Desafios globais, soluções regionais

A América Latina e o Caribe diante da crise climática e da biodiversidade



Relatório de Economia e Desenvolvimento

CAF BANCO DE DESENVOLVIMENTO DA AMÉRICA LATINA E CARIBE

Desafios globais, soluções regionais

A América Latina e o Caribe diante da crise climática e da biodiversidade

CAF BANCO DE DESENVOLVIMENTO DA AMÉRICA LATINA E CARIBE

2023 RED Relatório de Economia e Desenvolvimento

Título:
Relatório de Economia e Desenvolvimento (RED) 2023
Desafios globais, soluções regionais:
A América Latina e o Caribe diante da crise climática e de biodiversidade

Depósito Legal: DC2023001121
ISBN: 978-980-422-308-2

Editor CAF
Direção de Pesquisas Socioeconômicas - Gerência de Conhecimento.
Direção de Comunicação Estratégica.

As ideias e abordagens contidas nesta edição são de responsabilidade exclusiva de seus autores e não representam a posição oficial do CAF.

Os termos utilizados e a apresentação dos dados não implicam a expressão de qualquer posição por parte do CAF em relação ao estatuto jurídico de países, territórios, cidades ou regiões ou de suas autoridades, fronteiras ou limites.

Design gráfico: Estudio Bilder / Buenos Aires

Fotografías: Mike Erskine e Humphrey Muleba (capa), Tim Mossholder e Joel Vodell (contracapa), Filip Zrnzevic (p. 18), Rufus O'Dea (p. 80), Ruud Luijten (p. 140), Thomas Fatin (p. 177), David Troeger (p. 186), Markus Spiske (p. 206), Jonas Weckschmied (p. 264), Humberto Moreno-CAF Equador (p. 277). As demais fotografias são do banco de imagens do CAF.

Esta e outras publicações digitais estão disponíveis em scioteca.caf.com

© CAF -Banco de Desenvolvimento da América Latina e do Caribe- 2023
Todos os direitos reservados
Acesso aberto sob a licença Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional (CC-BY-NC-ND 4.0). Para visualizar uma cópia desta licença, acesse https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/



Prefácio

Vivemos tempos sensíveis e turbulentos. Hoje é comum falar da policrise do século XXI, que é moldada, entre outras coisas, pela desaceleração econômica, pela ameaça de guerra e pelos desenvolvimentos tecnológicos, juntamente com as mudanças climáticas e a perda de biodiversidade. De tudo isso, é a ameaça climática que mais coloca em risco o bem-estar da humanidade e a continuidade da vida no planeta.

O progresso e o crescimento econômico melhoraram consideravelmente os padrões de vida da população mundial, mas o fizeram às custas do aumento do consumo de energia fóssil, da transformação do solo em larga escala e da sobre-exploração dos recursos naturais, desencadeando uma crise ambiental sem precedentes. O planeta está, como disse o Secretário-Geral da ONU, em ebulição.

As últimas décadas tornaram visível a face mais dura dessa crise na América Latina e no Caribe. O aumento drástico das temperaturas, o número e a frequência de eventos climáticos extremos, as secas prolongadas, as inundações, os deslizamentos de terra, a erosão costeira e a acidificação dos oceanos são cenários cada vez mais comuns para a população da região. A degradação dos ecossistemas também resultou na deterioração dos serviços que a natureza fornece às pessoas, comprometendo a sustentabilidade do processo de desenvolvimento e o bem-estar das gerações futuras.

A resposta à crise climática e a perda acelerada de biodiversidade implicam em novos desafios para uma região ainda sobrecarregada com a necessidade de ampliar a produtividade, eliminar a pobreza e aumentar a equidade. Assim, o fortalecimento da resiliência das economias aos riscos das mudanças climáticas, a redução das emissões de gases de efeito estufa - em linha com o estabelecido no Acordo de Paris - e a restauração do capital natural são ingredientes essenciais na busca de um novo modelo de desenvolvimento que apoie um crescimento mais inclusivo, resiliente e sustentável.

Esta edição do Relatório de Economia e Desenvolvimento (RED) analisa os desafios e as oportunidades que as ações de mudanças climáticas e a proteção dos ecossistemas e da biodiversidade representam para a América Latina e o Caribe. O relatório enfatiza três mensagens de relevância para todos os países: a importância da adaptação, a necessidade de contribuir para a mitigação global e a urgência de preservar o capital natural como um fator-chave no próprio processo de desenvolvimento.

Destaca também que as políticas para enfrentar esses desafios podem variar de acordo com a diversidade de recursos e riscos de cada país, com possíveis tensões entre objetivos conflitantes e oportunidades de sinergias que devem ser aproveitadas. Assim, este documento busca contribuir para a discussão sobre as melhores opções de políticas públicas para promover economias produtivas com baixas emissões de carbono, maior inclusão social e uso sustentável dos recursos naturais.

As necessidades de financiamento para atender às metas de desenvolvimento, clima e preservação da biodiversidade são enormes. Por esse motivo, o CAF -banco de desenvolvimento da América Latina e Caribe- comprometeu-se a aumentar o financiamento verde para 40% de suas aprovações até 2026 e a ser uma das instituições mais ativas da região na mobilização de recursos dos principais fundos verdes e parceiros internacionais.

Nossa região possui uma riqueza excepcional em termos de ecossistemas e biodiversidade, incluindo florestas e manguezais que acumulam a maior capacidade de absorção de carbono do planeta, oceanos e mares, rios e fontes de água doce, solos adequados para fornecer alimentos para a população mundial e um enorme potencial para a geração de energia limpa. Com financiamento adequado, a América Latina e o Caribe continuará a se consolidar como uma região de solução na luta global contra a crise climática e de biodiversidade, promovendo uma melhor qualidade de vida para as gerações atuais e futuras de latino-americanos e caribenhos.

Sergio Díaz-Granados
Presidente Executivo do CAF -banco de desenvolvimento da América Latina e Caribe

Agradecimentos

A elaboração do Relatório de Economia e Desenvolvimento (RED) é de responsabilidade do Departamento de Pesquisas Socioeconômicas da Gestão de Conhecimento do CAF – banco de desenvolvimento da América Latina e Caribe-. A edição e coordenação geral desta entrega ficaram a cargo de Pablo Brassiolo e Ricardo Estrada, com o apoio de Florencia Buccari e a assessoria acadêmica de Elisa Belfiori, Juan Pablo Montero e Sebastián Vicuña. O relatório foi realizado sob a supervisão de Ernesto Schargrodsky, Diretor de Pesquisas Socioeconômicas, juntamente com Adriana Arreaza, Gerente de Conhecimento responsável durante o período inicial de elaboração do trabalho, e Verónica Frisancho, Gerente de Conhecimento.

A redação do relatório foi de responsabilidade de:

Capítulo 1 Pablo Brassiolo e Sebastián Vicuña

Capítulo 2 Juan Odriozola e Manuel Toledo

Capítulo 3 Ricardo Estrada e Federico Juncosa

Capítulo 4 Gustavo Fajardo

Capítulo 5 Pablo Brassiolo, Ricardo Estrada e Ernesto Schargrodsky

A equipe de assistentes de pesquisa foi formada por Florencia Buccari, Matías Garibotti, Daniela Goyheix, Diego Pitetti, Agustín Staudt e Pilar Toyos. Ana Gerez realizou a revisão editorial e correção de estilo.

Os capítulos se beneficiaram de documentos de pesquisa elaborados especificamente para esta publicação pelo Centro de Mudanças Globais da Universidade Católica do Chile, Florencia Airaudo, Facundo Danza, Alipio Ferreira, Jorge Hernán García, Marcela García, Pedro Hancevic, Juliana Helo Sarmiento, Gustavo Lagos, Eungik Lee, Jorge Higinio Maldonado, Teresa Molina-Millán, Rocío del Pilar Moreno-Sánchez, Juan Carlos Muñoz Mora, Héctor Núñez, Evi Pappa, David Peters, Alexander Pfaff, Ana Pirela Ríos, Leonie Ratzke, Jimena Rico-Straffon, Juan Rosellón, Cristian Salas, Heloisa Schneider, Hernan Seoane, Hayley Stevenson, Michael Tanner, Joaquín Vial e Zhenhua Wang.

O relatório foi enriquecido com os comentários de Francisco Alpízar, Eduardo Cavallo, Marcelo Mena, Ricardo Raineri, María Priscila Ramos e Juan Pablo Rud; e dos seguintes membros da equipe do CAF: Lian Allub, Fernando Álvarez, Guillermo Alves, Lucila Berniell, Cristian Bonavida, Martha Castillo, Brenda Ciuk, Jorge Concha, Walter Cont, Dolores de la Mata, Martin Finkelstein, René Gomez-García Palao, Alejandro Miranda, Alicia Montalvo, Daniel Ortega, Emil Rodríguez Garabot, Edgar Salas, Edgar Salinas, María Carolina Torres, Mauricio Velásquez e Federico Vignati.

Índice geral

Abreviações —— 16
Introdução —— 17

1

Mudanças climáticas e biodiversidade: das bases físicas à perspectiva econômica —— 19

Mensagens-chave —— 20
Introdução —— 23
Mudanças climáticas e perda de biodiversidade: dois lados da mesma moeda —— 25
Bases físicas das mudanças climáticas —— 25
Ecossistemas, biodiversidade e sua inter-relação com as mudanças climáticas e as atividades humanas —— 33
Impactos das mudanças climáticas na América Latina e no Caribe —— 35
Efeitos das mudanças graduais das características do clima —— 36
Efeitos de eventos extremos relacionados às mudanças climáticas —— 49
Emissões e sequestro de gases de efeito estufa na América Latina e no Caribe —— 55
Contribuição histórica da região para o acúmulo de carbono na atmosfera —— 55
Emissões atuais da América Latina e do Caribe: quanto, onde e como —— 56
Cobertura e uso do solo e balanço de carbono —— 67
Perspectiva econômica das mudanças climáticas, perda de biodiversidade e implicações para a política climática e ambiental —— 74
Políticas públicas para enfrentar as mudanças climáticas e a perda de biodiversidade —— 75
Caráter global do fenômeno e o problema da coordenação —— 75
Custos e benefícios da mitigação climática —— 76
Desafios para as políticas climáticas e de conservação —— 78

2

Atividades econômicas: sustentabilidade na produção e no consumo —— 81

Mensagens-chave —— 82

Introdução —— 85

Emissões e impacto ambiental dos setores —— 86

Agricultura, silvicultura e outros usos da terra —— 88

Fornecimento de energia —— 98

Outros setores: transporte, indústria e edifícios —— 106

Preços do carbono —— 113

Adaptação e mitigação no setor agropecuário —— 117

Técnicas agropecuárias ligadas às mudanças climáticas —— 117

Políticas de adaptação no setor ASOUT —— 119

Desafios de implementação no setor ASOUT —— 120

Biocombustíveis —— 123

Mudanças do lado da demanda —— 124

Transição energética e mitigação no setor energético —— 124

Geração de eletricidade, fontes de energia renovável e o papel do gás natural —— 124

Transporte: eletrificação e mobilidade sustentável —— 129

Soluções do lado da demanda —— 132

Adaptação no setor energético —— 133

Adaptação e mitigação em outros setores econômicos —— 135

Indústria: sustentabilidade por meio da reciclagem e da redução da demanda —— 135

Turismo: sustentabilidade por meio da preservação dos ecossistemas —— 136

Construção: cidades e edifícios sustentáveis —— 137

Mineração: insumos para um futuro com energias renováveis —— 138

3

Ecossistemas e biodiversidade diante das mudanças climáticas —— 141

Mensagens-chave —— 142

Serviços ecossistêmicos: fundamentais para a resposta às mudanças climáticas e ao desenvolvimento humano —— 145

Os serviços que a natureza oferece às pessoas —— 145

Atividade econômica e degradação dos ecossistemas —— 147

Ecossistemas e biodiversidade na América Latina e no Caribe —— 150

Uma região impulsionada pela sua proeminente biodiversidade —— 150

Ecossistemas terrestres e seus serviços —— 154

O papel dos ecossistemas costeiros e marinhos —— 161

Diagnóstico da degradação dos ecossistemas e suas causas —— 164

Mudança no uso do solo e outros canais de degradação dos ecossistemas —— 167

Fatores facilitadores —— 179

Políticas para a preservação e regeneração dos ecossistemas e da biodiversidade —— 183

Políticas de comando e controle —— 183

Mecanismos de mercado —— 198

4

Política internacional de mudanças climáticas e conservação: desafios de coordenação ——207

Mensagens-chave ——208

Introdução ——211

Evolução da cooperação ——213

Situação atual: compromissos nacionais no âmbito do Acordo de Paris ——216

Compromissos nacionais e metas globais ——216

O longo prazo: metas de emissão zero ——222

As NDCs da região ——224

Financiamento internacional do clima ——228

Aumentar o fluxo de recursos no financiamento climático ——228

Abordar as tensões entre os países em relação às categorias de financiamento (adaptação, mitigação e danos) ——231

Fortalecer o papel dos fundos climáticos multilaterais no panorama de financiamento climático ——232

Melhorar a transparência nos números do financiamento climático ——233

Melhorar o conhecimento sobre as necessidades de financiamento ——233

Interação entre política climática e política comercial ——235

Variação entre países no preço do carbono ——236

Mecanismos de ajuste de fronteira ——240

Clubes climáticos ——243

Padrões de emissões em produtos ——244

Mercados internacionais de crédito de carbono ——244

Lições do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo ——245

Vantagens e limitações dos mercados de compensação ——247

O caso do setor florestal ——248

Mudanças recentes nos mercados de compensação ——252

Governança internacional em matéria de biodiversidade ——254

A complexidade do problema ——254

O financiamento da biodiversidade ——255

Cooperação internacional para a gestão de áreas e espécies ——257

Interação entre política comercial e conservação ——261

Questões focais para a agenda de mudanças climáticas e conservação na região ——262

5

A resposta às mudanças climáticas e a agenda de desenvolvimento da América Latina e do Caribe —— 265

Mensagens-chave —— 266

Introdução —— 269

Os desafios do desenvolvimento da América Latina e do Caribe —— 270

A agenda pendente: fraco crescimento econômico e baixa inclusão social —— 273

O terceiro pilar do desenvolvimento: resiliência climática e sustentabilidade ambiental —— 275

Considerações para a integração de agendas no caminho para o desenvolvimento sustentável —— 280

Descarbonização da economia global: progresso, projeções e impactos —— 282

Eletrificação e fontes de energia renováveis —— 283

Demanda de longo prazo por hidrocarbonetos —— 287

Efeitos em outros setores da economia —— 289

Desafios e oportunidades para a América Latina e o Caribe diante da crise climática —— 290

Acelerar a adaptação às mudanças climáticas —— 290

Acabar com o desmatamento e consolidar um setor agropecuário sustentável —— 297

Desafios da transição energética na América Latina e no Caribe —— 299

Desafios do financiamento —— 305

Oportunidades da transição energética e da resposta às mudanças climáticas —— 307

Prioridades políticas para a agenda de desenvolvimento sustentável da América Latina e do Caribe —— 312

Priorizar as políticas de adaptação —— 313

Contribuir para a mitigação global —— 314

Preservar e regenerar ecossistemas e biodiversidade —— 317

Fortalecer a coordenação regional —— 317

Aproveitar as oportunidades da transição —— 318

Desafios globais, soluções regionais —— 319

Referências —— 323

Apêndices —— 365

Índice de tabelas

Tabela 2.1 Características relevantes do setor agropecuário da América Latina e do Caribe ——96
Tabela 2.2 Reservas comprovadas de hidrocarbonetos ——128
Tabela 2.3 Recursos tecnicamente recuperáveis de gás de xisto e petróleo de baixa permeabilidade em 2015 ——128
Tabela 3.1 Ecorregiões e área dos principais biomas por sub-região ——152
Tabela 3.2 Categorias de áreas protegidas da União Internacional para a Conservação da Natureza ——185
Tabela 3.3 Áreas protegidas terrestres e marítimas por país ——191
Tabela 3.4 População de países da América Latina e do Caribe que reside em áreas protegidas terrestres e sua periferia ——193
Tabela 4.1 Ambição das metas de mitigação das NDCs em relação às emissões de 2015 por região ——217
Tabela 4.2 Necessidades de financiamento declaradas na última versão das NDCs da América Latina e do Caribe ——234

Índice de figuras

Figura 1.1 Inter-relação entre mudanças climáticas, ecossistemas, biodiversidade e atividade humana ——34
Figura 3.1 A Amazônia e sua biodiversidade ——157
Figura 3.2 Canais diretos da degradação dos ecossistemas, setores produtivos e fatores facilitadores ——165
Figura 3.3 Direitos de propriedade sobre recursos de uso comum ——195
Figura 4.1 Cronologia dos principais marcos e acordos de cooperação sobre mudanças climáticas e biodiversidade ——214
Figura 5.1 Pilares do desenvolvimento sustentável ——271

Índice de gráficos

Gráfico 1.1 Alteração antropogênica do ciclo global do carbono no período 1850-2019 ——29
Gráfico 1.2 Aumentos futuros da temperatura média na América Latina e no Caribe em diferentes períodos em relação a 1985-2014 de acordo como a trajetória socioeconômica compartilhada ——38
Gráfico 1.3 Área e população em áreas áridas em 1985-2014 e nos cenários mais e menos otimistas ——42
Gráfico 1.4 Insegurança alimentar moderada ou grave e desnutrição no mundo, na América Latina e no Caribe e suas sub-regiões em 2021 ——43
Gráfico 1.5 População e área em áreas de baixa altitude no mundo, América Latina e Caribe e sub-regiões em 2015 ——46
Gráfico 1.6 Nível de ameaça dos recifes de corais na América Latina e no Caribe ——48
Gráfico 1.7 Ocorrência de eventos extremos relacionados ao clima e pessoas afetadas na América Latina e no Caribe por tipo de evento em diferentes períodos ——49
Gráfico 1.8 População, terreno e capital construído expostos a inundações costeiras em 2011 ——51
Gráfico 1.9 Incidência de ondas de calor severas e população afetada em cidades da América Latina e do Caribe nos períodos 1981-1990 e 2011-2020 ——53
Gráfico 1.10 Total de emissões antropogênicas de CO_2 e contribuição de cada região por fonte de emissão no período 1850-2019 ——56
Gráfico 1.11 Emissões antropogênicas totais de GEE por região e década no período 1970-2019 ——57
Gráfico 1.12 Emissões antropogênicas de GEE per capita e unidade de PIB por região em 2019 ——58
Gráfico 1.13 Emissões antropogênicas de GEE por região e setor de atividade em 2019 ——59
Gráfico 1.14 Emissões antropogênicas de GEE por região e tipo de gás em 2019 ——60
Gráfico 1.15 Participação dos dez países que mais contribuíram para o total de emissões antropogênicas de GEE da América Latina e do Caribe em 2019 ——61
Gráfico 1.16 Emissões antropogênicas de GEE em relação à população e ao PIB para países da América Latina e do Caribe, por sub-regiões em 2019 ——62
Gráfico 1.17 Composição das emissões antropogênicas de GEE em cada país da América Latina e do Caribe por fonte em 2019 ——65
Gráfico 1.18 Participação de cada tipo de solo na área habitável total na América Latina e no Caribe e no resto do mundo no período 1950-2017 ——69
Gráfico 1.19 Fluxos de emissão e absorção de GEE por hectare de floresta, por região, no período 2001-2021 ——70
Gráfico 1.20 Fluxos de carbono e desmatamento nos ecossistemas terrestres da América Latina e do Caribe no período 2000-2019 ——72
Gráfico 2.1 Emissões de GEE por setor na América Latina e no Caribe no período 1990-2019 ——87
Gráfico 2.2 Emissões de GEE por setor na América Latina e no Caribe em 2019 ——88
Gráfico 2.3 Emissões de GEE do setor ASOUT na América Latina e no Caribe no período 1990-2019 ——89
Gráfico 2.4 Exportações líquidas de alimentos por região no período 2000-2020 ——90
Gráfico 2.5 Valor agregado agropecuário na América Latina e no Caribe em 2020 ——91
Gráfico 2.6 Consumo final de energia e PIB na América Latina e no Caribe no período 1991-2019 ——99
Gráfico 2.7 Consumo final de energia por setor e fonte na América Latina e no Caribe no período 1990-2019 ——100
Gráfico 2.8 Produção de eletricidade por fontes de energia na América Latina e no Caribe no período 1990-2020 ——101
Gráfico 2.9 Geração de eletricidade por fonte de energia para os países da América Latina e do Caribe em 2020 ——102
Gráfico 2.10 Oferta total de energia por fontes na América Latina e no Caribe no período 1990-2019 ——103
Gráfico 2.11 Emissões de GEE do setor de fornecimento de energia na América Latina e no Caribe no período 1990-2019 ——104

Gráfico 2.12 Emissões de GEE do setor de transporte por tipo de meio utilizado na América Latina e no Caribe no período 1990-2019 —— 107
Gráfico 2.13 Emissões de GEE do setor industrial na América Latina e no Caribe no período 1990-2019 —— 110
Gráfico 2.14 Emissões de GEE do setor de edifícios na América Latina e no Caribe no período 1990-2019 —— 111
Gráfico 2.15 Subsídios aos hidrocarbonetos nos países da América Latina e do Caribe em 2020 —— 115
Gráfico 2.16 Custo unitário de energias renováveis e baterias no período 2000-2020 —— 125
Gráfico 3.1 Distribuição dos biomas terrestres na América Latina e no Caribe —— 151
Gráfico 3.2 Distribuição dos manguezais —— 162
Gráfico 3.3 Distribuição dos recifes de coral de água quente —— 163
Gráfico 3.4 Uso antrópico do solo em 2017 por tipo de ecorregião —— 168
Gráfico 3.5 Desmatamento na América Latina e no Caribe entre 2000 e 2020 —— 174
Gráfico 3.6 Distribuição das áreas protegidas na América Latina e no Caribe por nível de proteção —— 187
Gráfico 3.7 Áreas terrestres protegidas por país —— 188
Gráfico 3.8 Áreas marítimas protegidas por país —— 189
Gráfico 3.9 Porcentagem de áreas naturais protegidas por bioma —— 190
Gráfico 4.1 Trajetória de emissões de GEE e projeções para 2100 em vários cenários —— 219
Gráfico 4.2 Orçamento de CO_2 e distribuição das emissões anuais por região —— 220
Gráfico 4.3 Países com metas de neutralidade de emissões por tipo de anúncio da meta —— 223
Gráfico 4.4 Setores incluídos nas metas de adaptação das NDCs —— 225
Gráfico 4.5 Setores incluídos nas metas de mitigação das NDCs —— 227
Gráfico 4.6 Financiamento acumulado concedido pelo FVC —— 232
Gráfico 4.7 Esquemas de precificação de carbono por país —— 237
Gráfico 4.8 Preços do carbono e cobertura de emissões por tipo de esquema e país —— 239
Gráfico 4.9 Exposição ao CBAM das exportações da América Latina e do Caribe —— 241
Gráfico 4.10 Projetos registrados no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo por país anfitrião —— 245
Gráfico 4.11 Composição das RCE por tipo de projeto —— 246
Gráfico 4.12 Número de créditos no mercado voluntário global de carbono por tipo de projeto —— 250
Gráfico 4.13 Posição declarada nas NDCs sobre os instrumentos do artigo 6 —— 253
Gráfico 4.14 Recursos do GEF para projetos de biodiversidade por país e região —— 256
Gráfico 4.15 Áreas protegidas nas fronteiras terrestres da América Latina e do Caribe —— 261
Gráfico 5.1 PIB per capita em relação ao dos Estados Unidos —— 273
Gráfico 5.2 Evolução do índice de Gini de distribuição de renda —— 274
Gráfico 5.3 Percentual de variação do capital natural per capita e seus componentes em 2014 em relação a 1990 —— 278
Gráfico 5.4 Consumo final de energia no mundo —— 284
Gráfico 5.5 Geração total de eletricidade no mundo —— 285
Gráfico 5.6 Oferta total de energia no mundo —— 288
Gráfico 5.7 Iniciativas de adaptação às mudanças climáticas por região e setor —— 294
Gráfico 5.8 Rendimento e uso da terra para a produção de cereais e soja —— 298
Gráfico 5.9 Composição relativa da oferta de energia primária por fonte e por país em 2020 —— 301
Gráfico 5.10 Importância das receitas fiscais por hidrocarbonetos para as contas públicas —— 302
Gráfico 5.11 Exportações líquidas de energia em 2014 —— 304
Gráfico 5.12 Lacuna entre o investimento em infraestrutura atual e o necessário para atender aos ODSs no período 2019-2030 —— 306
Gráfico 5.13 Gasto anual necessário para atingir as metas das contribuições determinadas nacionalmente —— 307
Gráfico 5.14 Participação da América Latina na produção e nas reservas de minerais selecionados em 2021 —— 308
Gráfico 5.15 Potencial teórico de energia solar e eólica —— 311

Índice de quadros

Quadro 1.1 O ciclo do carbono ——28
Quadro 1.2 Pontos de inflexão climática: o caso da Amazônia ——30
Quadro 1.3 Trajetórias socioeconômicas compartilhadas e metas climáticas ——37
Quadro 1.4 Cenários climáticos para a América Latina e o Caribe ——39
Quadro 1.5 Diferenças conceituais na medição das emissões do setor LULUCF: modelos globais e inventários nacionais ——66
Quadro 1.6 O balanço de carbono nas florestas do planeta ——73
Quadro 2.1 Segurança alimentar ——94
Quadro 2.2 Comparação entre impostos sobre o carbono e o comércio de licenças de emissão ——114
Quadro 2.3 Iniciativas climáticas inteligentes para o setor agropecuário: um caso de estudo na Colômbia ——121
Quadro 2.4 Geração de energia verde ——127
Quadro 2.5 Eletrificação do transporte público na América Latina ——131
Quadro 3.1 Os serviços ecossistêmicos ——146
Quadro 3.2 Como a biodiversidade está ligada aos serviços ecossistêmicos e à resiliência dos ecossistemas ——148
Quadro 3.3 Aves migratórias da América Latina e do Caribe ——153
Quadro 3.4 O potencial de carbono dos biomas terrestres na América Latina e no Caribe ——155
Quadro 3.5 Determinantes da mudança no uso do solo ——170
Quadro 3.6 Desmatamento na Amazônia ——172
Quadro 3.7 Soluções baseadas na natureza para cidades ——184
Quadro 3.8 Políticas para reduzir o desmatamento na Amazônia ——196
Quadro 4.1 Cálculos sobre distribuição justa de emissões ——222
Quadro 4.2 Planos nacionais de adaptação ——226
Quadro 4.3 A relação entre os mercados de compensação e o preço do carbono ——247
Quadro 4.4 Iniciativa do CAF para promover os mercados de carbono na região ——252
Quadro 4.5 A Organização do Tratado de Cooperação Amazônica (OTCA) ——259
Quadro 5.1 O progresso da América Latina e do Caribe no cumprimento dos ODS ——272
Quadro 5.2 Iniciativas para a incorporação do capital natural nas contas nacionais ——279
Quadro 5.3 A relação entre crescimento econômico e emissões de GEE ——281
Quadro 5.4 Lições da transição energética na Alemanha ——283
Quadro 5.5 Impactos diferenciados das mudanças climáticas sobre as mulheres e política climática com uma perspectiva de gênero ——292
Quadro 5.6 A Rede Biodivercidades da América Latina e do Caribe ——296
Quadro 5.7 Gás natural como combustível no transporte de passageiros e poluição do ar: o caso do TransMilenio de Bogotá ——310

Abreviações

AIE	Agência Internacional de Energia
ALC	América Latina e Caribe
AP	Áreas protegidas
ASOUT	Agropecuário, silvicultura e outros usos da terra
AUSC	Acordos de Uso Sustentável e Conservação de Manguezais
BECCS	Bioenergia com captura e armazenamento de carbono
CBAM	Mecanismo de Ajuste de Fronteira de Carbono
CBDR	Princípio de responsabilidades comuns, mas diferenciadas
CDB	Convenção sobre Diversidade Biológica
CELAC	Comunidade de Estados Latino-Americanos e Caribenhos
CEPAL	Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe
CER	Certificado de Redução de Emissões
CFPI	Combustíveis fósseis e processos industriais
cm	Centímetros
CMVC	Centro Mundial de Vigilância da Conservação
CO_2	Dióxido de carbono
CO_2eq	Dióxido de carbono equivalente
COP	Conferência das Partes
CSC	Custo social do carbono
CUAC	Captura, uso e armazenamento de carbono
DACCS	Captura direta e armazenamento de carbono
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
FVC	Fundo Verde para o Clima
GEE	Gases de efeito estufa
GEF	Fundo Global para o Meio Ambiente
GtC	Gigatonelada de carbono
$GtCO_2$	Gigatoneladas de dióxido de carbono
$GtCO_2$eq	Gigatoneladas de dióxido de carbono equivalente
ha	Hectare
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ILACC	Iniciativa Latino-americana e do Caribe para o Desenvolvimento do Mercado de Carbono
IPBES	Plataforma Intergovernamental de Políticas Científicas sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
km^2	Quilômetro quadrado
LULUCF	Uso da terra, mudança no uso da terra e silvicultura
MAI	Modelos de avaliação integrada
mm	Milímetros
NDC	Contribuição Nacionalmente Determinada
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ODS	Objetivos de desenvolvimento sustentável
OLADE	Organização Latino-Americana de Energia
OMEC	Medidas efetivas de conservação baseadas em área
OMS	Organização Mundial da Saúde
PEID	Pequenos estados insulares em desenvolvimento
PMA	Países menos adiantados
PNAMC	Plano nacional de adaptação às mudanças climáticas
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PSE	Pagamento por serviços ecossistêmicos
REDD+	Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal
SBN	Soluções baseadas na natureza
SCE	Sistema de comércio de emissões
SSP	Trajetórias socioeconômicas partilhadas
tCO_2eq	Toneladas de dióxido de carbono equivalente
UE	União Europeia
UICN	União Internacional para Conservação da Natureza,
UNFCCC	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas
US$	Dólares americanos

Introdução

Nas últimas décadas, a América Latina e o Caribe ficou particularmente exposta às mudanças climáticas, ao aumento do nível do mar e aos fenômenos meteorológicos extremos. A deterioração dos ecossistemas afeta os serviços que a região oferece à humanidade e ao planeta, e que incluem a mitigação e adaptação às mudanças climáticas, além de determinar as possibilidades de crescimento e sustentabilidade da atividade econômica e a qualidade da vida humana. A necessidade de agir é urgente.

Diante dessa situação, o CAF adotou a missão de ser o banco verde da América Latina e do Caribe e está colaborando ativamente com os governos da região na elaboração, financiamento e implementação de soluções para os desafios impostos pelas mudanças climáticas e pela degradação dos ecossistemas e da biodiversidade. Para tanto, leva em conta a interação dessas agendas com os desafios pendentes de crescimento econômico, redução da pobreza e desigualdade. A incerteza, a complexidade e as intrincadas relações entre esses desafios exigem uma visão que considere a resposta às mudanças climáticas e a preservação dos ecossistemas e da biodiversidade como parte de uma ampla estratégia de desenvolvimento sustentável. Um elemento crucial na construção dessa agenda é ter um diagnóstico sólido que sirva de base para um roteiro que responda às realidades dos países da região.

O Relatório de Economia e Desenvolvimento (RED) é a principal publicação da instituição e busca enriquecer a discussão sobre políticas públicas e tomada de decisões a partir da análise rigorosa das causas e potenciais soluções para os desafios mais urgentes enfrentados pela América Latina e Caribe. Esta edição do RED reúne e analisa os dados e as evidências científicas mais recentes sobre as mudanças climáticas e o estado dos ecossistemas e da biodiversidade, áreas nas quais a comunidade científica internacional está progredindo continuamente. Devido à interdisciplinaridade do fenômeno, a elaboração do relatório contou com um grande número de estudos encomendados a especialistas de diversas disciplinas científicas e áreas de especialização. O resultado é um diagnóstico atual sobre os efeitos das mudanças climáticas na região e as principais necessidades de adaptação, sobre o perfil das emissões de gases de efeito estufa e a degradação dos ecossistemas e da biodiversidade, e sua ligação com os setores econômicos.

Esse diagnóstico é acompanhado de opções de políticas públicas para enfrentar os desafios expostos, além de aproveitar as oportunidades que se abrem para a região no meio do processo de transformação que atravessa a economia mundial como resultado das mudanças climáticas. Essa análise, concebida a partir e para a América Latina e o Caribe, é particularmente pertinente porque, embora as mudanças climáticas sejam um problema global cuja solução requer a participação de todos os países, a construção de um portfólio de políticas mais adequado depende dos recursos e das necessidades de cada país.

Agradeço a todas as funcionárias e funcionários da CAF que contribuíram para o desenvolvimento deste relatório e, em particular, à Diretoria de Pesquisas Socioeconômicas e à Gestão do Conhecimento. Agradeço também a todos os colaboradores externos e ao grande grupo de especialistas que, desde governos, acadêmicos, organizações multilaterais e sociedade civil, enriqueceram esta publicação com seus conhecimentos.

Christian Asinelli
Vice-Presidente Corporativo de Programação Estratégica
do CAF – banco de desenvolvimento da América Latina e Caribe



Mudanças climáticas e biodiversidade: das bases físicas à perspectiva econômica

1

- Causas das mudanças climáticas e da perda de biodiversidade
- Principais impactos das mudanças climáticas na América Latina e no Caribe
- Contribuição histórica, atual e setorial da América Latina e do Caribe para as mudanças climáticas
- Perspectiva econômica e implicações para a política climática

Mensagens-chave

1
O clima do planeta está mudando e a biodiversidade está sendo perdida em um ritmo acelerado, representando grandes ameaças à sobrevivência da população. Ambos os fenômenos são resultado da ação humana e constituem desafios urgentes que o mundo deve enfrentar.

2
A absorção de carbono dos sumidouros naturais é fundamental para regular o clima global. Os ecossistemas também são uma fonte de proteção para as comunidades contra os riscos climáticos e fornecem outros serviços importantes para o desenvolvimento humano e o bem-estar das pessoas, tais como o fornecimento de alimentos, água, matérias-primas ou medicamentos. As mudanças climáticas e a degradação dos ecossistemas prejudicam esses benefícios ecossistêmicos.

3
Os cenários climáticos para a região projetam um aumento nas temperaturas médias de cerca de 1 °C para o período 2021-2040 em relação ao período 1985-2014 (em que as temperaturas já eram entre 0,6 °C a 0,8 °C mais altas do que nos tempos pré-industriais). Em períodos mais distantes, o aumento das temperaturas é mais sensível ao que acontece com as emissões globais. Também se esperam mudanças nos padrões de precipitação e um aumento da aridez geral.

4
A América Latina e o Caribe é uma região muito heterogênea em suas condições socioeconômicas e abrange um extenso território com uma grande diversidade de ecossistemas. Embora as mudanças climáticas afetem toda a região, a exposição e a vulnerabilidade aos riscos climáticos variam significativamente entre países, comunidades e indivíduos. Isso implica que os impactos esperados das mudanças climáticas e as necessidades de adaptação dependem do contexto específico.

5
A capacidade de lidar e se adaptar aos riscos climáticos é menor em regiões e populações com níveis mais elevados de pobreza e desigualdade, maior restrição a serviços básicos, instituições mais fracas e capacidades estatais mais limitadas. A presença desses déficits em muitos países e comunidades da região, especialmente nas comunidades indígenas, faz com que eles estejam entre os mais vulneráveis do mundo às mudanças climáticas.

6
Os países do Caribe estão muito expostos a ciclones tropicais, aos quais são altamente vulneráveis devido às suas populações pequenas e muito concentradas e à baixa diversificação de suas economias. Por sua vez, o endividamento para cobrir os custos de reconstrução dificulta o investimento em infraestrutura que melhore a adaptação e aumente a resiliência a esses fenômenos.

7
Os países da América do Sul e da Mesoamérica sofrem frequentemente com enchentes e secas que acarretam custos econômicos significativos, incluindo danos à infraestrutura de transporte, comunicações e água. Sem os investimentos necessários em adaptação, esses impactos podem afetar a produção agrícola e a geração hidrelétrica, agravando os problemas de insegurança alimentar e energética.

8
A região está muito exposta ao aumento do nível do mar e às inundações costeiras. Os primeiros 10 metros acima do nível do mar representam 3% do território total e abrigam 7% da população (cerca de 45 milhões de pessoas). A situação é mais dramática no Caribe, onde as áreas costeiras de baixa altitude abrigam 12% da população e representam 20% da área terrestre.

9
Devido à duração do dióxido de carbono na atmosfera, a contribuição de um país ou região para o aquecimento global é explicada por suas emissões históricas. Quase a metade do carbono armazenado na atmosfera vem dos países desenvolvidos, enquanto a América Latina e o Caribe gerou apenas 11%. Esse fato é relevante para a discussão sobre justiça climática.

10
Em 2019, 44% das emissões vieram dos países em desenvolvimento da Ásia e do Pacífico e outros 23% de países desenvolvidos. A América Latina e o Caribe gerou 10% das emissões globais.

11
O padrão de emissões atuais é relevante para identificar as oportunidades de mitigação. Diferentemente dos países desenvolvidos, as emissões na América Latina e no Caribe provêm, em maior medida, dos setores produtores de alimentos, principalmente devido a mudanças no uso do solo e, em menor escala, dos setores de energia fóssil (fornecimento de energia, transporte, indústria e construção).

12
A relativa abundância de recursos florestais na região representa tanto uma oportunidade quanto um desafio: a América Latina e o Caribe tem um quarto das florestas do mundo e estas contribuem significativamente para o sequestro global de carbono atmosférico, mas essa contribuição está abaixo de seu potencial, entre outros motivos, devido ao avanço do desmatamento.

Mudanças climáticas e biodiversidade: das bases físicas à perspectiva econômica[1]

Introdução

As mudanças climáticas e a perda de biodiversidade são dois desafios urgentes que o mundo deve enfrentar. As evidências mais recentes mostram, sem ambiguidade, que o clima do planeta está mudando, que a diversidade biológica está sendo perdida em ritmo acelerado e que ambos os fenômenos representam grandes ameaças à vida humana. Na origem das crises climática e ambiental está a ação humana. O progresso tecnológico, com o consequente crescimento econômico nos últimos dois séculos, permitiu uma melhoria significativa nos padrões de vida da população mundial. No entanto, isso também levou ao aumento do consumo de energia fóssil, à transformação do solo em larga escala e à superexploração dos recursos naturais, resultados que alteraram o equilíbrio ecológico do planeta.

Este capítulo descreve os principais canais de interconexão entre as mudanças climáticas, a biodiversidade e a atividade humana. O capítulo começa com uma breve visão geral das bases físicas das mudanças climáticas. De acordo com elas, a mudança climática global é produzida como consequência da emissão de gases de efeito estufa (GEE) provenientes, principalmente, da queima de combustíveis fósseis e das atividades que alteram o uso do solo. Uma parte desses gases é reabsorvida pelos ecossistemas terrestres e marinhos, como florestas e oceanos, em sua função de sumidouros naturais, enquanto o restante se acumula na atmosfera, causando o aquecimento global. O aquecimento provoca mudanças no sistema climático que afetam todo o planeta, com efeitos locais que variam entre regiões e que têm impacto tanto na atividade humana quanto nos ecossistemas e na biodiversidade.

A absorção de carbono dos sumidouros naturais é fundamental para regular o clima global. Mas essa não é a única contribuição dos ecossistemas para enfrentar as mudanças climáticas. Alguns ecossistemas

1 Este capítulo foi elaborado por Pablo Brassiolo e Sebastián Vicuña, com a assistência de pesquisa de Diego Pitetti.

também são uma fonte de proteção para as comunidades contra os riscos climáticos. Esse é o caso, por exemplo, dos manguezais, que formam barreiras naturais contra as inundações costeiras, ou das árvores e espaços verdes nas cidades, que regulam a temperatura e reduzem os riscos de inundações. Os ecossistemas também prestam outros serviços importantes para o desenvolvimento humano, como o fornecimento de alimentos, água, matérias-primas ou medicamentos. As mudanças climáticas e a degradação dos ecossistemas pelas atividades humanas prejudicam esses benefícios ecossistêmicos.

O capítulo analisa os impactos das mudanças climáticas na América Latina e no Caribe (ALC). Os países da região estão altamente expostos e são muito vulneráveis aos riscos climáticos. O aumento das temperaturas, as mudanças nos padrões de precipitação, as secas prolongadas, o aumento do nível do mar e os eventos climáticos extremos, entre outros efeitos, geram riscos com consequências potencialmente graves para a população, a atividade econômica e a biodiversidade da região. Tanto a exposição quanto a vulnerabilidade variam consideravelmente entre os países, entre as comunidades dentro dos países e entre os indivíduos dessas comunidades, o que significa que os riscos esperados e, portanto, as necessidades de investimento em adaptação, são de natureza muito variada e dependem de contextos específicos.

O capítulo também examina as emissões antropogênicas de GEE nos países da região. Primeiro, são analisadas as emissões históricas. Devido à estreita relação entre o aumento das temperaturas ocorrido desde os tempos pré-industriais e as emissões acumuladas desde então, a contribuição de um país ou região para essas emissões acumuladas é uma medida de sua responsabilidade pelas mudanças climáticas e, portanto, um elemento importante no debate sobre justiça climática. Destaca-se aqui que 45% das emissões históricas são provenientes de países desenvolvidos e outros 24% de países em desenvolvimento da Ásia e do Pacífico, região que inclui países com altas emissões nos últimos 50 anos, como a China e a Índia. Por sua vez, a América Latina e o Caribe responde por 11% das emissões históricas.

Em seguida, descreve-se o padrão das emissões atuais devido a sua importância na identificação dos setores de atividade que oferecem as maiores oportunidades para reduzir a quantidade de GEE liberados e contribuir para a solução do fenômeno climático. A América Latina e o Caribe gera atualmente 10% das emissões globais, com uma composição setorial muito diferente daquela dos países desenvolvidos: as emissões provenientes de mudanças no uso da terra são mais altas na região, e aquelas dos setores relacionados à energia são mais baixas. Logicamente, há uma enorme variação dentro da região, tanto no nível quanto na composição setorial das emissões. Por isso, as necessidades e oportunidades setoriais de redução de emissões são muito diferentes entre os países.

A abundância relativa dos recursos florestais na região, juntamente com a importância do uso e da cobertura do solo como fonte de emissões antropogênicas, justifica uma análise mais detalhada do balanço de carbono dos ecossistemas terrestres. O balanço de carbono é uma medida da contribuição dos ecossistemas para o acúmulo de GEE na atmosfera, tanto como resultado das pressões antropogênicas quanto de fatores naturais. Sua análise mostra que as florestas da América Latina e do Caribe sequestram mais carbono do que emitem e que há margem para que esta relação seja ainda mais favorável. Com políticas de conservação adequadas, os ecossistemas e a biodiversidade da região oferecem um grande potencial para enfrentar as mudanças climáticas.

A última seção do capítulo expõe brevemente as razões econômicas que ajudam a explicar por que a atividade humana, em sua interação com a natureza e o clima, conduz a equilíbrios que são ineficientes do ponto de vista do bem-estar humano e da conservação dos ecossistemas e da biodiversidade. Tanto a mudança climática quanto a perda de biodiversidade podem ser consideradas consequências de uma externalidade negativa global. Isso significa que as decisões individuais de produção ou de consumo conduzem a equilíbrios em nível agregado em que os custos para a sociedade são maiores do que os benefícios. Em outras palavras, utiliza-se muita energia fóssil ou desmata-se muita floresta em relação aos benefícios que essas atividades trazem para a sociedade como um todo. Tais situações levam a sociedade a um caminho de crescimento econômico que não é ambientalmente sustentável.

Devido ao alcance global dessas externalidades, a solução requer coordenação internacional. O Acordo de Paris de 2015[2] visa unir esforços para manter o aquecimento global abaixo de 2 °C e, idealmente, que não atinja 1,5 °C de aumento em relação à era pré-industrial. Assim, pretende-se evitar um cenário potencialmente catastrófico. Como parte do acordo, os países signatários comprometeram-se a implementar políticas nacionais de mitigação, ou seja, a reduzir as suas emissões, e de adaptação às mudanças climáticas, que permitam antecipar, prevenir ou minimizar os danos que possam causar ou aproveitar as oportunidades que possam criar. Da mesma forma, em termos de biodiversidade, o Quadro Global de Biodiversidade[3] define metas globais de conservação para o ano de 2030, substituindo as metas de Aichi que haviam sido definidas para o período 2010-2020.

Ao longo deste relatório são discutidas as necessidades de adaptação da América Latina e do Caribe para lidar com os riscos das mudanças climáticas e as oportunidades para a região reduzir suas emissões e, assim, contribuir para a solução global do fenômeno. Também são analisadas as opções de política existentes não apenas para proteger a riqueza dos ecossistemas e da biodiversidade na região, mas também para promover o uso sustentável dos múltiplos serviços que a natureza oferece às pessoas. As políticas climáticas, juntamente com as políticas de conservação da biodiversidade, devem ter como objetivo o crescimento econômico compatível com um caminho de desenvolvimento sustentável que permita restaurar o equilíbrio ecológico do planeta, sem esquecer outros desafios pendentes na região. Nesse sentido, este capítulo serve de introdução às questões que são tratadas detalhadamente no restante do relatório.

Mudanças climáticas e perda de biodiversidade: dois lados da mesma moeda

As mudanças climáticas e a perda de biodiversidade são fenômenos intimamente relacionados que, por sua vez, estão diretamente ligados à ação humana. Esta seção descreve os principais canais de interação entre o clima, a biodiversidade e a atividade humana.

Em um primeiro passo, é apresentada uma breve introdução às bases físicas das mudanças climáticas, que pode ser mais interessante para o leitor que não está familiarizado com esses conceitos, para depois se aprofundar na inter-relação.

Bases físicas das mudanças climáticas

As mudanças climáticas são definidas como alterações que persistem por um período prolongado (geralmente décadas ou mais) na distribuição das variáveis climáticas, incluindo temperatura, vento ou precipitação (IPCC, 2021a). As evidências apresentadas pelo Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas (IPCC por sua sigla em inglês) em seu

O clima do planeta está mudando como consequência do acúmulo na atmosfera de gases efeito estufa liberados por atividades humanas

2 O Acordo de Paris é um tratado internacional juridicamente vinculativo adotado por 196 estados signatários da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC), que entrou em vigor em 4 de novembro de 2016.

3 Adotado na XV Conferência das Partes das Nações Unidas (COP15) da Convenção sobre Diversidade Biológica, celebrado em dezembro de 2022, o Quadro atualiza um acordo anterior, o Protocolo de Aichi (Japão), estabelecendo metas ambiciosas a serem alcançadas em 2030, para deter e reverter a perda de biodiversidade.

Sexto Relatório de Avaliação mostram inequivocamente que o clima do planeta está mudando como consequência do acúmulo na atmosfera de GEEs liberados por atividades humanas. A seguir, um resumo das noções básicas deste fenômeno.

Origem antropogênica das mudanças climáticas e suas principais manifestações

As mudanças climáticas são o resultado do desequilíbrio entre o fluxo de energia que recebe a Terra (radiação solar) e o que ela emite para o espaço (radiação térmica). Se o primeiro for maior que o segundo, o planeta tende a se aquecer. Esses fluxos de energia dependem de fatores naturais e antropogênicos. Os principais fatores naturais são as variações da atividade solar, que alteram a quantidade de energia que chega do Sol, e as erupções vulcânicas, que aumentam a quantidade de pequenas partículas (aerossóis) na parte superior da atmosfera e que, ao refletirem a luz solar, reduzem o fluxo de energia que chega à Terra. Entre os fatores antropogênicos, destacam-se as emissões de GEE provenientes da queima de combustíveis fósseis e dos padrões de uso do solo. Uma fração desses GEEs acumula-se na atmosfera e retém parte da radiação térmica, gerando o aquecimento global. Os principais GEEs são o dióxido de carbono (CO_2), o metano e o óxido nitroso.

O Sexto Relatório de Avaliação do IPCC destaca que: 1) a taxa na qual os principais GEEs estão se acumulando na atmosfera não tem precedentes nos últimos 800.000 anos, e 2) esse aumento de acúmulo de GEEs pode certamente ser atribuído à intensificação das atividades humanas desde o início do período de industrialização (IPCC, 2021a). Como consequência, uma série de mudanças rápidas estão ocorrendo em vários aspectos do clima global, sendo que uma das mais notáveis é o aumento das temperaturas. De fato, a temperatura média da superfície terrestre durante a década de 2011-2020 foi 1,1 °C mais alta do que na época pré-industrial (1850-1900). Em outras palavras, as mudanças climáticas são um fenômeno real que já está sendo vivenciado e é resultado da ação humana.

Além do aumento das temperaturas, também são observadas mudanças na atmosfera, na superfície terrestre, nos oceanos e na criosfera (a parte da Terra com neve ou gelo permanente ou sazonal). Entre as manifestações mais destacadas estão o aquecimento acelerado das áreas terrestres e uma maior incidência de fenômenos meteorológicos extremos, como secas prolongadas, chuvas intensas, ciclones tropicais e ondas de calor. Os oceanos estão se tornando mais ácidos devido à absorção de CO_2 da atmosfera e estão se aquecendo como resultado da absorção da maior parte do excesso de energia armazenada no sistema climático. O aquecimento da água faz com que ela se expanda, contribuindo para o aumento do nível global do mar. Tanto a área quanto a espessura do gelo marinho do Ártico e da Antártida estão diminuindo, tal como a maioria das geleiras, o que também contribui para o aumento do nível do mar. A cobertura de neve da primavera no Hemisfério Norte está diminuindo, assim como o permafrost (solo permanentemente congelado). Muitas espécies terrestres se deslocaram para os polos e para latitudes mais elevadas ou mudaram a época do ano em que migram (IPCC, 2021a).

Ciclo do carbono e seu acúmulo na atmosfera

Uma parte das emissões antropogênicas de CO_2 é reabsorvida por ecossistemas terrestres e marinhos, como as florestas e os oceanos, em sua função de sumidouros naturais de carbono. Portanto, esses sumidouros são fundamentais para a regulação do clima, pois determinam a taxa de concentração de CO_2 na atmosfera. Os processos pelos quais o carbono circula entre a atmosfera e diferentes reservatórios naturais, como vegetação, solos e oceanos, são conhecidos como ciclo do carbono e estão descritos no quadro 1.1.

Os ecossistemas terrestres e marinhos, em sua função de sumidouros naturais de carbono, determinam a taxa de concentração de CO_2 na atmosfera

A intensificação das atividades econômicas desde o início da industrialização alterou este ciclo ao liberar grandes quantidades de CO_2 na atmosfera. Entre 1850 e 2019, foram emitidas 2.351 gigatoneladas[4] de CO_2 ($GtCO_2$), das quais 1.618 $GtCO_2$ foram provenientes de atividades intensivas no uso de combustíveis fósseis, como a geração de eletricidade[5], e 733 $GtCO_2$ de atividades que alteram a vegetação e os solos, por exemplo, a agricultura. Do total dessas emissões, os oceanos e os sumidouros terrestres absorveram um quarto e um terço, respectivamente, e o restante, cerca de 990 $GtCO_2$, acumulou-se na atmosfera (Friedlingstein et al., 2020).

Do total das emissões antropogênicas de CO_2 desde o início da industrialização, os oceanos e os sumidouros terrestres absorveram um quarto e um terço, respectivamente

O gráfico 1.1 mostra que tanto as emissões antropogênicas quanto as absorções naturais têm crescido desde o início do período industrial. As emissões provenientes do uso de combustíveis fósseis passaram de 2,6 $GtCO_2$ por ano durante o período 1850-1959 para 34,5 $GtCO_2$ por ano durante a década 2010-2019. As emissões provenientes do uso da terra também cresceram, embora a um ritmo mais lento (de 4,2 $GtCO_2$ para 5,9 $GtCO_2$ por ano entre o período 1850-1959 e a última década). A absorção de sumidouros oceânicos e terrestres (representada por um sinal negativo no gráfico) também aumentou durante este período, pois os processos naturais subjacentes reagem ao aumento do CO_2 atmosférico e à consequente mudança no clima, como descrito no quadro 1.1.

Evidentemente, quanto maior for a absorção dos sumidouros naturais, menor será o aumento das temperaturas. Essa relação entre emissões antropogênicas, sumidouros naturais e temperaturas destaca o papel que os ecossistemas marinhos e terrestres desempenharam na redução do aquecimento global.

4 A gigatonelada equivale a 1 bilhão de toneladas.

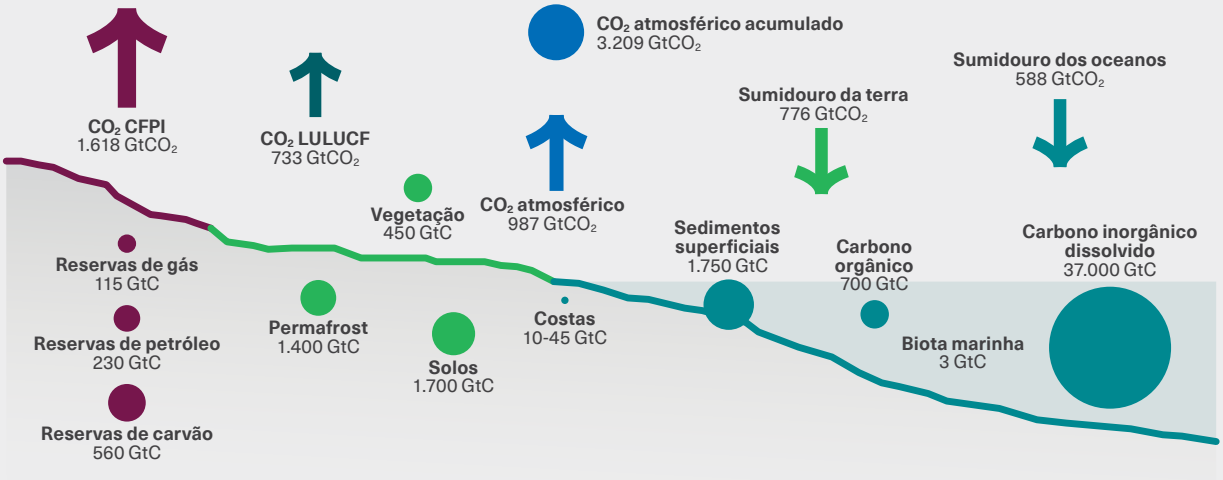
5 Durante esse período, 46% das emissões geradas pelo uso de combustíveis fósseis vieram da queima de carvão, 35% do petróleo, 14% do gás natural, 3% da decomposição de carbonatos e 1 % da combustão de queimadores de gás (Friedlingstein, O'Sullivan et al., 2022).

Quadro 1.1
O ciclo do carbono

O carbono faz parte de um sistema em que seus átomos circulam entre três reservatórios principais: a atmosfera, os oceanos e a biosfera terrestre (solo, rocha e vida orgânica). Os oceanos são, de longe, o maior reservatório de carbono, com um estoque estimado em cerca de 38.000 gigatoneladas de carbono (GtC), seguidos pela vegetação e pelos solos, que acumulam mais de 2.000 GtC e, por fim, pela atmosfera, com uma quantidade de cerca de 870 GtC[a]. A figura 1 mostra as quantidades de carbono armazenadas nos diferentes reservatórios e a magnitude dos principais fluxos, tanto naturais quanto antropogênicos, desde os tempos pré-industriais.

Vários processos biológicos, geológicos, químicos e físicos estão envolvidos neste ciclo. As plantas e os microrganismos absorvem CO_2 da atmosfera e, por meio da fotossíntese, transformam-no em carbono que se acumula na biomassa e nos solos. Parte desse carbono retorna à atmosfera por meio da respiração da vegetação e dos organismos do solo e como resultado de perturbações naturais (por exemplo, incêndios). Quando essas plantas e microrganismos se decompõem, o carbono acumulado é liberado na atmosfera na forma de CO_2. Os oceanos e a atmosfera também trocam grandes quantidades de CO_2. A magnitude dessa troca depende, entre outras variáveis, das diferenças na concentração de CO_2 entre a atmosfera e a superfície do oceano, da velocidade do vento, da composição química da água do mar e da fotossíntese realizada pelas microalgas marinhas. Parte desse carbono é posteriormente armazenado nas profundezas do oceano por décadas ou até séculos.

Figura 1
O ciclo global do carbono



Nota: A figura mostra um esquema do ciclo global do carbono com base nas interações entre os estoques históricos de carbono (em GtC, com exceção do acúmulo de CO_2 atmosférico, que é apresentado em $GtCO_2$) e os fluxos totais para o período 1850-2019 (em $GtCO_2$). Os círculos representam as principais reservas de carbono (por exemplo, reservas de gás, petróleo e carvão ou reservas de carbono inorgânico dissolvido nos oceanos), enquanto as setas se referem aos fluxos antropogênicos (emissões provenientes do uso de combustíveis fósseis e processos industriais [CFPI], do setor do uso da terra, mudança no uso da terra e silvicultura [LULUCF por sua sigla em inglês] e das absorções da terra e dos oceanos). O tamanho dos círculos e das setas indica a magnitude de carbono da reserva ou fluxo antropogênico em questão, enquanto a direção das setas indica se o fluxo se refere a uma emissão (seta para cima) ou a uma absorção (seta para baixo). Como resultado do desequilíbrio entre essas emissões e absorções, o carbono se acumula na atmosfera (círculo azul claro na figura).

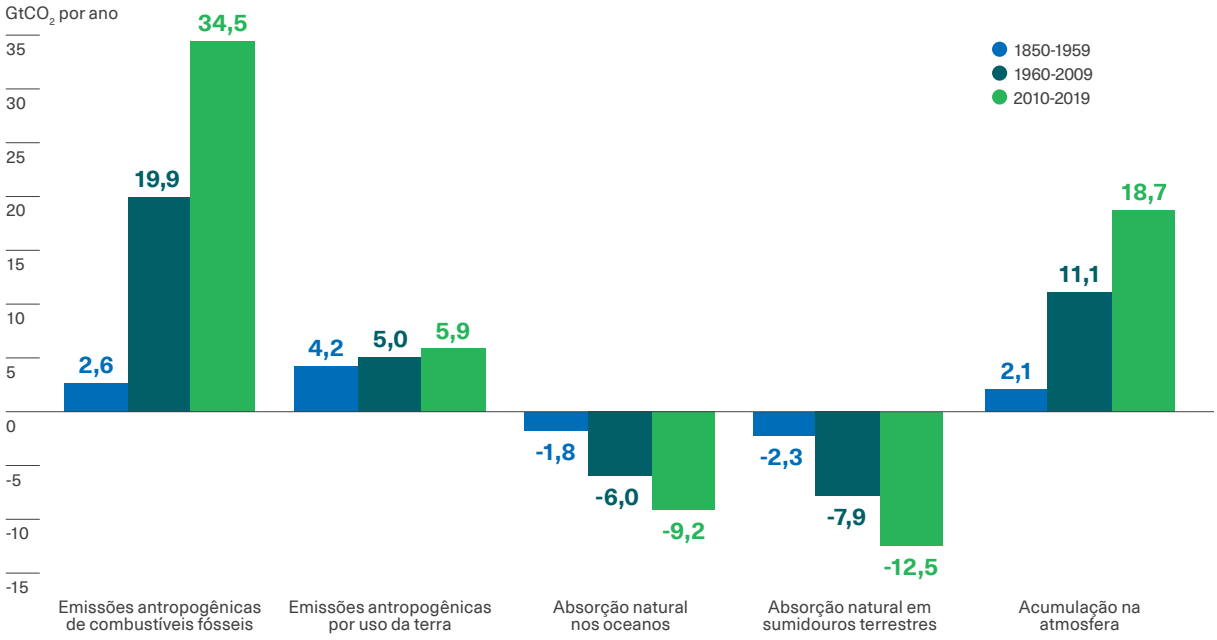
Fonte: Elaboração própria com dados de Friedlingstein, Jones et al. (2022), Friedlingstein et al. (2020) reportados em IPCC (2021a), Le Quéré et al. (2018) reportados em IPCC (2019) e Firedlingstein, O'Sullivan et al. (2022).

Em equilíbrio, o carbono circula entre esses reservatórios mantendo relativamente constantes as quantidades de cada um. A intensificação da atividade econômica desde o início da industrialização perturbou esse equilíbrio. A queima de combustíveis fósseis para geração de energia, bem como determinados processos industriais, como a produção de cimento, liberam grandes quantidades de CO_2 na atmosfera. Os processos de produção que alteram ou degradam a terra e a vegetação, como a conversão de áreas florestais em terras agrícolas, também liberam para a atmosfera carbono acumulado na biomassa e nos solos.

À medida que as emissões antropogênicas aumentam, os fluxos absorvidos pela biosfera terrestre e os oceanos também aumentam devido aos processos naturais descritos acima. Por exemplo, a maior quantidade de CO_2 na atmosfera e o prolongamento da estação de crescimento das espécies vegetais nas zonas temperadas e boreais do Hemisfério Norte, devido ao efeito das mudanças climáticas, impulsionam a fotossíntese. Da mesma forma, a absorção de CO_2 dos oceanos cresce à medida que aumenta a quantidade de CO_2 na atmosfera. No entanto, os maiores fluxos de absorção dos sumidouros naturais não são suficientes para compensar o aumento das emissões antropogênicas, pelo que uma parte destas se acumula na atmosfera.

a. Uma unidade de CO_2 equivale a 3,667 unidades de carbono.

Gráfico 1.1
Alteração antropogênica do ciclo global do carbono no período 1850-2019



Nota: O gráfico mostra a alteração antropogênica do ciclo global de carbono em três subperíodos temporais: 1850-1959, 1960-2009 e 2010-2019. As barras indicam, para cada fonte e subperíodo, a média anual de CO_2 absorvido (sinal negativo), emitido ou acumulado na atmosfera (sinal positivo) em $GtCO_2$.
Fonte: Elaboração própria com dados de Friedlingstein et al. (2020), reportados em IPCC (2021a), e Le Quéré et al. (2018), reportados em IPCC (2019).

Acúmulo de dióxido de carbono na atmosfera e aumento da temperatura

As evidências coletadas pelo IPCC em seu Sexto Relatório de Avaliação mostram que há uma relação aproximadamente linear entre a concentração de CO_2 na atmosfera e a temperatura global: a cada 1.000 $GtCO_2$ emitidos, a temperatura média da superfície terrestre aumenta em média 0,45 °C, variando de 0,27 °C a 0,63 °C. Essa relação é válida pelo menos até um aumento de temperatura de 2 °C em relação aos tempos pré-industriais. O conhecimento dessa relação é fundamental para estimar quanto mais poderia ser emitido se o aumento da temperatura fosse mantido abaixo de um determinado limite.

Dois aspectos merecem ser mencionados a esse respeito. O primeiro é que a magnitude dessa relação está sujeita a um alto nível de incerteza, dada a gama de valores possíveis que ela poderia assumir. Essa incerteza é transferida para o cálculo das emissões adicionais compatíveis com uma determinada meta de temperatura. Por exemplo, se a relação assumir o valor médio da faixa, poderiam ser emitidos até 1.350 $GtCO_2$ adicionais sem exceder o aumento de 2 °C. No entanto, as emissões adicionais compatíveis com essa meta de aumento da temperatura poderiam quase triplicar se o valor da relação estivesse na faixa inferior ou serem reduzidas a um quarto se o valor estivesse na faixa superior. Evidentemente, essa incerteza sobre a relação entre emissões e temperatura tem consequências para a estimativa do esforço de redução de emissões necessário para conter o aquecimento global.

Quadro 1.2
Pontos de inflexão climática: o caso da Amazônia

O IPCC define os pontos de inflexão climática como níveis de mudança nas propriedades do sistema climático em que ele se reorganiza, geralmente de forma abrupta, e não retorna ao estado inicial, mesmo que a causa da mudança seja reduzida ou desapareça. Um ponto de inflexão cuja possível ocorrência é enquadrada pelos limites geográficos da região é a perda da floresta amazônica.

Uma característica relevante das florestas tropicais é que se sustentam em condições muito úmidas, favorecidas pela própria vegetação. À medida que a floresta fica saturada com chuvas fortes, parte dessa umidade retorna à atmosfera pela combinação da evaporação da umidade do solo e da transpiração da umidade das plantas (fenômeno chamado de evapotranspiração). Dessa forma, a atmosfera permanece úmida, gerando mais precipitação. Na década de 1970, o cientista brasileiro Eneas Salati demonstrou que esse ciclo hidrológico da Amazônia gera cerca da metade de sua própria precipitação (Lovejoy e Nobre, 2019).

À medida que a degradação ou perda das florestas amazônicas continuar – como resultado do desmatamento, das secas e dos incêndios induzidos pelas mudanças climáticas –, pode-se chegar a um limiar no qual as chuvas geradas por essas florestas sejam insuficientes para manter sua condição de floresta tropical, se tornando savanas herbáceas (cerrado). Lovejoy e Nobre (2019) estimam que esse limiar poderá ser atingido se o desmatamento na Amazônia ultrapassar entre 20% e 25% de sua área. Embora as evidências coletadas pelo IPCC (2021a) sugiram que a probabilidade de ultrapassar esse limiar antes de 2100 seja baixa, esses resultados são um sinal de alerta que destaca a importância das políticas de conservação dos recursos florestais.

O segundo aspecto a destacar é que, acima do limite de 2 °C de aquecimento, a relação entre as emissões e os aumentos de temperatura é ainda mais incerta, pois há um alto risco de ultrapassar os chamados pontos de inflexão climática (o que em inglês é conhecido como *tipping points*) (IPCC, 2021a). Esses pontos de inflexão são limiares que, se ultrapassados, acionariam mecanismos de autorreforço que poderiam desencadear mudanças significativas e até irreversíveis no sistema climático (ou em alguma parte dele). Um caso emblemático para a região é o possível desaparecimento das florestas amazônicas, conforme descrito no quadro 1.2. Avaliar os riscos de tais efeitos é uma tarefa complexa porque, entre outras razões, não há observações históricas de temperaturas nesses níveis que permitam calibrar os modelos climáticos. No entanto, os resultados das simulações realizadas sugerem que exceder 2 °C de aquecimento global acarretaria um elevado risco de causar impactos na biosfera que não teriam retorno, como extinções em massa de espécies, inundações permanentes em determinadas áreas e perda da viabilidade das colheitas, entre outras calamidades.

Outros gases de efeito estufa e a importância do metano

O CO_2 é o principal GEE de origem antropogênica e representa, segundo dados de 2019, 75% das emissões globais anuais desses gases (com 64% provenientes dos combustíveis fósseis e 11% do uso do solo). Os restantes GEEs de origem antropogênica que contribuem para o aquecimento global são constituídos por emissões de metano (18%), óxido nitroso (5%) e gases fluorados (2%). A participação dos diferentes gases no total de emissões manteve-se relativamente constante nos últimos 30 anos.

O impacto de cada gás no aquecimento global é diferente e depende principalmente de dois fatores: o tempo que permanece na atmosfera e sua capacidade de absorver a energia irradiada pela Terra. Ao contrário do CO_2, que pode durar centenas ou milhares de anos na atmosfera, a permanência dos outros gases é relativamente curta: cerca de 10 anos no caso do metano, até duas décadas no caso dos gases fluorados e pouco mais de 100 anos no caso do óxido nitroso (IPCC, 2021a). Esses gases de vida mais curta na atmosfera geralmente têm maior capacidade de reter a energia irradiada pela Terra[6]. Em particular, o metano pode absorver até 80 vezes mais energia do que a mesma quantidade de massa de CO_2 durante as primeiras décadas.

Portanto, para agregar as quantidades de gases que não sejam CO_2, é necessário convertê-las em seu equivalente em termos de CO_2 (denotado como CO_2eq). Por convenção, o potencial de aquecimento global em um horizonte temporal de 100 anos (GWP-100) é usado como fator de conversão. De acordo com isso, uma unidade de metano tem um impacto no aquecimento global semelhante ao de 27-30 unidades de CO_2 em um período de 100 anos (IPCC, 2021a)[7].

O metano é o segundo GEE mais importante em termos de emissões, depois do CO_2. Quarenta por cento das emissões antropogênicas de metano são provenientes do setor agrícola (três quartos da digestão de ruminantes e da gestão do esterco e um quarto do cultivo de arroz), 32% provêm de combustíveis fósseis (dois terços de petróleo e gás e um terço de carvão), 20% de resíduos (principalmente aterros sanitários e resíduos sólidos) e os demais 8%

6 Os GEE, como o metano e os gases fluorados, compõem os chamados poluentes climáticos de vida curta, entre os quais estão também pequenas partículas, como os aerossóis (que, ao refletirem a radiação solar, tendem a resfriar o clima) e o carbono negro, comumente conhecido como fuligem (que, ao absorver energia, tende a aquecer o clima). A importância dos poluentes climáticos de vida curta é que os seus efeitos sobre o clima estão concentrados perto de onde são emitidos e sua quantidade muda rapidamente conforme as emissões variam. Além disso, alguns desses compostos afetam a qualidade do ar e da água.

7 GWP-100 é uma medida da quantidade de energia que a emissão de uma unidade de um gás absorve durante um determinado período de tempo (nesse caso, 100 anos) em relação à emissão de uma unidade de CO_2. O metano tem um GWP-100 igual a 30 se for proveniente de fontes fósseis e 27 se for proveniente de outras fontes, como a pecuária. Se, em vez de converter o metano em sua equivalência de carbono utilizando o GWP-100, for utilizado o GWP-20, ou seja, o potencial de aquecimento em um horizonte de 20 anos, a importância relativa do metano aumentará várias vezes, o que aumentaria a relevância da redução de suas emissões.



são emitidos pela queima de biomassa e biocombustíveis (Saunois et al., 2020)[8].

A redução das emissões antropogênicas de metano é fundamental para combater o aquecimento global no curto prazo. Devido à sua curta duração na atmosfera, o impacto do metano no clima não é explicado pelas emissões históricas, mas pelo fluxo das emissões atuais. Isso significa que, dada a elevada capacidade do metano de absorver a radiação emitida pela Terra, a redução das emissões deste gás é uma estratégia que possibilitaria a redução das taxas de aquecimento global de forma relativamente rápida. Felizmente, existem soluções tecnológicas atualmente que reduziriam as emissões de metano de origem antropogênica pela metade em uma década e a um custo relativamente baixo. Estas incluem, por exemplo, a redução das emissões fugitivas nas indústrias de petróleo e gás ou a captação de emissões de metano de aterros sanitários. O aproveitamento dessas tecnologias permitiria moderar o aumento das temperaturas nas próximas décadas, favorecendo a adaptação dos ecossistemas e dos seres humanos às mudanças climáticas (Ocko et al., 2021).

●●

A redução das emissões antropogênicas de metano é fundamental para combater o aquecimento global no curto prazo

Por outro lado, o metano é um precursor do ozônio troposférico, que é tóxico para os seres humanos e para as plantas. Isso significa que as emissões de metano afetam a qualidade do ar e o rendimento das colheitas através da poluição atmosférica. Portanto, a redução das emissões de metano também traria benefícios para a saúde pública e a produtividade agrícola.

Ecossistemas, biodiversidade e sua inter-relação com as mudanças climáticas e as atividades humanas

Os ecossistemas referem-se à associação de organismos vivos com as características (físicas e químicas) do ambiente em que habitam. Sua importância está associada não apenas à capacidade de regular o clima (por meio da absorção de CO_2), mas também ao fato de serem fonte de alimentos, água, matérias-primas e medicamentos, além de fornecerem proteção contra eventos climáticos extremos, habitat para diferentes espécies, conservação da diversidade genética e atividades recreativas, entre muitos outros benefícios. A biodiversidade (ou diversidade biológica) refere-se à variedade de genes e espécies em um ecossistema, bem como à variedade de ecossistemas[9]. A variedade, quantidade e qualidade dos serviços ecossistêmicos dependem, entre outros fatores, da riqueza da biodiversidade que eles contêm.

A biodiversidade e os ecossistemas estão intimamente relacionados com as mudanças climáticas; por sua vez, os três estão diretamente ligados à ação humana. A figura 1.1 ilustra, de forma simplificada, as complexas e múltiplas interações entre esses três elementos. A relação bidirecional entre clima e biodiversidade é mostrada na parte superior do esquema. Conforme mencionado acima, um serviço ecossistêmico de grande relevância para enfrentar as mudanças climáticas é a regulação do clima global por meio da captura e armazenamento de carbono. Os ecossistemas também contribuem para a regulação do clima regional e local, por exemplo, através da influência das florestas na precipitação.

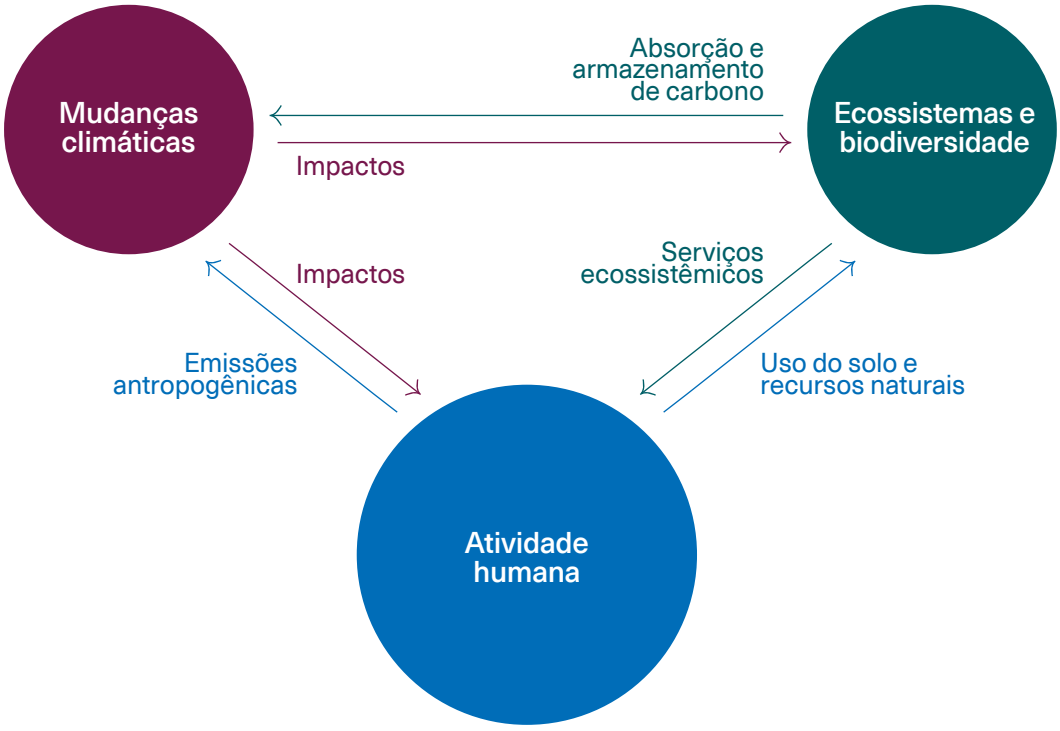
8 As emissões antropogênicas representam 60% do total de emissões de metano; os outros 40% são provenientes de fontes naturais, como corpos de água doce (áreas úmidas, lagos e rios), liberações geológicas, animais selvagens, cupins e permafrost.

9 De acordo com a Plataforma Intergovernamental de Políticas Científicas sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES, por sua sigla em inglês), a biodiversidade se refere à "riqueza de organismos vivos de todas as origens, incluindo ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos, e os complexos ecológicos dos quais fazem parte. Isso inclui a variabilidade em atributos genéticos, fenotípicos, filogenéticos e funcionais, bem como mudanças na abundância e distribuição ao longo do tempo e do espaço dentro e entre espécies, comunidades biológicas e ecossistemas" (IPBES, 2018).

A biodiversidade e os ecossistemas estão intimamente relacionados com as mudanças climáticas; por sua vez, os três estão diretamente ligados à ação humana

As mudanças climáticas, por sua vez, alteram os ecossistemas e a biodiversidade e se tornam uma ameaça à natureza e aos benefícios que ela proporciona às pessoas. O aumento das temperaturas, a diminuição da precipitação, as secas prolongadas e o aumento dos incêndios que frequentemente as acompanham levam à degradação das florestas e exacerbam as mudanças climáticas (Gatti et al., 2021; Grantham et al., 2020). Esses distúrbios também afetam a estrutura e função dos ecossistemas e as interações entre as espécies e suas áreas de distribuição geográfica, resultando em mudanças na biodiversidade e nos serviços ecossistêmicos (Pacheco et al., 2010; Parmesan, 2006; Ribeiro Lima e AghaKouchak, 2017; Trisos et al., 2020). A acidificação e o aquecimento dos oceanos estão afetando os recifes de corais tropicais. As mudanças regionais na temperatura da atmosfera e do oceano afetam a extensão das geleiras, a precipitação, a vazão dos rios, as correntes de vento e oceânicas e o nível do mar, entre muitas outras características ambientais que, juntas, têm impactos adversos sobre os ecossistemas e a biodiversidade (Pörtner et al., 2021).

Figura 1.1
Inter-relação entre mudanças climáticas, ecossistemas, biodiversidade e atividade humana



Fonte: Elaboração própria.

As atividades humanas estão na base da relação entre as mudanças climáticas e a biodiversidade. O crescente progresso econômico dos últimos dois séculos foi associado à geração de energia a partir de combustíveis fósseis e a mudanças no uso da terra para a produção de alimentos e matérias-primas. Por um lado, isso levou a um aumento nas emissões de GEE que causam mudanças climáticas. Por outro lado, a superexploração dos recursos naturais e a transformação dos ecossistemas – por exemplo, a conversão da cobertura natural em terras agrícolas e pecuárias – alteram o habitat de muitas espécies e levam a perdas de biodiversidade em todo o mundo (IPBES, 2018). A perda de habitat é a principal causa global de extinção de espécies, seguida pelas invasões biológicas, ambas responsáveis pelo status de ameaça de mais de 70% das espécies (Pimm et al., 2014).

Os ecossistemas e sua biodiversidade não apenas proporcionam meios de subsistência e outros benefícios para as pessoas, mas também são uma fonte de proteção e adaptação aos riscos emergentes das mudanças climáticas. Por exemplo, os manguezais e os recifes de corais protegem as populações costeiras de fenômenos meteorológicos extremos, como marés de tempestades. Portanto, a deterioração das funções do ecossistema e a perda de biodiversidade, juntamente com os riscos das mudanças climáticas, representam grandes ameaças aos meios de subsistência das pessoas, à segurança alimentar e à saúde pública.

Nas seções seguintes é feita uma primeira abordagem da importância desses canais de interação sob a perspectiva da América Latina e do Caribe. Primeiro, são apresentados os principais impactos das mudanças climáticas nos países da região, seguidos de uma visão geral dos padrões regionais de emissões de GEE.

O capítulo 2 deste relatório apresenta uma análise aprofundada da relação entre as atividades econômicas e as mudanças climáticas, com foco especial nos setores agropecuário e de produção de energia, mas sem deixar de lado outros setores relevantes para as economias da região, como transporte, indústria, mineração e turismo. O capítulo 3 apresenta uma análise aprofundada da importância dos ecossistemas da biodiversidade e sua interação com as atividades humanas.

Impactos das mudanças climáticas na América Latina e no Caribe

Os impactos das mudanças climáticas na população e nos ecossistemas dependem tanto da exposição quanto da vulnerabilidade a diversos riscos climáticos. Esses riscos referem-se a manifestações das mudanças climáticas, como as mencionadas na subseção “Origem antropogênica das mudanças climáticas”, e incluem temperaturas extremas, inundações, secas prolongadas, aumento do nível do mar e tempestades tropicais, entre outras. A exposição é definida como a presença de pessoas, meios de subsistência e recursos econômicos, ecossistemas, espécies ou recursos naturais em locais e ambientes que podem ser afetados. A vulnerabilidade é a propensão de ser afetado negativamente e depende de fatores como sensibilidade ao dano e falta de capacidade de resposta e adaptação (IPCC, 2022a).

●●

A capacidade de enfrentar e se adaptar aos riscos climáticos é menor nas regiões com altos níveis de pobreza e desigualdade, fraqueza institucional e baixos níveis de acesso a serviços básicos e capacidades estatais

A capacidade de enfrentar e se adaptar aos riscos climáticos é menor em regiões e populações com altos níveis de pobreza e desigualdade, fraqueza institucional e baixos níveis de acesso a serviços básicos e capacidades estatais . Esses déficits de desenvolvimento estão presentes em muitas comunidades da América Latina e do Caribe (especialmente em populações indígenas, vide Schipper et al., 2022),

fazendo com que muitos países da região estejam entre os mais vulneráveis às mudanças climáticas, perdendo apenas para alguns países da África, do Sul da Ásia e do Pacífico.

Nesse sentido, as mudanças climáticas podem exacerbar as vulnerabilidades existentes. O estudo de Jafino et al. (2020) mostra que, na ausência de investimentos em adaptação, as mudanças climáticas podem levar mais de 100 milhões de pessoas em todo o mundo à pobreza extrema até 2030. Na América Latina e no Caribe, entre 2,4 e 5,8 milhões de pessoas estão sujeitas a essa situação. O principal canal que explica esse resultado para o conjunto da região é o aumento da prevalência de doenças transmitidas por vetores e pela água que afetam as famílias de baixa renda e as mantêm na pobreza. Outros canais são a queda da renda agrícola, o aumento dos preços dos alimentos, as perdas decorrentes de desastres naturais e o declínio da produtividade do trabalho.

No entanto, a América Latina e o Caribe abrange um vasto território e é uma região muito heterogênea nas suas condições socioeconômicas e na sua riqueza de ecossistemas e biodiversidade. Como resultado, os riscos climáticos, bem como a exposição e a vulnerabilidade a eles, podem variar significativamente entre países, comunidades e indivíduos da região. Isso implica que os impactos esperados e as necessidades de investimento em adaptação também variam de acordo com o contexto.

Sob essa premissa, o restante desta seção analisa com mais detalhes os principais riscos das mudanças climáticas na região. Primero, são discutidos os riscos associados às mudanças graduais nas características do clima ou suas consequências, como o aumento da temperatura média ou a mudança nos padrões de precipitação, o aumento da aridez dos solos e o aumento do nível, acidez e temperatura dos oceanos. Em seguida, são analisados os riscos decorrentes da maior frequência e intensidade de eventos climáticos extremos.

Efeitos das mudanças graduais das características do clima

Nas próximas décadas, as temperaturas médias continuarão subindo em toda a região, as chuvas aumentarão em algumas áreas e diminuirão em outras, e muitas localidades tornar-se-ão mais áridas. Assim é mostrado nas projeções climáticas para a região, que foram elaboradas especificamente para este relatório pelo Centro de Mudanças Globais da UC[10] (CCG-UC, 2023). Para construir esses cenários são utilizadas trajetórias socioeconômicas compartilhadas (SSP, por sua sigla em inglês), que descrevem diferentes caminhos que o mundo poderia seguir no século XXI na ausência de uma política climática global (IPCC, 2021a; Riahi et al., 2017). As SSP refletem que as condições do clima variarão em função das emissões e que estas, por sua vez, dependerão do nível e do padrão de desenvolvimento global. O quadro 1.3 descreve essas trajetórias e como as metas climáticas são introduzidas, enquanto o quadro 1.4 explica mais detalhadamente essas projeções climáticas e apresenta as principais conclusões.

As temperaturas médias continuarão subindo em toda a região, as chuvas aumentarão em algumas áreas e diminuirão em outras, e muitas localidades tornar-se-ão mais áridas

10 Esta instituição é um centro de pesquisa interdisciplinar nascido da aliança de cinco faculdades da Pontifícia Universidade Católica (UC) do Chile.

Quadro 1.3
Trajetórias socioeconômicas compartilhadas e metas climáticas

As trajetórias socioeconômicas compartilhadas (SSP) são cinco possíveis caminhos futuros, determinados pela evolução das principais variáveis socioeconômicas globais (como população, crescimento econômico, progresso tecnológico e taxa de urbanização, entre outras), na ausência de esforços coordenados para reduzir as emissões. Foram elaborados pela comunidade científica internacional e são um insumo fundamental para a elaboração de políticas climáticas[a].

Cada uma dessas SSPs tem uma narrativa associada sobre como seria o mundo durante este século. A SSP1 refere-se a um mundo de crescimento focado na sustentabilidade, com desenvolvimento inclusivo que respeita o meio ambiente; a SSP2 descreve um mundo "no meio do caminho", no qual as tendências sociais, econômicas e tecnológicas não se afastam muito do padrão histórico; a SSP3 é um mundo fragmentado no qual o nacionalismo está ressurgindo; a SSP4 é um mundo com crescente desigualdade de oportunidades econômicas e de poder político entre os países; e a SSP5 apresenta um mundo com rápido crescimento econômico baseado no uso intensivo de combustíveis fósseis[b].

Para analisar os efeitos da política climática, essas trajetórias são combinadas com diferentes cenários de redução de emissões, que são definidos em termos de uma meta de concentração atmosférica de GEE para 2100. Foram modelados seis cenários de redução de emissões, representados pelos valores numéricos 1.9, 2.6, 4.5, 6.0, 7.0 e 8.5, onde o valor mais elevado implica uma maior concentração de GEE no futuro e, portanto, maior aquecimento global (ou, em outras palavras, uma menor redução de emissões em comparação com o cenário sem política climática).

De todas as combinações possíveis (das cinco SSP e dos seis níveis de ambição climática), a comunidade internacional e o IPCC selecionaram as seguintes para as projeções climáticas:

- SSP1-1.9 Desenvolvimento sustentável - emissões muito baixas.
- SSP1-2.6 Desenvolvimento sustentável - emissões baixas.
- SSP2-4.5 No meio do caminho - emissões intermediárias.
- SSP3-7.0 Regionalismo - emissões altas.
- SSP4-6.0 Desigualdade - emissões médias altas.
- SSP5-8.5 Desenvolvimento baseado em combustíveis fósseis - emissões muito altas.

Essas mesmas combinações são usadas nos cenários climáticos para a América Latina e o Caribe apresentados pelo CCG-UC (2023) e resumidos neste capítulo.

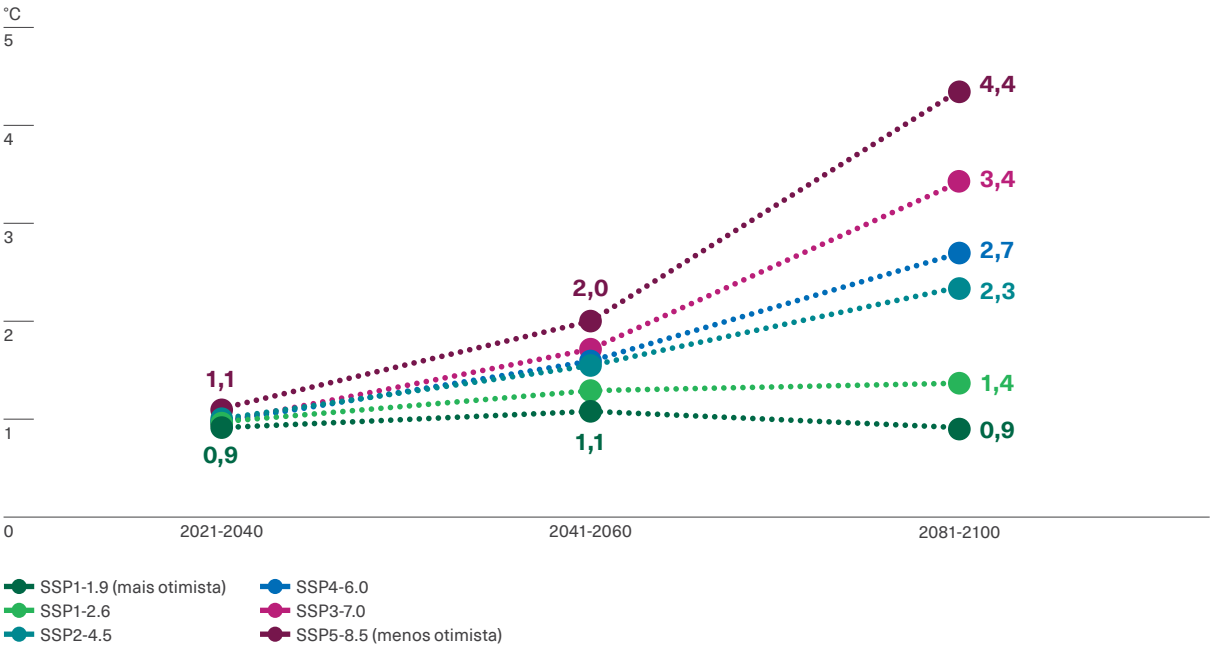
a. As SSP são usadas no Sexto Relatório de Avaliação do IPCC (2021a) como base para as projeções climáticas e substituem as trajetórias de concentração representativas (RCP, por sua sigla em inglês), usadas no Quinto Relatório de Avaliação (IPCC, 2014).

b. Para uma caracterização mais completa das SSP, vide Riahi et al. (2017).

A temperatura média projetada para a América Latina e o Caribe em 2021-2040 é 1 °C mais alta do que em 1985-2014

Um resultado destacado desses cenários é o inevitável aumento da temperatura média no curto prazo, como pode ser visto no gráfico 1.2. Em média, para todos os países da região, a temperatura média projetada para o período 2021-2040 é cerca de 1 °C mais alta do que em 1985-2014, o período de referência, com pouca diferença entre os diversos cenários de emissões globais de GEE[11]. Isto é um aumento significativo, considerando que a temperatura média na região durante 1985-2014 já era mais alta do que na era pré-industrial (aproximadamente entre 0,6 °C e 0,8 °C mais alta). Em períodos mais distantes, o aumento das temperaturas é mais sensível ao que acontece com as emissões globais. Por exemplo, para o período 2081-2100, a temperatura média da região será 0,9 °C mais alta do que no período de referência se as emissões globais de GEE forem muito baixas e 4,4 °C mais altas se for seguido um caminho de emissões globais de GEE muito elevadas.

Gráfico 1.2
Aumentos futuros da temperatura média na América Latina e no Caribe em diferentes períodos em relação a 1985-2014 de acordo como a trajetória socioeconômica compartilhada



Nota: O gráfico mostra os aumentos de temperatura na ALC em três períodos (2021-2040, 2041-2060 e 2081-2100) em relação ao período de referência (1985-2014), sob diferentes trajetórias socioeconômicas compartilhadas (SSP). Esses aumentos de temperatura são calculados como a média simples dos aumentos de temperatura dos países que compõem a região. O gráfico considera 27 países com informações sobre o aumento de temperatura esperado para diferentes períodos em relação a 1985-2014, pertencentes à Comunidade de Estados Latino-Americanos e Caribenhos (CELAC). A lista de países pode ser consultada no apêndice do capítulo disponível on-line.

Fonte: Elaboração própria com dados do CCG-UC (2023).

11 Esses resultados decorrem da média das projeções de diferentes modelos climáticos obtidos pelo CCG-UC (2023) do Projeto de Intercomparação de Modelos Acoplados na sua fase 6 (CMIP6, por sua sigla em inglês), cada um dos quais tem um certo grau de incerteza associado devido à diversidade das trajetórias de concentração de GEE e outros fatores climáticos que podem ocorrer.

Quadro 1.4
Cenários climáticos para a América Latina e o Caribe

O estudo CCG-UC (2023) apresenta projeções climáticas para 33 países dessa região em três horizontes temporais: um período de futuro próximo (2021-2040), um intermediário (2041-2060) e um distante (2081-2100). Os cenários climáticos são caracterizados com base nas mudanças esperadas em três variáveis climáticas: 1) temperaturas médias, 2) precipitação e 3) evapotranspiração potencial. Esta última variável é uma medida da perda de água do solo que, juntamente com o nível de precipitação, permite calcular a disponibilidade de água para a agricultura, consumo humano ou outros fins. As trajetórias de emissões futuras e as variáveis socioeconômicas globais baseiam-se nas SSPs descritas no quadro 1.3.

Além de fornecer resultados por país, esses cenários permitem que seja feita uma distinção dentro de cada país entre áreas localizadas acima e abaixo de 1.000 metros de altitude, de modo a incorporar a influência da elevação do terreno nos padrões climáticos e, portanto, têm a vantagem de fornecer resultados com um alto nível de desagregação territorial[a]. A seguir são apresentados alguns resultados gerais. No CCG-UC (2023) podem ser obtidos resultados específicos para diferentes combinações de 3 variáveis climáticas, 3 períodos de tempo, 6 trajetórias socioeconômicas compartilhadas, 33 países e 2 níveis de altitude.

Os gráficos 1, 2 e 3 mostram as mudanças esperadas na temperatura, precipitação e nível de aridez, respectivamente, em relação ao período de referência 1985-2014, tanto no cenário climático mais favorável quanto no mais desfavorável. O primeiro decorre da trajetória socioeconômica SSP1-1.9 e do período 2021-2040, quando todos os impactos das mudanças climáticas ainda não se manifestaram. O segundo é obtido com a trajetória socioeconômica SSP5-8.5 e o período 2081-2100.

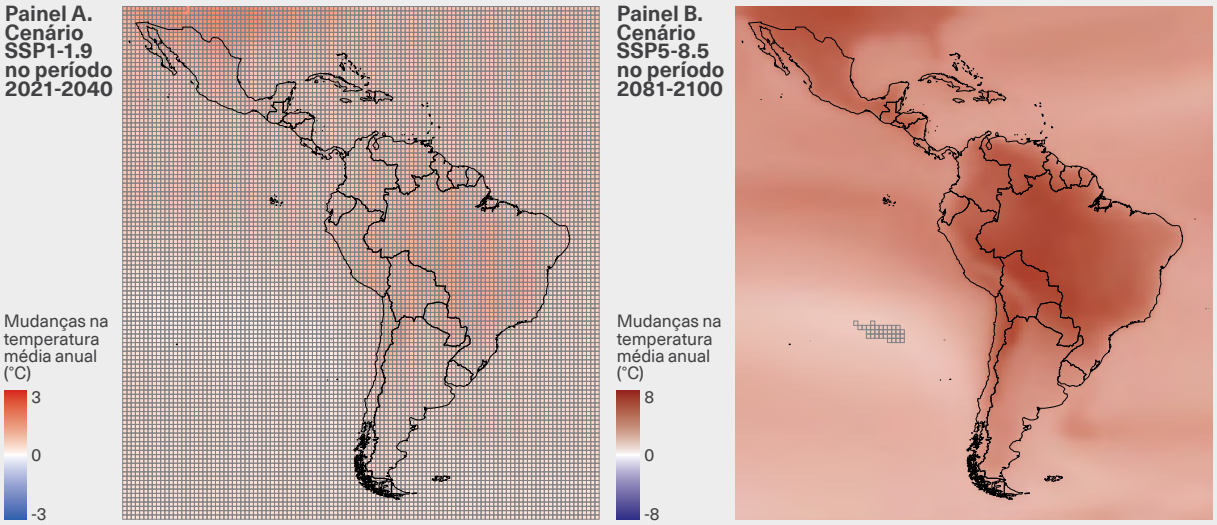
Primeiro, as mudanças de temperatura são maiores nos cenários mais distantes no tempo, nas trajetórias com maiores emissões e nas áreas mais distantes dos oceanos.

Segundo, a direção da mudança na precipitação varia de acordo com o local. É possível observar regiões onde a precipitação tende a aumentar, como as costas do Peru e do Equador, a bacia do Rio da Prata e o nordeste da Argentina. Em contrapartida, a precipitação tende a diminuir no norte da América do Sul, no Caribe, na América Central, em parte da Amazônia, no nordeste do Brasil, no centro e sul do Chile e no sul da Argentina. Também são observadas regiões com alto nível de incerteza, como o sul da Bolívia, o norte do Chile e as regiões não costeiras do Peru, Equador e Colômbia.

Terceiro, em algumas áreas há uma tendência para a desertificação, produto da combinação de menor precipitação ou maior evapotranspiração. De acordo com o índice de aridez desenvolvido por Middleton e Thomas (1997), a América Latina e o Caribe como um todo é uma região relativamente úmida, com áreas limitadas de clima semiárido (norte do México, Península de Iucatã, ilhas do Caribe, norte da Colômbia e Venezuela, nordeste do Brasil, centro-norte do Chile e sul da Argentina) e áreas limitadas de clima árido-hiperárido (Península da Baixa Califórnia, costa do Peru e norte de Chile). A partir dos cenários climáticos, é possível deduzir que o nível de aridez aumentará em muitas regiões, enquanto diminuirá nas costas do Peru e do Equador (incluindo as Ilhas Galápagos).

Gráfico 1

Mudanças esperadas na temperatura média anual para os cenários mais e menos otimistas

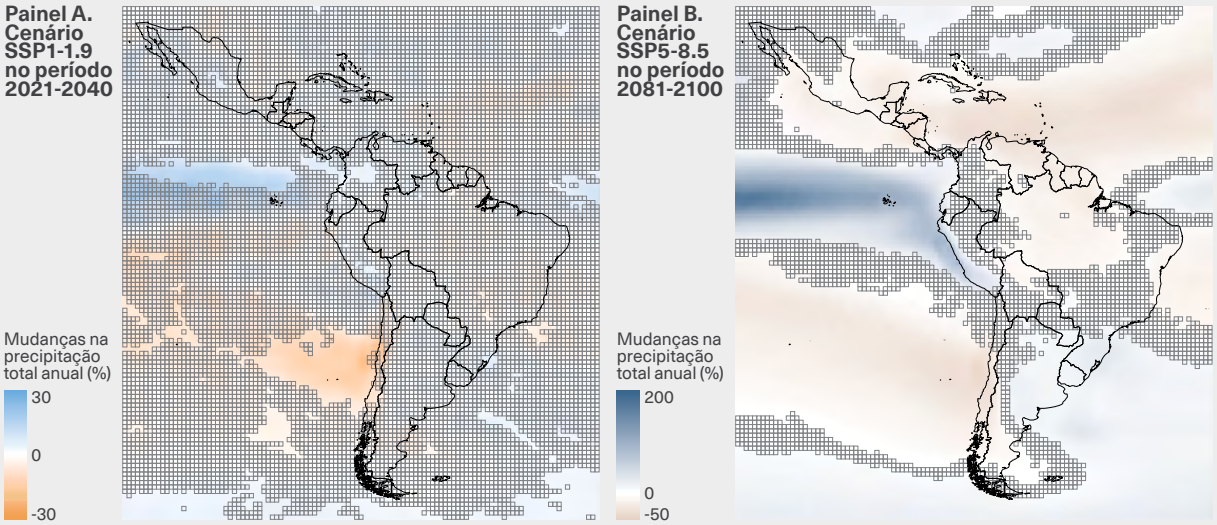


Nota: O gráfico mostra as mudanças esperadas na temperatura média anual da região no cenário mais otimista (painel A) e o menos otimista (painel B) em relação a um cenário de referência definido para o período 1985-2014. Para visualizar essas mudanças, é utilizada uma escala de cores contínua (de azul escuro a vermelho escuro), cujos limites inferior e superior variam de acordo com o cenário de emissões: de -3 °C a +3 °C no cenário mais otimista e de -8 °C a +8 °C no menos otimista. Em ambos os painéis, as áreas quadriculadas indicam que não há significância estatística para afirmar que as mudanças na temperatura média anual são diferentes de 0 °C em um nível de confiança de 95% (p-valor<0,05). Os 33 países da ALC considerados no gráfico são os países da CELAC.

Fonte: CCG-UC (2023).

Gráfico 2

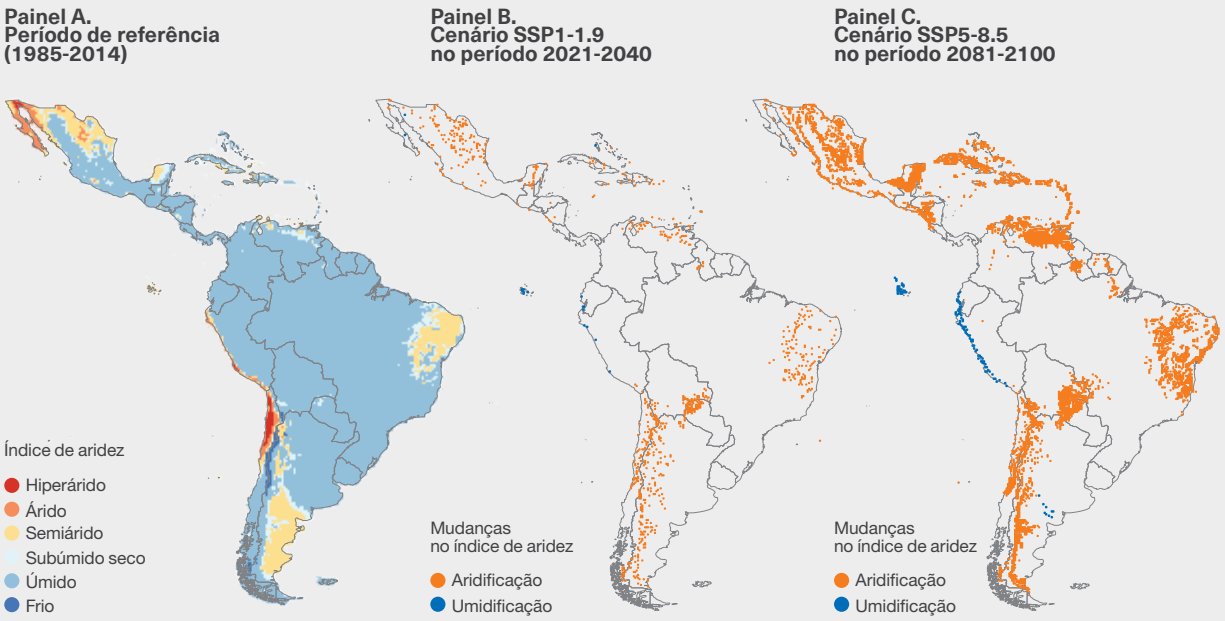
Mudanças esperadas na precipitação total anual para os cenários mais e menos otimistas



Nota: O gráfico mostra as mudanças percentuais esperadas na precipitação total anual na região no cenário mais otimista (painel A) e menos otimista (painel B) em relação a um cenário de referência definido para o período 1985-2014. Para visualizar essas mudanças, é utilizada uma escala de cores contínua (de marrom a azul), cujos limites inferior e superior variam de acordo com o cenário de emissões: de -30% a +30% no cenário mais otimista e de -50% a +200% no menos otimista. Em ambos os painéis, as áreas quadriculadas indicam que não existe significância estatística para afirmar que as mudanças na precipitação total anual são diferentes de 0% em um nível de confiança de 95% (p-valor<0,05). Os 33 países da ALC considerados no gráfico são os países da CELAC.

Fonte: CCG-UC (2023).

Gráfico 3
Mudança no índice de aridez na América Latina e no Caribe nos cenários mais e menos otimistas



Nota: O gráfico mostra as categorias do índice de aridez na ALC para o período de referência definido 1985-2014 (painel A) e as mudanças esperadas no cenário mais otimista (painel B) e menos otimista (painel C) com relação ao período de referência. As categorias são hiperárido, árido, semiárido, subúmido seco, úmido e frio e são calculadas com base nas projeções de precipitação e evapotranspiração potencial para cada área. A escala utilizada para visualizar essas mudanças nas categorias do índice de aridez é determinada pela direção da mudança projetada: uma mudança projetada positiva indica que o solo passa para uma categoria mais úmida em relação à categoria que ocupava no período de referência (pontos azuis), enquanto uma mudança negativa indica que o solo passa para uma categoria mais árida (pontos laranja). No restante das áreas não se projetam mudanças no índice com relação ao período de referência. Os 33 países da ALC considerados no gráfico são os países da CELAC.

Fonte: CCG-UC (2023).

a. Os cenários climáticos elaborados pelo IPCC no âmbito de seu Sexto Relatório de Avaliação permitem obter resultados desagregados para dez sub-regiões da ALC (Iturbide et al., 2020).

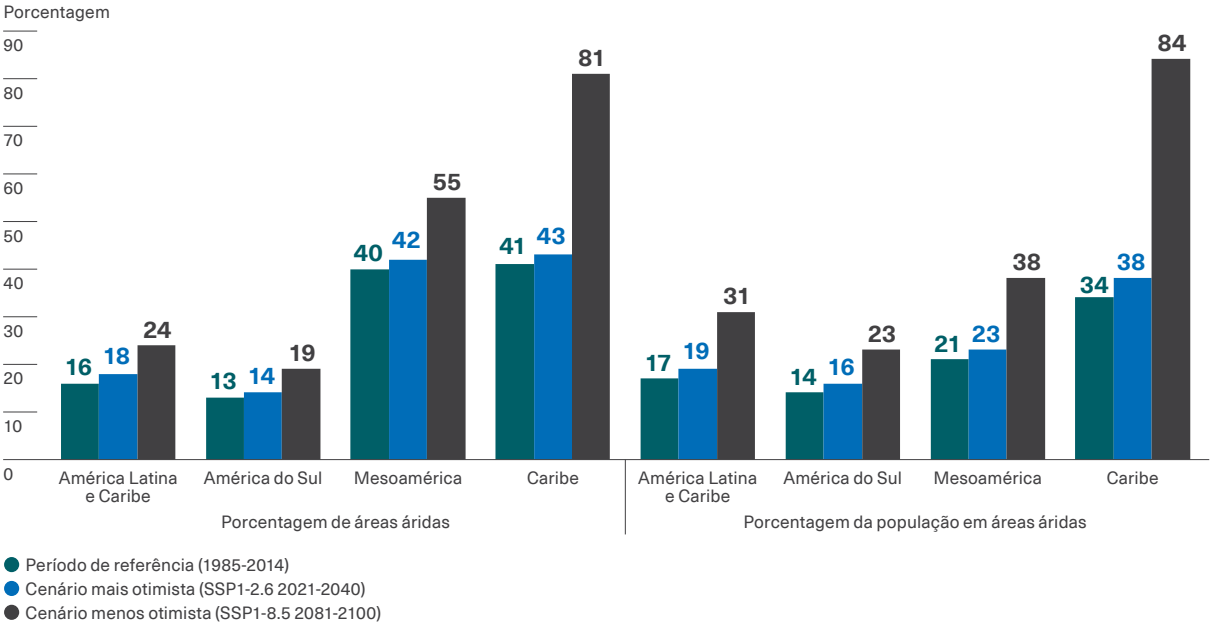
Aumento nas temperaturas e mudanças na precipitação

O aumento gradual das temperaturas médias e a mudança nos padrões de precipitação, com o consequente aumento da aridez em áreas onde as chuvas diminuem, afetam negativamente o rendimento das culturas e reduzem a área adequada para a produção. Além disso, esses efeitos variam de acordo com o local, o tipo de cultura, o sistema de produção e a implementação de determinadas tecnologias, como a irrigação artificial ou o cultivo de variedades adaptadas ao clima. Em geral, os efeitos das mudanças climáticas no setor agrícola da região são heterogêneos, com impactos negativos em áreas tropicais e subtropicais e impactos leves ou até mesmo positivos em áreas temperadas (ver mais detalhes em Cristini, 2023, um estudo elaborado especialmente para este relatório). Esses impactos e as consequentes necessidades de investimento para aumentar a resiliência da produção agrícola na região são discutidos com maior profundidade no capítulo 2 deste relatório. Alguns resultados gerais estão resumidos a seguir.

Os países da Mesoamérica[12] e do Caribe estão muito expostos ao aumento da aridez da terra como resultado de temperaturas mais altas e menos chuvas, de acordo com os cenários climáticos elaborados pelo CCG-UC (2023). O gráfico 1.3 mostra as porcentagens de área e população em terras áridas em 1985-2014 (período de referência) e em dois cenários climáticos futuros. Como se pode observar, no período de referência, 40% e 41% da área total da Mesoamérica e do Caribe são classificados como áridos, com 21% e 34% da população residindo lá, respectivamente. A área árida aumentará no futuro, independentemente do cenário climático considerado. O maior aumento ocorreria no Caribe até o final do século em um cenário de emissões muito altas: 81% da área seria árida, abrangendo territórios onde atualmente vivem 84% da população.

Os efeitos das mudanças climáticas no setor agrícola são heterogêneos, com impactos negativos nas áreas tropicais e subtropicais e impactos leves ou até mesmo efeitos positivos em áreas temperadas

Gráfico 1.3
Área e população em áreas áridas em 1985-2014 e nos cenários mais e menos otimistas

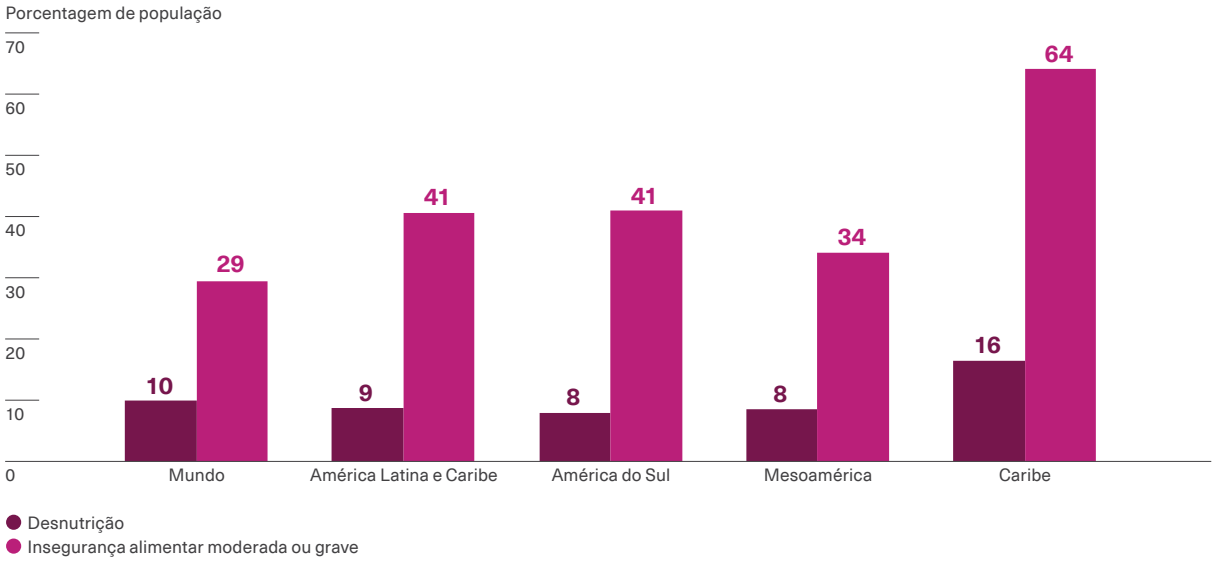


Nota: O gráfico mostra a participação das áreas áridas em relação à área total e a porcentagem da população que nelas vive em relação à população total de acordo com as sub-regiões da ALC para o período 1985-2014 e os cenários mais e menos otimistas elaborados pelo CCG-UC (2023). Os dados populacionais são estimativas para o ano de 2020. Consideram-se áreas áridas aquelas categorizadas como tendo um clima hiperárido, árido, semiárido e subúmido seco de acordo com os resultados do índice de aridez, calculado com base na precipitação e evapotranspiração potencial de cada área. A lista de países considerados em cada área geográfica pode ser consultada na tabela A 1.2 do apêndice do capítulo disponível on-line.

Fonte: Elaboração própria com dados de CCG-UC (2023) e da série de dados GHS-POP (Schiavina et al., 2022).

12 Embora Mesoamérica seja um termo originalmente usado para se referir a um espaço geográfico e histórico que se estende apenas da metade meridional do México até o nordeste da Costa Rica, neste relatório inclui todos esses dois países e o resto da América Central. Na tabela A 1.2 do apêndice é possível ver detalhadamente a composição deste e de outros grupos de países.

Gráfico 1.4
Insegurança alimentar moderada ou grave e desnutrição no mundo, na América Latina e no Caribe e suas sub-regiões em 2021



Nota: A lista de países incluídos em cada sub-região pode ser consultada na tabela A 1.2 do apêndice do capítulo disponível on-line. A categoria "mundo" inclui 33 países da ALC e 171 países para os quais estão disponíveis informações de desnutrição e insegurança alimentar.

Fonte: Elaboração própria com dados de FAO et al. (2023).

Essas regiões, especialmente a América Central e o Caribe, são particularmente vulneráveis ao aumento da aridez por várias razões. Por um lado, a maior parte da produção agrícola depende da água da chuva para suprir as necessidades hídricas das culturas. De acordo com dados espaciais de 2017 extraídos de Gauthier et al. (2021), 90% das terras cultivadas na América Central e 94% no Caribe são de sequeiro.

Em regiões onde predomina a agricultura familiar voltadas para o autoconsumo, os impactos das mudanças climáticas podem agravar os problemas de segurança alimentar e nutricional da população

Por outro lado, nestas regiões predomina a agricultura familiar, em grande medida voltada para o autoconsumo, e boa parte da renda do trabalho familiar vem do setor agrícola. Tudo isso significa que os impactos das mudanças climáticas podem agravar os problemas de segurança alimentar e nutricional da população[13] . Como pode ser visto no gráfico 1.4, 64% da população do Caribe sofre de insegurança alimentar moderada ou grave e 16% está desnutrida, em ambos os casos superando a média mundial. Na Mesoamérica e na América do Sul, embora as porcentagens de população com insegurança alimentar sejam menores que no Caribe, também estão acima da média mundial. Esses números destacam a importância das políticas de adaptação às mudanças climáticas discutidas no capítulo 2.

13 Os problemas de segurança alimentar e nutricional na região têm raízes mais profundas, que estão ligadas ao fraco crescimento econômico e à alta desigualdade de renda (FAO et al., 2023).

Pelo contrário, nas latitudes temperadas, o aumento das temperaturas e a extensão da temporada de cultivo tendem a expandir a área com potencial de produção. Em grande parte do Cone Sul, bem como no México, predominam explorações de maior dimensão, mais intensivas em capital e equipadas com tecnologias mais avançadas, geralmente voltadas para a agricultura comercial de exportação. Nesses países, o aumento das temperaturas, as mudanças nos padrões de chuva, as secas e a aridez do solo aumentam a incerteza intrínseca à produção agropecuária (Cristini, 2023).

A mudança nos padrões de precipitação, somada ao aumento das temperaturas, constitui uma ameaça aos recursos hídricos. Esses recursos são distribuídos de forma heterogênea na região. Enquanto a América do Sul e a Mesoamérica tem alta disponibilidade de água doce per capita (embora com diferenças marcantes dentro dessas regiões e dentro de cada país), os países do Caribe estão no limite do estresse hídrico. Com as mudanças climáticas, a disponibilidade dos recursos hídricos será reduzida ou mudará sazonalmente, o que afetará a possibilidade de seu uso para fins produtivos, a conservação dos ecossistemas e a sustentação dos meios de subsistência, especialmente quando não houver capacidade de armazenamento ou regulação do recurso (Vicuña et al., 2020).

Um dos setores produtivos que pode ser mais afetado pela menor disponibilidade de recursos hídricos é a agricultura, que responde por cerca de 70% do uso total de água na região (embora a maior parte da terra arável seja de sequeiro). Outro setor que demanda uma grande quantidade de água em comparação com outras regiões do mundo é o setor energético, devido ao seu uso para geração hidrelétrica. No que diz respeito ao consumo humano, embora tenha havido melhorias no acesso em áreas urbanas, nas áreas rurais esse acesso continua sendo um grande desafio para muitos países da região. A disponibilidade e qualidade da água potável para consumo humano são particularmente vulneráveis a eventos climáticos extremos devido a possíveis danos à infraestrutura que permite o acesso ao recurso (Vicuña et al., 2020). A seção “Efeitos de eventos extremos relacionados com as mudanças climáticas” analisa os riscos associados a esse tipo de eventos.

Aumento do nível do mar

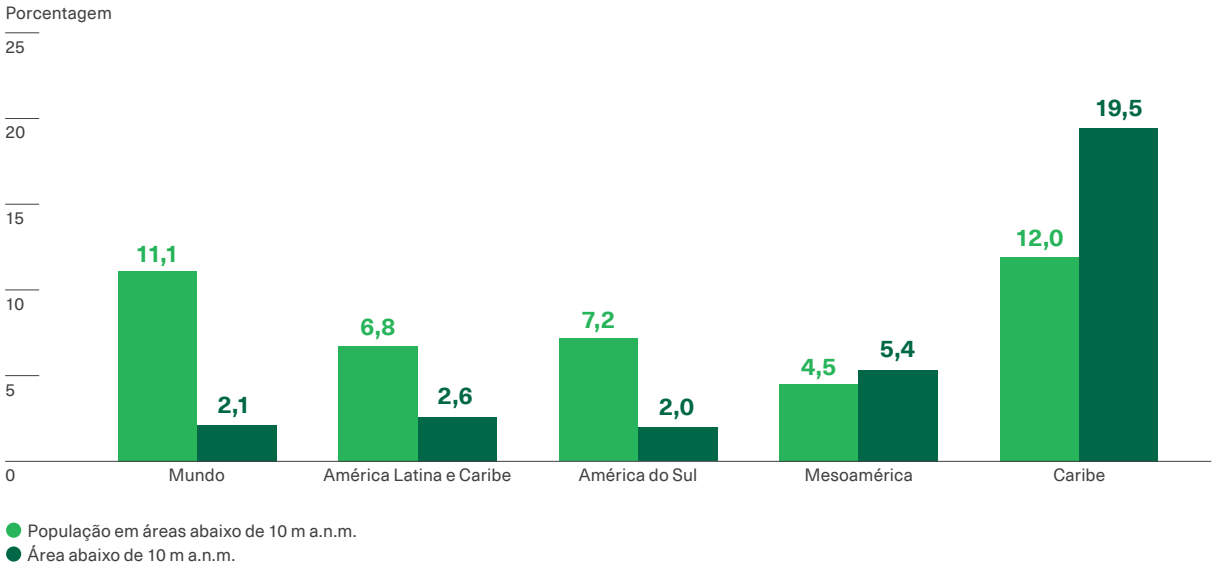
O aumento do nível do mar é um efeito lento, mas constante, das mudanças climáticas, com impactos negativos sobre a população e os ecossistemas costeiros. De acordo com dados do período 2006-2018, o nível do mar está subindo cerca de 4 mm por ano, o que representa uma aceleração em relação à taxa de crescimento das décadas anteriores, e espera-se que suba entre 10 cm e 25 cm mais até 2050 (IPCC, 2022a).

Os países da região mais expostos ao aumento do nível do mar são Suriname, Bahamas e Guiana, todos com cerca de 90% de sua população residindo em terrenos de baixa altitude

Um indicador da exposição da América Latina e do Caribe ao aumento gradual do nível do mar é a porcentagem de área e da população localizada em áreas de baixa altitude. O gráfico 1.5 mostra este indicador com base nos dados de 2015, tanto globalmente quanto para o conjunto da região e suas sub-regiões. No mundo, 11% da população está concentrada nos primeiros 10 metros de elevação acima do nível do mar, em uma área que representa 2% da área total. Na América Latina e no Caribe, os primeiros 10 metros de elevação abrigam quase 7% da população (cerca de 45 milhões de pessoas) e representam quase 3% da área total. A situação é mais dramática no Caribe, onde as áreas costeiras de baixa altitude abrigam 12% da população e representam um quinto da área territorial. Em nível de países, os mais expostos da região ao aumento do nível do mar são Suriname, Bahamas e Guiana, todos com cerca de 90% de sua população residindo em terrenos de baixa altitude.



Gráfico 1.5
População e área em áreas de baixa altitude no mundo, América Latina e Caribe e sub-regiões em 2015



Nota: O gráfico mostra a porcentagem da população e da área abaixo de 10 metros acima do nível do mar (m a.n.m.) em 2015 por áreas geográficas. A lista de países incluídos em cada sub-região pode ser consultada na tabela A 1.2 do apêndice do capítulo disponível on-line. Na categoria "Mundo", estão incluídos os 33 países da ALC e 191 países para os quais há informações sobre população e área nessa altitude.

Fonte: Elaboração própria com dados de CIESIN e CIDR (2021).

A área e a infraestrutura construída em terrenos baixos poderiam ficar submersas até o final do século. De acordo com as estimativas de Reguero et al. (2015), dependendo da taxa de emissões globais, o nível do mar projetado para 2090 cobriria a área onde atualmente residem entre 3 e 4 milhões de pessoas e onde o valor da infraestrutura construída está entre 112.000 e 150 bilhões de dólares americanos (US$, em valores constantes de 2011).

Para avaliar o custo econômico dos efeitos das mudanças climáticas que ocorrem gradualmente, como é o aumento gradual do nível do mar, é importante levar em consideração que tanto a população quanto o capital construído têm mais tempo para reagir e se adaptar. Ou seja, o aumento do nível do mar exigirá que a população se estabeleça em áreas mais elevadas, mas isso não ocorrerá imediatamente, e sim gradualmente, à medida que o risco de inundação aumenta ou as terras se tornam inabitáveis.

No caso da infraestrutura construída, um aumento substancial no nível do mar provavelmente levará mais tempo para se materializar do que a depreciação das construções. Portanto, os investimentos em novas infraestruturas podem ser feitos em áreas menos expostas. Isso implica que o principal custo econômico do aumento do nível do mar não está no valor da infraestrutura atual, mas na possível perda dos benefícios de aglomeração que podem resultar da realocação da população e da atividade econômica para áreas mais altas . Isso ocorreria, por exemplo, se o aumento do nível do mar afetasse cidades grandes e densas, com elevados ganhos de aglomeração, e a realocação gradual da população e da atividade econômica gerasse alguma dispersão.

Com esses argumentos em mente, Desmet et al. (2021) constroem um modelo dinâmico e espacialmente desagregado da economia global para estimar o custo econômico da inundação permanente das áreas costeiras como consequência do aumento do nível do mar em diferentes cenários de emissões de GEE. Os resultados indicam que, em um cenário intermediário de emissões globais (compatível com um aquecimento entre 1,1 °C e 2,6 °C para 2100), o aumento do nível do mar geraria uma perda do produto interno bruto (PIB) mundial do 0,19% em valor presente e um deslocamento populacional de 1,46% até o ano de 2200, com efeitos mais fortes nas localidades costeiras. A magnitude desses resultados é fortemente determinada pela possibilidade de realocação da população e investimento: na ausência de mobilidade desses fatores, a perda esperada do PIB seria do 4,5%. Embora os resultados quantitativos possam ser sensíveis à especificação do modelo e à escolha dos parâmetros, a mensagem principal é que, ao analisar os custos econômicos de mudanças graduais nas características climáticas, é importante considerar a dinâmica de ajuste espacial da população e da atividade econômica.

O principal custo econômico do aumento do nível do mar está na possível perda dos benefícios de aglomeração que podem resultar da realocação da população e da atividade econômica para áreas mais altas

Aumento da acidez e da temperatura dos oceanos

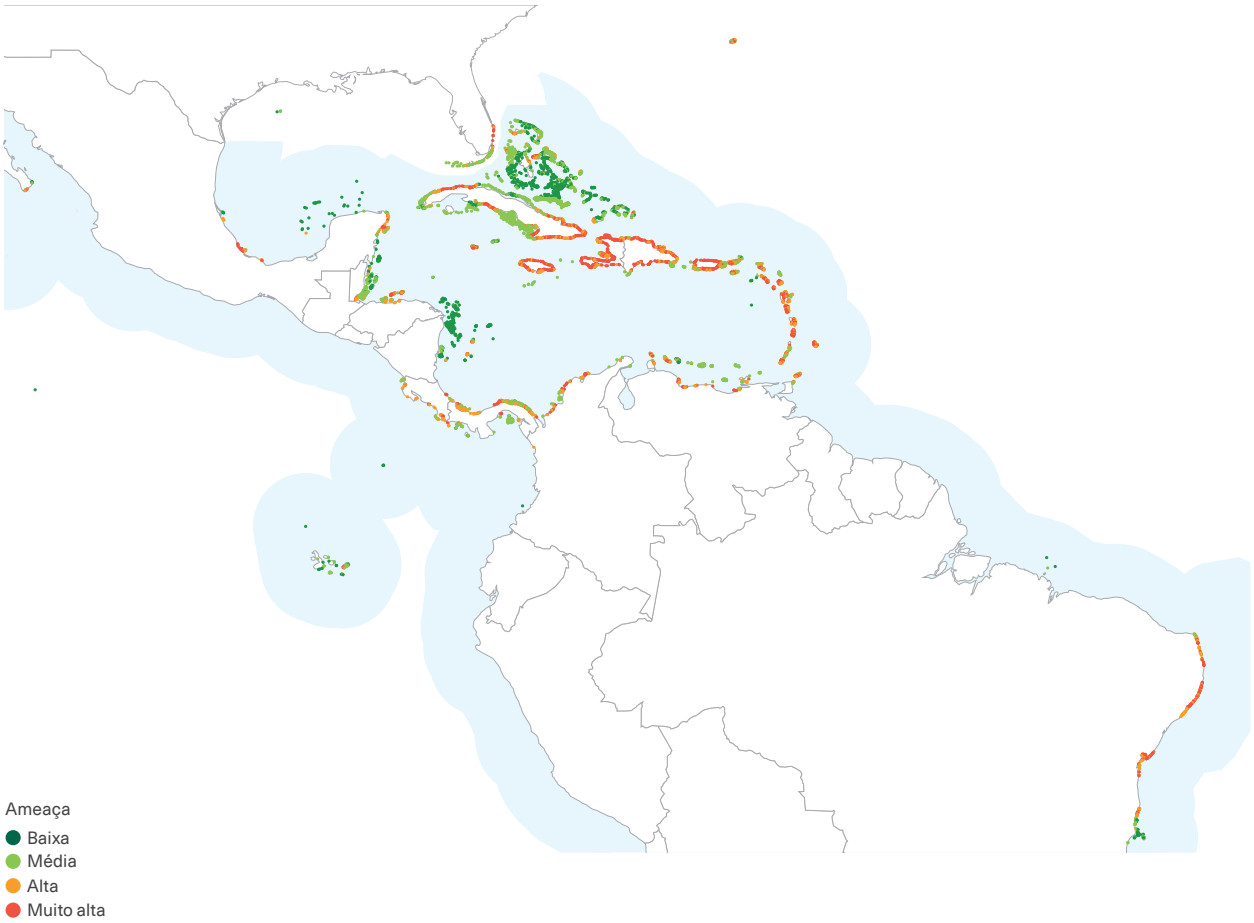
Um terceiro efeito das mudanças climáticas que está ocorrendo gradualmente é o aumento da acidez e da temperatura dos oceanos. Os ecossistemas marinhos e costeiros da região, como recifes de corais, estuários, marismas, manguezais e praias arenosas, são muito sensíveis a essas mudanças nas condições oceânicas (IPCC, 2022a).

Na região, a costa da Mesoamérica no Pacífico e a costa do Equador têm os níveis de acidez da superfície do mar mais altos do planeta. Essa área contém o segundo maior recife de corais do mundo, a Barreira de Corais Mesoamericana, que sofreu erosão de 37% devido à acidificação (CCG-UC, 2023). O aumento da temperatura da água também contribui para a degradação dos recifes de corais, pois eles expelem as algas que vivem nos seus tecidos até ficarem completamente brancos, perdendo assim uma fonte de alimento e abrigo para várias espécies marinhas (CCG-UC, 2023). O gráfico 1.6 mostra os níveis de ameaça do branqueamento dos corais e outros impactos locais nos diversos ecossistemas marinhos da região.

O aumento da temperatura da água também impacta diretamente o setor pesqueiro, fazendo com que as populações de peixes migrem para latitudes mais altas (Perry et al., 2005). Cheung et al. (2010) analisam o impacto das mudanças climáticas sobre o potencial de captura das espécies de peixes mais comercializadas globalmente[14]. Para isso, eles estimam as mudanças na distribuição das populações de peixes em diferentes cenários de mudanças climáticas com base nas preferências dessas espécies pelas condições do ambiente marinho, caracterizado pela temperatura da água, salinidade, distância do gelo marinho e tipos de habitat (recifes de corais, estuários, montes submarinos, áreas costeiras). Assim, constatam que o potencial de captura dessas espécies até 2055 variará dependendo da área, com efeitos negativos nas áreas tropicais e efeitos positivos nas latitudes mais altas. Na região, o potencial de captura diminuirá no mar do Caribe, frente aos estuários do Amazonas e do Rio da Prata, bem como nas costas do Peru e do norte do Chile, enquanto aumentará nas águas do sul da América do Sul.

14 O estudo abrange 1.066 espécies, representando 70% da captura global..

Gráfico 1.6
Nível de ameaça dos recifes de corais na América Latina e no Caribe



Nota: O mapa mostra os recifes de corais de águas quentes coloridos de acordo com seu nível de risco, conforme as estimativas de Burke et al. (2011). O grau de risco é estimado com base em várias ameaças para os recifes, como a população próxima da costa, sua densidade e crescimento; os níveis de turismo perto da costa; o número e tamanho dos portos e aeroportos; e o estresse térmico, entre outras. Todos esses indicadores são agregados e resumidos em um único indicador categorizado em 4 níveis de ameaça: Baixa, Média, Alta e Muito alta. O mapa mostra apenas a área da América Latina e do Caribe que possui recifes de corais e, em azul, mostra as zonas econômicas exclusivas dos países incluídos no mapa.

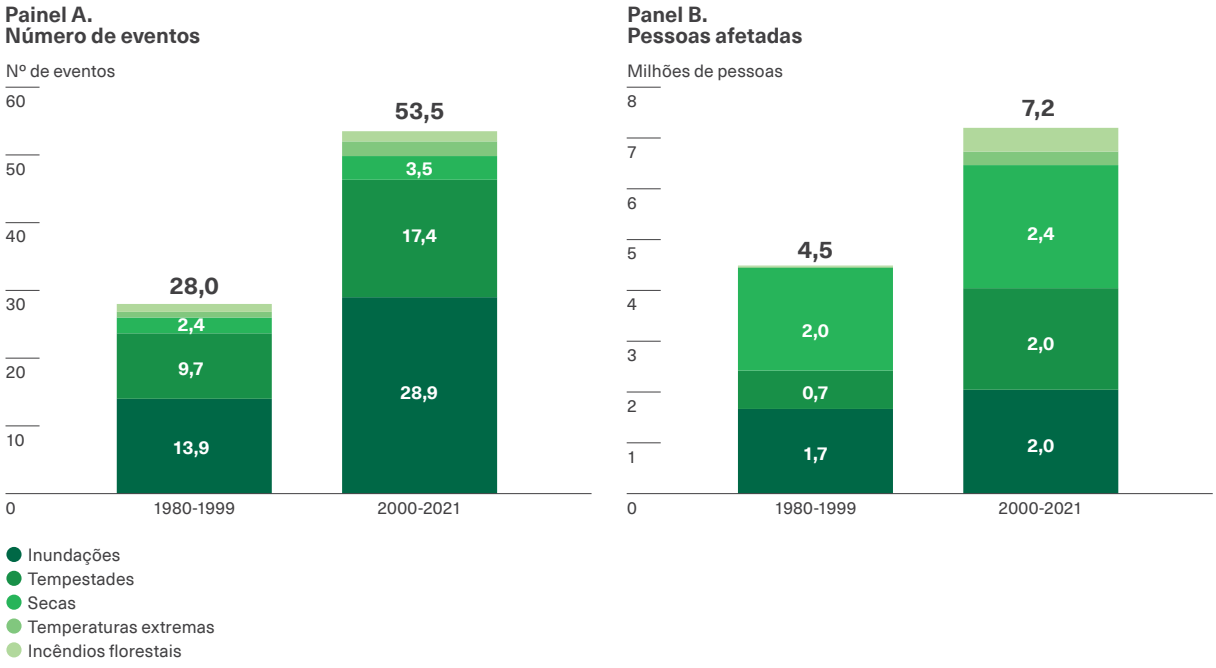
Fonte: Elaboração própria com base em dados georreferenciados de Burke et al. (2011) para os recifes de corais em risco e Flanders Marine Institute (2019) para delinear Zonas Econômicas Exclusivas.

Efeitos de eventos extremos relacionados às mudanças climáticas

Ao contrário dos processos graduais decorrentes das mudanças climáticas, há riscos climáticos que ocorrem repentinamente, como ciclones tropicais, inundações e secas, incêndios florestais e ondas de calor. As mudanças climáticas estão aumentando a frequência e a intensidade desses riscos. O número de eventos climáticos extremos na América Latina e no Caribe passou de 28 por ano no período 1980-1999 para 53 por ano no período 2000-2021. A população afetada aumentou de 4,5 para 7,2 milhões de pessoas por ano nos mesmos períodos[15]. Os eventos mais frequentes são as inundações e os ciclones tropicais e estes, junto com as secas, são os que mais afetam a população a cada ano (gráfico 1.7).

O número de eventos climáticos extremos na América Latina e no Caribe passou de 28 por ano durante no período 1980-1999 para 53 por ano no período 2000-2021

Gráfico 1.7
Ocorrência de eventos extremos relacionados ao clima e pessoas afetadas na América Latina e no Caribe por tipo de evento em diferentes períodos



Nota: O gráfico mostra as médias anuais de eventos climáticos extremos e de pessoas afetadas (em milhões) por tipo de desastre para os períodos de 1980-1999 e 2000-2021. Os 33 países da ALC considerados no gráfico são os países da CELAC.

Fonte: Elaboração própria com dados de EMDAT (2022).

15 O número de pessoas afetadas aumentou 60% entre ambos os períodos, acima do crescimento da população total, que foi de 34%, o que significa que os eventos extremos atingem uma proporção cada vez maior da população.

O tipo de evento mais frequente varia entre as sub-regiões da América Latina e do Caribe. Devido à sua localização geográfica, os países do Caribe estão muito expostos a ciclones tropicais que se formam n o Oceano Atlântico. Por suas características socioeconômicas, tais como uma população pequena e muito concentrada e economias pouco diversificadas, são países altamente vulneráveis a esse tipo de desastres. Apenas cinco países do Caribe têm mais de um milhão de habitantes[16]; os demais são, em sua maioria, pequenas ilhas com menos de meio milhão de pessoas. Em geral, a população e as principais infraestruturas estão concentradas em áreas pequenas, muitas vezes em altitudes baixas, de modo que os desastres costumam causar danos generalizados. Foi o caso da temporada de furacões de 2017, que afetou a maioria dos países e territórios caribenhos e destruiu grande parte de sua infraestrutura urbana e de comunicações, como estradas e portos, afetando os sistemas de energia, transporte e cadeias de suprimentos (Foley et al., 2022).

Além disso, a maioria das economias do Caribe é relativamente pequena e depende de poucas atividades sensíveis aos riscos climáticos, como a pesca e o turismo. Isso faz com que os impactos iniciais dos ciclones tropicais sejam exacerbados pela subsequente deterioração das oportunidades de geração de renda como resultado, por exemplo, da destruição de manguezais e outros ecossistemas costeiros, ou devido aos deslocamentos da população para áreas mais seguras, embora mais distantes das fontes de subsistência (Foley et al., 2022)[17].

Pelas mesmas razões, os custos econômicos dos eventos climáticos extremos em relação ao tamanho das economias são de uma magnitude considerável. De acordo com as estimativas para o período 1980-2017, o custo dos desastres naturais para todos os países do Caribe foi de cerca de 3% do PIB, em média, por ano (FMI, 2019).

A alta exposição e vulnerabilidade dos países do Caribe a eventos climáticos extremos configura uma situação complexa em que os custos de reconstrução pós-desastre recaem principalmente sobre os orçamentos públicos. Isso deteriora a situação fiscal e gera altos níveis de endividamento, o que, entre outras consequências, dificulta o investimento em infraestruturas que facilitem a adaptação e aumentem a resiliência a esses fenômenos. A situação é agravada devido ao custo mais alto da dívida pública que os países com alta vulnerabilidade climática enfrentam nos mercados financeiros internacionais (Cevik e Jalles, 2020).

Por sua vez, os países da América do Sul e da América Central sofrem frequentemente com inundações e secas que acarretam custos econômicos significativos. A situação pode piorar nas próximas décadas devido à maior variabilidade e intensidade esperadas da precipitação, especialmente aquelas associadas a fenômenos como El Niño (IPCC, 2021a).

Os países do Caribe estão muito expostos a ciclones tropicais. Por sua população reduzida e altamente concentrada e economias pouco diversificadas, são altamente vulneráveis a esse tipo de desastres

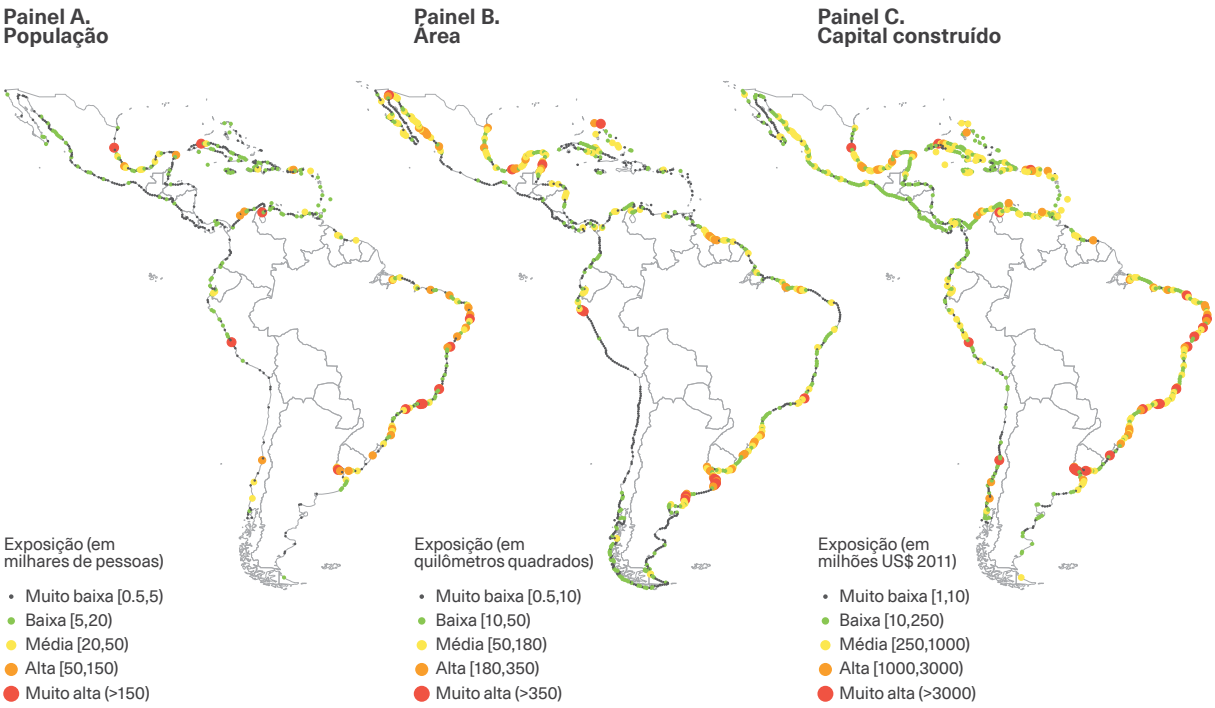
As inundações costeiras estão frequentemente associadas a outros eventos climáticos extremos, como tempestades severas, e têm impactos que variam entre as regiões. O estudo de Reguero et al. (2015), acima mencionado, permite analisar a exposição da população, do terreno e do capital construído às inundações costeiras causadas por tempestades extratropicais. Diferentemente do aumento gradual do nível do mar, as inundações costeiras são repentinas, de modo que seus custos estão mais associados ao tamanho da população e aos ativos que podem ser afetados pelo avanço da água.

16 Cuba, Haiti, Jamaica, República Dominicana e Trinidad e Tobago.

17 Um caso de deslocamento forçado que atingiu uma população inteira ocorreu na ilha de Barbuda após a passagem do furação Irma em 2017. A destruição de quase todas as casas e da infraestrutura básica deixou a ilha inabitável e forçou o deslocamento de toda a população para a ilha irmã de Antígua (PNUD, 2017).

O gráfico 1.8 mostra como estão distribuídos a população, o terreno e o capital construído expostos a inundações costeiras na região, segundo dados de 2011. No total, cerca de 7,5 milhões de habitantes, 34.000 quilômetros quadrados e US$ 300 bilhões em capital construído (em valores de 2011) estão expostos a inundações costeiras extremas. Esses resultados são informativos para o projeto de estratégias de adaptação que favoreçam um desenvolvimento costeiro mais sustentável.

Gráfico 1.8
População, terreno e capital construído expostos a inundações costeiras em 2011



Nota: O gráfico mostra, para 2011, as áreas da ALC com população, área territorial e capital construídos em altitudes abaixo do nível máximo do mar dos últimos 100 anos e, portanto, expostas a inundações costeiras. Os dados populacionais são expressos em milhares de pessoas, a área, em km^2, e o capital construído, em milhões de dólares, a preços de 2011. A exposição é dividida em níveis: muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto, com base no número de pessoas, km^2 e milhões de dólares de capital construído expostos a inundações costeiras. O tamanho e cor dos pontos refletem o nível de exposição (quanto maior o tamanho, maior a exposição). Os 33 países da ALC considerados no gráfico são os países da CELAC.

Fonte: Elaboração própria com dados de Reguero et al. (2015).

Em áreas não costeiras, as inundações são geralmente causadas por fortes chuvas e rios que transbordam, combinados com uma infraestrutura deficiente de controle de inundações. Muitas cidades da região são caracterizadas por infraestruturas e serviços básicos inadequados que as tornam vulneráveis às inundações (Daude et al., 2017). O caso mais extremo de vulnerabilidade é o dos assentamentos informais, que abrigam um quarto da população urbana da região e se caracterizam pela infraestrutura habitacional precária e, em muitos casos, localizações em terrenos inundáveis ou propensos a deslizamentos (Pinos e Quesada-Román, 2021).

As secas também afetam a população urbana, com custos que podem superar os das enchentes. Em um estudo recente, Desbureaux e Rodella (2019) analisam os efeitos de eventos de excesso e falta de chuva em 78 áreas metropolitanas de 10 países da América Latina entre 1990 e 2013. Os resultados mostram que as grandes secas causam maiores perdas de emprego, horas trabalhadas e renda do trabalho do que as grandes inundações, com impactos mais severos entre os trabalhadores informais. A queda na atividade econômica se deve aos cortes de energia elétrica que afetam as empresas (como resultado da redução da geração de energia hidrelétrica em face da escassez de água) e ao aumento de doenças associadas à má qualidade da água, como diarreicas, principalmente entre a população sem acesso a serviços adequados de saneamento e esgoto.

Outro tipo de evento extremo cuja frequência tem aumentado nas últimas décadas são as ondas de calor. O calor extremo tem consequências adversas para a saúde da população, manifestadas nas maiores taxas de mortalidade e morbidade associadas, com impactos mais graves em grupos vulneráveis, como idosos, crianças e pessoas com doenças de base ou crônicas (Deschenes, 2014; Deschênes e Greenstone, 2011). A deficiente cobertura e qualidade dos sistemas de saúde na região deixam vastos setores da população[18]em uma situação altamente vulnerável. Na década 2011-2020, 60 em cada 100 cidades tiveram ondas de calor e 28 em cada 100 ondas de calor foram severas

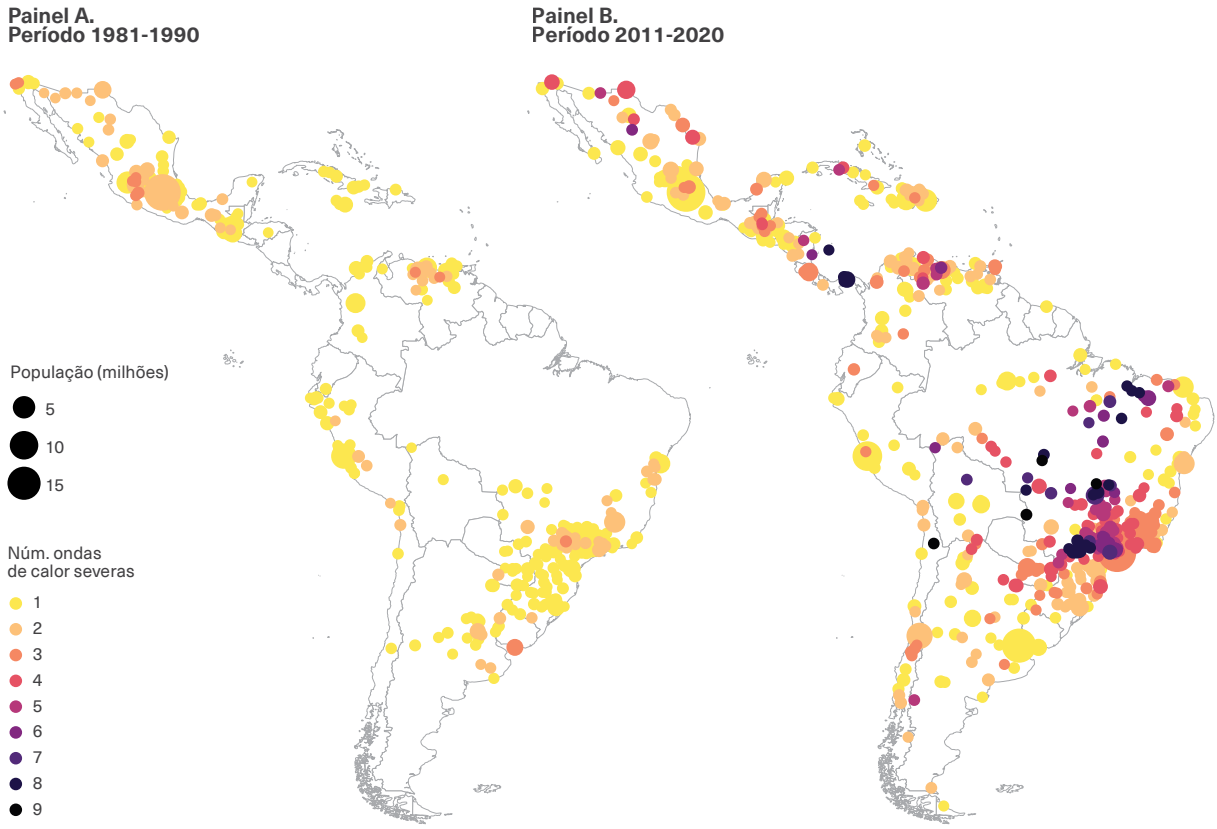
●●

Na década 2011-2020, 60 em cada 100 cidades tiveram ondas de calor e 28 em cada 100 ondas de calor foram severas

As consequências das ondas de calor extremo interagem com a crescente urbanização que caracteriza a região. As cidades tendem a ter temperaturas mais altas do que seus arredores rurais e, por isso, são frequentemente chamadas de ilhas de calor urbanas. Características das cidades, como a alta densidade, o uso de materiais de construção que absorvem e retêm o calor do sol (por exemplo, cimento), a escassez de vegetação e o calor produzido por atividades como transporte ou aparelhos de ar condicionado, estão associadas a uma maior retenção do calor. A frequência e intensidade das ondas de calor nas cidades da região aumentaram consideravelmente nas últimas décadas, como pode ser visto no gráfico 1.9. Na década 1981-1990, 37 em cada 100 cidades experimentaram pelo menos uma onda de calor e 14 em cada 100 ondas de calor foram severas. Na década 2011-2020, 60 em cada 100 cidades tiveram ondas de calor e 28 em cada 100 ondas de calor foram severas.

18 Para um diagnóstico dos sistemas de saúde na região e uma discussão das políticas para aumentar a cobertura e melhorar a qualidade das prestações, consulte o Relatório de Economia e Desenvolvimento 2020 (Álvarez et al., 2020).

Gráfico 1.9
Incidência de ondas de calor severas e população afetada em cidades da América Latina e do Caribe nos períodos 1981-1990 e 2011-2020



Nota: A cor dos pontos representa o número de ondas de calor severas por cidade e década, enquanto seu tamanho reflete a população da cidade (quanto maior o tamanho, maior a população e vice-versa). O cálculo das ondas de calor e sua magnitude foi realizado com base nos dados diários de temperatura para cada cidade ao longo do período 1980-2020, seguindo a metodologia de Russo et al. (2014). Considera-se onda de calor severa aquela cujo índice (de acordo com Russo et al., 2014) tem uma magnitude superior a três. Para a década de 1981-1990 foi utilizada a população de 1990, enquanto para 2011-2020 foi utilizada a população de 2015. Os países considerados no gráfico são os países da CELAC, com exceção de Barbados, Dominica, Granada, São Cristóvão e Neves, São Vicente e Granadinas e Santa Lúcia.

Fonte: Elaboração própria com dados de NOAA (2023) e Florczyk et al. (2019).

Por fim, além dos efeitos sobre a saúde, o calor extremo também reduz a capacidade das pessoas de realizar tarefas e atividades físicas ao ar livre em determinados momentos do dia. De acordo com o estudo de Romanello et al. (2022), o calor extremo causou a perda de cerca de 19 bilhões de horas potenciais de trabalho na América Latina e no Caribe durante 2021, principalmente em setores como a agricultura, que responde por metade das horas perdidas, e a construção, que responde por um quarto.



Emissões e sequestro de gases de efeito estufa na América Latina e no Caribe

Esta seção analisa como a América Latina e o Caribe contribui para o aquecimento global por meio de suas emissões. Para isso, mostra-se primeiro que a região teve uma contribuição relativamente baixa para o aquecimento global ocorrido desde os tempos pré-industriais, conforme demonstrado pela análise das emissões históricas. Em seguida, são estudadas as emissões atuais e destaca-se que a composição setorial das emissões da América Latina e do Caribe difere significativamente daquela dos países desenvolvidos, com um peso maior das atividades que alteram o uso e a cobertura do solo e uma menor participação dos setores ligados à produção ou uso de energia. Isso é relevante para identificar oportunidades de redução de emissões e, portanto, contribuir para a solução do fenômeno climático. Por fim, analisa-se o balanço de carbono dos ecossistemas terrestres da região e destaca-se que, uma vez considerados o efeito da ação humana e a absorção de CO_2 pela natureza, esses ecossistemas se comportam como sumidouros líquidos de carbono.

Contribuição histórica da região para o acúmulo de carbono na atmosfera

Como o CO_2 liberado na atmosfera pode durar de centenas a milhares de anos, cada tonelada emitida tem o mesmo efeito nas temperaturas, independentemente de quando foi emitida. Isso significa que a contribuição de um país ou de uma região para as mudanças climáticas é explicada mais pelas suas emissões acumuladas desde o início da industrialização do que pelo nível de emissões em um determinado momento.

●●

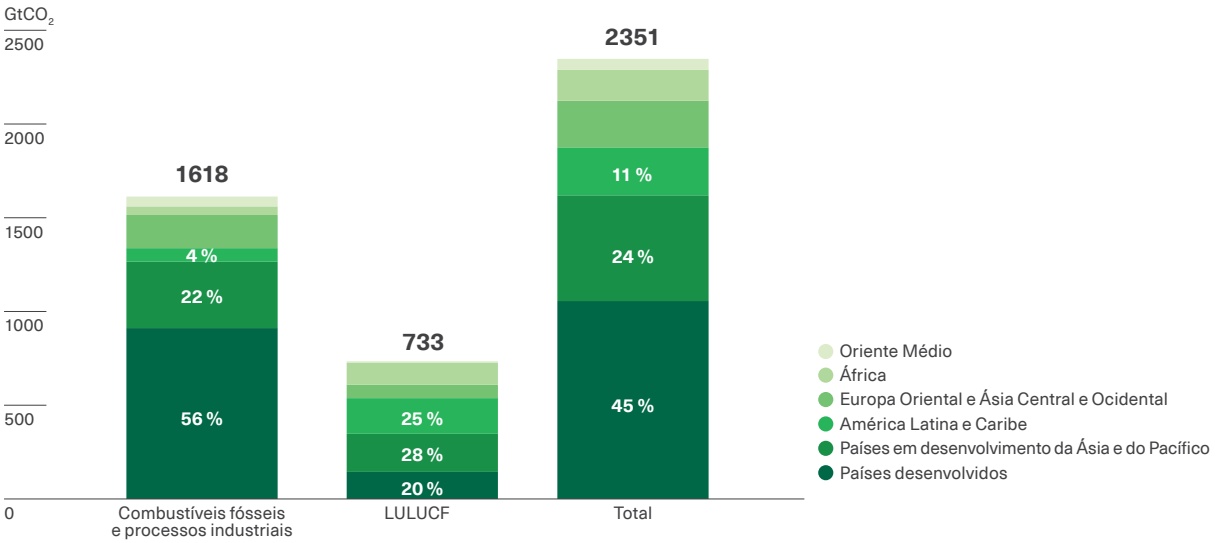
A contribuição para as mudanças climáticas é explicada pelas emissões históricas acumuladas. Os países desenvolvidos geraram 45%, enquanto a América Latina e o Caribe são responsáveis por apenas 11%

Como mostra a subseção "Ciclo do carbono e seu acúmulo na atmosfera", entre 1850 e 2019, o desenvolvimento econômico gerou emissões no total de 2.351 $GtCO_2$. Essas emissões resultaram tanto do uso crescente de combustíveis fósseis e de certos processos industriais (1.618 $GtCO_2$) quanto da mudança no uso e na cobertura do solo (733 $GtCO_2$), denominados neste documento pelo acrônimo LULUCF (uso da terra, mudança no uso da terra e silvicultura).

O gráfico 1.10 mostra a distribuição regional dessas emissões. Como mostra a barra referente ao total das emissões históricas, as maiores contribuições vêm dos países desenvolvidos, com 45% do total, e dos países em desenvolvimento da Ásia e do Pacífico, com 24%. Essas regiões incluem países com altas emissões históricas, como os Estados Unidos, no primeiro caso (22% do total), e a China, no segundo (11% do total). A América Latina e o Caribe é responsável por 11% das emissões históricas, a mesma participação que o conjunto da Europa Oriental, Ásia Central e Ocidental, e superior à África (7%) e ao Oriente Médio (2%).

Analisando as emissões históricas por fonte (duas primeiras barras do gráfico), observa-se que a América Latina e o Caribe contribuiu com apenas 4% das emissões provenientes do uso de combustíveis fósseis, um pouco acima da África e do Oriente Médio (3%), e muito abaixo dos países desenvolvidos (56%). Em contrapartida, a região tem a maior proporção de emissões históricas provenientes do uso da terra, com 25% do total.

Gráfico 1.10
Total de emissões antropogênicas de CO_2 e contribuição de cada região por fonte de emissão no período 1850-2019



Nota: O gráfico mostra as emissões históricas de CO_2 (em $GtCO_2$) para o período 1850-2019, de acordo com sua origem no uso de combustíveis fósseis e processos industriais (barra esquerda), no setor de LULUCF (barra central) ou na soma de ambos (barra direita). A contribuição histórica de cada região para essas emissões é mostrada em porcentagens dentro de cada uma das respectivas barras. O gráfico considera 221 países e territórios com informações sobre a evolução das emissões totais de CO_2 por fonte. Com exceção dos países da ALC, onde foram considerados os países da CELAC, a definição das regiões segue a classificação do IPCC no Sexto Relatório de Avaliação do Grupo de Trabalho III, capítulo dois (Dhakal et al., 2022).

Fonte: Elaboração própria com dados de Friedlingstein, O'Sullivan et al. (2022).

Não há apenas grandes diferenças nas emissões históricas entre as regiões, mas também dentro de cada uma delas. Dos 11% das emissões históricas atribuíveis à América Latina e ao Caribe, 8,5% correspondem à América do Sul, 2% à Mesoamérica e os demais 0,5% ao Caribe. Além disso, os países da região com as maiores emissões históricas são o Brasil (quase 5% do total global), o México (1,8%) e a Argentina (1%)[19].

Emissões atuais da América Latina e do Caribe: quanto, onde e como

As emissões globais de GEE de origem antropogênica atingiram um máximo histórico de 59 $GtCO_2$ equivalente ($GtCO_2eq$) em 2019, o último ano com informações completas no momento de elaboração deste relatório, conforme pode ser visto no gráfico 1.11[20].

Ao longo da última década, as emissões globais continuaram crescendo, embora a um ritmo mais lento do que nas décadas anteriores: a taxa de crescimento das emissões diminuiu de 2,1% da média anual em 2000-2009 para 1,3% da média anual em 2010-2019.

19 A tabela A 1.1 do apêndice on-line mostra as emissões cumulativas dos diferentes países e sub-regiões da ALC por fonte de emissão.

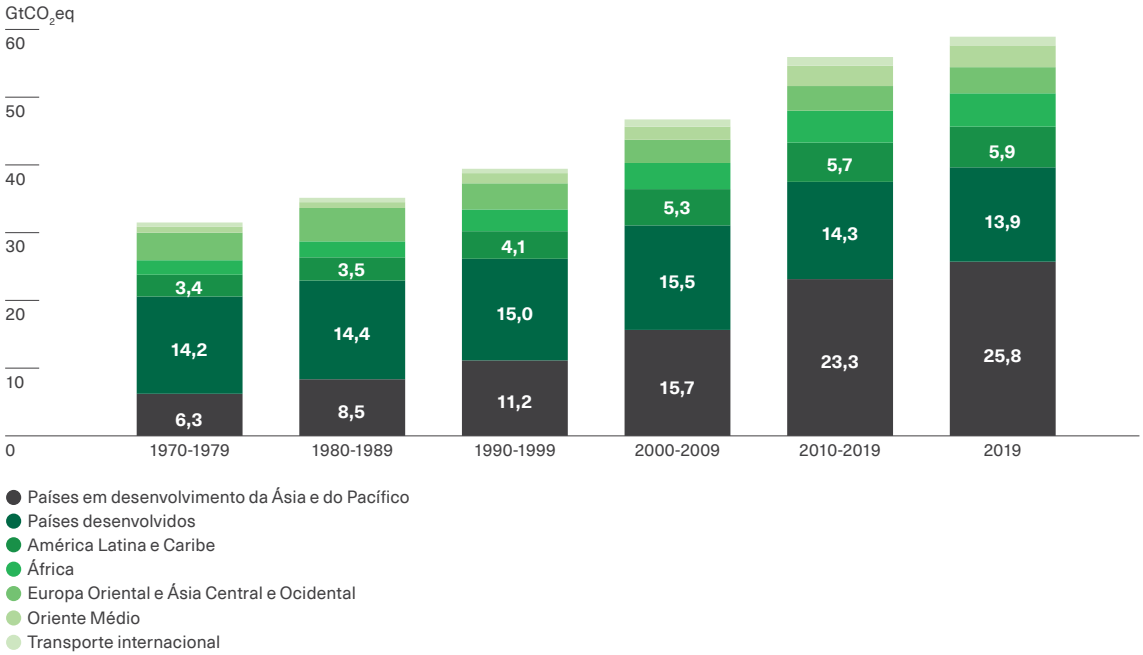
20 Nota-se que, ao utilizar a notação CO_2eq, que significa unidades equivalentes de dióxido de carbono, é feita referência a quantidades de todos os GEEs após a conversão desses gases, exceto o dióxido de carbono, para sua equivalência em unidades de CO_2 utilizando o fator PCG-100 mencionado anteriormente.

Os países de América Latina e do Caribe geraram 10% do total de emissões em 2019

O gráfico também permite apreciar a evolução das emissões de cada região. Enquanto os países desenvolvidos reduziram suas emissões totais na última década, as regiões em desenvolvimento continuaram com uma tendência crescente. Destaca-se o aumento das emissões dos países em desenvolvimento da Ásia e do Pacífico, incluindo alguns com emissões elevadas, como a China e a Índia, que na última década dobraram seus níveis de emissões anuais da década de 1990 e quase quadruplicaram aquele da década de 1970.

Quanto à distribuição regional das emissões atuais, os países da América Latina e do Caribe geraram 5,9 $GtCO_2eq$ em 2019, o que representa 10% do total . Do restante, a maior parte veio de países em desenvolvimento da Ásia e do Pacífico (25,8 $GtCO_2eq$, 44% do total) e dos países desenvolvidos (13,9 $GtCO_2eq$, 23% do total). Em nível de países, os três com as maiores emissões totais em 2019 foram a China (14,2 $GtCO_2eq$), os Estados Unidos (6,2 $GtCO_2eq$) e a Índia (3,8 $GtCO_2eq$), que juntos geraram 42% das emissões globais desse ano.

Gráfico 1.11
Emissões antropogênicas totais de GEE por região e década no período 1970-2019



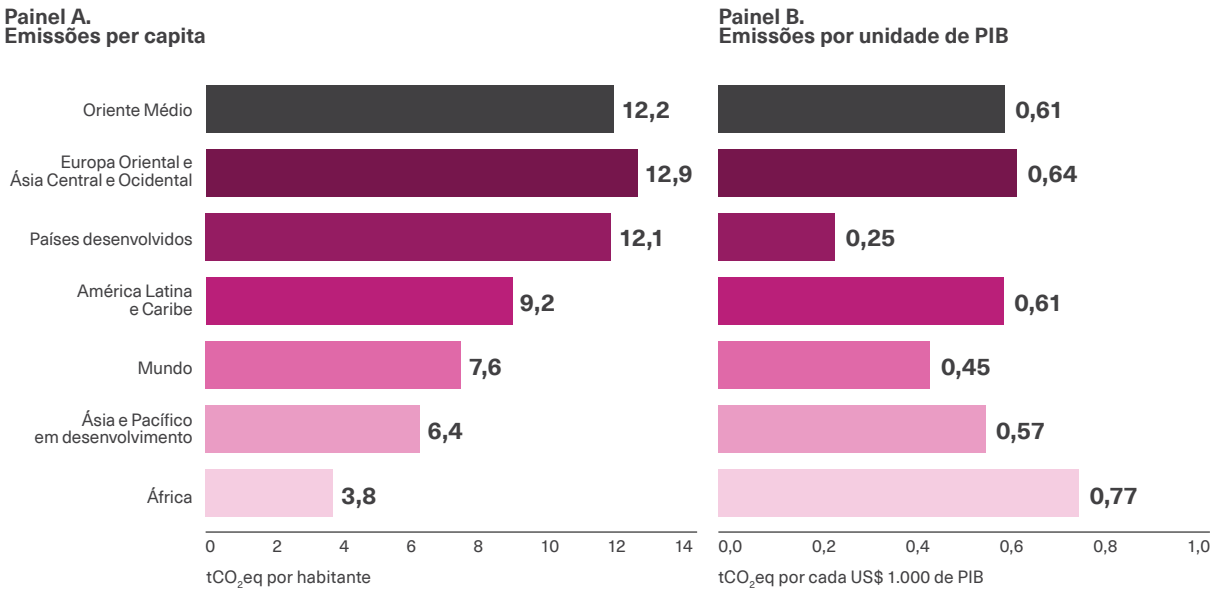
Nota: Cada barra do gráfico corresponde a uma década e mostra a média anual total de emissões de GEE (em $GtCO_2eq$), com exceção da última barra, que representa o ano de 2019. As emissões da aviação e do transporte marítimo internacional não são atribuídas a nenhuma região e, portanto, são mostradas em uma categoria separada. A definição das regiões segue a classificação do IPCC no Sexto Relatório de Avaliação do Grupo de Trabalho III, capítulo dois (Dhakal et al., 2022)

Fonte: Elaboração própria com dados de Minx et al. (2021).

A dimensão da população e do nível de produção são dois determinantes próximos do total de emissões geradas em um determinado território. Portanto, a faixa de regiões com maiores emissões muda dependendo se consideramos as emissões totais, as emissões per capita ou as emissões por unidade de PIB. Como mostra o gráfico 1.12, as regiões com as maiores emissões per capita em 2019 foram o Oriente Médio, a Europa Oriental e a Ásia Central e Ocidental, com entre 12,2 e 12,9 toneladas métricas de CO_2eq (tCO_2eq) por pessoa. Nesse mesmo ano, a América Latina e o Caribe em conjunto emitiu 9,2 $tC0_2$eq por pessoa, um pouco acima da média mundial (7,6 tCO_2eq por pessoa). Por outro lado, se as emissões forem comparadas pela quantidade de produto gerado – uma medida da intensidade de carbono da economia –, as regiões com as maiores emissões em 2019 foram a África (0,77 tCO_2eq por cada US$ 1.000 de PIB), seguida pela Europa Oriental e a Ásia Central e Ocidental (0,64 tCO_2eq) e o Oriente Médio (0,61 tCO_2eq). A América Latina e o Caribe ficou acima da média global (0,61 tCO_2eq, em comparação com 0,45 tCO_2eq por cada US$ 1.000 de PIB). De acordo com ambos os critérios, a América Latina e o Caribe tem um nível de emissões ligeiramente superior à média global.

Uma diferença importante entre a América Latina e o Caribe e outras regiões do mundo é a composição das emissões por setor de atividade produtiva. Conforme pode ser visto no gráfico 1.13, elaborado com dados de 2019, a maioria das emissões da América Latina e do Caribe (58%) vem do setor agropecuário, silvicultura e outros usos da terra (ASOUT). O restante é explicado pelo setor industrial (16%), sistemas de energia (13%), transporte (11%) e construção (2%). Este padrão setorial de emissões regionais contrasta fortemente com a média global e com a situação nos países desenvolvidos, nos quais os principais setores emissores de GEE são energia, indústria e transporte.

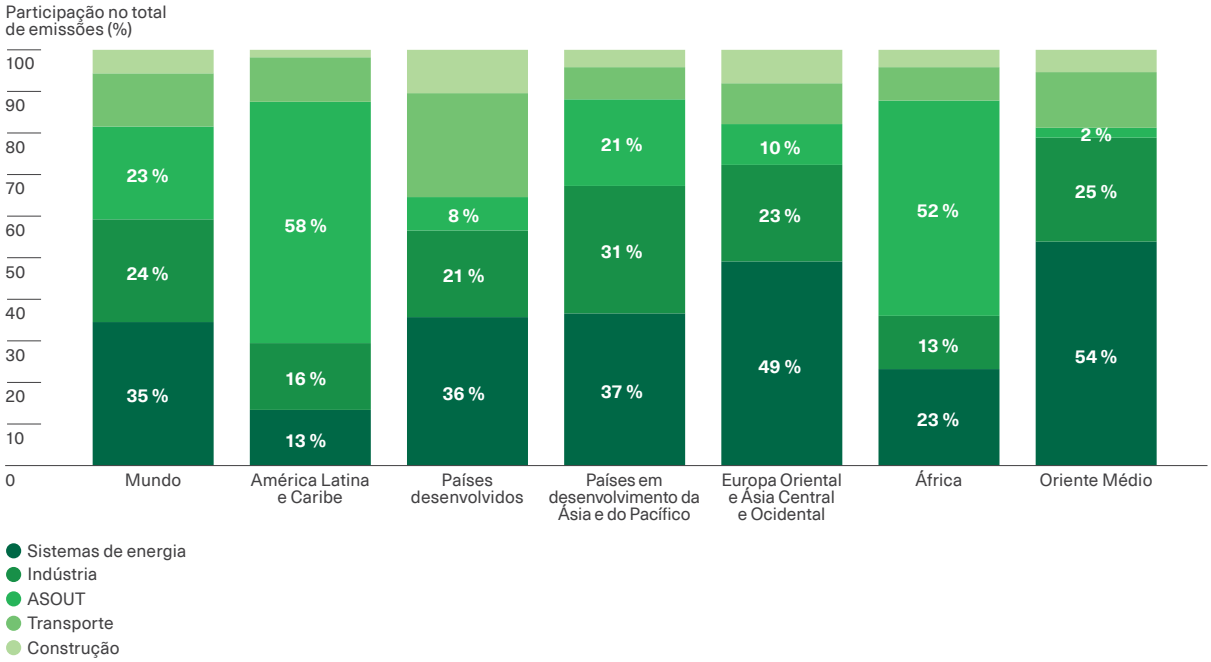
Gráfico 1.12
Emissões antropogênicas de GEE per capita e unidade de PIB por região em 2019



Nota: O gráfico mostra, para cada região, as emissões em tCO_2eq per capita (painel A) e as emissões em tCO_2eq por cada US$ 1.000 de PIB (painel B) em 2019. Inclui CO_2 – FFI, CO_2 – LULUCF, e outros GEEs. O conjunto de países incluídos nos agregados regionais pode variar de acordo com a disponibilidade de dados sobre emissões, PIB e população. Com exceção dos países da ALC, onde foram incluídos países da CELAC, a definição das regiões segue a classificação do IPCC no Sexto Relatório de Avaliação do Grupo de Trabalho III, capítulo dois (Dhakal et al., 2022). A categoria "Mundo" inclui todos os países e territórios considerados nas regiões anteriores, além da aviação e do transporte marítimo internacional.

Fonte: Elaboração própria com dados de emissões de Minx et al. (2021) e Banco Mundial (2023a, 2023i).

Gráfico 1.13
Emissões antropogênicas de GEE por região e setor de atividade em 2019



Nota: O setor ASOUT inclui as emissões de GEE do setor agropecuário e as emissões de CO_2 do setor LULUCF. Os setores industriais, de construção e de transporte refletem as emissões de GEE do uso de combustíveis fósseis, enquanto as emissões geradas por esses setores através do uso de eletricidade são contabilizadas no setor de sistemas de energia. A definição de regiões segue a classificação do IPCC no Sexto Relatório de Avaliação do Grupo de Trabalho III, capítulo dois (Dhakal et al., 2022).

Fonte: Elaboração própria com dados de Minx et al. (2021).

O principal setor gerador de emissões na região é o ASOUT, com 58 % do total em 2019 (38% é explicado pelo subsetor LULUCF e 20% por práticas agropecuárias)

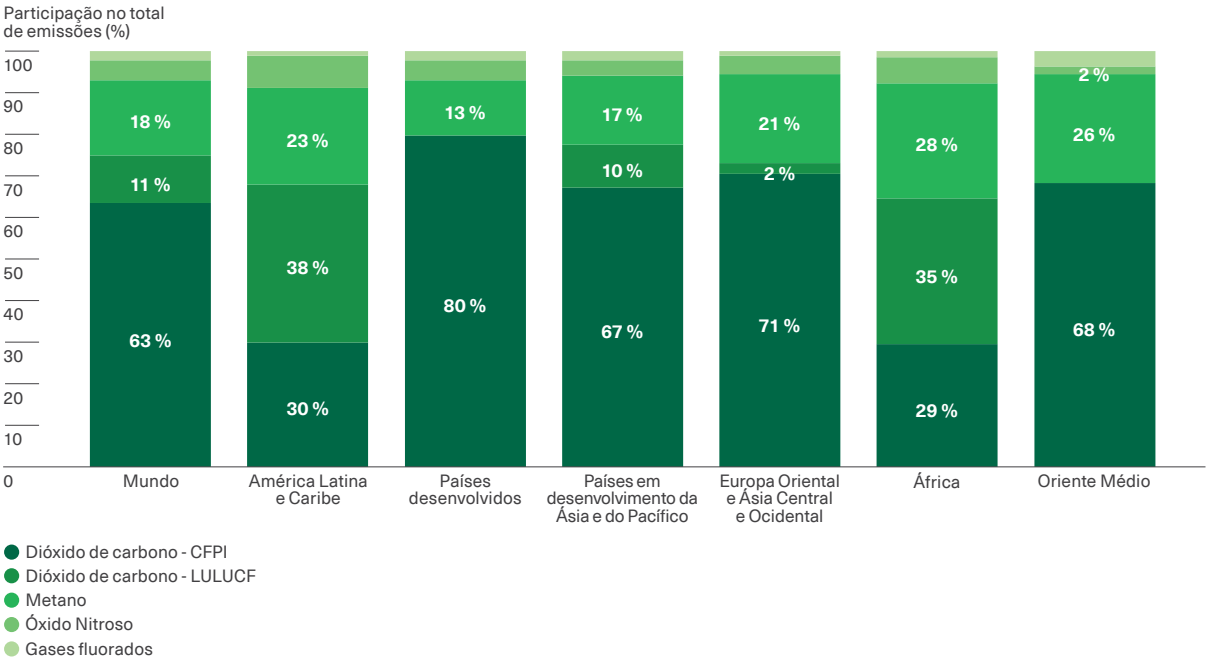
As emissões do setor ASOUT são provenientes de dois grandes subsetores. Por um lado, estão as emissões associadas a práticas agropecuárias, como a queima de resíduos agrícolas, o uso de fertilizantes, o cultivo de arroz e a pecuária. Os GEEs gerados por essas práticas são, quase inteiramente, metano e óxido nitroso. Por outro lado, estão as emissões associadas aos padrões de uso da terra, que são agrupadas na categoria LULUCF acima mencionada. Esse subsetor inclui as emissões de CO_2 provenientes do desmatamento, do corte e da degradação de florestas, bem como as absorções devido à reflorestação e à rebrota de florestas após a colheita de madeira ou o abandono da agricultura. O fato dessa categoria incluir tanto emissões quanto absorções a torna mais complexa, razão pela qual é analisada mais detalhadamente na subseção seguinte.

As emissões totais do setor ASOUT na América Latina e no Caribe provêm principalmente do subsetor LULUCF (dois terços) e, em menor medida, das práticas agropecuárias (o terço restante). Em outras palavras, cerca de 38% (dois terços de 58%) das emissões totais da região provém da gestão da terra. Mais uma vez, isso contrasta bastante com a situação dos países desenvolvidos, onde o subsetor

de LULUCF tem emissões líquidas negativas, o que significa que é um sumidouro de carbono que compensa parte das emissões geradas em outros setores da economia.

A composição das emissões da região por tipo de gás também difere da média global. Em particular, as emissões de metano (provenientes da gestão de resíduos sólidos, principalmente de atividades agropecuárias, e em menor medida do uso de combustíveis fósseis, como o gás)representam quase um quarto do total de emissões, uma proporção maior do que no mundo e nos países desenvolvidos, como pode ser visto no gráfico 1.14.

Gráfico 1.14
Emissões antropogênicas de GEE por região e tipo de gás em 2019



Nota: As emissões de dióxido de carbono são separadas entre a provenientes do uso de combustíveis fósseis e processos industriais (CFPI) e as do setor de LULUCF. A definição das regiões segue a classificação do IPCC no Sexto Relatório de Avaliação do Grupo de Trabalho III, capítulo dois (Dhakal et al., 2022).

Fonte: Elaboração própria com dados de Minx et al. (2021).

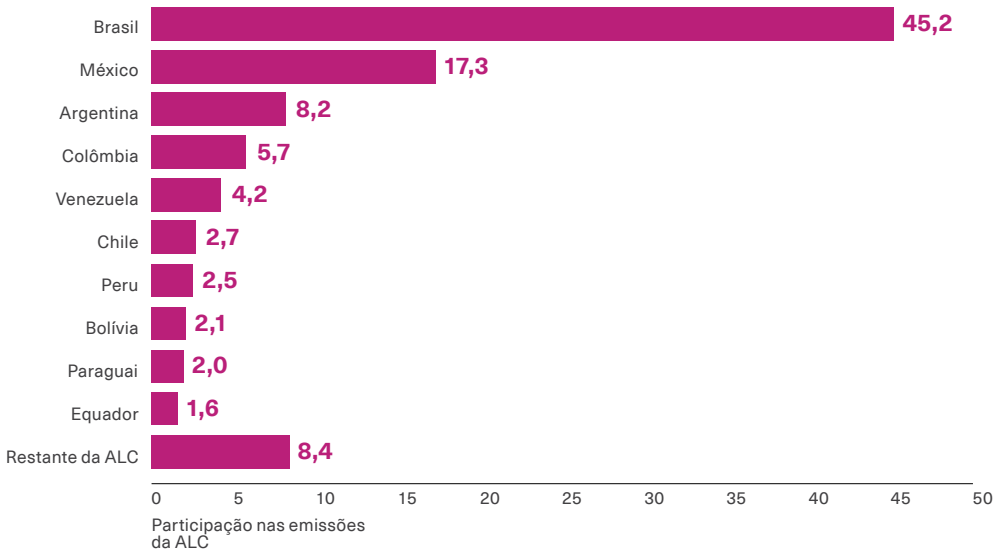
A América Latina e o Caribe é uma região muito heterogênea em termos de tamanho da população, nível de produção per capita e estrutura setorial da atividade econômica dos países que a compõem. Por esse motivo, não é de surpreender que o nível e a composição das emissões difiram significativamente entre eles. Abaixo segue uma breve caracterização das emissões dos diferentes países.

Começando com o nível de emissões por país, os países maiores e mais desenvolvidos respondem pela maior parte das emissões da região. O gráfico 1.15 mostra a distribuição das emissões na América Latina e no Caribe em 2019. Como pode ser visto, as emissões vêm principalmente do Brasil, com cerca de 45% das emissões totais da região, México (17%), Argentina (8%), Colômbia (6%) e Venezuela

(4%). Juntos, esses cinco países respondem por mais de 80% das toneladas de GEEs emitidas pela região.

Conforme destacado na análise das emissões regionais, a classificação dos países por emissões muda se forem consideradas as emissões per capita ou as emissões por nível de produção. O gráfico 1.16 permite comparar os países da região entre si e com a média global nessas duas dimensões. Os países do Caribe, em geral, estão localizados no quadrante inferior esquerdo do gráfico, com emissões per capita e por produção abaixo das médias globais. A exceção mais notável é Trindade e Tobago, com emissões per capita quatro vezes superiores à média global. O Haiti também se destaca pelas emissões por produto superiores à média global. As emissões per capita e em relação ao PIB na maioria dos países da América do Sul estão acima da média global. Algumas exceções são o Chile e a Argentina, cujas emissões por PIB são inferiores à média global, e o Equador, a Colômbia e o Peru, que também têm emissões, per capita e por produto, inferiores à média global. A maioria dos países da Mesoamérica está localizada nos dois quadrantes inferiores, com emissões per capita abaixo da média global (a exceção é Belize) e emissões por PIB que podem ser superiores ou inferiores à média global.

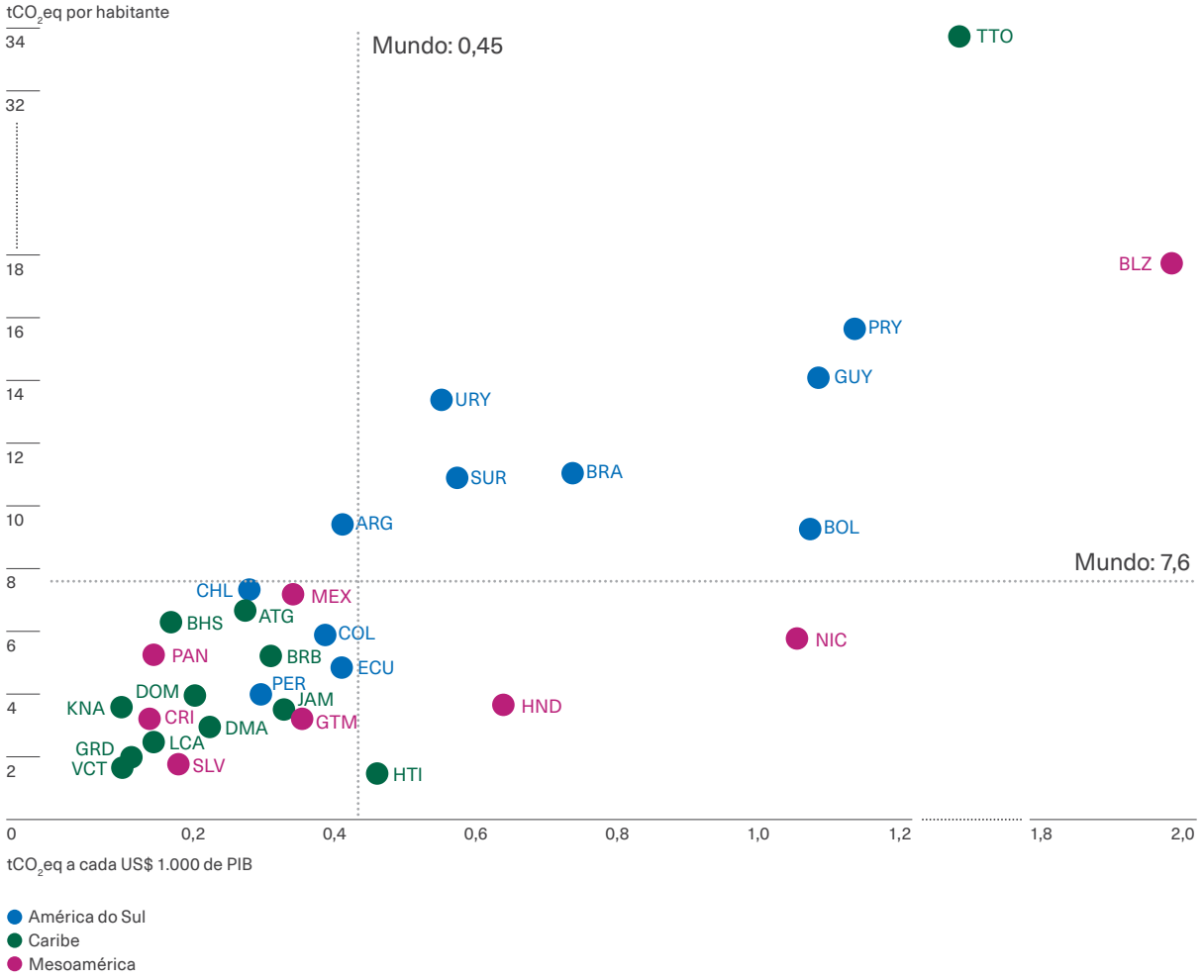
Gráfico 1.15
Participação dos dez países que mais contribuíram para o total de emissões antropogênicas de GEE da América Latina e do Caribe em 2019



Nota: As emissões totais da ALC representadas no gráfico incluem o setor de LULUCF. Os 33 países da ALC considerados no gráfico podem ser consultados na tabela A.1.2 do apêndice.

Fonte: Elaboração própria com dados de Minx et al. (2021) e Friedlingstein, O'Sullivan et al. (2022).

Gráfico 1.16
Emissões antropogênicas de GEE em relação à população e ao PIB para países da América Latina e do Caribe, por sub-regiões em 2019



Nota: As emissões de GEE representadas no gráfico incluem o setor de LULUCF em tCO_2eq per capita (eixo vertical) e por cada US$ 1.000 de PIB (eixo horizontal). A linha pontilhada horizontal reflete a média das emissões per capita para o mundo e a linha pontilhada vertical a média mundial das emissões a cada US$ 1.000 de PIB. As referências do código ISO3 para os países da América Latina e do Caribe incluídos no gráfico podem ser consultados na tabela A 1.2 do apêndice on-line.

Fonte: Elaboração própria com dados de Minx et al. (2021), Friedlingstein, O'Sullivan et al. (2022) e Banco Mundial (2023b).

Por fim, os países podem ser classificados de acordo com o tipo de emissões que geram. Para isso, as emissões são classificadas em três categorias mutuamente exclusivas com base em uma combinação de tipo de gás e Fonte: 1) emissões de CO_2 provenientes do uso de combustíveis fósseis e processos industriais, 2) emissões de CO_2 provenientes do subsetor de LULUCF, e 3) emissões de outros gases (principalmente metano e, em menor grau, óxido nitroso) proveniente de outras fontes (como práticas agropecuárias e aterros sanitários). O gráfico 1.17 permite ver a importância relativa dessas categorias nos países da região, segundo dados de 2019.



Antes de descrever os principais resultados dessa classificação, é necessário fazer alguns esclarecimentos. Primeiro, as porcentagens representadas por cada categoria de emissão são calculadas em relação às emissões totais do país, de modo que, nos casos em que o balanço das emissões do subsetor de LULUCF é negativo, a soma das outras duas categorias excede 100% em uma magnitude equivalente ao valor negativo das emissões de LULUCF. Um segundo esclarecimento é que os dados de emissões de CO_2 do uso da terra provêm de modelos contábeis globais que estimam os fluxos de absorções e emissões de CO_2 deste setor. Estas estimativas diferem das reportadas pelos países em seus inventários nacionais de GEE devido às diferenças metodológicas descritas no quadro 1.5.

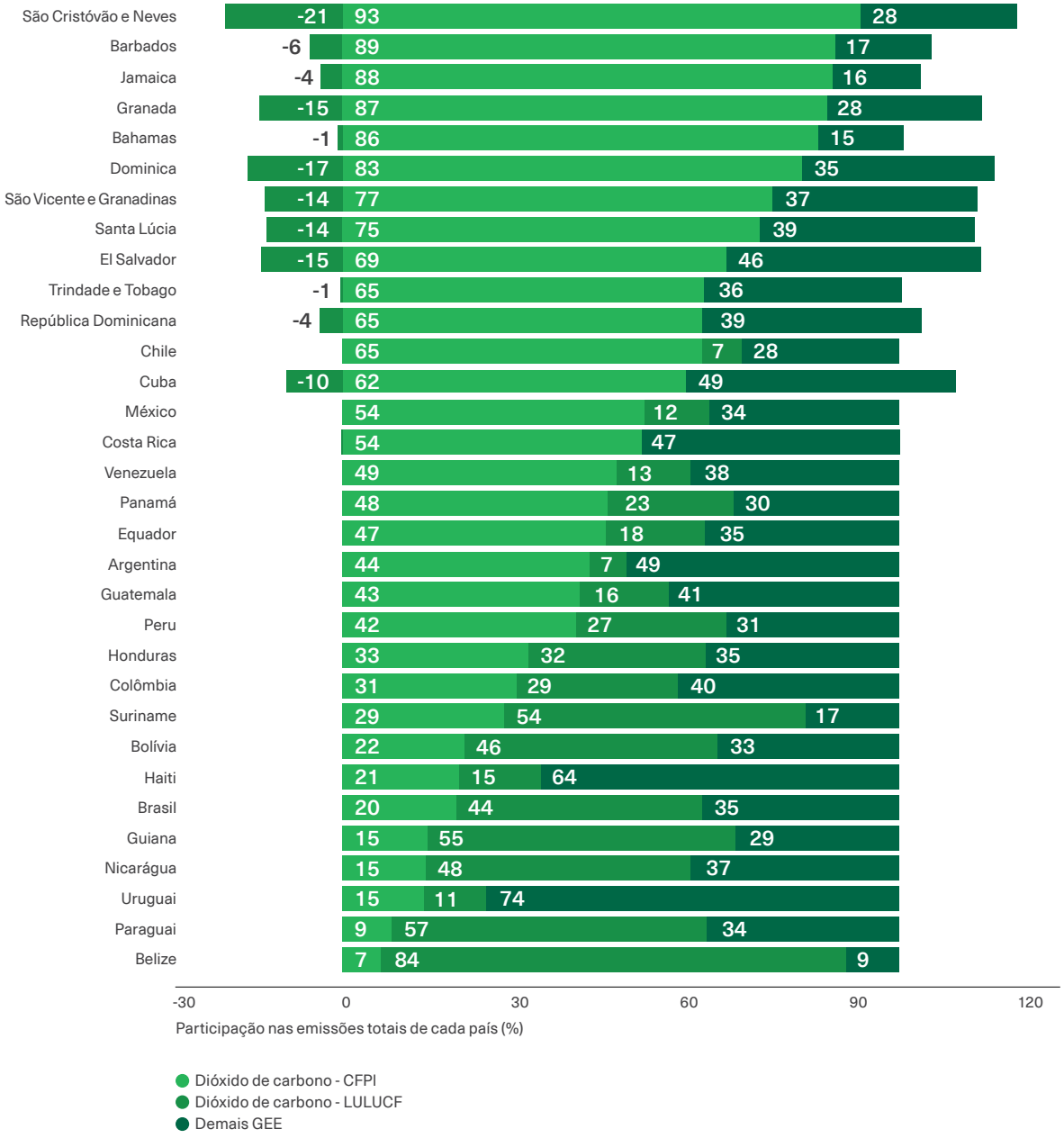
O controle das emissões provenientes do uso da terra é o principal desafio que a região enfrenta na sua contribuição para a solução global do fenômeno climático

Feitos esses esclarecimentos, podem ser destacados os seguintes resultados gerais. Primeiro, a participação do CO_2 proveniente dos combustíveis fósseis no total de emissões varia muito na região. Essa categoria de emissões é a principal na maioria dos países do Caribe, com participações em torno de 70% ou mais, e atinge proporções próximas a 50% do total nos países da Mesoamérica (México, Costa Rica e Panamá) e da América do Sul (Venezuela e Equador). Em segundo lugar, a importância do CO_2 proveniente do uso da terra também varia muito entre os diferentes países. Em particular, destaca-se que, na maioria dos países do Caribe e em El Salvador, o balanço das emissões do setor LULUCF é negativo, ou seja, comporta-se como um sumidourode carbono.

Na maioria dos países da América do Sul e da Mesoamérica, o LULUCF é uma fonte de emissões de CO_2, com uma importância quantitativa que varia de valores muito baixos (7% no Chile e na Argentina) a valores superiores a 50% (Suriname, Guiana, Paraguai e Belize). Terceiro, as emissões de outros gases, principalmente o metano, geralmente tendem a ficar entre 25% e 50% das emissões totais.

Em resumo, a descrição das emissões atuais da América Latina e do Caribe indica que a região gera 10% das emissões globais, segundo dados de 2019, com níveis de emissão per capita e por produto ligeiramente superiores à média global. O principal setor gerador de emissões é o ASOUT, com 58% do total de emissões da região em 2019, dos quais 38% correspondem ao subsetor LULUCF e 20% às práticas agropecuárias. Sem dúvida, o controle das emissões proveniente do uso da terra é o principal desafio que a região enfrenta em sua contribuição para a solução global do fenômeno climático e, ao mesmo tempo, oferece uma oportunidade de obter sinergias entre a redução das emissões e a conservação dos ecossistemas e da biodiversidade. A geração de energia é responsável por uma fração relativamente baixa das emissões na região como um todo, ao contrário do que ocorre no mundo desenvolvido, onde esse setor representa a principal fonte. Por fim, a América Latina e o Caribe é uma região muito diversificada e isso se reflete nas diferenças nos padrões de emissão entre os países. Isso implica que não existe uma solução única para a redução de emissões e que os espaços de mitigação serão específicos para cada país.

Gráfico 1.17
Composição das emissões antropogênicas de GEE em cada país da América Latina e do Caribe por fonte em 2019



Nota: O gráfico faz distinção entre três tipos de fontes: CO_2 do uso de combustíveis fósseis e processos industriais (CFPI), CO_2 do setor de LULUCF e demais GEE (principalmente metano e, em menor escala, gases fluorados e óxido nitroso).

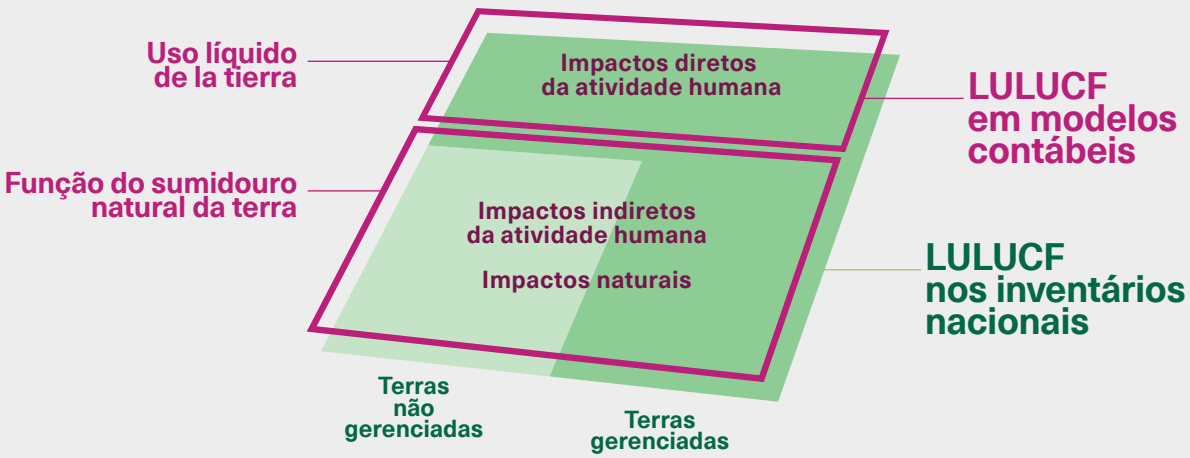
Fonte: Elaboração própria com dados de Minx et al. (2021) e Friedlingstein, O'Sullivan et al. (2022).

Quadro 1.5
Diferenças conceituais na medição das emissões do setor LULUCF: modelos globais e inventários nacionais

O desafio para medir as emissões antropogênicas de GEE associadas ao setor LULUCF se encontra na dificuldade em separar os fluxos de emissões e absorções que ocorrem como consequência de fatores antropogênicos daqueles que resultam de processos naturais. Esses fluxos podem ser de três tipos: 1) efeitos diretos da atividade humana como resultado de práticas de gestão da terra e mudanças no uso da terra; 2) efeitos indiretos da ação humana (por exemplo, o efeito das mudanças climáticas na vegetação e nos solos) e, 3) efeitos causados pela variação natural do clima ou outros distúrbios naturais ou biológicos. Na estrutura conceitual do ciclo do carbono, o setor LULUCF abrange o primeiro tipo de efeitos, enquanto os outros dois tipos fazem parte da função de sumidouro natural de carbono da terra (vide a subseção "Ciclo do carbono e seu acúmulo na atmosfera).

Nos relatórios de avaliação do IPCC, as emissões do setor LULUCF são estimadas com base em modelos contábeis que buscam capturar somente os fluxos antropogênicos diretos (por exemplo, desmatamento ou reflorestação), enquanto a função de sumidouro natural da terra é calculada com base em modelos dinâmicos da vegetação global[a]. Por sua vez, os inventários nacionais de GEE, elaborados com base em diretrizes definidas pelo próprio IPCC, tentam aproximar os fluxos antropogênicos diretos por meio do critério de terras gerenciadas[b], que consiste em considerar como antropogênicos todos os fluxos que ocorrem em terras classificadas pelos governos como gerenciadas. A figura 1, extraída de Grassi et al., (2018), ilustra as diferenças entre as duas abordagens.

Figura 1
Diferenças conceituais na medição do setor LULUCF entre modelos contábeis e inventários nacionais



Nota: A figura mostra os diferentes tipos de impactos considerados na quantificação das emissões do setor LULUCF tanto na metodologia dos modelos globais quanto no critério utilizado para quantificar os inventários nacionais. Esses impactos são classificados em três categorias: impactos diretos da atividade humana, impactos indiretos da atividade humana e impactos naturais. Por sua vez, eles podem ocorrer em terras que os países declaram como gerenciadas (retângulo verde) ou em terras declaradas como não gerenciadas.

Fonte: Grassi et al. (2018).

Essas diferenças metodológicas afetam a estimativa das emissões do setor LULUCF. Em particular, essas estimativas tendem a ser menores do que as obtidas com os modelos globais dado que os critérios para os inventários nacionais nesse setor incluem parte dos fluxos naturais e aqueles produzidos indiretamente pela ação humana (tipos 2 e 3 da classificação anterior), cujo balanço das absorções tende a ser positivo devido à função de sumidouro natural da terra. Globalmente, durante o período 2005-2014, as emissões anuais do setor LULUCF nos inventários nacionais foram 10% inferiores do que as reportadas pelos modelos globais, equivalente a cerca de 4 $GtCO_2$ por ano (Grassi et al., 2018).

As diretrizes do IPCC para o cálculo das emissões do setor LULUCF nos inventários nacionais estabelecem diferentes requisitos metodológicos (que afetam a precisão das estimativas) e diferentes periodicidades para o relatório dos resultados, dependendo se o país é desenvolvido ou em desenvolvimento. Portanto, em análises que envolvem comparações de emissões do setor LULUCF entre países ou cálculos de emissões totais de agregados regionais ou globais, como neste capítulo, recomenda-se utilizar estimativas baseadas nos modelos globais (IPCC, 2021a). Essa é a razão pela qual as emissões do setor LULUCF aqui utilizadas podem diferir dos valores reportados pelos países em seus respectivos inventários.

a. Para uma descrição desses modelos, consultar Friedlingstein, O'Sullivan et al. (2022) ou Grassi et al. (2018).

b. Os países declaram como "gerenciadas" todos os lotes de terra que foram alterados pela atividade humana.

Cobertura e uso do solo e balanço de carbono

A contribuição da vegetação e dos solos para a regulação do clima global não depende apenas de distúrbios antropogênicos, dos quais, como foi visto, LULUCF é uma fonte importante, também depende do sequestro de carbono devido a processos naturais (conforme descrito no quadro 1.1). Uma medida dessa contribuição é fornecida pelo balanço de carbono, ou seja, os fluxos líquidos de carbono que ocorrem entre os ecossistemas e a atmosfera, produzidos por causas antropogênicas ou naturais[21]. Contar com medições precisas do balanço de carbono dos ecossistemas terrestres é importante para a definição de políticas climáticas baseadas na contribuição desses ecossistemas.

●●

Medições precisas do balanço de carbono dos ecossistemas terrestres são importante para a definição de políticas climáticas baseadas na contribuição desses ecossistemas

Antes de analisar o balanço de carbono nos ecossistemas terrestres da região, vale a pena focar no setor LULUCF devido à sua importância como fonte de emissões. Esse setor é complexo por si só, pois inclui tanto emissões quanto absorções de carbono. As 2,2 $GtCO_2eq$ que este setor gerou em 2019 (ver a subseção anterior) são emissões líquidas e resultam da diferença entre os fluxos brutos de emissão e absorção associados aos padrões de uso da terra. Por exemplo, o desmatamento de florestas para sua conversão em terrenos agrícolas gera

21 Em termos do ciclo do carbono, o balanço de carbono é a soma das emissões antropogênicas líquidas do setor LULUCF e das absorções naturais dos sumidouros terrestres.

emissões decorrentes da liberação do carbono armazenado na biomassa e nos solos, que não é compensado pelo carbono armazenado nas plantas. Da mesma forma, a rebrota das florestas após a extração de madeira, ou a conversão de terras agrícolas em florestais favorece a remoção de CO_2 da atmosfera, pois esse carbono é absorvido pela biomassa e depois armazenado nos solos. A diferença entre ambos fluxos é o que é reportado como emissão líquida do setor.

Isso é relevante porque o mesmo valor de emissões líquidas pode ser resultado de diferentes fluxos de emissões brutas. Quanto maior a relação entre as emissões brutas e líquidas, maior o potencial de mitigação que pode ser alcançado por meio de uma melhor gestão dos solos. Globalmente, as emissões brutas do setor LULUCF nos últimos dez anos com dados disponíveis foram aproximadamente 1,5 vezes mais altas do que as absorções brutas e, portanto, 3 vezes mais altas do que as emissões líquidas (Friedlingstein, O'Sullivan et al., 2022). Se esse valor for considerado representativo da situação da América Latina e do Caribe (uma vez que regionalmente não há informações disponíveis), isso significa que, para reduzir a zero as emissões antropogênicas líquidas no setor LULUCF, a região deveria reduzir as emissões brutas de atividades que perturbam o solo (por exemplo, desmatamento) em um terço do nível atual, mantendo constantes as atividades que geram absorções brutas (por exemplo, reflorestamento).

Portanto, é relevante analisar a evolução da cobertura e do uso do solo. A América Latina e o Caribe tem cerca de 2 bilhões de hectares de área habitável, definida como a área terrestre total menos a parte permanentemente ocupada por geleiras e terras estéreis não habitáveis. Como mostra o gráfico 1.18, 37% dessa área são florestais naturais[22], 35% são pastagens, 16% são terras agrícolas, 8% são outras coberturas não arbóreas[23] e os restantes 4% são assentamentos populacionais urbanos e rurais. Em comparação com o resto do mundo, a região é relativamente rica em florestas, que é o tipo de cobertura de solo mais importante para a regulação do clima global. A maior parte são florestas tropicais, seguidas por florestas subtropicais e florestas temperadas. A região possui a maior floresta tropical úmida do mundo na região amazônica. Esses ecossistemas absorvem e armazenam quantidades significativas de CO_2, o que os torna um dos principais controladores do ciclo do carbono no planeta [24].

As florestas absorvem e armazenam significativas quantidades de CO_2, o que os torna um dos principais controladores do ciclo do carbono no planeta

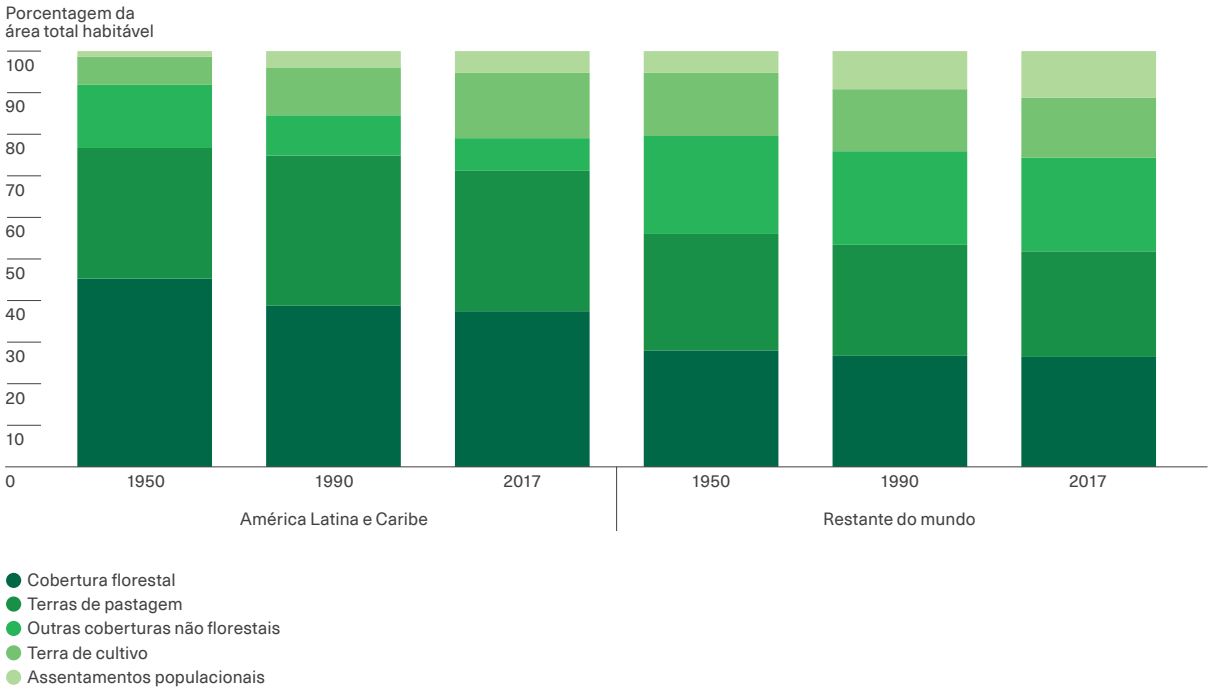
Essa riqueza está sendo perdida como resultado da conversão de terras florestais em terras agrícolas e para pecuária. A vantagem comparativa das florestas diminuiu consideravelmente desde 1950, quando esse tipo de cobertura ocupava 44% da área da região (contra 28% no resto do mundo). A taxa de desmatamento na América Latina e no Caribe entre 1950 e 2017 é de magnitude considerável: equivale a perder, a cada ano, uma área de floresta semelhante ao tamanho do Haiti ou mais da metade da área da Costa Rica. Embora a taxa de perda de florestas tenha diminuído recentemente (a taxa média anual de perda de área de floresta até agora neste século é um terço da correspondente ao período 1950-2000), a região deve redobrar seus esforços para reduzir ainda mais a perda de florestas e fazer com que a conservação desses ecossistemas se torne parte da solução para o problema das mudanças climáticas.

22 Esse número refere-se à área florestal que está em estado "natural" ou "seminatural", ou seja, sem uso antropogênico do solo ou com um uso menor.

23 Refere-se a regiões sem cobertura arbórea, como pastagens, matagais, tundra, deserto e terras estéreis, que estão em um estado natural ou seminatural.

24 De acordo com a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2020), o carbono armazenado nas florestas é distribuído entre a biomassa viva acima e abaixo do solo (44% do total), madeira morta e serapilheira (10%) e matéria orgânica do solo (os demais 45%).

Gráfico 1.18
Participação de cada tipo de solo na área habitável total na América Latina e no Caribe e no resto do mundo no período 1950-2017



Nota: O gráfico mostra a participação de cada tipo de solo na área habitável em anos selecionados do período 1950-2017. Os 33 países da ALC considerados no gráfico são os países da CELAC; o "resto do mundo" inclui 187 países para os quais há informações disponíveis (vide Gauthier et al. (2021).

Fonte: Elaboração própria com dados de Gauthier et al. (2021).

Os números anteriores sobre o avanço do desmatamento são refletidos nas emissões provenientes do setor LULUCF. Ao mesmo tempo, há florestas que permanecem intactas ou com baixa intervenção humana e continuam a amortecer o efeito das emissões antropogênicas de CO_2 no clima global. Para avaliar a relevância dessas absorções, o balanço de carbono das florestas na América Latina e no Caribe é analisado a seguir.

Em um estudo recente, Harris et al. (2021) estimaram o balanço de carbono das florestas do planeta nas últimas duas décadas. Sua principal conclusão é que, quando são considerados fatores antropogênicos e naturais, as florestas se comportam como sumidouros líquidos de carbono. Todos os anos, as florestas em todo o mundo absorvem da atmosfera e armazenam, tanto na biomassa quanto no solo, cerca de 7,2 $GtCO_2eq$. Essa quantidade é o resultado de absorções

brutas iguais a 15,5 $GtCO_2eq$ e emissões brutas iguais a 8,4 $GtCO_2eq$ por ano[25, 26].

As florestas da América Latina e do Caribe contribuem com 1,1 $GtCO_2eq$ por ano, representando 15% do sequestro global. Essa é uma contribuição significativa, embora possa ser interpretada como relativamente baixa, considerando que a região possui 25% das florestas do mundo. Para ver isso com mais clareza, o gráfico 1.19 mostra os fluxos brutos de emissão e absorção, bem como o fluxo líquido, por hectare de floresta. Efetivamente, um hectare típico de floresta na América Latina e no Caribe absorve anualmente 3,5 tCO_2eq e emite 2,5 tCO_2eq, resultando em um fluxo líquido anual de -1,1 tCO_2eq. Essa produtividade de sequestro de carbono das florestas da região é inferior do que a média global e está bem abaixo da dos países desenvolvidos (-1,8 tCO_2eq e -2,9 tCO_2eq por hectare e por ano, respectivamente).

Gráfico 1.19
Fluxos de emissão e absorção de GEE por hectare de floresta, por região, no período 2001-2021



Nota: O gráfico mostra as magnitudes dos fluxos anuais de emissões e absorções de GEE por área florestal em tCO_2eq por hectare e por ano. Para simplificar, a incerteza associada a essas estimativas não é reportada. O gráfico considera 208 países e territórios com informações sobre fluxos de emissão e absorção. Com exceção dos países da ALC, onde foram considerados os países da CELAC, a definição das regiões segue a classificação do IPCC no Sexto Relatório de Avaliação do Grupo de Trabalho III, capítulo dois (Dahkal et al. 2022).

Fonte: Elaboração própria com dados de Global Forest Watch (2022).

25 As emissões incluem, além do CO_2, o metano (resultante principalmente de incêndios florestais) e o óxido nitroso (proveniente da drenagem de solos orgânicos em áreas desmatadas). No entanto, esses GEEs que não são CO_2 representam apenas 1% do total de emissões.

26 Os números de absorções e emissões não são diretamente comparáveis aos resultantes da análise do ciclo global de carbono mostrados na seção "Mudanças climáticas e perda de biodiversidade: dois lados da mesma moeda" porque, (1) nesse cálculo, ambos os fluxos são decorrentes de causas antropogênicas e naturais, enquanto no cálculo do ciclo do carbono, os fluxos antropogênicos e naturais são estimados separadamente, e (2) as estimativas de Harris et al. (2021) incluem todos os GEEs, enquanto as estimativas dos fluxos do ciclo do carbono incluem apenas CO_2.

A principal causa da menor produtividade das florestas da região no sequestro de carbono é o desmatamento impulsionado pela produção de alimentos e matérias-primas. Essa é a maior fonte de emissões brutas das florestas em todo o mundo e ocorre principalmente nas florestas tropicais da América do Sul e do Sudeste Asiático. Além disso, a região tem uma proporção relativamente alta de florestas primárias (aquelas cujos processos ecológicos não foram significativamente alterados pela atividade humana), que estão concentradas nos trópicos. As florestas primárias tendem a ser menos produtivas no sequestro de carbono do que as florestas secundárias (aquelas cuja vegetação voltou a crescer após a remoção da vegetação original), conforme detalhado no quadro 1.6.

As florestas da América Latina e do Caribe contribuem com 15% do sequestro global anual de carbono. Essa é uma contribuição significativa, mas que poderia aumentar considerando que a região possui 25% das florestas do mundo

O estudo do CCG-UC (2023), encomendado especialmente para este relatório, permite quantificar a importância do desmatamento como fonte de emissões nos principais biomas terrestres da América Latina e do Caribe. O trabalho analisou as emissões e absorções de carbono no período 2000-2019 em 100 ecossistemas terrestres da região, incluindo diferentes tipos de florestas (úmidas, secas, temperadas, de montanha, andinas, costeiras, de pinheiros, sazonais e pantanosas), áreas úmidas, manguezais, savanas e áreas de matagais e desertos[27]. O estudo conclui que 37% das emissões brutas ocorridas nesse período podem ser atribuídas ao desmatamento e, desse total, um quinto se deve a ao desmatamento causado por incêndios florestais.

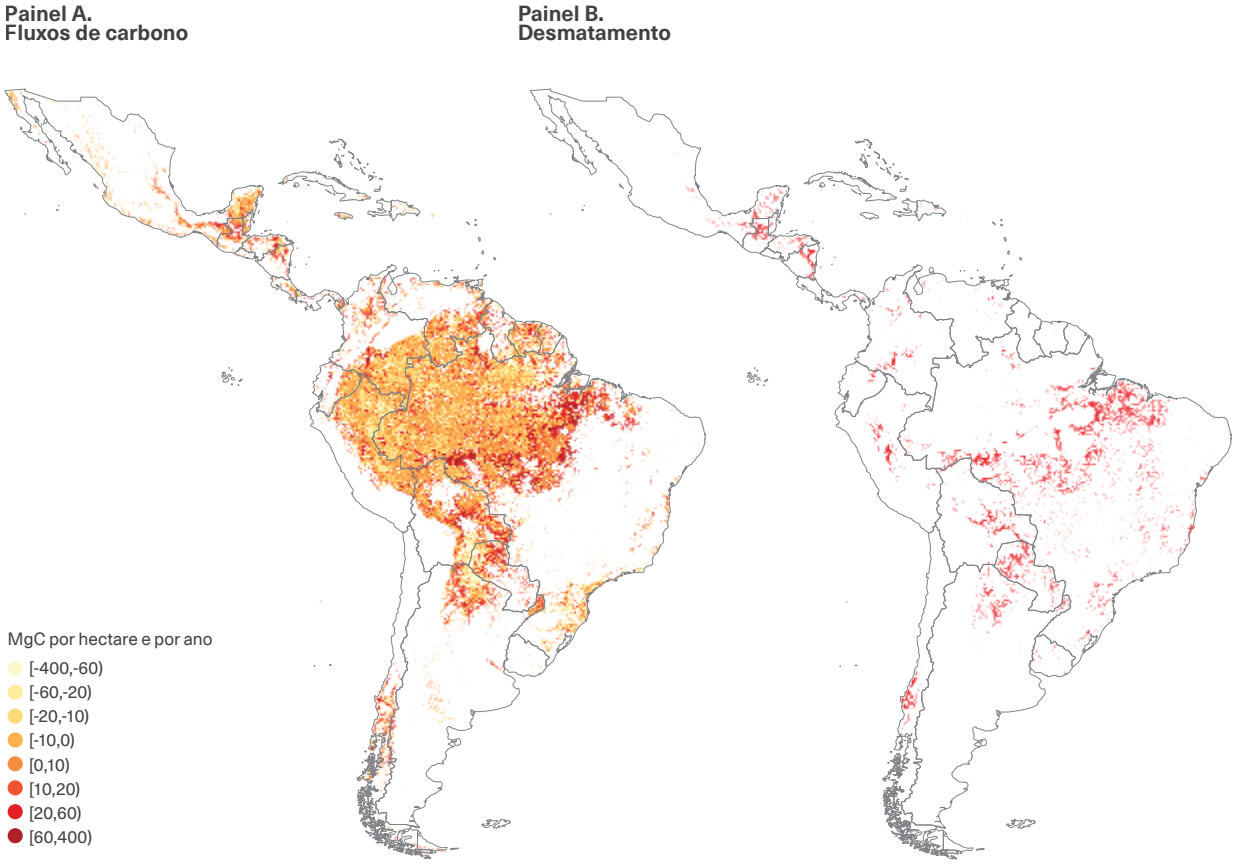
O restante das emissões brutas é explicado principalmente pela degradação da vegetação causada pelo aumento das temperaturas, pela falta de chuvas e por processos naturais, como a respiração das plantas.

O estudo permite conhecer os fluxos de emissões e absorções para áreas específicas e identificar os territórios mais afetados pelo desmatamento. Esses resultados são mostrados no gráfico 1.20. As áreas que se comportaram como emissoras líquidas de carbono estão no sul da Amazônia, na América Central e no Chaco paraguaio, enquanto entre as que foram sumidouros líquidos destacam-se partes da Amazônia peruana e colombiana, o sudeste do Brasil, a região central do Chile e a fronteira entre o Paraguai e a Bolívia. Os resultados também mostram que o desmatamento afeta a quase toda a região, com algumas das áreas mais afetadas no sul do Brasil, na América Central, no Paraguai e no norte da Argentina.

Afinal, os estudos que analisam o balanço de carbono das florestas, ao oferecerem estimativas de fluxos de emissões e absorções brutas separadamente, não só confirmam a importância da redução das emissões do desmatamento, mas também explicitam a contribuição das áreas florestais para a remoção de carbono da atmosfera. Mais uma vez, esses resultados destacam o potencial da região para aumentar sua contribuição para a mitigação global por meio de uma melhor gestão dos solos.

27 Uma diferença metodológica entre este estudo e o de Harris et al. (2021) é que, nesse caso, apenas a evolução do estoque de carbono acumulado na biomassa acima do solo é analisada.

Gráfico 1.20
Fluxos de carbono e desmatamento nos ecossistemas terrestres da América Latina e do Caribe no período 2000-2019



Nota: O painel A mostra o balanço líquido de carbono entre os anos de 2000 e 2019 em miligramas de carbono (mgC) por hectare e por ano, de acordo com categorias que variam de -400 mgC (amarelo) a +400 mgC (vermelho). O painel B mostra o desmatamento detectado por Hansen et al. (2013) em vermelho. O desmatamento é definido como a conversão de florestas naturais em usos não florestais da terra, excluindo assim o corte de florestas naturais seguido de recuperação natural ou destinada à silvicultura gerenciada (Hansen et al., 2013). Os 33 países da ALC considerados no gráfico podem ser consultados na tabela A.1.2 do apêndice do capítulo disponível on-line.

Fonte: CCG-UC (2023) com dados de Alaniz et al. (2022).

Quadro 1.6
O balanço de carbono nas florestas do planeta

O estudo de Harris et al. (2021) fornece informações sobre o potencial de sequestro de diferentes categorias de florestas, o que é informativo para a elaboração de políticas de conservação e reflorestamento. Conforme o Tabela 1 abaixo, as florestas temperadas se destacam pela sua contribuição para o sequestro líquido de carbono atmosférico, pois representam apenas 15% da área florestal do planeta e contribuem globalmente com quase metade do fluxo líquido de sequestro de carbono. No outro extremo estão as florestas tropicais, que, com uma área de quase metade do total de florestas, contribuem com pouco mais de um quinto do sequestro líquido total. Em termos de tipo de floresta, as florestas secundárias são responsáveis pela maior parte do sequestro líquido global de carbono da atmosfera. As florestas primárias, por sua vez, têm um balanço de carbono praticamente neutro.

Tabela 1
Fluxos de GEE associados às florestas por domínio climático e tipo de floresta

	Extensão (ano 2000)		Fluxos anuais (em $GtCO_2eq$)		
	Em milhões de hectares	**Em porcentagens**	**Emissão bruta**	**Absorção bruta**	**Fluxo líquido**
Total de florestas do planeta	4.029	100	8,1	-15,5	-7,5
Por domínio climático					
Boreais	1.090	27	0,9	-2,5	-1,6
Temperadas	590	15	0,9	-4,4	-3,5
Subtropicais	340	8	1,0	-1,6	-0,6
Tropicais	1.990	49	5,3	-7,0	-1,7
Por tipo					
Primárias	1.060	26	2,1	-2,0	0,1
Secundárias	2.849	71	4,6	-11,5	-6,9
Plantações e cultivos de árvores	113	3	1,4	-1,6	-0,2
Manguezais	8,7	0,2	0,0	-0,2	-0,2

Nota: A tabela mostra, para cada domínio climático e tipo de floresta no ano 2000, sua extensão (em milhões de hectares), sua participação (em percentuais em relação à extensão total) e seus fluxos de GEE (em média anual de $GtCO_2eq$ para o período 2001-2019). Esses fluxos são divididos em emissões, absorções e fluxo líquido.

Fonte: Elaborado com dados de Harris et al. (2021).

Logicamente, esses valores são influenciados não apenas pelas características físicas e biológicas desses ecossistemas, mas também, e principalmente, pelos distúrbios antropogênicos e de mudanças climáticas aos quais estão expostos. Por exemplo, a menor contribuição relativa para o sequestro global das florestas tropicais em relação às florestas temperadas e boreais é explicada, em parte, pelas maiores taxas de desmatamento às quais as florestais tropicais estão expostas.

Perspectiva econômica das mudanças climáticas, perda de biodiversidade e implicações para a política climática e ambiental

As bases físicas das mudanças climáticas ilustram como estas são o resultado do acúmulo na atmosfera de GEEs gerados por atividades humanas. Essas mesmas atividades, em sua interação com os recursos naturais, levam à superexploração que altera as estruturas e as funções dos ecossistemas e resulta em perdas de serviços ecossistêmicos e de biodiversidade. A ciência econômica fornece uma estrutura conceitual que permite identificar as causas econômicas pelas quais a ação humana, em sua interação com a natureza e o clima, leva a equilíbrios que não são ótimos do ponto de vista do bem-estar humano e da conservação dos ecossistemas e da biodiversidade. Este é um primeiro passo para a definição de medidas de política climática que contribuam para corrigir essas ineficiências.

As emissões de GEE são produzidas como consequência das decisões de produção e consumo de inúmeros agentes econômicos (indivíduos, empresas, governos) que geram, direta ou indiretamente, emissões de GEE na atmosfera, impondo um custo à população global e ao planeta que não é levado em conta quando essas decisões são tomadas. O consumo de eletricidade, o uso de veículos de combustão interna ou o uso de combustíveis fósseis para gerar energia em uma planta industrial são alguns exemplos de ações que produzem emissões de GEE. O mesmo acontece quando um hectare de floresta é desmatado para ser usado como terra de cultivo ou quando campos naturais são convertidos em pastagens para o gado. Nesses casos, além de liberar CO_2 acumulado na biomassa e no solo para a atmosfera, o habitat de centenas de espécies de animais, plantas e insetos é destruído e serviços valiosos de ecossistemas globais ou regionais, como a regulação do clima ou do ciclo hídrico, são perdidos. Esses custos para a sociedade não são internalizados pelo agente que toma a decisão de cortar um hectare de floresta ou introduzir animais nas pastagens, nem pelos consumidores dos alimentos obtidos nessas terras.

Nesse sentido, tanto as mudanças climáticas quanto a perda de biodiversidade podem ser interpretadas como consequência de uma externalidade negativa de alcance global. Na presença de uma externalidade, as decisões individuais de produção ou consumo conduzem a equilíbrios em nível agregado em que os custos para a sociedade são maiores do que os benefícios. Por exemplo, levam ao uso excessivo de energia fóssil ou ao desmatamento excessivo de florestas em relação aos benefícios dessas atividades para o conjunto da sociedade. Tais situações conduzem a sociedade a um caminho de crescimento econômico que não é ambientalmente sustentável. As políticas públicas sobre o clima e a conservação da biodiversidade devem incentivar esse crescimento econômico a retornar a um caminho de desenvolvimento sustentável, conforme brevemente discutido abaixo e aprofundado no capítulo 5.

●●

Tanto as mudanças climáticas quanto a perda de biodiversidade podem ser interpretadas como consequência de uma externalidade negativa de alcance global

Da mesma forma, as mudanças climáticas têm consequências para o bem-estar da população, cuja gestão ou prevenção também pode estar sujeita a diversas falhas de mercado e, portanto, merecer a intervenção de políticas públicas. A construção ou melhoria da infraestrutura para evitar inundações ou racionalizar o uso do recurso hídrico, a pesquisa para o desenvolvimento de culturas mais resistentes ao aumento das temperaturas ou à falta de chuvas, a adoção dessas novas culturas pelos agricultores, implementação de sistemas de alerta precoce para ciclones tropicais ou ondas de calor, para citar alguns exemplos, são medidas de adaptação às mudanças climáticas que estão sujeitas a externalidades ou problemas de informação que fazem com que o mercado por si só não as forneça em quantidade e qualidade adequadas.

Políticas públicas para enfrentar as mudanças climáticas e a perda de biodiversidade

As políticas climáticas podem ser de adaptação ou de mitigação. As políticas de adaptação buscam enfrentar os riscos das mudanças climáticas antecipando, prevenindo ou minimizando os danos que elas podem causar. Essas políticas podem ter como objetivo reduzir a exposição da população a determinados riscos, por exemplo, impedindo o assentamento em áreas de baixa altitude ou realocando as famílias que já residem nesses locais, ou melhorar a capacidade de lidar com as ameaças climáticas, por exemplo, construindo defesas ou outras infraestruturas para proteger as populações costeiras de maremotos. Também estão incluídas nessa categoria as políticas para reparar danos depois que os impactos se manifestarem, tais como trabalhos de reconstrução da infraestrutura afetada pelas tempestades tropicais. As políticas de mitigação buscam reduzir as emissões de GEE, por exemplo, substituindo os combustíveis fósseis por fontes limpas de geração de energia ou aumentando a área de florestas para sequestrar mais carbono da atmosfera. Além disso, as políticas de conservação buscam restaurar e proteger os ecossistemas e a biodiversidade, além de promover o uso sustentável dos serviços que prestam.

Assim como o sistema climático e a biodiversidade estão estreitamente interligados, o mesmo ocorre com as políticas específicas para cada domínio. A recuperação de ecossistemas pode contribuir tanto para a mitigação do clima, por meio de sua capacidade de sequestrar e armazenar carbono da atmosfera, quanto para a adaptação aos riscos das mudanças climáticas por meio dos múltiplos canais já mencionados. Além disso, como os ecossistemas são vulneráveis ao aumento das temperaturas, à diminuição das chuvas e às secas, entre outras consequências das mudanças climáticas, as políticas para reduzir as emissões também favorecem sua preservação.

O capítulo 2 deste relatório discute diversas políticas de adaptação e mitigação relacionadas à produção e ao consumo nos principais setores de atividade das economias da região. As políticas de adaptação abrangem uma ampla gama de medidas, dependendo do tipo de risco climático enfrentado, incluindo investimentos em infraestrutura, mudanças nas tecnologias ou processos de produção, mudanças nos padrões de consumo e mobilização de recursos financeiros e técnicos. As principais políticas de mitigação podem ser agrupadas em dois grandes blocos: as que estabelecem um preço para as emissões (que podem ser implementadas por meio de um imposto sobre as emissões ou pela definição de direitos de propriedade, na forma de direitos de emissões, que podem ser negociados nos mercados) e as que estabelecem limites para as quantidades (proibições, regulamentações e padrões).

O capítulo 3, por sua vez, analisa as políticas de conservação dos ecossistemas e da biodiversidade nos países da região, bem como as oportunidades que os ecossistemas oferecem para promover a mitigação e a adaptação climáticas. Um tipo de política de conservação são os instrumentos de comando e controle, que incluem a concessão de licenças, o estabelecimento de proibições e o estabelecimento de padrões. Outro conjunto de políticas busca fornecer os incentivos corretos para que indivíduos, comunidades e empresas internalizem os custos de suas ações sobre o meio ambiente.

Caráter global do fenômeno e o problema da coordenação

Tanto a mitigação das mudanças climáticas quanto a conservação da biodiversidade podem ser entendidas como bens públicos globais: todos os países se beneficiam de uma redução das emissões e da preservação dos ecossistemas que proporcionam benefícios globais, como a regulação climática, independentemente de quem arca com o custo da redução dessas emissões ou da preservação desses ecossistemas. A necessidade de uma solução que exija coordenação internacional é, sem dúvida, uma das maiores dificuldades para resolver as crises climática e ambiental.

Ao mesmo tempo, os impactos das mudanças climáticas são locais e exigem investimentos em adaptação que dependem de contextos específicos. No entanto, as enormes necessidades de financiamento para cobrir os custos desses investimentos, juntamente com a distribuição desigual entre os países, tanto dos riscos climáticos quanto da responsabilidade histórica pelo fenômeno, justificam que a discussão sobre adaptação faça parte da negociação internacional, o que complica ainda mais a obtenção de acordos.

As respostas da comunidade internacional a essas crises avançaram por meio de canais separados e em ritmos diferentes. As negociações em matéria climática começaram com a formação do IPCC em 1988 e continuaram com outros eventos, como a criação da CQNUMC em 1992, a assinatura do protocolo de Kyoto em 1997 e sua entrada em vigor em 2005 e, finalmente, a assinatura do Acordo de Paris em 2015.

Sob o Acordo de Paris, mais de 190 países expressaram formalmente o objetivo comum de reduzir as emissões de GEE para limitar o aumento da temperatura a 2 °C acima dos níveis pré-industriais e de continuar os esforços para manter esse aumento em, no máximo, 1,5 °C. A justificativa para definir uma meta em termos de um aumento máximo de temperatura decorre do propósito de reduzir o risco de cenários potencialmente catastróficos para a humanidade. Com efeito, os riscos das mudanças climáticas para o planeta são grandes, estão sujeitos a uma elevada incerteza e podem causar danos potencialmente irreversíveis (Stern et al., 2022).

A resposta internacional em matéria de biodiversidade começou antes da década de 1990, embora só tenha ganhado impulso em 1992, com a assinatura da Convenção sobre Diversidade Biológica. Os acordos alcançados limitaram-se à definição de objetivos globais de conservação, como as metas de Aichi para a década 2011-2020 e as metas do Quadro Global de Biodiversidade para a década 2021-2030. Os resultados desses acordos têm sido, até agora, inferiores ao esperado.

A negociação internacional continuará a se desenvolver nos próximos anos e até mesmo nas próximas décadas. O capítulo 4 deste relatório faz uma análise aprofundada desta evolução e discute os principais desafios de governança da ação climática global e da proteção da biodiversidade sob a perspectiva da América Latina e do Caribe.

Custos e benefícios da mitigação climática

Os riscos das mudanças climáticas globais se traduzem em enormes custos atuais e futuros para as economias, a saúde humana e os ecossistemas. A mitigação das mudanças climáticas destinada a evitar ou reduzir esses riscos também é cara. Por exemplo, para limitar o aquecimento global em linha com as metas do Acordo de Paris, é necessário atingir zero emissões líquidas até 2050 (se a meta de 1,5 °C for atingida) ou até 2070 (se a meta de 2 °C for atingida). Para isso, é necessário mudar a forma de produzir e consumir em todas as regiões do mundo, o que implica custos significativos (IPCC, 2022a). Portanto, do ponto de vista das decisões de política climática, é relevante como os custos de mitigação se comparam com os benefícios de evitar ou reduzir as consequências adversas das mudanças climáticas.

●●

Para limitar o aquecimento global em linha com as metas do Acordo de Paris é necessário atingir zero emissões líquidas até 2050 (se a meta de 1,5 °C for atingida) ou até 2070 (se a meta de 2 °C for atingida)

Um marco conceitual desenvolvido na literatura econômica que permite que esses custos e benefícios sejam avaliados em escala global são os modelos de avaliação integrados (MAI). De forma simplificada, os MAIs permitem que a evolução futura das principais variáveis socioeconômicas seja relacionada às vias de emissões e estas, por sua vez, aos cenários de temperatura. Depois, por meio de uma "função de dano", as mudanças nas características do clima são traduzidas em impactos sobre a economia, a



população e a biodiversidade. Embora esses modelos não estejam isentos de críticas, eles são a melhor ferramenta disponível até o momento[28].

O que esses modelos dizem? De acordo com o Sexto Relatório de Avaliação do IPCC, as trajetórias compatíveis com a meta de 2 °C implicam perdas no PIB global entre 1,3% e 2,7% em 2050 em comparação com uma situação sem políticas climáticas. Nas trajetórias compatíveis com a meta de 1,5 °C, as perdas variam entre 2,6% e 4,2% do PIB mundial. No entanto, o relatório também deixa claro que os benefícios a longo prazo superam em muito os custos. Esses benefícios incluem os impactos macroeconômicos dos investimentos em soluções de baixo carbono, os co-benefícios da redução de emissões, como a melhoria da qualidade do ar ou da água, os impactos evitados das mudanças climáticas e a redução dos custos de adaptação (IPCC, 2022a).

Outra utilidade desses modelos é que permitem estimar o custo social do carbono (CSC), que é o custo marginal da emissão de uma tonelada adicional de carbono ou, em outras palavras, o valor que tem hoje para a sociedade evitar os danos que essa tonelada adicional de carbono causará no futuro. O CSC é um insumo fundamental para a análise custo-benefício das diversas alternativas de redução de emissões. Em particular, uma política que contribua para que uma tonelada a menos de carbono seja emitida na atmosfera seria justificada desde que seu custo fosse menor que o CSC[29]. Os resultados disponíveis colocam o CSC para 2030 em uma média de cerca de US$ 90 por tonelada de CO_2, se o aquecimento for limitado a 2 °C, e em cerca de US$ 220 por tonelada de CO_2 em trajetórias que limitam o aquecimento a 1,5 °C (em valores constantes de 2015) (IPCC, 2022a).

Desafios para as políticas climáticas e de conservação

Conforme discutido ao longo do capítulo, as mudanças climáticas e a perda de biodiversidade estão intimamente associadas a um padrão de crescimento econômico baseado no uso de energia fóssil, na transformação da cobertura natural para usos antropogênicos e na superexploração dos recursos naturais. Esse modelo de desenvolvimento trouxe prosperidade à população, mas ao custo de colocar em risco sua própria sobrevivência.

A América Latina e o Caribe está entre as regiões mais afetadas pelas mudanças climáticas, com populações, ecossistemas e espécies altamente expostos e vulneráveis aos riscos climáticos. Sem os investimentos necessários em adaptação, as mudanças climáticas exacerbarão a insegurança alimentar e energética, piorarão a situação sanitária, prejudicarão os meios de subsistência de muitas comunidades e afetarão o capital produtivo e a produtividade em muitos setores da economia, com o inevitável aumento da pobreza e da desigualdade.

O desafio da região é duplo. Por um lado, ela deve se adaptar aos riscos decorrentes de um problema global para o qual contribuiu relativamente pouco, já que apenas 11% das emissões históricas de dióxido de carbono são atribuíveis à América Latina e ao Caribe, enquanto 45% tiveram origem nos países desenvolvidos. Isso é relevante para a discussão sobre justiça climática, que é abordada no capítulo 4. Por outro lado, a região deve fazer parte do esforço coletivo de reduzir as emissões para frear o aquecimento global. Isso implica não apenas investimentos em adaptação, mas também uma transição para formas de produção e consumo menos intensivas em carbono e mais

28 Entre as principais limitações dos MAIs estão a arbitrariedade da taxa de desconto utilizada para expressar valores futuros em quantidades presentes, a simplificação dos impactos das mudanças climáticas na função de dano e a dificuldade de incorporar a possibilidade de resultados catastróficos, como os associados a pontos de inflexão (ver Stern et al., 2022 para uma discussão mais aprofundada).

29 Exemplos de políticas de redução de emissões custo-efetivas são aquelas relacionadas à gestão dos recursos florestais, como florestamento, regeneração ou desmatamento evitado (Eriksson, 2020; Gillingham e Stock, 2018).

amigáveis ao meio ambiente, o que acarretará custos econômicos significativos para os países.

Uma particularidade da região é que sua composição setorial atual de emissões é muito diferente daquela do mundo desenvolvido: suas emissões têm origem principalmente em setores ligados à produção de alimentos e matérias-primas, especialmente devido à mudança no uso do solo e, em menor escala, em setores ligados à energia fóssil. Esta composição pode mudar à medida que os países avançam no processo de industrialização. Ao mesmo tempo, há diferenças importantes nessa composição entre os países da região, dependendo de suas estruturas produtivas e matrizes energéticas.

Além dessas diferenças na composição setorial das emissões na região, destacam-se outros fatores que influenciam os custos da transição verde, como a intensidade de carbono das economias, o grau de dependência fiscal dos recursos derivados dos combustíveis fósseis, os custos da geração de energia limpa, a capacidade para implementar tecnologias de baixa emissão e a disponibilidade de recursos naturais. Isso significa que a construção de uma agenda de desenvolvimento sustentável deve levar em conta as especificidades de cada país, avaliar potenciais concessões (o que em inglês se conhece como *trade-offs*) entre os diferentes objetivos do desenvolvimento e aproveitar as potenciais oportunidades para criar sinergias entre eles, conforme discutido no capítulo 5.



Atividades econômicas: sustentabilidade na produção e no consumo

2

- Estrutura das emissões por setores e subsetores na América Latina e no Caribe
- Necessidades de adaptação nos principais setores da América Latina e do Caribe
- Políticas de adaptação e mitigação nos setores energético e agropecuário na América Latina e no Caribe

Mensagens-chave

1
O setor agropecuário, de silvicultura e outros usos da terra (ASOUT) é o que mais contribui para as emissões de gases de efeito estufa (GEE) na região, gerando 58% do total de emissões. A mudança no uso da terra, em grande parte devido ao desmatamento causado pela expansão da fronteira agropecuária, é o principal responsável por essas emissões.

2
O setor de fornecimento de energia, o maior emissor do mundo, com 34% dos GEE produzidos, representa apenas 13% das emissões na América Latina e Caribe. Isso se explica, em parte, pelos níveis mais baixos de desenvolvimento que caracterizam a região e pelo fato de a região ter uma matriz elétrica relativamente limpa.

3
A adaptação às mudanças climáticas no setor agropecuário deve concentrar os maiores esforços na América Latina e Caribe, dada a importância do setor em suas economias e no mercado global de alimentos, a elevada proporção de pequenos estabelecimentos dedicados principalmente ao autossustento e posto que já se observam quedas na produção de algumas culturas.

4
A região precisa de grandes investimentos em infraestrutura para a adaptação no setor energético e nas cidades. Isso é de grande relevância nos países do Caribe, que representam uma parcela muito pequena das emissões globais, mas que a curto e médio prazo sofrerão os maiores impactos dos eventos climáticos.

5
A América Latina tem um grande potencial de mitigação nas reduções de emissões associadas à atividade pecuária, principalmente gado, tanto pelas emissões diretas de metano quanto pela interrupção do avanço do desmatamento para a criação de terras para pastagem.

6
As soluções baseadas na natureza favorecem a adaptação, a mitigação e têm outros co-benefícios. Em particular, no setor agropecuário, destaca-se a agrossilvicultura, que proporciona cobertura natural e tem o potencial de aumentar a produtividade.

7
A precificação do carbono é o mecanismo mais eficiente para reduzir as emissões de GEE. Sua implementação deve ser acompanhada da eliminação dos subsídios aos hidrocarbonetos e de uma política redistributiva para compensar seu impacto regressivo.

8
A região tem um enorme potencial para a geração de energia elétrica a partir de fontes de energia renováveis. Os investimentos nessas tecnologias e nas redes de transmissão e distribuição, juntamente com a geração descentralizada a partir de painéis solares, permitiriam a autonomia energética e a diminuição da variabilidade dos preços da energia.

9
Para mitigar as emissões do setor de transporte (11% do total), a região deve concentrar seus esforços de curto prazo em políticas que favoreçam a adoção de melhorias técnicas nos motores de combustão interna, o uso do transporte público (de preferência elétrico) e a adoção de alternativas aos veículos particulares. A migração para uma frota de veículos totalmente elétricos deve ser um objetivo de médio-longo prazo, dado o alto custo que implicaria no curto prazo.

10
A indústria gera 16% das emissões da região e tem opções limitadas de mitigação devido às tecnologias existentes. Nesse setor, os principais emissores são a gestão de resíduos, o subsetor químico e a produção de metais e cimento. Em alguns setores industriais, o hidrogênio baseado em fontes livres de carbono pode substituir os combustíveis fósseis, mas isso exige a superação dos desafios associados ao desenvolvimento dessa nova tecnologia.

11
A mineração pode desempenhar um papel fundamental na transição energética global, fornecendo minerais críticos como o lítio e o cobre, mas deve concentrar seus esforços na minimização dos impactos ambientais.

12
O setor do turismo, de grande relevância para a geração de recursos e empregos em muitos países da região, especialmente nas economias do Caribe, está ameaçado pelos eventos climáticos, pela deterioração dos ecossistemas costeiros e marinhos e pela perda de biodiversidade. Algumas políticas de adaptação para o setor são a gestão das costas e dos recursos hídricos, bem como as regulamentações que favorecem o turismo sustentável.

Atividades econômicas: sustentabilidade na produção e no consumo[1]

Introdução

Os impactos das mudanças climáticas são de longo alcance e afetam todos os setores econômicos. Na América Latina e no Caribe (ALC), as economias são altamente dependentes dos recursos naturais, sendo a agricultura e o turismo especialmente vulneráveis aos efeitos da variabilidade climática. À medida que as temperaturas aumentam e os padrões climáticos se tornam mais extremos e imprevisíveis, esses setores enfrentam desafios cada vez maiores para evitar quedas de produtividade, aumentos dos custos e, enfim, perda de competitividade. Por sua vez, os efeitos das mudanças climáticas na infraestrutura, devido ao aumento da frequência e intensidade de fenômenos meteorológicos extremos e à subida do nível do mar, também colocam desafios econômicos significativos em todos os setores.

A magnitude desses desafios se reflete, pelo menos em parte, no índice de vulnerabilidade às mudanças climáticas para a região elaborado pelo CAF (2014). Esse índice é composto pelo risco de exposição às mudanças climáticas e a eventos extremos, pela sensibilidade humana a essa exposição e pela capacidade de um país de se adaptar ou tirar proveito das possíveis mudanças climáticas. Esse indicador revela a grande heterogeneidade dos impactos das mudanças climáticas na região e destaca o alto risco a que estão expostos os países da Mesoamérica e do Caribe, bem como os do norte e centro da América do Sul.

Para além dos efeitos desiguais das mudanças climáticas nos países e setores, um desafio central para toda a região, que afeta todas as atividades econômicas, é a transição energética. Isso se refere a uma mudança no sistema energético global que põe fim à atual dependência de fontes de energia poluentes, como os combustíveis fósseis, e privilegia fontes renováveis e mais limpas, como a hidrelétrica, a solar, a eólica, a geotérmica e a biomassa.

1 Este capítulo foi elaborado por Juan Odriozola e Manuel Toledo, com a assistência de pesquisa de Agustín Staudt.

A América Latina e o Caribe é uma das principais fontes de gases de efeito estufa (GEE) provenientes da atividade agropecuária e do uso da terra, portanto, há oportunidades de mitigação nesse setor, especialmente em relação às práticas agropecuárias, responsáveis não apenas pelas altas emissões de GEE, especialmente de metano, mas também pela maior parte do desmatamento.

Este capítulo caracteriza as emissões de GEE no nível dos principais setores econômicos e discute sua importância para as economias da região. Além disso, analisa os impactos específicos das mudanças climáticas em cada setor e as respectivas estratégias para se adaptar e mitigar as emissões de GEE em linha com a meta de crescimento econômico sustentável. O capítulo enfatiza os setores agropecuário e energético por serem os principais em termos de emissões de GEE e aqueles com as maiores oportunidades e avanços tecnológicos em políticas de mitigação e adaptação. O capítulo procura destacar os desafios e as oportunidades específicos da região.

Emissões e impacto ambiental dos setores

Esta seção descreve as tendências nas emissões de GEE dos setores econômicos da região. Ela também analisa as várias forças motrizes por trás dessas tendências, bem como os desafios enfrentados por cada setor diante dos efeitos esperados das mudanças climáticas.

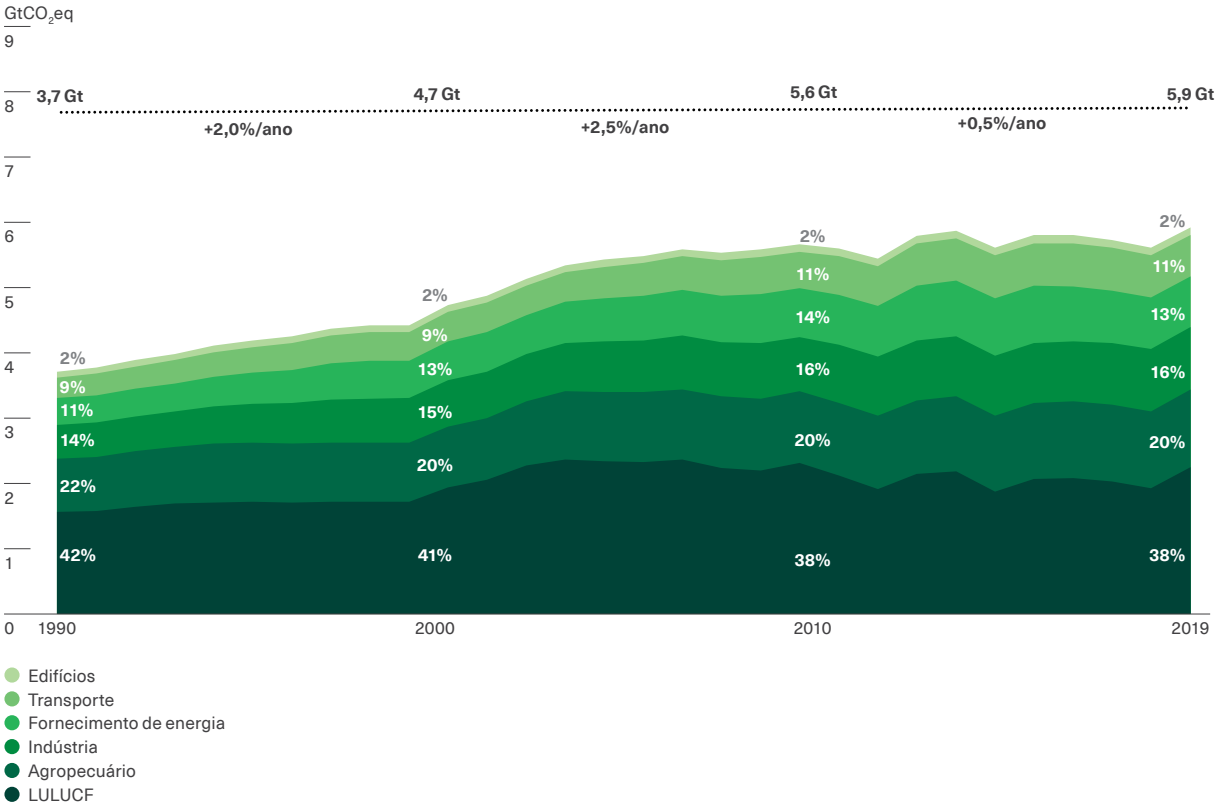
Para esta análise é conveniente dividir a economia nos seguintes grandes setores: fornecimento de energia; indústria; transporte; edifícios; e agropecuário, silvicultura e outros usos da terra (ASOUT). Este último, por sua vez, pode ser subdividido em setor agropecuário, por um lado, e uso da terra, mudanças no uso da terra e silvicultura (LULUCF por sua sigla em inglês), por outro. A importância relativa desses setores como emissores de GEE manteve-se estável desde 1990, como mostra o gráfico 2.1. A atividade ASOUT como um todo contribui para a maioria das emissões de GEE da região, especificamente 58%, em contraste com 22% globalmente, de acordo com dados de 2019. Separadamente, os setores agropecuário e de LULUCF representam, respectivamente, 20% e 38% das emissões regionais, o que contrasta com 11% de cada um deles globalmente.

O restante dos setores desempenha um papel menos importante em comparação com o que é observado globalmente . Em particular, o setor de fornecimento de energia, o maior emissor do mundo, com 34% dos GEE, representa apenas 13% das emissões na América Latina e no Caribe. Isso implica que a região contribui com 26% das emissões globais de ASOUT, mas apenas 4% das emissões do setor de fornecimento de energia, 6% da indústria, 7% do transporte e 3% das produzidas pelos edifícios, o que se traduz em 10 % do total de emissões globais.

ASOUT representa 58% das emissões de GEE da América Latina e Caribe, enquanto as emissões do setor energético representam 13%. Globalmente, esses setores representam respectivamente 22% e 34% das emissões

Este panorama regional esconde uma importante heterogeneidade entre os países. O gráfico 2.2 mostra a porcentagem de emissões de GEE de cada setor para um grupo de países e sub-regiões em 2019. Ela mostra o papel essencial desempenhado pelo LULUCF na América do Sul, contribuindo com 35% das emissões da sub-região (vide o capítulo 1). Na América Central e no México, esse setor explica 26% e 12% das emissões, respectivamente. Em contraste, no Caribe, o LULUCF não contribui com emissões de CO_2 e, na verdade, serve como sumidouro de carbono.

Gráfico 2.1
Emissões de GEE por setor na América Latina e no Caribe no período 1990-2019



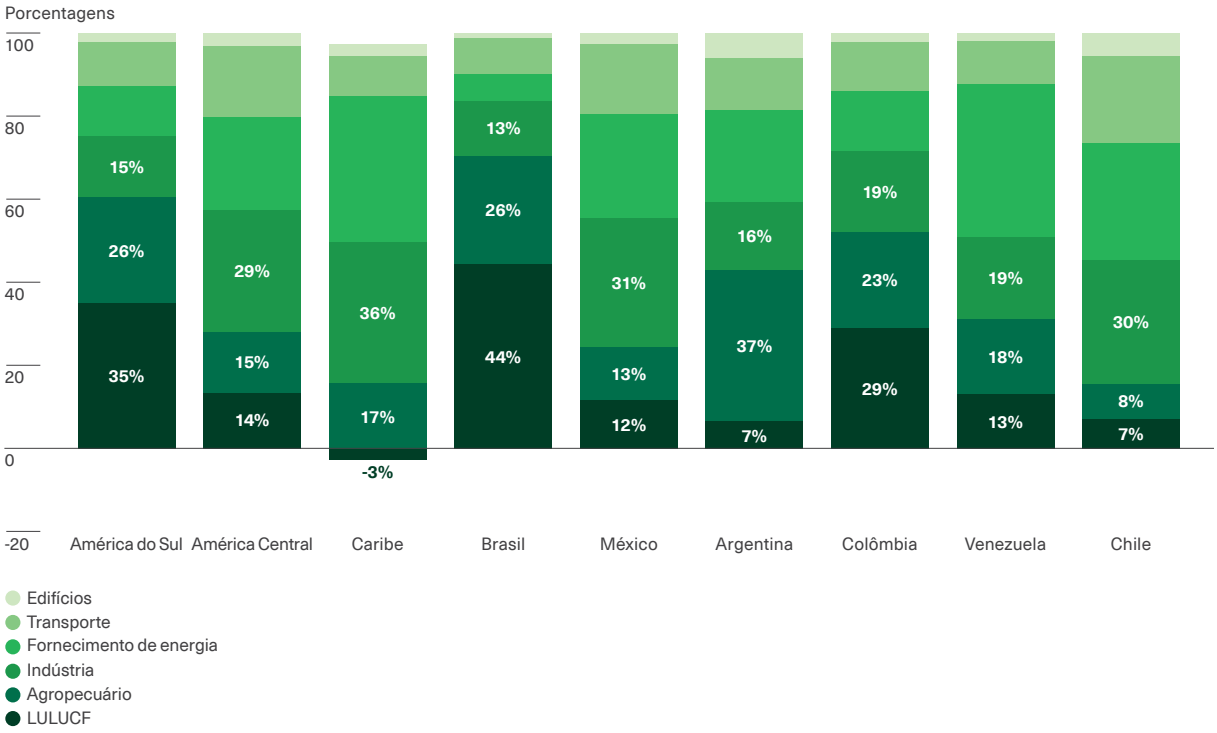
Nota: O gráfico mostra a evolução das emissões de GEE em $GtCO_2eq$ desagregada de acordo com os seguintes setores: agropecuário, LULUCF, edifícios, sistemas de energia, transporte e indústria. Além disso, o gráfico informa o volume total de emissões e a participação setorial para os anos de 1990, 2000, 2010 e 2019, bem como a variação média interanual de cada década. Os países da ALC considerados são aqueles que estão na classificação do IPCC no Sexto Relatório de Avaliação do Grupo de Trabalho III, capítulo dois (Dhakal et. al., 2022).

Fonte: Elaboração própria com dados de Minx et. al. (2021).

Além disso, a relevância da atividade agropecuária nas emissões de GEE regionalmente é explicada em grande parte pela importância dessa atividade na América do Sul, onde 26% das emissões provêm desse setor. Os três países que mais emitem GEE na sub-região são Argentina, Brasil e Colômbia, que juntos respondem por 70% de todas as emissões do setor agropecuário na América Latina e no Caribe. Destacam-se também o Uruguai e o Paraguai, onde respectivamente 60% e 31% das emissões provêm do setor agropecuário. Na América Central, esta atividade contribui com 23% das emissões, enquanto no México e no Caribe ela é responsável por 13% e 16%, respectivamente.

Outra grande diferença entre os países é observada na importância do setor de fornecimento de energia. Na América do Sul e Central, este setor é responsável por 12% e 10% das emissões de GEE, respectivamente, graças a uma matriz elétrica relativamente limpa, conforme explicado abaixo. Pelo contrário, no México e no Caribe, onde a geração de eletricidade a partir de fontes renováveis é muito menor, esse setor contribui com 25% e 37% das emissões.

Gráfico 2.2
Emissões de GEE por setor na América Latina e no Caribe em 2019



Nota: O gráfico informa a participação setorial do total de emissões de GEE para as sub-regiões da ALC e os seis principais países emissores da região ordenados por emissões totais. A lista de países incluídos em cada sub-região pode ser consultada no apêndice do capítulo disponível on-line.

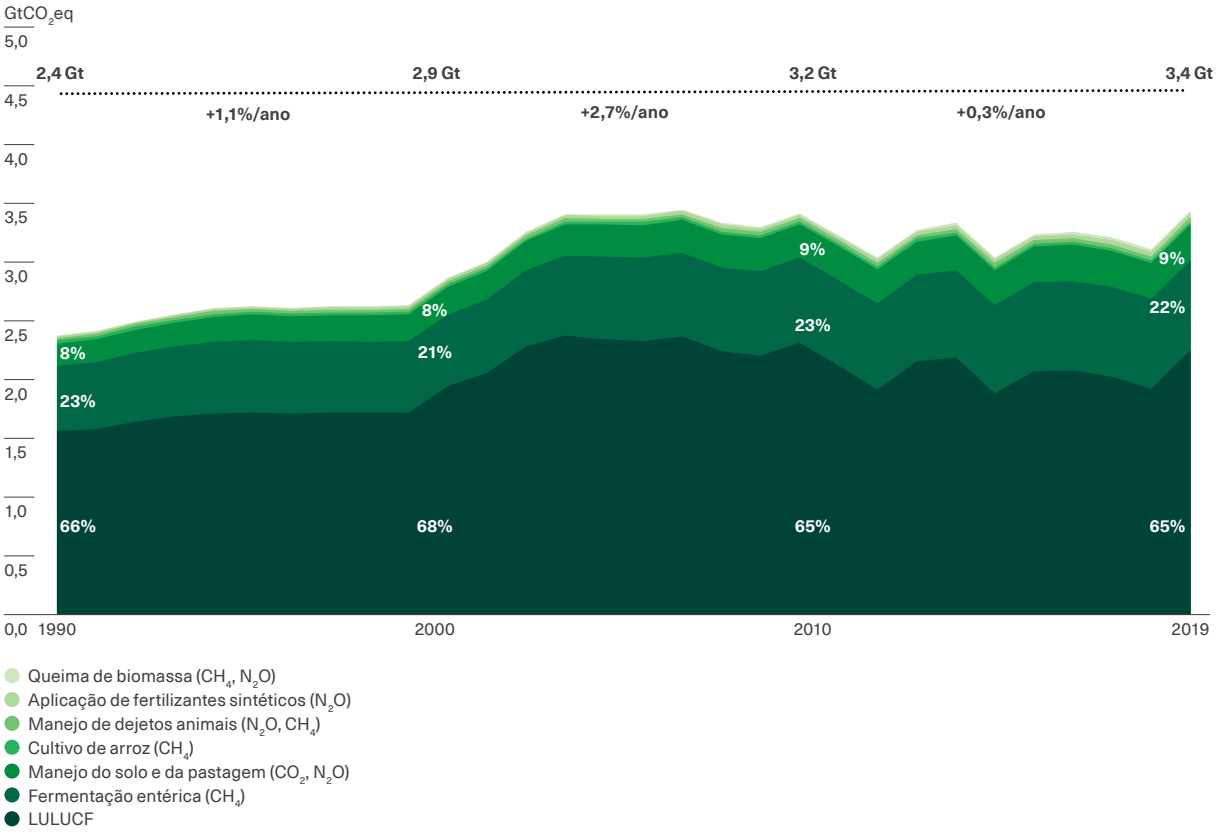
Fonte: Elaboração própria com dados de Minx et. al. (2021) e Friedlingstein, O'Sullivan et. al. (2022).

Agricultura, silvicultura e outros usos da terra

Emissões

Conforme mencionado acima, a maioria das emissões de GEE na região vem do setor ASOUT. Nesse setor, o LULUCF é responsável por cerca de dois terços das emissões, uma proporção que se manteve estável nas últimas três décadas (vide o gráfico 2.3). O terço restante são emissões do setor agropecuário, o que contrasta com o observado globalmente, onde o LULUCF e a atividade agropecuária são responsáveis, cada um, por cerca de metade das emissões do setor ASOUT.

Gráfico 2.3
Emissões de GEE do setor ASOUT na América Latina e no Caribe no período 1990-2019



Nota: O gráfico informa o volume total de emissões e a participação setorial para os anos de 1990, 2000, 2010 e 2019, bem como a variação interanual média de cada década. Os países da ALC considerados são aqueles que estão na classificação do IPCC no Sexto Relatório de Avaliação do Grupo de Trabalho III, capítulo dois (Dhakal et. al., 2022).

Fonte: Elaboração própria com dados de Minx et. al. (2021).

Essa alta proporção de emissões LULUCF se deve ao desmatamento e à expansão da fronteira agrícola na região. A América Latina e Caribe experimentou uma diminuição de sua área florestal de quase 14% no período 1990-2020, de acordo com dados do Banco Mundial (2022a), enquanto a área de cultivo aumentou 36% no período 1990-2017, de acordo com dados de uso da terra de Gauthier et. al. (2021). Além disso, os dados do período 2000-2010 revelam que mais de 90% do desmatamento regional é explicado pela atividade agropecuária (Hosonuma et. al., 2012).

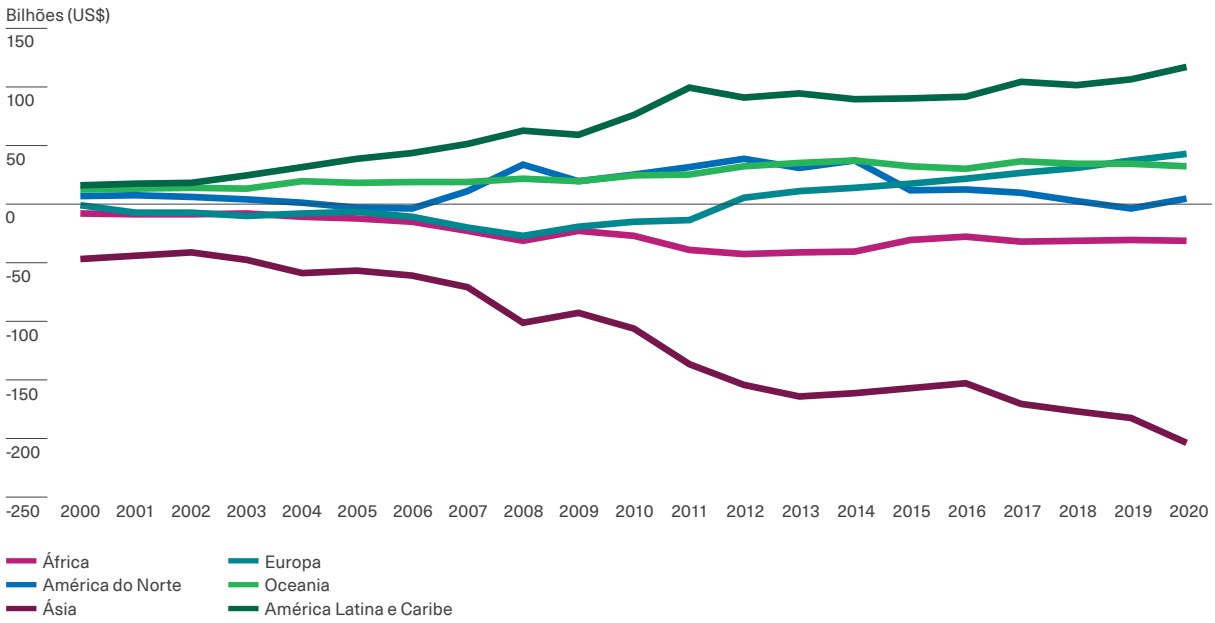
Na América do Sul , em particular, a FAO (2022a) constata que a pastagem de gado foi a principal causa do desmatamento entre 2000 e 2018. A agricultura, por sua vez, também desempenhou um papel importante. Durante as primeiras duas décadas deste século, a área florestal caiu 5%, enquanto a área de cultivo cresceu 45%, sendo ambas as taxas de variação as mais altas entre as grandes regiões do mundo (Potapov et. al., 2022). Dados de satélite mostram que as perdas florestais se concentraram ao longo da fronteira agrícola que circunda as florestas amazônicas ainda intactas. De fato, 17% das áreas de expansão de terras de cultivo coincidiram com áreas de perda florestal, sendo a

região com a maior proporção de tal coincidência espacial[2] no mundo. Os principais focos de desmatamento causado pela expansão das terras de cultivo foram as florestas úmidas do Cerrado e da Amazônia no Brasil, as florestas do Chaco na Argentina e as florestas do Chiquitano na Bolívia (vide o capítulo 3).

Esse fenômeno de desmatamento e expansão da fronteira agrícola está intimamente ligado à crescente importância da região como fornecedora de alimentos para o restante do mundo. Como mostra o gráfico 2.4, a América Latina e o Caribe se destaca por seu alto superávit comercial de alimentos nos últimos anos, significativamente superior ao de qualquer outra região do mundo. Isso se reflete na área de terras agrícolas da região, que representa 14% do total mundial, bem como na alta participação das exportações agrícolas no total de exportações da região. Em 2020, 27% das exportações foram de produtos agrícolas, três vezes mais do que o observado no restante do mundo. Assim, a região contribui com 14,2% das exportações agrícolas mundiais, o que contrasta com sua menor participação nas exportações totais (5,4%) e no PIB mundial (cerca de 6%). Isso contribui para que o setor agrícola tenha um peso relativamente elevado na economia da região. Como mostra o gráfico 2.5, o valor agregado agropecuário representa 5,2% do PIB regional, enquanto no restante do mundo é 4,4%. Contudo, observa-se uma grande heterogeneidade entre os países nesse aspecto.

A expansão da fronteira agrária e o desmatamento estão intimamente ligados à importância da região como fornecedora de alimentos para o resto do mundo

Gráfico 2.4
Exportações líquidas de alimentos por região no período 2000-2020

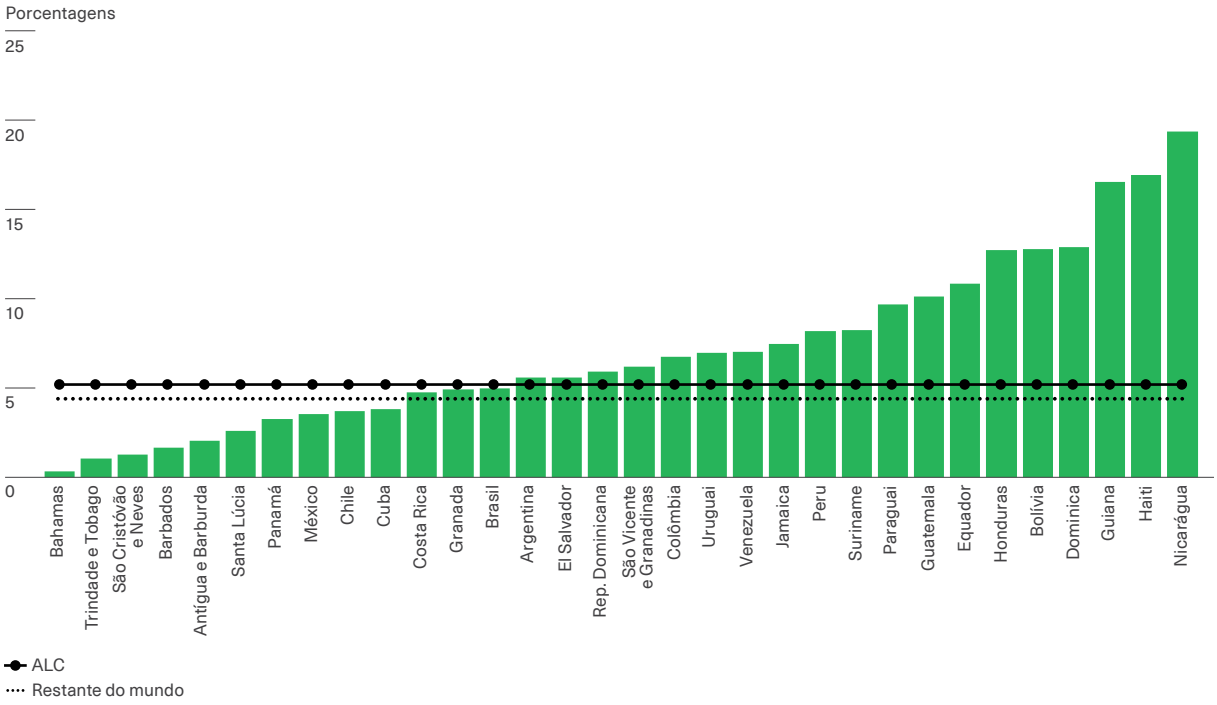


Nota: O gráfico informa as exportações líquidas de alimentos (exportações menos importações), excluindo peixes, em bilhões de dólares americanos para o período 2000-2020. Os valores estão desagregados por região.

Fonte: Elaboração própria com dados da FAO (2022b).

2 Como referência, globalmente, a localização de 8% da área de expansão de terras de cultivo coincide com a de perda florestal.

Gráfico 2.5
Valor agregado agropecuário na América Latina e no Caribe em 2020



Nota: O gráfico mostra o valor agregado da agricultura, pecuária, silvicultura e pesca como porcentagem do PIB em US$ (a preços de 2015) para os países da ALC com informações disponíveis.

Fonte: Elaboração própria com base em dados da FAO (2022c).

Outro aspecto que merece destaque no setor agropecuário da região é a maior relevância que a pecuária tem na região em relação ao restante do mundo. Tomando como referência o valor bruto da produção em 2021, a atividade pecuária na América Latina e no Caribe representou 39% de todo o setor agropecuário, enquanto no restante do mundo representou 30%[3]. Isso se reflete no perfil de emissões de GEE do setor, a maioria da quais provém da pecuária, em particular, da fermentação entérica dos animais, fenômeno que ocorre durante o processo digestivo dos ruminantes, que representa 64% das emissões de GEE do setor agropecuário, em contraste com 46% globalmente. O manejo dos solos e das pastagens, por sua vez, contribui com 26% das emissões do setor. Por fim, a aplicação de fertilizantes sintéticos (3,4%), o manejo dos detritos animais (2,8%), o cultivo de arroz (1,9%) e a queima de biomassa (1,6%) contribuem com o restante.

Quanto à composição das emissões por tipo de gás da atividade agropecuária, 69% são metano, proveniente principalmente da fermentação entérica. O óxido nitroso representa 28% das emissões do setor, sendo a grande maioria proveniente do manejo de solos e pastagens. Por fim, o CO_2 representa menos de 3% das emissões.

3 Essas porcentagens foram calculadas especificamente a partir do valor bruto da produção em dólares americanos de ambas as atividades disponíveis na FAO (2022d).

Conforme mencionado no capítulo 1, o metano tem uma maior capacidade de absorver o calor do que o CO_2. Isso o torna um gás significativamente mais prejudicial para a atmosfera e o meio ambiente. No entanto, dada sua curta permanência na atmosfera, de cerca de 10 anos, reduções rápidas nas emissões de metano podem ter efeitos significativos em um tempo relativamente curto. Outra característica relevante do metano é ser um dos principais precursores do ozônio troposférico. Além de ser muito prejudicial à saúde humana, tem efeitos adversos na vegetação e na sua capacidade de desenvolvimento, reduzindo o crescimento das florestas, a biodiversidade e a produtividade das culturas. Isso, por sua vez, impacta negativamente a capacidade de absorção de CO_2 da biomassa florestal, contribuindo assim para o aquecimento global.

O óxido nitroso, que tem um tempo de permanência na atmosfera de mais de 100 anos, é um gás significativamente mais potente que o CO_2, com maior capacidade de reter o calor na atmosfera[4]. Devido à longa vida do óxido nitroso na atmosfera, o controle das emissões globais desse gás não terá um impacto imediato na sua concentração atmosférica. De fato, será necessário mais de um século para alcançar uma estabilização completa (IPCC, 2021a). Outro aspecto importante é que o óxido nitroso é uma das principais causas da destruição da camada de ozônio estratosférico, que filtra a radiação ultravioleta prejudicial do sol. A redução dessa camada protetora também tem efeitos adversos tanto na saúde humana quanto na vegetação e na sua capacidade de absorver carbono da atmosfera, o que também contribui para o aquecimento global e reduz a produtividade agrícola.

As emissões de óxido nitroso, diferentemente dos outros gases, estão altamente concentradas na agricultura. Ela é responsável por quase três quartos das emissões desse gás na América Latina e no Caribe. Essa alta concentração em uma atividade permite que as medidas de mitigação sejam mais direcionadas e potencialmente eficazes. Por exemplo, medidas que melhorem a gestão dos solos e incentivem o uso mais eficiente de fertilizantes nitrogenados podem ter um impacto significativo nas emissões desse gás[5].

Necessidades de adaptação às mudanças climáticas

Muitos estudos analisaram os efeitos das mudanças climáticas na atividade agropecuária. Alguns dos principais fatores neles destacados são mudanças nos padrões de chuva, aumentos significativos das temperaturas extremas, maior incidência de pragas e doenças nas culturas e aumento do risco de secas e outros eventos climáticos extremos [6].

As mudanças climáticas afetam a atividade agropecuária através das mudanças nos padrões de chuva, do aumento de temperaturas extremas, da maior incidência de pragas, do aumento do risco de secas e de outros eventos climáticos extremos

No caso da América Latina e do Caribe, esses efeitos são heterogêneos entre as sub-regiões e os países. A localização geográfica é especialmente relevante dada a extensão territorial da região. Nas latitudes tropicais e subtropicais, o aumento das temperaturas afeta negativamente a produção porque os limites de tolerância ao calor de algumas culturas podem ser excedidos[7]. Pelo contrário, em latitudes

4 O IPCC (2021a) informa que a duração média do óxido nitroso na atmosfera é de 116 anos. Se o efeito negativo da concentração de óxido nitroso em sua própria vida atmosférica for levado em conta, sua duração efetiva será de 109 anos. Esse relatório também indica que o óxido nitroso tem um potencial de aquecimento global 273 vezes maior do que o CO_2 em um período de 100 anos.

5 No entanto, o IPCC (2022a) indica que, nos diferentes cenários de mitigação, as reduções de emissões de metano e óxido nitroso do setor ASOUT são modestas.

6 Alguns desses estudos são os de Nelson et. al. (2009), Campbell (2022), Outwaite et. al. (2022), Skendzic et. al. (2021), Raza et. al. (2019). O capítulo 1 deste relatório também discute esses fenômenos como consequência das mudanças climáticas.

7 No caso da América Central, por exemplo, espera-se que o aumento das temperaturas provoque uma redução na produção de café, milho, arroz e feijão, bem como na área adequada para seu cultivo.

temperadas, as temperaturas mais altas e a extensão da estação de cultivo tendem a expandir a área com potencial de produção. Em geral, são esperados impactos negativos nas áreas tropicais e subtropicais e impactos leves ou até mesmo positivos nas áreas temperadas[8].

Na América Central, o setor agrícola é particularmente vulnerável à diminuição da precipitação porque cerca de 90% da produção depende da água da chuva para a irrigação das culturas. Nesses países, a produção agrícola opera em um calendário bimodal marcado por dois períodos de chuva e um período seco por ano. A diminuição da precipitação está ocorrendo durante o segundo período de chuva, que coincide com o fim do verão, comprometendo a possibilidade de uma segunda colheita antes da chegada do período seco. Essa vulnerabilidade é especialmente premente no chamado corredor seco centro-americano, que é a faixa de território que atravessa a Costa Rica, Nicarágua, Honduras, El Salvador e Guatemala. Essa área também é altamente vulnerável a eventos climáticos extremos, com longos períodos de seca e períodos de chuvas intensas que afetam fortemente a produção agrária[9].

A produção agroalimentar nos países do Caribe enfrenta desafios semelhantes aos da América Central. Além dos problemas de escassez de água para a produção agrícola, essa sub-região está muito exposta a inundações e outros eventos climáticos extremos.

Essa vulnerabilidade às mudanças climáticas já se manifestou em perdas significativas de produção agrícola no México, na América Central e no Caribe (Lachaud et. al., 2017). No futuro, espera-se que a situação piore devido à queda no rendimento das culturas e na produtividade do trabalho agrícola, causada pelo estresse térmico que sofrem os trabalhadores do setor durante os períodos de altas temperaturas. Por exemplo, até 2050, a queda na produção agrícola seria de 20% em Belize, 11% na Nicarágua, 7% no Panamá e em El Salvador e 5% no México (Banerjee, Cicowiez, Rios, e De Lima, 2021)[10].

Os efeitos das mudanças climáticas na atividade agropecuária implicam em maiores riscos para a segurança alimentar tanto na região ALC quanto no restante do mundo

Em um estudo recente, Prager et. al. (2020) avaliam os efeitos das mudanças climáticas na agricultura em 15 países da América Latina e do Caribe. Eles levam em conta não só a resposta biofísica das culturas, mas também as respostas econômicas dos produtores para se adaptarem às perdas de rendimento e aptidão agroecológica das culturas e às mudanças nas condições dos mercados internacionais[11]. Seus resultados indicam que a região andina, o México e a América Central sofrerão os maiores impactos negativos, enquanto os países do Cone Sul poderão aumentar sua produção. No entanto, se os aumentos de temperaturas forem mais pronunciados, os impactos negativos poderão ser mais generalizados.

Essas estimativas implicam em maiores riscos para a segurança alimentar não apenas da região, mas também de outras regiões do mundo, especialmente a Ásia e a África que, como mostra o gráfico 2.4, têm déficits significativos no comércio de alimentos (vide o quadro 2.1). O aumento da insegurança alimentar, juntamente com o deslocamento de culturas devido às mudanças climáticas e ao aumento da demanda de alimentos, pode gerar pressões adicionais sobre as florestas e um maior desmatamento, o que teria efeitos negativos não apenas sobre as emissões de GEE e a biodiversidade, mas também sobre a própria produtividade agrícola, já que os retornos da conversão de florestas em terras agrícolas são geralmente baixos devido à rápida perda de fertilidade desses solos.

8 Vide Cristini (2023), estudo elaborado especialmente para este relatório.

9 Vide Molina-Millán (2023), estudo elaborado especialmente para este relatório.

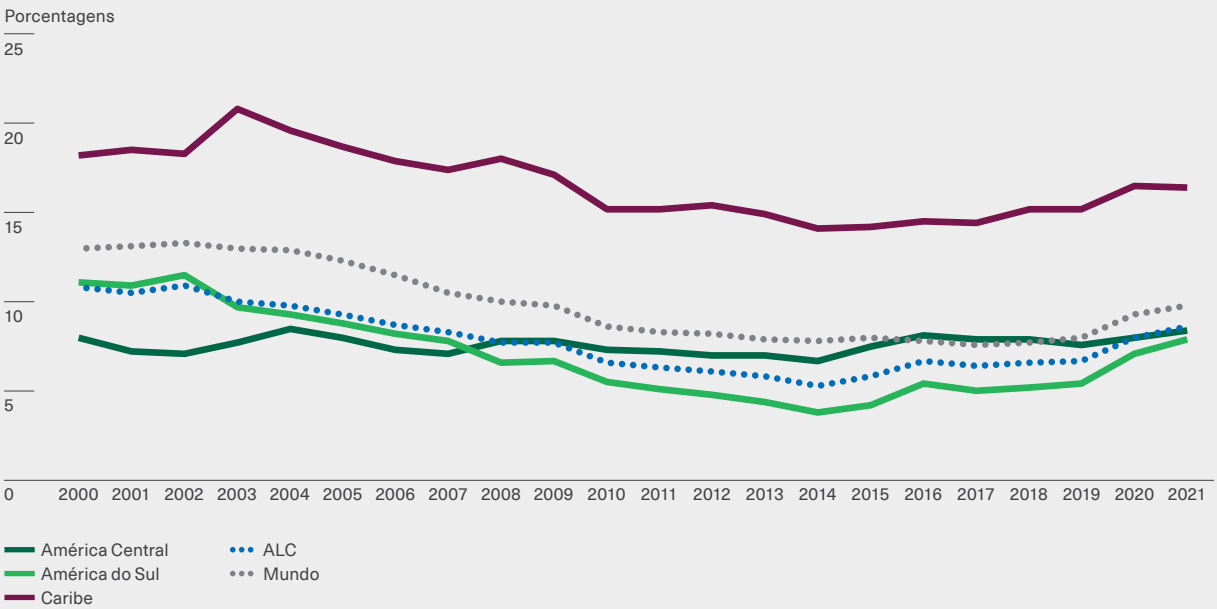
10 Deve-se notar que essas estimativas não levam em consideração possíveis medidas de adaptação e mitigação das mudanças climáticas que os governos e os produtores poderiam implementar ou avanços tecnológicos para neutralizar seus efeitos.

11 Uma consequência da crescente vulnerabilidade das culturas às mudanças climáticas é o aumento da migração ilegal. Danza e Lee (2022) constatam que nas regiões rurais do México, os choques de precipitação e temperatura na estação úmida diminuem a área total colhida e a produção de milho, levando ao aumento da migração para os Estados Unidos. Adicionalmente, eles documentam que essa migração é quase totalmente explicada por migrantes ilegais.

Quadro 2.1
Segurança alimentar

As últimas estimativas das Nações Unidas indicam que cerca de 10% da população mundial e 9% da população da América Latina e do Caribe passam fome (FAO, 2021, 2020), o ponto mais alto atingido nos últimos 15 anos (Nações Unidas, 2015). Isso foi exacerbado pelos efeitos da pandemia da COVID-19. O gráfico 1 mostra a prevalência da desnutrição globalmente e na América Latina e no Caribe. Pode-se observar que nessa região há uma tendência ligeiramente crescente de desnutrição, que começou em 2014, com os países do Caribe apresentando os níveis mais altos. E, conforme mencionado no capítulo 1, os países do Caribe também estão entre os que correm maior risco de exposição aos efeitos das mudanças climáticas.

Gráfico 1
Prevalência da desnutrição por sub-regiões da América Latina e do Caribe no período 2000-2021



Nota: O gráfico mostra a porcentagem da população com problemas de desnutrição no período 2000-2021 para o mundo, a ALC e suas sub-regiões. A lista de países incluídos em cada sub-região pode ser consultada no apêndice do capítulo disponível on-line.

Fonte: Elaboração própria com base na FAO (2022e).

A agricultura familiar (AF) é a principal fonte de sustento da população e de geração de empregos na Mesoamérica e no Caribe. O tabela 1 mostra a importância desse tipo de agricultura para a maioria dos países da América Central[a] e destaca o peso que tem na produção de alimentos e empregos. De acordo com estimativas de Leporati et. al. (2014), 81% do total de explorações da região são familiares.

Os grãos básicos ocupam grande parte da área agrícola da região. Embora sua contribuição para o valor agregado agropecuário seja inferior a 10%, sua produção é fundamental para a alimentação de grande parte da população da região, incluindo o autoconsumo dos pequenos produtores. Esses produtores e suas famílias estão sob grande ameaça dos efeitos que as mudanças climáticas podem ter sobre suas culturas, e devem ser considerados nas políticas públicas como um setor-chave quando se trata de financiar políticas de adaptação.

Tabela 1
Contribuição da agricultura familiar na produção agropecuária em 2013

	Costa Rica	El Salvador	Guatemala	Honduras	Nicarágua	Panamá
Proporção da produção de alimentos gerados pela AF						
Arroz	22%	84%	73%	78%	21%	16%
Feijão	75%	42%	13%	14%	2%	52%
Milho	97%	44%	30%	40%	23%	81%
Frutas	10%	32%	3%	12%	8%	6%
Vegetais	9%	64%	3%	8%	66%	9%
Carne	2%	9%	21%	10%	2%	6%
Proporção do emprego setorial proveniente da AF						
Emprego	36%	51%	63%	76%	65%	70%

Nota: A tabela informa a participação das principais culturas na agricultura familiar na América Central.
Fonte: Molina-Millán (2023).

a. Não há dados ou estimativas para Belize ou países do Caribe.

Um aspecto que merece atenção especial é a estrutura produtiva do setor agropecuário na América Latina e no Caribe, muito relevante na avaliação do impacto das mudanças climáticas na atividade e na segurança alimentar. Uma primeira característica fundamental é que as explorações agropecuárias tendem a ser pequenas, ocupando uma grande parte das terras de cultivo. Conforme pode ser observado no tabela 2.1, para os países da região com dados relativamente recentes disponíveis, em média, 46% da área de cultivo é composta por explorações de menos de 2 hectares (ha) e 75% são explorações de menos de 10 ha. Essas pequenas explorações tendem a ser de agricultura familiar e de subsistência e concentram uma grande parte do emprego setorial, que em muitos países constitui uma alta porcentagem do emprego total. Além disso, esses tipos de explorações geralmente utilizam sistemas de produção tradicionais e enfrentam severas limitações no acesso à água e a terras produtivas, ao financiamento e a mercados que lhes permitam se inserir nas cadeias produtivas agroindustriais, o que resulta em baixa produtividade.

Tabela 2.1
Características relevantes do setor agropecuário da América Latina e do Caribe

	Emprego na agricultura/total (%)	Área de cultivo de sequeiro (%)	Área de cultivo com exploração de <2 ha (%)	Área de cultivo com exploração de <10 ha (%) *
Argentina	0,1	86,7		
Bahamas	2,2			
Barbados	2,7	88,3		
Belize	16,8	96,5		
Bolívia	30,5	86,0	40,3	72,7
Brasil	9,1	90,8	25,2	53,1
Chile	9,0	99,1	20,6	60,3
Colômbia	15,8	68,4	28,2	81,1
Costa Rica	12,0	88,8	30,3	67,6
Cuba	17,4	98,3		
Equador	29,7	50,4		
El Salvador	16,3	98,0	69,2	94,1
Guatemala	31,3	78,3		
Guiana	15,4	46,9		
Haiti	29,0	95,2	85,1	99,8
Honduras	29,5	95,7		
Jamaica	15,2	88,0	83,5	99,1
México	12,5	73,3	44,2	75,6
Nicarágua	30,6	91,6	34,6	64,2
Panamá	14,4	99,3	59,5	81,5
Paraguai	18,7	96,5	14,4	63,6
Peru	27,4	57,7	57,9	89,4
República Dominicana	8,8	82,2		
São Vicente e Granadinas	10,1	100,0		
Santa Lúcia	10,0	100,0	83,1	99,2
Suriname	8,1	42,7	69,9	94,5
Trindade e Tobago	3,0	100,0		
Uruguai	8,4	97,6	2,2	16,2
Venezuela	7,9	49,5	31,4	63,9
América Latina e Caribe	15,2	83,8	45,9	75,1

Nota: A tabela mostra quatro indicadores que resumem características relevantes do setor analisado: porcentagem do emprego sobre o total em 2019 (primeira coluna); porcentagem da área de cultivo de sequeiro em 2017 (segunda coluna); porcentagem da área de cultivo com explorações com menos de 2 ha (terceira coluna); e porcentagem da área de cultivo com explorações com menos de 10 ha (quarta coluna). * Dados baseados em censos agropecuários realizados em diferentes anos, desde 2006 no Brasil até 2014 na Colômbia e na Costa Rica.

Fonte: Elaboração própria com dados do Banco Mundial (2022b), FAO (2022f) e Gauthier et. al. (2021).



Além disso, uma porcentagem muito elevada das culturas na região é de sequeiro. O tabela 2.1 mostra claramente o grande peso da agricultura de sequeiro na grande maioria dos países da região. Em média, 84% das áreas de cultivo dependem exclusivamente da água de chuva. Dados os efeitos esperados das mudanças climáticas sobre a precipitação, com períodos de seca mais longos e chuvas mais intensas em muitos lugares, a dependência das chuvas pode se tornar um problema sério para os produtores agropecuários, especialmente para as pequenas explorações, colocando em risco a segurança alimentar dos pequenos produtores e, especialmente, daqueles voltados para o autoconsumo.

Esse cenário apresenta vários desafios para o setor. O primeiro é como lidar com a queda da produtividade agrícola em decorrência das mudanças climáticas. O segundo é como lidar com o aumento esperado da demanda de produtos agropecuários e, ao mesmo tempo, reduzir ou mitigar as emissões de GEE do setor ASOUT. Isso revela a necessidade de elaborar um conjunto de medidas que impulsionem a produtividade agropecuária e, ao mesmo tempo, interrompam ou pelo menos desacelerem a expansão da fronteira agrícola, de modo a reduzir a alta taxa de desmatamento na região ou até mesmo incentivar o reflorestamento em determinadas terras, como aquelas que pertenciam a áreas florestais. Esses desafios são abordados na seção “Adaptação e mitigação no setor agropecuário”.

Para mitigar as emissões, o setor agropecuário precisa de medidas que impulsionem a produtividade e, ao mesmo tempo, interrompam ou desacelerem a expansão da fronteira agrícola

Fornecimento de energia

Emissões

O setor de fornecimento de energia compreende todos os processos de extração, conversão, armazenamento, transmissão e distribuição de energia usada pelos setores de uso final, como indústria, transporte, agricultura e famílias. Isso inclui a exploração de hidrocarbonetos e carvão, o refino de petróleo e a geração de eletricidade e aquecimento[12]. Assim, as emissões de GEE desse setor correspondem apenas às geradas por essas atividades e não refletem as causadas pelo consumo de energia.

Esse setor é responsável por 13% das emissões na América Latina e no Caribe, uma contribuição muito abaixo dos 34% globais. Isso se deve, em parte, ao peso significativo do setor ASOUT na região. No entanto, mesmo que esse último seja excluído, o setor de fornecimento de energia ainda tem um peso menor nas emissões da região do que globalmente (31% contra 44%). Isso é explicado pelo menor consumo de energia per capita na América Latina e no Caribe — associado aos seus níveis mais baixos de renda per capita — e porque sua matriz elétrica é relativamente limpa, conforme mostrado abaixo.

É útil começar esta seção caracterizando o consumo energético da região porque, em grande medida, ele determina o fornecimento de energia. No período 1990-2019, o consumo final de energia aumentou 74%, impulsionado pelo crescimento das economias da região. O gráfico 2.6 mostra a estreita relação entre o consumo de energia e o PIB, que se traduz em uma alta correlação de 0,87 entre suas taxas de crescimento anual.

12 Doravante, a eletricidade e o aquecimento serão referidos simplesmente como eletricidade.

Gráfico 2.6
Consumo final de energia e PIB na América Latina e no Caribe no período 1991-2019



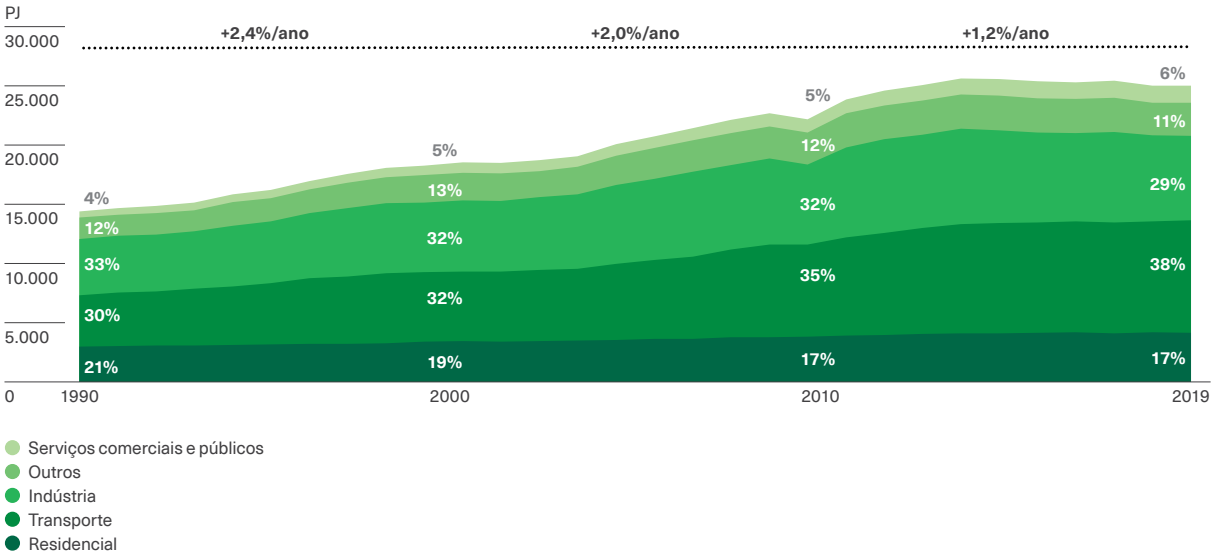
Nota: O gráfico informa a taxa de crescimento percentual anual do PIB a preços de mercado em moeda local (a preços constantes) e o consumo final de energia. Os agregados são expressos em dólares americanos a preços constantes de 2010. A lista de países incluídos na ALC pode ser consultada no apêndice do capítulo disponível on-line.

Fonte: Elaboração própria com dados da AIE (2021a) e do Banco Mundial (2022c).

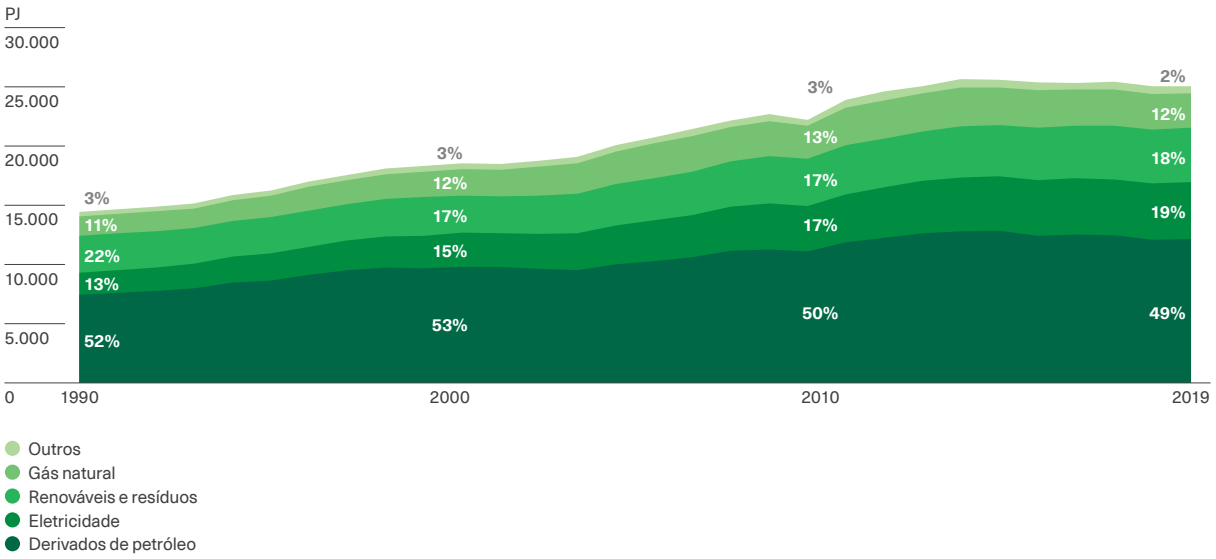
O consumo de energia foi impulsionado por todos os setores da economia, especialmente o transporte, cujo consumo cresceu 120%, o que é explicado principalmente pela significativa expansão da frota de veículos na região (Kreuzer e Wilmsmeier, 2014). Conforme mostrado no painel A do gráfico 2.7, o aumento no consumo de energia vem se desacelerando nos últimos 30 anos. Na década de 1990, a taxa média anual de crescimento foi de 2,4%, enquanto nas décadas de 2000 e 2010 foi de 2% e 1,2%, respectivamente. De fato, nesta última década o consumo atingiu o pico em 2013 e, depois, iniciou uma ligeira queda de 2,3% até 2019.

Gráfico 2.7
Consumo final de energia por setor e fonte na América Latina e no Caribe no período 1990-2019

Painel A.
Consumo final por setor



Painel B.
Consumo final por fonte de energia



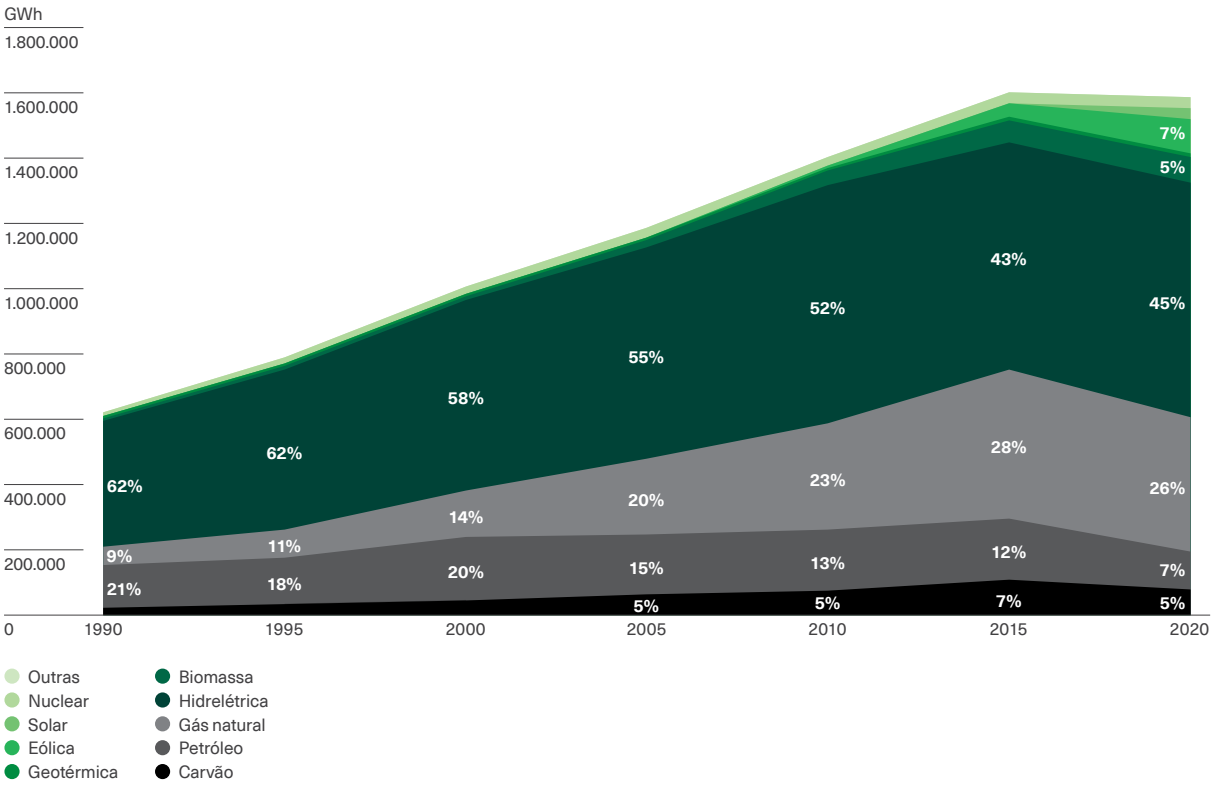
Nota: O gráfico mostra a evolução da participação por setor do consumo final de energia em petajoules (PJ) para a ALC durante o período indicado. Além disso, é mostrada a taxa média interanual por década. A lista dos países considerados no gráfico pode ser consultada no apêndice do capítulo disponível on-line.

Fonte: Elaboração própria com dados da AIE (2021a).

No painel B do gráfico 2.7 é possível observar que esse crescimento no consumo final de energia foi acompanhado por um aumento no consumo de todas as fontes, especialmente de eletricidade, que cresceu 157% no período 1990-2019, passando de 13% para 19% do consumo final total. O gás natural cresceu 83%, aumentando ligeiramente sua participação. Quanto aos derivados do petróleo, eles representam cerca de metade do consumo total de energia. Este consumo cresceu 64%, impulsionado principalmente pelo aumento no setor do transporte mencionado acima. Contudo, a partir de 2013, quando o consumo de energia atingiu seu nível máximo, observa-se uma queda no consumo de derivados de petróleo de 5,1% e de gás natural de 10,5%.

O aumento no consumo de eletricidade foi acompanhado por um aumento no uso de todas as fontes de energia primária para a geração elétrica. O gráfico 2.8 mostra a evolução da produção de eletricidade por fonte na América Latina e no Caribe. Constata-se que a eletricidade proveniente de combustíveis fósseis aumentou proporcionalmente mais do que aquela proveniente de fontes de energia renovável. Isso resultou em um aumento da participação dos combustíveis fósseis de 34% em 1990 para 38% em 2020, enquanto a participação da energia renovável caiu de 64% para 61%.

Gráfico 2.8
Produção de eletricidade por fontes de energia na América Latina e no Caribe no período 1990-2020



Nota: O gráfico mostra a evolução da produção de eletricidade em gigawatt-hora (GWh) para o período indicado e a participação de fontes de energia selecionadas na ALC para os anos de 1990, 1995, 2000, 2010, 2015 e 2020. A lista dos países considerados no gráfico pode ser consultada no apêndice do capítulo disponível on-line.

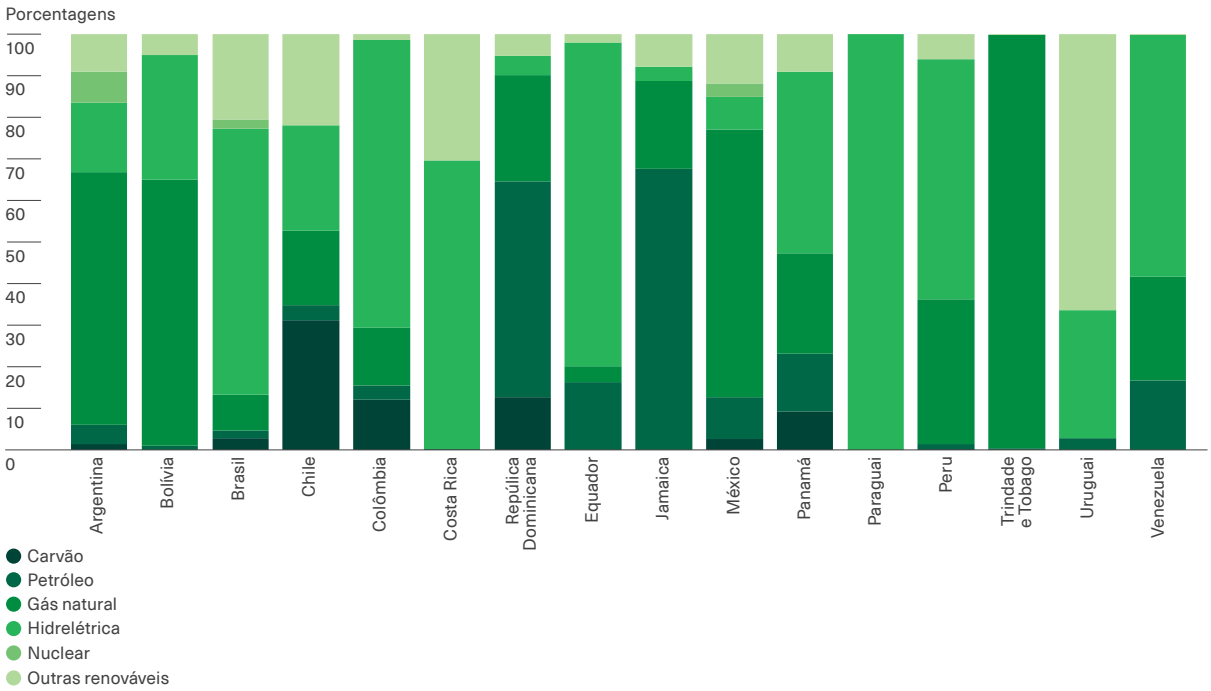
Fonte: Elaboração própria com dados da AIE (2021a).

O aumento do uso de combustíveis fósseis na geração de eletricidade na região é explicado principalmente pelo crescimento no uso de gás natural, cuja participação passou de 9% em 1990 para 26% em 2020, enquanto o carvão teve um ligeiro aumento de 4% para 5%, e o petróleo caiu de 21% para 7% no mesmo período. Apesar desse aumento, a intensidade do uso de combustíveis fósseis na produção de eletricidade na América Latina e no Caribe é significativamente menor do que em outras regiões do mundo (Lamb et. al., 2021). A transição para o gás natural em detrimento de outros combustíveis fósseis, somada à alta proporção de produção de eletricidade a partir de fontes renováveis, especialmente a hidrelétrica, torna a matriz elétrica da região muito mais limpa do que a do restante do mundo.

Dentre os países da região, no entanto, há uma grande heterogeneidade de matrizes elétricas, como mostra o gráfico 2.9. É possível distinguir três grupos. Por um lado, há países cuja geração de eletricidade provém principalmente de fontes renováveis, em especial de energia hidrelétrica. Nesse grupo, destacam-se o Paraguai, a Costa Rica e o Uruguai, onde quase toda a eletricidade provém dessas fontes. Brasil, Colômbia, Equador, Panamá, Peru e Venezuela também pertencem a esse grupo, onde a energia hidrelétrica é a fonte dominante.

O segundo grupo de países é composto por aqueles cuja geração de eletricidade provém principalmente do gás natural. Aqui estão Argentina, Bolívia, México e, particularmente, Trindade e Tobago. Neste último, quase toda a geração de eletricidade provém do gás natural (99,6%), enquanto nos outros países esse número é superior a 60%. Por fim, há os países onde predominam as fontes mais poluentes na produção de eletricidade, o petróleo e o carvão. Aqui se destacam o Chile, a República Dominicana e a Jamaica.

Gráfico 2.9
Geração de eletricidade por fonte de energia para os países da América Latina e do Caribe em 2020



Nota: O gráfico mostra a participação de diferentes fontes de energia na geração de eletricidade em gigawatts-hora (GWh) nos países da ALC com informações disponíveis.

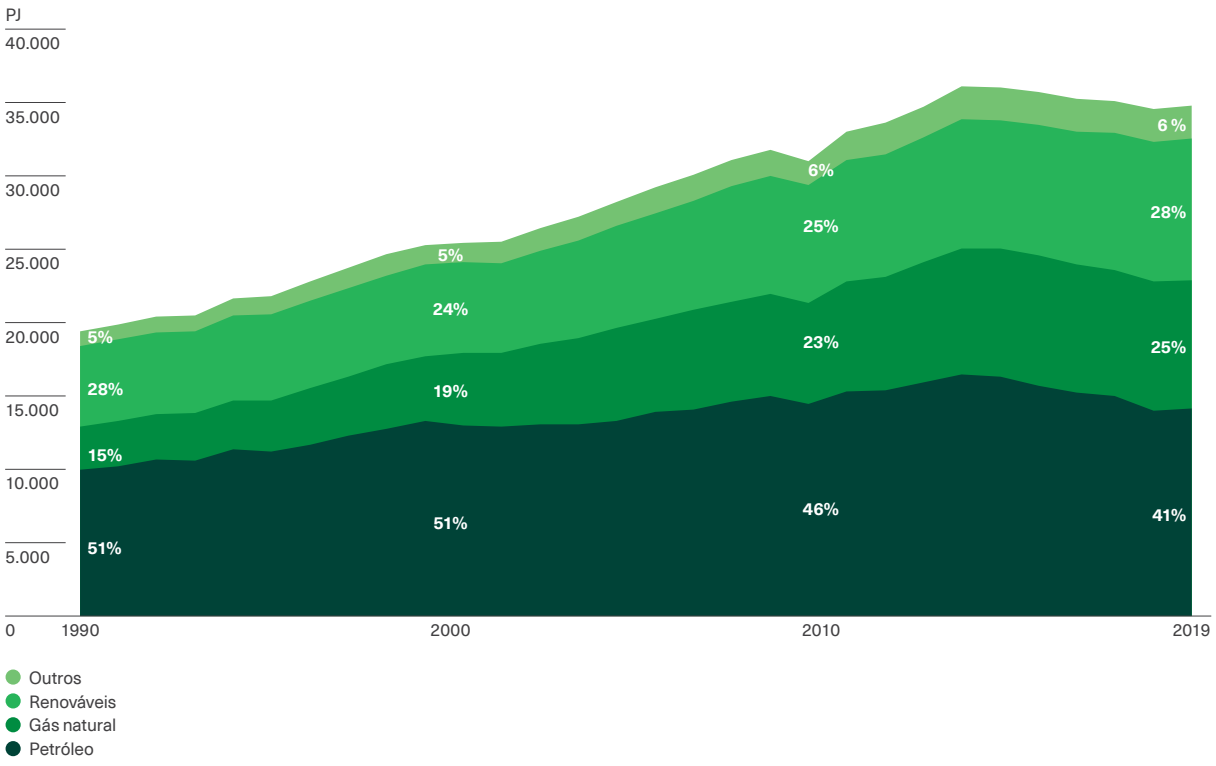
Fonte: Elaboração própria com dados da AIE (2021a).

Dados do Sistema de Informação Energética da América Latina e do Caribe (OLADE, 2022a) permitem classificar os países da região de acordo com o grau de renovabilidade da geração de eletricidade. Esses dados indicam que todos os países da América Central, e não apenas a Costa Rica e o Panamá, têm uma matriz elétrica majoritariamente limpa. Nessa sub-região, 76% da geração de eletricidade provém de fontes renováveis. Em contraste, no Caribe, apenas 10% da eletricidade é gerada a partir dessas fontes.

Quanto à oferta de energia na América Latina e no Caribe, o gráfico 2.10 mostra sua evolução por fonte de energia no período 1990-2019. A oferta total aumentou 78% nesse período, impulsionada principalmente pelo gás natural, que quase triplicou, em grande parte devido à crescente importância que este produto tem adquirido na geração de eletricidade. Isso fez com que a participação do gás natural como fonte de energia primária passe de 15% em 1990 para 25% em 2019. O petróleo, por outro lado, perdeu participação como fonte primária de energia, caindo de 51% em 1990 para 41% em 2019, principalmente devido à diminuição do uso desse hidrocarboneto na geração de eletricidade, conforme indicado acima.

A alta participação do gás natural e das fontes renováveis torna a matriz elétrica da região mais limpa do que a do resto do mundo

Gráfico 2.10
Oferta total de energia por fontes na América Latina e no Caribe no período 1990-2019



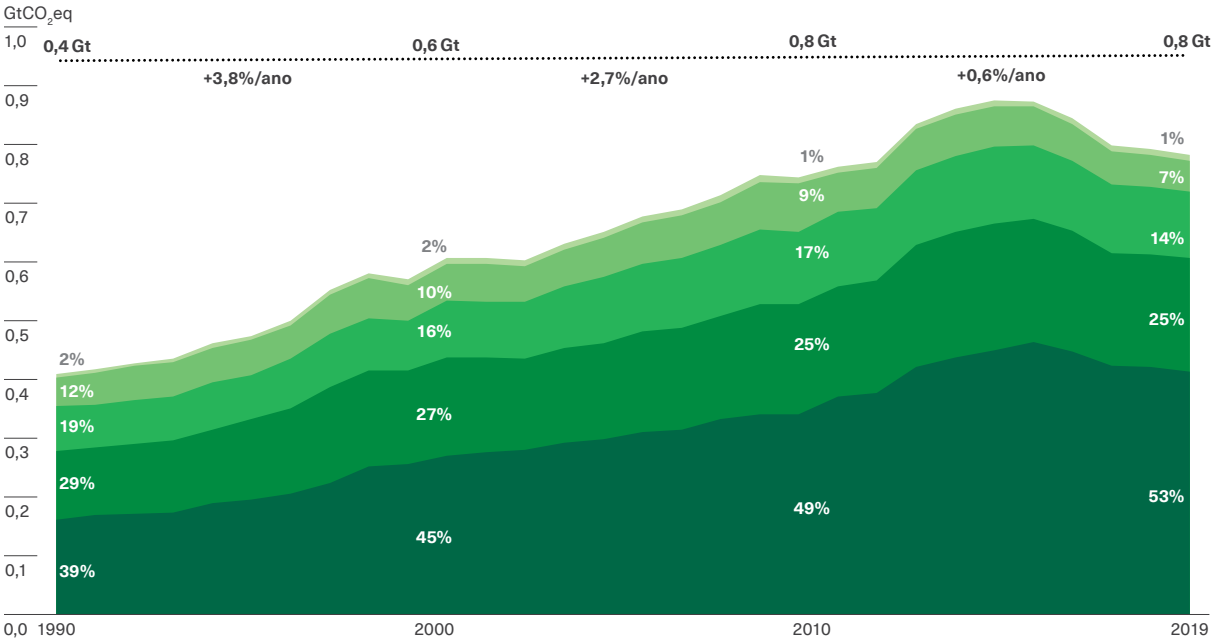
Nota: O gráfico apresenta a evolução da oferta total de energia em petajoules (PJ) para a ALC no período indicado e a participação por fonte de energia para os anos de 1990, 2000, 2010 e 2019. A lista de países considerados no gráfico pode ser consultada no apêndice do capítulo disponível on-line.

Fonte: Elaboração própria com dados da AIE (2021a).

Essa evolução da oferta de energia primária na região se reflete no perfil de emissões de GEE do setor de fornecimento de energia mostrado no gráfico 2.11. Constata-se que suas emissões aumentaram 91% nos últimos 30 anos. No entanto, à semelhança do que foi observado com o consumo final de energia, o crescimento das emissões desacelerou nesse mesmo período e as emissões até caíram depois de atingir o pico em 2014.

O crescimento das emissões de GEE nas últimas três décadas deve-se, em grande parte, ao aumento das emissões provenientes da geração de eletricidade (e aquecimento), que passaram de 39% do total de emissões do setor em 1990 para 53% em 2019. Por sua vez, esse aumento da participação da eletricidade deve-se ao maior acesso a esse serviço na região e ao aumento do uso de combustíveis fósseis para sua geração, como já referido. Atualmente, apenas 1,5% da população da América Latina e do Caribe não tem acesso à eletricidade, enquanto no início da década de 1990, esse número era de cerca de 12%, o que se deve principalmente ao melhor acesso da população rural (Banco Mundial, 2022d).

Gráfico 2.11
Emissões de GEE do setor de fornecimento de energia na América Latina e no Caribe no período 1990-2019



Nota: O gráfico apresenta a evolução das emissões de GEE em $GtCO_2eq$ para o setor de sistemas de energia e a participação de seus subsetores no período indicado. Adicionalmente, são informadas as emissões totais para os anos de 1990, 2000, 2010 e 2019, juntamente com a variação média interanual de cada década. Os países da ALC considerados são aqueles que estão na classificação do IPCC no Sexto Relatório de Avaliação do Grupo de Trabalho III, capítulo dois (Dhakal et. al., 2022).

Fonte: Elaboração própria com dados de Minx et. al. (2021).

Embora a matriz de geração de energia elétrica da região seja relativamente limpa em comparação com a de outras regiões do mundo, um dos principais desafios é como mantê-la ou torná-la mais limpa e, ao mesmo tempo, atender à crescente demanda de eletricidade em um contexto de mudanças climáticas.

O crescimento das emissões de GEE do setor energético em 1990-2019 deve-se ao aumento na geração de eletricidade, em razão da expansão ao acesso a esse serviço na região

Necessidades de adaptação e mitigação das mudanças climáticas

O cenário de continuísmo (*business as usual*) da Organização Latino-Americana de Energia (OLADE, 2022b), baseado nos últimos planos de expansão do setor energético dos países da região, projeta que as fontes fósseis de energia primária manterão sua predominância na América Latina e no Caribe até 2050[13]. Também se espera que as fontes renováveis reduzam ligeiramente sua participação de 30% em 2020 para 28% em 2050, devido principalmente à queda da participação da biomassa no consumo de energia – especialmente a lenha residencial, que é substituída por fontes fósseis – e ao crescimento substancial do gás natural na geração de eletricidade.

As projeções para a geração de eletricidade nesse cenário preveem que o gás natural se torne a principal fonte de energia, passando de uma participação de 27% em 2020 para 35% em 2050. As fontes de energia renovável, por sua vez, mantêm um peso praticamente constante, apesar do crescimento acentuado das fontes de energia renovável não convencionais, como a eólica, a solar e a geotérmica, cuja participação aumentará de 10% para 24% nesse mesmo período. A energia hidrelétrica, pelo contrário, está perdendo importância na geração de energia elétrica, passando de 46% para 32%[14].

Esse cenário também projeta um crescimento de cerca de 90% no consumo final de energia no período 2020-2050 – equivalente a um crescimento de 2,1% ao ano – associado a um forte aumento no consumo de eletricidade e petróleo. Isso apresenta um quadro preocupante das consequências da inação em relação às políticas de mitigação das mudanças climáticas.

O aumento projetado do uso de gás natural na geração de energia elétrica reduziria as emissões — na medida em que substitui fontes mais sujas, como o carvão ou o petróleo — e, ao mesmo tempo, pode ser a chave para atender à crescente demanda de energia da região. Isso é especialmente relevante, dados os atuais problemas que a região enfrenta em termos de segurança energética. Embora apenas 1,5% da população da América Latina e do Caribe não tenha acesso à eletricidade, a qualidade desse serviço é ruim devido às interrupções de fornecimento relativamente frequentes e prolongadas[15], causando perturbações não só para as famílias, mas também para os processos produtivos das empresas. Por outro lado, 15% da população utiliza lenha e carvão vegetal como principal fonte de aquecimento. Estas fontes de biomassa, além de serem poluentes para o meio ambiente, são prejudiciais para a saúde, liberando material particulado fino ($MP_{2.5}$).

Os principais problemas de acesso na região são enfrentados pelas populações rurais. Nesse sentido, as fontes de energia renovável, como a eólica e a solar, representam uma oportunidade, pois permitem

13 Mais especificamente, esse cenário "representa uma projeção do setor energético da região [...], elaborada a partir dos balanços energéticos nacionais do ano-base (2020), dos últimos planos, programas e políticas de desenvolvimento energético, publicados pelos países membros da OLADE, as correlações PIB-consumo de energia [...] e as previsões de variação do PIB nominal [...]".

14 A energia nuclear tem um papel menor na ALC e continuará tendo, mesmo em um cenário favorável de transição energética, com uma redução significativa das emissões de CO_2. Esse papel marginal da energia nuclear se deve principalmente aos seus custos mais altos, à disponibilidade limitada ou inexistente de capital humano adequado e à resistência da população, entre outros fatores.

15 De acordo com dados do Banco Mundial (2022e), sobre a duração e frequência das interrupções no fornecimento de energia (especificamente os indicadores SAIDI e SAIFI, por suas siglas em inglês), os países da região com dados disponíveis sofreram 11 interrupções e um total de 15 horas de interrupções em 2020. Como referência, os países de alta renda, segundo a classificação do Banco Mundial, excluindo os países da ALC nesse grupo e Palau por terem dados muito atípicos, sofreram, em média, menos de uma interrupção por ano, totalizando menos de uma hora sem serviço de energia elétrica.

o acesso à eletricidade em áreas mais remotas, sem a necessidade da instalação e conexão de uma rede de infraestrutura muito cara.

O problema da qualidade do sistema elétrico e do acesso à eletricidade pode ser exacerbado pelos efeitos das mudanças climáticas. Isso é especialmente relevante para a geração hidrelétrica na região e, sobretudo, em países como Brasil, Colômbia, Costa Rica, Equador, Paraguai e Venezuela, cuja matriz elétrica é altamente dependente dessa fonte de energia. O aumento das temperaturas, a maior flutuação da precipitação e outros fenômenos atmosféricos levam a uma maior instabilidade dos ciclos hidrológicos e ao aumento das perdas por evaporação dos reservatórios, o que tem um grande impacto no fluxo e na disponibilidade de água e, consequentemente, na geração hidrelétrica. Isso representa o desafio de identificar e projetar medidas eficazes para minimizar os efeitos adversos das mudanças climáticas no sistema hidrelétrico da região e melhorar sua resiliência[16].

O problema da qualidade do sistema elétrico e do acesso à eletricidade pode ser exacerbado pelos efeitos das mudanças climáticas, principalmente em países altamente dependentes da geração hidrelétrica

Ao mesmo tempo, eventos climáticos extremos, cada vez mais frequentes devido às mudanças climáticas, podem causar danos à infraestrutura energética, em especial à infraestrutura de transmissão e distribuição de eletricidade. Esses eventos representam uma ameaça não apenas para a atual infraestrutura tradicional, que em alguns casos pode não ter sido projetada para suportá-los, mas também para a infraestrutura de energia renovável, como os parques solares e eólicos, que dependem das condições atmosféricas. Isso representa um desafio para a transição energética na região e reforça ainda mais a necessidade de fontes alternativas como salvaguarda.

Outros setores: transporte, indústria e edifícios

Emissões no transporte

O setor do transporte inclui a movimentação de pessoas ou bens por veículos, como carros, caminhões e motocicletas, ou por aviões, navios, trens e tubulações. Esse setor é responsável por 11% das emissões de GEE na América Latina e no Caribe (vide o gráfico 2.1) e contribui com 35% das emissões de CO_2 relacionadas ao consumo de combustíveis fósseis, muito maior do que os 23% observados globalmente.

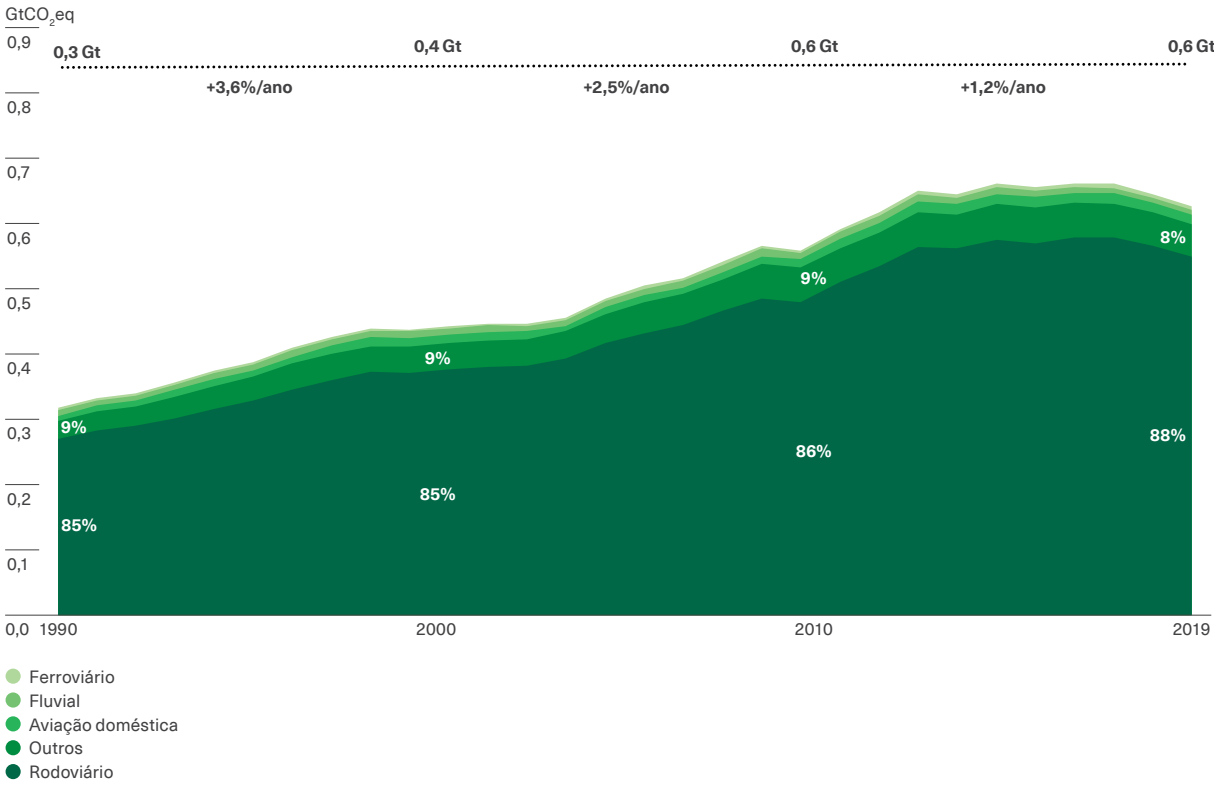
O elevado peso do setor nas emissões de CO_2 se deve principalmente à preponderância do transporte rodoviário na região. Isso se reflete, entre outras coisas, nas altas taxas de uso do transporte autônomo de carga (TAC). Cerca de três quartos do movimento interurbano de cargas a nível nacional é feito por rodovias. Nos países da região, com exceção do Brasil e do México, que têm uma rede ferroviária mais desenvolvida, mais de 90% das toneladas-quilômetro transportadas são feitas por rodovia. Além disso, o TAC também desempenha um papel importante no comércio intrarregional. Por exemplo, na América do Sul, 30% do volume do comércio intrarregional é movimentado por caminhão, enquanto na América Central praticamente tudo é transportado por caminhão. Além disso, o TAC domina o movimento de mercadorias dentro das cidades (Barbero et. al., 2020).

Conforme mostrado no gráfico 2.12, o transporte rodoviário foi responsável por 88% das emissões de GEE de todo o setor em 2019, aumentando ligeiramente em relação aos 85% em 1990. As emissões do transporte rodoviário e de todo o setor quase dobraram nesse período, principalmente devido ao rápido crescimento da frota

16 O assunto é tratado em detalhes pela AIE (2021b).

de veículos, tanto particulares quanto de carga[17], e aos baixos impostos sobre combustíveis na região[18]. O aumento da frota de veículos é explicado pelo crescimento populacional e, acima de tudo, pelo aumento significativo da taxa de motorização, a qual, por sua vez, foi impulsionada pelo crescimento da renda, a expansão da classe média e pela maior disponibilidade de veículos de baixo custo[19]. De fato, quando o crescimento das emissões é comparado com o crescimento do PIB, observa-se uma alta correlação de 0,75. As emissões do setor cresceram de forma particularmente rápida durante a década de 1990, coincidindo ainda mais com as taxas de crescimento do PIB. Nos últimos 10 anos, porém, observou-se uma redução no crescimento das emissões, que até caíram a partir de 2016, em parte devido à desaceleração da economia regional desde 2015.

Gráfico 2.12
Emissões de GEE do setor de transporte por tipo de meio utilizado na América Latina e no Caribe no período 1990-2019



Nota: O gráfico mostra a evolução das emissões de GEE em $GtCO_2eq$ do setor de transporte para o período 1990-2019 na ALC e a participação de cada subsetor. Adicionalmente, são apresentados os totais de GEE para os anos de 1990, 2000, 2010 e 2019, juntamente com sua variação média interanual em cada década. Os países da ALC considerados são aqueles que estão na classificação do IPCC no Sexto Relatório de Avaliação do Grupo de Trabalho III, capítulo dois (Dhakal et. al., 2022).

Fonte: Elaboração própria com dados de Minx et. al. (2021).

17 Vide Barbero et. al. (2020), Rivas et. al. (2019), CEPAL (2019), Viscidi e O'Connor (2017), entre outros.

18 Vide dados de impostos sobre a gasolina e o diesel por países no U.S. Department of Energy (2022).

19 Vide da Torre et. al. (2009), Estupiñan et. al. (2018) e Yañez-Pagans et. al. (2018).

Por fim, o aumento das taxas de motorização, juntamente com a infraestrutura rodoviária inadequada, levou a altos níveis de congestionamento nas grandes cidades da região, aumentando significativamente os tempos de viagem, o consumo de combustível e a emissão de poluentes. Isso se reflete nas altas taxas de ocupação das estradas observadas nos países da região, que, conforme mostra Dulac (2013), estão bem acima de outras regiões do mundo[20].

Emissões na indústria

A indústria contribuiu com 16% das emissões de GEE na América Latina e no Caribe em 2019 e foi o segundo setor com mais emissões depois do ASOUT (gráfico 2.1). O setor industrial aumentou ligeiramente sua participação desde 1990, quando foi responsável por 14% das emissões. Conforme mostrado no gráfico 2.13, a gestão de resíduos é a atividade que mais contribui para as emissões do setor, sendo responsável por 38% delas em 2019. O subsetor químico também é importante, causando 18% das emissões, seguido por metais e cimento, que contribuem com 9% e 7%, respectivamente. No entanto, mais de um quarto das emissões do setor provém de outras atividades industriais.

A indústria contribuiu com 16% das emissões de GEE na América Latina e no Caribe em 2019 e foi o segundo setor com mais emissões depois do ASOUT

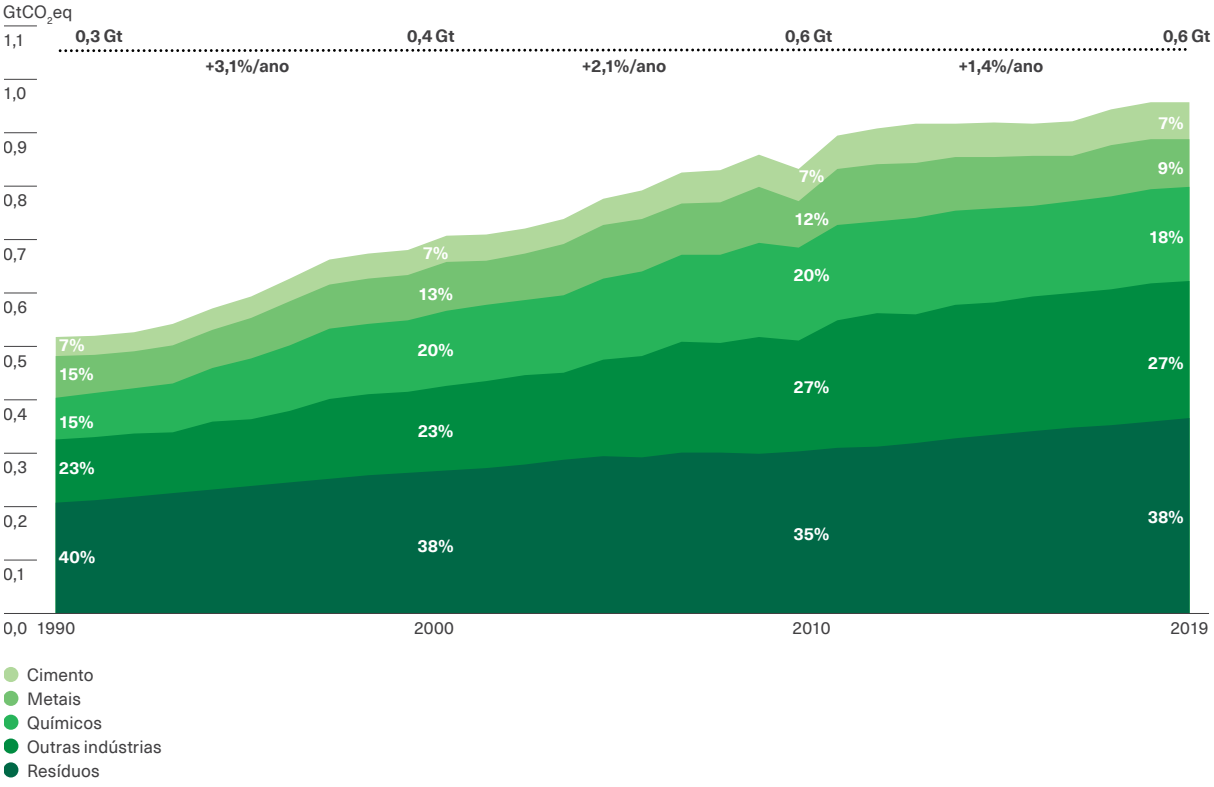
No período 1990-2019, as emissões da indústria aumentaram 85%, impulsionadas principalmente pelo subsetor químico e por outras indústrias que cresceram 124% e 116%, respectivamente. Esse aumento está altamente associado ao comportamento do PIB industrial regional, o que se reflete em uma alta correlação de 0,77 entre as taxas anuais de variação de ambas as variáveis no mesmo período[21].

Quando são levadas em conta as emissões indiretas associadas ao consumo de eletricidade (geradas *off-site*), a participação da indústria nas emissões totais de GEE na região aumenta para 19% em 2019. As emissões indiretas da indústria representam 42% de todas as emissões provenientes da geração de eletricidade e, como referência, são praticamente iguais às emissões diretas da indústria química.

20 A taxa de ocupação das estradas em 2010 foi de cerca de 1,1 milhão de veículos-km por pista pavimentada-km pavimentado, enquanto a média mundial é de 450.000.

21 A taxa de crescimento anual do PIB industrial é extraída do Banco Mundial (2022c) e refere-se especificamente à variação percentual do valor agregado industrial em moeda local, a preços constantes. Os agregados são expressos em dólares americanos a preços constantes de 2010.

Gráfico 2.13
Emissões de GEE do setor industrial na América Latina e no Caribe no período 1990-2019



Nota: O gráfico apresenta a evolução das emissões de GEE em $GtCO_2eq$ do setor industrial para o período indicado e a participação de cada subsetor. Adicionalmente, são apresentados os totais de GEE para os anos de 1990, 2000, 2010 e 2019, juntamente com sua variação média interanual em cada década. Os países da ALC considerados são aqueles que estão na classificação do IPCC no Sexto Relatório de Avaliação do Grupo de Trabalho III, capítulo dois (Dhakal et. al., 2022).

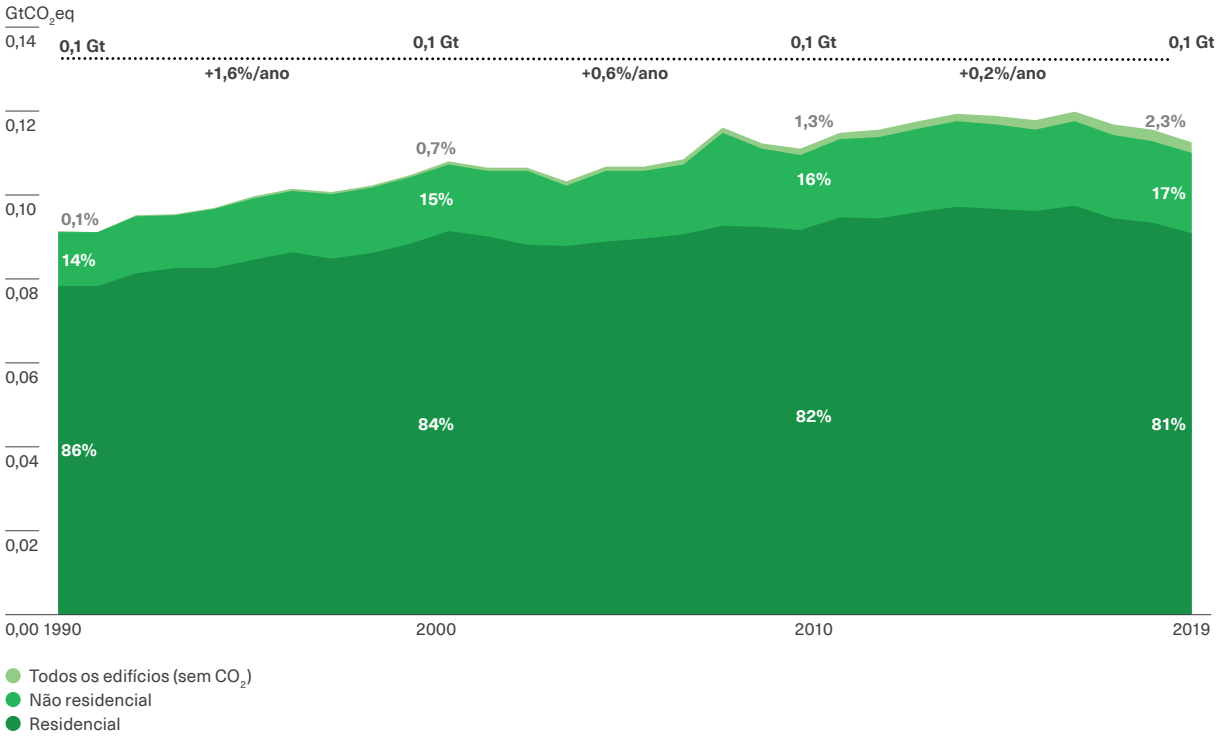
Fonte: Elaboração própria com dados de Minx et. al. (2021).

Emissões em edifícios

O setor de edifícios refere-se ao uso e à operação de edifícios residenciais e comerciais. As emissões de GEE desse setor provêm do consumo de energia para aquecimento, refrigeração, iluminação, aquecimento de água, cozinha, funcionamento de eletrodomésticos, equipamentos eletrônicos e de escritório, etc. Também inclui o vazamento de gases fluorados usados na refrigeração e nos ares-condicionados. A maior parte dessas emissões são indiretas, provenientes da geração externa de eletricidade. O restante são emissões diretas resultantes principalmente da queima de combustíveis fósseis e biomassa para aquecimento, água quente e cozinha, bem como da geração de eletricidade no local. Em 2019, as emissões diretas de edifícios foram responsáveis por apenas 2% do total de emissões de GEE na América Latina e no Caribe (vide o gráfico 2.1).

O setor residencial contribui com 81% das emissões diretas de todo o setor, enquanto o setor não residencial contribui com 17%. Os demais 2% correspondem ao vazamento de hidrofluorcarbonos comumente utilizados em sistemas de refrigeração, que são gases de efeito estufa muito potentes (vide o gráfico 2.14).

Gráfico 2.14
Emissões de GEE do setor de edifícios na América Latina e no Caribe no período 1990-2019



Nota: O gráfico apresenta a evolução das emissões de GEE em $GtCO_2eq$ do setor de edifícios para o período indicado e a participação de cada subsetor. Adicionalmente, são apresentados os totais de GEE para os anos de 1990, 2000, 2010 e 2019, juntamente com sua variação média interanual em cada década. Os países da ALC considerados são aqueles que estão na classificação do IPCC no Sexto Relatório de Avaliação do Grupo de Trabalho III, capítulo dois (Dhakal et. al., 2022).

Fonte: Elaboração própria com dados de Minx et. al. (2021).

As emissões indiretas de GEE de edifícios representam mais de 3% do total da região e 46% do total do subsetor de fornecimento de energia elétrica. Juntas, as emissões diretas e indiretas contribuíram com 5,1% do total de emissões da região.

É importante notar que esses números não incluem as emissões associadas à construção e à reabilitação de edifícios, especialmente aquelas provenientes da produção de cimento e aço utilizados na construção. Se isso fosse levado em conta, os edifícios seriam responsáveis por cerca de 7% das emissões de GEE na região[22].

22 Globalmente, as emissões associadas à produção de cimento e aço para a construção são equivalentes a 75% das emissões diretas de edifícios (IPCC, 2022a). Se transferirmos isso para a ALC, elas seriam equivalentes a 1,5% das emissões totais da região. Por outro lado, a indústria de cimento, sem levar em conta suas emissões indiretas pelo uso de eletricidade, é responsável por 1,2% das emissões da região. Se essas emissões forem somadas às emissões diretas e indiretas do setor de edifícios, elas chegarão a 6,3% do total, sem ter ainda em conta as emissões relacionadas à produção de aço e as emissões indiretas do cimento. Considerando tudo isso, 7% parece ser um número razoável.

Assim, o setor de edifícios é um grande emissor de GEE, tanto pelo uso de combustíveis fósseis na operação de edifícios quanto pelas emissões associadas à produção de materiais de construção, ao transporte de materiais e à construção e demolição de edifícios.

Necessidades de adaptação e mitigação das mudanças climáticas no transporte, na indústria e nos edifícios

O grande desafio que o setor do transporte enfrenta é encontrar formas de reduzir as emissões de carbono e, ao mesmo tempo, manter as pessoas e os bens em movimento. Embora esse desafio não seja exclusivo da América Latina e do Caribe, a região enfrenta desafios específicos nesse sentido.

Primeiro, a região tem uma crescente dependência de veículos particulares. Como resultado, a proporção de viagens urbanas em transporte público diminuiu, enquanto as viagens em transporte particular aumentaram. Essa tendência na divisão modal de viagens urbanas, ao contrário da observada na Europa, deve-se à falta de infraestrutura adequada de transporte público e ao planejamento inadequado para a mobilidade urbana sustentável, o que, conforme mencionado acima, levou ao aumento do congestionamento nas estradas. Embora isso possa servir de incentivo para a adoção de modos de transporte sustentáveis, muitos países da região não têm a infraestrutura necessária para isso, como ciclovias ou vias para pedestres, e sistemas de transporte público adequados, o que dificulta a mudança.

Esse panorama traz a necessidade de desenvolver uma infraestrutura de transporte sustentável, promovendo ao mesmo tempo mudanças de comportamento nos cidadãos em favor do uso de transporte público e de hábitos ativos, como andar de bicicleta e a pé. As políticas públicas a esse respeito e suas implicações são discutidas na seção “Transporte: eletrificação e mobilidade sustentável”.

As mudanças climáticas podem afetar a infraestrutura de transporte, como estradas, pontes e portos. Isso reforça o desafio de construir uma infraestrutura mais resiliente aos impactos das mudanças climáticas, como o aumento do nível do mar e eventos climáticos extremos.

Por sua vez, o setor industrial tem o desafio de aumentar a eficiência energética, adotar tecnologias de baixo carbono e utilizar fontes de energia renovável para reduzir as emissões. A indústria também precisa se adaptar aos impactos físicos das mudanças climáticas, como eventos climáticos extremos, tornando sua infraestrutura, operações e cadeias de abastecimento mais resilientes.

Por fim, o setor de construção tem um papel importante na adaptação às mudanças climáticas, pois os edifícios devem ser projetados e construídos para resistir aos impactos desse fenômeno, como ondas de calor, inundações e outros eventos climáticos extremos. Em termos de mitigação, o relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2022a) destaca a importância de melhorar a eficiência energética dos edifícios, reduzir as emissões de GEE durante a construção e a operação e aumentar o uso de energia renovável para obter reduções significativas de emissões e promover a resiliência climática.

Preços do carbono

A política de precificação do carbono é considerada a mais eficiente, pois cria um incentivo financeiro para que os agentes reduzam as emissões, permitindo que elas sejam mitigadas ao menor custo possível. Essa política coloca um preço nas emissões de CO_2 e de outros GEE, reconhecendo o custo desses gases para o meio ambiente e para a sociedade. Essa política reduz as emissões de duas maneiras principais. Primeiro, aumenta o preço dos produtos com alta pegada de carbono, como os derivados de petróleo e aqueles que utilizam combustíveis fósseis em seu processo produtivo, geração de eletricidade e produção e transporte de alimentos. O aumento de preços leva a uma diminuição da demanda, o que reduz a produção desses bens, reduzindo assim as emissões de CO_2. Um exemplo disso é a política de preço mínimo do carbono imposta pelo Reino Unido em 2013, que, de acordo com Leroutier (2022), levou à redução progressiva da geração de eletricidade a partir do carvão, diminuindo a contribuição desse combustível na matriz elétrica de 40% em 2013 para 5% em 2018. A segunda forma pela qual a precificação do carbono reduz as emissões é criando incentivos para que as empresas e consumidores invistam em tecnologias mais limpas. Sem um preço para as emissões, uma empresa pode decidir não investir em tecnologias verdes, como painéis solares, porque, em termos econômicos, o investimento pode não ser lucrativo. A precificação do carbono pode alterar essa análise de custo-benefício, estimulando o desenvolvimento e a adoção de tecnologias verdes. Nesse sentido, uma política global de precificação de carbono pode ser um sinal para acelerar ainda mais investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D).

Existem duas formas de implementar essa política. A primeira são os impostos sobre o carbono, que simplesmente estabelecem um custo de emissão por tonelada de CO_2eq[23] para cada um dos emissores ou um subgrupo de emissores. Por meio desse mecanismo, esta política deixa que o mercado ajuste a quantidade de emissões. A outra forma de implementação é o sistema de licenças de emissão com comercialização. Essa política limita a quantidade de emissões, que é igual à quantidade de licenças emitidas, enquanto o preço do carbono é determinado pelo mercado a partir da comercialização das referidas licenças. Na América Latina e no Caribe, existem iniciativas de precificação de carbono em cinco países: Argentina, Chile, Colômbia, México e Uruguai. Todas essas iniciativas são de impostos sobre o carbono, com a particularidade do México, que possui esquemas subnacionais de imposto sobre o carbono na Baixa Califórnia, Tamaulipas e Zacatecas, além de um projeto piloto de mercados de licenças aplicado ao setor energético e à indústria. Na Europa e nos Estados Unidos, há mais iniciativas de licenciamento de carbono. O capítulo 4 desenvolve com maior profundidade o tema das atuais iniciativas de precificação do carbono e o quadro 2.2 faz uma comparação mais exaustiva das duas formas de implementação dessa política.

●●

A política de precificação do carbono é considerada a mais eficiente para a redução de emissões, pois cria um incentivo financeiro para os agentes

23 O equivalente de CO_2 é uma medida utilizada para comparar o impacto climático de diferentes gases de efeito estufa com base em sua capacidade para reter o calor na atmosfera e no tempo que permanecem nela.

Quadro 2.2
Comparação entre impostos sobre o carbono e o comércio de licenças de emissão

Em teoria, ambas as políticas são equivalentes em termos da redução esperada das emissões e do impacto nos preços, embora tenham vantagens e limitações diferentes. A principal vantagem do imposto sobre o carbono é a simplicidade e flexibilidade do instrumento. O imposto simplesmente estabelece um preço para as emissões e permite que o mercado se adapte. Esse sistema também é o mais imediato, pois os efeitos se materializariam com a introdução do imposto, enquanto o sistema de licenças requer mais tempo de implementação. Contudo, o preço do carbono não garante que as reduções de emissões sejam as desejadas. Para que isso seja eficaz, é necessário definir um preço que induza as reduções de emissões desejadas. Por exemplo, há casos em que foram estabelecidos impostos relativamente baixos sobre o carbono (da ordem de US$ 20 por tonelada de CO_2eq), que não atingem as reduções de emissões necessárias para cumprir as metas globais e, em alguns casos, para cumprir as próprias Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC por sua sigla em inglês). Isso não é uma fraqueza do instrumento em si, mas de sua implementação, ou uma consequência da resistência política e social que um imposto alto pode causar. O sistema de licenças permite estabelecer uma quantidade máxima de emissões, por exemplo, igual ao compromisso de emissões das NDCs, gerando uma maior obrigação de cumprimento das metas ambientais.

Outra vantagem do sistema de licenças é que, à medida que as economias se ajustam ao sistema e começam a investir mais em tecnologias verdes, reduzindo as emissões globais, o custo por tonelada de carbono deve cair. Essas mudanças de preços também são observadas em períodos de recessão ou crescimento econômico. No caso das licenças, o preço é ajustado no mercado, enquanto o imposto deve ser atualizado administrativamente para refletir o novo custo social do carbono.

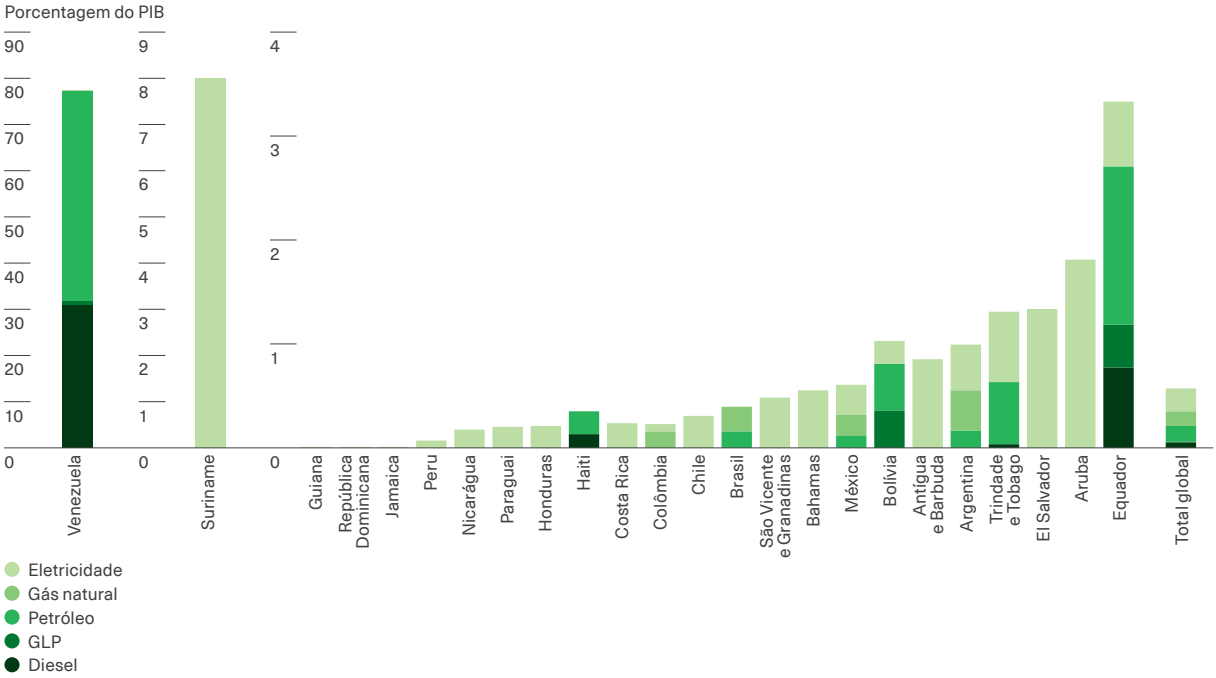
No entanto, a política de licenças exige mais esforços de implementação. Embora ambas as políticas precisem de monitoramento de emissões, um sistema de penalidades e o acompanhamento do preço (no caso de impostos) ou da quantidade de licenças, a política de licenças tem a complexidade extra do sistema de atribuição de licenças. Isso pode ser por emissões históricas, em que o governo distribui as licenças gratuitamente de acordo com as emissões históricas, ou por meio de leilão. Este último é o mecanismo preferido recentemente e, por sua vez, permite que as receitas tributárias sejam geradas da mesma forma que seriam geradas pelo imposto.

Uma diferença adicional são os mecanismos de cooperação internacional disponíveis, dependendo do sistema implementado. No caso do imposto sobre o carbono, as únicas políticas de coordenação possíveis são a unificação global do preço por tonelada de carbono ou o Mecanismo de Ajuste de Carbono na Fronteira (CBAM, por sua sigla em inglês). Esse mecanismo permite que os países cobrem uma taxa de carbono sobre produtos importados, de modo que o preço do carbono dos produtos importados seja igualado ao dos produtos domésticos. Dessa forma evita-se o “vazamento” de carbono, ou seja, a transferência da produção “suja” para economias que não têm preços de carbono. O capítulo 4 discute esse mecanismo e as experiências atuais com mais detalhes.

Outra diferença relevante está na volatilidade dos dois sistemas. Enquanto o imposto estabelece um preço de carbono ou, em alguns casos, um calendário de preços, o preço de carbono pode flutuar no sistema de licenças. Essa variabilidade de preços tem impactos sobre os consumidores, mas também sobre os projetos de investimento das empresas. O mercado de combustíveis já é um mercado com preços extremamente variáveis, que têm grandes impactos, por exemplo, sobre os preços ao consumidor, de modo que o sistema de licenças poderia aumentar ainda mais essa volatilidade.

Além do instrumento a ser utilizado, a precificação do carbono surge como uma política eficiente, necessária e urgente. Talvez seja essa necessidade e urgência que evidencie a grande contradição dos atuais subsídios às fontes poluidoras que existem na maioria das economias do mundo. Parry et. al. (2021) mostram que, globalmente, o nível de subsídios está entre 400 e 600 bilhões de dólares por ano, enquanto na América Latina e no Caribe eles se aproximam de 44 bilhões de dólares por ano, o equivalente a aproximadamente 1% do PIB da região, variando de pouco mais de 0% a 46% do PIB, dependendo do país. No primeiro caso estão a Guatemala, que tem pequenos subsídios ao diesel e ao petróleo, a Guiana, a República Dominicana e a Jamaica, com subsídios à eletricidade. O valor mais alto é observado na Venezuela, onde quase todos os subsídios são para o diesel e petróleo. O gráfico 2.15 mostra os subsídios a hidrocarbonetos por país em proporção do respectivo PIB. Observa-se que uma grande parte dos países da região subsidia a eletricidade e um grupo não menor, o petróleo. Esses subsídios agem de forma oposta aos impostos sobre o carbono, incentivando o consumo de combustíveis fósseis. Um dos caminhos iniciais que a região deve seguir é a redução progressiva desses subsídios até a sua eliminação total.

Gráfico 2.15
Subsídios aos hidrocarbonetos nos países da América Latina e do Caribe em 2020



Nota: O gráfico mostra os subsídios explícitos aos hidrocarbonetos nos países da ALC com informações disponíveis para o ano de 2020. Um subsídio explícito é entendido como a diferença entre o preço de varejo e o custo de fornecimento de um combustível. No caso do total global, foi adicionado o subsídio total de cada fonte de energia para todas as regiões disponíveis e cada um foi dividido pela soma do PIB dessas regiões. Ambos os indicadores (subsídios e PIB) são medidos em bilhões de dólares. Mais informações metodológicas podem ser consultadas na fonte dos dados.

Fonte: Elaboração própria com base em dados do FMI (2022a).

Parry et. al. (2021) também identificam o que eles chamam de preço eficiente desses bens, que seria o preço que reflete não apenas os custos de produção e distribuição, mas também os custos ambientais, tanto nas emissões de carbono quanto na poluição do ar e no congestionamento do tráfego de veículos. Ajustados os preços dessa forma, o diferencial entre os preços atuais e os preços eficientes é de cerca de US$ 6 bilhões. Esse diferencial é explicado principalmente pelos custos ambientais não internalizados nos preços (cerca de 90% do diferencial). Os autores também mostram como, se fossem cobrados preços eficientes, as emissões de GEE projetadas seriam reduzidas de tal forma que a meta de aumento de temperatura de 1,5 oC para 2050 seria atingida. Isso não mais é do que a aplicação de um imposto sobre o carbono que internalizaria todos esses custos ambientais, em conjunto com a eliminação dos subsídios atuais às fontes poluidoras.

Embora a precificação do carbono seja a política mais eficiente e resulte nas reduções de emissões mais imediatas, ela é insuficiente se não for acompanhada de outras políticas de mitigação

Um dos principais pontos fracos da precificação do carbono, que gerou um grande debate político, é seu impacto desigual. Por exemplo, se a política abrangesse todas as fontes de emissões de GEE, a produção agrícola teria de pagar o imposto, causando o aumento dos preços dos alimentos e aprofundando ainda mais os problemas da segurança alimentar. Vale ressaltar que Blanchard et. al. (2022) sugerem a implementação de um imposto geral que abranja todas as fontes de emissões de GEE, o que permitiria reduções de emissões do setor agropecuário e indiretamente desestimularia a expansão agrícola, reduzindo as emissões do setor LULUCF.

Mas o impacto desigual não é apenas sobre os alimentos. As famílias de baixa renda gastam uma proporção maior de sua renda com alimentos, eletricidade, aquecimento e transporte público. Os preços de todos esses bens aumentariam com a implementação de um sistema de precificação de carbono e a eliminação de subsídios, tornando o sistema tributário mais regressivo. É por isso que foram discutidas diversas alternativas políticas que utilizam a receita ou parte da receita do sistema e tornam o imposto sobre carbono não regressivo com essa redistribuição (Blanchard et. al., 2022; Metcalf, 2007; Stavins, 2020). O mesmo poderia ser implementado para redistribuir os subsídios existentes e compensar o impacto regressivo de sua remoção. Por exemplo, a redistribuição por meio de transferências de montante fixo, redução de imposto de renda ou uma combinação dos dois poderia tornar o imposto neutro em termos de receita tributária e impactos distributivos.

Embora a precificação do carbono seja a política mais eficiente e resulte nas reduções mais imediatas, ela é insuficiente se não for acompanhada de outras políticas de mitigação. Isso é explicado principalmente pelas externalidades positivas que os investimentos em P&D implicam. Quando uma empresa investe em uma nova tecnologia, os benefícios privados que recebe são apenas uma parte dos benefícios sociais globais. O estímulo aos investimentos em P&D requer outros incentivos além dos impostos sobre o carbono, como, em alguns casos, subsídios. Por meio de custos mais baixos e de melhorias tecnológicas, a América Latina e o Caribe podem se beneficiar dos dispendiosos investimentos em P&D feitos nos países mais desenvolvidos. Ao mesmo tempo, conforme mencionado acima, para a implementação de políticas de precificação do carbono existe um problema que não é pequeno, o que explica em parte a grande discussão sobre instrumentos de política alternativos, mencionados nas próximas seções. Por fim, a precificação do carbono também sugere a necessidade de avaliar as externalidades ambientais, os serviços ecossistêmicos (vide o capítulo 3) e um mercado de carbono (vide o capítulo 4).

Adaptação e mitigação no setor agropecuário

Os esforços de mitigação no setor agropecuário enfrentam dois desafios principais. O primeiro é a segurança alimentar, que impõe ao setor a necessidade de aumentar sua produção, levando em conta que a América Latina é um ator essencial no comércio global de alimentos e que, até 2050, a produção global de alimentos deve aumentar 50% em relação à produção de 2012 (FAO, 2017). O segundo desafio é a importância econômica da agricultura na região, sendo um setor-chave para a maioria dos países e com uma elevada participação da agricultura de subsistência, principalmente na América Central e no Caribe. Portanto, os esforços de mitigação devem considerar essas duas questões e priorizar aqueles que levem a melhorias na produtividade, promovam o florestamento e o reflorestamento, e desestimulem o desmatamento.

Esta seção discute as principais técnicas para reduzir as emissões do setor agropecuário e se adaptar aos impactos das mudanças climáticas. Em seguida, é analisado o caso dos biocombustíveis e da bioenergia com captura e armazenamento de carbono (BECCS, por sua sigla em inglês), que são questões que atravessam o setor agropecuário e energético. Por fim, são mencionadas algumas práticas do lado da demanda ligadas ao setor agropecuário. As políticas de reflorestamento relacionadas ao setor LULUCF ou baseadas na conservação dos ecossistemas e da biodiversidade, embora ofereçam o maior potencial de mitigação (Nabuurs et. al., 2022), são desenvolvidas no capítulo 3.

Técnicas agropecuárias ligadas às mudanças climáticas

Nesta subseção, as técnicas para reduzir as emissões de GEE são divididas entre as aplicadas à pecuária, as aplicadas à agricultura e, por fim, serão discutidas as soluções baseadas na natureza.

Pecuária

As duas principais técnicas do setor pecuário que permitem a redução das emissões de GEE são a melhoria da alimentação e saúde do gado, principalmente por meio de suplementos alimentares, e a cobertura e o manejo dos detritos animais. O Sexto Relatório de Avaliação do IPCC (capítulo 7) informa que o potencial de mitigação das práticas de manejo dos detritos animaise alimentação melhorada têm um potencial de mitigação superior a 10%, sendo a América Latina e o Caribe a segunda região com o maior potencial de mitigação de emissões de metano e óxido nitroso (Nabuurs et. al., 2022).

A qualidade e composição dos alimentos, especialmente aqueles que aumentam a utilização de energia no metabolismo, têm efeitos significativos sobre as emissões de metano. A suplementação da alimentação dos animais com lipídios, sendo a linhaça geralmente o suplemento mais eficiente, aumenta o conteúdo energético da dieta e melhora a digestão, reduzindo as emissões desse gás. Ao mesmo tempo, o uso de suplementos alimentares reduz a necessidade de pastagens, o que reduziria as emissões de LULUCF.

No que diz respeito ao manejo dos detritos animais, a redução da temperatura e do tempo de armazenamento, ao armazená-lo em espaços abertos e frios, a captura e combustão de metano e o arejamento e utilização dos detritos para compostagem são práticas eficazes para reduzir as emissões desse gás. Além disso, inibidores de urease podem ser adicionados para reduzir as emissões de óxido nitroso. As coberturas para detritosatenuam as emissões de gases e odores. Essas coberturas podem ser naturais (por exemplo, crostas naturais e palha, entre outras) ou artificiais (como polietileno, poliestireno ou espuma) e protegem os resíduos do vento.

Uma técnica complementar é a digestão anaeróbica, um processo microbiológico onde a matéria orgânica se decompõe na ausência de oxigênio e que pode ser utilizada para a produção de biocombustíveis. O processo residualmente gera o "digestato", um material que pode ser utilizado como fertilizante. A digestão anaeróbica pode ser realizada a partir dos detritos animais, mas também a partir de resíduos de culturas e diversos resíduos orgânicos. O uso de detrito não é muito eficiente na produção de biocombustíveis, mas é eficiente em termos de redução das emissões de metano.

Práticas específicas para a agricultura

Destacam-se duas técnicas específicas para a agricultura. A primeira é a agricultura de precisão, um sistema de manutenção de culturas que faz uso intensivo de informações e tecnologia para a análise, medição, identificação e gestão de culturas, cujo objetivo é melhorar a produtividade e a sustentabilidade. Essa técnica incorpora ferramentas de sensoriamento remoto, tecnologia de aplicação variável de insumos e sistemas de posicionamento global (GPS), informações geográficas e de aprendizagem automática, entre outros. Além de reduzir as emissões de GEE através da diminuição do uso de fertilizantes e combustíveis e de um melhor manejo do solo, o principal resultado dessa tecnologia é o aumento da produtividade das culturas. A implementação dessa política exige capital humano treinado e investimentos em algumas das tecnologias mencionadas.

A segunda técnica é o plantio direto, ou seja, o cultivo sem aração, que evita revirar as camadas do solo e utiliza a cobertura permanente da terra com resíduos de culturas. O plantio direto aumenta o volume e a retenção de matéria orgânica e a conservação de nutrientes, melhora as propriedades do solo e aumenta a quantidade de água infiltrada nele. Esse processo melhora a produtividade das culturas e reduz as emissões de CO_2, pois a terra não é revolvida pelo arado e são utilizados menos fertilizantes e combustível para a maquinaria[24].

Além de reduzir as emissões de GEE, a agricultura de precisão e o plantio direto melhoram a produtividade das culturas

Soluções baseadas na natureza

As soluções baseadas na natureza (SBN) são ações de proteção, gestão e restauração de ecossistemas que visam responder a desafios sociais de forma eficaz e adaptativa, beneficiando simultaneamente as pessoas e a natureza (IUCN por sua sigla em inglês, 2023). As SBNs podem ser utilizadas para reduzir os impactos das mudanças climáticas e tentar mitigar as emissões do setor agropecuário, bem como melhorar a produtividade das culturas, razão pela qual estão entre as técnicas com maiores sinergias e externalidades positivas. As principais alternativas a essas práticas são as culturas de cobertura e, sobretudo, a agrossilvicultura.

As culturas de cobertura envolvem o plantio de determinadas culturas em terras que, de outra forma, ficariam em pousio. O objetivo das culturas de cobertura é proteger e melhorar a fertilidade do solo. A prática pode reduzir a erosão do solo e a necessidade de fertilizantes, ao mesmo tempo em que aumenta os níveis de carbono do solo e reduz o impacto das inundações e da seca nas culturas. Por sua vez, as culturas de cobertura são úteis para o controle de ervas daninhas e pragas.

A agrossilvicultura combina o uso da silvicultura com a agricultura, de modo que as plantas e árvores sejam integradas às culturas e à pecuária. A agrossilvicultura aumenta a produtividade e a saúde das culturas, fornece serviços ecossistêmicos e ajuda na restauração do solo. Minnemeyer et. al. (2011) estimam que existem aproximadamente 400 milhões de hectares na América do Sul que podem ser restaurados utilizando sistemas agroflorestais. Por esse motivo,

24 Com relação às medidas de adaptação, em resposta ao excesso de chuvas na Colômbia durante o período 2010-2011, a Federação Nacional de Cafeicultores da Colômbia (FNCGC), que representa os cafeicultores, incentivou os agricultores a se protegerem contra crises futuras condicionando os programas de crédito para a renovação das culturas de café ao uso de variedades de sementes resistentes a pragas. O impacto desta política é analisado em detalhes em Helo Sarmiento et. al. (2023).

essa técnica é um exemplo claro de uma política de adaptação que renderia múltiplos dividendos: aumentaria a produtividade do setor, combateria alguns dos efeitos esperados das mudanças climáticas e, ao estar gerando biomassa e regenerar os solos, ajudaria no sequestro de carbono e na conservação da biodiversidade.

A agrossilvicultura aumenta a biodiversidade ao proporcionar habitats mais complexos , com maior presença de árvores, o que ajuda o desenvolvimento de organismos vivos. A coexistência desses organismos favorece a sustentabilidade do ecossistema. Algumas das consequências dessa prática são a proteção e a recuperação dos solos, dada a cobertura natural, e a melhoria na absorção de nutrientes na terra. Outras vantagens são a diversificação dos produtos agrícolas, a maior estabilidade das culturas e a fertilidade do solo, o que reduz a necessidade de adição de fertilizantes, o aumento da polinização das plantas, a menor necessidade de pesticidas sintéticos devido ao desenvolvimento dos pesticidas naturais, o crescimento da fauna nativa, a redução da poluição do ar, a resistência a fortes rajadas de vento e a cobertura para o gado para melhorar seu bem-estar[25].

A agrossilvicultura aumenta a produtividade e a saúde das culturas, fornece serviços ecossistêmicos, aumenta a biodiversidade e ajuda na restauração do solo

Políticas de adaptação no setor ASOUT

Embora as técnicas agropecuárias mencionadas, e principalmente as SBNs, sejam medidas de mitigação com potencial de adaptação aos impactos das mudanças climáticas, a região precisa de medidas de adaptação específicas para um setor tão vulnerável como o ASOUT. Essas medidas devem ser apoiadas pelos governos nacionais, dado o papel que esse setor desempenha não apenas nas economias da região, mas também no abastecimento regional e global de alimentos. Isso é de grande relevância na América Central e no Caribe, uma região onde a agricultura familiar representa uma elevada fração da produção de alimentos e os desafios à produção agrícola ameaçam sua segurança alimentar.

Em primeiro lugar, é essencial fortalecer a resiliência dos sistemas agropecuários contra os impactos das mudanças climáticas. Isso envolve a promoção de práticas agrícolas sustentáveis que otimizem o uso de recursos, como a água e o solo, e que sejam mais resistentes a eventos climáticos extremos, como secas e inundações.

Em segundo lugar, os governos devem incentivar e apoiar o investimento em infraestrutura e pesquisa, bem como o desenvolvimento e a aplicação de tecnologias adequadas para a adaptação às mudanças climáticas no setor agropecuário. Estas incluem a adoção de sistemas de irrigação eficientes, a melhoria da infraestrutura de armazenamento e distribuição de alimentos e a promoção de técnicas agrícolas inovadoras que aumentem a produtividade e reduzam a vulnerabilidade dos agricultores e pecuaristas, tais como sementes resistentes a impactos climáticos.

Por fim, mecanismos financeiros, como seguro agrícola, financiamento à produção e mercados futuros, precisam ser desenvolvidos e fortalecidos, o que reduziria a incerteza e os riscos de investimento. É fundamental que a região se esforce para que os pequenos produtores tenham acesso a esses instrumentos, principalmente em regiões expostas a eventos climáticos extremos, para os quais há uma capacidade limitada de adaptação por meio de práticas agropecuárias.

25 A aplicação das SBNs não se limita ao setor agropecuário. Alguns exemplos específicos são o uso de ciprestes em áreas de risco de incêndios florestais, a cobertura de árvores para reduzir a temperatura nas cidades e a necessidade de ar-condicionado, a plantação de árvores ou arbustos para reduzir os riscos de deslizamentos de terra em áreas montanhosas ou o risco de desertificação e a conservação dos mangues e recifes de coral para reduzir os riscos de inundações (vide o capítulo 3).

Desafios de implementação no setor ASOUT

As ações de mitigação e adaptação mencionadas acima demonstraram ser custo-efetivas, principalmente a melhoria na alimentação do gado (Marques et. al., 2020, 2022) e as SBNs (Reid et. al., 2019; Vignola et. al., 2019). No entanto, não foram adotadas universalmente, sugerindo que há razões que as limitam.

Todas essas práticas de mitigação e adaptação têm custos de implementação. No caso das SBNs, os custos podem variar muito e não só devido ao investimento em infraestrutura, mas também porque exigem disponibilidade de mão de obra e investimento em capital humano. Um exemplo disso é a agrossilvicultura, onde o grande desafio é que os custos envolvidos são de curto prazo, enquanto os benefícios esperados são de longo prazo, de modo que os primeiros resultados econômicos significativos demorariam pelo menos 3 a 8 anos para serem vistos (Do et. al., 2020). De fato, essas medições não são muito precisas devido à escassez de dados sobre casos implementados. Incentivar sua adoção principalmente entre produtores menores e orientados para o autossustento pode ser difícil, pois, no curto prazo, o custo da política supera os benefícios.

●●

Existem técnicas agropecuárias que reduziriam as emissões de GEE e melhorariam a produtividade e as condições do solo. Para que sejam adotadas, é necessário melhorar o acesso ao financiamento e à informação sobre sua existência e benefícios

Nesse sentido, um dos motivos pelos quais essas práticas não são universalmente utilizadas é a falta de financiamento. Isso pode ser devido à falta de mercados desenvolvidos, ao acesso limitado ao crédito para pequenos produtores ou à relutância dos produtores em endividar-se para adotar tecnologias que não consideram que garantirão melhorias em sua produção no curto prazo.

Esse último ponto está relacionado a outra das principais causas: a falta de informações sobre a rentabilidade dessas iniciativas e o prazo em que o investimento seria recuperado, a falta de treinamento ou o total desconhecimento das alternativas anteriormente mencionadas, além da tradição, que pode tornar os agricultores mais relutantes em mudar. Tudo isso, somado ao risco intrínseco da atividade agrícola, onde os choques climáticos externos podem ter enormes impactos sobre a rentabilidade, gera resistência à adoção de novas práticas.

Uma característica muito importante dessas limitações é que todas elas estão correlacionadas com o tamanho do produtor. Os pequenos produtores têm mais dificuldades de acesso a financiamento, menos capital, liquidez e capital humano, mais necessidade de retornos de curto prazo e adesão a tradições. Talvez seja por isso que, se os governos ou as organizações multilaterais procurarem apoiar essas iniciativas, deveria haver um esforço adicional para chegar aos pequenos produtores, dada a importância da agricultura familiar na região e nos objetivos de fome zero.

A importância do alinhamento das políticas governamentais é uma questão atual. De acordo com um relatório da agência das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO et. al., 2021), o apoio aos produtores em todo o mundo chega a US$ 540 bilhões por ano, que são distribuídos principalmente em políticas distorcivas que reduzem a eficiência do setor, com pouco apoio aos pequenos produtores, e políticas prejudiciais ao meio ambiente e à saúde humana. Lowder et. al. (2021) estimam que, embora as pequenas propriedades com menos de 2 ha produzam aproximadamente 35% dos alimentos globais, essas propriedades recebem menos de 2% dos fluxos de fundos financeiros para adaptação e mitigação das mudanças climáticas.

Em resumo, existem técnicas agropecuárias que reduziriam as emissões de GEE, com potencial para mitigação do metano e, em geral, externalidades positivas tanto na produtividade quanto no meio ambiente. Apesar de sua rentabilidade, a adoção dessas técnicas tem sido limitada por problemas de acesso ao crédito, incerteza e falta de informações.

Portanto, as políticas que poderiam ser implementadas para promover essas ações são principalmente de financiamento e educação. Em termos de financiamento, destacam-se a facilitação do acesso ao crédito ou linhas de crédito específicas para mitigação no setor e subsídios para práticas sustentáveis com foco em pequenos produtores. Em termos de educação, não apenas é necessário que os produtores tenham conhecimento da existência dessas técnicas, mas também é sugerido apoio técnico e jurídico, novamente com foco nos pequenos produtores, que investem menos recursos nesse aspecto. O quadro 2.3 apresenta o caso de uma política implementada na Colômbia com essas características.

Quadro 2.3
Iniciativas climáticas inteligentes para o setor agropecuário: um caso de estudo na Colômbia

Na Colômbia, o projeto "Iniciativas Climaticamente Inteligentes para a Adaptação à Mudança Climática e a Sustentabilidade em Sistemas Produtivos Agropecuários Priorizados" (CSICAP, por sua sigla em inglês), que recebe apoio financeiro do CAF - Banco de Desenvolvimento para a América Latina – e do Fundo Verde para o Clima (FVC), foi aprovado e está pronto para ser implementado.

O projeto visa reduzir a vulnerabilidade da produção agropecuária aos riscos climáticos e reduzir também as emissões de GEE na produção do setor por meio do uso da agricultura de precisão. Isso inclui melhorias nos serviços climáticos e o uso e desenvolvimento de novas tecnologias de baixa emissão e alta resiliência climática, como, por exemplo, melhorias genéticas.

O desenvolvimento dessa iniciativa aponta para duas das principais limitações à implementação de políticas de adaptação e mitigação no setor agropecuário: i) financiamento e ii) desenvolvimento, distribuição e acesso às informações. Por sua vez, o projeto se concentra nas populações mais vulneráveis do setor rural, especialmente nas mulheres, e destaca-se pelos ganhos de eficiência graças à aplicação da agricultura de precisão, juntamente com os benefícios de adaptação e mitigação. Considera-se, por exemplo, que as cooperativas[a] na Colômbia não têm a capacidade de desenvolver as ferramentas e os instrumentos que serão elaborados com o projeto, mas têm a capacidade de aplicá-los e continuar o trabalho após seu desenvolvimento, acelerando os ganhos de eficiência e o levantamento dos benefícios econômicos envolvidos. No caso das cooperativas mais fortes, como as do café, da banana e do arroz, estima-se que seriam necessários 20 anos para alcançar os resultados esperados com o CSICAP em 5 anos.

Espera-se que o projeto beneficie mais de 600.000 pessoas, aumente a resiliência climática de cerca de 1 milhão de hectares e reduza as emissões de GEE em mais de 9 milhões de tCO_2eq. Embora o foco principal seja a adaptação climática, são esperados co-benefícios econômicos, tais como a melhoria na produtividade e redução da pobreza rural; co-benefícios sociais, tais como a melhoria da qualidade e do acesso aos alimentos e a redução da diferença de renda entre homens e mulheres no setor rural; e por fim, co-benefícios ambientais, por meio das reduções nas emissões de GEE.

a. Organizações do setor privado dedicadas a culturas específicas que reúnem pequenos, médios e grandes agricultores.



Biocombustíveis

O desenvolvimento de biocombustíveis é uma política transversal ao setor energético e agropecuário. Enquanto a mitigação é realizada no setor energético, por meio do uso de combustíveis que emitam menos GEEs do que os produtos de origem fóssil, a produção dos biocombustíveis é realizada no setor agropecuário, a partir da transformação de biomassa.

Um dos problemas que os biocombustíveis apresentam é a necessidade de terras para sua produção. Em geral, o desenvolvimento de biocombustíveis está associado a aumentos no uso da terra, produzindo mais emissões por LULUCF, que, em alguns casos, não são contabilizados nos cálculos dos impactos da mitigação dos biocombustíveis. A Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2019), em uma revisão da literatura sobre o assunto, analisa a pegada de carbono de diferentes categorias de biocombustíveis, mostrando que, dependendo do insumo utilizado, as emissões totais podem ser ainda maiores do que as da gasolina. Nesse sentido, os biocombustíveis produzidos a partir de resíduos, cana-de-açúcar e algumas culturas energéticas são os mais eficientes em termos de mitigação, enquanto o óleo de palma gera emissões de LULUCF muito altas, seguido pelo óleo de soja, sendo estes últimos os insumos mais utilizados para a produção de biocombustíveis. Para que os biocombustíveis sejam uma solução de mitigação desejável, a análise de emissões de LULUCF deve ser incorporada à avaliação do projeto.

Uma tecnologia que o IPCC destaca como a principal para atingir as metas de 1,5-2 oC, que ainda está em fase de desenvolvimento e com os primeiros projetos em operação, é a bioenergia com captura e armazenamento de carbono (BECCS, por sua sigla em inglês). Este processo consiste em extrair bioenergia da biomassa, capturando o carbono emitido e armazenando-o em reservatórios naturais, como jazidas esgotadas de petróleo, aquíferos salinos ou outras formações geológicas. Essa tecnologia pode ser usada na produção de etanol e biogás, celulose e papel e até mesmo para aquecimento ou geração de energia através do uso de biomassa.

A bioenergia com captura e armazenamento de carbono tem a particularidade de que as emissões líquidas podem ser negativas devido à captura de gases que realiza

A BECCS tem a particularidade de que as emissões líquidas podem ser negativas devido à captura de gases que realiza . Isso ocorre porque o CO_2 absorvido pelas árvores usadas no processo é capturado durante a combustão, em vez de ser liberado na atmosfera, como ocorre no processo tradicional de geração elétrica utilizando biomassa. Esse CO_2 capturado é então armazenado nos reservatórios, de modo que o processo, desde o plantio das árvores até a geração de energia, consegue capturar CO_2 da atmosfera, liberando apenas uma pequena fração desse CO_2 capturado. No entanto, esse potencial de emissões líquidas negativas ainda não foi rigorosamente documentado.

Uma das limitações dessa tecnologia é a grande necessidade de terra e água, o que poderia aumentar as emissões de LULUCF, reduzir a biodiversidade e ocupar terras produtivas para a agricultura. Além disso, o balanço líquido de emissões ou custo-benefício líquido dessa política não é claro a priori.

Outra possibilidade de uso dessa tecnologia que exige menos consumo de água e terra é o uso de resíduos como insumo. Esses resíduos podem ser provenientes da agricultura, da silvicultura ou até mesmo de resíduos urbanos.

Mudanças do lado da demanda

Um grupo de políticas que não corresponde ao setor agropecuário, mas que o impactaria, principalmente na produção de alimentos, é o que contempla ações do lado da demanda. As práticas de consumo responsável e redução do desperdício de alimentos têm o potencial de diminuir entre 8% e 10% do total de emissões antropogênicas (Mbow et. al., 2019), contribuindo, por sua vez, para os objetivos de segurança alimentar. A substituição do consumo de carne por vegetais aliviaria a expansão da terra utilizada para a pecuária, reduzindo também as emissões provenientes da mudança no uso da terra para essa atividade, que representam entre 5% e 14% das emissões de GEE.

Embora sejam necessárias campanhas de educação e conscientização para alcançar essas reduções por meio de mudanças de comportamento, já estão sendo observadas mudanças na direção desejada. Criscuolo e Cuomo (2018) documentam que há uma demanda crescente de "carne sustentável", soja sem transgênicos e produtos lácteos orgânicos. Esse aumento da demanda gera mercados de certificação e oferece incentivos aos produtores para adotarem medidas sustentáveis, que, em alguns casos, são mais eficientes, levam a melhorias na qualidade dos produtos e implicam reduções nas emissões e na poluição ambiental. O capítulo 3 aborda essas certificações ambientais com mais detalhes.

As práticas de consumo responsável e a redução do desperdício de alimentos têm o potencial de diminuir entre 8% e 10% do total de emissões antropogênicas

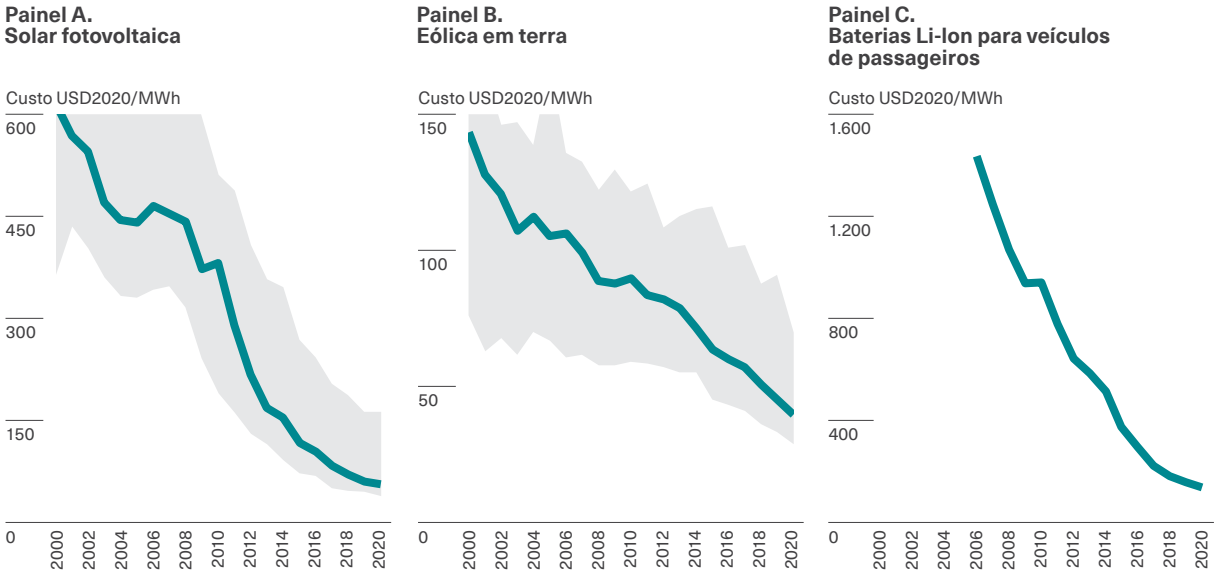
Transição energética e mitigação no setor energético

A transição energética é a mudança de combustíveis fósseis para fontes de energia renovável e sustentável. Além das mudanças na produção e no transporte de energia, a transição energética inclui mudanças no consumo de energia, entre elas, melhorias na eficiência energética e a eletrificação da economia, como, por exemplo, a eletrificação do transporte. Esta seção discute a transição energética na América Latina e no Caribe, primeiro do ponto de vista da oferta, começando pelo setor de geração energia elétrica e depois pelo transporte. Em seguida, são desenvolvidas as ações do lado da demanda e, por fim, são analisadas as ações de adaptação para o setor energético.

Geração de eletricidade, fontes de energia renovável e o papel do gás natural

Do total de emissões globais de GEE, cerca de 25% são causadas pela geração de eletricidade, sendo este o principal emissor por setor. Como resultado do processo de transição energética iniciado especialmente nos países desenvolvidos (vide o capítulo 5), foram alcançadas melhorias na eficiência e redução dos custos de geração de eletricidade a partir de fontes renováveis, principalmente energia solar e eólica. O gráfico 2.16 mostra a evolução do custo unitário das energias renováveis e do preço das baterias de lítio para veículos elétricos de 2000 a 2020. Pode-se observar que, em 20 anos, o custo da energia solar caiu drasticamente, com avanços também na energia eólica em terra, enquanto o custo das baterias recarregáveis de lítio (Li-ion), utilizadas para armazenamento de energia elétrica, caiu mais de 10 vezes. Essas rápidas melhorias estão tornando a instalação e o armazenamento de eletricidade mais acessíveis, facilitando o acesso a essa tecnologia.

Gráfico 2.16
Custo unitário de energias renováveis e baterias no período 2000-2020



Nota: O gráfico apresenta a evolução dos custos unitários em dólares americanos no valor do 2020 por megawatt-hora (USD/MWh), para as energias solar (painel A) e eólica (painel B), bem como para baterias de lítio (painel C) no período indicado. As áreas cinzas representam a faixa entre o percentil 5 e 95 para cada ano. Mais informações metodológicas podem ser consultadas no IPCC (2022b).

Fonte: Elaboração própria com base no IPCC (2022b).

A energia solar e a eólica representam uma grande oportunidade para a região. Não só pela redução das emissões, mas também pelo seu custo marginal quase nulo e pela sua externalidade positiva na qualidade do ar

As energias solar e eólica representam uma grande oportunidade para a região por vários motivos, além da redução de emissões. A primeira vantagem dessas tecnologias é a eficiência na geração de eletricidade. O custo marginal de produção de eletricidade solar e eólica é próximo de zero, pois não utilizam combustível como insumo e requerem pouca manutenção (Craig e Brancucci, 2021). Uma segunda vantagem é o fato de que essas tecnologias verdes, além de não emitirem gases de efeito estufa, também não geram poluição do ar, de modo que sua instalação tem uma externalidade positiva na qualidade do ar.

Há duas alternativas para a geração de eletricidade com energia solar. A primeira é a geração distribuída por meio da instalação de painéis solares e geradores em casas, edifícios, estacionamentos, pequenas fazendas, etc. A segunda alternativa são os parques solares, que exigem grandes extensões de terra, mas abastecem um número maior de usuários. Na América Latina e no Caribe, existem deficiências no acesso à energia e na estabilidade do fornecimento de eletricidade em áreas rurais, bem como na infraestrutura de distribuição e transmissão elétrica. Uma das vantagens da geração distribuída é que parte da transição para a energia limpa não exige grandes investimentos em parques solares e eólicos de grande escala ou grandes sistemas de transmissão, evitando o uso de amplos terrenos produtivos e permitindo o acesso

à eletricidade em áreas rurais. Por outro lado, os parques solares e as fazendas eólicas têm, em alguns casos, problemas de regulamentações rigorosas e litígios por parte de grupos ambientalistas devido a danos locais à vida selvagem. Os sistemas solares distribuídos são mais eficientes em termos de perdas de energia na geração, transmissão e distribuição, permitem autonomia aos usuários e sua instalação é rápida. Outra característica da geração distribuída é que ela aumenta o valor da propriedade (Adomatis et. al., 2015; Adomatis e Hoen, 2015), de modo que parte do custo de instalação é parcialmente transferido para o valor do imóvel. O oposto ocorre para as fazendas de painéis solares que, como mostram alguns estudos, desvalorizam o preço das propriedades próximas (Dröes e Koster, 2021; Gaur e Lang, 2020).

A transição para as energias renováveis permitiria aos países importadores líquidos de hidrocarbonetos reduzir sua dependência dos combustíveis fósseis. A cooperação regional e o investimento em tecnologias que minimizem essa dependência ajudariam a região a se proteger da variabilidade dos mercados de combustíveis fósseis, garantindo o abastecimento interno. A transição energética também melhoraria a resiliência e a suficiência energética dos países, reduzindo a dependência das importações e protegendo suas economias da volatilidade dos preços da energia. O efeito que a guerra Rússia-Ucrânia teve sobre o preço dos combustíveis fósseis e, consequentemente, sobre os níveis gerais de preços globais é um exemplo da vantagem que a região teria se tivesse uma matriz energética renovável. O quadro 2.4 discute o potencial de geração de energia renovável e os desafios que enfrenta.

Embora essas tecnologias renováveis sejam mais acessíveis e até mais eficientes do que os combustíveis fósseis, uma transição energética completa no setor elétrico da América Latina e do Caribe, no curto prazo, implicaria um grande esforço de investimento em infraestrutura e até mesmo cooperação regional para o comércio de energia elétrica[26]. Moksnes et. al. (2019) exploram 324 projetos de investimento em infraestrutura elétrica para a América do Sul e mostram que o custo total descontado está entre 0,9% e 1,9% do PIB da região e que os cenários estão mais frequentemente na margem inferior dessa faixa. Destaca-se que as estimativas de Rozenberg e Fay (2019) indicam que, globalmente, os custos de investimento em infraestrutura no setor de geração elétrica em um cenário de baixas emissões (1%-3% do PIB) em comparação com um cenário mantendo o *status quo* (0,9%-2,4% do PIB) são semelhantes.

A transição para as energias renováveis permitiria aos países importadores líquidos de hidrocarbonetos reduzir sua dependência dos combustíveis fósseis

Outra consequência da migração para uma matriz elétrica verde são os ativos ociosos, como os campos de gás e petróleo, bem como a infraestrutura instalada para sua extração. As tabelas 2.2 e 2.3 mostram as reservas comprovadas de hidrocarbonetos e os recursos tecnicamente recuperáveis. Dessas, espera-se que as reservas de gás sejam exploradas durante mais tempo, enquanto as reservas de carvão seriam as primeiras em que a atividade cessaria. Embora algumas estimativas preliminares indiquem que a transição energética poderia gerar empregos líquidos (CEPAL, 2023; Saget 2020), no curto prazo, a realocação de trabalhadores da indústria de combustíveis fósseis será dispendiosa e exigirá o apoio de políticas de reciclagem profissional e proteção social. Por fim, os países produtores de hidrocarbonetos sofreriam um grande custo fiscal com a adoção de tecnologias limpas. Isso reforça a necessidade de a transição ser progressiva ao longo do tempo e de que os países produtores de hidrocarbonetos migrem primeiro para uma matriz energética baseada em gás natural e em fontes renováveis, utilizando a infraestrutura que já possuem para a extração e comercialização de gás natural.

26 O trabalho de Airaudo et. al. (2022) propõe um modelo para investigar a dinâmica inflacionária que poderia ser gerada durante a transição verde.

Quadro 2.4
Geração de energia verde

O Sexto Relatório de Avaliação do IPCC destacou a viabilidade técnica da transição energética para uma matriz com emissões líquidas zero, mesmo que certas tecnologias, como a nuclear ou a de captura de carbono não estejam disponíveis. Essas estimativas são baseadas em modelos de avaliação integrada (IAM por sua sigla em inglês). Na mesma linha, a literatura especializada sobre a capacidade e potencial de geração de eletricidade por meio de energias renováveis também destaca a possibilidade de atender a toda a demanda atual e até mesmo a projetada utilizando unicamente energias renováveis.

Edenhofer et. al. (2011), em um relatório para o IPCC, reportam o potencial técnico em uma meta-análise para energias renováveis, na qual mostram que esse potencial excede a demanda atual. Deng et. al. (2015) estimam o potencial global de geração energética por geração solar e eólica e concluem que, mesmo em seus cenários de menor geração, seria superior à demanda projetada para 2070. Os cálculos de Molnár et. al. (2022) sobre o potencial de geração elétrica por meio de instalação de painéis solares em telhados de edifícios residenciais indicam que esse potencial é enorme e satisfaria a maior parte da demanda local de eletricidade e que essa capacidade poderia até dobrar até 2060. Os autores destacam que, na América Latina, a construção de novos edifícios com projetos que considerem a instalação de painéis é uma das principais possibilidades para as próximas décadas. No entanto, todos esses documentos enfatizam a importância do investimento em infraestrutura de distribuição, transmissão e armazenamento para atingir esse potencial, uma vez que a infraestrutura atual não é suficiente, especialmente em cenários com maior coordenação regional.

Uma matriz elétrica limpa enfrenta o desafio da possível intermitência na geração, principalmente devido à atual falta de armazenamento em grande escala e a custos competitivos e ao baixo investimento em transmissão, não só em nível nacional, mas também em nível regional. Outro desafio é a infraestrutura insuficiente para conectar as fontes renováveis a áreas de consumo distantes e para a interconexão regional. Enquanto sistemas de armazenamento mais eficientes estão sendo desenvolvidos, os sistemas energéticos precisam ser flexíveis para que possam atender à demanda com múltiplas fontes e lidar com a possível falta de geração em qualquer uma delas em momentos específicos. Um bom equilíbrio entre fontes renováveis e o gás natural, aliado à coordenação regional, que exigiria um grande investimento em linhas de transmissão entre os países, ofereceria uma matriz regional limpa e um abastecimento correto.

Há dois grandes desafios que não são considerados nesses estudos. O primeiro diz respeito à gestão dos resíduos gerados pela substituição dos painéis solares, turbinas eólicas e baterias. No caso das turbinas, a maioria de seus componentes pode ser reciclada, enquanto no caso das baterias existem algumas iniciativas de reciclagem. No entanto, ainda não há soluções abrangentes para reciclar todos esses resíduos, sendo os resíduos provenientes de painéis solares atualmente o maior desafio. O segundo desafio está relacionado aos minerais necessários para a transição para uma matriz elétrica limpa. A grande demanda global desses metais, tanto para baterias quanto para veículos elétricos e transmissão de energia elétrica, pode levar a uma escassez de oferta e a um consequente aumento no preço desses componentes vitais para a transição energética.

Tabela 2.2
Reservas comprovadas de hidrocarbonetos

País	Petróleo (milhões de barris) Ano 2021	Carvão (milhões de m³) Ano 2019	Gás natural (milhões de m³) Ano 2021
Argentina	2.482	500	396.464
Barbados	2	0	113
Bolívia	240	1	30.299
Brasil	12.714	7	363.984
Chile	150	1	97.976
Colômbia	2.036	5	87.782
Equador	8.273	24	10.902
México	5.786	1	180.321
Peru	858	102	300.158
Trindade e Tobago	243	0	298.063
Venezuela	303.806	731	5.673.894
Total	336.590	15	7.712.647

Nota: A tabela mostra as reservas para os países com informações disponíveis.
Fonte: Hancevic et. al. (2023)

Tabela 2.3
Recursos tecnicamente recuperáveis de gás de xisto e petróleo de baixa permeabilidade em 2015

País	Gás (trilhões de pés cúbicos)	Petróleo (bilhões de barris)
Argentina	801,5	27
Bolívia	36,4	0,6
Brasil	244,9	5,3
Chile	48,5	2,3
Colômbia	54,7	6,8
México	545,2	131
Paraguai	75,3	3,7
Uruguai	4,6	0,6
Venezuela	167,3	13,4

Nota: Três países da ALC estão entre os dez primeiros do mundo por suas reservas de gás de xisto: Argentina (4), Venezuela (7) e México (8). Em termos de reservas de petróleo de baixa permeabilidade, três países também estão entre os dez primeiros: Argentina (2), México (6) e Brasil (10).
Fonte: Hancevic et. al. (2023).

A América Latina e o Caribe tem grandes reservas de gás natural, cerca de 4% das reservas mundiais, com uma grande concentração na Venezuela, onde estão 75% das reservas da região (Di Sbroiavacca et. al., 2019). O gás natural é o combustível fóssil cuja queima produz menos CO_2, sendo que o fator de emissão de toneladas de CO_2 por MWh é quase a metade das emissões do carvão. Além disso, é uma fonte de energia flexível e versátil, que pode ser utilizada em diferentes setores, como geração de eletricidade, indústria, transporte e aquecimento. Seu baixo custo e ampla disponibilidade na região o tornam especialmente adequado durante a transição energética para países com altos níveis de demanda de energia e recursos financeiros limitados para investir em energias renováveis.

Por outro lado, o gás natural também pode atuar como uma fonte complementar às energias renováveis intermitentes, como a solar ou a eólica, pois pode ser utilizado para gerar energia quando essas fontes não estão disponíveis ou são insuficientes para atender à demanda . Isso permite uma maior integração das energias renováveis na matriz energética, reduzindo assim a dependência dos combustíveis fósseis mais poluentes. Nesse sentido, alguns países da região começaram a implementar políticas e programas para incentivar o uso do gás natural na transição energética. Por exemplo, a Argentina lançou um plano para desenvolver a infraestrutura de gás natural e aumentar sua participação na matriz energética, enquanto a Colômbia estabeleceu incentivos para a conversão de veículos para gás natural e o uso de gás na geração de energia.

O gás natural pode atuar como uma fonte complementar às energias renováveis, sendo utilizado para gerar energia quando essas fontes não estão disponíveis ou são insuficientes

É importante que o investimento em gás natural não retire recursos do investimento em tecnologias não poluentes. Em primeiro lugar, porque a geração de eletricidade com tecnologias limpas é atualmente mais eficiente do que o gás natural, além de ser menos poluente; e, em segundo lugar, porque qualquer investimento em infraestrutura não seria amortizado no curto prazo, correndo o risco de se tornar um grande ativo irrecuperávelno médio prazo ou de gerar um compromisso de uso dessa infraestrutura no médio prazo, causando indiretamente um compromisso com as emissões da geração elétrica com base no gás natural. Da mesma forma, novos contratos de exploração com direitos de longo prazo representariam a mesma ameaça. Por fim, a transição para uma matriz baseada em energias renováveis e gás natural ofereceria, inclusive, a oportunidade de comercializar esse combustível com outras regiões, como, por exemplo, a Europa.

Transporte: eletrificação e mobilidade sustentável

Há três canais para reduzir as emissões do setor: melhorias técnicas nos motores de combustão interna, eletrificação da frota de veículos e promoção do transporte público e de formas de mobilidade não poluentes. McKinsey & Company (2013) estima que as melhorias técnicas já disponíveis para motores de combustão interna são superiores em termos de custo-efetividade aos veículos elétricos e híbridos. Embora essa alternativa não permita a descarbonização do setor de transportes, no curto prazo é uma alternativa mais eficiente do que a migração para uma frota de transportes totalmente elétrica.

A transição para uma frota de veículos elétricos envolve um investimento dispendioso em infraestrutura. Ainda não há terminais de carregamento rápido em operação para substituir os atuais postos de abastecimento de combustível e, em geral, isso impede que os veículos elétricos percorram longas distâncias na América Latina e no Caribe. No entanto, destaca-se que o setor está em plena evolução, pelo que, no curto ou médio prazo, as diferenças tecnológicas e de custos poderão não ser uma restrição. Um exemplo de progresso no aspecto econômico é a redução de 85% no custo das baterias de lítio entre 2000 e 2019 (IPCC, 2022a). Em

relação à tecnologia, as informações da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, com números atualizados em 15 de novembro de 2022, indicam que os veículos elétricos comercializados no país percorrem, em média, até 160 km com uma carga completa e precisam de 8 horas para recarregar totalmente o veículo (EPA, 2023). Ao considerar apenas os modelos mais recentes, como os de carros elétricos de 2021, a autonomia média é muito maior, próxima a 400 km. Contudo, a autonomia média dos veículos a gasolina é de cerca de 650 km (U.S. Department of Energy, 2023).

Além disso, há os problemas de custos para os usuários. Embora os custos tenham diminuído drasticamente nos últimos anos e tenham surgido novos modelos mais econômicos, os veículos elétricos mais procurados, tanto de carga como comerciais, são, em média, mais caros do que os veículos de combustão com características semelhantes, e a oferta existente dos primeiros é muito menor. Ao mesmo tempo, a autonomia e velocidade média dos veículos elétricos ainda estão longe daquelas dos veículos de combustão interna, o que resulta em uma oferta limitada de veículos para atender as necessidades dos consumidores. Outra diferença entre os veículos elétricos e os de combustão interna é seu maior peso, que se explica principalmente pelas baterias.

Por fim, a demanda de metais como lítio, níquel e cobalto, que são essenciais para a produção de baterias, pode não ser atendida (BloombergNEF, 2022), o que impediria a rápida adoção projetada de veículos elétricos. Esse obstáculo poderia ter efeitos sobre os preços, atrasando ainda mais a adoção na América Latina e no Caribe. Os veículos pesados ou de carga a gás natural podem ser uma alternativa que permitiria a exploração desse recurso e a adoção de uma tecnologia de baixa emissão em um setor de alta emissão. Outra alternativa para a substituição do transporte de carga por veículos a combustíveis fósseis, é o uso de trens de carga. No entanto, sua eletrificação exige maior investimento em infraestrutura, alta densidade de tráfego para ser comercialmente viável e um fornecimento constante e seguro de energia elétrica a partir de fontes renováveis para garantir a operação contínua (Lawrence e Bullock, 2022).

A migração para uma frota de veículos totalmente elétricos deve ser um objetivo de médio-longo prazo para a região, dado o alto custo que isso implicaria no curto prazo. De imediato, há três políticas que reduziriam o uso de combustíveis fósseis no transporte e teriam importantes externalidades positivas, principalmente em cidades com alta densidade populacional: a primeira é o investimento em transporte público eficiente, acessível e, de preferência, elétrico[27]; a segunda, incentivos para o uso de meios de transporte não poluentes, como bicicletas, por meio da construção de ciclovias e da oferta de bicicletas públicas, ou a construção de passarelas de pedestres para que a população possa caminhar sem tráfego; e, por fim, a implementação de zonas de baixa emissão, que limitam o tráfego em determinadas áreas e horários (Barahona et. al., 2020; Galdón-Sánchez et. al., 2022). Embora as reduções de emissões sejam significativamente menores do que as que resultariam de uma redução nas emissões rodoviárias, estas são um exemplo de políticas não apenas com externalidades positivas, mas também com custos significativamente menores. As principais externalidades positivas que resultariam dessas políticas, incluem, em primeiro lugar, a redução do tráfego na cidade, o que diminuiria a duração das viagens intraurbanas, uma das questões mais discutidas em áreas com altas densidade populacional, como as principais cidades da América Latina e do Caribe; e, em segundo lugar, a redução das emissões de partículas poluentes emitidas pelos veículos ao queimar combustível. Essas partículas têm efeitos documentados na saúde (Bishop et. al., 2018; Di et. al., 2017; Krewski et. al., 2009; Lepeule et. al., 2012; Wu et. al., 2020), tanto no desenvolvimento ou exacerbação de condições respiratórias (ex., asma ou doença pulmonar obstrutiva crônica) quanto no desenvolvimento da síndrome demencial e no aumento da mortalidade.

27 Vide o quadro 2.5 que descreve uma iniciativa de eletrificação do transporte público na região.

A migração para uma frota de veículos totalmente elétricos deve ser um objetivo de médio-longo prazo para a região, dado o alto custo que isso implicaria no curto prazo

Embora essas políticas envolvam investimentos menores do que a instalação de parques de carregamento para veículos elétricos em nível nacional, a região tem problemas em termos de transporte público e meios de transporte não poluentes que devem ser abordados. No que diz respeito ao transporte público, a má conectividade, a baixa frequência, o alto custo, a qualidade dos veículos e a aglomeração de passageiros nos horários de pico desestimulam seu uso e transferem os usuários para veículos particulares, gerando maiores emissões, mais tráfego e tempos mais longos para percorrer as mesmas distâncias (Daude et. al., 2017; Rivas et. al., 2019). Quanto aos meios de transporte não poluentes, como ciclovias e passarelas para pedestres, um dos fatores que desestimula seu uso na região é a insegurança. Por isso, o investimento necessário vai além dos gastos com a construção de ciclovias e passarelas para pedestres; também é preciso investir em iluminação pública, sinalização e instalação de câmeras de segurança (Alcántara de Vasconcellos, 2019). Ao mesmo tempo, são necessários espaços seguros para estacionamento de bicicletas, dada a facilidade de furto das peças.

Quadro 2.5
Eletrificação do transporte público na América Latina

Em outubro de 2022, o CAF aprovou o programa "E-Motion", com financiamento do Fundo Verde para o Clima (FVC), para promover o transporte de baixa emissão no Panamá, Paraguai e Uruguai. O programa financiará a adoção de ônibus elétricos em larga escala, o desenvolvimento de infraestrutura de carregamento rápido e a implementação de veículos comerciais leves elétricos.

Os países do programa incluíram metas específicas para reduzir as emissões do setor de transportes em suas NDCs. Por exemplo, o Paraguai pretendia reduzir 20% do consumo de combustíveis fósseis até 2030. O Panamá estabeleceu uma Estratégia Nacional de Mobilidade Elétrica em 2019, com o objetivo de eletrificar entre 25% e 50% da frota de transporte público até 2030. Na mesma linha, a primeira NDC do Uruguai estabeleceu metas quantitativas para impulsionar a eletromobilidade até 2025, que buscam a adoção de ônibus elétricos e o estabelecimento de postos de carregamento elétrico ao longo de suas principais rotas. Esses países também têm ampla capacidade de geração de eletricidade a partir de energia limpa, pelo que a promoção da eletrificação do transporte poderia mitigar as emissões de GEE em um ritmo mais alto do que em outros contextos.

As avaliações de diagnóstico do programa identificaram que o transporte nos países atendidos é atomizado e apresenta problemas na qualidade e segurança dos serviços. Consequentemente, a iniciativa busca acelerar a reconversão do setor oferecendo empréstimos concessionais para a renovação da frota pública de ônibus e prestando assistência técnica aos principais atores do setor para promover um novo modelo de negócios que separe a propriedade dos ativos, as instituições concessionárias que prestam o serviço e as entidades de gestão e administração. O impacto esperado do projeto é uma redução total de emissões de GEE de 3,3 $MtCO_2eq$ ao longo de sua vida útil de 25 anos. Além disso, espera-se uma poupança de custos relacionados com o consumo de energia, a poluição e os efeitos externos do aquecimento global no valor de US$ 40 milhões.

Soluções do lado da demanda

No início desta seção, observou-se que uma das principais ações que as famílias ou empresas podem adotar é a geração distribuída ou a instalação de painéis solares em residências e edifícios. No entanto, essa não é a única medida que poderia alcançar reduções significativas de emissões. Duas das ações com maior potencial estão ligadas à eficiência energética, como o consumo responsável de energia e o uso de eletrodomésticos de baixo consumo energético, inclusive aparelhos de aquecimento. A AIE estima que, entre 2000 e 2017, as ações de eficiência energética permitiram que o consumo energético global fosse 12% menor do que o estimado para esse período (AIE, 2022a). Zehner (2012) mostra que o estado da Califórnia (Estados Unidos) começou a implementar medidas para promover a eficiência energética desde meados de 1975, conseguindo que o consumo de energia per capita em nível estadual permanecesse constante durante um período em que dobrou em nível nacional.

Na América Latina e no Caribe, 75% do consumo doméstico de eletricidade é dividido entre refrigeração de alimentos, iluminação e condicionamento ambiental, de acordo com um relatório do Banco Interamericano de Desenvolvimento (Urteaga e Hallack, 2021). A emissão deste consumo pode ser reduzida, em primeiro lugar, com o uso de aparelhos eficientes, como geladeiras de elevada eficiência energética (baixo consumo de energia), lâmpadas LED e aparelhos de ar-condicionado modernos e de alta eficiência energética, e, em segundo lugar, com o consumo responsável, ou seja, ajustando corretamente a temperatura da geladeira, evitando seu uso desnecessário, aproveitando a iluminação natural durante o dia, o apagando as luzes dos cômodos não utilizados, usando ventilação natural, regulando a temperatura dos aparelhos de ar-condicionado e não os usando em espaços vazios. O mesmo relatório estima que a poupança com a substituição desses aparelhos pode atingir até 40% do consumo de cada equipamento e que o custo estimado da substituição de refrigeradores nos principais mercados latino-americanos poderia ser de US$ 7 trilhões. Por fim, um melhor isolamento térmico das residências poderia aumentar em 15% a poupança decorrente das políticas já mencionadas.

Em relação ao transporte, além do uso de veículos elétricos, há três ações que, nos casos em que pudessem ser adotadas, reduziriam as emissões. A primeira é a mobilidade ativa, definida como a realização de viagens a pé, de bicicleta ou em veículos similares, em lugar de carro. Essa ação é viável principalmente em distâncias curtas e em cidades com infraestrutura adequada, como calçadas bem conservadas, ciclovias, ruas exclusivas para pedestres, etc. A segunda ação é complementar à anterior e consiste no uso do transporte público, uma ação mencionada na seção anterior e que poderia ser implementada em distâncias em que não é viável caminhar ou andar de bicicleta. Por fim, tanto as empresas quanto os trabalhadores devem considerar o teletrabalho, se essa opção for viável e não afetar seu processo produtivo. A AIE (2020a) estima que, globalmente, 60% das viagens de carro cobrem distâncias inferiores a 10 km e apenas 5% desses deslocamentos são de pelo menos 50 km. Os autores estimam que, se 50% das viagens de 5 km ou menos fossem substituídas por alternativas não poluentes, poderiam ser evitadas emissões de 130 milhões de toneladas de CO_2 ($MtCO_2$), o equivalente a cerca de 2% das emissões globais do transporte rodoviário.

Uma medida relacionada ao consumo responsável é o uso de temporizadores, dispositivos externos ao aparelho que permitem ligá-lo o desligá-lo automaticamente, ou até o uso de aparelhos inteligentes, alguns dos quais têm a opção de ligar e desligar automaticamente ou de serem controlados por telefone celular. Os medidores inteligentes de eletricidade podem programar o consumo de eletricidade, o que também permite que a eletricidade seja utilizada quando estiver disponível em abundância, reduzindo o consumo quando as energias renováveis mais voláteis forem escassas.

O trabalho de van Sluisveld et. al. (2016) inclui medidas do lado da demanda em um modelo de avaliação integrada e estima que essas medidas no setor dos transportes poderiam reduzir as emissões em 35% e, no nível residencial, em 13%. A AIE (2020a) estima que as soluções do lado da demanda poderiam levar a reduções de 2 $GtCO_2$ em 2030, com cerca de metade dessas reduções provenientes do transporte rodoviário e um quarto graças à redução dos voos

de longa distância, destacando também as reduções provenientes do comportamento doméstico, principalmente devido à diminuição no uso de aparelhos de condicionamento térmico nas residências.

Para encerrar esta subseção, vale ressaltar que uma das principais restrições à adoção de medidas de eficiência energética pelas residência é o fator econômico, seguido pelo fator educação ou conhecimento (Andrews-Speed e Ma, 2016; Wolske e Stern, 2018). Os governos nacionais e subnacionais têm procurado incentivar a adoção de tecnologias que promovem a eficiência energética por meio de subsídios à compra. Na América Latina e no Caribe, há casos de benefícios para a compra de carros elétricos, instalação de painéis solares e compra de aparelhos de alta eficiência energética. No entanto, voltando à discussão sobre desigualdade acima mencionada, esses subsídios são, em geral, altamente regressivos, porque são principalmente as famílias de classe média ou alta que têm recursos suficientes para comprar esse tipo de bens. Como exemplo, Borenstein e Davis (2016) mostram que, nos Estados Unidos, os 60% mais pobres da população receberam cerca de 10% dos créditos de imposto sobre a renda para investimentos em energia limpa, enquanto o quintil superior recebeu cerca de 60% desses créditos, e destacam que esses créditos podem ser ainda mais regressivos do que os impostos sobre o carbono sem políticas redistributivas. Esses subsídios não são apenas altamente regressivos, mas também há evidências de que eles tendem a não gerar nova demanda. Xing et. al. (2021) estimam, com dados dos Estados Unidos, que 70% dos subsídios federais foram utilizados em compras que teriam sido feitas mesmo sem essa ajuda.

Adaptação no setor energético

As mudanças climáticas estão associadas a múltiplos impactos no setor energético. Os principais exemplos são as mudanças nas estações, que alteram as demandas de energia para aquecimento e ar-condicionado; redução da eficiência na geração de eletricidade devido ao superaquecimento ou danos à infraestrutura causados por eventos extremos; problemas de geração hidrelétrica devido ao estresse hídrico; danos às estradas, aumentando os tempos de transporte e a necessidade de investimento em infraestrutura rodoviária; e interrupções nos sistemas ou na infraestrutura de transmissão e distribuição. Esses potenciais danos à infraestrutura, por sua vez, aumentariam suas deficiências atuais e a necessidade de investimento nela, e seriam um potencial elemento de interrupção do acesso à energia elétrica, agravando o problema da segurança energética.

Grande parte da infraestrutura atual do setor energético da região não foi construída ou projetada para as condições climáticas esperadas para meados do século. Portanto, é de grande importância que os novos projetos de infraestrutura no setor tenham em conta o fator climático. Ao mesmo tempo, as linhas de transmissão elétrica estão localizadas principalmente ao ar livre, pelo que estão mais expostas aos riscos climáticos. As altas temperaturas também alteram a eficácia das linhas de transmissão e levam ao risco de curto-circuito em áreas onde há árvores. Uma solução a esse problema é a construção de linhas de transmissão subterrâneas. No entanto, em regiões onde são esperadas maiores temperaturas e precipitação, é possível antecipar o crescimento da vegetação que pode afetar as linhas subterrâneas, um fator que deve ser considerado em seu projeto. Essa solução é cara, pois envolve a substituição de todas as linhas de transmissão não subterrâneas, mas pode ser de vital importância para aquelas regiões onde se espera uma maior frequência de eventos extremos. Sathaye et. al. (2011) mostram que o potencial energético das usinas de gás natural poderia ser reduzido entre 0,7% e 1% para cada grau de aumento de temperatura acima de 15 oC, enquanto Dowling (2013) mostra que as mudanças na eficiência seriam de 0,17% para usinas a carvão, 0,24 % para usinas a gás e 0,27% para usinas de ciclo combinado.

A infraestrutura do setor energético da região não foi projetada para enfrentar as condições climáticas atuais e futuras. Os novos projetos de infraestrutura terão de levar em conta o fator climático

Não só as linhas de transmissão estão ameaçadas, mas também o próprio sistema de geração de energia elétrica. As temperaturas mais altas reduzem a eficiência da geração de eletricidade das usinas termelétricas e nucleares, ao mesmo tempo que aumentam a necessidade de água de resfriamento e o risco de paradas das operações. A redução na frequência das chuvas também aumenta a necessidade de água para resfriamento e reduz sua disponibilidade, enquanto eventos extremos ameaçam a infraestrutura dessas usinas e sua conexão com as redes de distribuição. Todas essas considerações devem ser levadas em conta na escolha de locais para novas usinas termelétricas e um grande esforço de manutenção deve ser feito para garantir que a infraestrutura existente possa lidar com os eventos esperados. Por exemplo, em um período de apenas três semanas, entre agosto e setembro de 2008, as ilhas do Caribe sofreram grandes danos com os impactos dos furacões Gustav, Hanna e Ike. Estima-se que o último tenha danificado ou destruído cerca de 95% dos edifícios nas Ilhas Turcas e Caicos e causado graves danos às plataformas de petróleo e gás do golfo do México. Os furacões Rita e Katrina, em 2005, destruíram 115 plataformas e 180 oleodutos, com danos à indústria estimados em mais de US$ 15 bilhões (Contreras-Lisperguer e de Cuba, 2008).

As energias renováveis não estão isentas desses riscos. As barragens para geração de energia hidrelétrica, exceto em alguns casos, foram instaladas em meados ou no final do século passado, pelo que a maioria não foi projetada tendo em mente as ameaças impostas pelas mudanças climáticas.

A principal ameaça aos terminais hidrelétricos, afora eventos extremos, são as mudanças na precipitação. O excesso de chuvas pode danificar as paredes de barragens e as turbinas e causar inundações, enquanto a diminuição das chuvas limita a capacidade de geração de eletricidade. Por sua vez, as mudanças e a variabilidade nas estações de chuva podem causar excessos e escassez na geração que afetam a qualidade do serviço. Yalew et. al. (2020) mostram que o potencial energético das instalações hidrelétricas na América Latina e no Caribe pode ser reduzido em quase 20% devido aos impactos das mudanças climáticas, principalmente pelo estresse hídrico. Os investimentos necessários para evitar esses danos se concentram em melhorar a previsão de eventos climáticos, aumentar a capacidade de armazenamento de água, melhorar as turbinas, ajustar as frequências de liberação de água e remover os detritos gerados após tempestades ou ventos fortes.

No caso da energia solar e eólica, a situação é diferente. A instalação mais recente dessas usinas significa que os riscos já mencionados devem ser levados em conta em seu projeto. O principal risco meteorológico para a geração de energia eólica são as condições de ventos extremamente fortes e a variabilidade em períodos de nevasca. Os ventos fortes podem danificar a infraestrutura das turbinas, enquanto a variabilidade afeta a geração de eletricidade. Esses riscos devem ser considerados ao decidir onde instalar as turbinas. Outra possível medida de adaptação é a melhoria dos serviços meteorológicos para prever esses eventos.

Por fim, os maiores riscos para a energia solar são o aumento da cobertura de nuvens e da umidade no ar. Esses riscos, que diminuem a capacidade de geração e conversão elétrica, podem ser parcialmente mitigados aumentando a capacidade de utilização da luz difusa dos painéis solares e pelo investimento em capacidade de armazenamento.

Deve-se notar que essas três tecnologias renováveis utilizam diferentes recursos ambientais e estão sujeitos a diferentes riscos climáticos. Portanto, uma matriz de geração de eletricidade com as três tecnologias reduz a probabilidade de todas serem afetadas simultaneamente. No entanto, conforme mencionado, essas políticas exigem investimentos significativos em uma região com reduzida condição financeira.

Adaptação e mitigação em outros setores econômicos

Indústria: sustentabilidade por meio da reciclagem e da redução da demanda

As principais emissões da indústria são provenientes de resíduos industriais, seguidas pela fabricação de substâncias químicas, pela extração e produção de metais, pelo processamento de cimento, aço e alumínio e, principalmente, pelo uso de energia.

No caso da fabricação de produtos químicos, a produção de amônia causa a maior parte das emissões de CO_2. A amônia, usada principalmente na agricultura, tem efeitos negativos sobre a saúde humana, contribui para a acidificação do solo e da água, bem como para a emissão de óxido nitroso. A amônia é usada em fertilizantes, mas também na produção de produtos farmacêuticos, plásticos, têxteis e até explosivos. Portanto, a principal forma de mitigar as emissões desse composto seria pelo lado da demanda, reduzindo o uso de fertilizantes com alto teor de amônia na agricultura e a demanda de produtos manufaturados que o utilizam, como, por exemplo, o plástico.

O plástico também é um grande poluente do meio ambiente, dado que seu processo de decomposição leva entre 100 e 1000 anos. Ao mesmo tempo, a taxa global de reciclagem de plásticos é próxima de 10%, de modo que 90% do plástico é descartado e substituído. Geyer et. al. (2017) mostram que o crescimento da produção de plástico nos últimos 70 anos é de 8,4%, o que representa quase 2,5 vezes o crescimento do PIB global e espera-se que permaneça acima de 3% ao ano nos próximos anos.

O processo para a produção de plástico, além da amônia, requer petróleo e é intensivo no uso de energia elétrica e, portanto, tem uma alta pegada de carbono. Assim como no caso da amônia, as principais políticas de redução de emissões são aquelas que incentivam a redução da demanda de bens com elevado teor de plástico.

Em relação aos metais, as principais emissões provêm da produção de aço, alumínio e ferro. As taxas de reciclagem de metais são muito mais altas do que as do plástico. Para o aço, essa taxa é próxima de 40%, para o ferro, é de quase 50% e, para o alumínio, é próxima de 35%. Também há espaço para melhorar essas porcentagens, o que permitiria reduzir as emissões na produção desses metais.

No caso do aço, o uso de hidrogênio baseado em fontes livres de carbono pode tornar a produção desse metal quase neutra em termos de CO_2 (Vogl et. al., 2018). O principal desafio para o uso do hidrogênio verde é sua distribuição, que requer tubulações adequadas e pode inviabilizar seu uso em muitos casos. Para o ferro, o método de fabricação por eletrólise de óxido fundido também promete um cenário de quase neutralidade se a eletricidade utilizada for gerada por fontes limpas.

Por fim, no caso do cimento, há poucas opções de mitigação. Uma das políticas que poderia alcançar a neutralidade no processo produtivo é a captura e armazenamento de carbono. No entanto, essa opção atualmente tem custos muito altos, o que pode inviabilizá-la em grande parte. Existem alternativas ao cimento convencional, como o cimento ecológico ou cimento verde, que tem pelo menos um componente feito a partir de resíduos, um processo produtivo que não agride o meio ambiente, tem alto desempenho e sustentabilidade do ciclo de vida. Algumas das limitações ao uso desse insumo são a existência de códigos de construção que restringem indiretamente seu uso, a dificuldade de mudar as práticas de construção (tradição) e a maior necessidade de conhecimentos e competências técnicas específicas.

Turismo: sustentabilidade por meio da preservação dos ecossistemas

As emissões do setor turístico provêm essencialmente do consumo de eletricidade e combustíveis, principalmente pelo transporte. No caso da América Central e do Caribe, as maiores ameaças que o turismo enfrenta são o impacto dessa atividade no meio ambiente e os impactos esperados das mudanças climáticas. Entre eles destacam-se a perda de biodiversidade, o aumento das temperaturas médias e a maior frequência de eventos extremos.

As maiores ameaças que o turismo enfrenta na região são os impactos esperados das mudanças climáticas, como a perda de biodiversidade, o aumento das temperaturas médias e a maior frequência de eventos extremos

Uma das atrações principais do turismo no Caribe e em alguns países da América Latina é o clima. A estabilidade do clima quente e das estações chuvosas, juntamente com a biodiversidade e as praias da região, são responsáveis por um fluxo constante de visitantes. No entanto, os furacões e as tempestades são eventos dissuasores na escolha de destinos turísticos.

Além das temperaturas e da estabilidade do clima, a biodiversidade da região é um dos grandes atrativos para o turismo e está em perigo (vide o capítulo 3). A crescente demanda de água deteriora a qualidade do recurso e aumenta os riscos de desertificação e incêndios florestais; a construção de infraestrutura transforma o habitat e, se realizada sem planejamento adequado, pode causar impactos na paisagem terrestre e marítima; o aumento do nível do mar pode gerar riscos de enchentes e perda de infraestrutura; a acidificação e o aumento da temperatura dos oceanos pode levar à perda de biodiversidade, entre outros riscos ambientais. Todas essas ameaças à biodiversidade são ameaças ao turismo e isso é especialmente importante para os países do Caribe.

Embora as áreas costeiras enfrentem as maiores ameaças, as mudanças climáticas também representam riscos para outras áreas turísticas, como a Patagônia, onde as mudanças climáticas significarão o recuo das geleiras e a redução da precipitação e da neve, e locais de alto interesse cultural, como a Ilha de Páscoa ou as Ilhas Galápagos, entre outros. Um relatório da União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN) (Osipova et. al., 2020) mostra que as mudanças climáticas são uma grande ameaça para 93 dos 252 patrimônios mundiis considerados no relatório. Dos 93, 23 estão na América Latina e no Caribe, dentre os quais se destacam as ilhas e áreas protegidas do Golfo da Califórnia, no México, e a Reserva da Biosfera do Rio Plátano, em Honduras. De acordo com o estudo, esses locais estão em condições críticas, o que significa que necessitam de maiores medidas imediatas de conservação em larga escala para manter ou restaurar seus valores no curto e médio prazo.

Os maiores esforços para preservar a renda e a atividade do setor devem estar na implementação de políticas de adaptação para minimizar os danos esperados das mudanças climáticas e da conservação da biodiversidade. A seguir há uma lista de uma série de políticas que devem ser adotadas no curto prazo em ambas as áreas:

- Regulamentação para projetos do setor ou em regiões de alto interesse turístico. Isso inclui normas de construção e proibições ao desenvolvimento turístico em áreas de risco ambiental.
- Reconhecimento e adoção de práticas ambientais, como o turismo sustentável.
- Gestão das costas e dos recursos hídricos. Isso inclui a proteção da qualidade da água, a conservação da biodiversidade, a gestão da erosão costeira, a prevenção de enchentes e a gestão dos recursos pesqueiros.
- Por fim, uma política que beneficiaria muito o setor turístico é a criação de mercados de pagamento por serviços ambientais. Esses mercados forneceriam um incentivo monetário adicional que geraria um benefício extra para a conservação da biodiversidade. O capítulo 3 analisará esse instrumento com mais detalhes.

Construção: cidades e edifícios sustentáveis

Quase todas as emissões do setor da construção provêm do uso de energia. O setor também demanda uma grande quantidade de insumos industriais, como cimento, aço, alumínio, etc., com uma elevada pegada de carbono. Além disso, há medidas de adaptação e mitigação relevantes para o setor, que têm grande potencial para a América Latina e o Caribe dada a alta taxa de urbanização da região e a grande necessidade de investimento em infraestrutura física.

A principal política que serve tanto para a adaptação quanto para a mitigação das mudanças climáticas é o sistema de certificação energética para a construção. Esses certificados são implementados para regular a construção e operação de edifícios com o objetivo de minimizar o consumo de energia. A certificação de construções verdes ou sustentáveis, além de ter um impacto mensurável sobre o meio ambiente, gera valor para construtores e proprietários, valorizando o imóvel e proporcionando economia de energia para as pessoas que ocupam esses edifícios. Alguns desses certificados incluem, entre outros, espaços para a colocação de painéis solares, ventilação natural, terraços verdes multifuncionais, aquecimento solar de água, captação e reciclagem de águas pluviais e espaços verdes. Essas políticas reduzem a necessidade de aquecimento e resfriamento, aproveitam a energia solar, melhoram a gestão da água, incluem áreas verdes que capturam carbono e são projetadas para lidar com as mudanças climáticas previstas.

Na América Latina e no Caribe, há casos de certificações locais e internacionais. Em 2012, a Corporação Financeira Internacional criou um sistema de certificação de edifícios que está presente em todos os países da América Latina e do Caribe, denominado EDGE (Excelência em Design para Maior Eficiência). Localmente, destacam-se iniciativas no Brasil (selo EDIF e Procel EDIFICA), no Chile (selo CES) e na Colômbia (CASA Colômbia).

●●

A principal política para o setor de construção, que serve tanto para a adaptação quanto para a mitigação das mudanças climáticas, é o sistema de certificação energética

O setor da construção tem muito a oferecer não somente em termos de projeto e construção de moradias ou escritórios, mas também em planejamento urbano. García e Giambiagi (2022) fornecem uma visão detalhada do planejamento e da gestão urbana com foco na promoção da saúde, com uma visão da e para a região. Essas iniciativas permitem o controle da temperatura em áreas urbanas e a redução da poluição sonora e do ar, proporcionam zonas de contenção que reduzem a poluição visual e estabilizam as margens dos rios, e protegem contra tempestades e inundações, ao mesmo tempo que proporcionam espaços de lazer e áreas que promovem a atividade física. O capítulo 3 entrará em mais detalhes sobre as políticas para espaços públicos. As políticas de adaptação devem responder ao desafio do grande número de assentamentos informais que caracterizam as cidades da região (Daude et. al., 2017), muitos dos quais estão localizados em áreas expostas aos impactos das mudanças climáticas. Hagen et. al. (2022) fazem uma avaliação da literatura sobre os riscos de perda de vidas e de infraestrutura devido aos impactos climáticos para a América Latina e o Caribe, onde destacam os riscos de inundações, deslizamentos e secas, entre outros, e apontam as principais medidas de adaptação aos impactos climáticos.

Mineração: insumos para um futuro com energias renováveis

Os minerais como o lítio e o cobre são de vital relevância para a transição energética. O lítio é um elemento fundamental para as baterias necessárias para armazenar a eletricidade produzida a partir de fontes renováveis e em veículos elétricos. O cobre, por sua vez, é um excelente condutor de energia, infinitamente reciclável. Portanto, à medida que as economias se eletrificam e a demanda de eletricidade aumenta – entre outros fatores, devido ao crescimento populacional – a demanda de cobre e lítio aumentará ainda mais.

O mercado de lítio continua pequeno em comparação com os mercados dos principais minerais, como aço, carvão, alumínio e até mesmo cobre, embora as projeções da AIE estimem que a demanda desse mineral possa aumentar 40 vezes até meados do século (vide o capítulo 5).

Devido à sua riqueza mineral, a região tem capacidade para ser um ator essencial na transição energética global. O Chile é o maior produtor de cobre no mundo, seguido pelo Peru, enquanto o Chile e a Argentina são o segundo e terceiro maiores produtores de lítio no mundo, respectivamente, e juntos detêm 51,8% das reservas mundiais desse mineral. A Bolívia possui as maiores reservas não utilizadas de lítio e recentemente foram descobertos depósitos desse mineral no México e no Peru.

O cobre e o lítio não estão entre os minerais mais poluentes, sendo o alumínio o mineral que gera mais emissões de GEE em seu processo de extração e produção. Como quase todas as emissões do setor são provenientes do uso de energia, as políticas de transição energética mitigariam quase todas as emissões do setor na região. Em particular, as minas poderiam contribuir com o uso de energia renovável, como painéis solares e turbinas eólicas, onde a geografia permitir. Por sua vez, o uso de hidrogênio verde para processos industriais que requerem altas temperaturas também ajudaria a mitigar parte das emissões provenientes da queima de combustíveis e das emissões fugitivas. Em termos de consumo de energia no transporte, a substituição, quando é possível, de caminhões por correias transportadoras movidas a eletricidade também reduziria outra das principais emissões do setor.

O principal desafio enfrentado pelo setor não são tanto as emissões de GEE, mas o impacto que a mineração tem sobre o meio ambiente e as comunidades locais. Essa tem sido a causa de conflitos sociais que interromperam ou cancelaram projetos de mineração. Os governos e a indústria devem ser proativos para minimizar esses danos e os conflitos sociais que surgem como consequência, garantindo que as comunidades locais sejam as principais beneficiárias desses projetos.

Um dos maiores danos causados pela mineração ocorre na água. A mineração polui rios e águas subterrâneas, afetando não apenas os ecossistemas, mas também a água potável e a produtividade das áreas agropecuárias próximas. Ao mesmo tempo, a mineração utiliza grandes quantidades de água em seu processo produtivo. As três políticas principais nesse sentido são 1) a gestão da água e o tratamento de resíduos na água para minimizar os danos gerados; 2) o aumento do uso da água do mar no processo produtivo, e 3) a reutilização de águas residuais no processo produtivo.

●●

Projeções da AIE estimam que a demanda de lítio pode aumentar 40 vezes até meados do século

Por fim, uma das práticas que já está amplamente implementada e é de grande relevância para o setor é a recuperação de minas abandonadas. As minas abandonadas são fontes de poluição e continuam liberando gases de efeito estufa e poluentes do ar. Os projetos para essa finalidade geralmente incluem a reconstrução topográfica do terreno, a substituição da camada superior do solo e sua reconstrução, e a revegetação.



Para mais informações sobre os projetos do CAF que permitem manter a atividade produtiva do setor agropecuário e regenerar a biodiversidade, assista ao vídeo neste QR.



Ecossistemas e biodiversidade diante das mudanças climáticas

3

- A importância dos serviços ecossistêmicos para a vida humana e seu papel nas estratégias de adaptação e mitigação das mudanças climáticas
- Ecossistemas da América Latina e do Caribe, principais serviços que prestam, causas de sua degradação e setores econômicos associados
- Políticas para a preservação e restauração de ecossistemas. Fatores relevantes para sua efetividade

Mensagens-chave

1
A vida humana é possível graças aos serviços que os ecossistemas prestam às pessoas. Esses serviços incluem o fornecimento de alimentos, água doce, medicamentos e materiais, a regulação e manutenção do meio ambiente, além de serem fontes de inspiração e identidade.

2
A conservação e restauração dos ecossistemas são também fundamentais como respostas às mudanças climáticas. Os ecossistemas prestam serviços indispensáveis de mitigação, sequestrando carbono da atmosfera, e de adaptação, proporcionando proteção contra a incidência de eventos climáticos extremos.

3
Há uma relação estreita e tensa entre os ecossistemas e a atividade econômica. A atividade econômica faz uso dos ecossistemas e modifica os serviços que eles prestam, favorecendo aqueles que podem ser comercializados (por exemplo, a produção de alimentos), em detrimento daqueles que não podem (por exemplo, a regulação do clima).

4
A atividade humana degrada a natureza por meio de quatro canais diretos: mudança no uso do solo, a sobre-exploração dos recursos, poluição e introdução de espécies invasoras. Na região, a mudança no uso do solo é o principal canal, seguida pela sobre-exploração.

5
O setor agropecuário está fortemente ligado à mudança no uso do solo: passou de ocupar 15% em 1900 para 51% da área da região em 2017. Esse setor atende múltiplas necessidades, como alimentos, materiais de construção, fibras para roupas e energia na forma de carvão vegetal e biocombustíveis.

6
As soluções baseadas na natureza são ações custo-efetivas para atender às necessidades da sociedade por meio da gestão de ecossistemas. Por exemplo, a preservação de manguezais, recifes de coral e pântanos salgados oferece serviços de proteção contra inundações para as populações costeiras, além de ser essencial para a pesca artesanal e a absorção de emissões de CO_2.

7
As áreas protegidas são um instrumento fundamental para a preservação de espécies, processos ecológicos e serviços ecossistêmicos. A América Latina e o Caribe é uma das regiões com maior cobertura dessas áreas, atingindo 22% de sua área terrestre e marinha. Representar adequadamente todos os biomas e garantir sua proteção efetiva são desafios ainda pendentes na região.

8
A coadministração de áreas protegidas de uso múltiplo e de outros recursos naturais de propriedade pública com as comunidades locais e outros atores permite um equilíbrio entre os objetivos de conservação e o desenvolvimento local. As comunidades locais podem ser um ator fundamental na preservação dos ecossistemas, que em alguns casos ali habitam há séculos.

9
A América Latina e o Caribe tem mais de 250 programas de pagamento por serviços ecossistêmicos, que são esquemas de participação voluntária para compensar aqueles que conservam e regeneram os ecossistemas. A elaboração cuidadosa das características desses programas é essencial para garantir seu impacto positivo.

10
A região é líder na adoção de ecocertificados, principalmente para bananas, café e cacau. Eles procuram fornecer aos consumidores informações sobre o impacto ambiental dos produtos e canalizar sua demanda para incentivos eficazes à conservação. As evidências sobre o impacto do ecocertificado ainda são incipientes e requerem um maior desenvolvimento.

11
Os acordos da indústria para evitar a compra de produtos ou serviços que não cumpram as salvaguardas ambientais são uma alternativa para a adoção de práticas sustentáveis. Um caso exemplar é o acordo da "Moratória da Soja" no Brasil, que ajudou a reduzir o desmatamento na Amazônia.

12
A existência de subsídios indiscriminados aos setores agropecuário e pesqueiro pode contribuir para a deterioração dos ecossistemas e da biodiversidade. A eliminação e reforma dos subsídios que prejudicam a biodiversidade foram incluídos nas metas do Quadro Global de Biodiversidade para 2030.

Ecossistemas e biodiversidade diante das mudanças climáticas[1]

Serviços ecossistêmicos: fundamentais para a resposta às mudanças climáticas e ao desenvolvimento humano

Os serviços que a natureza oferece às pessoas

A vida humana é possível graças aos benefícios que os ecossistemas proporcionam às pessoas. Esses benefícios ou serviços ecossistêmicos incluem o fornecimento de alimentos, água doce, medicamentos e materiais, a regulação e manutenção dos elementos que compõem o ambiente em que vivemos e o fato de serem fontes de inspiração e identidade (vide o quadro 3.1). A qualidade, intensidade e tipo de serviços ecossistêmicos disponíveis são fundamentais para as possibilidades de desenvolvimento humano (Millennium Ecosystem Assessment, 2005; IPBES, 2019).

Os serviços ecossistêmicos de regulação do clima são essenciais para a resposta às mudanças climáticas. Conforme detalhado no capítulo 1, os ecossistemas mitigam as mudanças climáticas absorvendo o dióxido de carbono da atmosfera e armazenando-o na biomassa e nos solos. Na região, somente a floresta amazônica contém um estoque de carbono equivalente a nove anos de emissões globais pelo uso de combustíveis fósseis (Baccini et al., 2012; Ferreira, 2023). Os ecossistemas contribuem para a adaptação às mudanças climáticas através da moderação de eventos climáticos extremos e a regulação do clima local. Por exemplo, ao reduzir a probabilidade de inundações, os manguezais e os recifes de coral protegem as populações costeiras do Caribe do aumento da frequência de furacões causados pelas mudanças climáticas.

Além do clima, os ecossistemas regulam outros processos fundamentais para a vida humana. Entre eles estão a manutenção da qualidade do ar (através da

1 Este capítulo foi elaborado por Ricardo Estrada e Federico Juncosa, com a assistência de pesquisa de Matías Garibotti.

remoção de poluentes da atmosfera), a purificação da água (por microrganismos que decompõem resíduos e eliminam agentes patogênicos) e a manutenção da qualidade do solo (a cobertura vegetal evita a erosão do solo). Também regulam a polinização de plantas e árvores, incluindo culturas (por insetos, aves e morcegos), o controle de pragas (através de predadores e parasitas) e o ciclo hidrológico (por exemplo, pelo papel das florestas na captação, evaporação e infiltração da água) (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

Os serviços ecossistêmicos são benefícios que a natureza proporciona às pessoas, como o fornecimento de alimentos e medicamentos, a regulação do clima, e o fato de serem fontes de inspiração e identidade

Quadro 3.1
Os serviços ecossistêmicos

Um ecossistema é um "complexo dinâmico de comunidades de plantas, animais e de microrganismos e seu ambiente não vivo interagindo como uma unidade funcional" (CDB, 1992). A definição de um ecossistema específico depende de qual é a questão de interesse e, portanto, sua escala pode variar consideravelmente. Por exemplo, toda a biosfera do planeta forma um grande ecossistema, contendo múltiplos ecossistemas de diversos níveis (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Para este relatório, os ecossistemas são agrupados, em sua forma mais agregada, em terrestres, costeiros e marinhos. As florestas são um exemplo dos ecossistemas terrestres, compostas por vários ecossistemas com limites geográficos relativamente precisos, como a floresta amazônica.

O conceito de serviços ecossistêmicos refere-se a todos os benefícios que a natureza proporciona às pessoas. Faz parte da estrutura conceitual proposta pela Avaliação Ecossistêmica do Milênio (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Os serviços ecossistêmicos podem ser organizados como serviços de regulação, de provisão, culturais e de suporte[a].

Os serviços de regulação referem-se aos benefícios que as pessoas obtêm da regulação dos processos ecológicos, incluindo a regulação do clima, a purificação do ar, o controle da erosão e das doenças.

Os serviços de provisão ou materiais são os bens que as pessoas obtêm dos ecossistemas. Por exemplo, alimentos, água doce, combustíveis, materiais e recursos genéticos. Os elementos que fornecem esses serviços geralmente são consumidos fisicamente no seu processo de uso.

Os serviços culturais ou não materiais são os benefícios que os ecossistemas proporcionam às pessoas, tanto individual quanto coletivamente, por meio de seu enriquecimento espiritual, desenvolvimento cognitivo, recreação e experiências estéticas.

Por fim, os serviços de suporte são aqueles necessários para a produção de todos os outros serviços ecossistêmicos. Por exemplo, a produção de oxigênio e a formação do solo.

a. A Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES, por sua sigla em inglês) introduziu o conceito de contribuições da natureza para as pessoas, que, embora próximo dos serviços ecossistêmicos, difere em alguns aspectos. Por exemplo, o primeiro inclui tanto os benefícios quanto os prejuízos da natureza para as pessoas e considera os serviços dos ecossistemas modificados pelo homem (IPBES, 2018). Por conveniência, o conceito de serviços ecossistêmicos é aquele utilizado neste relatório.

O estado dos ecossistemas determina o fluxo de serviços que eles oferecem. Uma dimensão crucial desse estado é a biodiversidade, que é a diversidade da vida em todas as suas formas. Ela determina não apenas o fluxo de serviços ecossistêmicos, mas também a resiliência dos ecossistemas, ou seja, a capacidade que eles têm para manter suas propriedades, funções e processos-chave diante de uma perturbação externa e de se recuperar quando esta cessa. Portanto, a preservação da biodiversidade é fundamental para a saúde dos ecossistemas e para os serviços que eles oferecem (vide o quadro 3.2).

A atividade econômica, como todas as outras atividades humanas, depende de uma forma ou de outra dos serviços ecossistêmicos. Em alguns casos, como nos serviços de abastecimento, essa relação é evidente. Por exemplo, o desenvolvimento da indústria pesqueira no Peru, Chile e México (as maiores da região) foi possível graças à riqueza de espécies com valor comercial nos ecossistemas costeiros e marinhos desses países. Algo semelhante ocorre com os serviços culturais. A beleza das praias e dos recifes de coral foi fundamental para o boom do setor turístico nos países do Caribe. No caso dos serviços de regulação, a relação entre os ecossistemas e determinadas atividades econômicas, embora próxima, pode ser menos óbvia, seja por causa do alcance geográfico dos serviços em questão, seja por causa da sutileza ou complexidade dos processos ecossistêmicos subjacentes. Por exemplo, a indústria agrícola da Argentina, Paraguai, Uruguai e sul do Brasil se beneficia dos abundantes fluxos de vapor de água (conhecidos como rios voadores), que se formam a centenas de quilômetros de distância na floresta amazônica. A produtividade agrícola também se beneficia dos serviços prestados pelos polinizadores naturais, dentre os quais se destacam os insetos. As abelhas polinizam uma grande variedade de culturas na região e contribuem para a lucratividade da indústria, seja por causa da alta dependência de certas culturas da polinização por abelhas (por exemplo, cacau, abóbora e outros vegetais) ou porque, sendo menos dependentes, são culturas com altos níveis de produção (como a soja) (Basualdo et al., 2022).

Atividade econômica e degradação dos ecossistemas

A atividade humana altera a cesta de serviços que obtemos da natureza (Dasgupta, 2021). Por exemplo, o desmatamento permite aumentar a área cultivada, mas, em troca, reduz outros serviços prestados pelas florestas (regulação do clima e purificação da água, fornecimento de madeira e plantas medicinais, etc.). Em geral, essa alteração favorece mais os serviços ecossistêmicos que geram maiores benefícios privados, como o de abastecimento, do que aqueles para os quais não há mercados para comercializá-los.

Os ecossistemas são resilientes, mas essa resiliência tem limites. Conforme explicado no quadro 1.2 do capítulo 1, existem pontos de inflexão a partir dos quais a degradação dos ecossistemas e a perda dos serviços que prestam são irreversíveis .

●●

Os ecossistemas são resilientes, mas essa resiliência tem limites. Existem pontos de inflexão a partir dos quais a degradação dos ecossistemas e a perda dos serviços que prestam são irreversíveis

O crescimento da economia e da população mundial nas últimas décadas é o principal fator por trás do aumento sem precedentes da demanda de alimentos, materiais e energia. Esse aumento resultou em uma alteração significativa dos ecossistemas, com a perda de biodiversidade e o enfraquecimento dos serviços que eles prestam (IPBES, 2019; Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Na América Latina e no Caribe, a expansão da atividade agropecuária é a principal razão pela qual a área terrestre da região em estado natural ou seminatural mudou de 85% em 1900 para 45% em 2017.

Quadro 3.2
Como a biodiversidade está ligada aos serviços ecossistêmicos e à resiliência dos ecossistemas

A Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB) define a biodiversidade como "a variabilidade dos organismos vivos de todas as fontes, incluindo, entre outras coisas, ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos dos quais fazem parte; inclui a diversidade dentro de cada espécie, entre espécies e de ecossistemas" (CDB, 1992).

A biodiversidade é um determinante fundamental da variedade e do nível de serviços prestados pelos ecossistemas, bem como de sua resiliência a perturbações externas. Uma manifestação notável dessa relação é o fato de que o ciclo do carbono é, em grande parte, resultado da vida na Terra e depende da preservação de certas relações essenciais entre as comunidades de espécies. Por exemplo, a perda de grandes mamíferos frugívoros, como a anta, diminui a dispersão de sementes que são fundamentais para o crescimento e a subsistência das florestas amazônicas e, portanto, para seu potencial de sequestro de carbono (Peres et al., 2016). A diversidade funcional aqui exemplificada, ou seja, a presença de espécies com funções diferenciadas, determina a produtividade do ecossistema por meio da complementariedade dessas funções na produção de um serviço ecossistêmico (Dasgupta, 2021).

Por sua vez, a diversidade de espécies com funções semelhantes, isto é, dentro do mesmo grupo funcional, determina a resiliência dos ecossistemas às perturbações. Por exemplo, quando um ecossistema é afetado por condições climáticas atípicas ou pela incidência de uma praga, a diversidade de espécies do mesmo grupo funcional aumenta a probabilidade de algumas espécies apresentarem maior tolerância à perturbação. Assim, as espécies mais tolerantes podem substituir as espécies afetadas, cumprindo uma função semelhante no ecossistema e permitindo sua sobrevivência. A gama de reações possíveis às mudanças ambientais por espécies que compartilham funções ecossistêmicas é conhecida como diversidade de resposta (Dasgupta, 2021; Elmqvist et al., 2003). Pela mesma lógica, a diversidade genética dentro de uma mesma espécie também contribui para sua resiliência e a dos ecossistemas que habita.

Na América Latina e no Caribe, a expansão da atividade agropecuária é a principal razão pela qual a área terrestre da região em estado natural ou seminatural mudou de 85% em 1900 para 45% em 2017

Os ganhos materiais obtidos das atividades econômicas que degradam os ecossistemas têm como contrapartida perdas nos serviços ecossistêmicos que comprometem a sustentabilidade desses ganhos a longo prazo. Por exemplo, o desmatamento para cultivo reduz as populações de polinizadores e aumenta a erosão dos solos, o que eventualmente se traduz em perdas nos rendimentos agrícolas. Por sua vez, as práticas pouco sustentáveis das indústrias pesqueira e florestal, entre outras, diminuíram a disponibilidade dos recursos naturais de cuja exploração dependem. A poluição causada pelo setor agropecuário, a indústria, a mineração e o turismo contribuiu para uma maior deterioração dos ecossistemas. O setor agropecuário introduziu, juntamente com o comércio e as viagens internacionais, espécies estranhas aos ecossistemas locais, que alteram seu equilíbrio e funcionamento. A esses efeitos da atividade econômica sobre os ecossistemas e a biodiversidade somam-se os impactos resultantes das mudanças climáticas (Blackman et al., 2014; IPBES, 2019; Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

A degradação dos ecossistemas afeta em maior medida as comunidades rurais e povos indígenas, cujos meios de subsistência tendem a depender mais dos serviços prestados pela natureza em seu entorno. Ao mesmo tempo, há um reconhecimento crescente do papel das comunidades tradicionais na formação e conservação dos ecossistemas (Gauthier et al., 2021).

A degradação dos ecossistemas afeta em maior medida as comunidades rurais e povos indígenas, cujos meios de subsistência tendem a depender mais dos serviços prestados pela natureza em seu entorno

Na teoria econômica, as externalidades constituem um conceito fundamental para entender os desafios da conservação dos ecossistemas e da biodiversidade. As externalidades são efeitos secundários que as ações de uma pessoa ou grupo de pessoas têm sobre o restante da sociedade. As externalidades podem ser positivas ou negativas e têm um alcance que vai do local ao global. O sequestro de carbono pelas árvores plantadas para evitar a erosão é um exemplo de externalidade positiva global, enquanto a poluição da água causada pelo uso de fertilizantes é um exemplo de externalidade negativa de alcance local.

A conservação e regeneração dos ecossistemas produzem externalidades positivas, na forma de serviços ecossistêmicos, pelos quais os indivíduos e as comunidades que os fornecem não recebem pagamento. Isso ocorre, por exemplo, devido à ausência de mercados para a comercialização de serviços de regulação, como os polinizadores naturais. A falta de compensação não significa que os esforços de conservação e regeneração não tenham um custo, pois frequentemente exigem a realocação de recursos (ex., terra) que poderiam ser utilizados para produzir bens ou serviços para os quais existem mercados desenvolvidos (ex., alimentos). A distância entre benefícios sociais e individuais faz com que a preservação dos ecossistemas seja inferior à que seria ideal para toda a sociedade.

A conservação dos ecossistemas e da biodiversidade tem uma dimensão intergeracional relevante. O desmatamento e a sobre-exploração dos recursos naturais aumenta o fluxo atual de alimentos, materiais e energia à custa da capacidade dos ecossistemas de fornecer um fluxo semelhante no futuro e de agravar os efeitos das mudanças climáticas no longo prazo. Em outras palavras, a perda de ecossistemas e de biodiversidade constitui uma externalidade negativa para as gerações futuras.

Como sociedade, temos um conhecimento imperfeito sobre o funcionamento dos ecossistemas e os múltiplos serviços que prestam (Maldonado e Moreno-Sánchez, 2023). Isso se reflete, por exemplo, nas estatísticas ambientais disponíveis para a tomada de decisões de políticas públicas nos sistemas de contas nacionais (vide o capítulo 5) e nas informações disponíveis para que os produtores agropecuários adotem práticas sustentáveis (vide o capítulo 2). A solução dessas lacunas de informações exige esforços de pesquisa, sistematização e divulgação.

A perda de ecossistemas e de biodiversidade constitui uma externalidade negativa para as gerações futuras

O impacto negativo da atividade econômica sobre os ecossistemas e a biodiversidade da América Latina e do Caribe tem se intensificado. Isso se deve tanto à implementação de políticas públicas destinadas a promover o desenvolvimento econômico sem uma visão de sustentabilidade quanto à falta de capacidades institucionais para definir adequadamente e fazer cumprir os direitos de propriedade sobre os recursos naturais e a crescente legislação para a proteção dos ecossistemas e da biodiversidade. A subseção “Causas da degradação dos ecossistemas e setores econômicos associados” analisa os canais pelos quais a atividade econômica degrada os ecossistemas e os fatores por trás dessa dinâmica.

Em resumo, o impacto da atividade humana sobre os ecossistemas e a biodiversidade compromete os serviços ecossistêmicos que esses oferecem. Uma estratégia de desenvolvimento sustentável depende do uso sustentável dos ecossistemas e de suas contribuições para o desenvolvimento humano atual e futuro. Apesar da grande modificação recente, a região ainda mantém uma enorme riqueza de ecossistemas e biodiversidade. Na última seção do capítulo são abordadas uma série de políticas para a preservação e regeneração dessa riqueza e para potenciar seu papel na adaptação e mitigação das mudanças climáticas.

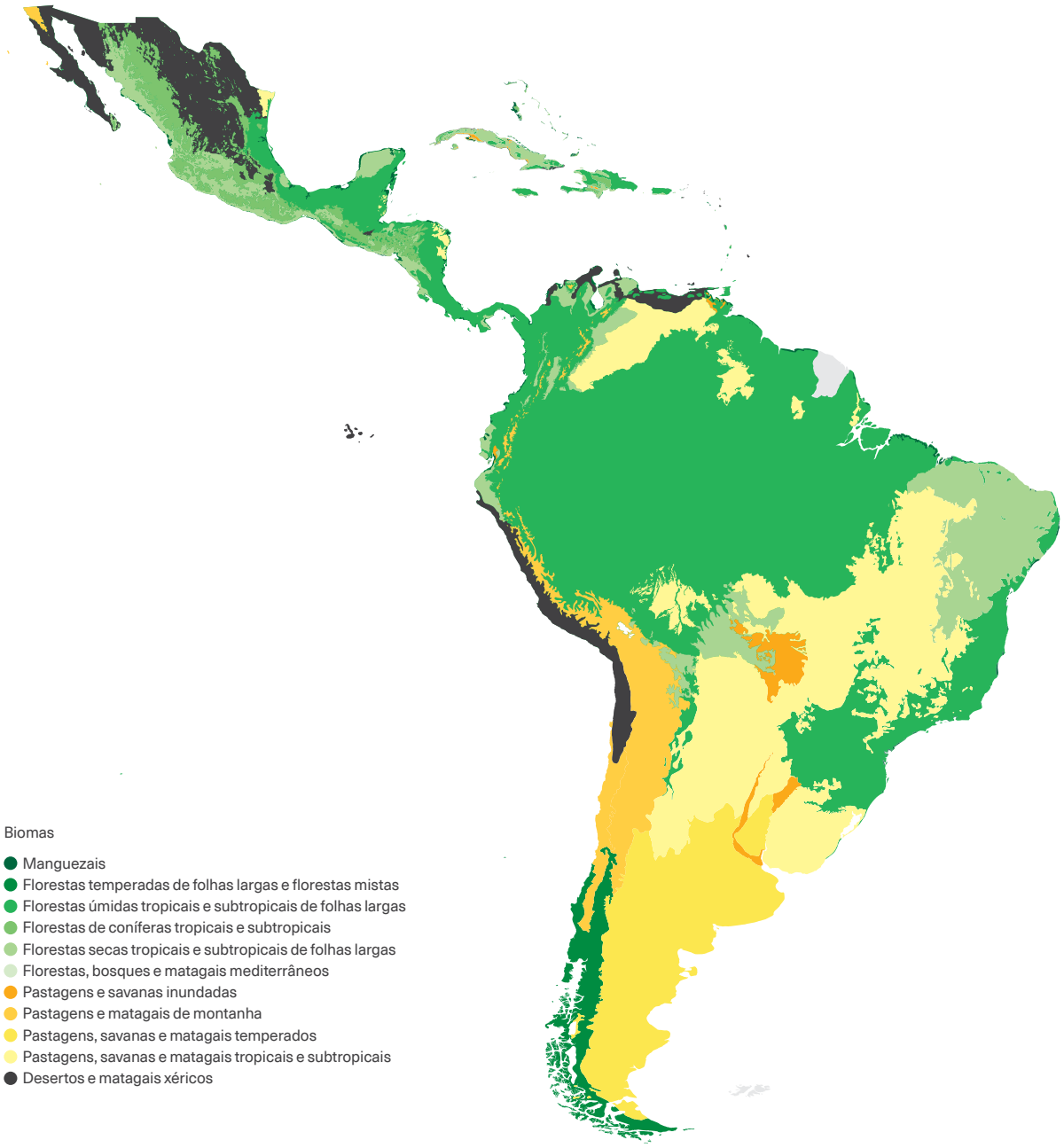
Ecossistemas e biodiversidade na América Latina e no Caribe

Uma região impulsionada pela sua proeminente biodiversidade

A América Latina e o Caribe é uma região excepcionalmente rica em termos de ecossistemas e biodiversidade. Seus ecossistemas terrestres variam de ambientes desérticos, onde quase nunca chove, a florestas com a maior precipitação do planeta, passando por pradarias, savanas e zonas úmidas. Com uma área terrestre de 20,04 milhões de km^2, representando 16% do total mundial, a região abriga uma enorme variedade das espécies conhecidas no mundo: 33% de mamíferos, 35% de répteis, 41% de aves e 50% de anfíbios (PNUMA, 2011). Os ecossistemas marinhos da região cobrem uma área de 16 milhões de km^2 e mais de 70.000 km de linha costeira (Tambutti et al., 2022) e também são caracterizados por uma biodiversidade proeminente (Maldonado e Moreno-Sánchez, 2023).

Uma forma de explicar a diversidade dos ecossistemas terrestres da região é por meio da análise de suas ecorregiões e biomas (Dinerstein et al., 2017; Olson et al., 2001). As ecorregiões são definidas como áreas que contêm um conjunto distinto de espécies naturais e relações funcionais entre elas, com limites geográficos que se aproximam de sua extensão antes de serem afetadas por importantes mudanças no uso da terra. As ecorregiões são agrupadas em biomas, de acordo com o tipo de vegetação predominante e os gradientes latitudinais e de precipitação. Cada bioma é uma unidade espacial extensa, que pode abranger vários tipos de cobertura de solo. Por exemplo, o bioma de florestas tropicais e subtropicais úmidas compreende, além de florestas, áreas cobertas por pastagem, zonas úmidas e corpos de água, entre outros. O gráfico 3.1 mostra os biomas terrestres e costeiros presentes na região.

Gráfico 3.1
Distribuição dos biomas terrestres na América Latina e no Caribe



Nota: O mapa mostra os diferentes biomas presentes na ALC, conforme definido por Dinerstein et al. (2017).
Fonte: Elaboração própria com base em dados do Ecoregions2017 (Dinerstein et al., 2017).

Já que as ecorregiões são delimitadas para capturar processos ecológicos distintos, o número de ecorregiões presentes em um bioma ou região é um indicativo do valor de sua biodiversidade. A tabela 3.1 mostra a distribuição dos biomas da América Latina e do Caribe por sub-região (Caribe insular, Mesoamérica e América do Sul) e a quantidade de ecorregiões em cada uma delas.

A sub-região do Caribe compreende 22 ecorregiões diferentes, distribuídas em 18 países que abrangem mais de 7000 ilhas e ilhotas. Tem uma área terrestre de 227.000 km^2, que chega a 2,7 milhões de km^2 quando considerada a área de sua plataforma marinha. Suas condições naturais de isolamento e a presença de ilhas montanhosas favorecem o alto endemismo das espécies e conferem características particulares a sua biodiversidade. A maioria das ilhas está cercada por recifes de coral, fundamentais para a reprodução de peixes de interesse comercial e de apoio às atividades turísticas.

As ilhas do Caribe são consideradas em seu conjunto como um dos cinco *hotspots* de biodiversidade mais importantes do planeta[2], devido à sua diversidade única (Myers et al., 2000). Lá, são encontradas 11.000 espécies de plantas, das quais quase três quartos são endêmicas (ou seja, só são encontradas em condições naturais), enquanto nas áreas marinhas foram reportadas mais de 12.000 espécies (Brown et al., 2019; Miloslavich et al., 2010). Nas áreas profundas do mar Caribe foram reportadas mais de 1.500 espécies marinhas (Costello et al., 2010).

Tabela 3.1
Ecorregiões e área dos principais biomas por sub-região

Bioma	Caribe (227 kkm^2)		Mesoamérica (2,34 Mkm^2)		América do Sul (17,7 Mkm^2)	
	Ecorreg. n.º	Área %	Ecorreg. n.º	Área %	Ecorreg. n.º	Área %
Florestas de coníferas tropicais e subtropicais	3	11,2%	7	22,6%	0	0,0%
Florestas úmidas tropicais e subtropicais de folhas largas	7	39,7%	18	23,3%	54	47,4%
Florestas secas tropicais e subtropicais de folhas largas	6	37,2%	12	17,9%	15	8,6%
Florestas temperadas de folhas largas e florestas mistas	0	0,0%	0	0,0%	2	2,1%
Florestas, bosques e matagais mediterrâneos	0	0,0%	2	0,6%	1	0,8%
Desertos e matagais xéricos	2	2,0%	11	32,3%	7	2,3%
Manguezais	2	7,0%	4	1,5%	3	0,2%
Pastagens e matagais de montanha	0	0,0%	0	0,0%	9	4,9%
Pastagens e savanas inundadas	2	2,7%	0	0,0%	5	1,3%
Pastagens, savanas e matagais temperados	0	0,0%	0	0,0%	4	9,2%
Pastagens, savanas e matagais tropicais e subtropicais	0	0,0%	3	1,4%	8	22,6%
Total	22	100,0%	57	100,0%	108	100,0%

Nota: A tabela mostra a quantidade de ecorregiões que cada bioma tem nas sub-regiões da ALC de acordo com o banco de dados geoespacial Ecoregions2017. Entre parênteses, abaixo do nome de cada sub-região, a área total é mencionada em milhares (kkm^2) ou milhões (Mkm^2) de km^2. Os dados do Ecoregions2017 foram combinados com o banco de dados geoespacial da Global Administrative Areas para atribuir os biomas a cada país e região. Os países incluídos em cada sub-região podem ser consultados no apêndice do capítulo disponível on-line.

Fonte: Elaboração própria com dados georreferenciados do Ecoregions2017 (Dinerstein et al., 2017) e do Global Administrative Areas (2012).

2 O termo *hotspot* de biodiversidade (do inglês *biodiversity hotspot*) refere-se a regiões com alta concentração de diversidade biológica, abrigando pelo menos 1.500 espécies de plantas vasculares endêmicas e mantendo apenas 30% ou menos de sua cobertura vegetal original.

Como mostra a tabela 3.1, a área terrestre dessa sub-região está quase inteiramente inserida nos biomas de florestas úmidas e secas de folhas largas. Além disso, dada a extensão de seu litoral em relação à sua área terrestre, ela tem a maior presença relativa do bioma de manguezais, que compreende 7% de sua área e representa 16% do total de manguezais em toda a América Latina e o Caribe (Vo et al., 2012).

A Mesoamérica possui uma topografia complexa, que gera uma ampla gama de condições ambientais. Isso favorece, por exemplo, altas concentrações de pequenos vertebrados (Jenkins et al., 2013) e de espécies endêmicas (Myers et al., 2000). Esta sub-região é de vital importância para a biodiversidade de toda a América, pois conecta os movimentos de espécies entre o norte e o sul do continente. Os padrões mais importantes de migração de aves entre gradientes latitudinais, por exemplo, dependem crucialmente das áreas naturais e seminaturais dessa sub-região para abrigar inúmeras espécies durante os invernos subtropicais do norte e sul ou em escalas de alimentação e descanso até seu destino migratório final (Declerck et al., 2013; Kirby et al., 2008). O quadro 3.3 destaca a importância das aves migratórias para os ecossistemas de todo o continente.

Quadro 3.3
Aves migratórias da América Latina e do Caribe

A região abriga acerca de 41% de todas as espécies de aves identificadas no mundo (BirdLife International, 2023). Elas desempenham um papel fundamental para os ecossistemas devido às características distintas das aves em relação a outros vertebrados: a maioria das espécies se desloca a grandes distâncias, ligando processos ecossistêmicos distantes, identificando e reagindo rapidamente a variações nas condições climáticas e dos recursos hídricos e alimentares. Alguns dos serviços ecossistêmicos mais importantes prestados pelas aves são a polinização de plantas, a fertilização do solo, a dispersão de sementes e a limitação de danos às plantações e outros ecossistemas por meio do controle de pragas e predadores.

A degradação acelerada dos ecossistemas da região tem contribuído para que existam atualmente 559 espécies de aves em perigo de extinção, o que representa mais de um terço das espécies ameaçadas globalmente (Audubon, 2022). Isso é agravado por perdas significativas nas populações além das espécies ameaçadas de extinção (Audubon, 2022; BirdLife International, 2023). A redução da diversidade e do tamanho das populações de aves pode produzir efeitos em cadeia em outras espécies de plantas e animais, resultando em maior vulnerabilidade e exposição dos ecossistemas naturais e dos sistemas agropecuários. Um exemplo paradigmático disso são as consequências da campanha de extermínio do pardal-montês da Eurásia na China em 1958, motivada por seu suposto impacto negativo sobre a produtividade agrícola, que provocou uma queda drástica no rendimento das culturas de arroz pela ação de pragas anteriormente contidas pelo pardal (Díaz-Siefer et al., 2022; Whelan et al., 2008, 2015).

Para proteger as aves e resguardar os serviços ecossistêmicos que prestam, é necessário conhecer seu ciclo migratório e preservar os habitats críticos para sua reprodução, descanso e invernada. Para isso, os esforços conjuntos dos países, através de organizações internacionais, como a BirdLife International e a União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN), identificam e delimitam globalmente os ecossistemas considerados mais críticos para as espécies endêmicas e ameaçadas de extinção. Estas são conhecidas como Áreas-chave para a Biodiversidade e Áreas Importantes para as Aves e a Biodiversidade (KBA e IBA, respectivamente, por suas siglas em inglês). Esse é um trabalho em progresso. Na região, o desafio é em que apenas cerca de 40% das IBAs identificadas têm atualmente alguma forma de proteção e as áreas protegidas cobrem somente 9% das espécies de aves migratórias (BirdLife International, 2023). A expansão da proteção a essas áreas contribuirá para a recuperação das populações de aves migratórias e das ameaçadas de extinção, proporcionando benefícios importantes para o bem-estar da região.

A Mesoamérica tem uma grande presença do bioma de deserto e matagais xéricos, que compreende 32% da área total. É um bioma importante devido à sua diversidade e endemismo (Goudie e Seely, 2011; Le Saout et al., 2013). Por exemplo, estima-se que 44% dos gêneros de plantas com sementes sejam endêmicas das terras secas do México (Challenger e Soberón, 2008). A maior parte da área restante é coberta em partes semelhantes pelos biomas de florestas de folhas largas, tanto úmidas quanto secas e florestas de coníferas. As áreas costeiras exibem uma importante presença de manguezais, ervas marinhas e recifes de corais, sendo a barreira de coral mesoamericana a segunda maior e mais complexa do mundo, depois da Grande Barreira de Coral australiana.

Finalmente, a América do Sul abrange 17,7 milhões de km^2, com um espectro latitudinal e altitudinal muito amplo, o que permite o desenvolvimento de uma biodiversidade proeminente. A sub-região é dominada pelo bioma de florestas úmidas de folhas largas, que ocupa quase metade de sua área. A bacia amazônica representa aproximadamente 90% desse bioma e contém as maiores florestas primárias (aquelas cujos processos ecológicos não foram significativamente alterados pela atividade humana) do planeta, com biodiversidade e níveis de endemismo excepcionais.

O bioma de pastagens, savanas e matagais tropicais e subtropicais é o segundo em área da América do Sul, cobrindo 23% do total, e representa uma porção majoritária no Uruguai e no Paraguai, e uma porção muito significativa na Venezuela, no Brasil, na Bolívia e na Argentina (em ordem, de acordo com sua importância relativa no país). Por sua vez, os biomas de desertos e matagais xéricos e de matagais de montanha são particularmente diversos, abrigando juntos 15% das ecorregiões identificadas na sub-região, apesar de representarem apenas 2,3% e quase 5% da superfície da sub-região, respectivamente.

A diversidade de ecossistemas e espécies na América Latina e no Caribe oferece uma multiplicidade de serviços ecossistêmicos de grande valor em escala local, regional e global. Em escala global, alguns desses ecossistemas têm um papel destacado na mitigação das mudanças climáticas, enquanto regional e localmente oferecem importantes serviços de adaptação, que, entre outros, são fundamentais para o bem-estar da população da região. Os ecossistemas terrestres, costeiros e marinhos, bem como os principais serviços que prestam são analisados a seguir. Entre os primeiros, a ênfase é colocada nas florestas, pastagens e zonas úmidas e, entre os últimos, nos manguezais e recifes, devido à sua importância para a resposta às mudanças climáticas e à atividade econômica.

Ecossistemas terrestres e seus serviços

Os ecossistemas terrestres cumprem um papel fundamental no sequestro de carbono (vide capítulo 1). No entanto, a capacidade de captura difere entre os ecossistemas, razão pela qual eles desempenham papéis diferentes nas estratégias de mitigação das mudanças climáticas.

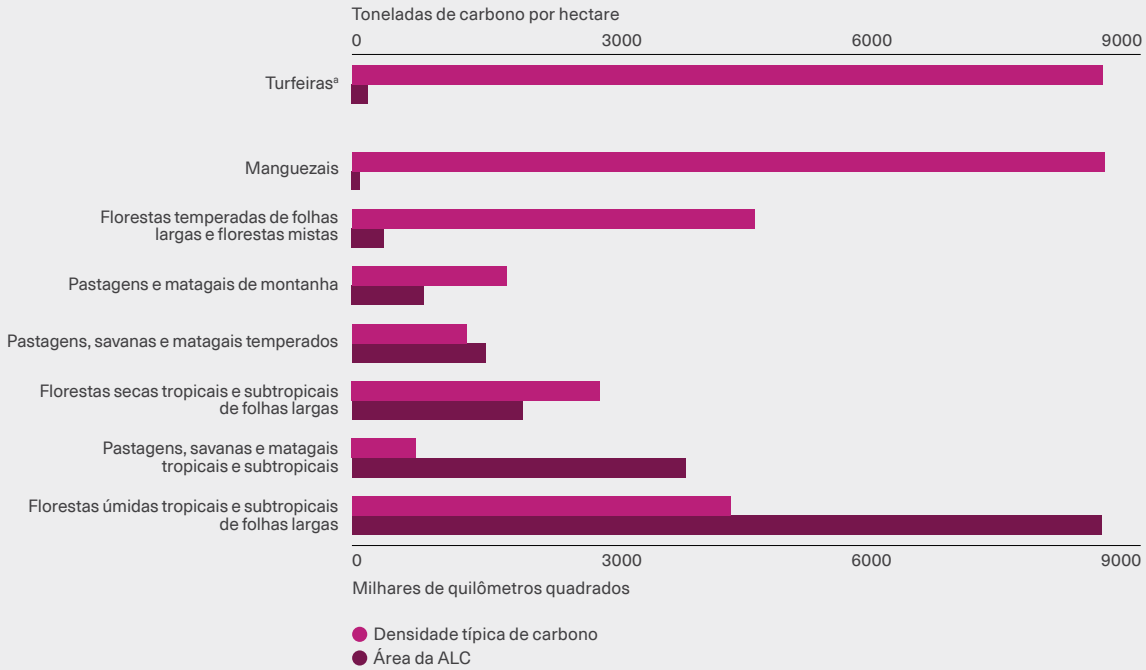
O quadro 3.4 apresenta uma medida do potencial de mitigação dos biomas de acordo com a classificação usada neste capítulo e sua extensão na região. Na discussão a seguir, os ecossistemas terrestres são considerados em três categorias: florestas; pastagens, savanas e matagais; e zonas úmidas.

Quadro 3.4
O potencial de carbono dos biomas terrestres na América Latina e no Caribe

Diferentes ecossistemas têm diferentes papéis a desempenhar nas estratégias de resposta às mudanças climáticas. Em particular, cada um dos grandes biomas em que a superfície terrestre é classificada tem diferente potencial de carbono[a]. Esse conceito refere-se ao estoque de carbono que um hectare (ha) de cada bioma pode armazenar, em média, quando está em bom estado de conservação e mantém sua cobertura natural do solo. O potencial total de carbono depende do tipo de bioma e sua extensão.

O gráfico 1 apresenta o potencial de carbono por bioma e sua extensão na América Latina e no Caribe, incluindo o conteúdo de biomassa acima e abaixo do solo e o carbono do solo. Além disso, é apresentada a densidade média de carbono das turfeiras. As turfeiras são regiões alagadas com alto teor de carbono no solo, localizadas principalmente em florestas úmidas de folhas largas, e pastagens e savanas inundadas. O gráfico 1 distingue sua densidade típica de carbono, que é adicional ao carbono indicado para o bioma do qual fazem parte.

Gráfico 1
Densidade típica de carbono e área total por bioma e ecossistema



Nota: O gráfico mostra, para cada bioma, a área que ocupa na ALC e a quantidade de carbono por hectare que cada um desses biomas concentra em média (eixo superior). O gráfico exclui quatro biomas dos quais não há informações sobre seu potencial de carbono. Eles são: desertos e matagais xéricos; florestas de coníferas tropicais e subtropicais; pastagens e savanas inundadas; florestas, bosques e matagais mediterrâneos. Os biomas excluídos cobrem uma área de 2211 km^2. Os países considerados no gráfico são os 33 países pertencentes à Comunidade de Estados Latino-Americanos e Caribenhos (CELAC).

a/ As regiões de turfeiras estão contidas nos biomas de florestas e pastagens; seu valor informado corresponde ao carbono armazenado no solo na forma de turfa e é adicional à quantidade de carbono indicada para o bioma do qual fazem parte.

Fonte: Elaboração própria com base em Goldstein et al. (2020) e dados georreferenciados do Ecorregions2017 (Dinerstein et al., 2017).

O gráfico mostra uma heterogeneidade acentuada no potencial de carbono. Por exemplo, embora o bioma de florestas úmidas de folhas largas se destaque por sua grande extensão na região, ele não é o bioma com o maior potencial de armazenamento de carbono por unidade de área. Por outro lado, as turfeiras têm uma área total baixa, mas são as regiões com a maior densidade de carbono por unidade de área, pois ultrapassa 500 toneladas de carbono por hectare (tC/ha) de densidade.

Em resumo, as florestas em conjunto apresentam a grande maioria do potencial de carbono na região. No entanto, as regiões que contêm turfeiras e cobertura de manguezais são particularmente densas em carbono, o que aponta para a importância de sua conservação. Por fim, as pastagens, savanas e matagais representam um potencial de carbono agregado importante. Além disso, como se verá mais adiante, esse bioma é mais resiliente aos distúrbios das mudanças climáticas, pelo que pode desempenhar um papel cada vez maior em alguns países.

a O capítulo 1 discute a capacidade dos diferentes tipos de florestas da região de contribuir para o sequestro líquido de carbono. Em vez disso, este quadro apresenta o potencial de carbono por bioma e sua extensão na região.

Florestas

Consideradas em conjunto, as florestas da América Latina e do Caribe desempenham um papel central no bem-estar devido aos serviços ecossistêmicos que prestam na região, à sua contribuição para a mitigação do aquecimento global e porque representam um aspecto fundamental da cultura e da identidade das comunidades. Entre os serviços locais mais importantes estão o fornecimento de alimentos e materiais, a regulação do clima local e a purificação do ar e da água.

Em primeiro lugar, as florestas sustentam uma biodiversidade proeminente. Isso está associado à complexidade estrutural das cobertas florestais, como a variabilidade horizontal e vegetal das copas das árvores, o que permite o estabelecimento de uma maior diversidade de espécies (Davies e Asner, 2014; Penone et al., 2019). As florestas primárias são de particular relevância, pois apresentam diferenças qualitativas e uma diversidade significativamente maior do que as florestas secundárias (aqueles que se recuperam de perturbações humanas) e as plantações florestais (Barlow et al., 2007) .

As florestas primárias têm um valor excepcional, pois apresentam diferenças qualitativas e uma diversidade significativamente maior do que as florestas secundárias e as plantações florestais

A riqueza das florestas em termos de diversidade de espécies e número de espécimes contribui para a alimentação e a saúde das pessoas. As florestas fornecem produtos florestais não madeireiros, utilizados para alimentação (carne de caça, insetos, frutos e fungos), roupas e ferramentas (peles de animais, fibras vegetais) e saúde (plantas, bactérias e fungos medicinais). Os produtos medicinais extraídos ou resultantes da pesquisa florestal são de importância global. Por exemplo, do total de medicamentos aprovados no mundo para o tratamento de doenças entre 1981 e 2006, 28% eram produtos naturais ou derivados, enquanto 24% foram sintetizados a partir deles (Cao e Kingston, 2009; Newman e Cragg, 2007).

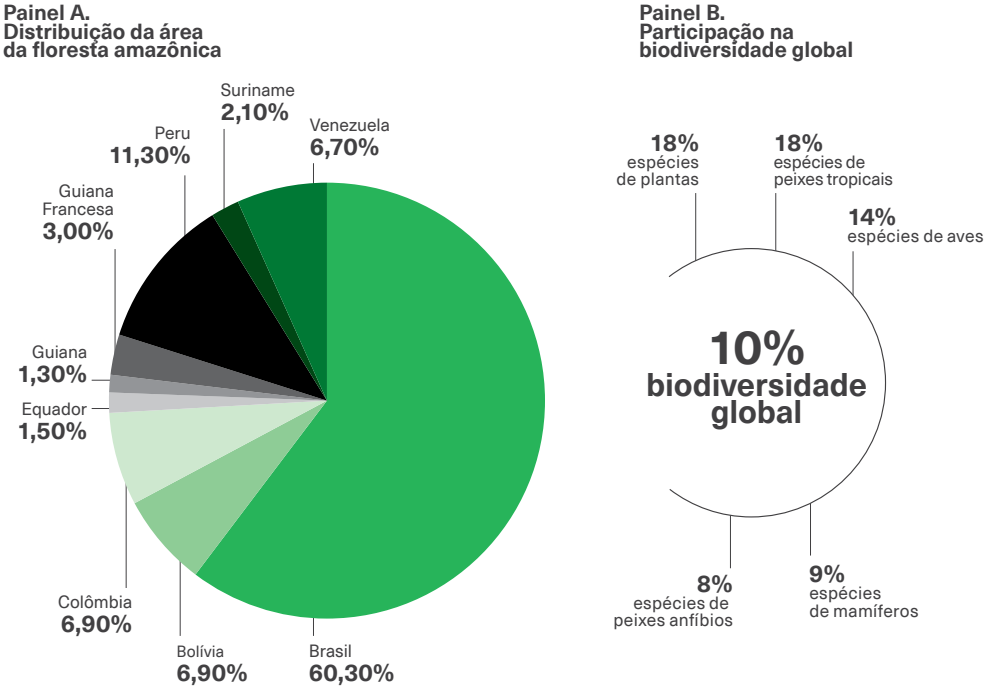
As florestas prestam serviços vitais para a regulação do clima global e local. Como já observado, em nível global, elas contribuem para a mitigação das mudanças climáticas por meio da captura e do armazenamento de

carbono. A área total de florestas em pé na América Latina e no Caribe é estimada em 9,3 milhões de km², equivalente a 46% do seu território[3] (Potapov et al., 2022). Por sua vez, a extensão total de cobertura florestal natural, que nunca foi intensivamente manejada, equivale a 37% da região (vide o capítulo 1).

A cobertura florestal da região é representada principalmente pelas florestas tropicais na bacia do rio Amazonas, pela floresta costeira atlântica, pela floresta tropical montanhosa dos Andes, pelas florestas de várzea da Venezuela e das Guianas, e pelas florestas temperadas patagônicas da Argentina e do Chile. Entre elas, a Amazônia se destaca como a maior floresta tropical do mundo, com uma biodiversidade proeminente. Ela é atravessada pelo rio Amazonas, que com 7000 km é o mais longo e caudaloso rio do mundo (ver a figura 3.1).

A área total de florestas na América Latina e no Caribe é de 9,3 milhões de km2, equivalente a 46% do seu território

Figura 3.1
A Amazônia e sua biodiversidade



Nota: A figura mostra como o território total da Amazônia está distribuído entre os países (painel A) e dados relevantes sobre a biodiversidade da floresta amazônica (painel B).

Fonte: Elaboração própria com base em Ferreira (2023); Guayasamin et al. (2021); Vergara et al. (2022); Zapata-Ríos et al. (2021).

3 São consideradas aqui áreas com cobertura arbórea acima de 30% e uma altura média de copa acima de 30 metros. Isso não é equivalente à área dos biomas florestais, que compreendem uma área de 12,1 milhões de km² na ALC. Há florestas em pé fora dos biomas florestais e parte da cobertura desses biomas não possui florestas em pé.

A Amazônia desempenha um papel muito importante na regulação do clima global, devido à quantidade de carbono armazenado em suas árvores e solos (Pan et al., 2011) . Também desempenha uma função central na regulação do ciclo hidrológico na América do Sul devido à sua grande capacidade de armazenamento e evaporação de água. A floresta retém água das correntes de vento vindas do Oceano Atlântico e a armazena em seus corpos de água e vegetação. Com a evaporação, formam-se nuvens que, graças ao vento, produzem chuva em todo o Cone Sul (Spracklen et al., 2012) e até mesmo no norte dos Estados Unidos. Dessa forma, a Amazônia contribui para a produtividade agrícola da região e para a sustentabilidade da vida humana (Ferreira, 2023).

Somente a floresta amazônica contém um estoque de carbono equivalente a nove anos de emissões globais de combustíveis fósseis

Pastagens, savanas e matagais

As ecorregiões caracterizadas por uma presença significativa de pastagens naturais abrangem uma ampla gama de ecossistemas, desde aqueles com ausência quase total de árvores, passando por savanas povoadas por árvores dispersas, até regiões arbustivas com mosaicos de pastagens e vegetação arbórea (Veldman et al., 2015). Os biomas de pastagens, savanas e matagais são possivelmente os que recebem menor atenção nos esforços globais de conservação. Parte da causa tem sido o desconhecimento sobre a origem e função desses ecossistemas, pois eles são frequentemente mal interpretados como estágios iniciais na formação de florestas ou como manifestações de terras degradadas (Bond, 2016; Silveira et al., 2020).

Esses ecossistemas apresentam um conjunto diversificado de condições ambientais, que vão desde extremos climáticos caracterizados por alta aridez e temperaturas extremas incapazes de sustentar florestas naturalmente até regiões definidas pela competição contínua entre cobertura florestal e pastagem. Na origem das pastagens naturais (ou pastagens antigas), há uma combinação de fatores que limitam o estabelecimento da vegetação lenhosa: temperaturas extremas, regimes de chuva de monções, que favorecem eventos de incêndios naturais, e presença de grandes herbívoros (Bond e Parr, 2010; Veldman et al., 2015). A compreensão da função desses fatores é fundamental para os esforços de conservação.

As pastagens abrigam uma importante biodiversidade, que, embora em menor número de espécies e populações do que as florestas, é altamente endêmica, com múltiplas espécies adaptadas para habitar as características particulares que oferecem (Bond e Parr, 2010; Parr et al., 2014). Além de fornecer habitat para essa diversidade, as pastagens oferecem um conjunto de serviços ecossistêmicos essenciais e diferenciados: serviços de polinização, que são importantes para as culturas vizinhas; serviços de moderação do clima, refletindo uma fração maior da energia solar (albedo mais elevado) do que a cobertura florestal e reduzindo a absorção de calor; e serviços de infiltração de água para os lençóis freáticos, pois sofrem evapotranspiração relativamente baixa em comparação com a cobertura florestal. Por fim, elas têm um alto potencial de captura e armazenamento de carbono no solo que, ao contrário do carbono contido na biomassa acima do solo, é altamente estável e com baixo risco de ser liberado em caso de seca ou incêndios (Dass et al., 2018; Silveira et al., 2020; Veldman et al., 2015).

As pastagens naturais são uma fonte essencial de subsistência para as comunidades rurais da região, que depende delas para alimentar gado, ovelhas e cabras

As ecorregiões de matagais, savanas e pastagens da América Latina e do Caribe são encontradas principalmente na América do Sul, onde cobrem uma área de mais de 5 milhões de km^2. Entre os ecossistemas mais representativos estão o Cerrado no Brasil; o Gran Chaco na Bolívia, Paraguai e Argentina; os pampas da Argentina, Uruguai e sul do Brasil, e Los Llanos na Colômbia e Venezuela. No entanto, também há regiões de pastagens naturais

em mosaicos em outros biomas e em paisagens agrícolas e naturais mistas. As pastagens naturais são uma fonte essencial de subsistência para as comunidades rurais da região , que dependem delas para alimentar gado, ovelhas e cabras. Por sua vez, essas espécies representam uma fonte fundamental de alimentos e roupas para essas comunidades.

Zonas úmidas

As zonas úmidas interiores ou de água doce (para distingui-las dos ecossistemas costeiros, descritos abaixo) são áreas que ficam submersas intermitentemente, seja devido às chuvas sazonais, ciclos plurianuais ou flutuações das marés. Sendo a água a característica definidora desses ecossistemas, eles são de vital importância para a prestação de serviços ecossistêmicos essenciais, como o apoio à biodiversidade, a regulação do ciclo hidrológico e a purificação da água.

A saturação hídrica que caracteriza as zonas úmidas resulta em uma grande capacidade de armazenamento e captura de carbono, pois a baixa oxigenação do solo retarda a decomposição da matéria orgânica. Quando a taxa de decomposição é inferior à taxa de crescimento da nova vegetação, formam-se turfeiras com alto teor de carbono orgânico no solo (Moomaw et al., 2018). Essas turfeiras constituem globalmente um dos maiores estoques de carbono armazenado, estimado em 450 gigatoneladas (GtC), em apenas 3% da superfície terrestre (Joosten et al., 2016). Estima-se que a América Latina e o Caribe abriga entre 4,4% e 12% da extensão global de turfeiras.

Embora as zonas úmidas representem importantes reservas de carbono e tenham uma capacidade de sequestro que não diminui com o tempo, elas também são, naturalmente, uma importante fonte de emissões de metano. Este é um gás de efeito estufa muito mais potente do que o dióxido de carbono, mas com uma persistência mais curta na atmosfera (cerca de 10 anos). Globalmente, estima-se que as zonas úmidas de água doce sejam responsáveis por entre um quinto e um quarto das emissões de metano globais, excedendo as emissões combinadas da extração e uso de combustíveis fósseis e dos aterros sanitários (Moomaw et al., 2018).

●●

As zonas úmidas prestam importantes serviços de adaptação, principalmente ao moderar os ciclos hídricos

Devido a esse delicado equilíbrio entre a grande quantidade de carbono armazenado em zonas úmidas naturais, sua capacidade de sequestro de CO_2 e suas significativas emissões de metano, as evidências mais recentes apontam para a importância de manter as zonas úmidas naturais em bom estado de preservação. Em contrapartida, a restauração de zonas úmidas degradadas que retêm pouco carbono no solo ou a criação de novas zonas (por exemplo, como resultado da construção de barragens) pode entrar em conflito com as estratégias de mitigação das mudanças climáticas devido às emissões de metano (Taillardat et al., 2020).

As zonas úmidas também prestam importantes serviços de adaptação, principalmente ao moderar os ciclos hídricos, absorvendo chuvas abundantes e retardando o escoamento em épocas de seca .

As zonas úmidas de água doce abrigam uma fração significativa da biodiversidade global, além de fornecer habitat transitório e alimento para muitas espécies de animais terrestres e aves migratórias (Gopal et al., 2000). Elas também proporcionam alimentos e um habitat reprodutivo do qual dependem múltiplas espécies de peixes. A bacia amazônica possui mais de 3000 espécies de peixes identificadas, a maior diversidade entre as bacias da região, seguida pela bacia do Orinoco (1000 espécies). A maioria das zonas úmidas da região abriga espécies endêmicas que têm uma distribuição territorial limitada devido à estabilidade das condições ambientais que oferecem em relação às regiões próximas. Por sua vez, estima-se que essa estabilidade tenha sido relevante para fornecer refúgio a inúmeras espécies diante das flutuações climáticas ao longo das eras geológicas (Wittmann et al., 2015).



As ecorregiões dominadas por zonas úmidas na América Latina e no Caribe cobrem 760.000 km² (Dinerstein et al., 2017)[4],[5], localizadas principalmente em três regiões de América do Sul: a Amazônia, onde as ecorregiões de florestas inundadas ocupam 60% das zonas úmidas da sub-região; o sistema Bañados de Utuquis-Gran Pantanal, com 170.000 km² de extensão; e o delta do Paraná, com 17.500 km².

O papel dos ecossistemas costeiros e marinhos

Conforme descrito no capítulo 1, os oceanos desempenham um papel central na regulação do clima global por meio da absorção de calor e carbono da atmosfera. A água tem uma grande capacidade de armazenar calor, o que permite que os oceanos capturarem grande parte do excesso de energia retido pelos gases de efeito estufa, moderando assim o aumento das temperaturas. Os oceanos também são um importante sumidouro de carbono, principalmente através do mecanismo conhecido como bomba de solubilidade. Isso se refere ao sequestro de carbono por meio da dissolução de gases e da subsequente formação e dissolução de sais. Além disso, graças à sua importante biodiversidade, os oceanos sequestram carbono por meio de outro mecanismo conhecido como bomba biológica. Esse mecanismo funciona através da ação de organismos marinhos fotossintetizantes, transformando o carbono inorgânico em biomassa, parte da qual é armazenada nas profundezas do oceano. Juntos, estima-se que os oceanos tenham sequestrado um quarto do total das emissões humanas de carbono (IPCC, 2022c).

O termo carbono azul refere-se aos fluxos de carbono nos ecossistemas marinhos que podem ser administrados para a mitigação das mudanças climáticas (IPCC, 2022c). Atualmente, as políticas de carbono azul estão concentradas na restauração e conservação dos ecossistemas costeiros com vegetação: manguezais, ervas marinhas e pântanos salgados. Esses ecossistemas têm um elevado teor de carbono em relação à sua área, embora o potencial global de mitigação das políticas para sua restauração e proteção seja estimado como modesto (Bindoff et al., 2019)[6]. No entanto, podem proporcionar co-benefícios importantes para as comunidades costeiras, em termos de adaptação às mudanças climáticas e sustentabilidade das atividades econômicas que deles dependem. Portanto, são consideradas políticas particularmente valiosas para a resposta às mudanças climáticas nos países da Mesoamérica e do Caribe que têm uma ligação particularmente estreita com as costas.

●●

Manguezais, ervas marinhas e pântanos salgados têm benefícios importantes em termos de adaptação às mudanças climáticas pelas comunidades costeiras

Ressalta-se que as contribuições dos oceanos para a mitigação das mudanças climáticas têm consequências negativas significativas para os ecossistemas costeiros e marinhos e para as atividades econômicas que deles dependem. Conforme discutido no capítulo 1, o aumento da temperatura e do nível da água, a acidificação e a crescente frequência e intensidade das tempestades são os principais canais pelos quais as mudanças climáticas degradam esses ecossistemas. Ao mesmo tempo, os serviços de adaptação prestados pelos manguezais e recifes de coral estão se tornando cada vez mais relevantes.

O ecossistema de manguezal está localizado nas costas marinhas e estuários, na metade superior da zona intermaré. O gráfico 3.2 mostra a presença de manguezais nas costas da região. Os países com maior extensão de

4 Cálculos próprios a partir de dados de Dinerstein et al. (2017). Para mais detalhes sobre a metodologia de cálculo, consultar o apêndice on-line.

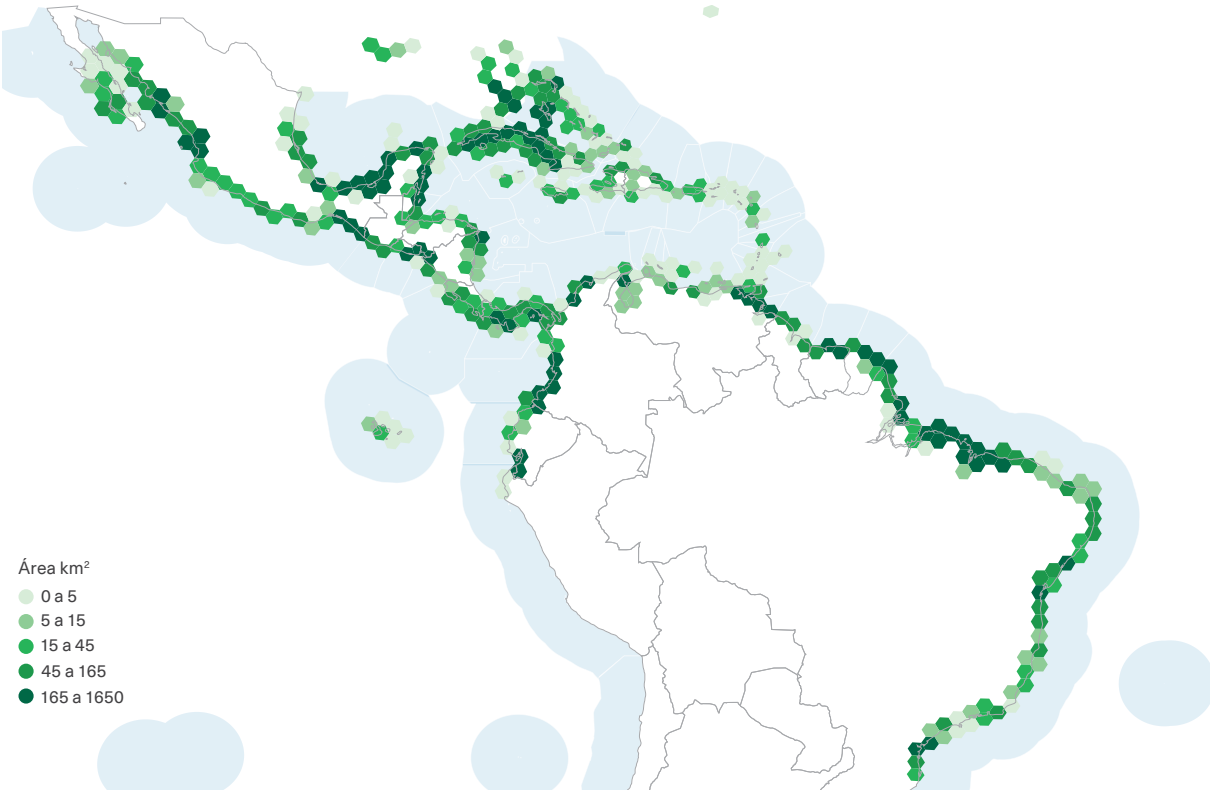
5 A extensão total de zonas úmidas é estimada em 930.000 km² (Reis et al., 2017), pois elas também estão contidas em outras ecorregiões. Este é o caso das várzeas localizadas nas regiões andinas e dos banhados na região do Gran Chaco (distribuída entre Argentina, Bolívia e Paraguai).

6 As dificuldades de medir adequadamente os fluxos de carbono sequestrado, o carbono orgânico sequestrado em outros ecossistemas a montante e possíveis emissões de metano e óxido nitroso são algumas das variáveis que dificultam a capacidade e medição adequada do potencial de mitigação das estratégias de carbono azul (Williamson e Gattuso, 2022).

manguezais são o Brasil e o México, com 11.300 km² e 9900 km², respectivamente, seguidos por Cuba (3500 km²), Colômbia e Venezuela (2800 km²). No entanto, Cuba, Panamá e El Salvador se destacam pela participação de manguezais em sua área total (entre 2% e 3 %). Os manguezais são compostos predominantemente por um conjunto de espécies arbóreas e arbustivas adaptadas para sobreviver em condições de salinidade, saturação hídrica e inundação de marés (Hopley, 2010). Ele tem um elevado potencial de carbono por unidade de área, dobrando, em média, o estoque de carbono contido nas florestas tropicais (gráfico 1 do quadro 3.4)[7].

Os manguezais são um tipo particular dentro dos ecossistemas de zonas úmidas e compartilham a característica de poder sequestrar carbono indefinidamente, mesmo em estado de equilíbrio (com biomassa estável por hectare) (Leal e Spalding, 2022). Também compartilham a característica de serem uma fonte de emissões de metano, que, embora menor devido às condições de salinidade do ecossistema, pode compensar a contribuição desses ecossistemas para o sequestro anual de carbono em até 20 % (Rosentreter et al., 2018).

Gráfico 3.2
Distribuição dos manguezais



Nota: O gráfico mostra a distribuição dos manguezais na ALC em 2020. Como as florestas de manguezais são áreas pequenas em relação à área da região, elas são representadas por hexágonos maiores para melhor visualização. A cor indica a área de manguezais dentro de cada hexágono, medida em km². As cores variam do verde claro, onde a área de manguezais é inferior a 5 km², ao verde escuro, onde ultrapassa 165 km². Para áreas onde não há manguezais, não são apresentados hexágonos.

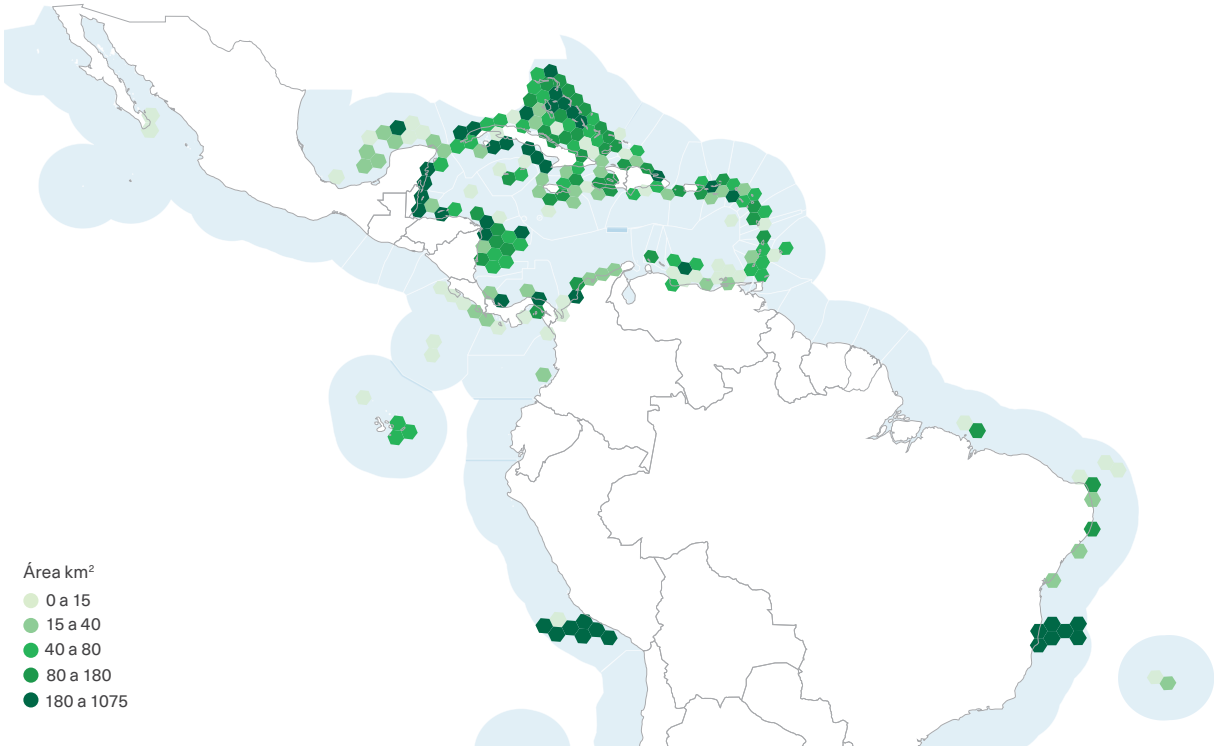
Fonte: Elaboração própria com base em dados georreferenciados da Global Mangrove Watch (Bunting et al., 2022) e Flanders Marine Institute (2019) para delinear zonas econômicas exclusivas.

7 As estimativas do estoque de carbono dos ecossistemas de manguezal são variáveis. Donato et al. (2011) calculam que seja até quatro vezes maior por hectare do que o das florestas tropicais (contando o carbono total armazenado na biomassa acima e abaixo da área e no solo).

Os recifes são ecossistemas submersos compostos por estruturas de carbonato de cálcio produzidas por um grupo de espécies de coral. Os recifes de águas quentes são encontrados nas regiões tropicais de águas cristalinas, quentes e rasas, principalmente a uma profundidade máxima de 40 m, pois necessitam de grande exposição solar para sua subsistência. Por outro lado, os corais de águas frias são encontrados em águas profundas, até 3.000 m, e ocorrem em todas as latitudes. Tanto os corais de água quente quanto os de água fria formam estruturas que se acumulam lentamente ao longo dos séculos, proporcionando o habitat do qual muitas espécies dependem. Os corais de água quente se acumulam em um ritmo mais rápido e formam barreiras que reduzem a erosão costeira (Hoegh-Guldberg et al., 2017). Ao mesmo tempo, eles ocorrem em um faixa limitada de condições ambientais, particularmente de temperatura, luminosidade e profundidade, o que os torna muito suscetíveis às mudanças climáticas (Kennedy et al., 2013).

Os recifes de coral protegem as populações costeiras de eventos climáticos extremos, fornecem habitat para inúmeras espécies e são uma atração turística fundamental para a região

Gráfico 3.3
Distribuição dos recifes de coral de água quente



Nota: O gráfico mostra a distribuição dos recifes de coral de água quente na ALC. Como os recifes de coral são áreas pequenas em relação à área da região, eles são representados por hexágonos maiores para melhor visualização. A cor indica a área de recifes de coral dentro de cada hexágono, medida em km². As cores variam do verde claro, onde a área dos recifes é inferior a 15 km², ao verde escuro, onde ultrapassa 180 km². Para áreas onde não há recifes de coral, não são apresentados hexágonos.

Fonte: Elaboração própria com base em dados georreferenciados de Burke et al. (2011) para os recifes de coral e Flanders Marine Institute (2019) para delinear zonas econômicas exclusivas.

Um dos serviços mais importantes prestados pelos ecossistemas de recifes e manguezais é o fato de abrigarem uma biodiversidade proeminente. Em especial, proporcionam o habitat para a reprodução e crescimento de inúmeras espécies de peixes, crustáceos e moluscos de valor comercial, tanto os capturados nos próprios ecossistemas quanto os pescados no interior dos mares. Além disso, a biodiversidade e a beleza natural desses ecossistemas são uma atração turística fundamental para a região.

Os manguezais apoiam a pesca comercial de inúmeras espécies de peixes e camarões, e oferecem proteção costeira contra a maior incidência de tempestades associadas às mudanças climáticas

Um relatório recente da Aliança Global dos Manguezais analisa o valor da produção de 37 espécies comercializáveis. Essa análise estima que a presença de manguezais em todo o mundo apoia a produção anual de quase 600 bilhões de unidades, pertencentes a 32 espécies comerciais de peixes e camarões, e mais de 100 bilhões de unidades de quatro espécies de caranguejos e uma espécie de bivalve. Na América Latina e no Caribe, estima-se que o número de exemplares de peixes beneficiados pelos manguezais ultrapasse 100 milhões, enquanto a restauração do habitat em regiões atualmente degradadas ou sob outros usos do solo deve trazer um aumento de 7,8 milhões de exemplares anualmente (Worthington e Spalding, 2018).

Os manguezais e recifes também são importantes para a prevenção da erosão costeira, uma função fundamental para a adaptação às mudanças climáticas em face do aumento do nível do mar e da maior intensidade e frequência das tempestades. Algumas estimativas recentes concluem que os manguezais reduzem, em média, a altura das ondas provocadas pelo vento em 31% e as ondas provocadas por ciclones em 60% (Narayan et al., 2016). Na América Latina e no Caribe, os manguezais reduzem anualmente os danos causados por enchentes em mais de US$ 12 bilhões e protegem quase 1 milhão de pessoas em todo o mundo (Menéndez et al., 2020; Worthington e Spalding, 2018). Por outro lado, os recifes de coral são capazes de reduzir em 97% a energia das ondas que atingem a costa e em 84% sua altura (Ferrario et al., 2014; Moomaw et al., 2018).

Diagnóstico da degradação dos ecossistemas e suas causas

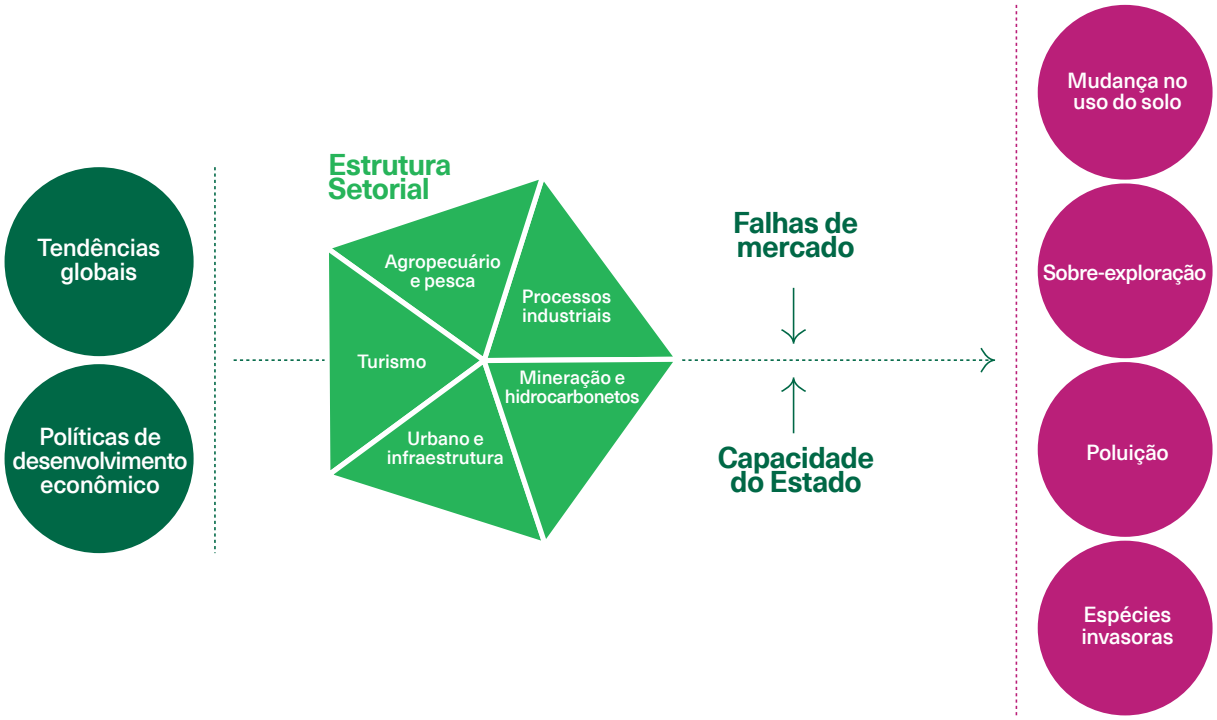
A atividade humana degrada a natureza e os serviços ecossistêmicos que ela oferece por meio de uma combinação de canais diretos, geralmente classificados como mudança no uso do solo, sobre-exploração dos recursos, poluição e introdução de espécies invasoras . A importância desses canais varia entre as regiões. No continente americano, a mudança no uso do solo é a principal responsável, seguida pela sobre-exploração (Díaz e Malhi, 2022).

A esses canais diretos acrescenta-se o impacto que a atividade humana tem nos ecossistemas por meio das mudanças climáticas (IPBES, 2019). O capítulo 1 apresenta as inter-relações entre as mudanças climáticas e a biodiversidade. Em particular, destaca como as mudanças climáticas representam uma ameaça aos ecossistemas, através do impacto das temperaturas extremas, das secas prolongadas e do aumento da frequência e intensidade das tempestades, entre outros distúrbios.

A atividade humana degrada a natureza por meio da mudança no uso do solo, a sobre-exploração dos recursos, a poluição e a introdução de espécies invasoras

A importância relativa dos canais diretos de degradação está associada à estrutura setorial das economias da região e a um conjunto de fatores facilitadores. As tendências globais de produção e consumo e a resposta dos países a elas, por meio de suas políticas de desenvolvimento econômico, determinam a importância relativa dos setores produtivos. Por sua vez, esses setores têm um impacto sobre os ecossistemas, cujo âmbito é determinado pela presença de falhas de mercado (externalidades, bens públicos e problemas de informação) e pela capacidade dos Estados para elaborar e aplicar políticas públicas que conduzam ao desenvolvimento sustentável. A inter-relação entre os canais diretos, os setores e os fatores facilitadores é apresentada de forma esquemática na figura 3.2.

Figura 3.2
Canais diretos da degradação dos ecossistemas, setores produtivos e fatores facilitadores



Fonte: Elaboração própria.



Mudança no uso do solo e outros canais de degradação dos ecossistemas

Mudança no uso do solo

A mudança no uso do solo, por meio do desmatamento, da drenagem de zonas úmidas e da substituição de pastagens naturais para o abastecimento e produção de alimentos, resulta na perda e na fragmentação do habitat de inúmeras espécies e processos ecológicos. Isso também resulta na perda de serviços ecossistêmicos e no aumento das emissões de gases de efeito estufa (GEE).

Para quantificar a magnitude da mudança no uso do solo na região, são utilizados dados de Gauthier et al. (2021), que classifica os solos em naturais, seminaturais, de pastagens, de culturas e de assentamentos. A categoria natural designa regiões sem presença humana ou impactos significativos, enquanto a seminatural se refere a áreas com baixa presença humana e uso de baixa intensidade. As demais categorias são consideradas antrópicas, pois estão sob uso humano contínuo e de alta intensidade[8].

O gráfico 3.4 mostra os tipos de uso do solo de toda a região em 2017 (Gauthier et al., 2021). A maior parte (55%) da área da região tem um uso antrópico dominante, enquanto 6% é conservada em estado natural e 39%, em estado seminatural. Conforme informado no painel E do mesmo gráfico, a conservação dos ecossistemas em estado natural ou seminatural varia significativamente entre as regiões. Na América do Sul chega a 56%, enquanto na Mesoamérica e no Caribe é de 27% e 19%, respectivamente.

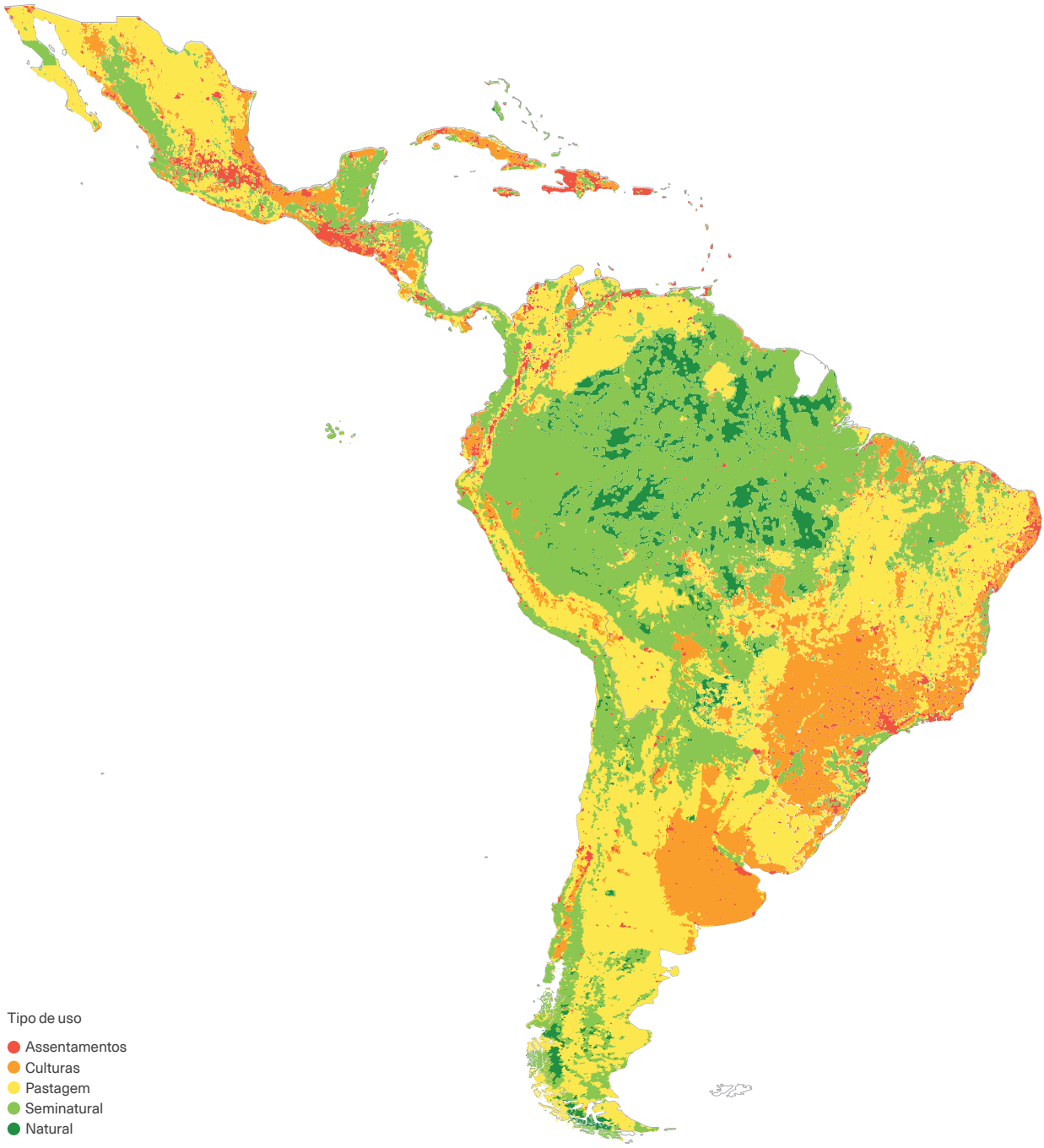
●●

Na América do Sul, os ecossistemas em estado natural ou seminatural chegam a 56%, enquanto na Mesoamérica e no Caribe é de 27% e 19%, respectivamente

8 Para obter mais detalhes sobre a classificação de solos de Gauthier et al. (2021), ver esclarecimentos sobre o gráfico 3.4 no apêndice on-line.

Gráfico 3.4
Uso antrópico do solo em 2017 por tipo de ecorregião

Painel A.
Total

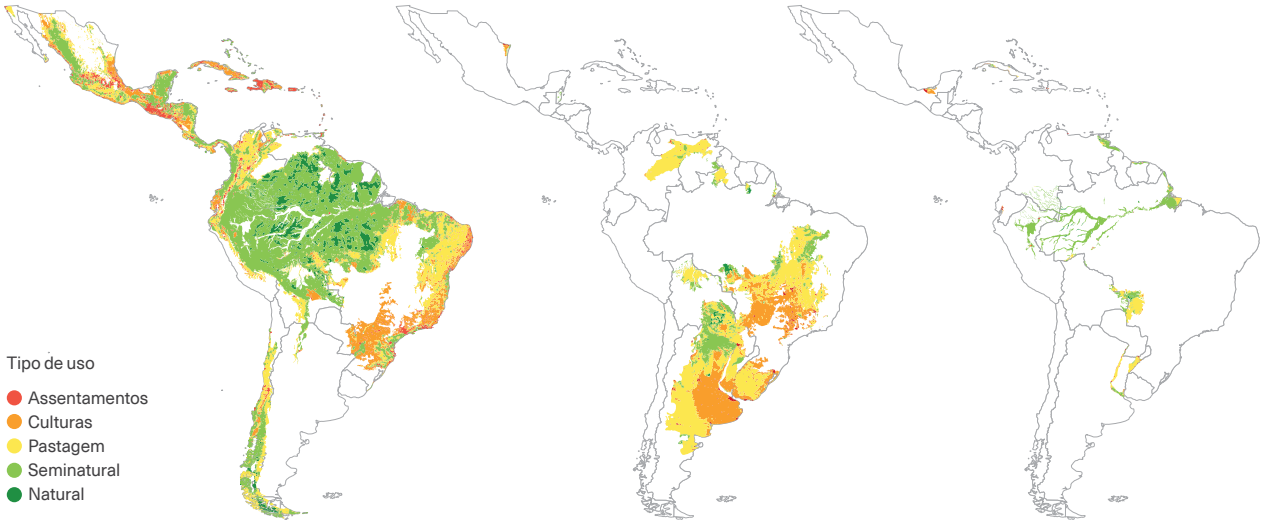


Continua na próxima página →

Painel B.
Florestas

Painel C.
Pastagem, savana e matagal

Painel D.
Zonas úmidas



Painel E.
Distribuição por sub-região e cobertura natural predominante

			Caribe	Mesoamérica	América do Sul	Total
Total	Assentamento		38,0	11,5	3,0	4,4
	Culturas		34,7	18,7	15,7	16,3
	Pastagem		8,5	43,1	33,8	34,6
	Seminatural		18,2	26,7	41,0	39,0
	Natural		0,6	0,1	6,6	5,7
Floresta	Assentamento		40,5	14,5	3,6	5,7
	Culturas		36,9	22,6	11,8	13,7
	Pastagem		7,0	24,9	19,8	20,3
	Seminatural		15,6	37,9	54,6	51,7
	Natural		0,1	0,1	10,2	8,7
Pastagem	Assentamento		-	10,2	2,2	2,2
	Culturas		-	47,6	30,3	30,4
	Pastagem		-	15,6	52,1	52,0
	Seminatural		-	26,6	14,0	14,0
	Natural		-	0,0	1,4	1,4
Zona úmida	Assentamento		10,6	20,6	1,4	1,9
	Culturas		29,5	66,7	2,3	4,0
	Pastagem		28,9	8,4	23,9	23,6
	Seminatural		30,9	4,3	69,7	67,9
	Natural		0,0	0,0	2,7	2,6

Nota: O gráfico mostra o uso antrópico do solo em 2017. O painel A mostra esse indicador para toda a região, enquanto os painéis B, C e D o mostram para as coberturas de florestas, pastagens e zonas úmidas, respectivamente. O painel E mostra os valores de uso do solo para o conjunto de cada uma dessas coberturas (linhas) e cada uma das sub-regiões da ALC (colunas). Os valores são expressos em porcentagem e representam a participação que cada tipo de uso antrópico tem em cada combinação de cobertura-sub-região (p. ex., os dados da linha 7-coluna 1 nos dizem que 36,9% do território do Caribe pertencente a um ecossistema florestal foi utilizado para cultivo em 2017). As ecorregiões consideradas em florestas, pastagens e zonas úmidas e os países de cada sub-região da ALC podem ser consultados no apêndice do capítulo disponível on-line.

Fonte: Elaboração própria com base em Gauthier et al. (2021) e Ecoregions2017 (Dinerstein et al., 2017).

Quadro 3.5
Determinantes da mudança no uso do solo

Os principais usos alternativos do solo que levam à perda de cobertura natural podem ser classificados em: 1) produção de alimentos para consumo humano, 2) produção de alimentos para geração de energia, 3) produção de fibras e madeira, e 4) ocupação do solo por infraestrutura e cidades. Nessa classificação, a ênfase está na finalidade do consumo humano que cada parcela tem e não na atividade nela desenvolvida. Por exemplo, a produção de energia tem uma categoria própria, apesar de ser baseada em produtos agrícolas que poderiam ser utilizados para alimentação (por exemplo, biodiesel de soja e óleo de palma).

A pressão sobre o uso do solo aumenta com o crescimento populacional e o consumo per capita, enquanto diminui com o aumento da produtividade, o que reduz a área necessária para gerar uma unidade de produção. Por sua vez, a mudança na composição da dieta média, em favor de uma proporção maior de calorias de origem animal à medida que os níveis de renda aumentam, resulta em um aumento na demanda de solo (Cole e McCoskey, 2013) devido à perda de eficiência na conversão de calorias (ou proteínas) vegetais em calorias animais. A espécie animal também é de grande relevância, pois a conversão alimentar é muito variável e, em geral, diminui com o tamanho, podendo ser mais de quatro vezes menor para o gado do que para as aves.

Em um estudo sobre os impulsionadores da mudança no uso do solo agrícola, Alexander et al. (2015) constataram que entre 1961 e 2011 o aumento global no uso do solo foi de 625 milhões de hectares, o que representa cerca de um terço da área total da América do Sul. Esse aumento é atribuído à alimentação humana (vegetal e animal, 535 milhões de ha), bioenergia (35 milhões) e resíduos (25 milhões). Para o consumo de alimentos, o crescimento no uso da terra causado pela mudança na composição da dieta média é equiparável a um crescimento populacional 50% maior do que o observado. Em contrapartida, o notável aumento nos rendimentos agropecuários obtidos por meio de melhorias na produtividade e intensificação no uso de insumos permitiu compensar 90% do aumento na demanda de terras para alimentação.

Os dados revelam que a perda e fragmentação do habitat na América Latina e no Caribe estão fortemente ligadas ao setor agropecuário: 35% da área da região é afetada por pastagens e 16% por culturas. Por sua vez, os assentamentos humanos ocupam 4% do território. Embora a importância do setor agropecuário seja mantida, o Caribe tem um padrão de uso do solo diferente da média regional. Nessa sub-região, a área dedicada às pastagens é consideravelmente menor (8%), enquanto a dedicada às culturas (35%) e aos assentamentos humanos é maior (38%).

A perda e fragmentação do habitat na América Latina e no Caribe estão principalmente ligadas ao setor agropecuário: 35% de sua área é dedicada às pastagens e 16% às culturas

O setor agropecuário e de silvicultura atende inúmeras e crescentes demandas da sociedade: alimentos, madeira para construção, polpa de celulose, fibras para roupas (lã e algodão), energia na forma de carvão vegetal e biocombustíveis (vide o quadro 3.5).

Tanto o uso específico dado ao solo quanto ao tipo de ecossistema modificado determinam o nível de degradação produzido e as emissões geradas (Felipe-Lucía et al., 2020; Kleijn et al., 2009). Por exemplo, a produção pecuária cuja alimentação é baseada em pastagens pode ser considerada um uso menos intensivo do solo do que as culturas sazonais, pois é compatível com uma maior diversidade de espécies vegetais e animais no local. No entanto, o uso de pastagem exige uma modificação drástica do ecossistema quando é desenvolvido em florestas, pois requer o desmatamento e a introdução de espécies exóticas de pastagem.

Os painéis B, C e D do gráfico 3.4 mostram os usos do solo nas ecorregiões com predominância de florestas, pastagens, savanas e matagais, e zonas úmidas. Conforme explicado na seção anterior, essas são coberturas de grande importância para a captura e o armazenamento global de carbono, tanto por sua densidade de carbono quanto por sua extensão. Juntas, as ecorregiões agrupadas nas três coberturas representam 86% da área da América Latina e do Caribe. Como será visto a seguir, embora todas elas apresentem uma afetação importante aos usos produtivos, é significativamente maior nas pastagens, savanas e matagais, onde chega a 85% do total, em comparação com as florestas e zonas úmidas, com 40% e 30%, respectivamente.

Trinta e nove por cento da área das ecorregiões florestais da América Latina e do Caribe tem um uso do solo preponderantemente antrópico (20% de pastagens; 14% de culturas e 6% de assentamentos), enquanto 52% estão em estado seminatural e 9% em estado natural. O estado relativamente conservado se deve principalmente ao bioma amazônico, embora até mesmo esse bioma apresente perdas claras na fronteira sul e sudeste (vide o quadro 3.6). As florestas temperadas do sul da Patagônia, de menor extensão, também ainda apresentam uma parcela importante em estado natural ou seminatural, assim como extensões significativas no sudeste do México, leste de Honduras, Costa Rica e Panamá. Estas últimas, embora menores em área, são importantes para a passagem da vida selvagem e corredores de aves entre a América do Sul e a Mesoamérica. Em contrapartida, as florestas do leste da América do Sul, do resto da Mesoamérica e do Caribe apresentam um uso majoritariamente antrópico, que chega a 84% nesta última sub-região.

●●

Nos últimos 20 anos, as florestas da América Latina e do Caribe sofreram perdas líquidas de 5% (47 milhões d e ha), o equivalente a 1,2 vezes a área do Paraguai

A principal razão por trás da perda de florestas na América Latina e no Caribe é o desmatamento para a atividade agropecuária, que abrange 34% da área total. Dentro dessa atividade, é notável que na América do Sul e na Mesoamérica o uso pastoril representa um quinto e um quarto do total da área de biomas florestais, respectivamente. Grandes áreas de terras em ecorregiões florestais são afetadas pelo uso humano em grande parte da Colômbia, estabelecendo um corredor na região ocidental da cordilheira dos Andes em direção ao sul do Peru. Esse também é o caso na fronteira sul da Amazônia brasileira e em praticamente todas as ecorregiões de Mata Atlântica, compreendendo biomas de florestas tropicais e subtropicais, úmidas e secas. No Caribe, praticamente toda a área do bioma florestal está agora em uso humano, com participações semelhantes de uso agropecuário (44%) e assentamentos humanos (41%).

Quadro 3.6
Desmatamento na Amazônia[a]

Na década de 1970, iniciou-se um processo de profunda transformação na Amazônia devido ao desmatamento em larga escala, que desestruturou um ecossistema preservado há milênios. Hoje, a Amazônia tem 15% menos área florestal do que no passado. O Brasil é o país com o maior grau de desmatamento em relação à área original da Amazônia (21% da área). Em seguida, vêm Bolívia, Colômbia, Equador e Peru, com uma perda de cerca de 10%, enquanto que Guiana, Guiana Francesa, Suriname e Venezuela perderam menos de 4% de sua área amazônica.

O desmatamento na Amazônia é preocupante tanto pela perda imediata de floresta e biodiversidade que implica quanto pela possibilidade de atingir um ponto de inflexão a partir do qual os próprios mecanismos de equilíbrio ecológico poderão gerar um processo de desertificação na área que pode ser irreversível (vide o quadro 1.2). Lovejoy e Nobre (2019) estimam que esse ponto de inflexão poderia ser desencadeado pela perda de entre 20% e 25% de sua área florestal.

A expansão da fronteira agropecuária é a principal causa direta do desmatamento na Amazônia. No Brasil e na Bolívia, esse processo ocorreu primeiro com a introdução do cultivo de soja, seguido pela conversão da floresta em pastagens para a pecuária. A atividade pecuária também é relevante no desmatamento na Colômbia e no Peru. Com um impacto menor, a expansão das plantações de coca tem impulsionado o desmatamento na Bolívia, na Colômbia e no Peru, e a produção de óleo de palma tem feito o mesmo no Equador e no Peru.

A exploração florestal e a mineração são outras causas de desmatamento, embora em menor escala. A indústria florestal se concentra na extração de mogno) e ipê, já que todas as outras espécies de árvores têm pouco valor comercial. A mineração se concentra na extração de ouro, principalmente na Guiana, Guiana Francesa, Suriname e Venezuela.

Tabela 1
Desmatamento na Amazônia por país

País	Área de floresta amazônica	Área (milhares de km²)	Proporção preservada como floresta primária	Área perdida (milhares de km²)	Principais fatores de desmatamento
Todos os países	100%	6.387	85%	960	Pecuária, madeira, coca, óleo de palma, mineração
Bolívia	6,9%	442	92%	35	Pecuária, soja
Brasil	60,3%	3.859	79%	810	Pecuária, soja
Colômbia	6,9%	442	88%	53	Pecuária, coca
Equador	1,5%	96	90%	10	Óleo de palma
Guiana Francesa	1,1%	70	97%	2	Mineração de ouro
Guiana	3,0%	192	99%	2	Madeira, mineração de ouro
Peru	11,3%	723	92%	58	Coca, óleo de palma, cacau
Suriname	2,1%	134	96%	5	Mineração de ouro
Venezuela	6,7%	429	96%	17	Mineração de ouro

Fonte: Ferreira (2023).

A exploração madeireira na Amazônia é altamente regulamentada na maioria dos países, portanto, o desmatamento que ocorre hoje é principalmente ilegal. Por exemplo, estima-se que no Brasil apenas cerca de 3% a 4% do desmatamento anual seja legal (Valdiones et al., 2021). O desmatamento é realizado principalmente por pequenos e médios produtores agropecuários e mineradores que trabalham em pequena escala, geralmente ligados a grandes redes legais e ilegais de comercialização dos bens obtidos. O primeiro é o caso, por exemplo, dos pecuaristas no Brasil que vendem seu produto a empresas formais, que depois comercializam o gado como se fosse seu (Abreu, 2022), e o segundo é o caso de produtores de coca com organizações de tráfico de drogas na Colômbia e no Peru.

Além da perda de biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos, o desmatamento na Amazônia gera externalidades negativas pela poluição do ar (devido ao uso de queimadas para eliminar a vegetação) e da água (devido ao uso de mercúrio na atividade de mineração). O problema de fundo é que, apesar de ser uma atividade ilegal e com altos custos sociais, o desmatamento continua sendo uma atividade lucrativa para aqueles que participam na exploração econômica da Amazônia.

a. Este quadro está baseado no documento "Amazon deforestation: drivers, damages, and policies", elaborado por Alipio Ferreira (2023) como parte dos insumos encomendados para este relatório.

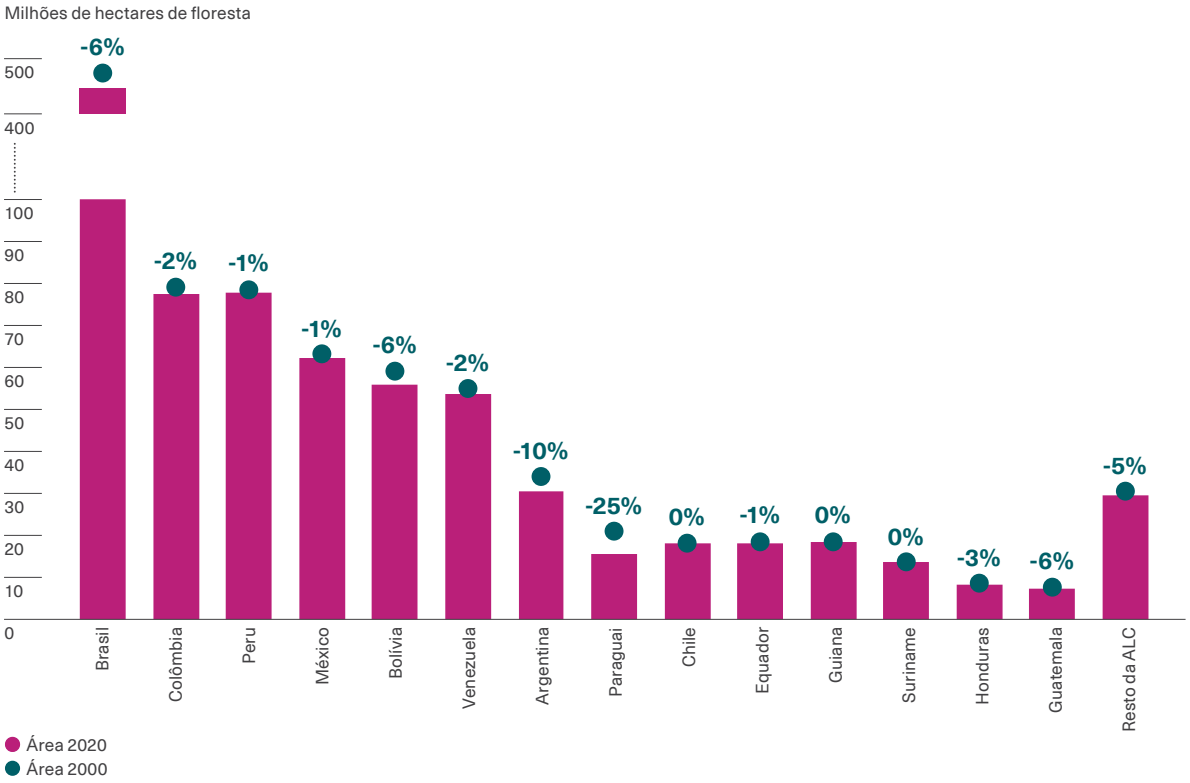
A expansão do uso antrópico do solo nas florestas continua em ritmo acelerado na ALC, conforme evidenciado pelas taxas observadas de desmatamento. No início do século, a região tinha uma extensão total de florestas de 979 milhões de ha, o que equivale aproximadamente à área conjunta da Bolívia e do Brasil[9]. Contudo, ao longo de 20 anos, houve perdas líquidas de 5% (47 milhões de ha), o equivalente a 1,2 vezes a área do Paraguai. Essas perdas variaram muito entre países. O Paraguai é, de longe, o que apresenta a maior taxa de perda, com 25% de sua área de floresta que possuía em pé em 2000, seguido pela Argentina, com 10%. No entanto, o Brasil é o maior contribuinte em termos absolutos para o desmatamento da região, com 3 de cada 5 ha de floresta perdidos nesse período (vide o gráfico 3.5). As perdas brutas registradas são maiores, chegando a 6,5%, ou seja, 63 milhões de ha, valor superior às perdas líquidas, que consideram a expansão das plantações de árvores e o crescimento das florestas em áreas agropecuárias abandonadas. Embora essas áreas retardem a perda líquida de cobertura florestal, registram um valor de biodiversidade menor em comparação com a floresta primária perdida.

As ecorregiões de pastagens, savanas e matagais da América Latina e do Caribe são as mais afetadas pelos usos humanos: em 2017, apenas 15% estavam em estado natural ou seminatural (vide o gráfico 3.4). Mais da metade da área total é utilizada para pastagem, enquanto as áreas cultivadas representam cerca de um terço do total.

A perda de coberturas de pastagens naturais desacelerou acentuadamente a partir do 2000, apresentando uma taxa de perda de 3.000 km^2 por ano entre esse ano e 2017, em comparação com os 15.000 km^2 por ano registrados entre 1980 e 2000. No entanto, no período mais recente, observa-se uma notável intensificação do uso do solo, já que a participação das culturas anuais cresceu às custas do uso pastoril, passando de representar 29% para 36% da área total sob uso antrópico (vide o gráfico A.3.1 no apêndice).

9 As estimativas de Potapov et al. (2022) são realizadas a partir da análise de imagens de satélite com resolução de 30 m por 30 m. Esses resultados foram calculados considerando como florestas aquelas grades com uma cobertura arbórea superior a 30% e com árvores de uma altura maior ou igual a 5 m.

Gráfico 3.5
Desmatamento na América Latina e no Caribe entre 2000 e 2020



Nota: O gráfico mostra a quantidade (em milhões) de ha de florestas para cada país nos anos 2000 (círculo), 2020 (barra) e a mudança percentual entre os dois períodos. Os países incluídos na categoria "resto da ALC" correspondem aos 33 países que compõem a CELAC, exceto aqueles que são representados individualmente.

Fonte: Elaboração própria com base em dados de Potapov et al. (2022).

No que diz respeito às ecorregiões de zonas úmidas, a porcentagem afetada a usos antrópicos é relativamente baixa, com menos de 30% do total. Contudo, há uma grande heterogeneidade entre as regiões, variando de coberturas com menor impacto na bacia amazônica a regiões quase totalmente afetadas no delta do Paraná. De fato, uma vez excluídas as zonas úmidas do bioma amazônico, a porcentagem de solo sob uso antrópico em ecorregiões dominadas por zonas úmidas chega a 65%. Enquanto isso, na Mesoamérica, menos de 5% do total está fora do uso antrópico.

O uso pastoril domina nessa cobertura, representando 80% do uso antrópico total. Entre 2000 e 2017 registrou um aumento no uso antrópico de aproximadamente 8%. Além disso, há evidências de uma contínua intensificação do uso do solo, pois a área cultivada mostra um crescimento de cerca de 40% nesse período (vide o gráfico A.3.2 no apêndice do capítulo disponível on-line).

Além dos impactos diretos sobre as zonas úmidas por meio de mudanças no uso do solo, esses ecossistemas podem ser afetados por atividades humanas distantes quando influenciam os cursos de água que contribuem para o sistema. Por exemplo, o estabelecimento de infraestrutura urbana a montante de um delta pode afetar as zonas úmidas ao alterar os ciclos naturais da água e o fornecimento de sedimentos que

recebem. Por esta razão, é difícil quantificar completamente o grau de impacto nesses ecossistemas, e a avaliação de fatores puramente locais é insuficiente (Pittock et al., 2015; Reis et al., 2017).

O uso urbano e o estabelecimento de infraestrutura de transporte representam uma fração muito pequena da área utilizada no conjunto da região (4,4%), embora ocupe 38% da área dos países do Caribe. Destaca-se por ser a transformação mais profunda dos ecossistemas em que está localizado . Além disso, sua expansão pode ter fortes impactos em ecossistemas muito valiosos, pois a beleza natural é uma característica altamente valorizada pelo mercado, mas sujeita a grandes externalidades. Radeloff et al. (2010) dão um exemplo disso ao documentar que a taxa de crescimento habitacional no ambiente de áreas protegidas dos Estados Unidos excede a média nacional em 50%, em detrimento significativo de sua capacidade de salvaguardar a biodiversidade. Outro exemplo são os incentivos para a expansão urbana ao longo do litoral, que têm grandes implicações para os principais processos ecológicos dos ecossistemas costeiros, como a passagem da fauna e a hidrologia da qual depende o sequestro de carbono de pântanos salgados e manguezais (Dafforn et al., 2015; Heery et al., 2018).

É importante destacar o papel do modelo de gestão de cada atividade nos resultados ambientais que produz. As práticas específicas realizadas podem mitigar significativamente os impactos que a atividade tem sobre o meio ambiente. No âmbito urbano, por exemplo, a proteção da biodiversidade dentro das cidades e a mitigação do impacto ambiental que elas têm sobre o ambiente natural estão sendo cada vez mais incorporadas como um objetivo político fundamental devido a uma maior compreensão do alcance que as contribuições da natureza têm sobre seus residentes (vide o quadro 3.7 na última seção deste capítulo).

Da mesma forma, a produção agrícola diversificada, especialmente os sistemas agroflorestais com rotação de culturas, tem menos impacto sobre a biodiversidade porque permite o estabelecimento de comunidades de aves e insetos em parcelas florestais (vide o capítulo 2). Essa maior diversidade e número de aves e insetos proporcionam mais serviços de polinização que beneficiam as culturas. Por sua vez, a diversidade e a rotação de cultivos resultam em menor incidência de pragas por meio do estabelecimento de cadeias alimentares. No entanto, esse modelo de produção pode entrar em conflito com a biodiversidade na medida em que são desperdiçadas economias de escala que afetam os rendimentos agropecuários e implicam que é necessária uma área maior para manter a mesma produção.

●●

O uso urbano e o estabelecimento da infraestrutura de transporte são as modificações mais profundas dos ecossistemas em que estão localizados

Além da grande porcentagem da área terrestre afetada pelo uso humano, as áreas da América Latina e do Caribe que ainda apresentam um baixo nível de perturbação estão cada vez mais fragmentadas e desconectadas. Às vezes, o grau de fragmentação pode chegar a níveis tão críticos que a subsistência das comunidades de espécies vegetais e animais fica comprometida. Isso ocorre, em primeiro lugar, porque a área de bolsões de habitat conservados é insuficiente para alimentar e abrigar populações de tamanho suficiente para garantir a variabilidade genética necessária para sua subsistência a longo prazo; e, em segundo lugar, porque a falta de conectividade entre as regiões naturais impede o movimento de espécies através de gradientes latitudinais e altitudinais, o que é considerado crucial em face do aumento da temperatura global. Embora seja difícil estimar os níveis críticos acima mencionados, esse fenômeno é reconhecido como um mecanismo central na perda de biodiversidade e tem sido chamado de dívida de extinção (Halley et al., 2014; Ridding et al., 2021; Tilman et al., 1994; Wearn et al., 2012).

Sobre-exploração

A sobre-exploração de recursos naturais refere-se à extração ou ao uso de recursos naturais renováveis acima da taxa sustentável, ou seja, aquela que permite manter o nível de extração de forma sustentável ao longo do tempo. Essa é outra causa importante da degradação dos ecossistemas e da perda de biodiversidade na região.

A sobre-exploração é um fenômeno característico da indústria pesqueira porque os direitos de propriedade sobre os corpos de água são difusos. No caso das águas continentais, os lagos e rios geralmente servem como linhas de fronteira entre países ou divisões administrativas dentro deles, dificultando a governança sobre os recursos compartilhados. No caso dos oceanos, a maior parte da área corresponde a águas internacionais nas quais todos os países gozam do mesmo direito de acesso e uso. Contribui para essas dificuldades o fato de que os recursos pesqueiros se movimentam através de territórios sujeitos a diferentes regulamentações, capacidades estatais e níveis de exploração.

A sobrepesca tem consequências importantes para os ecossistemas aquáticos que vão além da redução dos estoques de peixes de interesse comercial, pois, ao reduzir o estoque de espécies exploradas, altera o equilíbrio da cadeia alimentar e permite que espécies invasoras se estabeleçam. Além disso, as espécies afetadas pela captura incidental podem ser ainda mais ameaçadas porque sua subsistência não tem interesse comercial. Um caso emblemático da Mesoamérica é a pesca da totoaba no Golfo da Califórnia, que praticamente levou à extinção da vaquita-marinha, cetáceo de tamanho e distribuição semelhantes ao peixe (Morell, 2017). No Caribe, a sobrepesca e a degradação dos recifes de coral estão levando muitas espécies de peixes, algumas de grande valor comercial (como atum e garoupa) à extinção (Linardi et al., 2017). Na América do Sul, a maior pescaria do mundo por volume, a anchova, foi exposta a colapsos em 1973, 1983 e 1988 (FAO, 2016).

A sobre-exploração é um fenômeno característico da indústria pesqueira porque os direitos de propriedade sobre os corpos de água são difusos

Outros setores fortemente associados à sobre-exploração são o turismo e a extração de recursos florestais não madeireiros. Nos países insulares do Caribe, por exemplo, o turismo é um setor fundamental para a economia, motivado em grande parte pela beleza natural de suas praias, onde a biodiversidade dos manguezais e dos recifes de coral é uma atração central. No entanto, o fluxo maciço de visitantes é uma forma de sobre-exploração que ameaça esses delicados ecossistemas. A erosão e os danos físicos causados pela visitação em massa, a poluição pelas embarcações motorizadas e a destruição do habitat pelo desenvolvimento costeiro são alguns dos mecanismos que afetam esses ecossistemas e comprometem os serviços que fornecem (IPBES, 2019).

Por fim, no setor agrícola, a sobre-exploração dos recursos hídricos é agravada pela gestão intensiva e inadequada do solo. Isso também pode ser considerado um caso de sobre-exploração, pois resulta na perda de nutrientes e na degradação de suas propriedades (compactação, baixa permeabilidade, etc.), o que é conhecido como “mineração de nutrientes do solo”.

Poluição

A poluição do ar, da água e do solo é resultado de resíduos ou dejetos gerados durante a extração de recursos naturais, a produção e o consumo de bens e serviços. É uma externalidade negativa que afeta o bem-estar humano não apenas por meio da degradação dos ecossistemas e dos serviços que fornecem, mas também por meio de seu impacto direto sobre a saúde humana .

Os poluentes do ar mais comuns são partículas finas em suspensão, o ozônio troposférico, monóxido de carbono, óxidos de enxofre e óxidos de nitrogênio (OMS, 2021), que são nocivos para a biodiversidade e a saúde humana. Por sua vez, a água é afetada por resíduos que contêm altas concentrações de nutrientes (como o nitrogênio e fósforo), microrganismos patogênicos, resíduos plásticos, poluentes orgânicos persistentes e metais pesados. O enriquecimento de nutrientes nos ecossistemas aquáticos favorece as populações de algas e microrganismos, que reduzem o teor de oxigênio na água, o que é conhecido como eutrofização. Isso pode causar graves impactos nas comunidades de peixes e invertebrados, incluindo as chamadas “zonas mortas”, que foram documentadas em ecossistemas marinhos desde 1960 (Diaz e Rosenberg, 2008).



A poluição do ar, da água e do solo é resultado de resíduos ou dejetos gerados durante a extração de recursos naturais, a produção e o consumo de bens e serviços

A presença de poluentes orgânicos persistentes e metais pesados na água e no ar, mesmo em concentrações muito baixas, pode ter grandes impactos na biodiversidade e na saúde humana, pois eles se acumulam nos tecidos ao longo de sua vida, o que é conhecido como bioacumulação. Além disso, ocorrem em concentrações crescentes nos elos superiores das cadeias alimentares, o que é conhecido como biomagnificação. Tudo isso resulta em aumento da morbidade e mortalidade nessas espécies e em efeitos nocivos para a saúde humana quando são usadas para alimentação (Secretaria da Convenção de Estocolmo, 2017). O mercúrio é conhecido por seu elevado potencial de biomagnificação (Córdoba-Tovar et al., 2022) e por ter consequências drásticas na saúde das pessoas, incluindo impactos no desenvolvimento neurológico (POEA e PNUMA, 2019). As emissões antrópicas de mercúrio, um metal pesado, resultaram em um aumento estimado de 450% das concentrações ambientais, expondo em particular as comunidades da Bacia Amazônica e do Caribe, que são altamente dependentes da pesca para sua alimentação (POEA e PNUMA, 2019).

Os setores de extração de hidrocarbonetos e mineração, além de desempenharem um papel importante no aquecimento global devido ao seu elevado consumo energético (vide o capítulo 2), estão intimamente associados à poluição local do ar e da água. A extração de hidrocarbonetos também produz emissões significativas de GEE devido ao gás metano, cujo armazenamento ou transporte para os locais de consumo às vezes não é rentável, pelo que é liberado diretamente na atmosfera ou queimado no local. Mesmo nos casos em que esse gás é utilizado, vazamentos de magnitude difícil de mediar são quase inevitáveis. Por sua vez, a mineração de superfície afeta a qualidade do ar principalmente pela liberação de partículas finas, enquanto afeta os corpos de água pela introdução de metais pesados. Em particular, o mercúrio é um insumo fundamental na mineração artesanal de ouro, responsável por 38% das emissões globais (POEA e PNUMA, 2019), poluindo a água e o ar. A queima de carvão mineral e outros combustíveis fósseis e de biomassa é responsável por um quarto das emissões globais de mercúrio (POEA e PNUMA, 2019) e atende às necessidades de energia da indústria e das famílias.

O setor agropecuário é uma importante fonte de poluição difusa dos corpos de água. Entre os principais poluentes incluem excesso de sedimentos, nutrientes (potássio e fósforo) e carbono orgânico dissolvido. Com importância crescente nos processos produtivos da região, os herbicidas têm impactos prejudiciais à saúde das populações a jusante (Dias et al., 2023).

As cidades afetam os ecossistemas nos quais estão inseridos por meio das emissões de GEE e dos poluentes locais do ar e da água. O setor do transporte é responsável por emissões significativas de carbono e poluentes locais, principalmente quando depende de veículos particulares (vide o capítulo 2). Nas cidades, é comum o processamento inadequado e insuficiente do esgoto, o que acaba prejudicando os corpos de água onde é descartado. A entrada excessiva de nutrientes desses efluentes leva à eutrofização. Por sua vez, os produtos químicos provenientes dos produtos de limpeza reduzem a capacidade de recuperação dos corpos de água, alterando as comunidades de microrganismos que os habitam. O escoamento e a infiltração de precipitação nas cidades são um veículo para os poluentes derivados do petróleo e dos produtos químicos de limpeza descartados nos solos urbanos.

O problema da poluição apresenta grandes desafios para as políticas públicas devido à sua natureza difusa e à multiplicidade de agentes envolvidos, tanto no que diz respeito às fontes de poluição quanto aos prejudicados. Na tentativa de reverter a eutrofização de um curso de água devido ao escoamento de nutrientes do setor agrícola, por exemplo, é necessário identificar todos os produtores relevantes na bacia e o tipo de produção que eles realizam, bem como monitorar as práticas específicas que eles executam. Embora de grande relevância para o bem-estar humano e a saúde dos ecossistemas, esse espaço de políticas está fora do foco deste capítulo.

Espécies invasoras

A introdução de espécies invasoras, pragas e doenças altera o equilíbrio de um ecossistema e pode prejudicar gravemente a biodiversidade predominante nele. Seu impacto sobre as mudanças climáticas é menor do que o dos canais expostos acima e, portanto, não faz parte do foco deste capítulo. Contudo, é importante reconhecer que esse é um fenômeno que exige cada vez mais atenção das políticas públicas.

O uso do solo para pastagem geralmente envolve a introdução de espécies exóticas que são mais produtivas nas condições climáticas locais. Em geral, essas espécies podem se espalhar para além das regiões da produção, competindo com espécies vegetais nativas e alterando os ciclos naturais de incêndios. As cidades e as vilas são atores importantes na introdução de espécies exóticas por meio do uso de plantas ornamentais e do uso de espécies silvestres como animais de estimação e por favorecerem o estabelecimento de espécies adaptadas a ambientes urbanos (McKinney, 2006). O uso de espécies silvestres como animais de estimação geralmente resulta em introduções acidentais ou deliberadas de espécies exóticas na natureza, o que pode causar grandes desequilíbrios ecológicos (Gippet e Bertelsmeier, 2021; Lockwood et al., 2019). No caso de plantas ornamentais, é difícil evitar sua dispersão para áreas naturais com consequências desconhecidas a longo prazo.

As mudanças climáticas e ambientais podem afetar significativamente a propagação e estabelecimento de espécies invasoras, modificando a distribuição territorial que podem habitar. Por exemplo, o aumento da temperatura dos cursos de água e o enriquecimento de nutrientes contribuem para a diminuição dos níveis de oxigênio, permitindo que espécies mais resistentes predominem no ecossistema. Um caso notável é o do peixe cabeça-de-cobra, originário da Ásia, que invadiu habitats aquáticos na América do Norte, em parte graças à sua capacidade de respirar ar.

O transporte marítimo de mercadorias é um importante vetor para a dispersão de espécies potencialmente invasoras entre regiões conectadas . Os navios costumam transportar grandes volumes de água do mar contendo ovos e plâncton como lastro. Seu papel na introdução de espécies invasoras aumenta à medida que diminuem os tempos de viagem entre as origens e os destinos, o que favorece uma maior taxa de sobrevivência durante a viagem desses organismos (Costello et al., 2010). Um exemplo disso é a rapana venosa, um caracol de água salgada originário da Ásia que se estabeleceu nas costas da América do Sul, possivelmente como resultado do comércio marítimo. Essa espécie afetou significativamente serviços ecossistêmicos importantes no delta do Rio da Prata, reduzindo as populações de bivalves de valor comercial, que, por sua vez, contribuem para a filtragem e purificação da água (IPBES, 2019).

●●

O transporte marítimo de mercadorias é um importante vetor para a dispersão de espécies potencialmente invasoras entre regiões conectadas

Fatores facilitadores

O rápido crescimento econômico e populacional é a tendência mais destacada do período que se inicia com a revolução industrial e tem uma implicação direta nas demandas da sociedade sobre a natureza. Uma população maior leva a um maior consumo agregado. Além disso, o aumento da renda per capita aprofunda o aumento da demanda. Por exemplo, os produtos de origem animal apresentam uma participação crescente na despesa total com alimentação à medida que a renda aumenta (Haushofer e Shapiro, 2016; Jayachandran, 2022; Worku et al., 2017). Isso gera pressões sobre a mudança no uso do solo porque os produtos de origem animal são mais intensivos no uso do solo por unidade de produto. Além disso, o crescimento da renda gera um aumento na demanda de bens e serviços com elevada pegada ambiental (p. ex., habitação, transporte aéreo, roupas de ciclo de vida curto, etc.).

O desenvolvimento tecnológico constitui também uma força com implicações globais para os ecossistemas, que podem ser tanto positivas quanto negativas. Por um lado, permite aumentar a produtividade e reduzir os insumos necessários para gerar uma unidade de produção (conforme discutido no quadro 3.5) e, ao mesmo tempo, oferece técnicas que têm menos impacto sobre o meio ambiente; por outro lado, gera novas formas de extrair valor comercial dos recursos naturais, às vezes facilitando práticas prejudiciais para os ecossistemas. Por exemplo, as culturas geneticamente modificadas incrementam os rendimentos agrícolas e favorecem a adoção do plantio direto, que melhora a gestão sustentável do solo (vide o capítulo 2). No entanto, elas também possibilitam a expansão da fronteira agrícola para áreas onde antes a produção não era viável ou lucrativa, afetando as mudanças climáticas e a biodiversidade por meio da mudança no uso do solo. Além disso, estão associadas à aplicação generalizada de herbicidas não seletivos, que podem poluir os cursos de água e causar danos à saúde humana (Dias et al., 2023). Outro exemplo da intrincada relação entre os desenvolvimentos tecnológicos e a degradação dos ecossistemas é o caso dos biocombustíveis. Os avanços que tendem a reduzir os custos de produção dos biocombustíveis tradicionais (por exemplo, etanol e biodiesel) facilitam a substituição de fontes fósseis com maior intensidade de emissão de carbono e outros poluentes atmosféricos locais. No entanto, sua produção já apresenta uma participação significativa e crescente do uso global do solo e exerce pressão sobre os ecossistemas por meio da mudança no uso do solo[10].

O conjunto de políticas de desenvolvimento econômico que os países escolhem também é um determinante dos impactos sobre os ecossistemas. À luz das tendências globais e com base nas oportunidades apresentadas pelas dotações de cada país, as sociedades e os Estados buscam satisfazer objetivos múltiplos e diversos para atender às suas necessidades em um determinado momento. Na maioria dos países da América Latina e do Caribe, as estratégias de desenvolvimento do século passado se concentraram em aproveitar seus recursos naturais, o que transformou a região em uma potência exportadora de alimentos, hidrocarbonetos e serviços turísticos (vide o capítulo 2). No entanto, as políticas adotadas geralmente priorizavam as necessidades de curto prazo da sociedade, como a luta contra a pobreza e o crescimento econômico, em detrimento da sustentabilidade do próprio crescimento e da preservação dos ecossistemas.

As políticas de desenvolvimento da América Latina e do Caribe se concentraram em aproveitar seus recursos naturais, priorizando as necessidades econômicas de curto prazo, em detrimento da sustentabilidade da atividade econômica e da preservação dos ecossistemas

Três aspectos com efeitos negativos sobre os ecossistemas se destacam nessas políticas. Primero, o uso generalizado de subsídios diretos e indiretos para os setores agropecuário, pesqueiro e energético, que, por sua concepção, afetam os ecossistemas ao distorcer os incentivos econômicos dos consumidores e das empresas. Embora esses subsídios possam perseguir objetivos valiosos – como a soberania alimentar, a redução dos preços ao consumidor e a promoção das exportações, na prática, podem afetar a os ecossistemas quando aumentam os rendimentos que os produtores obtêm com a mudança no uso do solo, a sobre-exploração dos recursos naturais e o uso de práticas insustentáveis. Na seção seguinte, a reforma dos subsídios é discutida como uma área de políticas baseadas nos mercados para a proteção dos ecossistemas. Em segundo lugar, os investimentos para a expansão da infraestrutura de transporte em áreas com pouca presença humana anterior favorecem a degradação dos ecossistemas ao facilitar o acesso a novos territórios. A expansão de estradas e ferrovias induz a realocação de indivíduos e atividades produtivas, o

10 Uma hipótese amplamente debatida a esse respeito é que a relação entre desenvolvimento e impacto ambiental segue um padrão de U invertido, onde o desenvolvimento econômico a partir de um determinado nível é acompanhado por um impacto ambiental menor, conhecido como curva de Kuznets ambiental (Grossman e Krueger, 1991). Isso se baseou na premissa de que a demanda por qualidade ambiental aumenta com o nível de renda e que rendas mais altas permitem investimentos em tecnologias de menor impacto. No entanto, o consenso atual sobre essa hipótese indica que as evidências das últimas décadas sugerem uma relação monotônica entre desenvolvimento e impacto ambiental (Stern, 2017).

que normalmente resulta em aumentos na produção e degradação dos ecossistemas atingidos (Asher et al., 2020; Jayachandran, 2022). Por fim, em alguns países, a mudança no uso do solo para fins produtivos em terras públicas tem sido facilitada por leis ou anistias que permitem a titulação privada de terras nas quais houve investimentos privados.

O conjunto de políticas de desenvolvimento econômico estabelecido em resposta às tendências globais e às dotações (ou vantagens comparativas) dos países determina sua composição setorial. Conforme mostrado no capítulo 2, a América Latina e o Caribe apresenta uma estrutura setorial e uma integração comercial dominadas pela produção agropecuária, com algumas economias, como as da Venezuela, Brasil e Trindade e Tobago, tradicionalmente intensivas em exportações de combustíveis fósseis, e as da maioria dos estados insulares do Caribe baseadas no turismo. A estrutura setorial de cada economia implica uma ligação com os canais diretos de degradação dos ecossistemas, cujo impacto, por sua vez, é determinado pela prevalência das falhas de mercado e pelas capacidades dos Estados de lidar com elas.

Para analisar as falhas de mercado, é útil considerar as áreas de propriedade privada e pública separadamente. Primeiro, o acervo de natureza encontrado em uma área de propriedade privada gera um fluxo de serviços ecossistêmicos de alcance geográfico variado. Parte desse fluxo é recebida por aqueles que possuem e usam a propriedade, enquanto outra parte constitui uma externalidade positiva, já que os beneficiários normalmente não contribuem para os custos de conservação. Portanto, ao tomar decisões de gestão, os exploradores consideram apenas os custos e benefícios privados resultantes da gestão de sua propriedade e, muitas vezes, escolhem um nível de conservação subótimo para a sociedade.

A degradação excessiva dos ecossistemas em locais de propriedade privada também pode ocorrer devido a problemas de informação, quando a totalidade dos impactos que as atividades humanas têm sobre eles não é conhecida com certeza. Embora os esforços de pesquisa e desenvolvimento contribuam para aumentar o conjunto global de conhecimentos, fechar a lacuna de conhecimento que afeta indivíduos e empresas exige esforços significativos e contínuos. Além disso, ambos os atores estão frequentemente sujeitos a choques e restrições financeiras que os levam a favorecer retornos de curto prazo em vez da sustentabilidade de longo prazo de suas atividades. Isso é especialmente importante em contextos de baixa renda e acesso limitado ao crédito.

Quando os direitos de propriedade são difusos, os incentivos à conservação são limitados porque os benefícios da conservação ocorrem no futuro e seus beneficiários são incertos

Os ecossistemas em locais de propriedade pública, como terras estatais, aquíferos e corpos de água, também enfrentam um problema específico associado aos recursos de propriedade comum. Esses recursos são caracterizados pela “não exclusão”, que se refere à dificuldade de limitar o acesso a eles, e pela “rivalidade”, ou seja, a exploração do recurso por um agente reduzindo as possibilidades dos demais de explorá-lo. Por exemplo, a exploração de carne de caça em uma floresta pública pode ser difícil de impedir ou controlar, e o consumo de um animal de caça por um morador priva outros do desfrute desse produto. No caso de recursos de propriedade comum, os incentivos são ainda mais adversos à conservação, pois, na ausência de mecanismos de coordenação, não só levam a um nível subótimo de serviços ecossistêmicos considerados em seu conjunto, mas também não tendem a maximizar os serviços de abastecimento. Em outras palavras, a decisão unilateral de um morador de usar o recurso de forma sustentável pode ter impacto zero na conservação.

Quando os direitos de propriedade são difusos, os incentivos à conservação são limitados porque os benefícios da conservação ocorrem no futuro e seus beneficiários são incertos . No caso das terras públicas, por exemplo, os direitos de propriedade difusos se manifestam porque, em muitos casos, são de fato habitadas e utilizadas por longos períodos de tempo. As comunidades indígenas com direitos legítimos sobre terras que levam modos de vida tradicionais coexistem e são ameaçadas pelas apropriações de terras e pelo estabelecimento de atividades econômicas intensivas. Dado que os usuários não têm

direitos formais de propriedade sobre o uso e venda das terras que realmente administram, eles têm pouco incentivo para investir em sua conservação. As políticas de transferência de direitos de propriedade sobre terras públicas podem aliviar esses incentivos porque os retornos futuros dos esforços de conservação podem ser, em parte, capitalizados pelos beneficiários. No entanto, os Estados devem ponderar os incentivos que isso geraria para o futuro: na ausência de informações precisas e da capacidade de manter o controle sobre outros territórios, essas políticas podem motivar novas apropriações de terras públicas.

As capacidades do Estado são um fator determinante dos impactos da atividade econômica sobre os ecossistemas. Essas capacidades se manifestam tanto na qualidade do projeto institucional e regulatório, ou seja, na medida em que refletem os custos e benefícios sociais das atividades econômicas, quanto na eficácia do Estado em garantir a adesão a essas regulamentações. Em comparação com as economias desenvolvidas, os países da América Latina e do Caribe tendem a ter regulamentações ambientais menos rigorosas e, acima de tudo, uma menor capacidade para fazer cumprir as normas existentes.

●●

Os países de América Latina e do Caribe têm menos capacidades estatais do que as economias desenvolvidas para fazer cumprir as normas ambientais existentes e evitar os impactos da atividade econômica nos ecossistemas

Quando as capacidades estatais para monitorar e fazer cumprir os regulamentos são limitadas, a promulgação de regulamentos de proteção de ecossistemas é ineficaz. Além disso, podem ocorrer dinâmicas adversas à conservação: à medida que se estabelece uma exploração intensiva, levando a um nível significativo de degradação, o valor da conservação do ecossistema é reduzido, levando a uma menor vontade política de investir em sua proteção. Por exemplo, se a extração ilegal de madeira comercialmente valiosa em uma floresta protegida a tiver degradado excessivamente, os responsáveis pelas políticas podem estar mais propensos a diminuir ainda mais os esforços de monitoramento na região e até mesmo remover o status de proteção da floresta. O quadro 3.8, na próxima seção, mostra o grau de eficácia regulatória para deter a degradação da Amazônia, mesmo na ausência de mudanças regulatórias estruturais.

Na Amazônia brasileira, a apropriação ilegal de terras públicas e a subsequente titulação pelo Estado são reconhecidas como uma causa importante do desmatamento ilegal e do avanço da fronteira agropecuária sobre a floresta. Isso tem origem em um quadro regulamentar complexo e inconsistente, que às vezes permitiu a evasão das normas de conservação. Por exemplo, o Cadastro Ambiental Rural é um registro voluntário no qual indivíduos e empresas podem declarar a posse de fato de uma parcela de terra. Embora não constitua um direito de propriedade, tem sido utilizado na prática para demonstrar a antiguidade da posse da terra e o uso produtivo dela, elementos centrais para os mecanismos de regularização da propriedade. O desmatamento de parcelas também é usado como prova de que o detentor da posse investiu recursos e trabalho que aumentam seu valor e mantêm o uso produtivo (Carrero et al., 2022).

Dado que as boas práticas ambientais são normalmente onerosas para a produção, a heterogeneidade na proteção ambiental afeta tanto a distribuição das atividades econômicas quanto a tecnologia de produção escolhida pelas empresas em diferentes regiões dentro da mesma indústria. Assim surgiu o fenômeno conhecido como “corrida para o fundo” nas práticas ambientais, que se refere à realocação de práticas poluentes das economias desenvolvidas para as menos desenvolvidas, possibilitada pela integração comercial. Embora a avaliação do efeito causal da integração comercial na realocação dos impactos ambientais seja um desafio, algumas evidências do Acordo de Livre Comércio da América do Norte associadas ao comércio de carros usados com alta pegada ambiental e à realocação de indústrias poluidoras resultante do endurecimento da regulamentação ambiental apoiam essa hipótese (Davis e Kahn, 2010; Jayachandran, 2022; Tanaka et al., 2022). Esse fenômeno pode levar a uma maior degradação dos ecossistemas e à perda de biodiversidade na América Latina e no Caribe.

Políticas para a preservação e regeneração dos ecossistemas e da biodiversidade

Em termos gerais, as políticas ambientais podem ser organizadas em políticas de comando e controle (ou regulatórias), e políticas baseadas em mecanismos de mercado. As primeiras funcionam por meio de permissões, proibições e estabelecimento de padrões. As segundas buscam mudanças nos incentivos (custos ou benefícios) para que indivíduos, comunidades e empresas levem em conta em suas decisões (internalizem) as externalidades que suas ações produzem no meio ambiente. Entre as políticas de comando e controle estão as proibições ou limites ao desmatamento, incluídas nas leis florestais da maioria dos países da região (vide, por exemplo, o caso do Brasil no quadro 4.6) e, mais recentemente, nas leis de proteção de zonas úmidas.

A seguir, são analisados o estabelecimento de áreas protegidas (APs) que impõem restrições à atividade econômica e aos assentamentos humanos, bem como a coadministração de recursos naturais de propriedade pública com a participação de comunidades locais e outros atores. Ambas são políticas de comando e controle, mas, por meio da atribuição de direitos de propriedade, podem gerar incentivos para o uso sustentável dos recursos naturais. Quanto aos mecanismos de mercado, estes incluem programas de pagamentos por serviços ecossistêmicos (PSE); certificações ambientais e acordos industriais; e a reforma de subsídios para atividades econômicas que tenham um impacto negativo sobre os ecossistemas.

As soluções baseadas na natureza (SBNs) são ações de proteção, gestão e restauração de ecossistemas, que visam responder aos desafios sociais de forma eficaz e adaptativa, beneficiando simultaneamente as pessoas e a natureza (UICN, 2023). As SBNs podem ser baseadas em políticas de comando e controle, como a proibição do desenvolvimento urbano em áreas de valor ecossistêmico, ou em incentivos de mercado, por exemplo, por meio do uso de incentivos fiscais para o estabelecimento de áreas verdes. O quadro 3.7 descreve as principais SBNs para áreas urbanas, onde têm um elevado potencial (no capítulo 2 são discutidas as SBNs relacionadas com o setor agropecuário).

Políticas de comando e controle

Áreas protegidas

As APs são a ferramenta mais amplamente utilizada e visível para a preservação dos ecossistemas e da biodiversidade. São áreas geográficas com uma delimitação clara, cujo principal objetivo é a conservação da natureza e dos serviços ecossistêmicos e valores culturais associados (Dudley, 2013).

As APs servem para manter o funcionamento natural dos ecossistemas, fornecer refúgio para as espécies e preservar os processos ecológicos que não podem sobreviver em áreas terrestres ou marinhas sujeitas a intensa intervenção humana (Dudley, 2013). Ao proteger os ecossistemas, as APs também preservam os serviços ecossistêmicos que fornecem. Por exemplo, 31% da água potável consumida na Colômbia provém do Sistema Nacional de Parques Naturais desse país, que também é um importante fornecedor de água para a irrigação do setor agrícola; o mesmo ocorre no Peru e na Venezuela (Bovarnick et al., 2010) . As APs protegem monumentos e espaços naturais com importância cultural e parques nacionais e áreas selvagens que oferecem possibilidades de recreação e lazer. Essa proteção pode ter um impacto relevante no turismo sustentável. As APs abrangem importantes destinos turísticos naturais na Argentina, Costa Rica, Equador, México e Peru. Por exemplo, cerca de 70% dos turistas internacionais que viajam para a Argentina e o Peru visitam uma AP (Bovarnick et al., 2010).

Quadro 3.7
Soluções baseadas na natureza para cidades

As SBNs são uma alternativa custo-efetiva para responder a muitos dos desafios da adaptação às mudanças climáticas nas cidades da América Latina e do Caribe. Além disso, têm o potencial de proporcionar co-benefícios ambientais, reduzindo o impacto das cidades nos ecossistemas em que estão inseridas, fornecendo valor recreativo e cultural aos moradores urbanos e contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas.

Um importante serviço ecossistêmico que a natureza pode oferecer em ambientes urbanos é a regulação da temperatura. A presença de florestas urbanas, árvores nas ruas e terraços verdes permite atenuar a temperatura local, principalmente através da sombra e da evapotranspiração. Assim, a temperatura em áreas verdes urbanas pode ser, em média, 1 °C inferior à da área circundante durante o dia (Bowler et al., 2010). As temperaturas dos telhados cobertos com terraços verdes podem ser 17-22 °C mais baixas do que os convencionais e sua adoção generalizada pode reduzir a temperatura ambiente em toda a cidade até 3 °C (General Services Administration, 2011; Santamouris, 2014). Esta capacidade de regulação térmica pode reduzir a demanda de energia para resfriamento, o que, juntamente com o sequestro de carbono das árvores urbanas, contribui para a mitigação das mudanças climáticas (Chen et al., 2023).

As áreas e os terraços verdes também reduzem o risco de inundações causadas por tempestades, aumentando a infiltração nos aquíferos e retardando o escoamento das chuvas. As SBNs para a regulação da água visam restaurar a hidrologia dos ambientes urbanos ao seu estado pré-urbanização, reduzindo assim a capacidade necessária de infraestrutura tradicional de drenagem fluvial. A análise das áreas verdes urbanas que considera os custos de investimento inicial e de manutenção revela consistentemente a relação custo-eficácia dessas iniciativas (McPherson et al., 2005).

Manguezais, recifes de coral e pântanos salgados fornecem serviços de proteção costeira aos centros urbanos do litoral contra inundações e erosão causadas pelas marés de tempestades. Os recifes de coral e os pântanos salgados reduzem a velocidade e a altura das ondas que atingem a costa, minimizando a erosão que elas causam (Narayan et al., 2016). As raízes densas dos manguezais absorvem a energia das ondas, ao mesmo tempo que promovem a sedimentação, regulando a entrada de nutrientes que recebem os oceanos. A restauração desses ecossistemas costeiros também são uma solução custo-efetiva quando comparada com infraestruturas tradicionais alternativas. Os recifes, por exemplo, podem ser igualmente eficazes, uma vez que o custo de sua restauração é uma fração do custo da construção de defesas artificiais (Ferrario et al., 2014).

Para potenciar o uso das SBNs, é necessário tornar visíveis os benefícios que a natureza pode proporcionar nos ambientes urbanos, bem como fornecer aos tomadores de decisão ferramentas de medição que permitam uma avaliação precisa de seus benefícios e instrumentos para superar as restrições financeiras que limitam sua adoção. Em particular, o valor recreativo e cultural da natureza urbana normalmente se manifesta em um aumento no valor das propriedades próximas (Ardeshiri et al., 2016; Roberts et al., 2022; Wu et al., 2017), de modo que os instrumentos de captura do valor do solo, como os impostos sobre a propriedade, podem ser uma ferramenta potente para viabilizar esses investimentos (Blanco Blanco et al., 2016; Central Park Conservancy, 2015; Escorza et al., 2023).

As Áreas Protegidas contribuem para a preservação dos serviços ecossistêmicos: 31% da água potável consumida na Colômbia provém de seu Sistema Nacional de Parques Naturais

Na prática, as APs podem variar significativamente entre si (até mesmo o nome pelo qual são designadas muda de um país para outro). Para facilitar o seu monitoramento, a UICN concordou com a categorização apresentada na tabela 3.2.

As categorias da UICN são geralmente resumidas em áreas de conservação estrita (I-IV) e áreas de uso múltiplo (V-VI). As APs de conservação rigorosa restringem consideravelmente a atividade econômica e os assentamentos humanos, embora algumas permitam a entrada de visitantes para fins recreativos (II-IV). Por outro lado, as APs de uso múltiplo aceitam atividades produtivas sustentáveis e podem ter assentamentos humanos significativos.

A importância das APs nas estratégias de conservação dos países está refletida nos compromissos internacionais assumidos na Convenção das Nações Unidas sobre Diversidade Biológica, como as Metas de Aichi, definidas em 2010 com vistas a 2020, e as Metas do Quadro Mundial de Biodiversidade Kunming-Montreal, acordadas em 2022 para ser alcançadas até 2030 (vide o capítulo 4). Na Meta 11 de Aichi, os países se comprometeram a cobrir como AP pelo menos 17% de suas áreas terrestres e de águas continentais e 10% de suas áreas marinhas e costeiras até 2020. A Meta 11 estabelece que essas áreas devem seguir uma gestão eficaz e equitativa; ser representativas das ecorregiões existentes, e estar bem conectadas e integradas a paisagens mais amplas. A Meta 3 do Quadro Global de Biodiversidade visa aumentar a proteção dos ecossistemas terrestres, marinhos e de água doce do planeta em pelo menos 30% até 2030[11]. Essa Meta pode até ser conservadora, considerando que há muita incerteza nas estimativas a esse respeito. De acordo com um estudo da UICN, de 30% a 70% da área terrestre total do planeta precisa ser conservada para interromper e reverter a perda de biodiversidade e contribuir para a resposta às mudanças climáticas (Woodley et al., 2019).

Tabela 3.2
Categorias de áreas protegidas da União Internacional para a Conservação da Natureza

Categoria	Objetivos principais de gestão
Categoria Ia – Reserva natural estrita	Proteção da biodiversidade e das características geológicas ou geomorfológicas. Possibilitam a pesquisa científica e o monitoramento.
Categoria Ib – Área selvagem	Conservação de áreas não modificadas pelo homem ou ligeiramente modificadas.
Categoria II – Parque nacional	Proteção de processos ecológicos em grande escala e recreação.
Categoria III – Monumento ou característica natural	Proteção de um monumento natural específico.
Categoria IV – Área de gestão de habitats/ espécies	Proteção de habitats ou espécies específicas que geralmente requerem intervenções ativas.
Categoria V – Paisagem terrestre/marinha protegida	Conservação de paisagens terrestres e marinhas e recreação.
Categoria VI – Área protegida com uso sustentável dos recursos naturais	Conservação de ecossistemas e habitats, por meio da gestão sustentável dos recursos naturais.

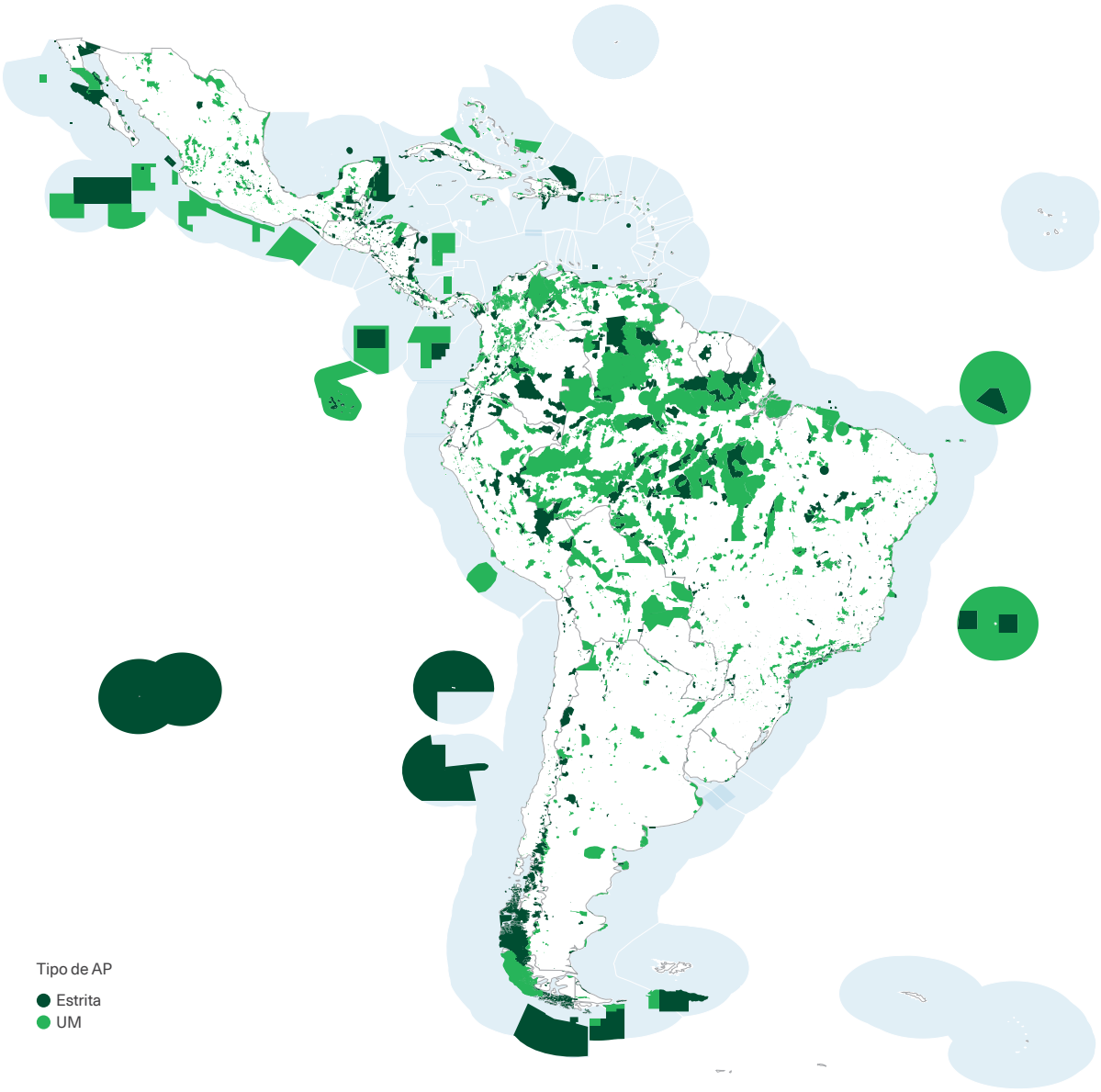
Fonte: Elaboração própria com base em Dudley (2013).

11 A Meta 3 permite que esses níveis de proteção sejam alcançados por meio de APs ou de outro mecanismo denominado "medidas de conservação eficazes baseadas em áreas ou territórios" (OMEC, por sua sigla em inglês). Até o momento, não foram definidos critérios para estabelecer quais áreas podem ser classificadas como OMECs.



Acesse o vídeo sobre o impacto do CAF
na conservação e fortalecimento
das áreas protegidas na América Latina
e no Caribe, com este QR.

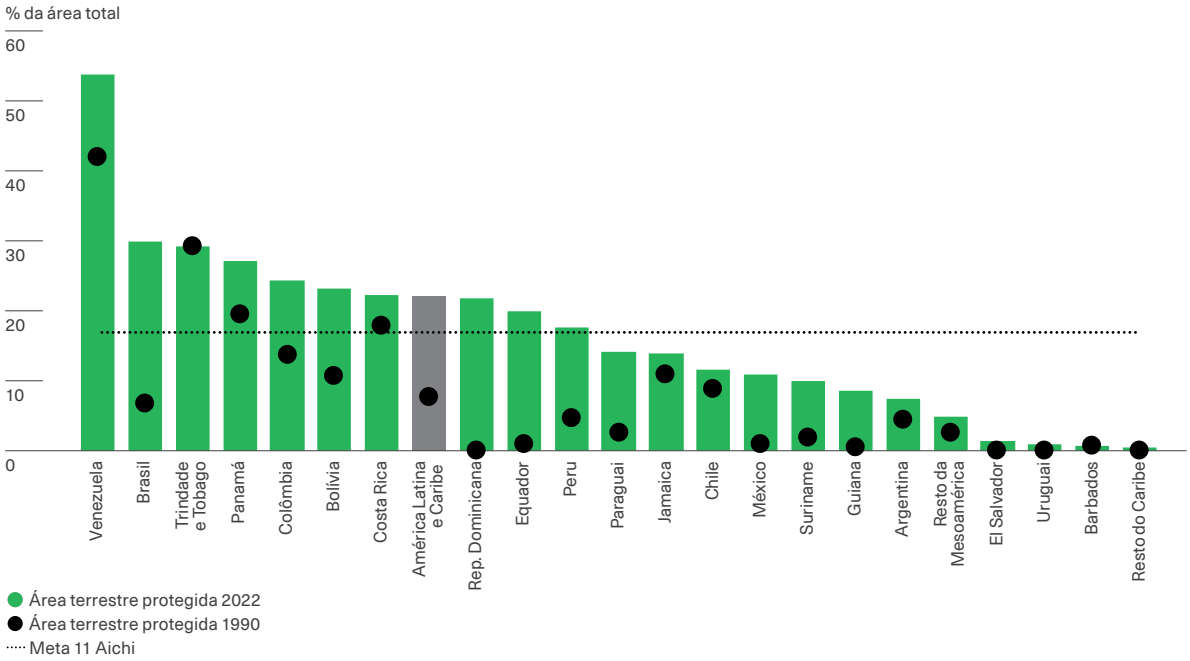
Gráfico 3.6
Distribuição das áreas protegidas na América Latina e no Caribe por nível de proteção



Nota: O gráfico inclui todas as áreas com designação de tipo nacional e estão divididas entre APs estritas e APs de uso múltiplo (UM). As áreas classificadas entre as categorias I e IV da IUCN, inclusive, são consideradas APs estritas. As restantes são consideradas APs de uso múltiplo (UM). As zonas econômicas exclusivas são mostradas em azul claro. Mais detalhes sobre o tratamento de dados de áreas protegias são fornecidos no apêndice on-line.

Fonte: Elaboração própria com base em dados georreferenciados do Protected Planet (PNUMA-CMVC e UICN, 2022) e de zonas econômicas exclusivas do Flanders Maritime Institute (2019).

Gráfico 3.7
Áreas terrestres protegidas por país



Nota: O gráfico mostra a proporção de áreas terrestres protegidas em 1990 (círculos) e em 2022 (barras) em relação à área total de cada país. A barra em cinza apresenta a média da ALC. O gráfico inclui todas as áreas protegidas com designação de tipo nacional do banco de dados Protected Planet. Uma lista dos países da ALC considerados no gráfico e mais detalhes sobre o processamento de dados da AP podem ser consultados no apêndice do capítulo disponível on-line.

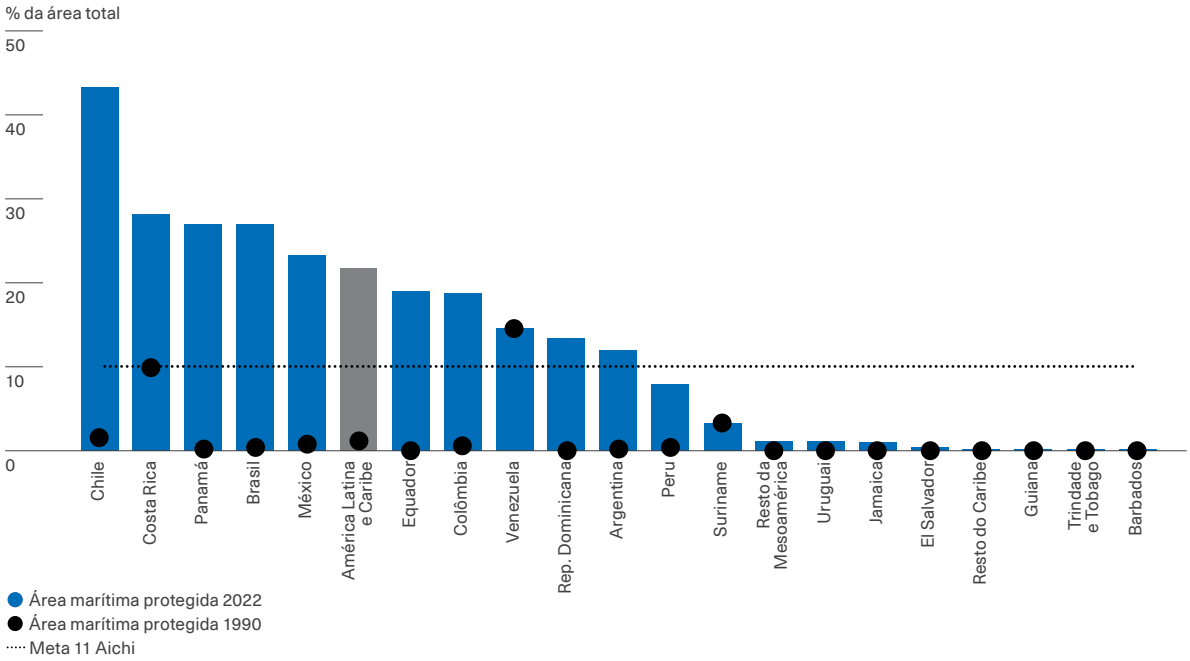
Fonte: Elaboração própria com base em dados do Protected Planet (PNUMA-CMVC e UICN, 2022).

Atualmente, há mais de nove mil Áreas Protegidas na América Latina e no Caribe, cobrindo 22% de sua área terrestre e uma porcentagem semelhante de suas águas marinhas territoriais

Atualmente, há 9154 APs na América Latina e no Caribe (vide o gráfico 3.6), cobrindo 22% da área terrestre da região e uma porcentagem semelhante de suas águas marinhas territoriais. Esses números a tornam uma das regiões com maior presença de APs. Globalmente, cerca de 15% da área terrestre e 7,5% dos oceanos enquadram-se nesse conceito (IPBES/IPCC, 2021).

A prevalência de AP difere entre os países da região (vide os gráficos 3.7 e 3.8). Em geral, as APs têm maior presença nos países da Mesoamérica e da América do Sul do que nos países do Caribe (com exceções como a República Dominicana e Trindade e Tobago). Em total, 10 dos 20 países com dados da região alcançaram a Meta 11 de Aichi para a proteção da área terrestre e outros 10 para a área marinha. Na maioria dos casos, esses níveis de proteção são o resultado da expansão das AP ao longo dos últimos 30 anos, particularmente das APs marítimas.

Gráfico 3.8
Áreas marítimas protegidas por país



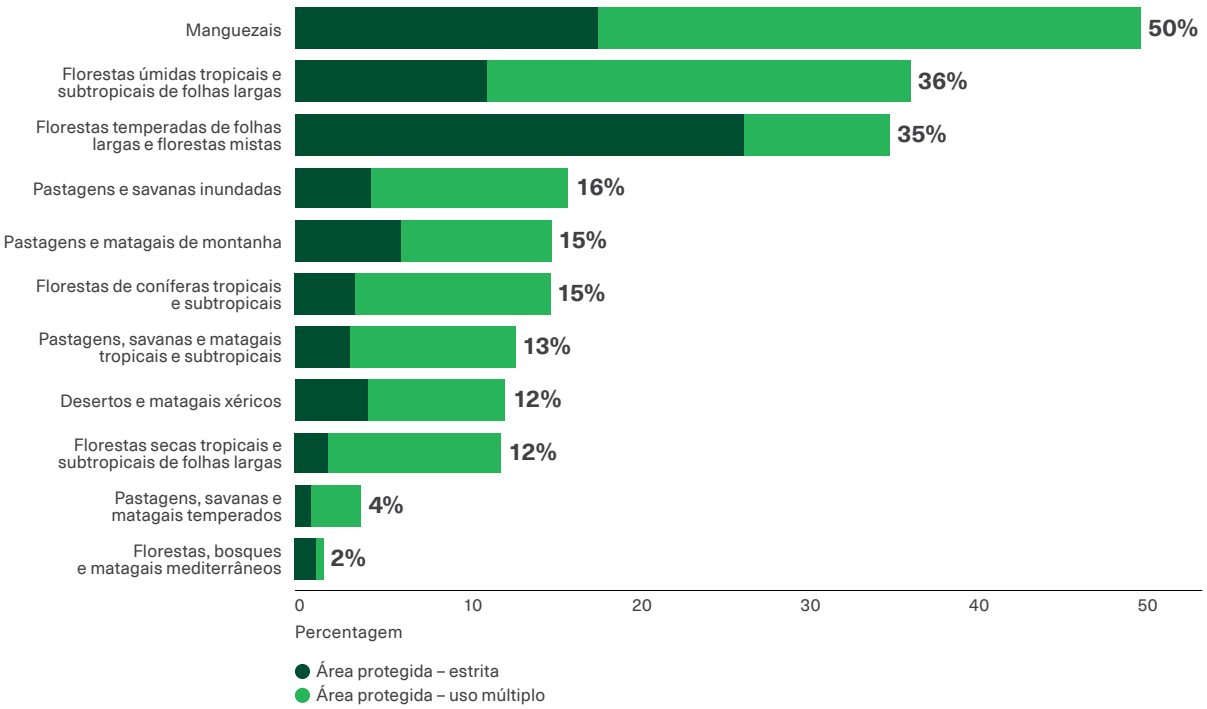
Nota: O gráfico mostra a proporção de áreas marítimas protegidas em 1990 (círculos) e em 2022 (barras) em relação à área marítima total de cada país. As Zonas Econômicas Exclusivas são consideradas como a área marítima e todas as APs com designação de tipo nacional do banco de dados Protected Planet estão incluídas. Uma lista dos países da ALC considerados no gráfico e mais detalhes sobre o processamento de dados da AP podem ser consultados no apêndice do capítulo disponível on-line.

Fonte: Elaboração própria com base em dados georreferenciados do Protected Planet (PNUMA-CMVC e UICN, 2022) e dados de Zonas Económicas Exclusivas do Flanders Maritime Institute (2019).

Para a conservação da biodiversidade, é necessário que todos os biomas estejam representados nas APs. Na América Latina e no Caribe, os biomas com a maior cobertura são os manguezais (com 50% de sua área protegida), as florestas tropicais úmidas (36%) e as florestas temperadas (35%); enquanto no restante dos biomas, a cobertura de APs é inferior a 17% (vide o gráfico 3.9). A cobertura de manguezais e de florestas tropicais úmidas é particularmente relevante para a resposta às mudanças climáticas, pois têm altas taxas de sequestro de carbono e, no caso dos manguezais, fornecem importantes serviços de adaptação às populações costeiras (IPBES/IPCC, 2021). Também é importante que as APs cubram as chamadas áreas-chave para a biodiversidade (KBA, por sua sigla em inglês), que são locais que contribuem significativamente para a persistência global da biodiversidade (UICN, 2016). Na região, 2.300 KBAs foram identificadas, totalizando 3,2 milhões de km^2 de área terrestre, 56% das quais estão dentro de uma AP (Álvarez Malvido et al., 2021).

Os biomas com a maior cobertura de Áreas Protegidas são os manguezais (com 50% de sua área protegida), as florestas tropicais úmidas (36%) e as florestas temperadas (35%)

Gráfico 3.9
Porcentagem de áreas naturais protegidas por bioma



Nota: O gráfico mostra a porcentagem de solo protegido na ALC para cada um dos biomas identificados em Ecoregions2017. Inclui todas as áreas com designação de tipo nacional e é dividido entre APs de uso estrito e de uso múltiplo. São consideradas APs estritas aquelas áreas classificadas pela UICN entre as categorias I a IV, inclusive. As demais áreas são consideradas APs de uso múltiplo. Mais detalhes sobre o tratamento dos dados das APs podem ser consultados no apêndice do capítulo disponível on-line. Os países considerados no gráfico são os 33 países pertencentes à Comunidade de Estados Latino-Americanos e Caribenhos (CELAC).

Fonte: Elaboração própria com base em dados do Protected Planet (PNUMA-CMVC e UICN, 2022) e Ecoregions2017 (Dinerstein et al., 2017).

A América Latina e o Caribe é a região com a maior prevalência de APs de uso múltiplo no mundo (Alpízar, Carlsson et al., 2020). Conforme mostrado na tabela 3.3, 30% da área terrestre protegida na ALC é de conservação estrita e os 70% restantes são de uso múltiplo, enquanto que para as APs marinhas esses números são 52% e 48%, respectivamente. Não obstante, a distribuição de AP por tipo de uso varia consideravelmente entre países.

A literatura especializada indica que as APs geralmente tiveram um efeito moderado na redução do desmatamento, que é o principal resultado estudado (Alpízar et al., 2020; Blackman et al., 2014). No entanto, esse impacto varia de acordo com o contexto. Dois fatores ajudam a explicar esses resultados.

Primero, um grupo de APs tende a se localizar em regiões isoladas ou com baixo valor de exploração (Baldi et al., 2017; Joppa e Pfaff, 2009; Pfaff et al., 2009). O impacto das APs isoladas é modesto porque os ecossistemas onde estão localizadas não estão sujeitos ao desmatamento, seja porque estão longe de assentamentos humanos significativos ou porque seu terreno é muito íngreme. A seleção desses locais pode ser devida aos custos políticos e econômicos de localizar uma AP onde não há grupos que se opõem a seu estabelecimento por causa das restrições à atividade econômica que isso implica. Uma dinâmica semelhante é observada nas APs marinhas, que tendem a estar em áreas de pouco interesse para a pesca, o que diminui sua capacidade de proteger espécies vulneráveis (IPBES/IPCC, 2021).

Tabela 3.3
Áreas protegidas terrestres e marítimas por país

	Áreas terrestres			Áreas marítimas		
	Área protegida (milhares de ha)	Área protegida (%)	Estrita (% de AP)	Área protegida (milhares de ha)	Área protegida (%)	Estrita (% de AP)
Argentina	20.329	7,3	34	12.881	12,0	82
Barbados	0,2	0,5	75	1,3	0,0	100
Bolívia	25.240	23,2	2			
Brasil	252.417	29,8	21	98.956	26,9	13
Chile	8.534	11,6	98	158.217	43,1	97
Colômbia	27.515	24,3	55	13.721	18,8	24
Costa Rica	1.144	22,3	66	16.589	28,1	35
Equador	5.075	19,9	84	20.669	19,0	2
El Salvador	25	1,2	30	41	0,4	0
Guiana	1.779	8,4	0	3	0,0	0
Jamaica	150	13,8	56	284	1,0	11
México	21.216	10,8	20	74.299	23,3	38
Panamá	1.998	27,0	54	8.948	27,0	7
Paraguai	5.677	14,2	46			
Peru	22.819	17,7	47	6.871	8,0	0
República Dominicana	1.058	21,8	81	4.804	13,4	100
Suriname	1.422	9,8	100	441	3,3	18
Trindade e Tobago	148	29,1	96	1	0,0	100
Uruguai	135	0,8	15	197	1,2	38
Venezuela	48.991	53,8	46	6.905	14,6	13
Resto do Caribe	47	0,3	49	396	0,2	24
Resto da Mesoamérica	1.801	4,8	68	706	1,2	76
América Latina e Caribe	**447.519**	**22,0**	**30**	**424.931**	**21,6**	**52**

Nota: A tabela mostra a área ocupada por áreas protegidas terrestres e marítimas em cada país, em milhares de ha e como porcentagem da área nacional total, bem como a participação de áreas protegidas estritas como porcentagem do total de áreas protegidas terrestres e marítimas. No caso de áreas marítimas, são consideradas como área total nacional as zonas econômicas exclusivas. Todas as áreas com designação nacional estão incluídas nessa análise, e as APs estritas são consideradas as áreas classificadas pela IUCN nas categorias I a IV, inclusive. Mais detalhes sobre o tratamento dos dados de APs e a lista de países incluídos nos grupos "Resto do Caribe" e "Resto da Mesoamérica" podem ser encontrados no apêndice on-line deste capítulo.

Fonte: Elaboração própria com base em dados georreferenciados do Protected Planet (PNUMA-CMVC e UICN, 2022) e de zonas econômicas exclusivas do Flanders Maritime Institute (2019).

Em segundo lugar, no caso daquelas localizadas onde há pressão humana sobre os ecossistemas, os problemas de capacidade institucional podem limitar a proteção efetiva que a declaração como AP proporciona contra a proliferação de atividades ilegais. Parte da fraqueza institucional é causada pela baixa alocação orçamentária sofrida pela maioria das agências responsáveis pelas APs nos países da

região (Bovarnick et al., 2010). O problema da falta de efetividade das AP se agrava quando o quadro institucional gera incentivos que favorecem o desmatamento e a ocupação de terras dentro dessas áreas; por exemplo, devido a anistias que permitem a emissão de títulos de propriedade privada para aqueles que demonstram posse de terras específicas.

A pressão sobre as APs pode levar a uma diminuição formal de seu tamanho, por exemplo, quando o desmatamento é seguido pela pressão dos atores locais para retirar o status de conservação. Keles et al. (2020) documentam que, durante o período 2001-2005, os processos de desmatamento em APs localizadas na Amazônia brasileira aumentaram a probabilidade de uma redução da superfície dessas áreas. Quando o Estado não consegue proteger efetivamente uma AP, com o tempo, a degradação do ecossistema acaba reduzindo seu valor de conservação, o que reduz os incentivos para manter o status de área protegida.

As mudanças climáticas estão afetando a gestão das APs (IPBES/IPCC, 2021) ao aumentar o número e a intensidade de eventos climáticos extremos (por exemplo, secas e incêndios). Além disso, o aumento da temperatura causa a migração de espécies (por exemplo, em busca de maiores altitudes), o que pode altear a composição de espécies dentro das AP, seja porque algumas cuja proteção pode ter motivado o estabelecimento das APs migram, seja porque outras surgem. Essa migração destaca a importância das APs fazerem parte de um sistema conectado por corredores de habitat, evitando a fragmentação dos ecossistemas e permitindo que as espécies migrem para locais com melhores condições climáticas.

Restrições rigorosas buscam maximizar o impacto na conservação das APs. No entanto, a proibição da atividade econômica impõe custos à população local, particularmente quando ela depende dos recursos naturais existentes nas APs. Esses custos geralmente se traduzem em oposição das comunidades locais ao estabelecimento de APs e na proliferação de atividades produtivas ilegais, o que prejudica a efetividade da proteção. Elas também favorecem a existência do chamado efeito de vazamento, que se refere à realocação de atividades que geram desmatamento e perda de biodiversidade do interior das APs para o seu entorno (Ford et al., 2020; Fuller et al., 2019).

As AP de uso múltiplo respondem ao interesse de obter um equilíbrio entre objetivos de conservação e desenvolvimento local. Assim como outros mecanismos de coadministração (vide a próxima subseção), as APs de uso múltiplo podem fortalecer as capacidades e os incentivos de comunidades locais e de outros atores para que participem na conservação dos recursos naturais por meio da atribuição de direitos de propriedade e da promoção de atividades econômicas sustentáveis. As evidências a esse respeito são animadoras. Em um estudo encomendado para este relatório, Rico-Straffon et al. (2022) constatam que as APs de uso múltiplo no Peru são tão ou mais eficazes para evitar o desmatamento do que as de conservação estrita. Essas conclusões são consistentes com os de outros estudos realizados na região (ver Sims e Alix-Garcia, 2017 e Sims et al., 2014, para o caso do México; Pfaff et al., 2009, para o caso da Costa Rica, e Robalino et al., 2015, para o caso do Brasil) e no resto do mundo (Nelson e Chomitz, 2011). Eles também são complementados pelos efeitos encontrados das APs de uso múltiplo na redução da pobreza nas comunidades locais (Bocci et al., 2018).

A presença de população nas AP é uma realidade na maioria dos países da América Latina e do Caribe (vide a tabela 3.4). Isso pode ser devido à declaração como APs de áreas com presença anterior de comunidades locais (o que ressalta a importância do conceito de AP de uso múltiplo) ou ao posterior estabelecimento de assentamentos informais, aproveitando a falta de proteção efetiva dessas áreas. De qualquer forma, a densidade populacional existente pode afetar a capacidade das APs de cumprir efetivamente seus objetivos de conservação. Como também relatado na tabela 3.4, 95% da área de APs da região pode ser considerada desabitada, 4% tem a densidade populacional de uma área rural e 1% atinge a densidade de uma área urbana. Os assentamentos com densidade rural podem ser compatíveis com uma coexistência sustentável com os ecossistemas e a biodiversidade que protegem as APs onde residem, especialmente aqueles que não necessitam de proteção rigorosa. Esse não é o caso dos assentamentos com densidade urbana dentro das APs, cuja presença sugere problemas de proteção efetiva em áreas específicas, mas com alta população.

Tabela 3.4
População de países da América Latina e do Caribe que reside em áreas protegidas terrestres e sua periferia

País	População residente na AP	Área da AP por densidade populacional (%)		
	Nº de habitantes	Desabitada	Rural	Urbana
Argentina	481.385	97,3	2,5	0,2
Barbados	636	3,4	48,2	48,4
Bolívia	3.334.371	97,6	1,9	0,5
Brasil	21.093,919	96,8	2,8	0,4
Chile	54.504	99,3	0,6	0,1
Colômbia	5.989.043	82,5	15,0	2,4
Costa Rica	73.579	89,9	9,4	0,7
Equador	176.297	98,0	1,9	0,1
El Salvador	12.263	67,5	24,0	8,5
Guiana	1.188	99,9	0,1	0,0
Jamaica	726.970	75,8	9,0	15,2
México	4.868.679	91,2	6,7	2,1
Panamá	79.933	94,9	4,5	0,6
Paraguai	133.784	98,2	1,6	0,2
Peru	166.522	99,1	0,8	0,1
República Dominicana	249.850	85,9	11,5	2,6
Suriname	733	99,9	0,1	0,0
Trindade e Tobago	32.592	81,3	15,5	3,2
Uruguai	786	98,5	1,4	0,1
Venezuela	13.430.159	94,9	3,7	1,4
América Latina e Caribe	53.074.527	95,4	3,8	0,7

Nota: A primeira coluna da tabela mostra o número de pessoas que vivem nas APs. As três colunas seguintes mostram a proporção de área da AP que é desabitada, a que tem uma densidade de população rural e a que tem uma densidade de população urbana. O território com densidade populacional < 5 pessoas/km^2 é classificado como: (i) desabitado; ii) rural quando a densidade populacional é >=5 pessoas/km^2 e < 150 pessoas/km^2; e iii) urbano quando a densidade de população é >=150 pessoas/km^2. Essas estimativas são elaboradas a partir dos dados georreferenciados de população do GHS (Schiavina et al., 2022), agregados a uma resolução de 1 km. Esses dados foram combinados com o Banco de Dados Mundial [georreferenciado] de Áreas Protegidas (WDPA). Para mais detalhes sobre a metodologia de estimação, consultar o apêndice do capítulo disponível on-line.

Fonte: Elaboração própria com base em dados do Protected Planet-WDPA (PNUMA-CMVC e UICN, 2022) e GHS-POP (Schiavina et al., 2022).

As APs formam um contínuo que inclui desde as áreas administradas exclusivamente pelo Estado sob um único objetivo de conservação até aquelas que seguem modelos de uso múltiplo e gestão compartilhada. Atualmente, estima-se que pelo menos 6% das áreas protegidas na América Latina e no Caribe são administradas por povos indígenas e comunidades locais, 15% pelo setor privado, 57% por governos nacionais ou subnacionais e 2% têm governança compartilhada, enquanto não há dados sobre os 20% restantes (Álvarez Malvido et al., 2021).

Da mesma forma, várias iniciativas inspiradas no modelo de gestão de APs de uso múltiplo foram

lançadas para proteger áreas naturais de propriedade pública ou comunitária (que podem não ter o status jurídico de APs). Por exemplo, na Argentina, Brasil, Chile, Colômbia e Paraguai, foi dado impulso ao desenvolvimento de redes privadas de APs (Alpízar, Carlsson et al., 2020). Nesse esquema, os proprietários de terras privadas se comprometem com metas de conservação em troca de incentivos fiscais e outros apoios (como assistência técnica e promoção turística). No México, o programa de Áreas de Conservação Voluntária permite que propriedades privadas e comunitárias (chamados *ejidos*) tenham acesso a financiamento para projetos de ecoturismo e de sequestro de carbono e obtenham maior apoio para evitar a exploração madeireira e a caça ilegais (Alpízar, Carlsson et al., 2020).

Em resumo, as APs são uma ferramenta de conservação cujo uso cresceu significativamente nos últimos 30 anos. Em vista dos compromissos internacionais, espera-se que a cobertura das APs continue crescendo no futuro. Entre as medidas para melhorar a eficácia das APs no futuro estão a revisão dos critérios que definem sua localização; o fortalecimento da capacidade institucional e do financiamento das agências responsáveis pela sua gestão e o cumprimento das regulamentações relacionadas; e, quando os objetivos de conservação permitirem, a expansão do modelo de AP de uso múltiplo com a participação de comunidades locais, do setor privado e de outros atores em sua administração.

Coadministração: participação das comunidades locais e de outros atores

A coadministração refere-se à transferência, por parte do governo, de algum grau de controle sobre recursos naturais de uso comum (por exemplo, recursos florestais, pesqueiros ou hídricos de propriedade pública) para comunidades locais ou outros atores. A transferência pode variar desde o direito de explorar um recurso, muitas vezes de forma exclusiva, até o poder de administrar uma área geográfica, sem, geralmente, conceder a possibilidade de alienação dos direitos (Blackman et al., 2014). A atribuição de direitos normalmente é feita a comunidades ou coletivos e está condicionada à adoção de práticas sustentáveis no uso dos recursos. Exemplos de coadministração são as APs de uso múltiplo, concessões comunitárias, como as zonas exclusivas de pesca artesanal e os territórios de povos indígenas ou de origem afro-americana em países como Bolívia, Brasil e Colômbia (que são reconhecidos pelas constituições desses países como propriedade comum desses povos). A figura 3.3 mostra os tipos de direitos sobre recursos de uso comum que podem ser concedidos.

A coadministração é a transferência dos direitos de exploração de um recurso natural ou de administração de uma área de propriedade pública para comunidades locais ou outros atores

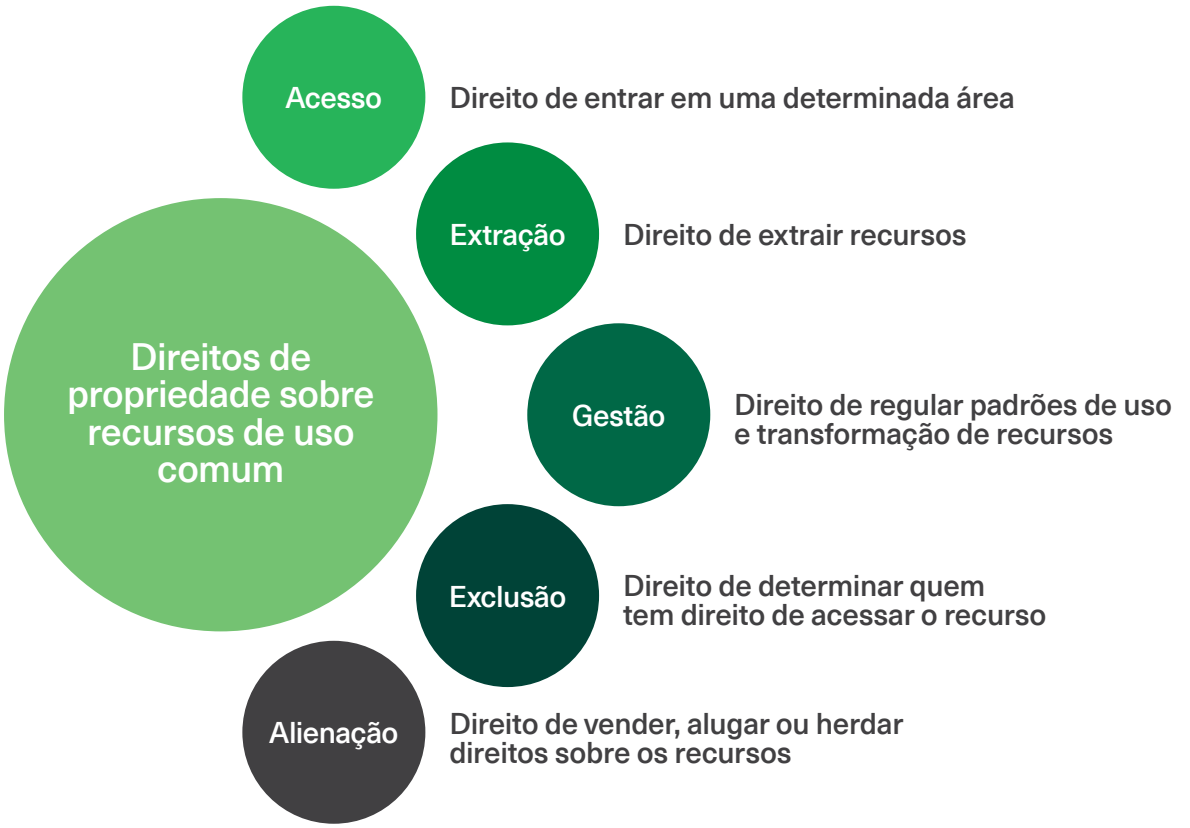
A coadministração é compatível com os objetivos de conservação e desenvolvimento local. A atribuição de direitos de propriedade busca evitar a sobre-exploração associada à competição de múltiplos atores sobre recursos de uso comum. Os direitos de propriedade incentivam o uso sustentável dos recursos ao oferecer certeza sobre os retornos dos esforços de conservação. Eles também incentivam a participação das comunidades locais na detecção e denúncia de atividades ilegais de extração e mudança no uso do solo que afetam os recursos coadministrados.

A atribuição de direitos em nível comunitário ou coletivo, em vez de individual, busca aproveitar a estrutura organizacional e os vínculos dentro das comunidades para resolver o desafio de coordenação subjacente à exploração de recursos de uso comum.

A coadministração também é uma ferramenta que tem permitido o reconhecimento jurídico dos direitos das comunidades rurais e dos povos indígenas sobre os territórios e recursos que habitam e sustentam seu modo de vida e que são a fonte de sua identidade cultural.

O potencial da coadministração para ajudar a conservar as florestas da região é relevante porque a maioria delas são de propriedade pública. Esse é o caso de 63% da área florestal da América do Sul, 81% do Caribe e 37% da América Central (FAO, 2020).

Figura 3.3
Direitos de propriedade sobre recursos de uso comum



Fonte: Elaboração própria com base em Ostrom e Schlager (1996), extraído de Maldonado e Moreno-Sánchez (2023).

Em um estudo encomendado para a elaboração deste relatório, Tanner e Ratzke (2022) analisam o impacto do programa Acordos de Uso Sustentável e Custódia de Manguezais (AUSCM) na conservação dessas áreas no Equador e encontram evidências de que sua adoção reduz a perda desse ecossistema. Esse programa surgiu em 1999 em resposta a um intenso processo de desmatamento de florestas de manguezais, devido principalmente ao estabelecimento de fazendas de aquicultura para a produção de camarão (desde 1970, o Equador perdeu entre 30% e 40% de sua área de manguezais). Ao desmatar, as fazendas de aquicultura prejudicam a população de caranguejos vermelhos e berbigões, de cuja pesca dependem comunidades locais. Os AUSCM concedem às associações locais direitos exclusivos para explorar os recursos de manguezais por um período renovável de dez anos. Em troca, essas associações devem apresentar um plano de gestão sustentável e realizar o monitoramento e o acompanhamento da conservação dos manguezais. As organizações não governamentais (ONG) e as universidades desempenham um papel ativo no fornecimento de treinamento técnico às comunidades nos processos legais para a formação de uma associação e na apresentação de denúncias por casos de desmatamento ilegal.

Quadro 3.8
Políticas para reduzir o desmatamento na Amazônia[a]

As políticas para reduzir o desmatamento na Amazônia no Brasil são de particular interesse para o restante da região, tanto por seu caráter inovador quanto pelas evidências disponíveis sobre sua eficácia.

O desmatamento na Amazônia começou em grande escala no Brasil durante a década de 1970, principalmente devido à expansão do setor agropecuário. Esse processo foi impulsionado tanto pelo aumento da demanda global de alimentos e energia, descrito na seção "Causas da degradação dos ecossistemas e setores econômicos associados", quanto por políticas para promover a atividade econômica no bioma amazônico, incluindo incentivos fiscais e projetos de infraestrutura.

Diante do avanço do desmatamento, o governo do Brasil começou a adotar uma série de políticas de comando e controle a partir da década de 1990. Entre elas, destacam-se a promulgação de leis contra o desmatamento; a expansão da rede de APs e a atribuição de direitos de uso da terra aos povos indígenas; e a criação e fortalecimento das agências governamentais encarregadas de fazer cumprir as novas regulamentações. Essas políticas foram posteriormente acompanhadas por iniciativas baseadas em mecanismos de mercado (discutidas na subseção de mesmo nome).

Institucionalmente, o órgão federal de fiscalização ambiental (IBAMA) foi criado em 1989 e, um ano depois, o Ministério do Meio Ambiente, os dois principais órgãos responsáveis pela implementação da política ambiental. No campo legislativo, em 1996, a área que os proprietários de terras no bioma amazônico devem conservar em seu estado natural foi aumentada para 80% (essa obrigação, conhecida como "Reserva Legal", foi introduzida pela primeira vez no Código Florestal em 1965). Em 1998, foi aprovado o conceito de "crimes ambientais", que punem o desmatamento com penas que variam de multas a prisão. No entanto, o desmatamento na Amazônia continuou no mesmo ritmo.

Os esforços foram redobrados em 2004 com a criação de um grupo de trabalho interministerial responsável pelo Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia (PPCDAm). Esse grupo lançou uma estratégia baseada na expansão das APs; na criação do DETER, um sistema de monitoramento do desmatamento em tempo real baseado em dados de satélite; e no fortalecimento do orçamento e da capacidade de ação do IBAMA. As multas por desmatamento também foram aumentadas nos anos seguintes.

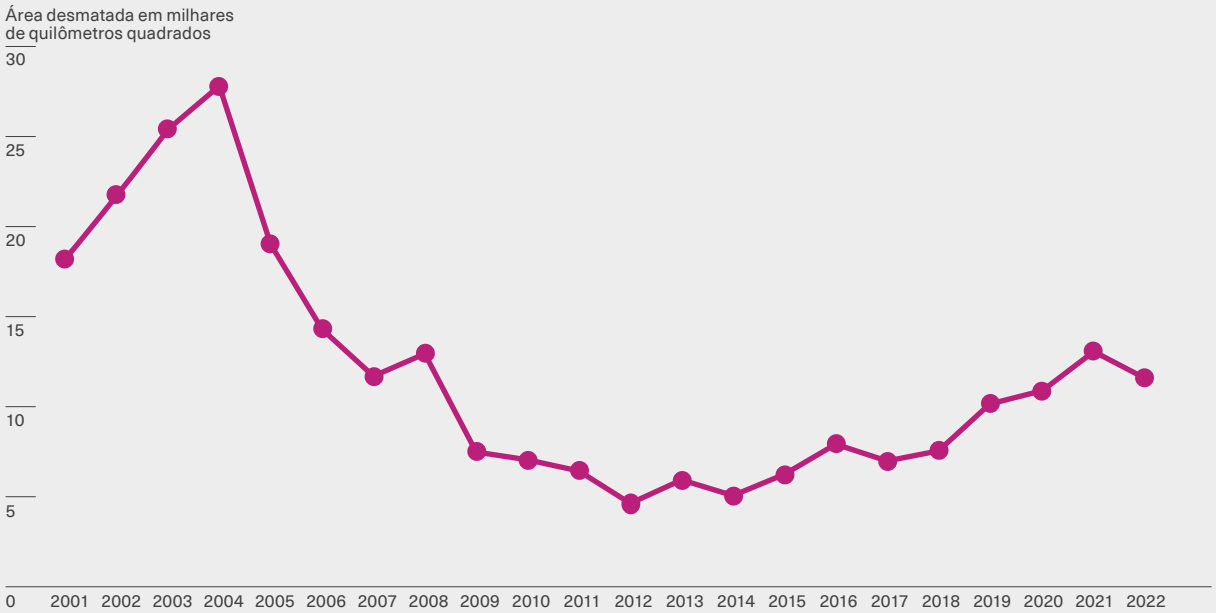
Atualmente, a posse da terra na Amazônia brasileira está distribuída entre territórios de povos indígenas e áreas de conservação (50%), florestas públicas de propriedade dos governos nacional e subnacional (30%) e fazendas privadas (20%). O desmatamento é proibido tanto em áreas protegidas quanto em florestas públicas, enquanto os proprietários de fazendas privadas devem conservar a vegetação em seu estado nativo em pelo menos 80% de sua área. Como consequência dessas regulamentações rigorosas, quase todo o desmatamento é ilegal (entre 96% e 97%) (Valdiones et al., 2021). A maior parte desse desmatamento ocorre em florestas públicas e consiste em eventos de escala relativamente reduzida. Estima-se que o desmatamento de áreas com menos de 50 ha seja responsável por cerca de metade do desmatamento total.

Apesar dos desafios de implementação, vários estudos mostram que as fiscalizações do IBAMA têm sido uma ferramenta eficaz para a redução do desmatamento (Assunção, McMillan, et al., 2019; Assunção et al., 2022; Assunção e Rocha, 2019; Ferreira, 2023); e até mesmo tiveram efeitos positivos na regeneração florestal (Assunção, Gandour, et al., 2019; Oliveira Filho, 2020). O sistema de monitoramento do DETER permitiu ao IBAMA identificar em tempo hábil as áreas onde estão ocorrendo incêndios florestais e agir em conformidade (mobilizando agentes para identificar os responsáveis ainda no local).

Além do aumento de recursos, a eficácia do IBAMA foi aprimorada com a concentração de esforços em municípios com alto risco de desmatamento e com a melhoria do sistema cadastral (que permite identificar os proprietários de terras desmatadas sem a necessidade de inspeções in loco).

A experiência do IBAMA e do DETER mostra que é possível reduzir o desmatamento na Amazônia. Nessa tarefa, a tecnologia pode desempenhar um papel muito relevante no monitoramento em tempo real do desmatamento e na melhoria dos registros de terras (embora o esclarecimento da posse da terra também seja um processo político). Também é essencial que as agências responsáveis por fiscalizar e punir o desmatamento tenham capacidade institucional suficiente para realizar seu trabalho. Esse não é um desafio pequeno, dadas as diferentes condições macroeconômicas e políticas em muitos países da região. Como mostra o gráfico 1, o desmatamento diminuiu a partir de 2004, após a criação do PPCDAm, e se recuperou após a crise econômica pela qual o Brasil passou a partir de 2014, que trouxe cortes orçamentários significativos para o IBAMA e outras agências com responsabilidades ambientais (as despesas operacionais do IBAMA na Amazônia foram reduzidas em 40% em termos reais entre 2014 e 2020).

Gráfico 1
Desmatamento anual na Amazônia brasileira



Nota: O gráfico mostra a quantidade de milhares de km² de floresta desmatada a cada ano na Amazônia brasileira.
Fonte: Ferreira (2023) com dados do PRODES/INPE (PRODES/INPE, 2023).

a. Este quadro é baseado no documento "Amazon deforestation: drivers, damages, and policies", elaborado por Alipio Ferreira como parte dos insumos encomendados para este relatório.

A coadministração pode também ajudar a desenvolver um setor pesqueiro sustentável e a reverter os padrões de sobre-exploração que o caracterizam. A gestão baseada em comunidades é relevante para a pesca, pois 90% da frota pesqueira motorizada da região é composta por embarcações de pequena escala, que fazem cerca de um terço do total de capturas, representando aproximadamente a metade do valor comercial da pesca (De Oliveira Leis et al., 2019). Contudo, também é necessária uma regulamentação específica para a pesca industrial. Na América Latina e no Caribe, há uma diversidade de experiências de direitos de uso comunal na pesca, que podem ser organizados em: i) privilégios ou concessões territoriais de uso concedidos a organizações de pescadores (por exemplo, cooperativas de pescadores no México ou comunidades pesqueiras no Chile); ii) direitos territoriais comunais concedidos a populações indígenas ou tradicionais (por exemplo, reservas extrativistas marinhas no Brasil, territórios coletivos para comunidades afrodescendentes e zonas exclusivas de pesca artesanal na Colômbia); e iii) cotas de pesca e limites de acesso (por exemplo, nas Ilhas Galápagos, no Equador) (Maldonado e Moreno-Sánchez, 2023). Dependendo do contexto local, as cotas de pesca também podem ser atribuídas a indivíduos e ser negociáveis, de modo que os pescadores mais eficientes possam pescar mais (Blackman et al., 2014).

A atribuição de direitos sobre recursos de uso comum a comunidades ou coletivos não está isenta de desafios de implementação. Esses desafios incluem a capacidade de organização e coesão social das comunidades locais, a prevalência dos níveis de pobreza e a dependência dos recursos naturais (os quais dificultam a transição para um padrão sustentável), as condições ambientais e a existência de um estado de direito que efetivamente faça valer os direitos concedidos (Blackman et al., 2014; Maldonado e Moreno-Sánchez, 2023).

O setor privado também pode desempenhar um papel ativo nos esquemas de coadministração, sendo as concessões florestais o principal exemplo. No Peru, a Constituição declara que todos as florestas são propriedade do Estado. Em 2000, o Congresso peruano aprovou uma lei segundo a qual foi realizada uma série de leilões e mais de 500 concessões foram atribuídas a empresas privadas, cobrindo mais de 7 milhões de ha (cerca de 10% da floresta total). Um estudo recente constatou que essas concessões ajudaram a reduzir o desmatamento em cerca de 4% em comparação com áreas semelhantes sem a presença de concessões (Rico-Straffon et al., 2023). Os autores do estudo indicam que a ausência de um efeito maior se deve provavelmente a falhas no cumprimento das normas ambientais previstas nas concessões, o que ressalta a importância da capacidade do Estado como determinante da eficácia dessas políticas.

Mecanismos de mercado

Pagamentos por serviços ecossistêmicos

Os pagamentos por serviços ecossistêmicos (PSE) são uma ferramenta para compensar pessoas e comunidades que, por meio de suas ações de conservação e regeneração, contribuam para o fornecimento desses serviços. Esquematicamente, um programa PSE envolve a formação de um quase-mercado com a participação voluntária de fornecedores que recebem um pagamento dos beneficiários através de um órgão de administração. Esse pagamento está condicionado ao fluxo de um serviço ecossistêmico específico ou ao desempenho de uma atividade que esteja claramente relacionada ao seu fornecimento (Engel, 2016; Wunder et al., 2008).

Os países da América Latina e do Caribe lideraram o mundo na adoção de PSE, com a implementação de mais de 250 programas desse tipo desde a década de 1990 (Alpízar, Madrigal et al., 2020). A Costa Rica e o México foram pioneiros no desenvolvimento de programas nacionais de PSE - com o Programa de Pagamento por Serviços Ambientais (PPSA) e o

Pagamento por Serviços Ambientais Hídricos (PSAH), respectivamente - seguidos pela Colômbia, Equador e Peru. Em nível subnacional, há iniciativas na Bolívia, Brasil, Colômbia, Costa Rica, Equador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México e Nicarágua, entre outros (Maldonado e Moreno-Sánchez, 2023). Inicialmente, os programas de PSE se concentraram no pagamento pela proteção de fontes de água. Nesses programas, os produtores participantes, localizados em bacias hidrográficas, normalmente recebem pagamentos por ações de proteção e manejo florestal e por reflorestamento. Gradualmente, foram iniciados programas que promovem a captura e o armazenamento de carbono e a conservação da biodiversidade e da beleza cênica (Wunder et al., 2008). A maioria dos programas PSE na região busca atingir seus objetivos por meio da conservação e regeneração de florestas, embora, mais recentemente, também tenham sido iniciados programas com foco em paisagens agropecuárias. Por exemplo, a Costa Rica, a Colômbia e a Nicarágua têm iniciativas que promovem o uso de sistemas silvipastoris integrados como um mecanismo para recuperar áreas de pastagem degradadas em paisagens dominadas pela pecuária (Gobbi, 2011). Os programas nacionais geralmente são financiados por meio de impostos, enquanto os programas locais contam com uma maior diversidade de fontes de financiamento (por exemplo, organizações civis, setor privado e usuários de serviços de água).

Os programas de pagamentos por serviços ecossistêmicos buscam compensar aqueles cujas ações de preservação ou regeneração de ecossistemas contribuem para o fornecimento de serviços desse tipo

As avaliações disponíveis sobre o impacto dos PSE indicam que eles podem ser uma ferramenta eficaz para reduzir o desmatamento, o principal resultado estudado (Alix-Garcia et al., 2012, 2015; Honey-Rosés et al., 2011). No entanto, essa eficácia depende significativamente do projeto, da implementação e do contexto (Alpízar, Madrigal et al., 2020). Alguns estudos constataram que os resultados dos programas de PSE podem ter efeitos menores ou nenhum efeito na redução do desmatamento (Robalino e Pfaff, 2013; Ruggiero et al., 2019; Sánchez-Azofeifa et al., 2007).

Para serem eficazes, os PSE devem cumprir o princípio de adicionalidade, ou seja, resultar em um fluxo maior de serviços ecossistêmicos ou ações de conservação do que aquele que prevaleceria na ausência do esquema. Para tanto, os programas de PSE enfrentam desafios de seleção de participantes, verificação e conformidade, além de efeitos adversos indesejados.

Para obter adicionalidade, os programas de PSE precisam da participação de provedores com controle sobre os recursos que, na ausência do programa, teriam se deteriorado. Portanto, de um ponto de vista estritamente ambiental, os programas de PSE devem se concentrar em áreas com a maior pressão humana (o que geralmente significa risco de desmatamento). No entanto, na prática, os PSEs geralmente usam critérios de priorização além dos ambientais, seja porque também têm objetivos não ambientais (geralmente a redução da pobreza) ou por motivos de economia política. Por exemplo, os programas nacionais PPSA e PSAH na Costa Rica e no México combinam critérios ambientais e de combate à pobreza para definir a população qualificada para participar. No último caso, o interesse das autoridades do programa em distribuir os recursos de forma equilibrada entre as regiões do país favoreceu a cobertura de áreas com baixo risco de deterioração ambiental (Alix-Garcia et al., 2005).

Os preços pagos pelos programas de PSE aos provedores participantes podem ser definidos de acordo com o valor dos serviços que prestam ou dos custos em que incorrem por participar do programa. O segundo critério é o mais comumente utilizado na prática (Salzman et al., 2018; Wunder et al., 2008) devido, em parte, aos desafios de medir o valor dos serviços.

Para incentivar a participação, o pagamento aos provedores deve ser, no mínimo, igual aos custos da participação. Esses custos incluem tanto o custo de oportunidade dos recursos a serem conservados (ou seja, a renda que o provedor teria obtido se os recursos tivessem sido usados em outra atividade) quanto os custos diretos em casos de iniciativas de regeneração ou florestamento. O projeto eficiente de um PSE deve considerar uma estrutura de preços alinhada com os custos de oportunidade dos possíveis fornecedores. Esses custos aumentam com a demanda de mudanças no uso do solo, de conservação

para atividades agropecuárias. Ou seja, dado um preço fixo por área conservada, os fornecedores de áreas com maior risco ambiental têm menos incentivo para participar. Wunder et al. (2008) informam que os programas nacionais de PSE nos países em desenvolvimento tendem a usar preços únicos, em contraste com os programas locais, que teriam mais flexibilidade na definição das estruturas tarifárias. Uma exceção é o PSAH do México, que introduziu pagamentos diferenciados por nível de risco e tipo de ecossistema (Alix-Garcia et al., 2018).

Para serem eficazes, os PSE exigem o cumprimento das ações acordadas pelos fornecedores. Na prática, os programas geralmente pagam por ações de conservação e regeneração (principalmente relacionadas ao uso do solo) e não pelo fluxo de serviços ecossistêmicos (Salzman et al., 2018; Wunder et al., 2008). Para monitorar essas ações, os programas de PSE geralmente realizam inspeções in loco. Essas visitas podem envolver custos administrativos consideráveis, principalmente para programas com ampla cobertura geográfica. Nesse sentido, os dados de sensoriamento remoto são uma alternativa cada vez mais viável para o monitoramento de determinadas ações (por exemplo, incêndios). A existência de condicionalidade nos pagamentos aos provedores é um incentivo direto para o cumprimento das ações de conservação.

Os programas de PSE podem produzir efeitos adversos que comprometem sua eficácia ou afetam as comunidades locais. Entre os primeiros está o efeito de vazamento, que se refere ao deslocamento do desmatamento (ou outras ações de degradação) de áreas que participam desses esquemas para áreas não participantes. Esse efeito pode ser particularmente relevante quando os fornecedores participam parcialmente do programa PSE, ou seja, quando recebem pagamentos apenas por uma parte das terras que controlam. Por exemplo, Sohngen e Brown (2004) mostram evidências da Bolívia, Izquierdo-Tort et al. (2019) e Alix-Garcia et al. (2012) do México e Giudice et al. (2019) do Peru. Exigir que os fornecedores se comprometam a proteger toda a sua terra pode evitar esse problema, embora também possa aumentar os custos e exija registros completos de propriedade da terra (Wunder et al., 2020). Além disso, a retirada de terras induzida pelo PSE aumenta os retornos da agricultura em áreas não cobertas pelo programa (Jack et al., 2008). Portanto, o projeto do PSE exige uma análise cuidadosa de todos os incentivos que pode gerar e sua interação com o contexto local. Por exemplo, é de se esperar que áreas com pouca integração de mercado (e infraestrutura de transporte) sejam mais suscetíveis a aumentos nos preços locais dos alimentos após a retirada de terras da atividade agropecuária.

As evidências sugerem que atribuir aos programas PSE o duplo objetivo de aumentar a prestação de serviços ecossistêmicos e reduzir a pobreza pode ser ineficaz quando os recursos com maior risco de deterioração não pertencem às famílias mais pobres (Jack et al., 2008). Em seu estudo sobre o PSAH no México, Alix-Garcia et al. (2015) constataram que esse programa teve um impacto considerável na redução do desmatamento (entre 40% e 50% do que teria ocorrido sem o programa). Essa eficácia poderia ter sido ainda maior se o programa tivesse como alvo áreas de risco, mas isso teria resultado em uma participação menor da população que vive abaixo da linha de pobreza.

Em resumo, o PSE pode ser uma ferramenta eficaz para preservar os ecossistemas e a biodiversidade e para a resposta às mudanças climáticas. Para isso, são indispensáveis o projeto e a implementação adequados, de acordo com o contexto local. As características desejáveis de um programa de PSE são o direcionamento para áreas de alto risco, a diferenciação de pagamentos por nível de risco de degradação e tipo de ecossistema e a condicionalidade aplicável (Maldonado e Moreno-Sánchez, 2023). Além disso, atribuir múltiplos objetivos pode diminuir sua eficácia. A gestão de um programa de PSE requer um órgão com capacidade institucional e credibilidade junto aos provedores e beneficiários. Os PSEs são esquemas de longo prazo, portanto, se dependerem de recursos públicos, são vulneráveis a mudanças nas prioridades políticas e nas condições macroeconômicas (Alpízar, Madrigal et al., 2020). A formação de fideicomissos que garantem aos provedores participantes um fluxo de pagamentos por um determinado período é uma alternativa nesse sentido. Além disso, os PSEs exigem direitos de propriedade sobre a terra bem definidos para funcionar (Blackman et al., 2014), uma condição que, conforme discutido acima, nem sempre é atendida na América Latina e no Caribe.



Os PSEs são um veículo com potencial para canalizar a cooperação internacional para a conservação e regeneração dos ecossistemas. Isso é exemplificado pelo mecanismo de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD+), da CMNUCC. O REDD+ opera um esquema de pagamento por resultados, que aloca fundos aos países em desenvolvimento para promover a conservação e o manejo sustentável das florestas e o aumento dos estoques de carbono florestal.

Os bancos de desenvolvimento podem desempenhar um papel importante na expansão e consolidação dos programas de PSE, trabalhando com governos e organizações locais, vinculando doadores internacionais, fornecendo apoio financeiro e de capacitação, e participando do projeto e da implementação desses programas (Alpízar, Madrigal et al., 2020).

Certificações ambientais e acordos da indústria

As ecocertificações são uma ferramenta para fornecer informações confiáveis e acessíveis aos consumidores sobre o impacto ambiental de determinados bens ou produtos. Essa política baseia-se no pressuposto de que há uma demanda crescente por bens e serviços produzidos de acordo com práticas sustentáveis, mas a obtenção de informações confiáveis sobre o impacto ambiental de vários bens e serviços é cara para os consumidores. A dificuldade que eles enfrentam em distinguir entre produtos ecológicos e aqueles que não o são limita os incentivos para que os produtores adotem práticas sustentáveis. A ecocertificação funciona por meio de um órgão que define um conjunto de padrões que devem ser atendidos para que um bem ou serviço exiba o rótulo que informa os consumidores sobre seu impacto ambiental (Maldonado e Moreno-Sánchez, 2023).

As ecocertificações são uma prática cada vez mais difundida. Atualmente, há mais de 456 rótulos ecológicos em 199 países e 25 setores industriais (Big Room, 2023), administrados por organizações governamentais, não governamentais, associações industriais e empresas privadas, abrangendo uma variedade de produtos agropecuários. A América Latina e o Caribe é uma região líder na adoção de ecocertificações, principalmente para a produção de banana, café e cacau (Blackman et al., 2014). Em termos de organizações, o Forest Stewardship Council, referência na certificação de manejo florestal sustentável, opera na região desde 1993 e certifica 12,8 milhões de ha de florestas, cerca de metade dos quais estão no Brasil. Outro esquema nessa área é o Programa para o Reconhecimento de Sistemas de Certificação Florestal (PEFC), destinado a pequenos proprietários na Argentina, Brasil, Chile e Uruguai (Maldonado e Moreno-Sánchez, 2023).

Para serem eficazes, os programas de ecocertificação exigem: 1) o estabelecimento de padrões ambientais rigorosos que sejam de fato cumpridos e 2) que o preço adicional que os consumidores estão dispostos a pagar por um produto ou serviço ecocertificado seja suficiente para, pelo menos, cobrir os custos adicionais que os produtores devem incorrer para cumprir as práticas ambientais exigidas e os custos de operação do programa (Blackman et al., 2014). As evidências sobre o impacto da ecocertificação na preservação dos ecossistemas e da biodiversidade ainda são incipientes e requerem mais desenvolvimento para entender melhor as condições em que esses programas podem ser mais eficazes (Blackman e Rivera, 2011; Rico-Straffon et al., 2023).

A América Latina e o Caribe é uma região líder na adoção de ecocertificações, embora haja a necessidade de entender melhor como aumentar seu impacto na preservação de ecossistemas y biodiversidade

Acordos setoriais ou intervenções na cadeia de suprimentos são outra alternativa para incentivar os produtores a seguir práticas sustentáveis. Nesse caso, as empresas de um setor concordam em não comprar produtos ou serviços de fornecedores que não cumpram as salvaguardas ambientais. O exemplo mais relevante a esse respeito é o chamado acordo “Moratória da Soja” no Brasil, promovido pelos principais compradores de soja do país (organizados na Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais e na Associação Nacional dos Exportadores de Grãos), produtores

agrícolas e a organização não governamental Greenpeace (Ferreira, 2023). O acordo obriga os comerciantes participantes a comprar apenas soja produzida em terras que não tenham sido sujeitas a desmatamento após julho de 2016, uma condição que foi monitorada primeiro por meio de pesquisas aeronáuticas e depois por sensoriamento remoto. As evidências existentes sugerem que a moratória foi bem-sucedida em contribuir para a redução do desmatamento na Amazônia, reduzindo os retornos que os agricultores obtiveram com a expansão da fronteira agrícola (Nepstad et al., 2014; Rudorff et al., 2011). Em contrapartida, uma iniciativa semelhante para impedir a compra de gado criado em áreas desmatadas no Brasil teria tido sucesso limitado devido à dificuldade de estabelecer mecanismos eficazes de rastreabilidade da origem dos animais (Ferreira, 2023).

A importância das certificações ambientais pode aumentar à luz de iniciativas internacionais, promovidas principalmente pela União Europeia, que visa impor barreiras comerciais aos produtos provenientes de áreas desmatadas (vide o capítulo 4).

Reforma dos subsídios

Como detalhado na subseção "Fatores facilitadores", a existência de subsídios diretos e indiretos aos setores agropecuário e pesqueiro pode contribuir para a deterioração dos ecossistemas e da biodiversidade. Os subsídios afetam os ecossistemas quando aumentam os retornos dos produtores à mudança no uso do solo, à sobre-exploração dos recursos naturais e ao uso de práticas insustentáveis. Os exemplos incluem subsídios para biocombustíveis, operações das frotas pesqueiras, irrigação e fertilizantes. O primeiro aumenta a demanda pelo uso de solo agrícola, o segundo favorece a sobre-exploração de espécies marinhas e de água doce, o terceiro contribui para a sobre-exploração dos recursos hídricos e o quarto incentiva o uso excessivo de um insumo que afeta os ecossistemas (Blackman et al., 2014; Maldonado e Moreno-Sánchez, 2023).

Além de ter efeitos negativos sobre os ecossistemas, esses subsídios podem consumir recursos fiscais substanciais. Na América Latina e no Caribe, os subsídios ao setor agropecuário vêm crescendo desde a década de 1980, chegando a US$ 5,4 bilhões em 2008 (Blackman et al., 2014). Isso inclui transferências diretas e subsídios para irrigação, fertilizantes e outros insumos para a produção. Os países da região também forneceram cerca de US$ 2,25 bilhões em subsídios para o setor pesqueiro em 2018, principalmente para combustível e por meio de isenções fiscais (Cisneros-Montemayor et al., 2016; Sumaila et al., 2019).

A existência de subsídios indiscriminados para os setores agropecuário e pesqueiro pode contribuir para a sobre-exploração e para a deterioração dos ecossistemas e da biodiversidade

Na Meta 3 de Aichi, os países da região se comprometeram a eliminar ou reformar os incentivos e subsídios que prejudicam a biodiversidade até 2020. Esse compromisso foi ratificado na Meta 18 do Quadro Mundial de Biodiversidade de 2030, mas o progresso tem sido limitado (Secretaria do CDB, 2022).

A agenda de reforma dos subsídios com efeitos negativos sobre a biodiversidade enfrenta oposição política dos grupos que os recebem. Em termos de concepção, o desafio é evitar que os subsídios gerem incentivos perversos que levem ao uso excessivo de recursos naturais ou insumos que afetem os ecossistemas e a biodiversidade. Uma alternativa à eliminação é a dissociação dos subsídios e incentivos, ou seja, a substituição dos subsídios dependentes da produção e dos subsídios aos insumos por transferências diretas de um valor fixo que não dependem das decisões de produção e consumo. Essa é uma opção particularmente atraente quando os subsídios têm como objetivo combater a pobreza. No caso de subsídios que buscam resolver as falhas de mercado que limitam o desenvolvimento do setor (ex., devido a mercados de crédito incompletos), uma alternativa é condicionar o acesso aos subsídios ao cumprimento das salvaguardas ambientais.



Nesse sentido, em 2008, o Banco Central do Brasil condicionou a concessão de créditos subsidiados a produtores agropecuários localizados no bioma amazônico ao cumprimento das exigências de não desmatamento do Código Florestal do país. Essa condicionalidade levou a uma redução no desmatamento de cerca de 60% em comparação com o que teria ocorrido na ausência da política, a qual se concentrou em municípios onde a pecuária é a principal atividade econômica (Assunção, McMillan, et al., 2019).

Um argumento frequentemente utilizado pelos países para evitar a eliminação dos subsídios é que isso colocaria sua indústria em desvantagem em relação a outros países onde existem subsídios, o que ressalta a importância da coordenação internacional nesse sentido (mais sobre esse assunto no capítulo 4).



Política internacional de mudanças climáticas e conservação: desafios de coordenação

4

- Evolução da cooperação internacional para mudanças climáticas e biodiversidade
- Principais desafios no cumprimento das metas globais de aquecimento global e conservação
- Posição dos países da região em relação ao mundo nessas questões
- Compromissos assumidos nos fóruns internacionais e projeções de seu cumprimento

Mensagens-chave

1
Embora as mudanças climáticas e a biodiversidade sejam fenômenos naturais relacionados, a cooperação internacional em ambas as questões tem sido abordada por meio de canais independentes. Houve mais avanços na mitigação das mudanças climáticas, em parte devido à percepção de maior urgência e por ser um problema com impactos claros e mensuráveis, enquanto o desenvolvimento de indicadores para adaptação ou conservação da biodiversidade é mais desafiador.

2
A governança descentralizada do Acordo de Paris foi bem-sucedida na obtenção de uma adesão quase universal, mas tem suas limitações: não foi projetada para garantir que os compromissos nacionais atinjam a meta global, nem há uma negociação explícita sobre qual é a contribuição justa de cada país.

3
A meta de limitar o aquecimento a 1,5 °C é ambiciosa e exige esforços globais de mitigação. Para os países de baixa e média renda, inclusive os da região, isso representa um dilema: sua responsabilidade histórica é baixa e a mitigação é cara, mas não se empenhar colocaria em risco a meta global.

4
O financiamento climático é fundamental para alinhar as partes e encontrar um equilíbrio entre a necessidade de um esforço global de mitigação e as demandas de justiça climática. Se os países em desenvolvimento tiverem que mitigar mais do que seria esperado em função de suas responsabilidades históricas, os recursos das nações industrializadas poderão ser utilizados para compensá-los.

5
Os países industrializados priorizam o financiamento para a mitigação, enquanto os países em desenvolvimento priorizam a adaptação. Essa tensão poderia ser aliviada com uma governança diferente da atual, na qual os países não industrializados propõem metas de mitigação em troca de financiamento que pode ser direcionado tanto para projetos de mitigação quanto de adaptação e resiliência. Tal acordo exigiria uma discussão mais explícita e concreta entre os países sobre justiça climática.

6
As instâncias de governança internacional não buscaram homogeneizar as políticas climáticas e, de fato, existem diferenças importantes entre os países. Por exemplo, há uma grande variação entre as jurisdições no que se refere ao preço das emissões (tanto por meio de impostos sobre o carbono quanto por sistemas de comércio de emissões). Isso gera tensões.

7
Os países com preços mais altos de carbono têm incentivos para implementar mecanismos de ajuste de fronteira para emissões de CO_2 por meio de importações, como a União Europeia (UE) está fazendo. No curto prazo, a exposição da região a essa estratégia da UE será baixa, mas instrumentos semelhantes podem se tornar mais comuns no futuro.

8
O desenvolvimento de mercados de carbono e, em particular, de créditos vinculados a projetos de conservação, restauração e reflorestamento, agricultura regenerativa, entre outros, pode ser valioso para vários países da região. Para tanto, é essencial construir uma governança robusta que garanta a integridade, a transparência e a adicionalidade dos projetos, o que é essencial para garantir que os créditos comercializados atinjam uma mitigação real.

9
Os organismos de cooperação internacional em biodiversidade têm tido uma atuação mais limitada, embora o Quadro Global para a Biodiversidade adotado em 2022 possa marcar um ponto de inflexão. Entre as tarefas ainda pendentes estão o desenvolvimento de mecanismos de compensação aos países que prestam serviços ecossistêmicos internacionais e o aumento dos recursos destinados ao financiamento da conservação, restauração e uso sustentável da biodiversidade.

10
Há uma alta prevalência de subsídios prejudiciais à biodiversidade em vários setores econômicos. A coordenação para suspender e reformar esses subsídios é um dos objetivos da cooperação internacional nessa área.

11
As fronteiras entre países frequentemente se sobrepõem a áreas de grande diversidade biológica. A cooperação em áreas transfronteiriças é importante para evitar a sobre-exploração de recursos, prevenir ou remover barreiras físicas que impeçam o movimento de espécies e regular a construção de infraestrutura, entre outros objetivos.

Política internacional de mudanças climáticas e conservação: desafios de coordenação[1]

Introdução

A coordenação internacional da política climática e de biodiversidade é necessária porque ambas são questões em que as ações de cada país afetam os demais. Nas últimas décadas, apesar de diferentes iniciativas para coordenar esses esforços terem surgido, tanto a concentração atmosférica de gases de efeito estufa quanto a perda de biodiversidade continuaram aumentando.

Este capítulo discute os principais desafios e pontos de interesse para a coordenação internacional sobre essas questões. A título de contexto, primeiro é feito um resumo da evolução da cooperação nas últimas décadas. Essa história revela que, apesar da interação entre as mudanças climáticas e a conservação da diversidade biológica como fenômenos naturais, os canais de negociação e coordenação sobre esses assuntos evoluíram de forma independente. Isso exige uma análise separada de cada caso, embora levando em conta a conexão entre clima e biodiversidade ao pensar em políticas e ações concretas.

O Acordo de Paris de 2015 estabeleceu a meta de limitar o aquecimento global a 2 °C e, de preferência, a 1,5 °C em relação aos níveis pré-industriais. Para manter-se dentro dessas metas, o orçamento de carbono restante da humanidade é muito apertado e é necessário um esforço de mitigação global muito determinado. Mas, além do quanto ainda precisa ser feito, há a questão de quem deve fazê-lo e como os custos associados devem ser distribuídos. Esse é o desafio central das negociações internacionais sobre o clima. O princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas (CBDR, por sua sigla em inglês), formalizado na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC, por sua sigla em inglês), estabelece que todos os países têm responsabilidade pelos desafios das mudanças climáticas, mas que o nível de responsabilidade não é igual

1 Este capítulo foi elaborado por Gustavo Fajardo, com a assistência de pesquisa de Pilar Toyos.

para todos. Portanto, embora não haja um consenso claro sobre o que o princípio CBDR implica em termos concretos, é de se esperar que os países industrializados assumam maiores obrigações na mitigação. Por outro lado, para que as metas globais incorporadas no Acordo de Paris sejam mantidas, os países de alta renda não podem ser os únicos a mitigar.

Nesse contexto, o financiamento climático aparece como um elemento central na discussão, como uma ferramenta para articular as reivindicações de justiça climática. A contribuição dos países em desenvolvimento aos esforços de mitigação seria facilitada se eles recebessem recursos dos países industrializados, não apenas para financiar projetos de mitigação, mas também para arcar com os custos de adaptação e compensar perdas causadas pelas mudanças climáticas.

No entanto, a governança atual não oferece um vínculo claro entre as ações nacionais e os fluxos internacionais de financiamento climático. No Acordo de Paris, os países têm ampla autonomia para propor suas contribuições e não há instâncias para negociação centralizada da contribuição justa de cada parte. Tal descentralização na formulação de ações tem vantagens, mas também limitações; por exemplo, não há um processo para garantir que as metas nacionais sejam suficientes para atingir a meta global.

●●

O financiamento climático pode ser uma ferramenta para articular as reivindicações de justiça climática

Outros pontos de tensão internacional surgem quando os países adotam medidas com objetivos climáticos domésticos que têm consequências econômicas além de suas fronteiras. Especialmente quando uma política climática nacional concorre com suas políticas de comércio internacional. Os mecanismos de ajuste de fronteira são um exemplo importante dessa interseção, uma vez que exigem que os produtos importados paguem por suas emissões incorporadas. Atualmente, a União Europeia (UE) se prepara para implementar um primeiro mecanismo desse tipo, o que gerou resistência de seus parceiros comerciais.

Por sua vez, uma forma de comércio internacional intimamente ligada à política climática é representada pelos mercados de carbono (ou mercados de compensação). Esses são mecanismos que permitem que empresas e países comprem créditos de emissão para financiar ações de mitigação em outros territórios. A importância de analisar o funcionamento desses mercados reside no fato de que, embora sejam potencialmente muito úteis para obter eficiência nos esforços globais de mitigação, eles têm grandes desafios de implementação. Sem mecanismos de avaliação e fiscalização dos projetos que são negociados nesses mercados, corre-se o risco de desperdiçar os recursos dedicados a essas operações.

●●

O aumento do financiamento internacional e a criação de mecanismos para promover a conservação devem estar no centro da agenda da região

Quanto à biodiversidade, a governança internacional fez menos progresso do que na área climática. O principal órgão de coordenação, a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) de 1992, trabalhou para definir objetivos globais de conservação, mas teve capacidade limitada para mobilizar fontes de financiamento. A questão dos recursos financeiros é essencial porque parte do problema da perda de biodiversidade está relacionada a uma falha de incentivos: os territórios biodiversos não recebem nenhuma compensação pelos serviços ecossistêmicos que fornecem. Essa falta de incentivos é especialmente premente em muitos países da região, que são grandes reservatórios de biodiversidade e cujos ecossistemas fornecem contribuições essenciais para a regulação do clima global, mas onde geralmente há pressões socioeconômicas para explorar os recursos e espaços naturais e baixa capacidade do Estado para neutralizar essas pressões (conforme discutido no capítulo 3). Esse ponto tem tradicionalmente colocado os países industrializados contra os países em desenvolvimento em fóruns internacionais. Isso reflete a importância do desenvolvimento de uma institucionalidade que regule os insumos e as alocações de recursos para a biodiversidade, a fim de aumentar a confiança entre as partes.

Evolução da cooperação

Há uma história mais longa de cooperação internacional em biodiversidade do que em mudanças climáticas. Entre os precedentes significativos estão a Convenção de Ramsar de 1971 (para a conservação de zonas úmidas), a Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies Ameaçadas de Fauna e Flora Selvagens de 1973 e a Convenção de Bonn de 1979 (sobre espécies migratórias). Esses acordos geralmente se limitavam à conservação de determinados tipos de ecossistemas ou espécies. A mudança climática e a necessidade de ação internacional sobre a mudança climática só foram reconhecidas no final da década de 1980. Um marco importante foi a fundação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, por sua sigla em inglês) em 1988.

A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento[2], realizada no Rio de Janeiro em 1992, deu início à busca de uma abordagem mais abrangente para a cooperação ambiental internacional. Daí surgiram a CDB e a UNFCCC, que atualmente têm um nível de adesão quase universal (vide a figura 4.1)[3] e se tornaram as instâncias essenciais de governança internacional nos assuntos de suas respectivas competências.

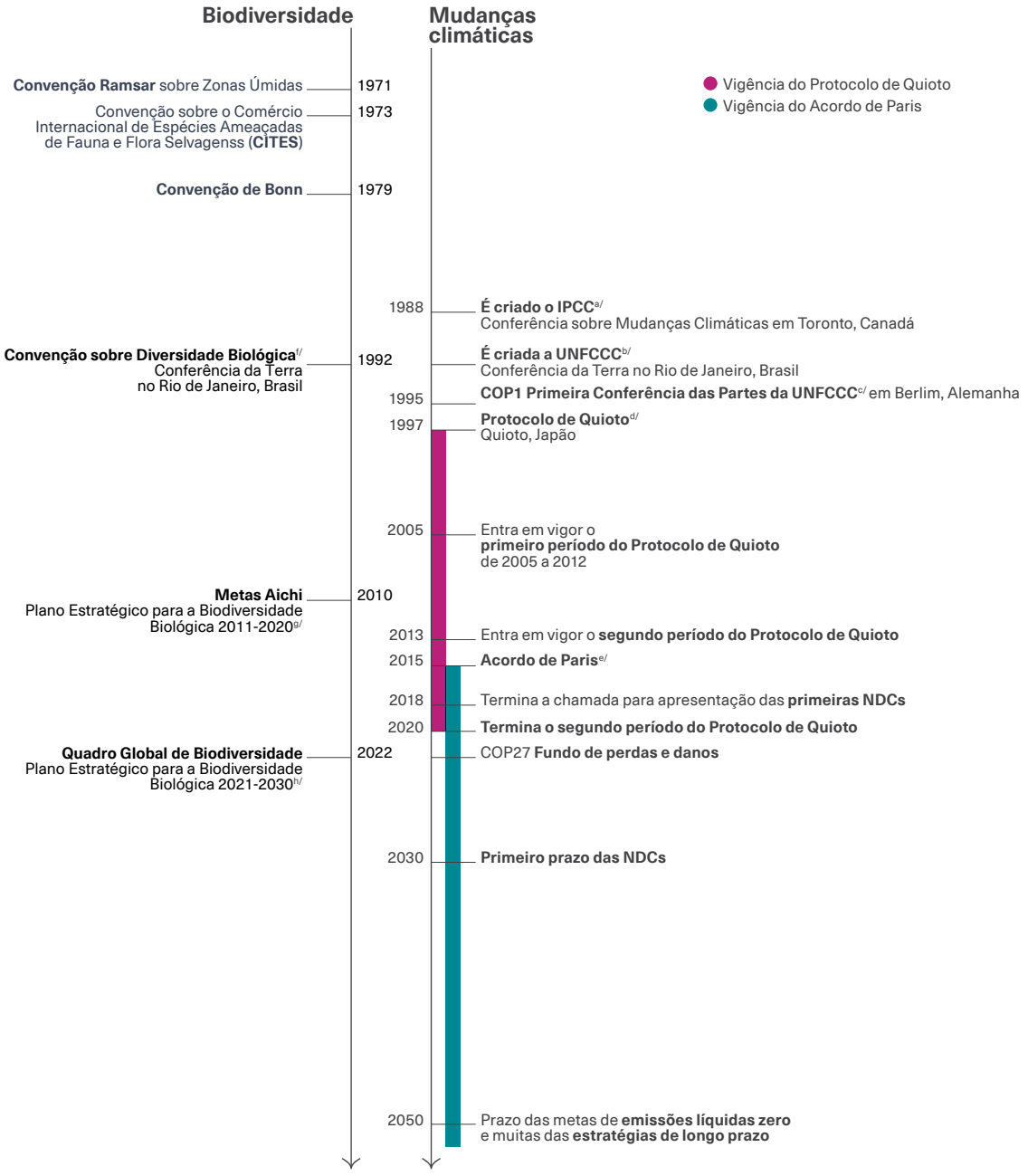
A relação entre a perda de biodiversidade e as mudanças climáticas como fenômenos naturais é clara, conforme discutido nos capítulos anteriores deste relatório. De fato, os órgãos responsáveis pelos estudos científicos e técnicos de apoio às convenções internacionais – o IPCC para as mudanças climáticas e a Plataforma Intergovernamental de Políticas Científicas sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES, por sua sigla em inglês) – começaram a colaborar nos últimos anos (Pörtner et al., 2021). Além disso, ambos são assuntos que apresentam desafios de governança semelhantes. Apesar disso, a cooperação internacional abordou essas causas por meio de canais independentes. A questão das mudanças climáticas recebeu mais atenção e recursos nas últimas décadas e gerou mecanismos de cooperação e negociação comparativamente mais bem formados e capazes. Há pelo menos duas razões por trás dessa assimetria. A primeira é que o fenômeno do aquecimento global despertou um senso de urgência ou ameaça maior na opinião pública mundial do que a perda de biodiversidade. A segunda é que as mudanças climáticas são um problema fundamentalmente mais gerenciável, que pode ser reduzido a uma variável (a concentração de GEEs na atmosfera), cujas causas (emissões de GEEs provenientes de atividades humanas) e efeitos (aquecimento) são relativamente bem compreendidos, enquanto a biodiversidade é um fenômeno mais multidimensional, em que é difícil até mesmo definir as variáveis que permitiriam medir com precisão o estado de conservação ou os serviços prestados pelo ecossistema.

Após a assinatura da CBD, houve poucos eventos notáveis na cooperação em matéria de conservação da biodiversidade. Muitos esforços das partes se concentraram no estabelecimento de metas globais de conservação. Na décima Conferência das Partes (COP, por sua sigla em inglês), em 2010, foram adotadas as Metas de Aichi para o período de 2010 a 2020; e na décima quinta COP, em 2022, foi assinado o Quadro Global de Biodiversidade, com objetivos para a década de 2020-2030. Mas isso não foi acompanhado por mecanismos para incentivar a conservação ou compensar as jurisdições pelos serviços ecossistêmicos que fornecem. Além disso, o financiamento tem sido muito escasso e os planos nacionais não foram alinhados com as metas globais (Secretaria da CDB, 2020a).

2 Também conhecida como Cúpula da Terra.

3 A maior ausência na CDB é a dos Estados Unidos. Os Estados Unidos fazem parte da UNFCCC.

Figura 4.1
Cronologia dos principais marcos e acordos de cooperação sobre mudanças climáticas e biodiversidade



Nota: A figura apresenta os principais eventos na agenda de acordos internacionais sobre mudanças climáticas e biodiversidade entre 1970 e 2022, bem como alguns marcos programados até 2100. Referências e uma breve descrição dos eventos incluídos nas linhas do tempo podem ser vistas no apêndice do capítulo disponível on-line.

Fonte: Elaboração própria com base em Jackson (2007), Secretaria da UNFCCC (2012, 2020, 2022b, 2022c, 2022d) e Secretaria do CDB (2020b, 2022b, 2022c, 2022d).

Desde a Convenção do Rio de 1992, tem havido mais atividade em relação às mudanças climáticas, mas essa também é uma história de altos e baixos. A UNFCCC reconheceu o princípio da CBDR, ou seja, todos os Estados têm um papel na consecução dos objetivos climáticos, mas os países industrializados têm maiores responsabilidades e capacidades. O documento estabeleceu ainda uma classificação dos países em dois blocos amplos: No primeiro, constavam no Anexo I os países industrializados da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e algumas economias em transição, como a Rússia, os países bálticos e alguns países da Europa Central e Oriental. No segundo bloco, que eram países não incluídos no Anexo I, constavam principalmente todos os países em desenvolvimento, inclusive os da América Latina e do Caribe. Embora houvesse um consenso geral sobre o princípio da CBDR, não havia uma definição do que isso implicava em termos práticos. A convenção incluiu alguns compromissos qualitativos, mas não estabeleceu objetivos quantitativos concretos (Secretaria da UNFCCC, 2020).

A cooperação internacional abordou as causas das mudanças climáticas e da perda de biodiversidade por meio de canais independentes

O Protocolo de Quioto começou a ser negociado logo após a entrada em vigor da UNFCCC. Nesse novo acordo, foi estabelecida uma meta global de redução de emissões de GEE de 5% abaixo do nível de 1990 até 2012, além de metas específicas para algumas jurisdições incluídas no Anexo I (por exemplo, a UE se comprometeu a reduzir as suas emissões em 8% e a Rússia não deveria aumentar suas emissões). Os países fora do Anexo I não tinham metas quantitativas. O Protocolo de Quioto também introduziu os chamados mecanismos flexíveis, ou seja, acordos que permitiram que os países ricos contribuíssem para suas metas investindo em projetos de mitigação em países não desenvolvidos ou comprando créditos de emissão em um mercado internacional. Em termos de cumprimento dos objetivos, o Protocolo de Quioto foi um fracasso moderado. Por um lado, vários países cumpriram seus compromissos e a meta global foi atingida; além disso, há evidências de que, em média, os signatários do acordo mitigaram mais do que os não signatários. Por outro lado, as metas estabelecidas pelos países foram, em geral, modestas; a consecução dos objetivos foi, em grande parte, uma consequência do colapso econômico dos países da antiga União Soviética, e alguns dos principais emissores não participaram ou participaram apenas parcialmente[4] (de Silva e Tenreyro, 2021).

A primeira década do século XXI registrou pouco progresso nas questões climáticas, enquanto a geografia das emissões globais mudava (principalmente devido ao crescimento da China) e as tensões entre as partes da UNFCCC se intensificavam. Em 2015, a cooperação internacional foi reativada graças à assinatura do Acordo de Paris. A liderança da China e dos Estados Unidos, os dois maiores emissores do planeta (então responsáveis por 40% das emissões anuais de GEE), foi importante para a obtenção desse acordo. Um dos seus pontos fortes é o fato de ter conseguido compromissos de mitigação da grande maioria dos países (mais de 190 até o momento), que representam 98% das emissões globais.

A passagem do Protocolo de Quioto para o Acordo de Paris representou uma mudança na governança de um modelo de cima para baixo (*top-down), que* buscava estabelecer metas negociadas para os países, para um modelo de baixo para cima (*bottom-up), em* que os países propõem seus próprios compromissos com autonomia e muita flexibilidade. Essa mudança de modelo facilitou a grande adesão que o Acordo de Paris alcançou, ao mesmo tempo que refletiu a incapacidade de se chegar a um acordo sobre a maneira mais justa e adequada de compartilhar as responsabilidades climáticas. Uma discussão mais detalhada sobre a história dos acordos internacionais pode ser encontrada em Stevenson (2023).

4 Os Estados Unidos nunca ratificaram o acordo e o Canadá saiu em 2011.

Situação atual: compromissos nacionais no âmbito do Acordo de Paris

Conforme o Acordo de Paris, os países estabelecem seus compromissos por meio de contribuições determinadas nacionalmente (NDCs, por sua sigla em inglês), que devem ser atualizadas a cada cinco anos, com o objetivo de aumentar sua ambição em cada rodada sucessiva. As NDCs devem estabelecer metas nacionais de mitigação e adaptação e, idealmente, fornecer informações sobre a estratégia financeira para sua implementação, incluindo as necessidades de cooperação internacional. As metas de mitigação costumam receber atenção especial porque são fundamentais para o objetivo principal do Acordo de Paris: "manter o aumento da temperatura média global bem abaixo dos 2 °C em relação aos níveis pré-industriais e prosseguir os esforços para limitar esse aumento de temperatura a 1,5°C em relação aos níveis pré-industriais" (Conferência das Partes na CMNUCC, 2016). A única obrigação dos países é reportar o progresso de seus compromissos, sem mecanismos formais para sancionar o não cumprimento.

Os países têm flexibilidade para estabelecer linhas de base em relação às quais definem suas metas de mitigação. Alguns estabelecem metas em relação a um nível histórico de emissões (por exemplo, a UE). Outros também usam um nível histórico como base, mas expressam a meta em termos de intensidade de emissões em relação ao produto interno bruto, ou seja, a quantidade de GEEs por dólar de PIB. Exemplos disso são a China e a Índia. Outras modalidades comuns são o uso de um cenário (hipotético) de emissões futuras sem esforços de mitigação (conhecido em inglês como *business as usual) como* linha de base ou a apresentação de uma meta de emissões absolutas, sem referência explícita a um valor de comparação. As duas últimas são as alternativas mais comuns na América Latina e no Caribe. Por fim, algumas NDCs não se referem a uma meta nacional agregada de emissões e apresentam apenas metas setoriais ou indicam algumas linhas de ação.

A adaptação é diferente da mitigação em uma dimensão importante: seus benefícios são fundamentalmente locais. Ou seja, os projetos e as políticas de adaptação tratam de problemas dentro dos países e, via de regra, não têm externalidades em outros países. Portanto, a provisão de adaptação não enfrenta o problema de governança que a provisão de mitigação enfrenta. Apesar disso, as metas nacionais de adaptação são um componente importante das NDCs porque a necessidade de adaptação é uma consequência das externalidades geradas pelas emissões passadas. Além disso, as metas de adaptação são valiosas para a construção de territórios e sociedades mais resilientes. Se isso não for alcançado, os efeitos das mudanças climáticas em um país podem ter consequências internacionais (por exemplo, por meio de falhas na produção de alimentos ou deslocamento de populações).

Compromissos nacionais e metas globais

A tabela 4.1 mostra como as metas de emissões para 2030 se comparam às emissões de 2015 (o ano de adoção do Acordo de Paris), agregadas em nível regional. As metas da América Latina e do Caribe visam a um nível de emissões que significaria uma redução coletiva de aproximadamente 10%. Globalmente, os objetivos contidos nas NDCs visam a um pequeno aumento de emissões de 0,5% em relação ao nível de 2015[5].

5 Esses cálculos são suscetíveis a várias questões metodológicas, especialmente os dados utilizados sobre o nível de emissões no ano-base (2015), já que muitas vezes há diferenças entre as fontes. Além disso, para a China e a Índia, que estabelecem suas metas em termos de volume de GEE em relação ao PIB, as projeções de crescimento econômico também são importantes. A metodologia utilizada para os cálculos está detalhada na nota da tabela 4.1 e no apêndice do capítulo disponível on-line.

Tabela 4.1
Ambição das metas de mitigação das NDCs em relação às emissões de 2015 por região

Região	Número de países	Meta de emissões de GEE em 2030 (em $MtCO_2e$)	Meta de emissões de GEE em 2015 (em $MtCO_2e$)[a/]	Diferença de GEE entre 2030 e 2015 (em $MtCO_2e$)	Diferença de GEE entre 2015 e 2030 (em porcentagem)
África	37	3.805	2.861	944	33,0
América do Norte	2	3.766	6.506	-2.741	-42,1
América Latina e Caribe	16	2.947	3.276	-329	-10,0
Ásia (sem China e Índia)	19	6.081	6.013	67	1,1
China	1	12.804	11.109	1.695	15,3
Índia	1	3.910	3.003	907	30,2
Oceania	6	390	636	-246	-38,7
União Europeia	27	2.085	3.128	-1.043	-33,4
Resto da Europa	19	3.927	2.985	942	31,6
Total	128	39.715	39.518	197	0,5

Nota: A tabela apresenta a meta de emissões de GEE das NDCs para 2030 e as compara com as emissões de GEE em 2015 por região. A meta de emissões para 2030 foi estimada aplicando-se a meta de mitigação incondicional dos países ao nível de emissões base declarado em sua NDC. O apêndice do capítulo disponível on-line apresenta o detalhamento da metodologia implementada, bem como os países agrupados em cada região. a/ Para os países que anunciam uma meta global sem detalhar os setores abrangidos, presume-se que a meta abrange todos os setores e inclui o LULUCF; portanto, as emissões de 2015 também incluem esse setor. Se os países esclarecerem que a meta não abrange o LULUCF, as emissões de 2015 são usadas sem esse setor.

Fonte: Elaboração própria com base no registro das NDCs da Secretaria da UNFCCC (2022a) e na série histórica de emissões de GEE por país do Climate Watch (2022) com base na Divisão de Estatísticas da FAO (2022g) e na OCDE (2022a).

Uma desvantagem do modelo de governança do Acordo de Paris é a falta de uma visão centralizada do problema. Isso tem duas consequências diretas. Primeiro, os compromissos nacionais não são projetados para "somar" ou atingir metas globais específicas. Segundo, não há um órgão centralizado no qual seja acordada a contribuição justa de cada país, com base em sua história e possibilidades.

Considerando o acima exposto, uma dúvida que surge naturalmente é se as NDCs propostas até agora são ambiciosas o suficiente para atingir os objetivos do Acordo de Paris. As estimativas existentes sugerem que não o são: a probabilidade de manter o aquecimento global em 2 °C ou menos, se as atuais NDC forem cumpridas, é de moderada a baixa, e a probabilidade de atingir 1,5 °C é quase zero. A boa notícia é que essas projeções têm melhorado com as sucessivas atualizações das NDCs, já que a ambição das contribuições propostas pelos países aumentou consideravelmente (den Elzen et al., 2022; Ou et al., 2021). De qualquer forma, esses são exercícios baseados apenas nas metas anunciadas.

Analisar o progresso real alcançado em direção a essas metas é mais difícil. O primeiro balanço global do Acordo de Paris está em andamento, um processo que será concluído na COP28 prevista para 2023 e cujo objetivo é avaliar a implementação e os progressos alcançados até a presente data em termos de mitigação e adaptação. Esse processo resultará em um quadro global da situação. Por enquanto, os estudos que analisaram essa questão indicam que a implementação ficou aquém das metas (IPCC, 2021b; Kuramochi et al., 2021; NewClimate Institute et al., 2021). Por exemplo, o Climate Action Tracker (CAT), um projeto de colaboração científica entre as organizações Climate Analytics e o NewClimate Institute, analisa as políticas e ações dos países para estimar uma provável trajetória de emissões até 2030 e conclui que essa trajetória está acima (em volume de emissões) do que resultaria da implementação total das NDCs e bem acima do que seria compatível com a meta de limitar o aquecimento global a 1,5°C (vide o gráfico 4.1).

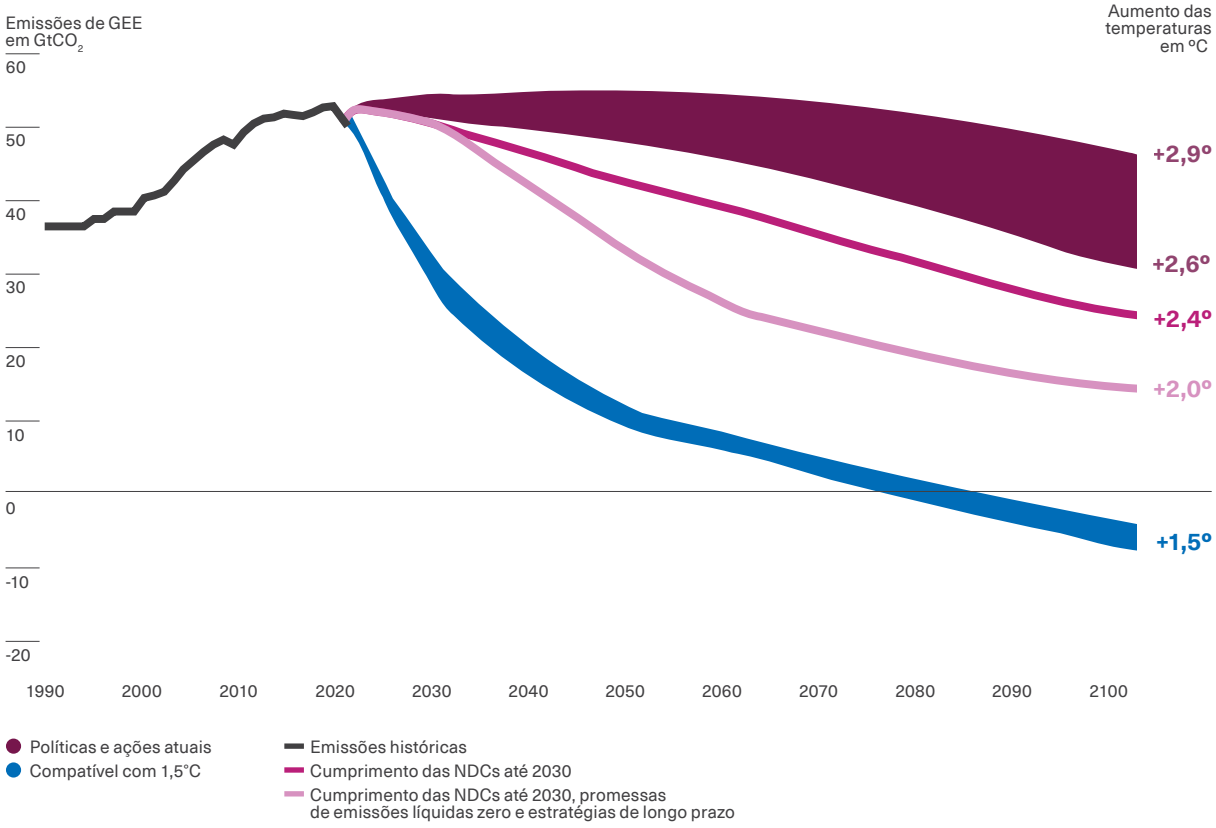
Por outro lado, há o tema da justiça climática e a questão de quanto cada país deve contribuir para os esforços de mitigação. É impossível responder a essa questão de forma absoluta porque não existe um critério de justiça universalmente aceito. Além disso, no âmbito do Acordo de Paris, não há discussão explícita sobre esse tema, pois cada país define suas metas de forma autônoma. No entanto, há uma correlação positiva entre o nível de renda dos países e a ambição de suas metas de mitigação (que se percebe, agregadas em nível regional, nos valores da tabela 4.1). Essa correlação é consistente com o princípio da CBDR, mas não é suficiente para concluir algo sobre a justiça dos esforços.

As estimativas existentes sugerem que as NDCs propostas até agora não são suficientemente ambiciosas para atingir os objetivos do Acordo de Paris

Ainda assim, a discussão sobre justiça climática é relevante e requer algum contexto. Uma grande parte das emissões históricas é de responsabilidade de alguns poucos países, e é intuitivo pensar que seria justo permitir que os demais países emitissem até que alguma medida de emissões per capita acumuladas fosse aproximadamente igualada. No entanto, isso implicaria renunciar às metas de aquecimento global e atingir níveis catastróficos de concentração de GEE. Por exemplo, os Estados Unidos geraram cerca de 500 $GtCO_2$, o que representa mais de um quinto das emissões globais acumuladas (Friedlingstein, O'Sullivan et al., 2022). Para que o resto do mundo atinja um nível semelhante de emissões acumuladas per capita, cerca de 10.000 $GtCO_2$ adicionais teriam de ser adicionadas à atmosfera. Em contrapartida, o orçamento de CO_2, ou seja, a quantidade que ainda pode ser emitida para limitar o aquecimento a 2°C, é de pouco mais de 1.230 $GtCO_2$[6].

6 As estimativas da magnitude do orçamento de CO_2 têm um grau de incerteza, conforme explicado no capítulo 1 do relatório. Os números informados aqui provêm de Friedlingstein, O'Sullivan et al. (2022), que atualizam os cálculos do Sexto Relatório de Avaliação do IPCC (Masson-Delmotte et al., 2021).

Gráfico 4.1
Trajetória de emissões de GEE e projeções para 2100 em vários cenários

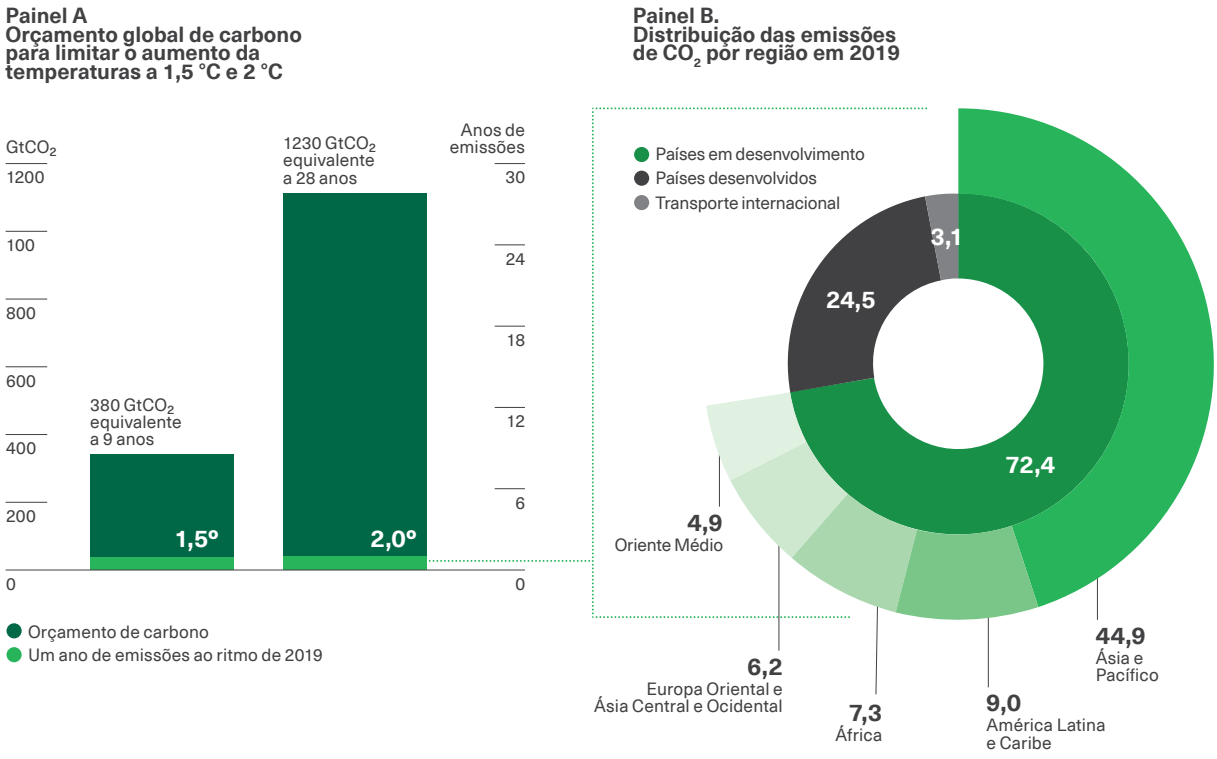


Nota: O gráfico apresenta a trajetória das emissões globais de GEE de 1990 a 2020 em $GtCO_2eq$ e as projeções de 2021 a 2100 em diferentes cenários de cumprimento do Acordo de Paris. À direita, é mostrado o aumento esperado nas temperaturas em cada cenário em comparação com a temperatura média da época pré-industrial. As emissões históricas (linha preta) incluem o setor LULUCF. A espessura das áreas nas projeções representa a incerteza com relação ao nível de emissões.

Fonte: Climate Action Tracker com base em Climate Analytics e NewClimate Institute (2022b).

Isso é relevante para a questão da justiça climática porque destaca algumas tensões que existem entre o que seria justo e o que é necessário. O gráfico 4.2 mostra que o orçamento de CO_2 disponível (para 2 °C de aquecimento) é equivalente a pouco mais de 28 anos de emissões (ao ritmo de 2019), e o orçamento para 1,5 °C é equivalente a cerca de 9 anos de emissões. Na mesma linha, outro fato relevante é o seguinte: os relatórios do IPCC indicam que, para manter viva a meta de limitar o aquecimento a 1,5 °C, as emissões anuais devem cair 43% até 2030 em relação ao nível de 2019 e, depois, continuar a diminuir até que a neutralidade de carbono seja alcançada nas próximas décadas (Assesoria de Imprensa do IPCC, 2022). Por outro lado, as emissões anuais dos países de alta renda representam atualmente menos de 25% do total global, conforme mostrado no painel B do gráfico 4.2. Portanto, mesmo que os países desenvolvidos conseguissem zerar suas emissões de GEE imediatamente (um cenário totalmente implausível), isso não seria suficiente. O resto do mundo também teria que reduzir suas emissões no curto prazo e manter um caminho de descarbonização.

Gráfico 4.2
Orçamento de CO_2 e distribuição das emissões anuais por região



Nota: As barras no painel A mostram o orçamento de carbono associado a uma probabilidade de 50% de limitar o aumento da temperatura a 1,5 °C e uma probabilidade de 67% de limitar o aumento a 2 °C em relação à era pré-industrial. O orçamento é expresso em $GtCO_2$ no eixo esquerdo e, no eixo direito, em anos de emissões equivalentes de CO_2 de acordo com o nível de emissões globais em 2019. O painel B mostra a distribuição das emissões de CO_2 por região no mesmo ano. O Painel B considera 193 países e territórios com informações sobre emissões de carbono em 2019. Com exceção dos países da ALC, onde foram considerados os países pertencentes à Comunidade de Estados Latino-Americanos e Caribenhos (CELAC), a definição das regiões segue a classificação do IPCC no Sexto Relatório de Avaliação do Grupo de Trabalho III, capítulo dois (Dhakal et al., 2022).

Fonte: Elaboração própria com base em dados do Global Carbon Budget (Friedlingstein, O'Sullivan et al., 2022; Global Carbon Project, 2022; Masson-Delmotte et al., 2021) e de Minx et al. (2022).

Para atingir os objetivos do Acordo de Paris, os esforços de mitigação devem ser globais. Embora haja alguma margem para distribuir esses esforços no curto prazo, dando a algumas economias mais tempo para continuar emitindo, essa margem é limitada. Isso se choca com a realidade de muitos países de baixa e média renda, inclusive os da América Latina e do Caribe, que, em geral, historicamente emitiram pouco, estão sofrendo as consequências das mudanças climáticas e consideram os esforços de mitigação um custo adicional para o desenvolvimento. Portanto, para muitos países da região é especialmente complicado responder a essa situação.

Nesse contexto, o financiamento climático se torna uma questão central para alinhar as partes. Se os países em desenvolvimento enfrentarem esforços domésticos de mitigação superiores ao que seria justo esperar, considerando suas capacidades e emissões históricas, os recursos das nações industrializadas deveriam ser usados para financiar esses países e compensar os custos causados pelas mudanças climáticas. Na seção "Financiamento internacional do clima", a discussão sobre essa questão será ampliada.



Quadro 4.1
Cálculos sobre distribuição justa de emissões

O Climate Action Tracker é uma iniciativa que coleta muitos cálculos da literatura especializada sobre como distribuir os esforços de mitigação entre os países de acordo com critérios de justiça e compara esses números com as metas propostas por cada Estado em sua NDC. A partir dessa comparação, avalia se os países estão fazendo sua "parte justa" para atingir o objetivo global de manter o aquecimento em 1,5 °C e os classifica em cinco categorias, de "compatível com o Acordo de Paris" a "criticamente insuficiente".

Conforme a análise do CAT, das 38 jurisdições pesquisadas, apenas sete apresentam metas que refletem um esforço justo e são compatíveis com a meta de limitar o aquecimento a 1,5 °C (Climate Analytics e NewClimate Institute, 2022a).

Dos sete países da região incluídos na análise CAT, a Costa Rica é o único a receber uma classificação favorável (compatível com o Acordo de Paris). Globalmente, os países que recebem uma classificação favorável geralmente têm renda mais baixa e menos emissões históricas do que os da América Latina e do Caribe. Alguns exemplos são a Etiópia, a Nigéria e o Marrocos. Embora as NDCs desses países não apresentem metas muito ambiciosas, os critérios de participação justa lhes dão margem para aumentar seus níveis de emissão no curto prazo.

Conforme referido acima, no curto prazo há alguma margem para a distribuição dos esforços de mitigação. Sobre esse ponto, surgiu uma literatura especializada que, utilizando vários critérios de justiça, oferece exercícios numéricos para estimar como deveria ser essa distribuição entre países (ou regiões). O quadro 4.1 apresenta uma breve descrição de algumas das conclusões desses exercícios.

O longo prazo: metas de emissão zero

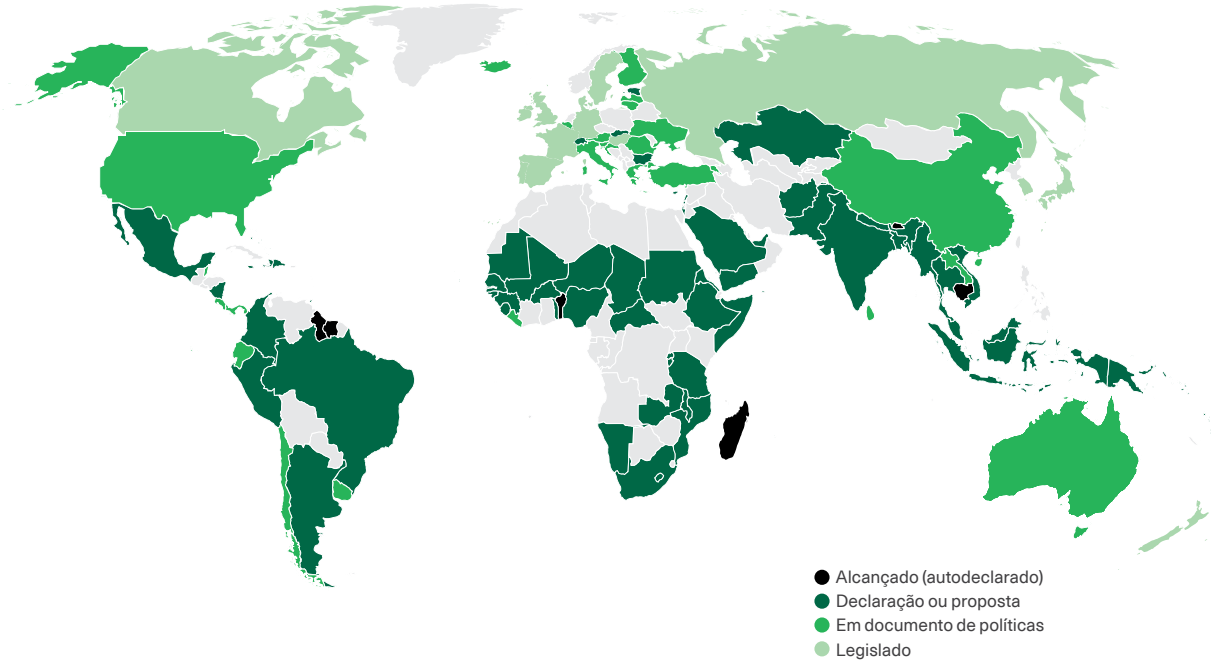
A descarbonização é uma meta de longo prazo para muitos países, conforme refletido no aumento dos anúncios de neutralidade de carbono desde 2020. No entanto, esses anúncios geralmente não são sustentados por planos claros.

Nos últimos anos, o número de jurisdições e entidades (países, regiões, cidades, empresas) que se comprometeram (*pledges) a at*ingir emissões líquidas zero em algum momento no futuro, geralmente até 2050, cresceu significativamente. Até 2015, quando o Acordo de Paris foi assinado, apenas três países haviam anunciado promessas nesse sentido (também chamadas de neutralidade de carbono). Em 2020, alguns dos maiores emissores do mundo, incluindo a UE e a China, proclamaram metas de emissões zero; a partir daí a tendência de adoção de objetivos semelhantes aumentou. Como mostra o gráfico 4.3, até julho de 2022, mais de 130 países, 230 cidades e 700 empresas haviam feito tais anúncios, incluindo 23 países e 22 cidades na América Latina e no Caribe (Lang et al., 2022).

●●

Os anúncios de neutralidade de carbono até 2050 aumentaram nos últimos anos, mas geralmente não são sustentados por um plano concreto

Gráfico 4.3
Países com metas de neutralidade de emissões por tipo de anúncio da meta



Nota: O mapa apresenta os países que declararam uma meta de neutralidade de emissões por tipo de anúncio ou política implementada. As metas de neutralidade de emissões abrangem anúncios de neutralidade de carbono, emissões zero de carbono, emissões líquidas zero de GEE ou neutralidade climática. Os países classificados na categoria alcançada (autodeclarada) são aqueles que reportam emissões negativas de GEE em seus inventários; a categoria de declaração ou proposta abrange países que declararam uma meta de neutralidade por meio da imprensa, verbalmente ou que aderiram a uma iniciativa internacional de neutralidade, mas não formalizaram o compromisso; a categoria documentos de política corresponde a países que formalizaram seu objetivo em um documento, incluindo políticas declaradas nas NDCs ou as Estratégias de Longo Prazo enviadas à Secretaria da UNFCCC; e a categoria legislado corresponde a países que apoiaram a meta com legislação ou ordem administrativa. Informações atualizadas em 6 de julho de 2022.

Fonte: Elaboração própria com base em dados do Net Zero Tracker (Lang et al., 2022).

No entanto, muitos desses anúncios são vagos e não são apoiados por um plano concreto. Essa lacuna entre objetivos e medidas específicas se reflete nas projeções climáticas. Cálculos recentes estimam que, se as promessas nacionais de neutralidade já anunciadas fossem totalmente cumpridas, o aumento da temperatura global poderia ser limitado à faixa de 2-2,4 °C até 2100, próximo da meta estabelecida no Acordo de Paris. Porém, as políticas e ações efetivamente implementadas até agora não são consistentes com essas promessas (Höhne et al., 2021).

A neutralidade é uma meta importante para atingir os objetivos climáticos globais, mas os planos devem ser apresentados com clareza para que sejam confiáveis e operacionais. Há pelo menos dois aspectos específicos que devem ser abordados com precisão quando metas dessa natureza são anunciadas. O primeiro é como essa meta (que é de longo prazo) se coordena com as iniciativas e os objetivos de curto prazo de cada país, geralmente refletidos em suas NDCs. O segundo são as premissas a partir das quais as projeções de neutralidade são feitas; em particular, qual o peso das reduções de emissões domésticas nessas projeções e qual o peso de canais alternativos, como mecanismos de compensação interjurisdicionais ou a implementação de tecnologias de emissões negativas (sequestro de carbono). O risco é que a neutralidade projetada dependa muito desses canais alternativos, em vez de se concentrar nos esforços domésticos. Os mecanismos internacionais de compensação são uma ferramenta complementar

legítima, mas não podem ser o foco das estratégias nacionais: as emissões precisam ser reduzidas em algum lugar. Por sua vez, ainda há muita incerteza sobre a escala que as tecnologias de emissões negativas podem alcançar nas próximas décadas[7].

As NDCs da região

Os países da América Latina e do Caribe cumpriram em tempo hábil suas obrigações de apresentar suas contribuições. Quase todos os Estados da região (30 de 33) têm uma NDC em vigor perante a Secretaria da UNFCCC e demonstraram um cumprimento médio dos requisitos formais de informações e transparência que devem oferecer[8].

Com relação ao conteúdo das NDCs, alguns aspectos precisam ser melhorados, especialmente em termos de articulação e concretização dos objetivos propostos. Muitas das deficiências observadas nas NDCs estão associadas ao fato de que os países não incorporam suficientemente suas características específicas na definição de prioridades e linhas de ação sobre questões climáticas. Alguns desses aspectos são discutidos a seguir.

As metas de adaptação propostas são geralmente imprecisas e não permitem que o progresso seja medido ou monitorado

Em primeiro lugar, embora muitos países enfatizem a importância do componente de adaptação em sua política climática, as metas de adaptação propostas são geralmente muito imprecisas e redigidas de uma forma que não permitem que o progresso seja medido ou monitorado. Em parte, isso se deve ao fato de que a adaptação é mais difícil de ser reduzida a métricas pontuais do que a mitigação; mas também, e mais importante, parece refletir um certo grau de desconhecimento entre os países sobre como medir o progresso e quais objetivos de adaptação devem ser estabelecidos.

Algumas das medidas propostas mostram uma busca dos países para entender melhor o problema. Por exemplo, algumas incluem a realização de estudos e o desenvolvimento de metodologias para estimar os efeitos do aquecimento global em seus territórios[9]. Isso é positivo, pois a política deve ser informada por um conhecimento rigoroso que permita identificar as necessidades, mas é importante acelerar essas tarefas para passar para o estágio de definição e implementação de ações. A maioria das NDCs inclui metas de adaptação por setor (agricultura e pecuária, gestão de recursos hídricos e saneamento são os mais frequentemente mencionados, como pode ser visto no gráfico 4.4), mas em muitos casos não são muito precisas[10]. O projeto de sistemas de monitoramento e alerta climático aparece como uma medida na maioria das NDCs da região (25 de 33). A incorporação de diretrizes de resiliência em planos de desenvolvimento territorial e regulamentações setoriais[11] também é mencionada com frequência. Por outro lado, a importância da infraestrutura e da tecnologia na adaptação é reconhecida, mas há pouca especificidade em relação a projetos ou programas de investimento nessas dimensões.

7 Além do florestamento e do reflorestamento, as tecnologias de emissões negativas discutidas incluem a geração de bioenergia com captura e armazenamento de carbono, captura direta e armazenamento de carbono (BECCS e DACCS, respectivamente, por sua sigla em inglês), fertilização oceânica e intemperismo acelerado. Há muita incerteza sobre as possibilidades práticas dessas ferramentas.

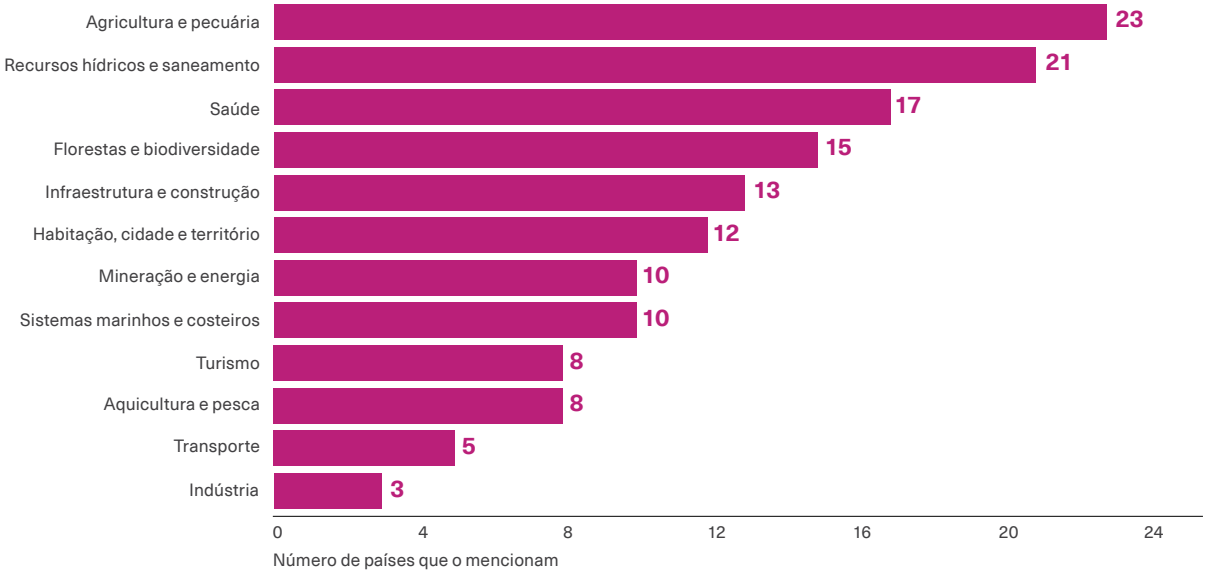
8 Há algumas deficiências nas informações fornecidas pelas NDCs, principalmente associadas ao fato de que alguns países não adotaram um ano-base como referência, não definiram uma meta global de redução de GEE ou não especificaram um período de tempo claro no qual a meta será implementada.

9 Por exemplo, a NDC do Equador propõe a "geração de conhecimento e estudos científicos sobre os efeitos das mudanças climáticas na saúde" (Governo do Equador, 2019, p. 34); a do Uruguai fala em entender a situação do país "em relação aos movimentos migratórios e aos deslocamentos humanos devido a condições ligadas às mudanças climáticas e suas cadeias de impactos derivadas" (Governo do Uruguai, 2022, p. 9).

10 Por exemplo, "aumentar a capacidade de adaptação aos impactos geradospelas mudanças climáticas por meio de produção tecnificada e boas práticas agrícolas" (Governo do Paraguai, 2021, p. 43).

11 Por exemplo, a NDC da Colômbia prevê "a inclusão de considerações sobre mudanças climáticas nos instrumentos de planejamento do setor agropecuário (PIGCCS) e implementação de ações de adaptação" (Governo da Colômbia, 2020, p. 17), e o da Costa Rica prevê que o setor agropecuário tenha até 2024 "seu próprio plano setorial de adaptação às mudanças climáticas em implementação" (Governo da Costa Rica, 2020, p. 36).

Gráfico 4.4
Setores incluídos nas metas de adaptação das NDCs



Nota: O gráfico mostra o número de países da ALC que mencionam explicitamente o setor em suas metas e ações de adaptação. Os países da ALC são os 33 países da CELAC.

Fonte: Elaboração própria a partir das versões das NDCs dos países em vigor em janeiro ou fevereiro de 2023.

Além das NDCs, no âmbito da UNFCCC, há também um processo para que os países formulem planos nacionais de adaptação, que identificam as necessidades de médio e longo prazo para uma maior resiliência. O quadro 4.2 resume o progresso na formulação de tais planos.

Embora os países apresentem uma lista de medidas de mitigação, não as acompanham com estimativas de como elas contribuiriam para a meta nacional

Em segundo lugar, os países reconhecem que têm um papel a desempenhar na mitigação e, em quase todos os casos, propõem metas concretas para seu nível de emissões (a principal exceção é a Bolívia), independentemente de essas metas serem suficientemente ambiciosas ou não (vide a subseção anterior). No entanto, embora os países apresentem uma lista de linhas de ação ou medidas de mitigação, não as acompanham com estimativas de como elas contribuiriam para a meta nacional; ou seja, geralmente há uma certa desconexão entre o geral e o específico.

Alguns dos países com maior intensidade de emissões no setor agropecuário destacam o papel desse setor em sua estratégia de mitigação (especialmente Paraguai e Uruguai). Em nível regional, as áreas de ação de mitigação mais mencionadas nas NDCs são a geração de energia, a eficiência energética e a eletromobilidade, seguidas da gestão de processos industriais e resíduos (vide o gráfico 4.5). No entanto, como regra geral, não há uma priorização clara das políticas informada pelas especificidades do país.

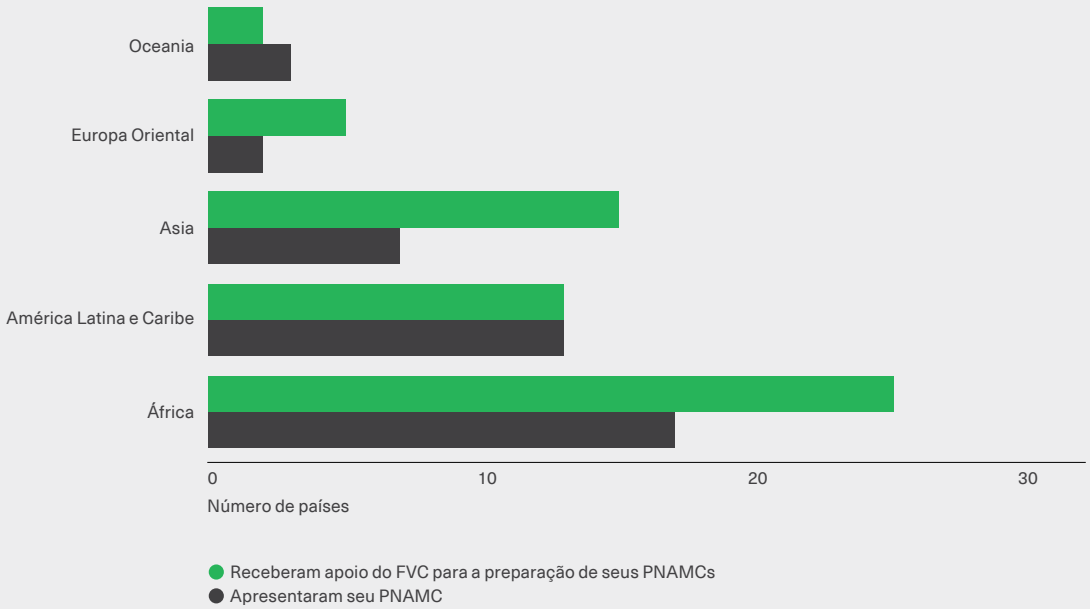
Quadro 4.2
Planos nacionais de adaptação

Na COP16 de 2010, foi criado o Quadro de Adaptação de Cancun, que convidou os países menos adiantados (PMAs), os pequenos estados insulares em desenvolviemnto (PEIDs) e outros países em desenvolvimento, a formular e implementar planos nacionais de adaptação às mudanças climáticas (PNAMCs). O objetivo era fornecer uma estrutura dentro da UNFCCC para identificar e abordar as consequências das mudanças climáticas nos países mais vulneráveis, com estratégias e programas nacionais de adaptação que seriam integrados às políticas de desenvolvimento de cada país. Assim, os PNAMCs foram estabelecidos e o Fundo Verde para o Clima (FVC) foi incumbido de financiar seus processos de formulação e implementação (Grupo de especialistas de PMA, 2023a).

Nos anos seguintes, a estrutura dos PNAMCs foi construída com base no trabalho do Grupo de Especialistas em Países Menos Adiantados da UNFCCC. A promoção de políticas de adaptação também foi ampliada a outras instituições e acordos no âmbito dessa convenção, principalmente o estabelecimento das Comunicações de Adaptação, com o artigo 7 do Acordo de Paris. Nos termos deste artigo, as partes se comprometeram a apresentar e atualizar periodicamente uma comunicação de adaptação, incluindo informações sobre suas prioridades, necessidades de implementação e planos de ação (Conferência das Partes na UNFCCC, 2016).

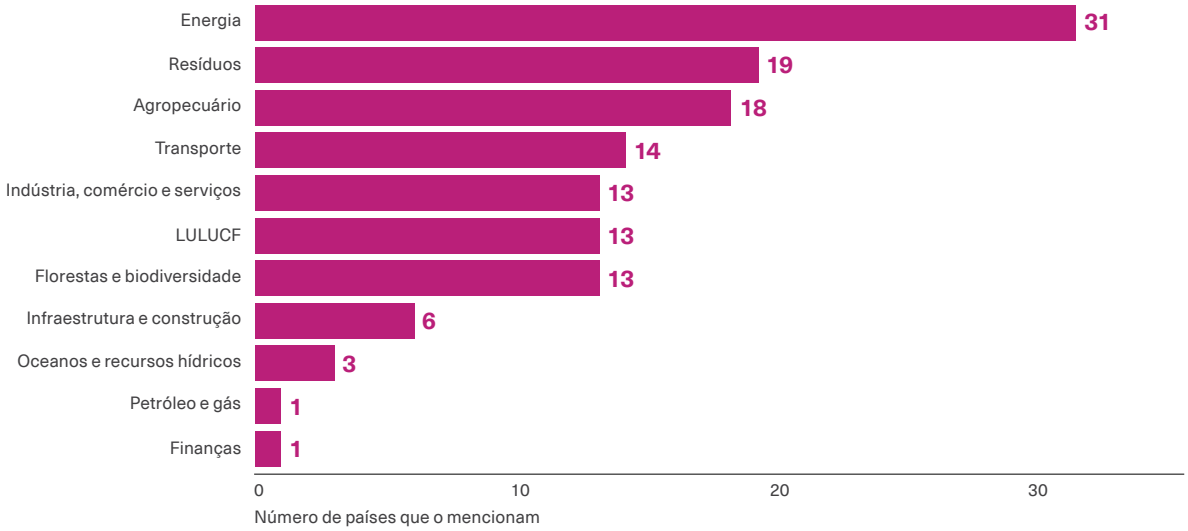
Apesar do impulso institucional dado a essa agenda durante a última década, muitos países não concluíram os planos nacionais ou as comunicações de adaptação. Em fevereiro de 2023, apenas 42 países em desenvolvimento haviam enviado seu PNAMC à UNFCCC. Treze deles são da América Latina e do Caribe (Grupo de especialistas dos PMA, 2023b). Além disso, o último relatório de progresso alerta que, em outubro de 2021, apenas treze países em todo o mundo haviam adotado ações nos PNAMCs para reduzir a vulnerabilidade e facilitar a integração da adaptação nas políticas de desenvolvimento nacionais (Grupo de especialistas de PMA, 2022).

Gráfico 1.
Ações dos países em desenvolvimento na formulação de seus PNAMCs



Fonte: Elaboração própria com base no Grupo de especialistas de PMA (2022, 2023b).

Gráfico 4.5
Setores incluídos nas metas de mitigação das NDCs



Nota: O gráfico mostra o número de países da ALC que mencionam explicitamente o setor em suas metas e ações de mitigação. Os países da ALC são os 33 países da CELAC.

Fonte: Elaboração própria a partir das versões das NDCs dos países em vigor em janeiro ou fevereiro de 2023.

Em terceiro lugar, embora várias NDCs ressaltem a importância do apoio dos países desenvolvidos para a implementação de suas próprias contribuições de mitigação[12], não há clareza suficiente sobre como esse apoio está condicionado ao cumprimento das metas. Uma forma de operacionalizar o recebimento de recursos internacionais e ações próprias é por meio da proposta de metas condicionadas. Efetivamente, a maioria dos países analisados propõe metas condicionadas, mas os principais emissores da região não o fazem. Além disso, observa-se que outra falha generalizada das metas condicionadas é que não definem claramente a condição para seu cumprimento[13]. Isso prejudica sua credibilidade. O ideal seria especificar claramente a quantidade e o tipo de recursos necessários para atingir as metas propostas.

Em quarto lugar, as NDCs oferecem pouquíssimas informações sobre o financiamento das ações climáticas. Alguns países fornecem estimativas agregadas do financiamento necessário para as NDCs, mas a maioria não o faz. Em quase nenhum caso há uma desagregação dessas necessidades, embora alguns países tenham elaborado listas de projetos que têm um custo parcialmente estimado (por exemplo, a Venezuela). O Panamá oferece estimativas de investimentos necessários para a agenda de transição energética. No caso do Chile, embora a NDC não contenha informações a esse respeito, faz referência à Estratégia Financeira do país contra as Mudanças Climáticas, publicada em 2019.

12 Por exemplo, "[O] Uruguai entende que a disponibilidade de meios de implementação fornecidos pelos países desenvolvidos é um requisito para que a implementação da ação climática ocorra em uma estrutura de transição justa e de justiça climática" (Governo do Uruguai, 2022, p. 60).

13 Por exemplo, a NDC do México afirma que o país pode, condicionadamente, "aumentar sua meta para 2030 (...) se o financiamento internacional, a inovação e a transferência tecnológica forem ampliados, e se outros países, principalmente os maiores emissores, fizerem esforços proporcionais em direção aos objetivos mais ambiciosos do Acordo de Paris" (Governo do México, 2022, p. 9). A NDC da Venezuela afirma: "O grau de alcance dessa meta dependerá do cumprimento dos compromissos dos países desenvolvidos em termos de fornecimento de financiamento, transferência de tecnologia e capacitação" (Governo da República Bolivariana da Venezuela, 2021, p. 22).

As NDCs oferecem pouquíssimas informações sobre o financiamento das ações climáticas

Por fim, e relacionado aos dois pontos anteriores, os países ainda não identificaram as ações para as quais necessitam de financiamento ou transferência de recursos e capacidades dos países desenvolvidos. Isso está explícito em algumas NDCs, como as da Costa Rica e da Colômbia[14]. Um ponto positivo é que os países reconhecem a importância de desenvolver metodologias para identificar essas necessidades, uma tarefa que deve ser priorizada no curto prazo para melhor vincularas metas de mitigação e adaptação à demanda por recursos.

Financiamento internacional do clima

Conforme observado na seção anterior, há uma tensão entre 1) a necessidade dos países em desenvolvimento contribuírem para os esforços globais de mitigação, e 2) as reivindicações de justiça na distribuição de responsabilidades. O financiamento climático poderia ser um canal para resolver essa tensão. Embora seja fundamental que todos os países avancem em direção à descarbonização, alguns devem arcar com uma parcela maior dos custos dessa transição. A ideia de que o financiamento climático é uma forma de concretizar as reivindicações de equidade e justiça dos países com menores responsabilidades históricas pelas mudanças climáticas nem sempre é explicitamente articulada. Porém, está começando a ser adotada em algumas das NDCs da região.

Esta seção apresenta cinco pontos centrais: 1) os volumes de recursos mobilizados até o momento são baixos em relação às necessidades; 2) há um descompasso entre as exigências dos países em desenvolvimento para investir em adaptação e os incentivos dos países industrializados para financiar a mitigação; 3) a canalização do financiamento por meio de fundos multilaterais para o clima tem algumas vantagens que merecem o fortalecimento do papel desses órgãos; 4) os critérios para reportar as atividades de financiamento não são claros, e isso gera incerteza e suspeita entre os países; e 5) ainda há muitas imprecisões e incertezas em relação às necessidades de financiamento dos países, especialmente quanto aos requisitos de apoio financeiro internacional. Esses cinco argumentos apontam, por sua vez, para as tarefas pendentes em termos de financiamento climático, que são apresentadas a seguir.

Aumentar o fluxo de recursos no financiamento climático

É difícil precisar os valores que foram realmente dedicados ao financiamento de ações climáticas até agora, devido à multiplicidade de atores e à falta de critérios compartilhados para registrar e reportar essas ações. Um relatório da Climate Policy Initiative (CPI) estima US$ 632 bilhões por ano até 2020, com um valor para a América Latina e o Caribe entre US$ 23 e 35 bilhões por ano (Naran et al., 2022;

14 A Costa Rica "está atualmente desenvolvendo instrumentos que facilitarão a identificação dessas necessidades mais concretas para a implementação e a prestação de apoio" (Governo da Costa Rica, 2020, p. 83); e, de acordo com a NDC da Colômbia: "O país identificou 132 necessidades em matéria de financiamento, fortalecimento/capacitação, e desenvolvimento e transferência de tecnologia (...) apesar de não ter uma metodologia padronizada para identificá-las (...) as informações fornecidas não refletem totalmente as necessidades do país e será necessário continuar trabalhando nessas áreas" (Governo da Colômbia, 2020, p. 23).



Schneider, 2023). Esses recursos incluem múltiplas fontes públicas e privadas, nacionais e internacionais. De acordo com a CPI, aproximadamente metade do financiamento global observado vem do setor público (bancos nacionais de desenvolvimento, multilaterais, orçamentos nacionais, etc.) e a outra metade do setor privado. Por outro lado, um pouco mais de 75% seriam recursos domésticos e apenas um quarto seriam fluxos internacionais.

O financiamento internacional, em particular a canalização de recursos de países ricos para os países em desenvolvimento, é de especial relevância para esse capítulo. Na COP 15, em 2009, os países desenvolvidos se comprometeram coletivamente a fornecer US$ 30 bilhões "novos e adicionais" por ano durante os anos 2010-2012 e a mobilizar US$ 100 bilhões por ano até 2020[15] (Conferência das Partes na UNFCCC, 2010, p. 7). Esse valor era pequeno em comparação com as necessidades existentes, que, segundo algumas estimativas, são uma ordem de magnitude maior (vide abaixo), mas pelo menos serviu para estabelecer um nível mínimo de ambição. Mesmo assim, os recursos mobilizados ficaram abaixo do que foi anunciado.

Além disso, embora tenha havido um reconhecimento generalizado de que a meta de US$ 100 bilhões para 2020 não foi atingida, há divergências entre países e instituições no cálculo dos valores mobilizados. De acordo com um estudo da OCDE (2022b), os valores variaram de US$ 52,4 bilhões em 2013 a US$ 83,3 bilhões em 2020 (um crescimento médio anual de cerca de 7%). Em contrapartida, um relatório publicado pela Oxfam estima os valores em um terço: entre US$ 21 bilhões e US$ 25 bilhões em 2020 (Carty e Kowalzig, 2022). Essa estimativa é muito menor, principalmente porque usa o critério de que os empréstimos, especialmente os não concessionais, não devem ser contabilizados para as metas de financiamento climático da mesma forma que as transferências não reembolsáveis. O argumento é que os empréstimos, especialmente se forem a taxas de mercado, não representam um esforço por parte dos financiadores. Esse ponto é importante porque mais de 70% dos recursos públicos mobilizados pelos países ricos para os países em desenvolvimento assumem a forma de empréstimos e apenas um quarto são transferências não reembolsáveis (OCDE, 2022c).

Para esclarecer algumas das diferenças de critérios, é importante reconhecer que, dentro do que é chamado de financiamento climático, há atividades que têm um componente redistributivo e outras que não têm. Os fundos não reembolsáveis, por exemplo, envolvem redistribuição para o país beneficiário, mas os empréstimos baseados no mercado, não. Embora ambos os tipos de atividade desempenhem um papel no financiamento, essa diferença é fundamental. Quando os países ricos fizeram a promessa de US$ 100 bilhões, não especificaram nada sobre os tipos de instrumentos, portanto, de certa forma, não se tratava de uma meta vinculada à redistribuição ou compensação. Consequentemente, as críticas dos outros países não se limitam ao fato de que a meta não foi atingida, mas se estendem ao fato de que os países ricos e grandes emissores fizeram pouco para compensar os restantes.

Do ponto de vista da justiça climática, os países em desenvolvimento têm razões para exigir mais recursos na forma de transferências não reembolsáveis e créditos concessionais. Um problema, no entanto, é a dificuldade em ser mais específico sobre quanto dinheiro e por meio de quais instrumentos esses fundos devem ser transferidos entre os países, porque, conforme discutido anteriormente neste capítulo, não há uma instância central que responda a essas perguntas. O diálogo sobre o financiamento climático poderia ser facilitado se houvesse números específicos em torno dos quais negociar. Esse ponto é retomado nas subseções a seguir.

15 Esse último compromisso foi estendido até 2025 na Conferência de Paris.

Abordar as tensões entre os países em relação às categorias de financiamento (adaptação, mitigação e danos)

Quase todo o financiamento climático atual vai para projetos de mitigação, e menos do 10 % vai para adaptação (Naran et al., 2022). Isso está associado à predominância de empréstimos e à rentabilidade financeira dos projetos: os investimentos em adaptação, diferentemente dos investimentos em mitigação, em muitos casos não geram fluxos de receita diretos para pagar os empréstimos[16]. Consequentemente, os dados mostram uma tendência dos créditos para mitigação e das transferências não reembolsáveis para adaptação (também se observa muito pouco financiamento de fontes privadas para adaptação) (OCDE, 2022c). A predominância de projetos de mitigação também pode ser devida, em parte, ao fato de que os países parecem ter menos clareza sobre os investimentos específicos em adaptação de que precisam (vide a seção "Situação atual: compromissos nacionais no âmbito do Acordo de Paris").

Outro motivo pelo qual os países em desenvolvimento têm exigido há anos que os países industrializados lhes transfiram recursos é o de perdas e danos (*loss and damage). A c*riação de um fundo exclusivamente para esse fim foi proposta em vários fóruns e COPs, onde foi inicialmente rejeitada pelas nações desenvolvidas. Mesmo assim, muitos detalhes ainda precisam ser definidos, incluindo a lista de países que deverão depositar dinheiro no fundo e os valores envolvidos.

O quadro geral é que os países industrializados não estiveram dispostos a fornecer financiamento climático, especialmente para causas que não sejam de mitigação. De sua perspectiva, esses países querem maximizar a redução de emissões por cada dólar gasto em investimentos climáticos. Isso reflete uma divergência central entre os países que fornecem e os que recebem recursos climáticos. Para os primeiros, é muito caro destinar o orçamento para investimentos (fora de seu território) que não geram ganhos de mitigação. Para os segundos, a mitigação acarreta custos (não só pelo investimento em projetos, mas também porque aumenta os preços na economia[17]) que são percebidos como injustos, e para incorrer neles precisam ser compensados.

Há uma tensão entre as necessidades dos países em desenvolvimento de investir em adaptação e os incentivos dos países industrializados para financiar a mitigação

Aumentar o volume de recursos mobilizados é uma tarefa complexa que requer resolver ou, pelo menos, atenuar essa divergência entre os países fornecedores e receptores. Manter separadas as categorias de mitigação, adaptação e compensação de perdas pode ser contraproducente nesse sentido: alguns querem financiar a mitigação e outros querem receber pela adaptação e compensação. Uma alternativa seria os países em desenvolvimento estabelecerem objetivos de mitigação em troca do recebimento de um montante definido de recursos que não se limitasse a pagar pela implementação da mitigação, mas que também tivesse um componente de compensação incorporado (que o país beneficiário poderia usar, entre outras coisas, para investimentos em adaptação). Isso poderia ser expresso por meio de metas condicionadas nas NDCs, detalhando os compromissos de mitigação, as ações (verificáveis) para atingi-los e os valores exigidos em troca[18]. Seguir nessa direção significaria passar da abordagem atual, em que projetos específicos são financiados (por exemplo, a construção de um conjunto de usinas de energia renovável), para uma abordagem em que seriam financiados planos gerais.

16 Por exemplo, os sistemas de alerta precoce para riscos climáticos, que muitos países destacam como parte de seus projetos de adaptação, não geram receitas diretas. Em contrapartida, as usinas eólicas ou solares, que são projetos típicos de mitigação, têm um fluxo de caixa proveniente da venda de eletricidade.

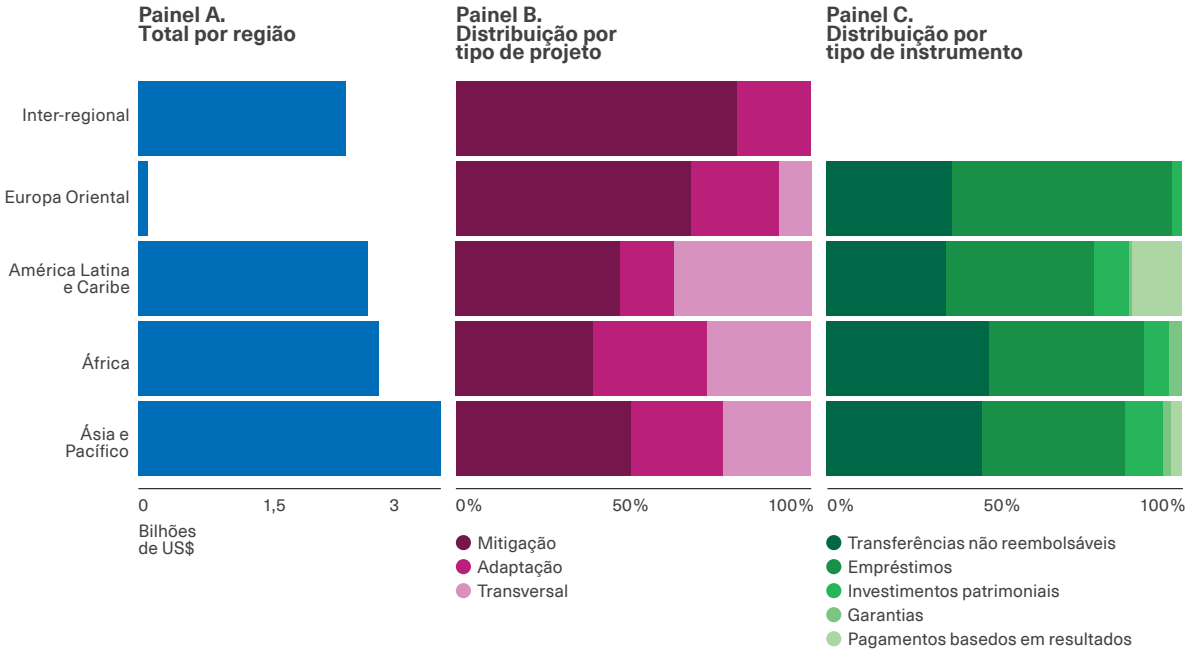
17 Há ações de mitigação que não têm custos de investimento significativos, mas são caras em termos de seus efeitos sobre a economia no curto prazo, como, por exemplo, um imposto sobre o carbono.

18 Atualmente, vários países apresentam metas condicionais em suas NDCs, mas as informações sobre os compromissos e as condições geralmente são muito incompletas e imprecisas (vide a seção "Situação atual: compromissos nacionais no âmbito do Acordo de Paris").

Fortalecer o papel dos fundos climáticos multilaterais no panorama de financiamento climático

Centralizar e canalizar as contribuições dos países industrializados por meio de fundos climáticos tem algumas vantagens. Em primeiro lugar, aumenta a visibilidade da contribuição de cada país: quando os recursos são movimentados principalmente por meio de canais bilaterais, é mais fácil que as responsabilidades sejam diluídas no coletivo dos países industrializados. Além disso, os fundos multilaterais são, juntamente com as agências nacionais de cooperação para o desenvolvimento, as instituições que fornecem uma maior porcentagem de seu financiamento através de transferências não reembolsáveis e créditos preferenciais. Isso é uma consequência direta de seu mandato (OCDE, 2022c). Os países em desenvolvimento devem promover o reforço do papel desses fundos, considerando que atualmente eles representam uma pequena parcela dos fluxos de financiamento climático (cerca de US$ 4 bilhões por ano). O Fundo Verde para o Clima (FVC), criado em 2010, tornou-se a maior dessas fontes de financiamento. Desde 2015, quando começou a alocar recursos, concedeu pouco mais de US$ 10 bilhões para projetos de vários tipos (vide o gráfico 4.6).

Gráfico 4.6
Financiamento acumulado concedido pelo FVC



Nota: O painel A apresenta os valores totais acumulados de financiamento concedido pelo FVC por região entre 2015 e fevereiro de 2023, em bilhões de dólares correntes. O painel B mostra a distribuição (em porcentagem) do financiamento, por região, de acordo com o tipo de projeto: adaptação às mudanças climáticas, mitigação de GEE ou uma combinação de ambos (rotulado como "transversal"). O painel C mostra a participação (em porcentagem) do financiamento, por região, de acordo com o tipo de instrumento de financiamento.

Fonte: Elaboração própria com base em dados do FVC (2022).

Melhorar a transparência nos números do financiamento climático

Há pouca clareza sobre os valores movimentados para financiamento climático. Essa opacidade se deve à falta de critérios compartilhados sobre o que deve contabilizado como financiamento climático e como essas atividades [19]devem ser reportadas. Weikmans e Roberts (2019) especificam algumas das fontes de confusão nessa área. Para começar, ao informar à Secretaria da UNFCCC sobre essas questões, os países desenvolvidos têm ampla liberdade para definir se um projeto é climático. Isso abre a porta para superestimações. Weikmans et al. (2017) avaliaram 5.200 projetos reportados à OCDE em 2012, totalizando US$ 2,7 bilhões de financiamento direcionado para a adaptação às alterações climáticas, e descobriram que apenas US$ 1,2 bilhões pareciam estar genuinamente direcionados para projetos de adaptação. Associado a isso, muitos países utilizam metodologias de reporte que não são suficientemente granulares e que atribuem o valor total de um projeto à categoria de financiamento climático, mesmo quando apenas alguns dos seus componentes estão relacionados com a ação climática. Outro problema é que, em alguns casos, os países não distinguem com clareza suficiente entre o dinheiro autorizado e o dinheiro efetivamente desembolsado. No caso de fundos investidos através de organizações multilaterais (e não através de projetos bilaterais), há também uma complicação na forma de estimar qual parcela desses fundos é direcionada para projetos climáticos.

Há pouca clareza sobre os valores movimentados para financiamento climático, devido à falta de critérios compartilhados para contabilizar e reportar essas atividades

É importante trabalhar na melhoria contínua dos métodos de comunicação sobre essas questões. Essa é uma tarefa valiosa porque a opacidade em relação aos números de financiamento prejudica a confiança entre as partes e, portanto, é um dos obstáculos para aumentar os fluxos de recursos.

Melhorar o conhecimento sobre as necessidades de financiamento

Determinar o custo da mitigação e da adaptação é uma tarefa extremamente complexa. Portanto, as estimativas são escassas, incertas e difíceis de comparar diretamente. Levando isso em conta, números recentes da Agência Internacional de Energia (AIE) e da Climate Policy Initiative estimam que globalmente são necessários fluxos financeiros de pelo menos US$ 4 trilhões por ano até 2030 (AIE, 2021; Naran et al., 2022)[20]. Esses números mostram quão modesta foi a promessa anual de US$ 100 bilhões feita pelos países industrializados em 2009.

Apesar das dificuldades associadas, o trabalho com estimativas de necessidades de financiamento pode ser valioso para estabelecer referências concretas em negociações internacionais. Seria especialmente útil ter essas estimativas em nível nacional nos países onde elas são escassas. Uma boa prática nesse sentido seria dedicar recursos para fazer estimativas rigorosas dos custos de implementação dos compromissos nacionais e incorporar essas informações às NDCs. Essas informações são inexistentes ou muito parciais na maioria dos casos. Alguns países informam os valores, mas é difícil interpretar e comparar

19 Essa discussão sobre o que é (e o que não é) financiamento climático é diferente da discussão anterior sobre como contabilizar os diferentes tipos de instrumentos para os compromissos de financiamento.

20 Outros estudos que dão uma ideia da ordem de grandeza dos valores são os de Fankhauser et al. (2016), que reúne estimativas de várias instituições e coloca as necessidades de investimento em mitigação nos países em desenvolvimento na faixa de US$ 180 a US$ 540 bilhões por ano; e Songwe et al. (2022), que estima em US$ 1 trilhão por ano o valor de financiamento externo que precisaria ser mobilizado até 2030 para os países em desenvolvimento e emergentes (excluindo a China).

esses números, principalmente porque há diferenças na forma como os países os apresentam. Por exemplo, alguns países falam sobre necessidades de financiamento e outros sobre custos de implementação das NDCs (que não são necessariamente a mesma coisa), enquanto outros apresentam custos de projetos específicos em vez de números globais. A Tabela 4.2 resume as informações relatadas nas NDCs. Há muita variação na magnitude relativa dessas necessidades. Como porcentagem do PIB, elas tendem a ser maiores nos países menores.

Em alguns casos, o valor é muito baixo em relação ao tamanho da economia, o que sugere que pode se tratar de uma subestimação das necessidades reais de financiamento. No caso do Brasil (que não aparece na Tabela 4.2 porque não informou um valor na atualização mais recente de sua NDC), foi feita uma estimativa preliminar dos recursos necessários para financiar a implementação das ações nacionais de mitigação da NDC por iniciativa do Ministério do Meio Ambiente: o número obtido varia de US$ 260 e 280 bilhões por ano na atual década.

Tabela 4.2
Necessidades de financiamento declaradas na última versão das NDCs da América Latina e do Caribe

País	Valores em bilhões de US$			Total como porcentagem do PIB
	Mitigação	Adaptação	Total	
Antígua e Barbuda[/]	s.d.	s.d.	1,70	112,8%
Bahamas[a/]	s.d.	s.d.	4,00	32,3%
Belize[a/]	1,24	0,15	1,39	60,3%
Colômbia[b/]	s.d.	0,23	0,23	0,1%
Cuba[c/]	13,78	s.d.	13,78	14,4%
El Salvador[b/]	s.d.	0,08	0,08	0,3%
Granada[a/]	1,05	s.d.	1,05	94,7%
Guiana[e/]	s.d.	1,6	1,60	34,1%
Haiti[a/]	4,06	17,98	22,04	146,7%
México[d/]	85,00	s.d.	85,00	7,2%
República Dominicana[d/]	8,92	8,63	17,55	21,9%
São Cristóvão e Neves[a/]	0,64	0,127	0,76	73,3%
Santa Lúcia[a/]	0,37	s.d.	0,37	18,7%
Suriname[a/]	s.d.	0,70	0,70	17,4%
Trindade e Tobago[a/]	2,00	s.d.	2,00	8,2%
Venezuela[c/]	0,08	s.d.	0,08	0,0%
Total	117,14	29,50	152,33	6,8%

Nota: A tabela apresenta os valores informados nas NDCs dos países da ALC para a implementação de seus objetivos. O cálculo e a interpretação dos valores variam entre os países, conforme descrito abaixo: a/ esses países informam os custos de implementação das metas de mitigação ou adaptação; b/ o valor global é a soma dos valores informados como "apoio financeiro necessário" para implementar ações vinculadas às suas metas de adaptação às mudanças climáticas; c/ o valor global é calculado a partir da soma dos custos estimados para implementar as políticas, projetos ou ações de mitigação propostos em sua NDC; d/ declaram o requisito de mobilização de financiamento climático para implementar as metas; e/ o total de requisitos para implementar as metas de adaptação, sem especificar se os valores correspondem aos custos. Os países não incluídos na tabela não declaram necessidades de financiamento quantificadas para suas metas. O Brasil e a Dominica haviam declarado valores em versões anteriores de suas NDCs, mas não nas mais recentes. O PIB médio entre 2015 e 2019 (exceto para a Venezuela, onde são utilizados dados de 2014) é expresso em US$ a preços correntes. Informações atualizadas em 31 de dezembro de 2022. A abreviação "s.d." refere-se a dados não incluídos na NDC. Os casos que não detalham valores desagregados para mitigação ou adaptação apresentam o valor total.

Fonte: Estimativa própria a partir de Schneider (2023), atualizada com as versões atuais das NDCs dos países enviadas à Secretaria da UNFCCC (2022a) e dados do PIB do Banco Mundial (2023b).

Interação entre política climática e política comercial

Os fóruns internacionais sobre mudanças climáticas não buscaram explicitamente nem serviram para homogeneizar políticas e ações concretas entre os países. Como resultado, há diferenças entre as jurisdições quanto à ambição de suas políticas nessa área. Essas diferenças, por sua vez, geram tensões nacionais e internacionais, pois as regulamentações ambientais afetam as estruturas de custo e, portanto, a competitividade das empresas.

Um caso claro é o das diferenças nas políticas que estabelecem um preço para as emissões. Isso cria um incentivo para que as atividades com uso intensivo de carbono se desloquem para locais onde o preço é baixo. Assim, geralmente há oposição interna nos países à implementação de regulações ambientais mais rígidas do que as de seus pares. Isso significa que a existência de jurisdições com um preço muito baixo ou zero sobre as emissões limita a ambição de outros países, que desejarão evitar que as brechas regulatórias tenham efeitos de distorção contra eles.

Em linha com isso, as jurisdições com políticas de mitigação mais ativas, especificamente a UE, estão buscando integrar aspectos da política climática à política comercial. O principal objetivo é desestimular a importação de bens com uso intensivo de emissões provenientes de locais com regulamentações mais frouxas e responde a dois tipos de argumentos que são importantes de diferenciar:

- O primeiro tem a ver com a proteção das indústrias locais. Em jurisdições onde o preço do carbono é comparativamente alto, os setores expostos ao comércio perdem competitividade para os produtores estrangeiros. A preocupação, portanto, é que as empresas se desloquem para locais menos regulamentados. A partir dessa visão, a política comercial tem um papel importante para compensar a perda de competitividade causada pela regulação ambiental na indústria local.
- O segundo está relacionado à eficácia da política climática. Se as regulamentações climáticas forem muito diferentes entre as jurisdições, é possível que as emissões simplesmente se desloquem. Isso enfraquece ou até mesmo anula o impacto das regulamentações sobre os níveis de emissões globais. Portanto, a política comercial seria uma ferramenta para alinhar os incentivos dos produtores globais para alcançar maiores reduções de GEE.

Efetivamente, há algumas evidências por trás de ambos os pontos, embora os estudos sejam escassos. Em relação ao primeiro, constatou-se que as regulamentações ambientais (assimétricas) prejudicam a competitividade das empresas que enfrentam mais restrições. Isso se traduz em reduções no comércio, no emprego e na produtividade no curto prazo para essas empresas. Contudo, os custos das regulamentações ambientais parecem ser de magnitude modesta, ou seja, têm pouco peso em comparação com outros determinantes da produção e do comércio[21]. A sua vez, as regulamentações induzem à inovação em tecnologias limpas, mas não em uma escala suficiente para compensar os custos da regulamentação (Dechezleprêtre e Sato, 2017; Lanoie et al., 2011)[22].

●●

Os países com políticas de mitigação mais ativas buscam integrar a política climática à política comercial

Quanto ao segundo argumento, há evidências de um deslocamento das emissões entre jurisdições (o chamado *carbon leakage em in*glês) como produto da regulamentação ambiental. A variável geralmente utilizada para medir o grau de deslocamento é o aumento das emissões estrangeiras como uma porcentagem da redução das emissões domésticas. Um

21 Uma limitação desses estudos é que os dados provêm de casos reais em que os preços do carbono observados são relativamente baixos. Outras metodologias, baseadas em modelos que avaliam aumentos hipotéticos mais ambiciosos do preço do carbono, mostram efeitos quantitativamente maiores (Carbone y Rivers, 2017).

22 A "hipótese de Porter", que leva o nome do seu proponente, Michael Porter, pressupõe que as regulamentações ambientais podem ser benéficas para as empresas porque incentivariam a inovar o suficiente para obterem ganhos de produtividade que compensassem os custos do cumprimento da regulamentação. Os resultados empíricos não suportam essa hipótese.

valor de 100% nesse indicador, por exemplo, indicaria que as emissões globais permaneceram inalteradas e simplesmente se deslocaram. Há muita heterogeneidade nos cálculos a esse respeito. A taxa de deslocamento de emissões foi estimada entre 5% e 30% para os países industrializados. Quando o foco é colocado em setores intensivos em energia e expostos ao comércio, a faixa de estimativas aumenta para 20% a 70% (Cosbey et al., 2019).

Uma descrição dos esquemas de precificação de carbono e da heterogeneidade que existe internacionalmente a esse respeito é apresentada a seguir, antes de passar à discussão de políticas comerciais que poderiam neutralizar os incentivos criados por essas diferenças entre jurisdições.

Variação entre países no preço do carbono

O preço do carbono (ou das emissões) é uma política essencial para reduzir a taxa de emissões de GEE (Blanchard et al., 2022). A importância desse preço é que permite que as emissões sejam reduzidas de forma eficiente: as empresas investem em redução se o custo for menor do que o preço das emissões e, caso contrário, pagam para emitir. Isso garante que qualquer nível geral de redução alcançado seja feito com o menor custo possível. Por sua vez, o nível de redução pode ser controlado alterando o preço das emissões.

●●

Na América Latina e no Caribe, cinco países estabeleceram impostos sobre combustíveis fósseis, e um tem um SCE em fase de teste

O preço do carbono pode ser implementado com dois instrumentos alternativos: um imposto sobre emissões ou um sistema de comércio de emissões (SCE)[23]. Este sistema estabelece um limite para o total de emissões em uma jurisdição e, dentro dessa jurisdição, permite a troca de licenças; dessa troca surge um preço para as licenças, ou seja, um preço para as emissões. Via de regra, esses instrumentos são aplicados em nível nacional, mas também podem ser estabelecidos em nível subnacional (principalmente em estados federais) ou em nível internacional. De fato, um dos exemplos mais emblemáticos de SCEs é o Regime de Comércio de Direitos de Emissão da UE, sob o qual os 27 países membros do bloco são governados.

Na América Latina e no Caribe, cinco países estabeleceram impostos sobre combustíveis fósseis (com diferentes níveis de abrangência): Argentina, Chile, Colômbia, México e Uruguai. Há também impostos estaduais em três jurisdições mexicanas: Baixa Califórnia, Tamaulipas e Zacatecas. Além disso, há um SCE em fase de teste: o Sistema de Comércio de Emissões do México (gráfico 4.7). Por outro lado, a existência desses esquemas de precificação de carbono nem sempre reflete uma política climática muito ativa. Alguns desses instrumentos foram projetados de tal forma que não levam a aumentos significativos nos preços dos combustíveis (portanto, também não alteram muito os padrões de consumo)[24]. Além disso, geralmente incluem isenções para alguns combustíveis amplamente utilizados e, em vários países, coexistem com subsídios diretos ou indiretos para o uso de combustíveis fósseis.

A lista de esquemas de precificação de carbono na região pode ser ampliada nos próximos anos. A República Dominicana anuncia em sua atual NDC que está preparando a criação de um sistema de comércio de emissões domésticas, enquanto a NDC da Colômbia inclui como objetivo a implementação até 2030 do Programa Nacional de Cotas Comercializáveis de Emissões. Entre os esquemas existentes até agora, observa-se que predominam os impostos sobre os SCE. Uma razão para isso é que os impostos

23 O que em inglês é conhecido como cap and trade.

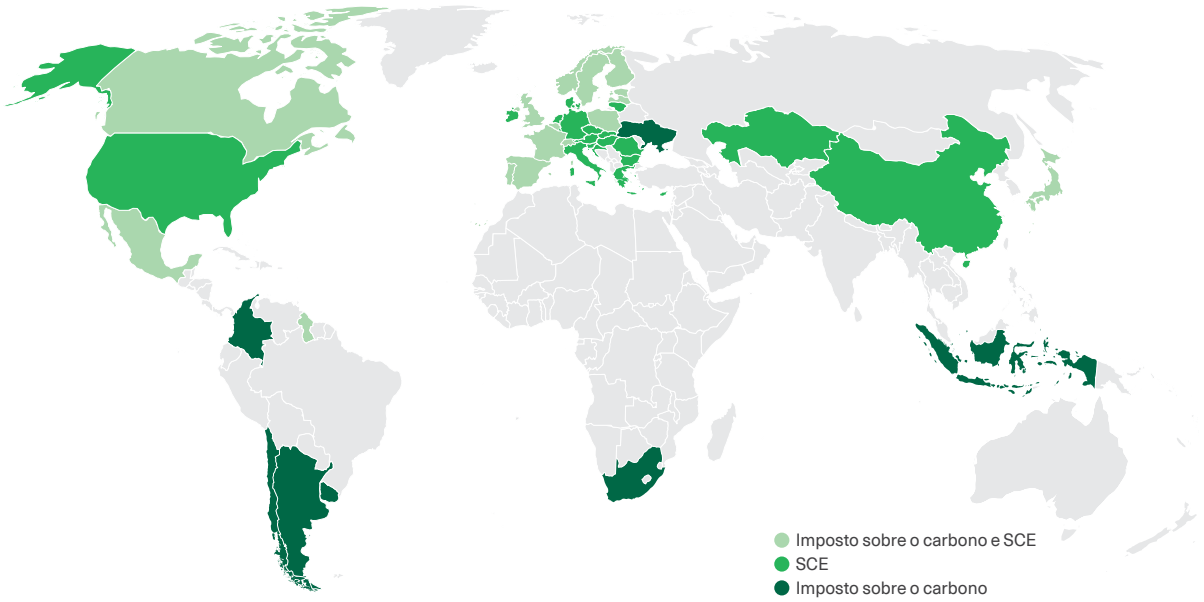
24 Por exemplo, o imposto sobre o dióxido de carbono da Argentina tem sua origem em um antigo imposto sobre combustíveis que não tinha motivação ambiental e que foi reformulado para vinculá-lo ao conteúdo de CO_2 dos produtos, mas impedindo que a mudança levasse a aumentos de preços.

são relativamente mais fáceis de implementar. No capítulo 2 há uma discussão mais detalhada sobre as vantagens e custos relativos de ambos os sistemas.

A unificação dessas políticas em níveis supranacionais é uma possibilidade técnica sobre a qual houve alguns pronunciamentos tímidos. Em 2017, os governos do Chile, Colômbia, Costa Rica e México assinaram a Declaração de Paris sobre Precificação de Carbono nas Américas, juntamente com o Canadá, os governos provinciais canadenses de Alberta, Colúmbia Britânica, Nova Escócia, Ontário e Quebec, bem como os da Califórnia e Washington nos Estados Unidos. O documento solicitou a criação de uma plataforma de cooperação para alinhar os sistemas de precificação de carbono e promover os mercados de carbono (*Declaração de Paris sobre a precificação de carbono nas Américas, 2017*). No entanto, os avanços são quase inexistentes.

É importante fazer uma distinção entre impostos e SCEs em termos das possibilidades de cooperação e integração internacional nessas políticas. No caso dos impostos, o alinhamento entre jurisdições limitar-se-ia à unificação das taxas e do âmbito do imposto. Em contrapartida, a integração dos SCEs é mais profunda, pois envolve a permissão de compra e venda de licenças entre as empresas emissoras sediadas nas diferentes jurisdições envolvidas. O melhor exemplo disso no continente americano são os sistemas de comércio de licenças da Califórnia (EUA) e de Quebec (Canadá), que estão integrados desde 2014[25]. Esse caso ilustra dois pontos importantes: 1) que a adjacência geográfica das jurisdições não é requisito para a integração de seus SCEs; e 2) que os governos subnacionais podem ser atores importantes em política climática.

Gráfico 4.7
Esquemas de precificação de carbono por país



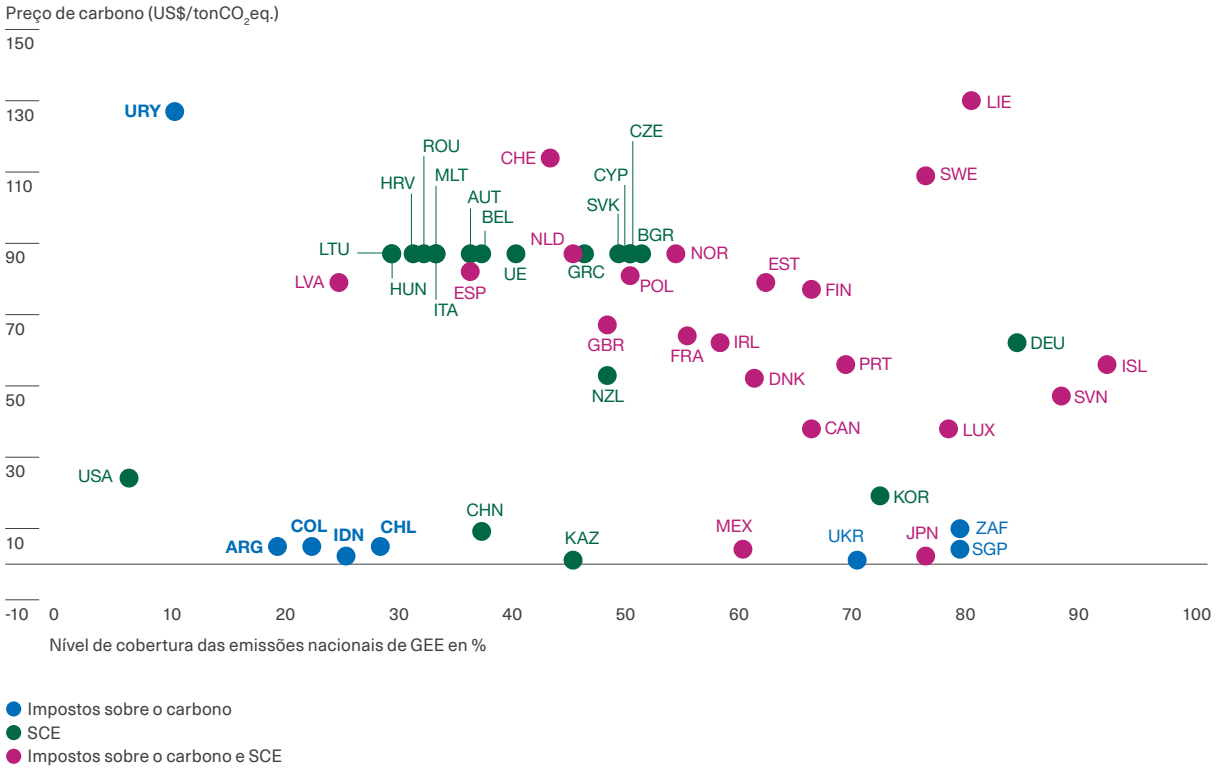
Nota: o gráfico mostra os países ou sub-regiões que, a partir de julho de 2022, possuem um esquema de precificação de carbono, categorizados de acordo com o esquema adotado. No caso dos EUA, não há um SCE nacional, mas esquemas regionais em que participam vários estados. O Canadá e a China têm um sistema nacional de precificação de carbono em conjunto com esquemas regionais.

Fonte: Elaboração própria com base em Black et al. (2022).

25 Também no continente está a Regional Greenhouse Gas Initiative, um SCE para geradores elétricos de 11 estados do leste e nordeste dos EUA.



Gráfico 4.8
Preços do carbono e cobertura de emissões por tipo de esquema e país



Nota: Cada ponto representa um país. O eixo vertical reflete o preço do carbono em US$ de 2021 por tCO_2eq. Quando aplicável, os preços são médias ponderadas dos esquemas nacionais, subnacionais e supranacionais (como no caso da UE). O eixo horizontal mede a porcentagem das emissões do país cobertas pelo esquema.

Fonte: Parry et al. (2022).

O SCE da Califórnia e de Quebec mostra que a adjacência geográfica não é requisito para a integração dos SCEs

Obviamente, a integração do SCE implica que o preço das emissões seja igualado entre as jurisdições. Portanto, as jurisdições que desejam integrar seus SCEs devem compartilhar um nível semelhante de ambição climática. Atualmente, há uma grande heterogeneidade no preço das emissões entre os países, conforme mostrado no gráfico 4.8. Por exemplo, os impostos sobre combustíveis fósseis na Argentina, Colômbia e México chegam a menos de US$ 5/tCO_2eq; em comparação, o preço no SCE de Quebec-Califórnia chegou a US$ 30/tCO_2eq e no SCE da UE ultrapassou US$ 100 USD/tCO_2eq[26]. Nesse aspecto, o Uruguai se destaca pelo alto valor de seu imposto sobre combustíveis fósseis, embora cubra uma baixa porcentagem das emissões do país. O imposto sobre o carbono, após uma reforma que

26 Nos SCE, o preço é flutuante.

entrou em vigor em 2022, é de aproximadamente US$ 130 USD/tCO_2eq[27]. A heterogeneidade é ainda maior da que se evidencia no gráfico, uma vez que nele não aparecem jurisdições que não possuem preço de carbono.

Mecanismos de ajuste de fronteira

Como os preços do carbono na UE são comparativamente altos, é lógico que seja uma jurisdição interessada em introduzir mecanismos para neutralizar as consequências dessas diferenças de preço. Uma ferramenta de política comercial que já está bem avançada no processo legislativo europeu e que provavelmente será implementada nos próximos anos é o mecanismo de ajuste de fronteira de carbono (CBAM, por sua sigla em inglês). Esse mecanismo exige que os bens importados para a UE paguem um valor equivalente ao que seria pago pelas emissões de GEE se tivessem sido produzidas em seus países membros.

Mecanismos desse tipo têm uma lógica clara que favorece a mitigação global: além de estender o princípio do "poluidor-pagador", eles criam um incentivo para colocar um preço nas emissões em jurisdições onde não há preço (ou há um preço muito baixo). As evidências empíricas são limitadas porque, até o momento, não há experiência internacional, mas exercícios baseados em simulações sugerem que esses mecanismos reduziriam significativamente o deslocamento de carbono. Algumas estimativas apontam para uma possível redução no grau de deslocamento de 50% a 70% (Böhringer et al., 2012; Branger e Quirion, 2014; Winchester et al., 2011). No entanto, também poderiam gerar tensões políticas e comerciais com outros países, conforme discutido abaixo.

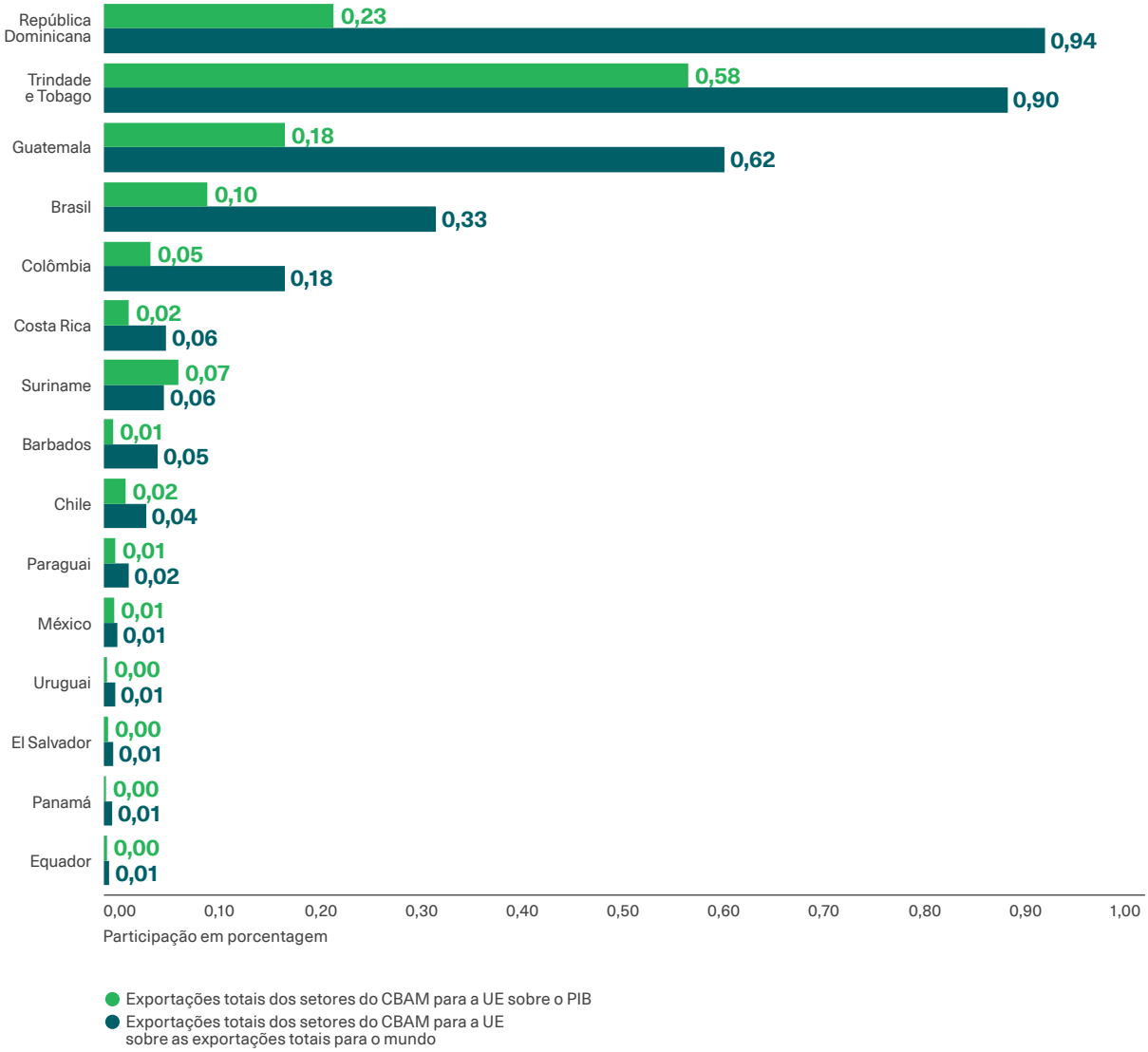
A implementação de ajustes de fronteira exige a definição de muitos detalhes, entre eles, o conjunto de setores e produtos a serem incluídos, a metodologia de cálculo das emissões incorporadas nos bens importados, o preço do ajuste, um regime de exceções (por exemplo, para importações de locais com regulamentações ambientais semelhantes) e a utilização dos recursos obtidos. Cada um desses aspectos afetará a eficácia da política e determinará o impacto do mecanismo sobre as exportações e as economias dos parceiros comerciais.

O mecanismo da UE aplicar-se-ia, pelo menos em princípio, a uma lista limitada de setores: aço, alumínio, fertilizantes, eletricidade e cimento. Juntos, esses setores respondem por 3% das importações da UE, das quais cerca de 90% são importações de aço e alumínio. Entre os maiores exportadores desses produtos (em volume) para a UE estão a Rússia (1º), a China (2º), a Índia (9º) e o Brasil (14º), o que explica o fato desses países terem se oposto ao CBAM (Stevenson, 2023).

Considerando essa lista de setores, a exposição da América Latina e do Caribe ao CBAM seria, em geral, baixa. Em média, para a região, as exportações desses setores para a UE representam 0,15% do valor do total das exportações e 0,06% do PIB. Os países mais afetados seriam, nesta ordem, a República Dominicana, Trindade e Tobago, Guatemala e Brasil (vide o gráfico 4.9).

27 Esse imposto foi criado substituir um antigo imposto (IMESI) que tributava os combustíveis, mas não estava vinculado ao seu conteúdo de CO_2. Portanto, apesar do elevado valor do novo instrumento, ele foi introduzido de forma a não ter impacto no preço pago pelos consumidores pela energia.

Gráfico 4.9
Exposição ao CBAM das exportações da América Latina e do Caribe



Nota: Valor das exportações dos países da ALC para a UE em setores afetados pelo mecanismo de ajuste de fronteira de carbono. São mostrados apenas os países em que as porcentagens são maiores que 0,01%. Os valores das exportações e do PIB são de 2021 em dólares correntes. Os produtos do CBAM são: alumínio, aço e ferro, fertilizantes, cimento e energia elétrica.

Fonte: Elaboração própria com base nos dados de exportação da Comtrade (Nações Unidas, 2022) e dados do PIB do Banco Mundial (2023b).

Devido ao seu impacto limitado, o CBAM não exerceria muita pressão sobre os países da região para que respondam ou se adaptem a ele, além de alguns produtores isolados. É claro que essa situação provavelmente mudará no médio e longo prazo. Por um lado, a UE poderia expandir a lista de setores afetados para incluir outros setores em que o volume de comércio com a região for maior. Há também a

possibilidade de que outros países apliquem mecanismos semelhantes de ajuste de fronteira, embora isso não pareça muito provável no momento. Nos EUA, houve várias propostas legislativas que incluíam a criação de um mecanismo desse tipo, mas a polarização política em torno da questão ambiental dificultou o avanço.[28]

De qualquer forma, as possíveis ações dos países da região para responder ao CBAM e a ferramentas semelhantes de outros parceiros comerciais não são muitas. Essencialmente, eles teriam que adotar preços de carbono comparáveis aos dessas jurisdições, já que o ajuste seria isento para produtos que pagaram um valor equivalente pelas emissões em seu local de origem. Considerando que o preço do carbono é uma boa política climática, esse seria apenas mais um motivo para adotá-la. O CBAM também pode criar incentivos para o desenvolvimento da capacidade de reportar e certificar o conteúdo de carbono dos produtos, especialmente para empresas com processos mais limpos que se beneficiariam da possibilidade de demonstrar um conteúdo de emissões relativamente baixo. No entanto, esse incentivo só existirá se o CBAM implementar um sistema em que o conteúdo de carbono seja relatado ou relatável em nível de empresas individuais, e não é óbvio que isso acontecerá.

Outra possível resposta ao CBAM é que os países façam lobby para serem isentos como países em desenvolvimento, o que é altamente improvável, ou para que as receitas geradas por esses mecanismos sejam redistribuídas para os países em desenvolvimento. Há bons argumentos para que o projeto desses mecanismos proporcione uma redistribuição internacional de receitas, mas um esquema de redistribuição provavelmente teria como alvo os países da categoria menos adiantada.[29]

Há duas críticas principais ao CBAM. A primeira é que ele pode constituir uma forma de protecionismo que viola as regras do comércio internacional. Essa é uma preocupação levantada por vários países em desenvolvimento, incluindo o Brasil, que tem sido o mais explícito entre os latino-americanos. A crítica é que o CBAM poderia se tornar uma ferramenta que discrimina entre produtos importados e nacionais, ou mesmo entre produtos importados de acordo com seu país de origem.

●●

Uma forma de mostrar que o CBAM visa reduzir o vazamento seria direcionar seus recursos para a descarbonização nos países em desenvolvimento

A imposição de ajustes de fronteira não viola as regras do Acordo Geral sobre Tarifas e Comércio (GATT, por sua sigla em inglês) *per se, e os* detalhes da implementação do CBAM (como as emissões incorporadas nos produtos são calculadas, qual preço deve ser pago, quais exceções são estabelecidas etc.) determinarão, em última análise, se ele é economicamente discriminatório.[30] Além disso, o GATT permite violações de seus próprios princípios de não discriminação em circunstâncias excepcionais, que incluem medidas "necessárias para proteger a vida ou a saúde humana, animal ou vegetal" e medidas "relacionadas à conservação de recursos naturais esgotáveis" (Acordo Geral sobre Tarifas e Comércio, 1994, art. 20). Para as jurisdições que desenvolvem tais mecanismos, incluindo a UE, não deve ser difícil justificar a medida por motivos ambientais (Cosbey et al., 2019; Parlamento Europeu et al., 2020). Em suma, é provável que esses ajustes sejam aceitáveis dentro da regulamentação do comércio internacional. No entanto, é sempre importante construir um entendimento mútuo entre os países para minimizar conflitos legais, retaliações e tensões políticas.

28 Além disso, os EUA não têm uma precificação doméstica do carbono em nível federal, o que complica o projeto e a justificativa de uma tarifa. Internamente, a Califórnia tem um mecanismo de ajuste de fronteira para importações de eletricidade de outros estados, que complementa o sistema estadual de comércio de permissões de emissão.

29 Essa categoria, usada pelas Nações Unidas, inclui atualmente 46 países. Apenas um deles, o Haiti, está nas Américas.

30 Outra fonte de controvérsia é que o SCE da UE concede a alguns setores, incluindo os afetados pelo CBAM, licenças de emissão gratuitas. A coexistência dessas duas ferramentas aumenta o risco de discriminação contra as importações. A UE anunciou que, para os setores incluídos no CBAM, a entrega de licenças será reduzida gradualmente em 10% ao ano a partir de 2025, enquanto o ajuste de fronteira será introduzido gradualmente no mesmo ritmo, para ser aplicado ao equivalente às emissões que não são protegidas internamente pelas licenças gratuitas.

A segunda crítica ao CBAM é que ele contradiz o princípio CBDR porque aumenta os custos da ação climática a serem arcados pelos países em desenvolvimento. Uma possibilidade que foi considerada para combater esse ponto é incluir uma exceção para os países menos adiantados (PMA). Embora poucos PMA exportem os produtos em questão para a UE, isso pode mudar se a lista de setores incluídos no CBAM for ampliada. Por outro lado, essa exceção poderia, de fato, ser uma violação do princípio da nação mais favorecida do GATT, o que teria que ser justificado. Outra forma de aproximar o CBAM do princípio de CBDR seria canalizar os recursos provenientes da recuperação do ajuste para os países em desenvolvimento, especialmente para projetos de descarbonização. Além de promover a equidade internacional, isso serviria para mostrar que o objetivo principal do CBAM não é proteger a indústria local, mas reduzir o vazamento de carbono.

Clubes climáticos

Um clube do clima (*climate club) é, e*m teoria, uma associação de Estados com um nível semelhante de ambição de política climática, que se reúnem para definir políticas e ações domésticas e usar a política comercial para penalizar países não membros por terem regulamentações ambientais menos ambiciosas (Nordhaus, 2015). Como os não membros não podem ser excluídos dos benefícios gerados pelo clube (um mundo com menos emissões), a política comercial se torna a ferramenta de penalização.

A diferença fundamental em relação ao modelo de governança resultante do Acordo de Paris é que os clubes climáticos ou de carbono buscam padronizar as políticas dos países membros (o que implicaria ter, por exemplo, um preço comum de emissões) e penalizar os não participantes. Portanto, esses clubes representam um modelo de governança centralizado, em que as políticas são definidas pelos países membros, que seriam aqueles com maior ambição e capacidade de implementar regulamentações ambientais. Uma condição necessária para que esse modelo funcione é a existência de uma massa crítica de países com um nível semelhante de compromisso com a ação climática, que sejam suficientemente importantes no comércio internacional para que os incentivos comerciais para participar do clube sejam fortes.

Atualmente, a UE é a jurisdição com a ação mais enfática em relação ao clima e, de fato, o CBAM é uma medida com uma lógica semelhante à que governaria um clube climático. No entanto, uma diferença importante entre o CBAM e um clube do clima é que este último usaria a política comercial para coagir os países não membros a aderir ao clube ou, pelo menos, adotar regulamentações ambientais semelhantes. O uso do comércio para forçar políticas em outros países é uma prática rejeitada pela OMC, de acordo com interpretações de decisões anteriores desse órgão (Parlamento Europeu et al., 2020). Portanto, o CBAM seria mais compatível com a atual governança do comércio internacional do que um clube do clima.

Em dezembro de 2022, os líderes do G7 anunciaram a formação de um chamado clube do clima. Embora ainda não haja muitos detalhes sobre essa iniciativa, os comunicados originais falam da criação de um clube aberto aos Estados interessados em adotar políticas climáticas ambiciosas (G7, 2022). Não há nenhuma indicação de que se trata de um órgão para definir medidas comuns ou penalizar países não membros. Em outras palavras, não parece ser um órgão que funcionará como os clubes climáticos propostos por Nordhaus (2015) e descritos nesta subseção. Atualmente, não há iniciativas concretas para formar esses clubes.

●●

Em um clube do clima, a exigência de que as políticas sejam as mesmas para todos os membros se afasta do princípio do CBDR

Trazer para os clubes climáticos os países em desenvolvimento, inclusive os da América Latina e do Caribe, mas também atores importantes de outras regiões, como a China ou a Índia, pode ser particularmente

desafiador. Isso ocorre porque os clubes, pelo menos em sua concepção básica, não incluem elementos de equidade ou compensação interna entre os países. De fato, análises teóricas sugerem que os clubes devem evitar o uso de transferências de fundos entre as partes, pois isso os torna mais instáveis (Nordhaus, 2015).

Mas a exigência de que as políticas sejam as mesmas para todos os membros, juntamente com a ausência de transferências, significa que esses acordos se afastam do princípio do CBDR e de um modelo de transição justa. Esse é um dos principais motivos que reduzem a viabilidade política dessas iniciativas.

Padrões de emissões em produtos

Outro tipo de acordo que os países podem usar para vincular a política climática e o comércio é a definição de padrões de conteúdo de carbono nos produtos, limitando ou proibindo o comércio com países que não atendem a esses padrões. Embora possíveis, esses acordos são quase sem precedentes na prática, pelo menos em parte porque seus custos de implementação são muito altos. Isso tem a ver com a necessidade de desenvolver metodologias para a contabilização e a certificação do carbono dos produtos. Além disso, em comparação com os preços do carbono, eles oferecem menos flexibilidade para decidir, na margem, quais investimentos são eficientes.

Um possível exemplo desse tipo de acordo seria o Acordo Global de Aço e Alumínio Sustentável, no qual os EUA e a UE estão trabalhando. Não há progresso conhecido nesse projeto, mas quando o início das discussões foi anunciado em 2021, falou-se em um acordo para restringir o acesso ao mercado para os não participantes que não conseguissem atender aos padrões de baixa intensidade de carbono (Fefer, 2021). A possível importância de tal acordo reside no fato de que o setor siderúrgico é uma das principais fontes de emissões globais — aproximadamente 7%, de acordo com a AIE(2020b) —. No entanto, há ceticismo em relação ao que isso poderia alcançar em termos de emissões porque o acordo não é motivado apenas por metas de descarbonização para o setor. Em vez disso, trata-se de um acordo que busca restringir o comércio com terceiros, tanto por considerações ambientais quanto por outras causas associadas à superprodução e a práticas desleais.

Mercados internacionais de crédito de carbono

Os créditos de carbono (às vezes chamados de compensações de carbono, *carbon credits ou carbon offsets) são* certificados que um ator adquire ao financiar projetos (de terceiros) que reduzem as emissões de GEE, que podem ser usados para compensar suas próprias emissões.[31] Cada crédito é equivalente a uma determinada quantidade de GEE, geralmente uma tonelada de CO_2eq. Por exemplo, se uma empresa quiser reduzir suas emissões ou for obrigada por normas a fazê-lo e não ajustar seus processos internos o suficiente para atingir a meta internamente, ela poderá comprar créditos e usá-los para compensar suas emissões excedentes.

Os mercados de compensação ou mercados de carbono podem ser classificados em dois tipos: regulamentados e voluntários. No primeiro, as empresas e entidades que compram créditos o fazem para

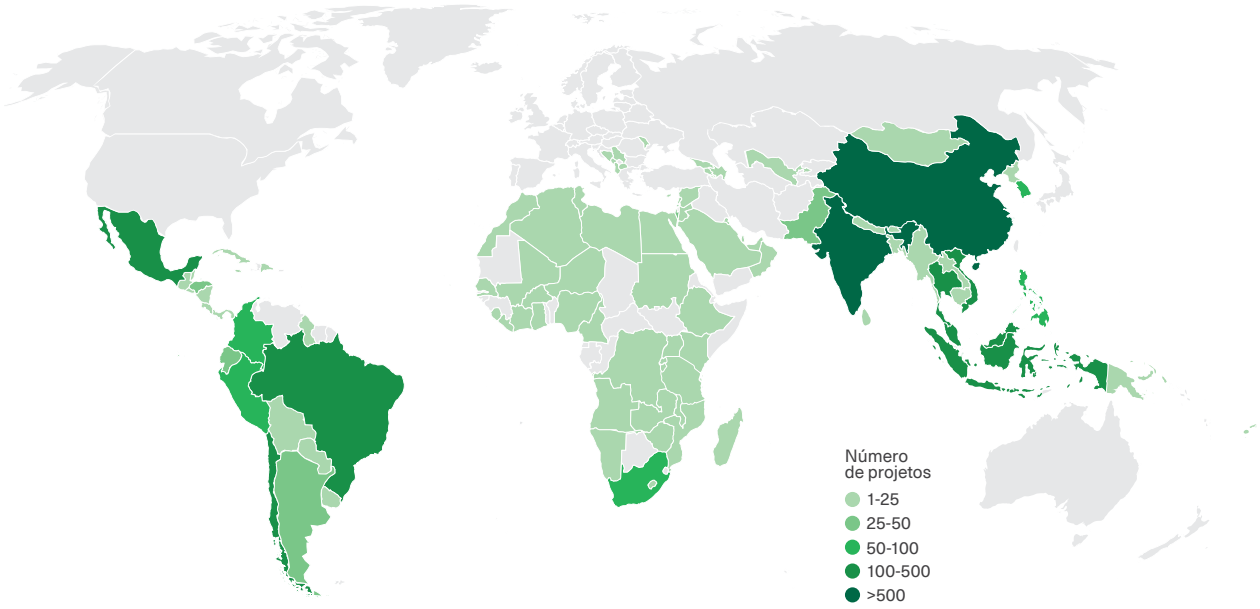
31 O projeto financiado, ou seja, aquele que gera o crédito, não precisa necessariamente capturar ou remover CO_2 da atmosfera; basta que seja um projeto que reduza as emissões. Por exemplo, um parque eólico que substitui a produção de energia a partir de combustíveis fósseis pode fornecer créditos de carbono.

cumprir compromissos legais com relação ao seu nível de emissões, enquanto no segundo, os créditos são comprados para cumprir metas voluntárias (por exemplo, metas ambientais corporativas). Por sua vez, esses mercados podem ser nacionais (onde o projeto de mitigação que gera os créditos deve estar no mesmo país que o comprador) ou internacionais. É comum que os mercados de compensação sejam integrados aos esquemas nacionais de precificação de carbono. Por exemplo, o México e a Colômbia têm impostos sobre o uso de alguns tipos de combustíveis fósseis, mas permitem que as empresas substituam parcial ou totalmente o pagamento do imposto pela compra de créditos de carbono. Um artigo recente de García e García (2023), preparado para este relatório, descreve em detalhe como esses esquemas funcionam.

Lições do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

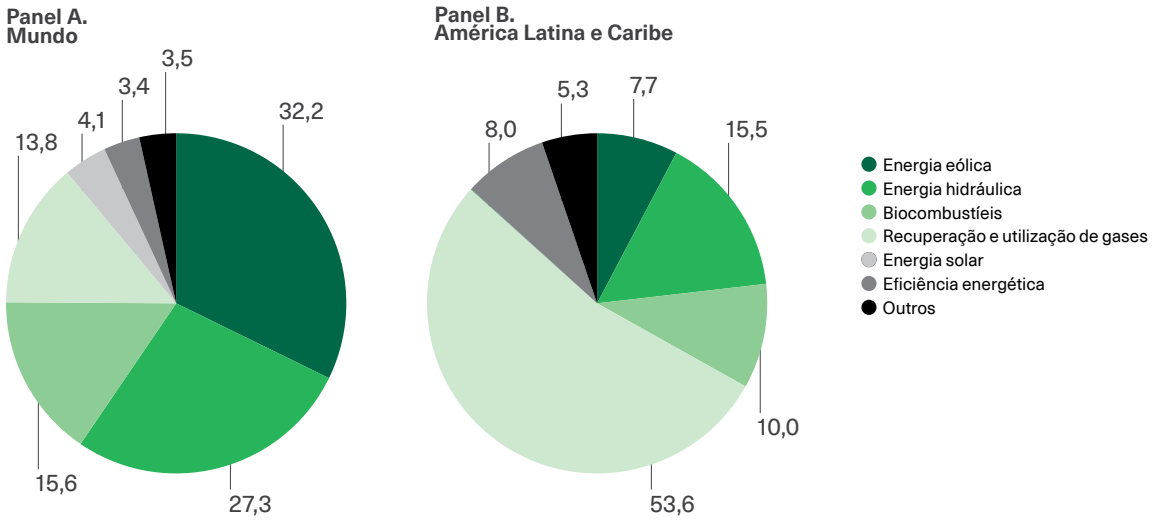
Em nível internacional, os mercados de carbono receberam um grande impulso com o Protocolo de Quioto. O artigo 12 desse acordo estabeleceu o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), que se tornaria o principal mercado regulamentado para o comércio internacional de compensações. De acordo com o MDL, os países do Anexo I poderiam financiar projetos de mitigação em países em desenvolvimento e contabilizar a redução das emissões causada pelo projeto em relação às suas próprias metas. Vale lembrar que, de acordo com o Protocolo de Quioto, somente os países industrializados tinham metas quantitativas de redução de emissões; portanto, não era oneroso para os países em desenvolvimento que as reduções geradas por projetos em seu território fossem contabilizadas pelos países industrializados.

Gráfico 4.10
Projetos registrados no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo por país anfitrião



Fonte: Elaboração própria com base em dados de Louhisuo e Takahashi (2022).

Gráfico 4.11
Composição das RCE por tipo de projeto



Nota: O gráfico mostra a porcentagem de RCE esperadas em cada categoria. São consideradas as RCE esperadas de 2000 a 2047. As informações estão atualizadas até setembro de 2022. Os projetos de recuperação e utilização de gás incluem metano, óxido nitroso (N2O) e gases fluorados (SF6 e PFC).

Fonte: Elaboração própria com base em Louhisuo e Takahashi (2022).

O MDL iniciou suas operações em 2001 e começou a registrar um grande número de certificados em 2005, após a entrada em vigor do Protocolo de Quioto. O período mais dinâmico para o mecanismo foi de 2005 a 2012, quando 7.150 projetos foram registrados com um total esperado de 2,7 bilhões de Reduções Certificadas de Emissões (RCE) até 2022. Após 2012, o registro de novos projetos caiu significativamente, principalmente devido à redução da demanda dos dois maiores compradores de RCE: a UE proibiu o uso de quase todos os projetos do MDL pós-2012 em seu SCE e o Japão decidiu não estabelecer metas quantitativas de redução de emissões para o segundo período do Protocolo de Quioto.

Depois que o Protocolo de Quioto expirou (em 2020), o MDL permaneceu tecnicamente ativo, aguardando o desenvolvimento da estrutura institucional de um novo mecanismo para substituí-lo, e permitiu operar com as RCE de projetos já registrados, mas com um baixo nível de atividade. Apesar de não estar ativo, ele tem sido o mercado internacional regulamentado mais significativo para créditos de carbono e sua atividade deixou algumas estatísticas interessantes. Para começar, a China foi, de longe, o maior hospedeiro de projetos, com mais de 3.700 registros e 1.100 milhões de RCE emitidas, o equivalente a 52% do total global até 2022 (gráfico 4.10). O país foi seguido pela Índia (1.662 projetos e 287 milhões de RCE) e pelo Brasil (344 projetos e 182 milhões de RCE).

Em termos de tipo de projetos, houve uma concentração significativa no setor de energia renovável (eólica, hidráulica e, em menor escala, solar), responsável por mais de 60% do total das RCE emitidas. Os projetos de biocombustíveis e de recuperação e reutilização de gás, como o metano, também se destacaram (gráfico 4.11). Na América Latina e no Caribe, a composição foi ligeiramente diferente, com predominância de projetos de recuperação e reutilização de gás (53% do total das RCE emitidas).

Vantagens e limitações dos mercados de compensação

As compensações são uma ferramenta que oferece flexibilidade para reduzir as emissões de forma eficiente. Por exemplo, se houver uma atividade A que seja lucrativa e gere uma tonelada de CO_2 e uma atividade B que reduza as emissões em uma tonelada de CO_2, mas não seja lucrativa, os mercados de compensação permitem que o agente que realiza a atividade A use parte da lucratividade obtida para subsidiar a atividade B, de modo que as emissões agregadas sejam compensadas. Em outras palavras, esses esquemas permitem que algumas atividades continuem gerando GEE em troca de um volume equivalente de emissões removidas de outra forma. O sucesso e a utilidade real desses mercados dependem de uma forte governança para estabelecer quais investimentos geram reduções reais de GEE, uma tarefa que raramente é fácil. Também é importante ressaltar que há uma forte ligação entre esses mercados e o preço das emissões, conforme o quadro 4.3 explica em mais detalhes.

Embora o argumento teórico a favor dos mecanismos de compensação seja claro, na prática há dúvidas sobre sua eficácia real. O principal motivo é que, em geral, é difícil demonstrar que os recursos mobilizados pelas compras de crédito atendem ao critério de adicionalidade. Esse é um conceito muito importante no contexto de investimentos em iniciativas ambientais. Os créditos de carbono são considerados adicionais se o dinheiro gerado por sua venda levar a reduções de emissões que não teriam ocorrido sem essa transação. Tomemos, por exemplo, o caso de uma empresa que compra créditos de compensação para financiar a construção de um parque eólico. É possível que o parque eólico tivesse sido construído de qualquer forma (por exemplo, porque era rentável, mesmo sem receber os recursos da venda dos créditos de compensação). Nesse caso, embora os créditos tenham sido comprados e o parque tenha sido construído, os recursos dos créditos não causaram nenhuma mudança em relação ao que teria acontecido sem eles. O investimento desses recursos foi, portanto, considerado não adicional e, de fato, não houve compensação de emissões.

Quadro 4.3
A relação entre os mercados de compensação e o preço do carbono

As transações nos mercados de compensação estão intimamente ligadas ao preço do carbono. Por exemplo, uma empresa que tenha de pagar um imposto sobre suas emissões terá incentivos para comprar créditos na medida em que estes sejam mais baratos do que o imposto. Portanto, a maneira de aumentar a demanda nos mercados de compensação regulamentados é tornar as regulamentações mais rígidas: aumentar os impostos sobre o carbono ou reduzir as emissões permitidas pelos SCE[a].

Estendendo a mesma lógica, as transações internacionais nos mercados de compensação estão intimamente associadas às diferenças no preço das emissões entre as jurisdições. Em jurisdições onde a emissão é barata, pouquíssimos projetos de mitigação são rentáveis e, para se tornarem rentáveis, precisam de compensação adicional (por exemplo, por meio da venda de créditos de compensação). Portanto, é de se esperar que os projetos geradores de créditos estejam localizados em países com um preço de emissões baixo ou zero e que os compradores desses créditos sejam de países com um preço de emissões mais alto. No caso do MDL, uma parcela significativa das compensações foi destinada a investimentos em usinas de energia renovável em países em desenvolvimento (vide o gráfico 4.11).

a. No caso dos mercados voluntários, o nível de demanda é determinado principalmente pela motivação intrínseca dos indivíduos e das empresas em seguir uma política de integridade ambiental ou pelo custo para a reputação de não fazê-lo.

O sucesso e a utilidade dos mercados de carbono dependem de uma governança para estabelecer quais investimentos geram reduções reais de GEE

Determinar *ex ante a adi*cionalidade de um investimento é uma tarefa complexa. Parte da dificuldade é técnica, pois os cálculos necessários (comparar o fluxo de emissões que resultaria da realização do investimento com um contrafatual sem o investimento) envolvem um alto grau de incerteza. Mas, além dos aspectos técnicos, os interesses dos diferentes atores envolvidos (os compradores e vendedores de compensações) podem acrescentar complicações. Por um lado, os promotores de projetos têm incentivos para exagerar seus lucros e a importância da venda de créditos para poder avançar. Os compradores, por sua vez, não têm grandes incentivos para validar a adicionalidade real dos créditos, pois seu interesse é comprar os créditos e usá-los. Na verdade, padrões de aprovação frouxos podem ser adequados a eles, pois resultariam em uma oferta abundante de créditos e um preço baixo.

Um estudo de Calel et al. (2021) avalia o caso da construção de 1.350 parques eólicos na Índia, dos quais 472 receberam financiamento por meio do MDL do Protocolo de Quioto. Seus resultados sugerem o seguinte: 1) a construção da maioria dos parques subsidiados pelo MDL era suficientemente rentável mesmo sem esses recursos, e 2) pelo menos 52% dos créditos de compensação usados para a construção desses parques não geraram investimentos adicionais em mitigação. Como esses créditos provavelmente foram usados pelas empresas compradoras para emitir acima de seus limites permitidos, o resultado geral é que esses créditos aumentaram as emissões globais (em relação ao que teria acontecido se eles não tivessem existido). Outro estudo realizado por Cames et al. (2016) avalia a adicionalidade dos MDL por tipo de projeto e conclui que vários dos mais frequentes (energia hidráulica, eólica, construção de biomassa) têm uma probabilidade média ou baixa de serem adicionais. Finalmente, uma análise para a América Latina também mostrou que a baixa qualidade das avaliações de adicionalidade diminuiu o sucesso na certificação de projetos da região (Watts et al., 2015).

Portanto, o aspecto mais fundamental de um mercado de compensação é a certificação da adicionalidade dos projetos e os créditos gerados por eles. Cabe a essa tarefa determinar se os créditos registrados atingem ou não uma mitigação real. Cada mercado ou mecanismo determina quem executa essa tarefa. No caso do MDL, havia dois níveis de certificação que envolviam autoridades nacionais (por exemplo, o ministério de um país) e um comitê executivo global do MDL. Os problemas que esse processo de certificação pode enfrentar incluem deficiências nas informações sobre os projetos, restrições de capacidade nos órgãos envolvidos e conflitos de interesse ou pressões políticas. Trabalhar na governança desses processos deve ser uma das principais prioridades de qualquer mecanismo de compensação.

O caso do setor florestal

Os projetos florestais são particularmente relevantes na América Latina porque é uma região com altas taxas de desmatamento e, portanto, tem espaço para mitigação por meio da conservação e do reflorestamento, ou seja, há potencial para um fornecimento significativo de créditos baseados em florestas. No entanto, nesse tipo de projeto, várias das complicações para garantir que as mitigações reais sejam alcançadas são exacerbadas. A maior complicação é garantir a adicionalidade desses projetos, especialmente em casos de conservação. Um projeto de conservação só é adicional se, na ausência da receita gerada por ele, a parte da floresta em questão for desmatada de alguma forma.[32]

32 Isso também pode criar incentivos perversos que levam a exacerbar as ameaças de desmatamento às florestas, a fim de demonstrar que os créditos são necessários para conservá-las.

Além disso, os projetos florestais podem apresentar problemas de permanência; por exemplo, um trecho de floresta é florestado, mas desmatado logo em seguida, liberando o carbono originalmente sequestrado. Outro possível problema é o vazamento de carbono; por exemplo, um setor de uma floresta é reflorestado, mas o desmatamento aumenta fora dos limites do projeto devido aos efeitos de equilíbrio geral via os preços da terra, ou seja, as emissões são deslocadas em vez de diminuídas. Uma discussão mais detalhada sobre essas questões pode ser encontrada no capítulo 3 deste relatório.

●●

A região tem potencial para oferecer créditos florestais, mas, nesse setor, são grandes os desafios para garantir a adicionalidade dos projetos

O uso de créditos de projetos florestais é restrito em alguns mercados de carbono precisamente devido à dificuldade de demonstrar e garantir a mitigação que eles supostamente alcançam. Por exemplo, o mercado de permissões da UE não permite o uso de créditos de projetos de LULUCF, e o MDL permitia iniciativas de florestamento e reflorestamento, mas não de conservação. Na verdade, menos de 1% das RCE emitidas no âmbito do MDL vieram de projetos florestais (3,7% para RCE originárias da América Latina e do Caribe).[33]

O quadro muda no caso dos mercados voluntários, em que os projetos de conservação e restauração da natureza (que são principalmente florestais) respondem por aproximadamente 45% dos créditos gerados em 2021, de acordo com os dados da Trove Intelligence (vide o gráfico 4.12). É claro que os mercados voluntários não estão livres dos problemas descritos acima, e tem havido controvérsias sobre a qualidade dos créditos criados e comercializados neles. Alguns estudos recentes que avaliam projetos de conservação certificados em mercados voluntários apontam que as reduções de emissões obtidas pelos projetos são significativamente menores do que o número de créditos emitidos e que vários projetos não geram nenhuma mitigação (Guizar-Coutiño et al., 2022; West et al., 2020)[34].

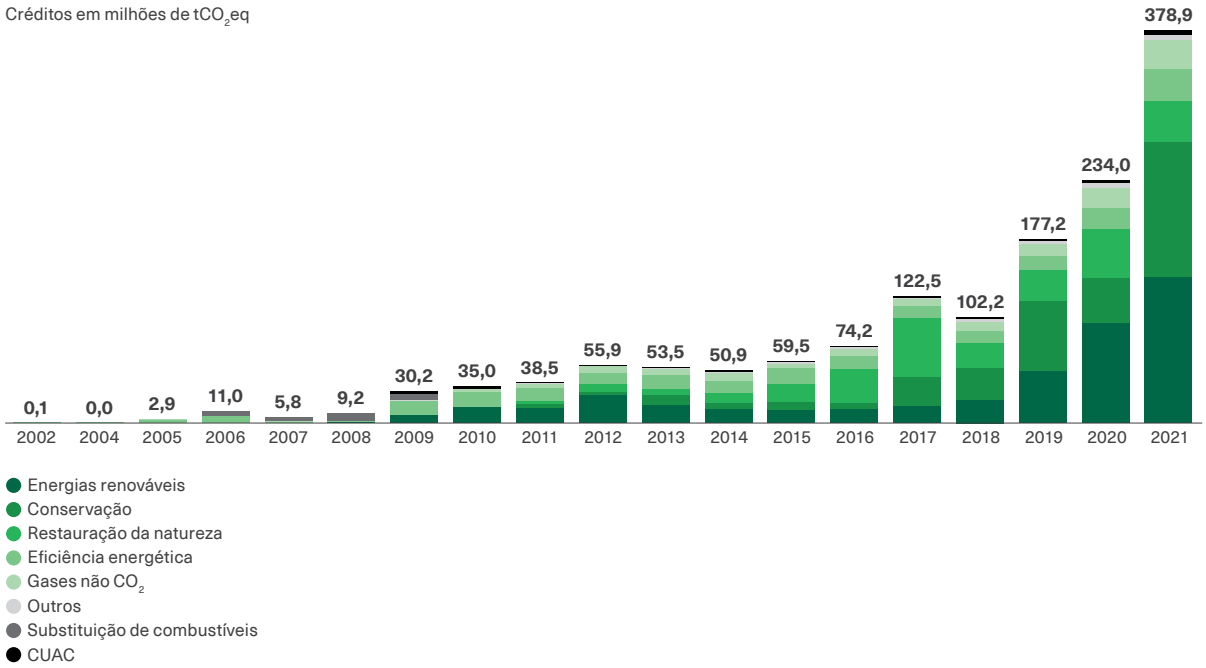
As experiências dos mercados voluntários fornecem algumas lições sobre quais são os erros mais comuns na governança dos créditos do setor florestal. O principal problema é a aprovação de projetos de conservação em áreas que não estavam realmente em risco de degradação ou desmatamento. Portanto, se o uso de créditos florestais deve ser promovido, é importante tomar medidas para evitar esses erros, o que significa tentar garantir que os projetos aceitos sejam adicionais, permanentes e não gerem vazamentos de carbono. Algumas recomendações a esse respeito são:

- estabelecer extensões mínimas de projeto para reduzir problemas de vazamento (quanto maior a extensão, menor o risco de deslocamento de emissões);
- estabelecer linhas de base claras e rigorosas para avaliar a adicionalidade;
- favorecer iniciativas que promovam uma mudança sistemática nos padrões de uso da floresta e monitorá-las constantemente para mitigar problemas de permanência (ou reversão) do projeto;
- estabelecer recompensas diferenciadas para projetos com co-benefícios para a biodiversidade; e
- concentrar os critérios de aprovação de créditos na demonstração técnica da mitigação de emissões e dos co-benefícios do ecossistema (por exemplo, evitar a concessão de créditos com base em critérios de redução da pobreza).

33 As partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (CQNUMC) reconheceram a importância da conservação florestal para a mitigação. Isso foi abordado por meio da criação do REDD+, uma estrutura institucional para canalizar esforços para evitar a degradação e a perda de florestas. Nos últimos anos, alguns projetos de REDD+ incluíram componentes de pagamento por resultados.

34 As certificadoras responsáveis pela validação e aprovação dos projetos contestam essas conclusões.

Gráfico 4.12
Número de créditos no mercado voluntário global de carbono por tipo de projeto



Nota: A categoria de conservação inclui projetos de conservação de florestas (redução de emissões por desmatamento e degradação); a categoria de restauração da natureza inclui projetos de florestamento, reflorestamento e revegetação; a categoria de substituição de combustíveis inclui, por exemplo, a troca da fonte de energia de fogões de cozinha; a categoria CUAC refere-se à captura, uso e armazenamento de carbono; os gases que não são CO_2 incluem, por exemplo, projetos de redução de metano em aterros sanitários.

Fonte: Elaboração própria com base em dados da Trove Research(2022).

Nos casos em que as compensações são aceitas para reduzir o pagamento de impostos sobre emissões, é recomendável limitar a porcentagem da carga tributária que o agente pode descarregar dessa forma. Como há um limite, o incentivo do agente para reduzir as emissões brutas geradas por seus processos operacionais é preservado. Uma discussão mais completa e extensa sobre os elementos a serem levados em conta para o funcionamento adequado dos mercados de crédito florestal pode ser encontrada em García e García (2023).

Apesar das dificuldades mencionadas acima, poderia ser muito valioso para alguns países da América Latina e do Caribe investir no desenvolvimento de uma governança sólida sobre essas questões e promover o fornecimento de compensações do setor florestal, já que há áreas em que muito pode ser feito em termos de reflorestamento e conservação. Os créditos de compensação, por sua vez, podem desempenhar duas funções diferentes: se forem integrados aos esquemas nacionais de precificação de carbono (impostos ou SCE), permitirão maior flexibilidade e eficiência no cumprimento das metas nacionais de mitigação; se, por outro lado, forem vendidos em mercados internacionais, as compensações servirão para gerar recursos monetários. Independentemente de serem vendidos no mercado interno ou externo, esses projetos contribuem para o aumento da cobertura florestal, com os correspondentes benefícios para o ecossistema local. Com esses benefícios em mente, o CAF, o banco de desenvolvimento da América Latina, lançou uma iniciativa regional para promover os mercados de carbono (vide o quadro 4.4).



Quadro 4.4
Iniciativa do CAF para promover os mercados de carbono na região

A Iniciativa Latino-Americana e do Caribe para o Desenvolvimento do Mercado de Carbono (ILACC) é uma proposta lançada em 2022 pelo CAF para aumentar a competitividade da oferta de créditos de carbono gerados na região e promover o crescimento desses mercados. Isso se baseia no reconhecimento do grande potencial da América Latina e do Caribe para oferecer créditos provenientes de soluções baseadas na natureza.

Em sua abordagem, essa iniciativa enfatiza a importância de fortalecer os processos de certificação de adicionalidade dos projetos. Como reflexo disso, ela aponta que alguns dos principais desafios a serem superados na região para o desenvolvimento desses mercados estão relacionados a: 1) a definição de padrões, normas, metodologias e certificações; 2) as capacidades técnicas e profissionais; e 3) a institucionalidade, a transparência e a governança. Consequentemente, a ILACC propõe uma agenda de trabalho com o objetivo de construir uma infraestrutura de serviços que permita o funcionamento adequado dos mercados de carbono, evite a lavagem ecológica[a] (*greenwashing) e pe*rmita que o potencial da região seja explorado (CAF, 2022).

a. A lavagem ecológica é a promoção dos processos e produtos de uma organização (por exemplo, de uma empresa) como "verdes" ou ecologicamente corretos com base em suposições falsas ou enganosas.

Mudanças recentes nos mercados de compensação

O artigo 6 do Acordo de Paris prevê o uso de instrumentos baseados no mercado para o comércio internacional de permissões e créditos de emissão. O artigo 6.4, em particular, prevê um mecanismo que substituiria o MDL do extinto Protocolo de Quioto (Conferência das Partes na CMNUCC, 2016, p. 27). Esse mecanismo ainda não está em vigor. As negociações têm estado nas agendas das Conferências das Partes (COP, por sua sigla em inglês) mais recentes, mas o progresso tem sido lento[35].

A maioria dos países da região indicou em suas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs, por sua sigla em inglês) sua intenção de participar dos instrumentos baseados no mercado do artigo 6 (vide o gráfico 4.13)[36], o que daria continuidade à participação que tiveram no MDL. Entretanto, há uma diferença fundamental entre o mundo de Quioto e o mundo de Paris, que afeta os mecanismos de compensação e que os países da região terão de levar em conta: agora todos têm metas quantitativas de mitigação e, para evitar problemas de dupla contagem, um país que vende créditos a outro terá de adicionar às suas próprias emissões uma quantidade de GEE equivalente à vendida. Por exemplo, se o país A comprar uma tonelada de créditos de CO_2 de um projeto implementado no país B, o país A poderá subtrair essa tonelada de suas emissões e o país B deverá adicionar uma tonelada às suas emissões. No Protocolo de Quioto, isso não era importante porque os países que vendiam créditos não tinham metas quantitativas.

Há um *trade-off* entre a monetização de projetos por meio da venda de créditos e o cumprimento dos próprios objetivos de mitigação

35 Durante a transição, alguns projetos já registrados no MDL continuam emitindo RCE, mesmo que não haja registro de novos projetos.

36 Embora a Bolívia não mencione especificamente o artigo 6, seu governo se oporia ao seu uso. Em sua NDC, o país "considera que os esquemas de financiamento fornecidos pelos mercados de carbono não representam uma opção para viabilizar políticas nacionais ambiciosas no país e se opõe a qualquer forma de mercantilização das funções ambientais da natureza"(Governo da Bolívia, 2022, p. 6).

Gráfico 4.13
Posição declarada nas NDCs sobre os instrumentos do artigo 6



Nota: A data das NDCs analisadas pode ser encontrada no apêndice do capítulo disponível on-line.
Fonte: Elaboração própria com base nas NDCs (Secretaria da CMNUCC, 2022a).

Isso significa que, em comparação com o esquema anterior, a venda de créditos de compensação se torna menos atraente para os países em desenvolvimento, inclusive os da ALC. Portanto, a importância de calcular o *trade-off entre* a monetização de projetos por meio da venda de créditos e o cumprimento dos próprios objetivos de mitigação é redobrada. Por outro lado, também abre a possibilidade de que os países da região participem desses mercados como compradores de créditos.

O Acordo de Paris também prevê outros esquemas para o comércio de emissões entre países. Em particular, o artigo 6.2 propõe diretrizes para a formação de acordos bilaterais. De acordo com esse arranjo, dois países poderiam firmar um acordo segundo o qual um deles financia projetos de mitigação no outro e, em troca, obtém créditos de emissão. As negociações para definir a configuração institucional desse esquema (conhecido como ITMO por sua sigla em inglês) também estão em andamento. Mesmo assim, alguns países da região já assinaram acordos de cooperação nos termos do artigo 6.2. Por exemplo, tanto o Peru quanto a Dominica já o fizeram com a Suíça (Governo da Confederação Suíça e Governo da Dominica, 2021; Governo da República do Peru e Governo da Confederação Suíça, 2020).

Governança internacional em matéria de biodiversidade

O principal motivo pelo qual os esforços de conservação da biodiversidade exigem mecanismos de governança internacional é que os ecossistemas prestam serviços que trazem benefícios globais ou regionais. Ou seja, a conservação de seus ecossistemas em uma jurisdição tem externalidades positivas em outros países. Sem mecanismos que reconheçam essas externalidades, os incentivos à conservação são insuficientes. Isso tem um corolário: um sistema de governança internacional deveria ter como principal propósito a implementação de mecanismos que compensem os países pelos serviços ecossistêmicos que prestam ao resto do mundo. Isso é especialmente importante porque a biodiversidade não está distribuída de forma homogênea pelo planeta e há locais de concentração muito alta. A América Latina e o Caribe, em particular, é uma região de alta biodiversidade (vide o capítulo 3).

Apesar do exposto acima, a cooperação sobre essa questão não tem tido esse espírito. O principal fórum global de negociação sobre essas questões (a CDB) limitou-se a ser um espaço de discussão e direcionou muitos esforços para o estabelecimento de metas globais de conservação, mas pouco fez para criar mecanismos e políticas supranacionais para alcançá-las, nem conseguiu aumentar o fluxo de recursos para financiar a conservação. As estratégias nacionais apresentadas pelos países ao Secretariado da CDB tiveram baixos níveis de conformidade e, em muitos casos, não estão bem alinhadas com as metas globais (Secretaria do CDB, 2020a). Consequentemente, os resultados ficaram aquém das metas estabelecidas.

●●

A governança internacional da biodiversidade deveria implementar mecanismos que compensem os países pelos serviços ecossistêmicos que prestam ao resto do mundo

A complexidade do problema

Embora a atual governança em torno dessa questão pareça fraca, é importante reconhecer que se trata de um problema inerentemente complexo, em que até mesmo a definição de metas é difícil, quanto mais a organização de esforços coletivos. Uma comparação com a questão das mudanças climáticas serve para ilustrar essa complexidade.

O fenômeno das mudanças climáticas pode ser reduzido a uma variável de resultado: a concentração de GEE na atmosfera, gases cuja origem é conhecida e cujos efeitos são compreendidos[37]. Isso facilita a definição do problema e o estabelecimento de uma meta, por exemplo, manter o volume de emissões globais cumulativas abaixo de um limite. Organizar a contribuição dos países é complicado por motivos políticos, mas tecnicamente é um problema gerenciável, dada a tangibilidade e a clareza das metas e dos resultados. Em contrapartida, a perda de biodiversidade é um fenômeno mais complexo e multidimensional, difícil de ser reduzido a quantidades pontuais, e os serviços de ecossistema também são múltiplos e difíceis de quantificar. Não existe uma variável que capte a quantidade de biodiversidade ou quantas unidades de serviços ecossistêmicos existem no planeta ou quantas deveriam existir. Isso dificulta a definição de uma meta de conservação. É claro que há maneiras de aproximar certas quantidades relevantes, como a

37 Os efeitos não são apenas compreendidos, mas relativamente bem quantificados, a ponto de o IPCC ter estimado uma relação linear entre a concentração atmosférica de GEE e o clima global (conforme explicado no capítulo 1 deste relatório). Há mais incerteza na estimativa do impacto desses aumentos de temperatura sobre a economia e o bem-estar humano.

porcentagem do território ou de certos biomas que são protegidos, e essa é a maneira que os acordos internacionais têm usado.

Uma outra complicação técnica do problema é que nem todos os serviços de ecossistema são globais. Por exemplo, uma floresta ajuda a regular o clima do planeta, cujos benefícios são globais, mas também ajuda a regular a umidade e os padrões de precipitação, o que traz benefícios regionais, e melhora a retenção de água nos solos, o que ajuda a evitar inundações, com benefícios locais. Em teoria, os países deveriam ser capazes de internalizar a parte dos benefícios que ocorrem dentro de suas fronteiras e não a parte que ocorre fora delas. Em outras palavras, os mecanismos ideais de compensação internacional devem compensar os países por alguns dos serviços que seus ecossistemas geram, mas não por todos. No entanto, a tarefa de separar os serviços locais dos globais e calcular um valor correspondente para cada um é quase impossível.

Outro motivo, mais político do que técnico, que retarda a ação internacional é que a maioria das pessoas não percebe os efeitos da perda de biodiversidade sobre o bem-estar humano de forma muito direta. Isso, mais uma vez, contrasta com o caso das mudanças climáticas e a associação bem estabelecida entre as emissões de GEE e eventos como ondas de calor, secas e enchentes. Essas percepções são muito importantes porque são determinantes do apoio político que as agendas recebem. Nesse sentido, pode ser valioso investir em campanhas de conscientização e comunicação sobre a ameaça representada pela perda de ecossistemas.

Apesar dessas complicações, a ideia geral de que os órgãos supranacionais devem buscar formas de compensar os países pela conservação e, portanto, pelo fornecimento de serviços ecossistêmicos globais deveria ser um princípio orientador. Isso aponta diretamente para a questão do financiamento da biodiversidade, um aspecto que tem sido muito contestado nas negociações internacionais.

O financiamento da biodiversidade

O Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF, por sua sigla em inglês) tem sido o mecanismo financeiro da CDB desde sua criação, ou seja, o principal veículo multilateral por meio do qual os doadores canalizam suas contribuições[38]. Para o ciclo 2022-2026, o GEF projeta administrar um fundo total de US$ 5,3 bilhões, dos quais quase US$ 2 bilhões estão programados para a biodiversidade (GEF, s.f.). Quase um quarto dos recursos de biodiversidade do GEF foi dedicado a projetos na América Latina e no Caribe, com o Brasil se destacando como o maior beneficiário global (vide o gráfico 4.14).

Um estudo do Paulson Institute (Deutz et al., 2020) apresenta vários números sobre o financiamento da biodiversidade. De acordo com essas estimativas, o valor total gasto em biodiversidade globalmente está entre US$ 124 bilhões e US$ 143 bilhões por ano; a maior parte desse total vem de fundos públicos nacionais, enquanto o financiamento internacional de fontes públicas é estimado entre US$ 4 bilhões e US$ 10 bilhões por ano[39]. As necessidades de financiamento são estimadas entre US$ 720 bilhões e US$ 970 bilhões por ano[40], que teriam de ser gastos em uma série de atividades, incluindo a adoção de práticas de produção sustentáveis (na agricultura, pecuária, silvicultura, aquicultura), a manutenção de áreas protegidas e a gestão de espécies invasoras.

Todas essas estimativas devem ser consideradas com muita cautela, mas dão uma ideia da ordem de grandeza dos valores. De acordo com elas, o mundo gasta atualmente entre 13% e 20% dos recursos necessários para deter a perda de biodiversidade

38 Países da região, como Argentina, Brasil e México, contribuíram para o GEF.

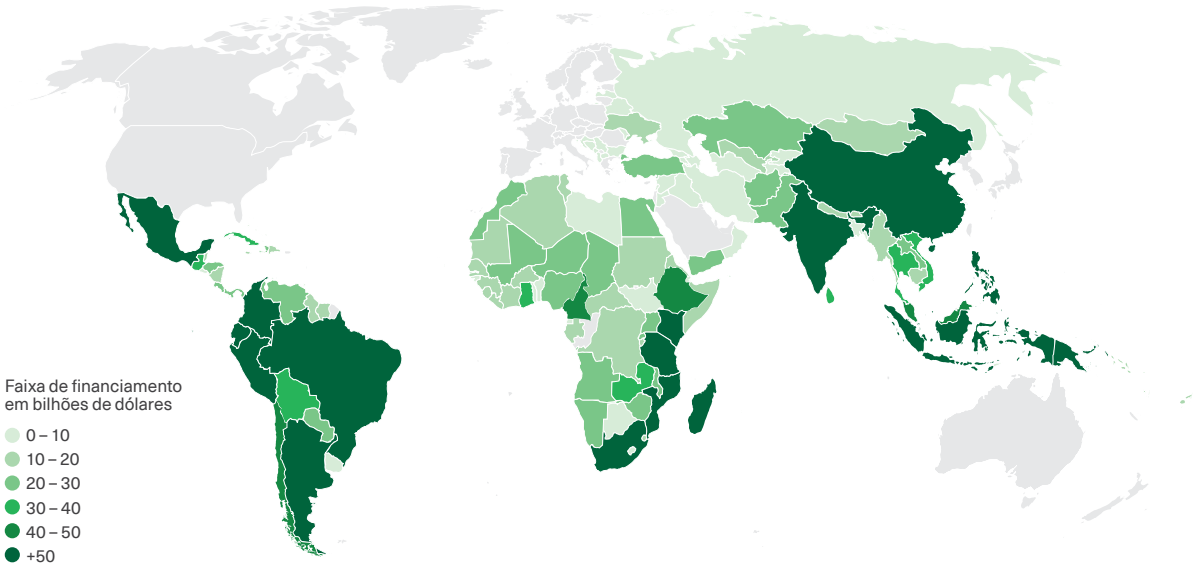
39 Isso incluiria, além do que é mobilizado por meio do GEF, outros veículos multilaterais e recursos alocados bilateralmente.

40 A diferença entre os valores estimados das necessidades e os fluxos existentes indica uma lacuna de financiamento de aproximadamente US$ 700 bilhões por ano. Esse número se tornou uma referência usada em fóruns internacionais, inclusive nas negociações oficiais da CDB.

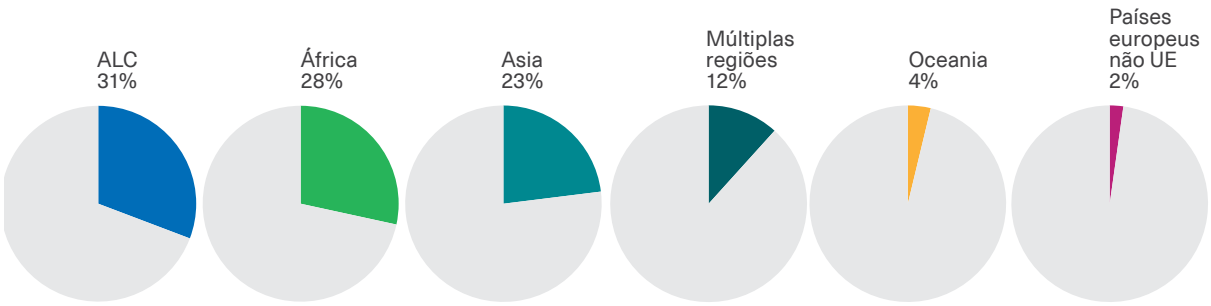
em conservação, e apenas 3% a 8% desses fundos são recursos públicos internacionais. Esses dados também revelam que o financiamento internacional para a biodiversidade é muito menor do que para as mudanças climáticas.

Gráfico 4.14
Recursos do GEF para projetos de biodiversidade por país e região

Painel A.
Financiamento do GEF para projetos de biodiversidade



Painel B.
Participação dos fundos por região



Nota: Distribuição do financiamento do GEF para projetos de biodiversidade aprovados entre 2003 e 2022 por país e região. O painel A inclui apenas projetos implementados em um único país; o painel B apresenta a parcela de recursos por região, incluindo projetos em várias regiões. Os valores estão em bilhões de dólares americanos.

Fonte: Elaboração própria com base em dados do GEF (2022).

O financiamento internacional para a biodiversidade é muito menor do que para as mudanças climáticas

A questão do financiamento tem sido um ponto de controvérsia nas COP da CDB, com posições conflitantes entre países desenvolvidos e em desenvolvimento. Na COP15, realizada em 2022, várias metas foram acordadas: 1) mobilizar pelo menos US$ 200 bilhões anualmente, considerando todas as fontes de recursos (nacionais e internacionais, públicos e privados); 2) aumentar os fluxos internacionais de países desenvolvidos para países em desenvolvimento para US$ 25 bilhões anuais até 2025 e US$ 30 bilhões anuais até 2030; e 3) remover ou reformar subsídios prejudiciais à biodiversidade equivalentes a pelo menos US$ 500 bilhões anuais (Conferência das Partes no CDB, 2022).

Um conjunto de metas globais de conservação para 2030 também foi acordado na COP15, sob o rótulo de Quadro Global de Biodiversidade de Kunming-Montreal. Essas metas, que substituem as metas de Aichi, incluem metas quantitativas para a porcentagem de terras sob regimes de proteção, restauração de áreas degradadas e redução do desperdício de alimentos, entre outras. Juntamente com os outros anúncios financeiros, as Partes mandataram o GEF para criar um fundo especificamente dedicado ao cumprimento das metas do novo Quadro Global de Biodiversidade, embora os detalhes de como esse fundo funcionará ainda não estejam definidos.

A disponibilidade de recursos financeiros não é suficiente para garantir que as metas finais de conservação sejam atingidas. Para complementar isso, é importante aumentar o impacto dos investimentos feitos com esse dinheiro. Atualmente, muito pouco conhecimento é gerado sobre o impacto das intervenções de conservação devido à falta de avaliações quantitativas. Esse é outro ponto em que há um certo contraste com o caso das mudanças climáticas. Embora no mundo do financiamento climático a eficácia dos investimentos não seja garantida e, de fato, existam dúvidas significativas sobre muitas ferramentas, como os créditos de carbono (vide a seção “Mercados internacionais de crédito de carbono”), há um aumento nos esforços para avaliar as intervenções e uma exigência cada vez maior de demonstrar sua adicionalidade. Essa é uma tarefa inacabada no mundo do financiamento da conservação da biodiversidade.

Cooperação internacional para a gestão de áreas e espécies

A CDB é um órgão de negociação generalista, com o objetivo de abordar todas as questões relevantes para a conservação. Outra maneira pela qual os países cooperam com seus pares em questões de biodiversidade é por meio de instituições, às vezes globais, mas mais frequentemente regionais ou bilaterais, cujo foco é a gestão de ecossistemas ou espécies pontuais.

Com frequência, as fronteiras entre os países se sobrepõem às áreas de alta diversidade biológica. Isso ocorre porque, em muitos casos, cadeias de montanhas ou outras paisagens complexas servem como barreiras naturais que se tornam fronteiras geopolíticas. Além disso, as áreas de fronteira geralmente estão longe de centros de alta densidade populacional, o que as torna refúgios para espécies cujo habitat é deslocado pela presença humana. Nas áreas marítimas, também é comum que os países compartilhem ecossistemas. Exemplos de áreas de biodiversidade transfronteiriças na região incluem a floresta amazônica, o corredor biológico mesoamericano e a bacia do Caribe.

De acordo com o exposto acima, algumas das ameaças à biodiversidade causadas pelas mudanças climáticas também se manifestam em áreas de fronteira. Portanto, a coordenação entre jurisdições é fundamental para responder a essas situações. Um exemplo disso pode ser visto na bacia do rio Uruguai, na fronteira com a Argentina, onde as mudanças nos padrões de precipitação aumentaram a incidência de inundações e onde são projetados maiores riscos de episódios semelhantes no futuro. Isso afeta tanto as populações humanas quanto os ecossistemas da região. Para resolver esse problema, foi formulado um programa de adaptação para cidades e ecossistemas costeiros, financiado pelo Fundo de Adaptação e administrado pelo CAF.

As fronteiras internacionais geralmente se sobrepõem às áreas de diversidade biológica, e a cooperação é necessária nessas áreas transfronteiriças

Esse programa enfatiza os componentes de fortalecimento institucional e destaca a importância de entender os ecossistemas como corredores ecológicos, que não respondem a limites jurisdicionais, a fim de articular uma política apropriada para sua conservação e sustentabilidade (Assesoria de Imprensa do CAF, 2020).

Mesmo antes do surgimento de novas ameaças decorrentes das mudanças climáticas, já havia experiências de cooperação permanente na região com um histórico estabelecido em matéria de conservação. Entre elas estão a Organização do Tratado de Cooperação Amazônica (vide o quadro 4.5), o Corredor Marinho de Conservação do Pacífico Tropical Oriental (envolvendo os ministérios da Costa Rica, Equador, Panamá e Colômbia) e o Corredor Biológico do Caribe (Cuba, Haiti, Porto Rico e República Dominicana). O objetivo declarado dessas organizações é a gestão e a conservação da biodiversidade das áreas em questão.

A cooperação internacional é particularmente valiosa para lidar com alguns problemas de governança em áreas transfronteiriças. Entre as tarefas a serem abordadas por essas organizações estão as seguintes.

Evitar a exploração excessiva de recursos nos ecossistemas. Muitas espécies exploradas comercialmente estão distribuídas em áreas geográficas que incluem o território (e zonas econômicas exclusivas) de vários países. Isso é especialmente comum no caso de espécies marinhas. Essa situação gera uma externalidade que incentiva a exploração excessiva. De acordo com essa intuição, há evidências de que as taxas de pesca diminuíram mais nos últimos anos para espécies transfronteiriças do que para espécies não transfronteiriças (Palacios Abrantes et al., 2020). A maneira tradicional pela qual alguns países lidaram com esse problema foi por meio de acordos de cotas, como o compartilhamento de bacalhau entre a Noruega e a Rússia no Mar de Barents (Gullestad et al., 2020). Esses acordos também existem na região, mas não há estudos sobre sua eficácia na implementação de cotas ou na proteção da sustentabilidade das espécies[41]. O fortalecimento das regras para a exploração desses recursos é uma tarefa essencial da cooperação internacional. Além disso, atualmente, a definição dessas regras deve levar em conta o efeito que as mudanças climáticas estão tendo e terão sobre a distribuição geográfica das espécies marinhas (Palacios Abrantes, 2021).

Prevenir ou remover barreiras físicas que impeçam o trânsito de espécies. A construção de barreiras físicas nas fronteiras (como cercas e muros) é prejudicial para muitas espécies cujos habitats ou rotas migratórias atravessam vários países. Por exemplo, mais de 60% dos mamíferos americanos são transfronteiriços (Thornton et Branch, 2019). Felizmente, esse não é um grande problema na região. Um estudo recente de Thornton et al. (2020) apresenta duas descobertas interessantes. A primeira é que, nas Américas, há (proporcionalmente) mais terras protegidas perto das fronteiras do que dentro dos países. De acordo com os cálculos dos autores, 31% da área dentro de 25 km ou menos das fronteiras terrestres na América Latina e no Caribe é protegida, uma proporção muito maior do que os 22% de áreas protegidas no território total do continente (o gráfico 4.15 mostra as áreas protegidas na área dentro de 100 km ou menos das fronteiras). A segunda é que, nas Américas, há maior conectividade de áreas protegidas perto das fronteiras do que longe delas (Thornton et al., 2020). Uma exceção a esse cenário positivo são as barreiras ao longo da fronteira entre os EUA e o México, cujos efeitos sobre a biodiversidade já foram observados há muito tempo (Flesch et al., 2010; Peters et al., 2018). A relativa ausência de barreiras no continente é, em parte, um reflexo da baixa densidade populacional que caracteriza as áreas de fronteira dos países e do baixo nível de conflitos entre Estados na história da região. Portanto, não é óbvio que o grau de conectividade existente possa ser atribuído especificamente à cooperação em biodiversidade. No entanto, a preservação dessa situação precisa ser uma prioridade dessa agenda.

41 Exemplos de acordos na região são o Tratado do Rio da Prata e sua Frente Marítima e a Convenção para a Proteção e o Desenvolvimento do Ambiente Marinho da Região Ampliada do Caribe. Esses acordos incluem medidas como a regulamentação das frotas pesqueiras e o estabelecimento de cotas de pesca.

Quadro 4.5
A Organização do Tratado de Cooperação Amazônica (OTCA)

É uma organização intergovernamental que reúne os oito países signatários do Acordo de Cooperação Amazônica de 1978: Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana, Peru, Suriname e Venezuela. O objetivo do Tratado é a promoção do desenvolvimento sustentável e equitativo dos territórios amazônicos, o que envolve várias áreas de trabalho: recursos naturais, biodiversidade, povos indígenas, infraestrutura e transporte, turismo e gestão do conhecimento, entre outros.

A OTCA coordena a implementação de importantes projetos. Entre eles está o Projeto Bacia Amazônica, cofinanciado pelo GEF, que visa promover a gestão integrada dos recursos hídricos por meio de programas de ação estratégica nos países membros. Outro projeto significativo é o Projeto Bioamazônia, financiado pelo Banco Alemão de Desenvolvimento, dedicado a melhorar a gestão, o monitoramento e o controle de espécies da fauna e da flora ameaçadas pelo comércio, especialmente as espécies incluídas na Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Fauna e Flora Selvagens Ameaçadas de Extinção (OTCA, 2021).

Avaliar a construção de infraestrutura. A construção de grandes projetos de infraestrutura, como rodovias, ferrovias ou represas, pode ameaçar a biodiversidade ao fragmentar os ecossistemas. Esse risco é particularmente acentuado em florestas tropicais, pois elas abrigam muitos organismos especializados que evitam até mesmo clareiras muito estreitas na floresta (Laurance et al., 2009). É claro que essas construções não ocorrem apenas em áreas transfronteiriças. Entretanto, é importante considerar a questão da biodiversidade no contexto da infraestrutura internacional, especialmente na ALC, onde há necessidade de maior integração comercial (Sanguinetti et al., 2021). Esses projetos devem sempre incluir análises rigorosas de seu impacto sobre a biodiversidade. Por outro lado, o peso das instituições dedicadas às questões de conservação nas decisões de construção de infraestrutura dependerá fundamentalmente do peso político das diferentes agendas nos países envolvidos.

Fortalecer o monitoramento e o rastreamento de espécies. O estudo dos ecossistemas e o monitoramento de sua saúde e grau de conservação têm sido historicamente mais fracos nas áreas de fronteira. Por exemplo, há relativamente poucos inventários transfronteiriços de espécies e diversidade. Isso geralmente está associado a questões de acessibilidade e segurança.

●●

O fortalecimento do Estado é essencial para garantir uma presença humana positiva em áreas de riqueza natural

O fortalecimento das capacidades do Estado é essencial para, por um lado, aumentar a colaboração interestatal e, por outro, garantir as condições que permitam uma presença humana positiva em áreas de riqueza natural. As capacidades do Estado também são essenciais para lidar com outra ameaça aos ecossistemas: as várias práticas ilegais de exploração de recursos naturais. De qualquer forma, deve-se enfatizar que essa necessidade de fortalecimento institucional também existe nas áreas internas dos países e que é uma tarefa primordial dos próprios países, não dos órgãos de cooperação internacional.



Gráfico 4.15
Áreas protegidas nas fronteiras terrestres da América Latina e do Caribe



Nota: O cinza claro mostra a área terrestre dentro de 100 km ou menos das fronteiras internacionais. Em verde, áreas pertencentes às áreas protegidas de categoria I-IV da União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN) e áreas protegidas de uso múltiplo. Mais detalhes sobre a metodologia usada para estimar as áreas protegidas podem ser encontrados no apêndice on-line do capítulo 3.

Fonte: Elaboração própria com base em dados do Centro Mundial de Monitoramento da Conservação (WCMC, por sua sigla em inglês) do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e da UICN.

Interação entre política comercial e conservação

No final de 2022, a União Europeia avançou no processo de aprovação de um regulamento que busca proibir a entrada de produtos provenientes de áreas desmatadas. Em particular, trata-se de uma lei que exigiria que as empresas que desejam comercializar produtos importados realizassem um processo de diligência devida (*due diligence) para* demonstrar que eles são "livres de desmatamento", mais especificamente, que não foram produzidos em terras desmatadas após dezembro de 2020. Os setores afetados

seriam óleo de palma, pecuária, soja, café, cacau, madeira, borracha e derivados desses produtos (por exemplo, carne bovina, móveis ou chocolate) (Comissão Europeia, 2022).

Essa lei se baseia no reconhecimento de que os países europeus são grandes consumidores de muitos desses produtos e que esse consumo pode estar alimentando a perda de florestas nos locais de produção. Há alguns paralelos com o mecanismo de ajuste de fronteira para emissões, no sentido de que ele usa a política comercial para buscar objetivos ambientais (nesse caso, a preservação da biodiversidade, bem como a mitigação das emissões decorrentes de mudanças no uso da terra).

Outro paralelo com o CBAM é que essa regulamentação é uma iniciativa unilateral que impõe custos aos países que exportam os produtos afetados, tornando o comércio mais caro. Nesse caso, os setores afetados são importantes para os países da região, razão pela qual os governos reagiram com preocupação. Isso se reflete em uma carta conjunta ao Comitê de Agricultura da Organização Mundial do Comércio assinada por dez países latino-americanos, na qual, reconhecendo a importância dos objetivos ambientais, eles pedem que a UE consulte os países afetados antes de avançar com a legislação e reconheça os esforços que eles fizeram na política florestal e de conservação (Grinspun et al., 2022).

Os efeitos dessa legislação sobre os padrões de comércio e as atividades econômicas nos países da região dependerão, em última instância, dos detalhes da implementação e dos mecanismos em vigor para certificar os produtos. Esses detalhes devem ser definidos no decorrer de 2023.

Questões focais para a agenda de mudanças climáticas e conservação na região

Conforme discutido neste capítulo, as questões de mudanças climáticas e biodiversidade geralmente são tratadas por meio de canais separados em fóruns internacionais, embora haja questões específicas em que as duas conversas convirjam. Além disso, a América Latina e o Caribe são uma das regiões onde esses fenômenos se sobrepõem mais claramente. O setor agrícola e a mudança no uso da terra, associados às atividades agrícolas e pecuárias, constituem uma parte significativa das emissões regionais e uma área relevante para a adaptação às mudanças climáticas. Por sua vez, esses setores são pontos focais na agenda de biodiversidade, que busca promover a proteção de áreas florestais e a adoção de práticas agropecuárias sustentáveis. Essa coincidência deve informar a posição da região sobre essas questões. Em particular, é importante exigir que os recursos internacionais para o financiamento de projetos nessas áreas sejam aumentados e que sejam direcionados não apenas para a adoção de práticas conhecidas, mas também para pesquisa e desenvolvimento (P+D) de técnicas agropecuárias sustentáveis de baixa emissão. Além disso, é essencial insistir que esses recursos, pelo menos uma parte significativa deles, assumam a forma de transferências não reembolsáveis.

É importante que a região aumente os recursos direcionados ao setor agropecuário, tanto para adotar práticas conhecidas quanto para promover P+D em técnicas sustentáveis

Há três argumentos principais que sustentam esse raciocínio, que foram apontados ao longo do capítulo: muitos desses projetos (por exemplo, no caso da proteção de áreas) não geram fluxos de receita diretos para pagar os empréstimos; os fluxos financeiros internacionais devem ter um componente de compensação que vá dos maiores aos menores emissores históricos; e as atividades a serem promovidas geram benefícios para o ecossistema (incluindo a regulação climática), alguns dos quais são de alcance global.

Outra importante área de trabalho para os países da região é vincular de forma mais explícita e clara os recursos e as transferências de tecnologia e conhecimento que desejam receber do mundo desenvolvido com suas próprias metas de mitigação. Isso significa aplicar uma lógica semelhante à das metas condicionais que aparecem nas NDCs atuais, mas especificando com muito mais precisão o que os países estão solicitando e quais políticas e metas seriam implementadas consequentemente. Esse exercício deveria servir a dois propósitos: por um lado, ser um canal para os países explicitarem quais transferências (de recursos, tecnologias ou outras) eles consideram que devem receber de acordo com os critérios de justiça climática e com base em suas próprias ações; e, por outro lado, incentivar os países a aumentar suas ambições de mitigação sempre que possível e quando considerarem justo. Essa tarefa de vincular as transferências de recursos e as próprias metas pode refletir as grandes heterogeneidades existentes entre os países da região (por exemplo, em termos de composição e intensidade das emissões atuais e das responsabilidades históricas).

Finalmente, é necessário reconhecer que as políticas ambientais destinadas a mitigar as emissões e conservar a biodiversidade têm custos, especialmente no curto prazo. Portanto, elas criam tensões com as múltiplas necessidades sociais e econômicas que continuam a existir na América Latina e no Caribe. Essas tensões precisam ser bem compreendidas a fim de situar essas questões dentro da agenda de desenvolvimento mais ampla dos países, que será discutida no capítulo 5 deste relatório.



A resposta às mudanças climáticas e a agenda de desenvolvimento da América Latina e do Caribe

5

- Pilares do desenvolvimento sustentável e progressos da região
- Impactos da descarbonização da economia mundial sobre a América Latina e o Caribe
- Desafios e oportunidades para a América Latina e o Caribe diante da crise climática
- Prioridades de políticas para a agenda de desenvolvimento sustentável

Mensagens-chave

1
A América Latina e o Caribe não superaram os desafios do baixo crescimento econômico e da alta desigualdade. A esses desafios pendentes acrescenta-se a necessidade de se adaptar às mudanças climáticas, mitigar as emissões e preservar a biodiversidade e o capital natural da região.

2
A adaptação deve ser uma prioridade para a América Latina e o Caribe devido à sua grande exposição e vulnerabilidade aos riscos climáticos. Esses esforços devem se concentrar nos grupos mais vulneráveis para evitar a exacerbação das desigualdades existentes.

3
As políticas de adaptação podem ter sinergias positivas com a agenda de crescimento e inclusão porque podem gerar benefícios econômicos, ambientais e sociais. Entre elas, destacam-se as soluções baseadas na natureza, que incluem agricultura sustentável e infraestrutura verde, além de aumentar a resiliência da infraestrutura cinza.

4
É necessário melhorar as informações disponíveis sobre as necessidades específicas de adaptação nos países da América Latina e do Caribe. Até agora, os esforços se concentraram nos setores de produção de alimentos, redução da pobreza e saúde. Em geral, há poucas evidências sobre a eficácia dessas iniciativas.

5
Outra prioridade deve ser a preservação dos ecossistemas e da biodiversidade. A América Latina e o Caribe é uma região relativamente rica em capital natural, mas esse capital está sendo degradado em um ritmo acelerado. Isso representa um risco para a sustentabilidade do próprio processo de desenvolvimento da região e para o bem-estar das gerações futuras, além de afetar negativamente a inclusão social das comunidades locais.

6
A América Latina e o Caribe deve contribuir para o esforço global de mitigação. A prioridade deve ser acabar com o desmatamento, que é a principal causa de emissões na região. Isso requer um compromisso confiável para conter a expansão da fronteira agropecuária e aumentar a produtividade do setor.

7
A América Latina e o Caribe pode aproveitar suas condições favoráveis para avançar na transição energética por meio da adopção de fontes de energia renováveis. Esse processo envolverá grandes desafios para os países em termos de impactos sobre o emprego, o financiamento, as receitas fiscais e as contas externas. Os três principais determinantes dos custos e benefícios da transição em cada contexto são a estrutura produtiva, a matriz energética e os recursos naturais existentes.

8
A América Latina e o Caribe pode contribuir para a descarbonização global e, ao mesmo tempo, capitalizar os benefícios econômicos das grandes reservas de gás natural e de minerais críticos para a eletrificação, bem como monetizar os esforços para preservar os recursos florestais.

9
É fundamental identificar e priorizar políticas com o triplo dividendo de adaptação, mitigação e preservação do capital natural e que permitem, ao mesmo tempo, progredir em outras dimensões do desenvolvimento sustentável. Exemplos de tais políticas são as técnicas agropecuárias sustentáveis e a conservação e regeneração dos principais ecossistemas.

10
Devido à sua história e interesses comuns, os países da América Latina e do Caribe podem se beneficiar consideravelmente de uma intensa coordenação regional para garantir que suas vozes e preocupações sejam ouvidas nas negociações internacionais sobre mudanças climáticas e preservação da biodiversidade.

11
A região é heterogênea e não há uma receita única para todos os países. A combinação ideal de políticas climáticas e de conservação variará de acordo com as condições locais. Para alcançar o portfólio de políticas mais adequado, devem ser ponderados os custos e benefícios de diferentes alternativas (não apenas estáticas, mas também de uma perspectiva dinâmica), a viabilidade política das ações e seus impactos sobre a equidade.

A resposta às mudanças climáticas e a agenda de desenvolvimento da América Latina e do Caribe[1]

Introdução

Os capítulos anteriores apresentam um relato dos enormes desafios que as mudanças climáticas e a conservação da biodiversidade representam para o mundo. As emissões globais de gases de efeito estufa (GEE) devem ser reduzidas rapidamente para que o aquecimento global seja limitado de acordo com as metas do Acordo de Paris. Além disso, os esforços de adaptação aos impactos atuais e esperados das mudanças climáticas devem ser redobrados para evitar custos excessivos para o bem-estar da população mundial e para proteger e restaurar o capital natural a fim de restabelecer o equilíbrio ecológico do planeta.

A América Latina e o Caribe não é alheia a esses desafios. Pelo contrário, a região está entre as mais afetadas pelas mudanças climáticas e menos preparadas para resistir à adversidade, o que torna ainda mais urgente a necessidade de aumentar a resiliência de suas economias. Além disso, a abundância de capital natural faz da América Latina e do Caribe um ator fundamental para atingir as metas globais de clima e conservação.

A região enfrenta esses desafios a partir de uma situação de fragilidade econômica e social, caracterizada pelo baixo crescimento econômico, altos níveis de pobreza e desigualdade e baixa capacidade institucional, entre outros déficits de desenvolvimento. Esses problemas estruturais foram agravados pela pandemia da COVID-19, que, além de causar elevados custos de saúde, reduziu o espaço fiscal e aumentou o endividamento na maioria das economias da região.

Nesse contexto, os esforços em termos de investimento, a realocação de recursos entre setores e as reformas necessárias para as políticas climáticas e

1 Este capítulo foi elaborado por Pablo Brassiolo, Ricardo Estrada e Ernesto Schargrodsky, com a assistência de pesquisa de Daniela Goyheix e Florencia Buccari.

de conservação devem ser integrados aos desafios ainda pendentes de baixo crescimento econômico e baixa inclusão social que caracterizam as economias da região. Isso significa que as decisões de políticas públicas dos países deverão superar possíveis tensões entre objetivos conflitantes e procurar aproveitar as potenciais complementaridades e sinergias entre as agendas.

Também é importante ter em mente que essas agendas estão enquadradas em um contexto global de profunda transformação nas formas de produzir e consumir, o que pode abrir novas oportunidades para a região, mas também restringir o conjunto de opções de políticas. Entre as principais tendências globais estão a transição energética liderada pelos países desenvolvidos, a potencial imposição de mecanismos de ajuste de fronteira para as emissões de dióxido de carbono (CO_2) e a crescente demanda internacional por serviços ecossistêmicos que podem impulsionar os mercados de crédito de carbono.

Este capítulo discute os desafios e as oportunidades decorrentes da integração das políticas climáticas e de conservação com a agenda de desenvolvimento pendente da América Latina e do Caribe. A região é muito heterogênea em muitas dimensões, portanto, não há uma receita única para avançar no caminho do desenvolvimento sustentável, mas, em vez disso, é preciso buscar as alternativas de políticas mais adequadas em cada contexto.

Os desafios do desenvolvimento da América Latina e do Caribe

O desenvolvimento sustentável é entendido como o desenvolvimento que atende às necessidades da geração atual sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender às suas próprias necessidades (Brundtland, 1987)[2]. Sob esse paradigma, o desenvolvimento sustentável é o resultado da integração das dimensões econômica e social, que têm sido o foco da visão tradicional do desenvolvimento econômico, com a dimensão ambiental, conforme ilustrado na figura 5.1.

O desenvolvimento sustentável exige, por um lado, impulsionar o **crescimento econômico** para atender às necessidades da população e, por outro lado, promover a **inclusão social** para que as melhorias nas condições de vida atinjam toda a sociedade, especialmente os grupos mais vulneráveis. A sustentabilidade também exige que o crescimento não prejudique a capacidade da natureza de fornecer os serviços ecossistêmicos que sustentam a sociedade e a economia. Para que as gerações futuras possam se sustentar, é importante que as gerações atuais herdem um capital adequado em um sentido amplo, o que requer considerar não apenas o capital físico e humano, mas também o capital natural (Dasgupta, 2021). No contexto das mudanças climáticas, a sustentabilidade do progresso econômico e social requer também a garantia de que esses processos sejam resistentes aos choques climáticos e compatíveis com a estabilização do sistema climático por meio da redução das emissões de GEE[3]. Portanto, o terceiro pilar do desenvolvimento sustentável é a **resiliência climática e a sustentabilidade ambiental**.

2 Este documento, também conhecido como "Relatório Brundtland", foi produzido pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas, cuja criação resultou da preocupação da comunidade internacional com a necessidade de integrar e gerir conjuntamente a noção de desenvolvimento econômico e dimensão ambiental.

3 O IPCC usa o conceito de desenvolvimento resiliente ao clima, definido como um processo de implementação de medidas para se adaptar aos riscos das mudanças climáticas e reduzir as emissões de GEE para promover o desenvolvimento sustentável para todas as pessoas (Schipper et al., 2022). Nesse sentido, o paradigma de desenvolvimento sustentável utilizado neste capítulo inclui a ideia de desenvolvimento resiliente ao clima.

Figura 5.1
Pilares do desenvolvimento sustentável



Fonte: Elaboração própria com base em Munasinghe (1993).

A crescente preocupação da comunidade internacional com a sustentabilidade do processo de desenvolvimento levou ao estabelecimento de objetivos específicos para orientar as estratégias de desenvolvimento dos países. Assim, em 2015, foram adotados os objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS), compostos por 17 objetivos com 169 metas para o período 2016-2030, abrangendo aspectos econômicos, sociais e ambientais. A definição de indicadores específicos para cada uma dessas metas também permite monitorar o grau de progresso dos países no cumprimento desses objetivos. No caso da América Latina e do Caribe como um todo, esse progresso tem sido até agora desigual (vide o quadro 5.1).

A região enfrenta a crise climática e de biodiversidade com uma agenda pendente de crescimento e inclusão

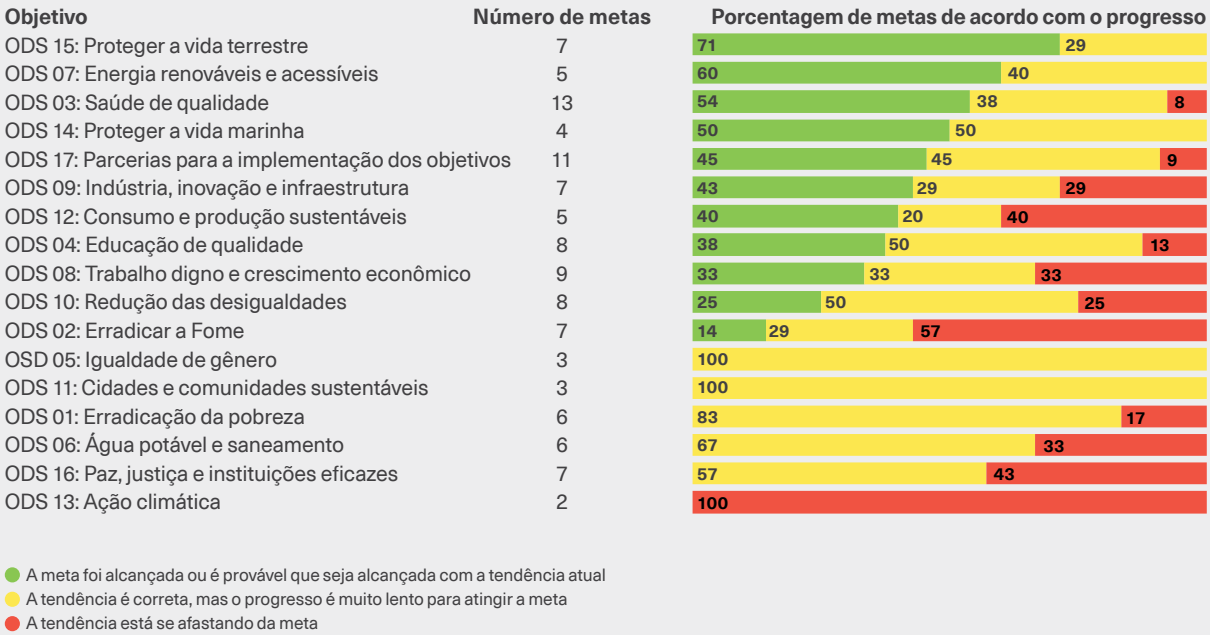
Em suma, a crise climática e de biodiversidade que o mundo enfrenta torna cada vez mais urgente a priorização das considerações ambientais nas agendas de desenvolvimento dos países. No caso da América Latina e do Caribe, isso implica um desafio maior do que no mundo desenvolvido, pois a região não avançou o suficiente nas agendas de crescimento e inclusão.

Quadro 5.1
O progresso da América Latina e do Caribe no cumprimento dos ODS

A Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL, 2022b) analisou o progresso da região no cumprimento dos objetivos definidos no âmbito da Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. O estudo avaliou as tendências correspondentes a 111 das 169 metas estabelecidas. Os resultados são apresentados no gráfico 1. Para facilitar a interpretação dos resultados, a situação com relação ao cumprimento de cada uma das metas é classificada em três grupos: metas que já foram alcançadas ou que seriam alcançadas até 2030 se as tendências atuais continuarem (verde), metas para as quais as tendências observadas estão na direção certa, mas cujo ritmo de progresso é insuficiente (amarelo) e metas para as quais as tendências observadas estão na direção oposta à esperada e, portanto, precisam ser revertidas para serem cumpridas (vermelho).

O progresso da região até agora varia de acordo com os objetivos. O ODS 3 (saúde e bem-estar), o ODS 7 (energia limpa e acessível), o ODS 14 (vida na água) e o ODS 15 (ecossistemas terrestres) têm pelo menos metade das metas em verde. No outro extremo, o ODS 13 (ação climática) tem duas metas e ambas estão em vermelho. Em nível agregado, apenas 32% das metas estão em verde, enquanto 46% estão em amarelo e os 22% restantes estão em vermelho.

Gráfico 1
Metas dos ODS e previsão de cumprimento para 2030 na América Latina e no Caribe



Nota: Cada cor (vermelho, amarelo e verde) representa o nível de cumprimento das metas.

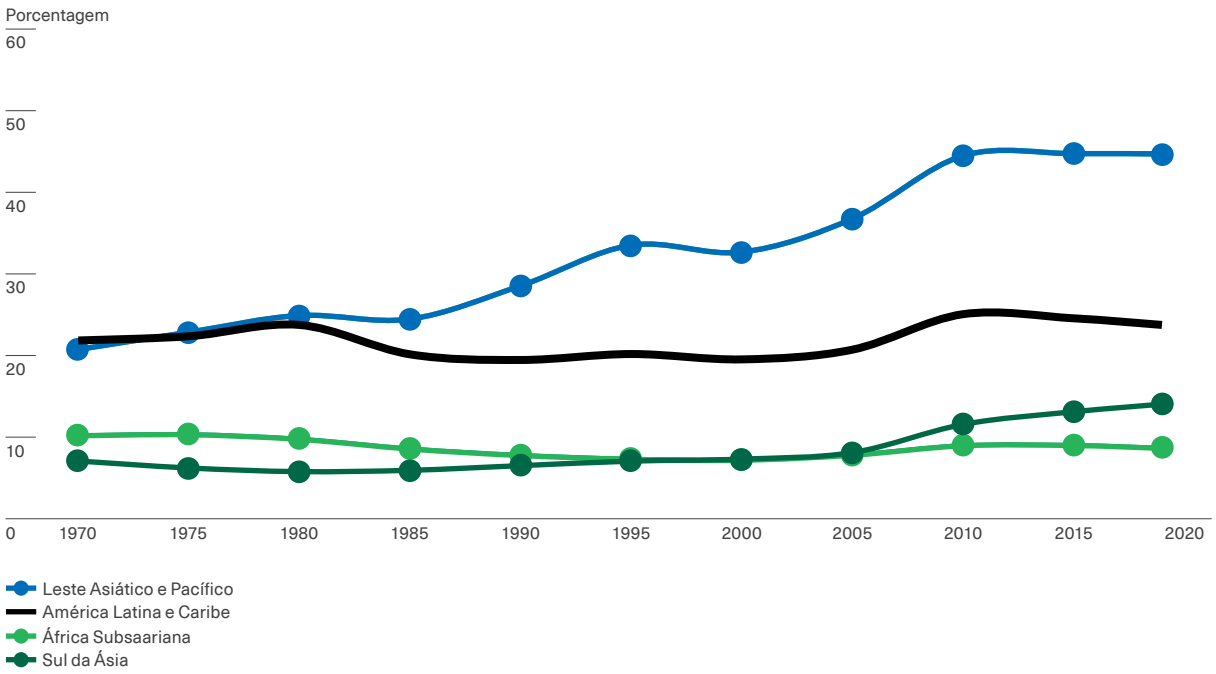
Fonte: CEPAL (2022b).

A agenda pendente: fraco crescimento econômico e baixa inclusão social

Nos últimos sessenta anos, o crescimento econômico na América Latina e no Caribe foi insuficiente para reduzir a lacuna de desenvolvimento com os países mais ricos. Entre 1960 e 2021, a taxa de crescimento da produção per capita da região foi, em média, de 1,6% ao ano. Isso é inferior ao 1,9% ao ano para o mundo como um todo e 2% ao ano para os Estados Unidos, e bem abaixo dos 4% ao ano registrados pelos países do Leste Asiático e do Pacífico (Banco Mundial, 2023f)[4].

Como consequência, a renda per capita continua ficando para trás em relação ao mundo desenvolvido. O gráfico 5.1 mostra a evolução da renda per capita em diferentes regiões do mundo como uma parcela da renda per capita nos EUA de 1960 até o presente. Como pode ser visto, a renda per capita na América Latina e no Caribe permaneceu próxima a 20% da renda dos Estados Unidos, enquanto algumas regiões de alto crescimento, como o Leste Asiático e o Pacífico, conseguiram reduzir significativamente a diferença.

Gráfico 5.1
PIB per capita em relação ao dos Estados Unidos



Nota: O gráfico informa o PIB per capita (ajustado à paridade do poder de compra) como uma porcentagem do PIB per capita dos Estados Unidos. Os países da ALC considerados no gráfico são os países pertencentes à Comunidade de Estados Latino-Americanos e Caribenhos (CELAC), excluindo Cuba por falta de informações. Os países que compõem as outras regiões podem ser consultados no apêndice do capítulo disponível on-line.

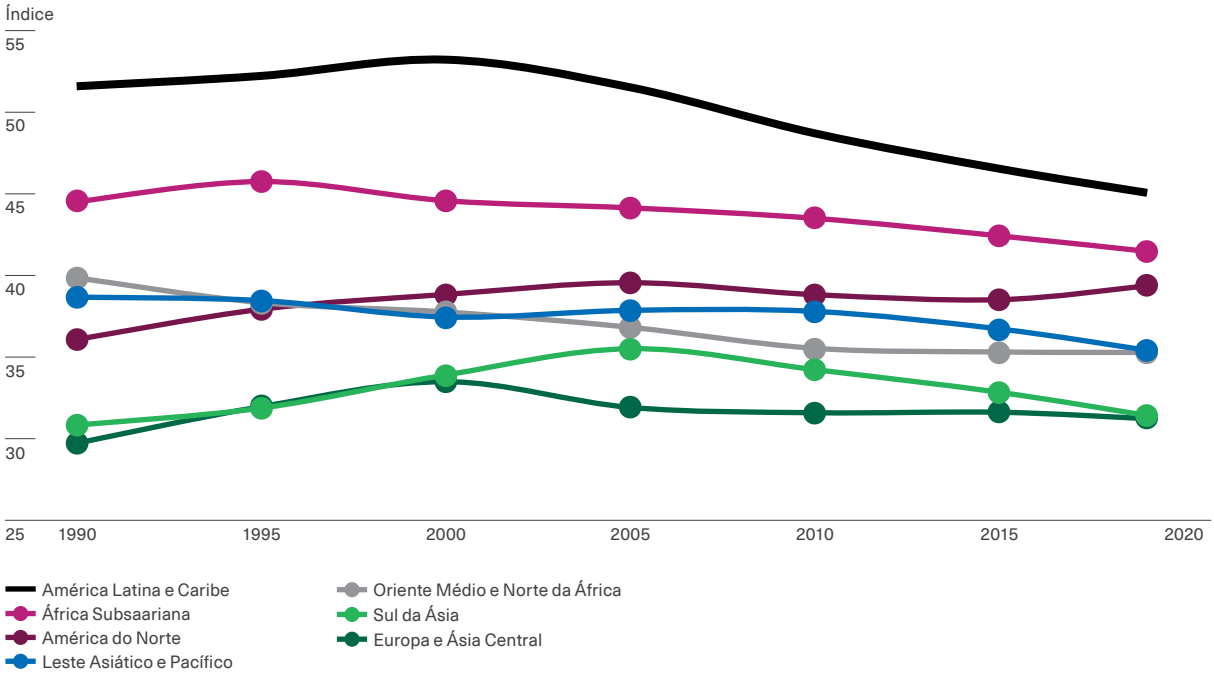
Fonte: Cálculos próprios a partir de dados da Penn World Table 10.0 (Feenstra et al., 2015).

4 Essa baixa taxa de crescimento também se reflete em outros indicadores de desempenho econômico, como a participação da região no comércio e na produção global. Com efeito, a região representa 5,7% do comércio mundial e 6,4% do produto mundial, números que praticamente não mudaram desde cinco décadas atrás (OMC, 2023; Banco Mundial, 2023d).

A segunda dimensão do desenvolvimento na qual a região fez pouco progresso é a inclusão social. Por exemplo, os 50% mais pobres da população recebem apenas 8% da renda total e acumulam apenas 1% da riqueza total (WID, 2023)[5]. Essa elevada desigualdade é, além disso, persistente ao longo do tempo. Como mostra o gráfico 5.2, de acordo com o coeficiente de Gini, um indicador de desigualdade na distribuição de renda, a região tem sido a mais desigual do mundo há várias décadas, embora essa desigualdade tenha sido reduzida recentemente. Outras dimensões do bem-estar, como educação, saúde e oportunidades de emprego, também são distribuídas de forma desigual entre a população (Berniell et al., 2022; PNUD, 2019).

Tanto o baixo crescimento econômico quanto a baixa inclusão social se refletem no alto nível de pobreza que caracteriza a região. Cerca de 30 % dos habitantes da América Latina e do Caribe têm renda abaixo da linha de pobreza de US$ 6,85 por dia em 2021 (Banco Mundial, 2023h).

Gráfico 5.2
Evolução do índice de Gini de distribuição de renda



Nota: Cada linha representa uma suavização polinomial local do índice de Gini, que mede a desigualdade média de renda por região e ano. Os países da América Latina e do Caribe podem ser consultados no apêndice do capítulo disponível on-line. Os outros agregados são baseados na classificação regional do Banco Mundial. O conjunto de países incluídos nas médias regionais pode variar dependendo da disponibilidade de dados para cada ano.

Fonte: Elaboração própria com base em dados do Banco Mundial (2023g).

5 Esses números se referem à média da Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, Equador, El Salvador, México, Peru e Uruguai, os países da América Latina e do Caribe para os quais há informações disponíveis.

Cerca de 30 % dos habitantes da América Latina e do Caribe têm renda abaixo da linha de pobreza de US$ 6,85 por dia em 2021

Ambos os desafios estão associados a algumas características estruturais da região que podem impedir a implementação da agenda de resiliência climática e sustentabilidade: 1) baixa produtividade agregada que permeia todos os setores de atividade (Álvarez et al., 2018); 2) déficits de investimento em infraestrutura produtiva e social, que reduzem a quantidade e a qualidade dos serviços de infraestrutura (Cavallo et al., 2020; Cont et al., 2022; Sanguinetti et al., 2021), e 3) as baixas capacidades do Estado tanto para a elaboração e implementação de políticas quanto para o fornecimento de bens e serviços públicos em quantidade e qualidade adequadas (Fajardo et al., 2019; Sanguinetti et al., 2015)[6].

O terceiro pilar do desenvolvimento: resiliência climática e sustentabilidade ambiental

A resiliência climática e a sustentabilidade ambiental fazem parte da agenda de desenvolvimento sustentável, buscando três grandes objetivos inter-relacionados: adaptar-se aos riscos das mudanças climáticas, contribuir para a redução global das emissões e preservar o capital natural da região.

Em primeiro lugar, a América Latina e o Caribe deve se adaptar para enfrentar os riscos associados às mudanças climáticas. O aumento da incidência de fenômenos meteorológicos extremos e as mudanças graduais nas condições climáticas colocam em risco populações inteiras e seus meios de subsistência, bem como a riqueza dos ecossistemas e da biodiversidade da região. A urgência de prevenir ou minimizar os danos associados às mudanças climáticas justifica a colocação dos investimentos em adaptação no topo da agenda de sustentabilidade.

As prioridades de adaptação dos países geralmente estão refletidas nas metas de adaptação contidas em suas contribuições nacionalmente determinadas (NDCs) e, em alguns casos, nos planos nacionais de adaptação às mudanças climáticas (PNAMC)[7]. A análise desses documentos no capítulo 4 constata que, em geral, essas metas não são suficientemente precisas e nem sempre estão vinculadas a projetos concretos. Isso se deve, em parte, ao fato de que as necessidades de adaptação variam de acordo com o contexto local, dependendo da exposição e da vulnerabilidade de territórios e populações específicas a diversos riscos climáticos. Identificar com maior precisão as necessidades de adaptação e as medidas concretas para abordá-las deve ser uma tarefa prioritária na agenda dos países. Essa tarefa permitiria uma estimativa mais precisa dos custos de adaptação e das necessidades de financiamento[8].

Identificar com maior precisão as necessidades de adaptação e as medidas concretas para abordá-las é uma tarefa prioritária na agenda dos países

6 Essas características estruturais da região têm, por sua vez, raízes profundas e complexas, cuja análise vai além do escopo deste capítulo.

7 Em fevereiro de 2023, apenas 13 países da América Latina e do Caribe haviam enviado um PNAMC para a UNFCCC: Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, Granada, Guatemala, Haiti, Paraguai, Peru, São Vicente e Granadinas, Santa Lúcia, Suriname e Uruguai.

8 Em dezembro de 2022, apenas 8 países da da América Latina e do Caribe haviam incluído uma estimativa das necessidades de financiamento especificamente associadas às suas metas de adaptação na versão mais recente de suas NDCs: Belize, Colômbia, El Salvador, Guiana, Haiti, República Dominicana, São Cristóvão e Neves e Suriname.

Um segundo objetivo inevitável da agenda de resiliência e sustentabilidade ambiental da região deve ser a mitigação do clima. Conforme demonstrado no capítulo 4, o cumprimento das metas estabelecidas no Acordo de Paris exige que todas as regiões contribuam para a redução das emissões, mesmo aquelas cuja contribuição histórica para a acumulação de CO_2 na atmosfera seja relativamente baixa, como é o caso da América Latina e do Caribe. Em linha com esse esforço coletivo, as metas de mitigação contidas nas NDCs dos países latino-americanos e caribenhos visam, no seu conjunto, a uma redução de cerca de 10% nas emissões da região em 2030, em comparação com o nível de 2015. É provável que essas metas se tornem mais ambiciosas nas sucessivas revisões quinquenais com as quais os países se comprometeram, já que as metas atuais são insuficientes para atender aos objetivos do Acordo.

O terceiro objetivo do componente de resiliência e sustentabilidade ambiental da região é a preservação de sua vasta riqueza natural. Conforme destacado no capítulo 3, a natureza proporciona benefícios às pessoas, chamados de serviços ecossistêmicos, tais como o fornecimento de alimentos, energia, água doce, medicamentos e materiais; a regulação do clima, dos ciclos hidrológicos e da qualidade do ar; e a oferta de oportunidades de recreação e outras utilidades culturais. Os serviços ecossistêmicos facilitam a adaptação aos efeitos das mudanças climáticas, além de serem vitais para a regulação do clima e valiosos para a atividade econômica e o desenvolvimento humano de forma direta[9].

A América Latina e o Caribe é uma região relativamente rica em capital natural, mas que está sendo perdido em ritmo acelerado. Isso fica claro em uma iniciativa recente para medir e monitorar a evolução do capital em todas as suas formas: produzido, humano e natural (Managi e Kumar, 2018)[10]. Como mostra o gráfico 5.3, entre 1990 e 2014, o capital natural per capita na região se contraiu em cerca de 40% . O declínio do capital natural não é exclusivo da América Latina e do Caribe (os países da OCDE também viram sua riqueza natural cair durante esse período), mas a taxa de perda é maior do que a observada em outras partes do mundo. Da mesma forma, todos os componentes do capital natural da região (recursos florestais, agrícolas, pesqueiros, fósseis e minerais) reduziram o seu valor durante esse período.

●●

Entre 1990 e 2014, o capital natural per capita na região se contraiu em cerca de 40%

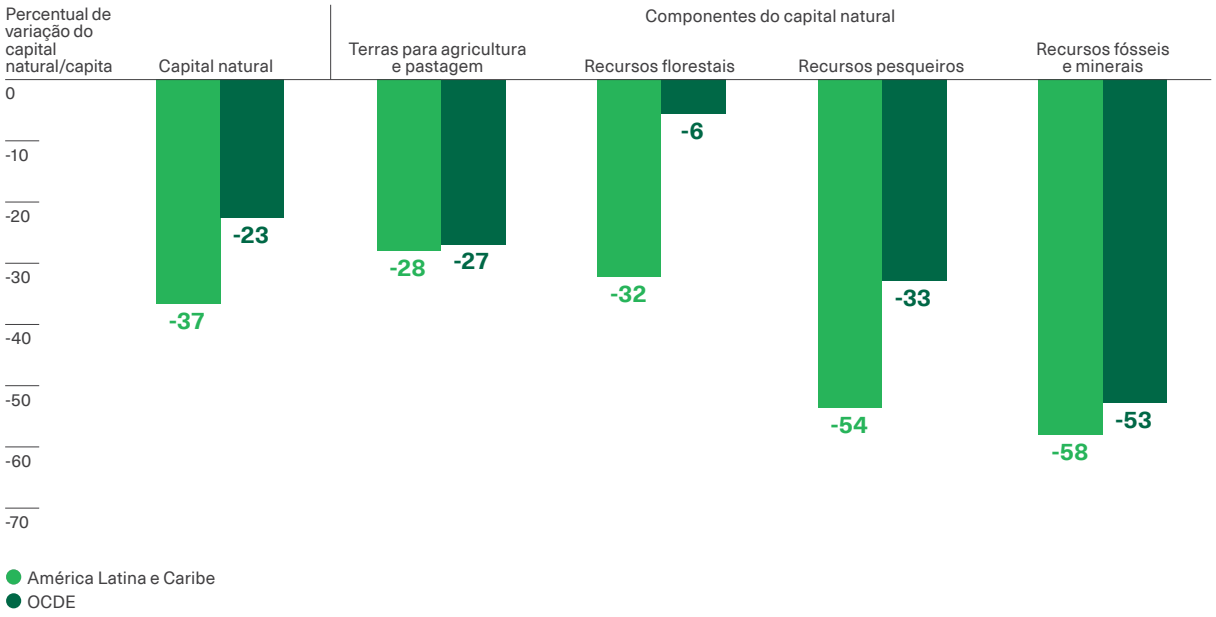
Como mostra o capítulo 3, os dois principais canais pelos quais a atividade humana degrada a natureza na América Latina e no Caribe são a mudança no uso do solo, em grande parte derivada da expansão da fronteira agropecuária, e a superexploração dos recursos naturais. Esses resultados, por sua vez, são explicados pela concomitância de falhas de mercado associadas à proteção dos serviços que a natureza presta às pessoas (como externalidades, bens públicos ou problemas de informação) e pela baixa capacidade do Estado de corrigir as ineficiências resultantes. Como a degradação do capital natural da região constitui um risco para a sustentabilidade de seu próprio processo de desenvolvimento, a elaboração de políticas de conservação eficazes deve ser uma parte fundamental da agenda de desenvolvimento sustentável da América Latina e do Caribe.

9 A riqueza natural foi e continua sendo uma fonte de crescimento econômico na maioria dos países da América Latina e do Caribe. Por exemplo, na década de 1960, os recursos naturais representavam, em média, mais de 90% das exportações e quase 6% do PIB regional. Mais de meio século depois, em 2017, esses números estavam em torno de 80% e 10%, respectivamente (Meller, 2020).

10 A preocupação com a capacidade da natureza de continuar a fornecer serviços essenciais para o desenvolvimento humano levou ao desenvolvimento de metodologias para medidas mais inclusivas da riqueza das nações que incorporam o capital natural (Managi e Kumar, 2018; Banco Mundial, 2021).



Gráfico 5.3
Percentual de variação do capital natural per capita e seus componentes em 2014 em relação a 1990



Nota: As taxas de câmbio dos respectivos anos são calculadas para cada país e adicionadas posteriormente através de uma média simples. As mudanças no capital natural per capita são calculadas utilizando dólares internacionais de 2005 (PPC). Os países da ALC podem ser consultados no apêndice do capítulo disponível on-line.

Fonte: Elaboração própria com base em Managi e Kumar (2018).

Por fim, vale a pena mencionar que os desafios metodológicos associados à medição da riqueza natural não são pequenos, pelo que essas estimativas não estão isentas de problemas. No entanto, elas são uma contribuição valiosa para a discussão sobre a sustentabilidade do processo de desenvolvimento dos países[11]. Além disso, a importância de levar em conta o capital natural no processo de tomada de decisões levou muitos países a lançar iniciativas para incorporar as medições da riqueza natural em suas contas nacionais (vide o quadro 5.2).

11 Em um estudo elaborado especialmente para este relatório, Vial (2023) analisa as dificuldades de mensuração do capital natural, tomando como referência as estimativas do projeto "A mudança da riqueza das nações", do Banco Mundial (2021). Um dos principais desafios é a incorporação de serviços ecossistêmicos que não têm valor de mercado. O documento destaca a necessidade de gerar mais conhecimento científico para compreender todos os benefícios que a natureza proporciona ao ser humano e a complexa inter-relação entre esses serviços, bem como desenvolver metodologias de avaliação dos benefícios para os quais não existe um preço de referência de mercado.

Quadro 5.2
Iniciativas para a incorporação do capital natural nas contas nacionais

A incorporação de uma medição do capital natural nas contas nacionais permitiria que os países valorizassem seus recursos naturais e elaborassem políticas voltadas para o desenvolvimento sustentável que avaliassem os usos concorrentes desses recursos. Isso é especialmente relevante em países com economias baseadas em recursos naturais (Banco Mundial, 2012).

Na última década ocorreram avanços consideráveis na contabilidade do capital natural. As iniciativas na região surgiram a partir do projeto denominado Parceria Mundial da Contabilidade de Riqueza e Valorização dos Serviços dos Ecossistemas (WAVES, por sua sigla em inglês), que contou com o apoio das Nações Unidas e do Banco Mundial. Por sua vez, teve início a implementação do Sistema de Contabilidade Ambiental e Econômica (SCAE), que fornece um acordo padrão internacional.

Em 2019, sete países da América Latina e do Caribe tinham avançado sistematicamente no desenvolvimento de contas ambientais, outros sete tinham desenvolvido contas piloto de capital natural e cinco demonstraram interesse em fazê-lo (gráfico 1). Ao analisar a implementação específica de cada país, fica evidente que o interesse se concentrou na contabilização dos recursos hídricos, florestas e uso e cobertura da terra. Além disso, seis países tinham progredido na implementação de contas experimentais de ecossistemas. No entanto, apenas cinco (Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica e México) institucionalizaram formalmente o desenvolvimento de contas ambientais e contavam com equipes estatísticas especializadas estáveis com orçamento e pessoal alocado (Carvajal, 2017; CEPAL, 2022a).

Apesar desses progressos, ainda há muito trabalho a ser feito para o desenvolvimento e a implementação de contas ambientais em um grande número de países da região, principalmente no Caribe e na América Central. Além disso, a principal limitação do projeto nos países onde já se registraram progressos é que os resultados e indicadores das contas naturais ainda precisam ser incorporados às análises econômicas.

Gráfico 1
Níveis de implementação de contas ambientais na região em 2019



Nota: Não são apresentados dados para Antígua e Barbuda, Barbados, Guiana e São Cristóvão e Neves.
Fonte: Elaboração própria com base em Carvajal (2017) e CEPAL (2022a).

Considerações para a integração de agendas no caminho para o desenvolvimento sustentável

Do ponto de vista da tomada de decisões, a busca pelo desenvolvimento sustentável exige que as opções políticas procurem equilibrar as agendas de crescimento econômico, inclusão social e sustentabilidade ambiental. Na busca conjunta dessas agendas interconectadas, podem surgir complementaridades e tensões que precisam ser geridas. Por exemplo, se uma usina que produz energia com combustíveis fósseis também gera poluentes locais, substituí-la por energia renovável não apenas reduz as emissões, contribuindo para a agenda de sustentabilidade, mas também ajuda a melhorar a saúde das populações próximas, favorecendo uma maior inclusão. No entanto, se os trabalhadores da usina de energia fóssil não forem facilmente treinados em novas habilidades para a nova usina, surgirão ganhadores e perdedores, cujo bem-estar deve ser levado em conta ao avaliar a política. Da mesma forma, se uma área de floresta for desmatada para o cultivo de terras para a produção de alimentos, poderá surgir uma tensão entre os serviços ecossistêmicos de regulação e conservação da biodiversidade, por um lado, e a produção de alimentos, por outro. No caso da mineração, por exemplo, podem surgir tensões entre a exploração de oportunidades econômicas e os possíveis impactos ambientais e na comunidade local.

Também é importante ter em mente que essas complementaridades ou tensões na consecução de objetivos interconectados são moldadas pelo estado atual da tecnologia. Por exemplo, o fato da energia necessária para atender às necessidades humanas associadas ao processo de desenvolvimento econômico ser proveniente da queima de combustíveis fósseis criou uma tensão entre o crescimento econômico e a sustentabilidade ambiental. Essa tensão pode desaparecer e, de fato, tudo indica que isso ocorrerá em um horizonte não muito distante, se os avanços tecnológicos tornarem as fontes limpas de geração de energia economicamente mais lucrativas. Os avanços nessas tecnologias permitiriam a redução da tensão entre o crescimento econômico e as emissões (vide o quadro 5.3).

Um critério importante para determinar o portfólio de políticas mais adequado é a análise de custo-benefício. As políticas também devem ser politicamente viáveis e considerar os efeitos distributivos

Em última análise, a integração da política climática à agenda de desenvolvimento exige decisões sobre o uso de recursos escassos para atingir vários objetivos. Um critério importante para determinar o portfólio de políticas mais adequado é a análise de custo-benefício, mas não é o único. As decisões políticas também devem ter apoio suficiente para serem politicamente viáveis e considerar seus impactos distributivos para garantir que sejam justas[12].

12 Fabra e Reguant (2023) oferecem uma excelente discussão conceitual sobre os aspectos a serem considerados na definição de um portfólio ótimo de políticas climáticas, aplicado ao caso da transição energética na Europa.

Quadro 5.3
A relação entre crescimento econômico e emissões de GEE

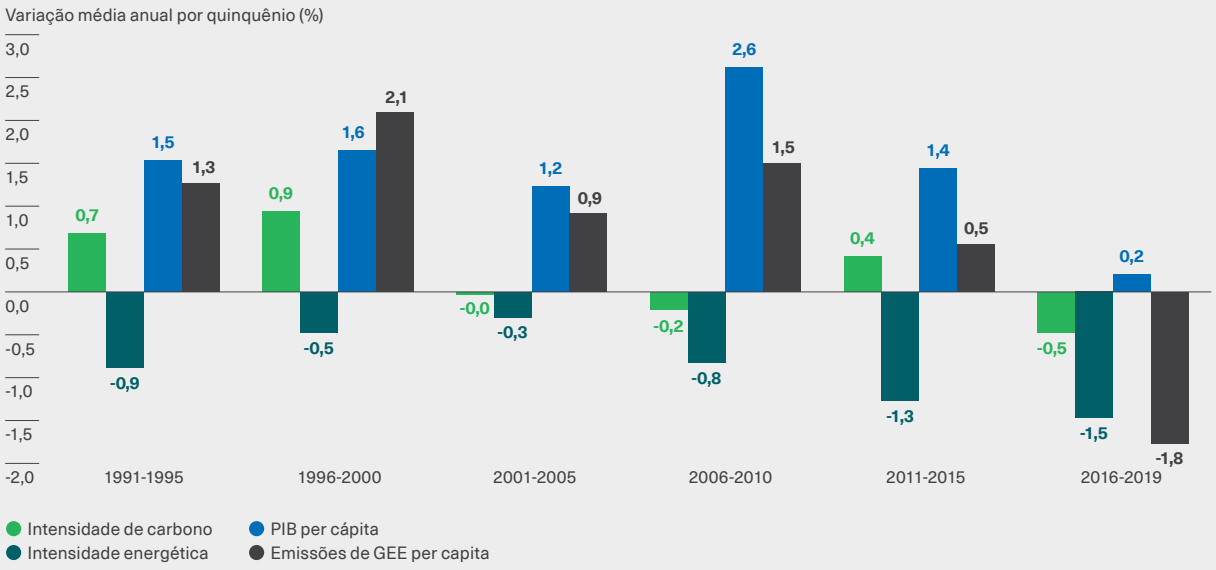
A dissociação entre a evolução das emissões de GEE e o desempenho econômico (conhecido como *decoupling* em inglês) ocorre quando as emissões de um país ou região têm um aumento inferior ao seu PIB, conforme a definição de Hubacek et al. (2021). Esses autores analisam 116 países no período de 2015 a 2018 e constatam que em 32 deles as emissões diminuíram ou permaneceram constantes, enquanto o PIB aumentou (dissociação absoluta). Ao mesmo tempo, 41 tiveram um aumento inferior ao seu PIB (dissociação relativa). Os países que se enquadram em uma dessas duas categorias são responsáveis por 89% das emissões globais. Por outro lado, 36 países não sofreram nenhuma dissociação e outros 6 passaram por recessões econômicas no período analisado e, portanto, foram excluídos da análise.

Uma forma de se aproximar dos motores do crescimento das emissões é a identidade de Kaya (Kaya e Yokobori, 1997). Essa é uma expressão matemática que decompõe as emissões de CO_2 per capita em três componentes, de acordo com a equação 1.

$$\Delta \frac{Emissões}{População} = \underbrace{\Delta \frac{Emissões}{Consumo\ de\ energia}}_{\text{Intensidade de carbono}} + \underbrace{\Delta \frac{Consumo\ de\ energia}{PIB}}_{\text{Intensidade energética}} + \underbrace{\Delta \frac{PIB}{População}}_{\text{PIB per cápita}} \quad (1)$$

O gráfico 1 mostra que as emissões per capita na América Latina e no Caribe diminuíram no período de 2016 a 2019. Em particular, destaca-se que a intensidade de carbono e a intensidade energética colaboraram na diminuição das emissões per capita desde 2015. No entanto, isso ocorreu em um período em que o PIB per capita da região permaneceu estagnado.

Gráfico 1
Variação média anual por quinquênio dos componentes da identidade de Kaya para a América Latina e o Caribe



Nota: O gráfico mostra a variação média anual por quinquênio dos componentes da identidade de Kaya e a variação total das emissões per capita. O PIB per capita está em dólares constantes e ajustados pela paridade do poder de compra. A lista de países considerados no gráfico pode ser consultada no apêndice do capítulo disponível on-line.

Fonte: Elaboração própria com dados da AIE (2021a), Banco Mundial (2023b) e Minx et al. (2021).

Descarbonização da economia global: progresso, projeções e impactos

A economia global está passando por um processo de transição que visa descarbonizar a matriz energética e aumentar a eficiência energética. Como era de se esperar, esse processo avançou mais rapidamente nos países desenvolvidos. Esses países são responsáveis pela maior quantidade de emissões históricas de CO_2, possuem uma estrutura de emissões de GEE com maior peso de combustíveis fósseis e têm os maiores recursos para financiar os investimentos substanciais que essa transição exige.

A transição energética global terá um impacto profundo nas economias da América Latina e do Caribe, tanto no setor energético quanto em outros setores da economia. O avanço da descarbonização no mundo desenvolvido implica mudanças na demanda global por hidrocarbonetos e nos preços e na viabilidade tecnológica das fontes de energia renováveis e bens que funcionam com eletricidade. Isso também implica possíveis restrições ao comércio internacional. Além disso, espera-se que aumente a demanda por bens e serviços necessários para a transição energética, alguns dos quais podem ser de especial relevância para a região (por exemplo, minerais essenciais e mercados de compensação de carbono).

A transição energética global terá um impacto profundo nas economias da América Latina e do Caribe.

Diferentemente das transições energéticas anteriores (por exemplo, a substituição do carvão pelo petróleo como fonte de energia dominante), a origem da transição atual não é explicada por melhorias tecnológicas que levam as famílias e as empresas a usar uma fonte de energia nova, mais barata ou mais conveniente. Em vez disso, essa transição começou como resultado da necessidade de diminuir o uso de combustíveis fósseis devido ao seu impacto nas mudanças climáticas, em um contexto em que as fontes de energia emergentes, as renováveis, ainda não eram uma alternativa competitiva. Portanto, a transição energética foi impulsionada por políticas que exigiram recursos fiscais substanciais e a implementação de iniciativas para promover a adoção de fontes renováveis. Essas políticas resultaram em preços de energia mais altos, principalmente no início da transição (vide o quadro 5.4).

O impulso para a eletrificação e o uso de energias renováveis contribuiu para a formação de um círculo virtuoso no qual a adoção e o desenvolvimento de tecnologia se reforçam mutuamente, graças às economias do aprendizado e de escala. Como consequência, os custos e a viabilidade tecnológica das principais fontes de energia renovável e dos bens que utilizam eletricidade se equipararam ou devem se equiparar nos próximos anos aos dos combustíveis fósseis.

No entanto, o volume de investimento necessário para realizar a transição energética mundial ainda é enorme. A Agência Internacional de Energia (AIE) estima que o investimento anual no setor de energia necessário para levar o mundo a emissões líquidas zero até 2050 está entre US$ 4.500 trilhões e US$ 5.000 trilhões (AIE, 2021c). Outros estudos colocam esse valor entre US$ 3.000 trilhões e US$ 6.000 trilhões por ano (BNEF, 2021; IRENA, 2022). No período de 2016-2020, que já mostra um aumento em relação ao passado, o investimento anual no setor de energia global foi de cerca de US$ 2.000 trilhões ou 2,5% do PIB global (AIE, 2021c). Esses valores incluem os custos de construção de nova infraestrutura e descarbonização da infraestrutura atual, mas não levam em conta outros custos relevantes associados à transição energética, como ativos irrecuperáveis, perdas de empregos em setores intensivos em carbono e preços mais altos de energia para os consumidores.

Quadro 5.4
Lições da transição energética na Alemanha

A Alemanha é pioneira na transição energética, com a implementação, desde 2010, de uma reforma, conhecida como *Energiewende*, que visa passar de um sistema energético baseado em combustíveis fósseis e energia nuclear para um sistema baseado em fontes de energia renováveis. Para isso, a *Energiewende* previa o fechamento progressivo de usinas nucleares e a implementação de programas de incentivo econômico para aumentar a participação de fontes de energia renovável na matriz elétrica para 50% até 2030 (recentemente atualizada para 80%).

Como resultado da reforma, a Alemanha se tornou líder mundial no desenvolvimento e na adoção de tecnologias de energias renováveis, que passaram de fornecer 3% da demanda de eletricidade em 1990 para 42% em 2021 (Agora Energiewende, 2022). No entanto, a transição tem sido cara. As estimativas do apoio financeiro necessário desde a implementação até 2030 (incluindo custos de energias renováveis e expansão da rede, entre outros) variam entre 600 bilhões a 700 bilhões de euros somente para o setor de eletricidade (excluindo dos cálculos o financiamento necessário para a transformação dos setores de edifícios e transporte) (Unnerstall, 2017). Para financiar a transição, as famílias e as empresas na Alemanha pagam algumas das tarifas de eletricidade mais altas dos países da OCDE, o que contribuiu para a crescente oposição à reforma na sociedade alemã. Além disso, o fechamento das usinas nucleares acabou levando a um aumento no uso de combustíveis fósseis.

A experiência da *Energiewende* é frequentemente utilizada como um exemplo desanimador de transição energética. No entanto, um estudo recente estima que 75% dos custos incorridos se devem a duas particularidades dessa reforma que outros países podem evitar (Unnerstall, 2017). Primeiro, o fechamento das usinas nucleares colocou uma grande pressão no sistema energético, destacando a importância de não diminuir a oferta de outras fontes de energia antes que as energias renováveis tenham a capacidade instalada necessária. Segundo, a Alemanha expandiu maciçamente as energias renováveis quando elas ainda eram muito caras, pagando uma conta alta por isso, mas contribuindo para o avanço tecnológico e a redução de custos dessas fontes de energia. De certa forma, a *Energiewende* subsidiou energia renovável de baixo custo para o resto do mundo.

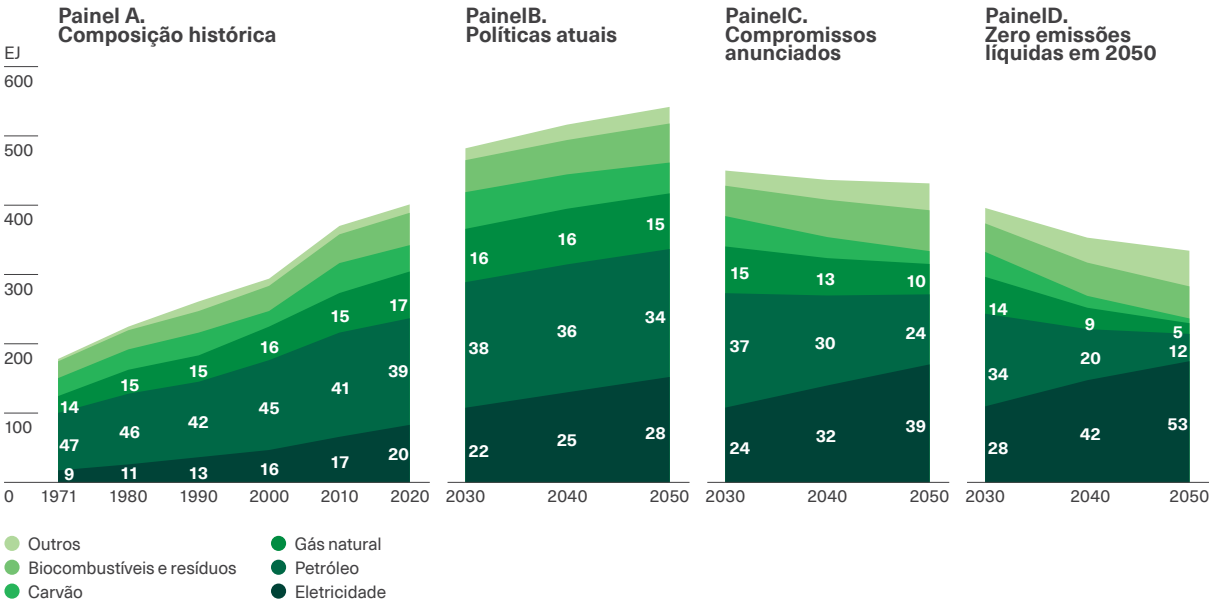
Eletrificação e fontes de energia renováveis

A eletrificação da matriz energética mundial é um processo em andamento. Conforme informado no gráfico 5.4, a contribuição da eletricidade para o consumo global de energia aumentou de 9% para 20% entre 1971 e 2020. Esse aumento ocorreu em um contexto de demanda crescente de energia, de modo que a quantidade de eletricidade consumida quintuplicou durante esse período. No futuro, espera-se que a eletrificação continue, embora a velocidade com que isso ocorra dependerá muito do curso das políticas climáticas. Depois de apresentar a evolução histórica do consumo energético no painel A, o gráfico 5.4 mostra três projeções elaboradas pela AIE (2022d). No cenário em que as atuais políticas climáticas são mantidas (painel B), 28% da energia consumida em 2050 seria eletricidade. Em um cenário no qual os países cumprem suas metas anunciadas de mudança climática e transição energética (painel C), a participação da eletricidade no consumo de energia em 2050 chegaria a 39%. Por fim, em um cenário de políticas compatíveis com o alcance da meta de emissões zero em 2050, a participação da eletricidade deve aumentar para 53% (painel D). Em todos os casos, espera-se que o

consumo global de eletricidade aumente significativamente até 2050 (entre 84% e 115% em comparação com 2020), impulsionado principalmente pelo crescimento econômico nos países em desenvolvimento e moderado pelas melhorias esperadas na eficiência do consumo elétrico.

No futuro, espera-se que a eletrificação continue, embora a velocidade com que isso ocorra dependerá muito do curso das políticas climáticas

Gráfico 5.4
Consumo final de energia no mundo



Nota: O cenário de políticas atuais (*stated policies scenario* ou STEPS) mostra a trajetória que essas políticas implicam. O cenário de compromissos anunciados (*announced pledges scenario* ou APS) pressupõe que todas as metas declaradas pelos governos sejam cumpridas integralmente e dentro dos prazos previstos, incluindo os objetivos de acesso à energia e de emissões zero de longo prazo. O cenário de emissões líquidas zero até 2050 (*net zero emissions by 2050* ou NZE) traça o caminho a seguir para alcançar a estabilização do aumento da temperatura global em 1,5 °C e o acesso universal à eletricidade e a sistemas energéticos modernos para 2030. Os rótulos indicam a participação em relação ao total no ano da mudança de década.

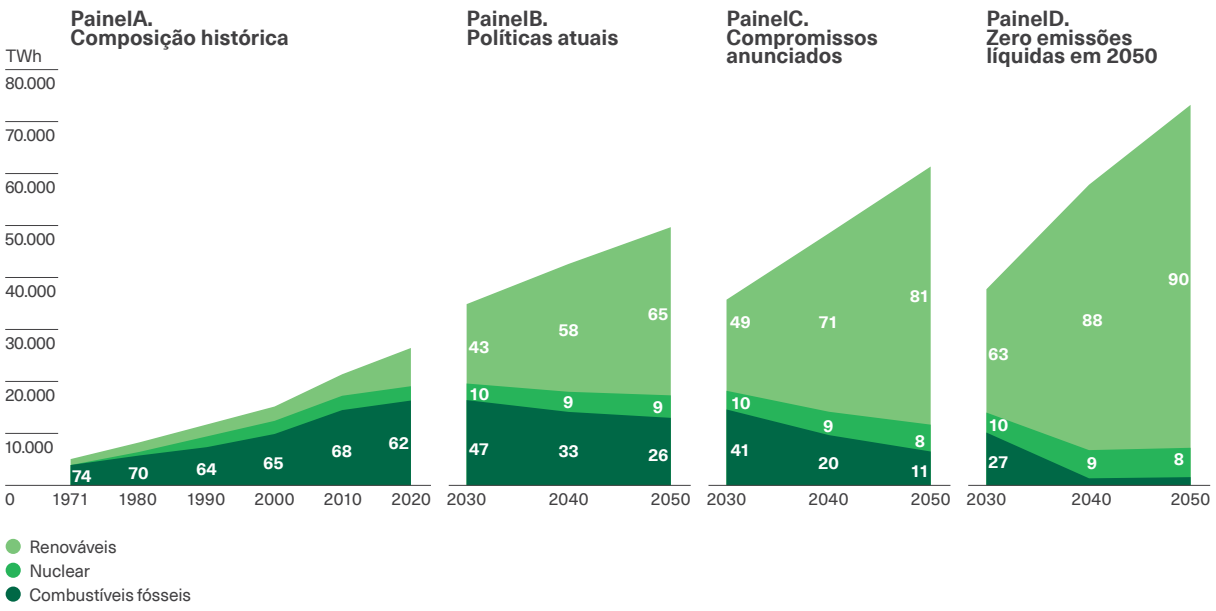
Fonte: Elaboração própria com base na AIE (2022d; 2022e).

A eletricidade é produzida principalmente a partir de combustíveis fósseis e fontes renováveis. A descarbonização da matriz elétrica implica a substituição do uso de combustíveis fósseis, principalmente petróleo e carvão, por fontes de energia renováveis não poluentes. Nesse processo, há um claro progresso. Como pode ser visto no gráfico 5.5, a quantidade de eletricidade gerada por fontes renováveis aumentou consideravelmente (em 503%) entre 1971 e 2020. A expansão das fontes renováveis se acelerou nas duas últimas décadas, graças ao desenvolvimento da energia solar e eólica (AIE, 2022b; 2022c). O gráfico também mostra as projeções da AIE para a geração de eletricidade por fonte, utilizando os mesmos cenários do gráfico 5.4. No cenário em que as atuais políticas climáticas são mantidas, 65% da eletricidade

gerada em 2050 seria proveniente de fontes de energia renováveis, um aumento de 37 pontos percentuais em relação a 2020. Se as metas climáticas já anunciadas pelos países forem cumpridas, a participação das fontes de energia renovável atingiria 81% em 2050 e, em um cenário de políticas compatíveis com o objetivo de emissões zero em 2050, chegaria a 90%. Embora existam diferenças entre os cenários, em todos os casos espera-se um crescimento notável na geração de eletricidade a partir de fontes renováveis, impulsionado pela queda esperada nos custos dessas fontes de energia.

A maior redução nos custos das fontes renováveis ocorreu com a energia solar fotovoltaica, cujo custo unitário diminuiu cerca de 85% entre 2000 e 2018 (vide o capítulo 2). Até 2030, espera-se que o custo unitário da energia eólica diminua entre 20% e 25% e o da energia solar entre 40% e 55%. Segundo as projeções, o custo da energia eólica estabilizaria em seguida, enquanto o custo da energia solar continuaria caindo até atingir 75% menos em 2050 em comparação com 2019, embora haja muita incerteza sobre esses cenários (BP, 2022). É importante notar, contudo, a importância dos custos de financiamento mais elevados nos países em desenvolvimento. Algumas estimativas indicam que o custo de capital necessário para construir uma usina solar fotovoltaica em um país em desenvolvimento é de duas a três vezes maior do que nos países desenvolvidos (AIE, 2022d).

Gráfico 5.5
Geração total de eletricidade no mundo



Nota: O cenário de políticas atuais (*stated policies scenario* ou STEPS) mostra a trajetória que essas políticas implicam. O cenário de compromissos anunciados (*announced pledges scenario* ou APS) pressupõe que todas as metas declaradas pelos governos sejam cumpridas integralmente e dentro dos prazos previstos, incluindo os objetivos de acesso à energia e de emissões zero de longo prazo. O cenário de emissões líquidas zero até 2050 (*net zero emissions by 2050* ou NZE) traça o caminho a seguir para alcançar a estabilização do aumento da temperatura global em 1,5 °C e o acesso universal à eletricidade e a sistemas energéticos modernos para 2030. Os rótulos indicam a participação em relação ao total no ano da mudança de década.

Fonte: Elaboração própria com base na AIE (2022d; 2022e).



A expansão das fontes de energia renovável no mundo ainda enfrenta desafios importantes, principalmente em termos de transporte e intermitência . O custo do transporte de eletricidade é consideravelmente maior do que aquele para hidrocarbonetos. Isso se deve à menor capacidade de transporte de energia das linhas de transmissão elétrica em comparação com o transporte de combustíveis gasosos e líquidos por meio de dutos. O custo da transmissão elétrica de um megawatt-hora (MWh) de energia pode ser até 8 vezes maior do que o custo de fornecer a mesma quantidade de energia por meio de hidrogênio transportado em dutos, 11 vezes maior do que o transporte de gás natural e 20 a 25 vezes maior do que o de combustíveis líquidos. (DeSantis et al., 2021; Hausmann, 2021).

O transporte de eletricidade requer a disponibilidade de redes de transmissão de alta tensão que liguem os centros de geração aos locais de consumo. Isso é relevante porque os locais com maior potencial de geração de energia renovável geralmente estão longe dos principais centros populacionais. O problema é que a construção dessas redes é cara e muitas vezes encontra oposição social, principalmente quando há áreas habitadas nas proximidades, como mostra a experiência dos países desenvolvidos. Por exemplo, nos Estados Unidos, 53 projetos de construção de centros de geração de energia renovável foram adiados ou cancelados desde 2008 devido à oposição de grupos locais (Susskind et al., 2022). Embora as causas variem, as preocupações da população sobre os possíveis efeitos negativos sobre a saúde e os preços dos imóveis parecem ser predominantes (Komendantova e Battaglini, 2016; Cain e Nelson, 2013; Cotton e Devine-Wright, 2013).

A expansão das fontes de energia renovável no mundo ainda enfrenta desafios importantes, principalmente em termos de transporte e intermitência

Os problemas de intermitência das fontes de energia renováveis, como a eólica e a solar, devem-se ao fato de que sua disponibilidade varia de acordo com as condições climáticas e não com a demanda. A intermitência é cara porque aumenta a probabilidade de não utilizar a eletricidade gerada durante os picos de fornecimento e força os sistemas de eletricidade a investir em maior capacidade de backup e interconexão para gerir a demanda nos picos. O desafio da intermitência é maior devido à atual ausência de tecnologias de armazenamento de eletricidade em grande escala com viabilidade técnica e econômica.

A importância desses dois fatores fica evidente em um estudo recente que avalia uma das principais políticas implementadas nos Estados Unidos – denominada Renewable Portfolio Standards – para a promoção de energia renovável (Greenstone e Nath, 2020). Essa política, gerida em nível estatal, obriga as empresas de energia elétrica a obter uma parte de sua eletricidade de fontes renováveis. Os autores constataram um aumento médio de 11% nos preços da eletricidade após sete anos de implementação da política, principalmente devido aos custos mais elevados de transmissão e intermitência. Do lado positivo, observam uma redução de 10 a 25% nas emissões de carbono.

Demanda de longo prazo por hidrocarbonetos

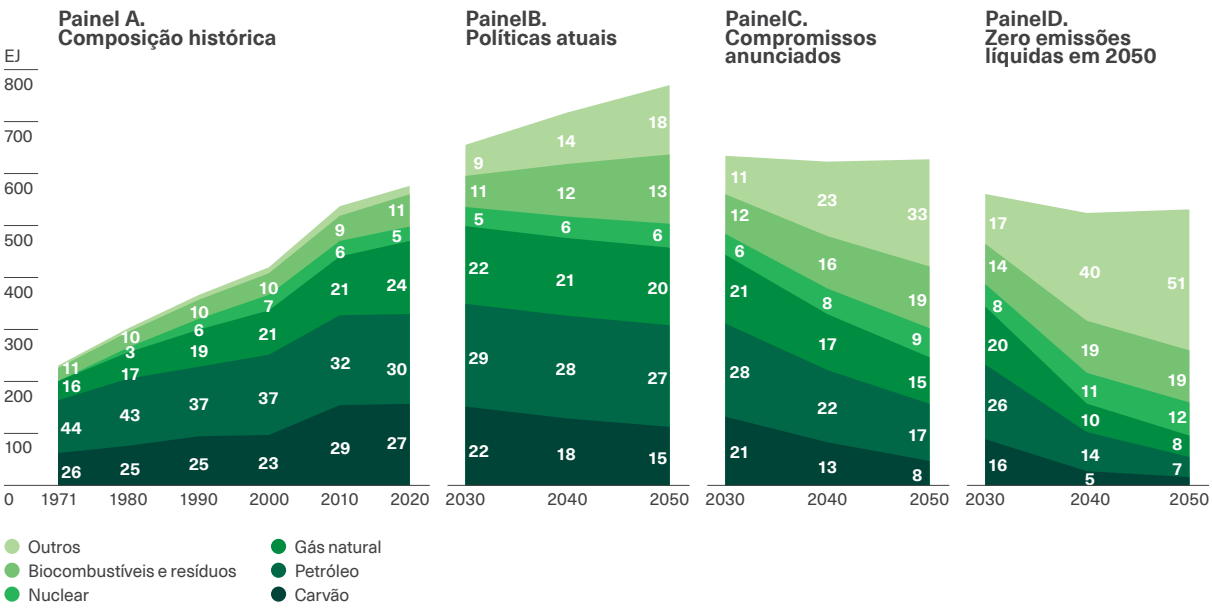
A transição energética implica o abandono progressivo dos combustíveis fósseis como fonte de energia globalmente significativa, com o carvão e o petróleo em primeiro lugar, dado o nível mais baixo de emissões do gás natural. Isso contrasta com a transição energética anterior, na qual o petróleo substituiu o carvão como fonte dominante, mas sem diminuir a utilização deste último, que, pelo contrário, aumentou devido à crescente demanda global de energia (Bhutada, 2022).

Para analisar a evolução do uso de hidrocarbonetos é útil observar a matriz energética desagregada de acordo com as fontes de energia primária, já que uma parte dos hidrocarbonetos e seus derivados é usada diretamente, enquanto outra parte é usada para gerar eletricidade. Conforme indicado no gráfico 5.6, o uso de hidrocarbonetos no mundo aumentou em 135% nos últimos 50 anos; o uso de gás aumentou em 274%, o de carvão em 162% e o de petróleo em 69%. Durante esse período, a contribuição do gás para o

abastecimento energético global aumentou de 16% para 24%, a do carvão permaneceu relativamente estável (de 26% para 27%) e a do petróleo diminuiu de 44% para 30% (como resultado de seu menor crescimento em relação a outras fontes de energia). Olhando para o futuro, os três cenários analisados pela AIE contemplam uma redução na contribuição do petróleo, do carvão e do gás natural para o abastecimento global de energia entre 2020 e 2050, mas não necessariamente em seu uso em termos absolutos. O cenário de continuação das políticas prevê um crescimento no uso de petróleo e gás (14% e 7%, respectivamente) e uma queda substancial no uso de carvão (28%). O cumprimento dos cenários de compromissos anunciados e de emissões líquidas zero em 2050 exige uma redução no uso desses três hidrocarbonetos, com diminuições mais acentuadas no segundo cenário.

Qual poderia ser a evolução do preço do petróleo no longo prazo? A resposta depende do cenário esperado. Por exemplo, no cenário de continuidade já mencionado, o preço projetado do barril de petróleo para 2050 chegaria a US$ 95 em termos reais (como referência, o preço em 2021 era de US$ 69 e em 2010 de US$ 96). Em contrapartida, no cenário de cumprimento das metas anunciadas, o preço do barril de petróleo seria de US$ 60 em 2050 e, no cenário de emissões líquidas zero em 2050, de US$ 24 (e US$ 35 já em 2030) (AIE, 2022e). Essas duas últimas projeções da AIE pressupõem um declínio na oferta de petróleo, juntamente com uma magnitude semelhante de crescimento na oferta de energias renováveis. Na ausência desse último, um cenário de preços altos e de menor oferta de petróleo (devido a impostos sobre o carbono e restrições de oferta) poderia ser previsto por um período prolongado.

Gráfico 5.6
Oferta total de energia no mundo



Nota: O cenário de políticas atuais (*stated policies scenario* ou STEPS) mostra a trajetória que essas políticas implicam. O cenário de compromissos anunciados (*announced pledges scenario* ou APS) pressupõe que todas as metas declaradas pelos governos sejam cumpridas integralmente e dentro dos prazos previstos, incluindo os objetivos de acesso à energia e de emissões zero de longo prazo. O cenário de emissões líquidas zero até 2050 (*net zero emissions by 2050* ou NZE) traça o caminho a seguir para alcançar a estabilização do aumento da temperatura global em 1,5 °C e o acesso universal à eletricidade e a sistemas energéticos modernos para 2030. Os rótulos indicam a participação em relação ao total no ano da mudança de década.

Fonte: Elaboração própria com base na AIE (2021e; 2022d).

Efeitos em outros setores da economia

O atraso no progresso da transição energética entre o mundo desenvolvido e outras regiões pode levar a tensões no comércio internacional (vide o capítulo 4). Os países com preços mais altos de carbono podem introduzir tarifas ou restrições de importação para compensar as consequências dessas diferenças de preço sobre a competitividade de suas empresas (Blanchard et al., 2022). Sob o argumento de reduzir as emissões globalmente, a União Europeia (UE) aprovou, em maio de 2023, a implementação do Mecanismo de Ajuste de Carbono nas Fronteiras (CBAM), que estipula o pagamento de um valor pela importação de bens para a UE equivalente ao que teria de ser pago pelas emissões de GEE se esses bens tivessem sido produzidos em seus países membros. Esse não é o único caso em que as políticas ambientais dos países desenvolvidos podem influenciar o comércio internacional. No início de 2023, a UE aprovou uma regulamentação, denominada *Deforestation--Free Products*, que visa proibir a importação de produtos agropecuários e florestais provenientes de áreas desmatadas. Os produtos afetados seriam o óleo de palma, o gado, a soja, o café, o cacau, a madeira, a borracha e os derivados desses produtos (Comissão Europeia, 2022a).

Além disso, a transição energética global implica aumentos na demanda por bens e serviços afetados por esse processo. Entre eles, destacam-se os minerais críticos e os créditos de compensação de emissões de carbono, devido à sua importância para a região.

Minerais essenciais são necessários para a geração de eletricidade de baixa emissão, a construção de redes de energia e a produção de baterias de lítio que armazenam energia. Os cinco principais materiais para a fabricação dessas baterias são lítio, níquel, cobalto, grafite e manganês. O lítio é o metal mais importante para os veículos elétricos e atualmente não tem um substituto comercial viável. Em um cenário compatível com o cumprimento das metas do Acordo de Paris, a demanda por lítio multiplicar-se-ia por 40 até 2040, enquanto a demanda por níquel, cobalto e grafite aumentaria entre 20 e 25 vezes (AIE, 2021d). Por sua vez, o cobre e o alumínio são insumos críticos para as redes elétricas (são o principal material para a fabricação de cabos e fios). Além disso, o cobre é amplamente utilizado em sistemas de geração de energia renovável (como um condutor altamente eficiente). O cumprimento das metas do Acordo de Paris levaria a um aumento de cerca de 160% na demanda de cobre até 2040 (AIE, 2023).

●●

A transição energética global implica aumentos na demanda por bens e serviços afetados por esse processo, como os minerais críticos e os créditos de compensação de emissões de carbono.

Os elevados preços do carbono e a decisão das empresas de adotar políticas corporativas pró-ambientais podem contribuir para o desenvolvimento da demanda por créditos de compensação de GEE (capítulo 4). A formação de mercados internacionais de carbono permitiria que empresas de países desenvolvidos com altos custos de mitigação adquirissem créditos de compensação em países em desenvolvimento por meio do financiamento de projetos que geralmente envolvem a adoção de fontes de energia renováveis e a preservação e regeneração de florestas (García e García, 2023). A evolução desses mercados exige a construção de uma governança robusta para garantir a integridade, transparência e adicionalidade dos projetos desenvolvidos nessa área.

Desafios e oportunidades para a América Latina e o Caribe diante da crise climática

A adaptação aos riscos das mudanças climáticas, a redução das emissões de GEE e a preservação do capital natural da região representam grandes desafios para as economias da região e para a alocação prioritária dos recursos, mas também podem abrir e acelerar oportunidades valiosas.

Acelerar a adaptação às mudanças climáticas

A alta exposição e a vulnerabilidade aos riscos climáticos na América Latina e no Caribe colocam as políticas de adaptação no topo das prioridades. Os riscos das mudanças climáticas para a população e os ecossistemas são numerosos e de natureza variada. Como mostra o Capítulo 1, mais de 7 milhões de pessoas são afetadas todos os anos por eventos extremos relacionados ao clima, como ciclones tropicais, inundações, secas e ondas de calor.

As inundações e as secas prolongadas têm altos custos para as economias e os ecossistemas. No caso das cidades, a infraestrutura urbana precária, em muitos casos, não impede que as chuvas fortes e o transbordamento dos rios causem danos consideráveis. Um caso extremo de vulnerabilidade nas cidades são os assentamentos informais – onde vive um quarto da população urbana da região –geralmente localizados em terrenos propensos a inundações ou deslizamentos de terra.

Por outro lado, cerca de 45 milhões de pessoas (7% da população da região) residem em áreas baixas e estão expostas a inundações causadas por maré de tempestade e tempestades severas. A população que vive em áreas baixas representa cerca de 12% da população total do Caribe e chega a 90% nas Bahamas, na Guiana e no Suriname. No Caribe, os ciclones tropicais costumam ser catastróficos, atingindo populações inteiras e afetando a infraestrutura, os meios de produção e as contas públicas por muitos anos.

O calor extremo está se tornando mais frequente e intenso (na última década, seis em cada dez cidades da região sofreram ondas de calor e cerca de metade delas foi grave), colocando em risco a vida dos grupos mais vulneráveis, como idosos, crianças e pessoas com doenças crônicas, e afetando a produtividade do trabalho em setores como agricultura e construção.

No Caribe, os ciclones tropicais costumam ser catastróficos, atingindo populações inteiras e afetando a infraestrutura, os meios de produção e as contas públicas por muitos anos

Temperaturas mais elevadas, mudanças nos padrões de chuva e aumento da aridez do solo reduzem a produtividade do setor agrícola, que depende muito da água da chuva para atender às necessidades hídricas das culturas. Esse cenário, por um lado, ameaça o potencial de crescimento da região, que é a maior exportadora líquida de alimentos do mundo; por outro lado, coloca em risco a segurança alimentar e nutricional da população, especialmente nas áreas rurais da América Central e do Caribe, onde predomina a agricultura familiar de autoconsumo. Também ameaça os recursos hídricos da região, afetando a agricultura, a geração hidrelétrica e o consumo humano.

Impactos desiguais das mudanças climáticas

A urgência da adaptação é ainda mais justificada pelo fato de que as mudanças climáticas podem exacerbar as desigualdades existentes em uma região já muito desigual. Por um lado, a exposição aos riscos climáticos pode ser uma consequência da privação socioeconômica; esse é o caso das famílias que vivem em terras propensas a inundações ou que não dispõem de serviços básicos porque não têm recursos para arcar com os custos da mudança para locais mais seguros ou com melhor infraestrutura (Baldauf et al., 2020).

A pobreza, a falta de acesso a serviços básicos, como água e saneamento, ou a serviços de saúde e outras carências de desenvolvimento estão associadas a uma menor capacidade de enfrentar os riscos climáticos e de se adaptar a eles

Por outro lado , a pobreza, a falta de acesso a serviços básicos, como água e saneamento, ou a serviços de saúde e outras carências de desenvolvimento estão associadas a uma menor capacidade de enfrentar os riscos climáticos e de se adaptar a eles (Gu, 2019; Hallegatte et al., 2016). Em outras palavras, a vulnerabilidade socioeconômica se traduz em vulnerabilidade climática, criando um ciclo que pode se tornar vicioso se não for interrompido pelas medidas de adaptação necessárias. A vulnerabilidade pode ser particularmente alta para alguns grupos socioeconômicos e demográficos, como mulheres, crianças e idosos, minorias étnicas e religiosas ou comunidades indígenas. O gênero é uma das dimensões que tem recebido muita atenção na literatura sobre os impactos das mudanças climáticas e as políticas para sua abordagem (vide o quadro 5.5).

Uma estimativa de como as mudanças climáticas podem exacerbar as vulnerabilidades existentes é fornecida pelo estudo de Jafino et al. (2020). Esses autores consideram que, na ausência de medidas de adaptação, as mudanças climáticas podem levar entre 2,4 milhões e 5,8 milhões de pessoas na América Latina e no Caribe à pobreza extrema até 2030. Nesse sentido, concentrar as políticas de adaptação nas populações mais vulneráveis, que pouco contribuíram para o aquecimento global, é um componente da justiça climática.

Raio X da adaptação e medição de seu impacto

A medição do progresso e dos impactos alcançados na adaptação enfrenta a dificuldade de ter informações sistemáticas e abrangentes sobre os projetos de adaptação implementados. A multiplicidade de alternativas de adaptação, os contextos específicos em que a adaptação ocorre e a falta de consenso sobre o que constitui uma política de adaptação (e como ela difere das políticas que tratam das vulnerabilidades socioeconômicas características da falta de desenvolvimento) são alguns dos obstáculos à definição de uma métrica que permita avaliar o progresso em matéria de adaptação.

Um esforço valioso nessa direção é a iniciativa de mapeamento de adaptação global (Global Adaptation Mapping Initiative) (Berrang-Ford et al., 2021). De mais de 48.000 artigos acadêmicos publicados no período de 2013 a 2019 sobre iniciativas climáticas, foram selecionados 1.682 estudos que atenderam ao requisito de se referirem a ações de adaptação que foram efetivamente implementadas.

Quadro 5.5
Impactos diferenciados das mudanças climáticas sobre as mulheres e política climática com uma perspectiva de gênero

Há uma vasta literatura mostrando que as mudanças climáticas afetam desproporcionalmente as mulheres (Casas Varez, 2017; Chitiga-Mabugu et al., 2023; Schipper et al., 2022). Na ausência de políticas de adaptação sensíveis ao gênero, as mudanças climáticas podem exacerbar as disparidades de gênero existentes.

A maior vulnerabilidade das mulheres decorre, em parte, de sua sobre-representação entre a população que vive na pobreza e do fato de que a pobreza é um dos principais determinantes da exposição e da vulnerabilidade aos riscos climáticos. Também está associada a normas culturais que determinam os papéis de gênero na sociedade, que são afetados de forma diferente pelas mudanças climáticas. Por exemplo, um estudo de caso em comunidades rurais da Bolívia mostra que as enchentes e secas, ao afetar o abastecimento de água potável, prejudicam a produtividade e a saúde das mulheres, que são responsáveis por sua coleta (aumentando o tempo e o esforço físico necessários) (Ashwill et al., 2011). Outro estudo sobre os países do Caribe mostra que o deslocamento devido a fenômenos meteorológicos extremos e à migração induzida pelo clima afeta desproporcionalmente as mulheres e as meninas, porque os papéis de gênero preexistentes são reforçados e perpetuados nessas situações (Bleeker et al., 2021).

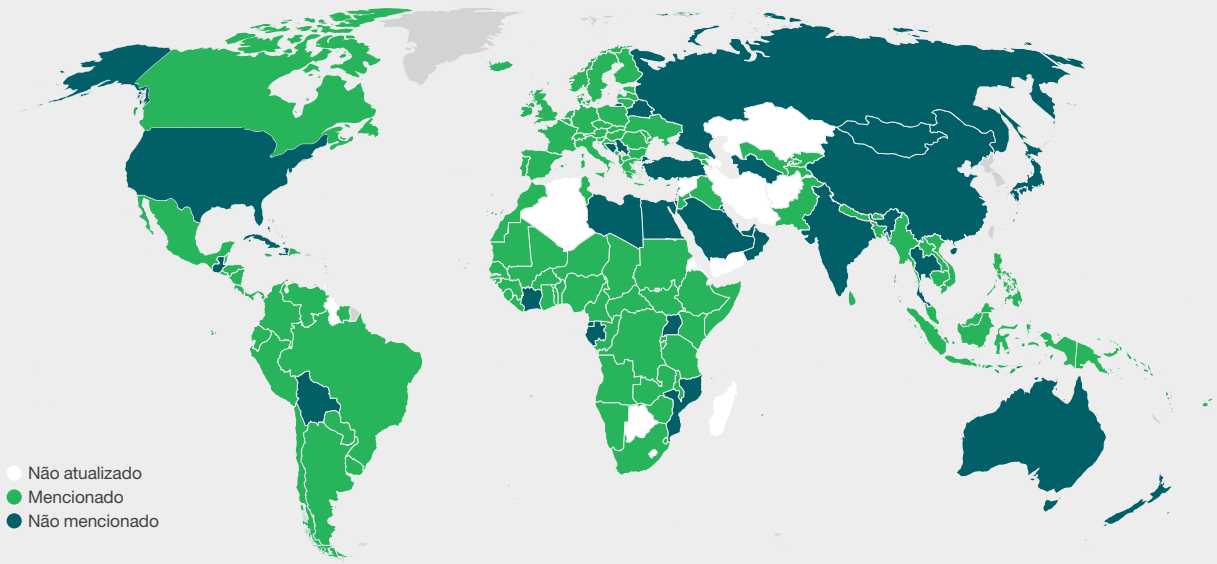
Os papéis de gênero também podem limitar as estratégias de adaptação disponíveis para as mulheres. Um estudo realizado para o Peru mostra que as mulheres (assim como os falantes de quíchua e os migrantes) estão sub-representadas nas comissões de irrigação das comunidades, que é onde a estratégia de adaptação comunitária é definida em decorrência da menor disponibilidade de água resultante do recuo das geleiras (Erwin et al., 2021).

Esses efeitos diferenciados sobre as mulheres justificam a inclusão de uma abordagem de gênero nas políticas climáticas. Um primeiro passo nessa direção é a consideração da dimensão de gênero nas NDCs. A América Latina e o Caribe é uma das regiões líderes nesse processo, conforme mostrado no gráfico 1.

Recentemente, a consideração de gênero nas NDCs evoluiu da caracterização das mulheres como um grupo vulnerável para sua inclusão como agentes de mudança (UICN, 2021). Dois marcos importantes nesse sentido foram a adoção do Primeiro Plano de Ação de Gênero (2017) e do Segundo Plano de Ação de Gênero (2019) no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC).

Além da consideração de gênero nas NDCs, alguns países da América Latina e do Caribe começaram a desenvolver ações de política ambiental com uma perspectiva de gênero. Isso inclui a incorporação de aspectos de mudanças climáticas nos Planos de Igualdade de Gênero, a elaboração de Planos de Ação de Gênero e Mudanças Climáticas (PAGMCs) nacionais e subnacionais e a inclusão de considerações de gênero e mudanças climáticas em políticas, planos, estratégias e comunicações (Aguilar Revelo, 2022).

Gráfico 1
Inclusão da perspectiva de gênero nas NDCs



Nota: O gráfico indica se os respectivos países mencionam questões de gênero em suas NDCs mais recentes. O rótulo "não atualizado" identifica os países que não atualizaram suas NDCs nos últimos cinco anos. Na ALC, os únicos países que não atualizaram suas NDCs nos últimos cinco anos são Guiana, São Vicente e Granadinas e Trindade e Tobago.

Fonte: Elaboração própria com base em Climate Watch (2023) e WEDO (2023).

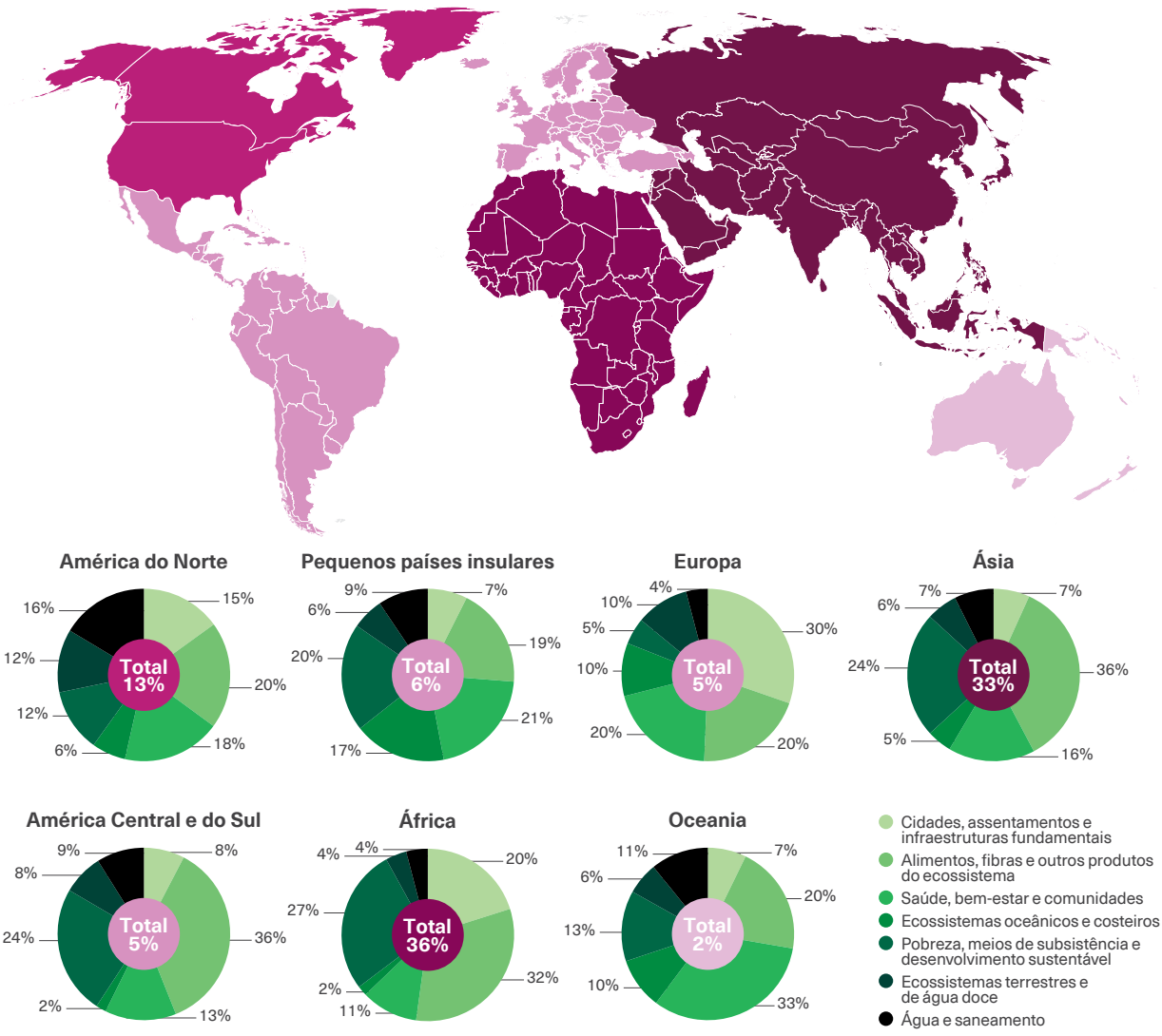
O gráfico 5.7 mostra a distribuição dessas iniciativas por região e setor de atividade[13]. Como pode se observar, os países da América Central e do Sul representam apenas 5% do total de respostas de adaptação analisadas, enquanto os pequenos estados insulares, incluindo as ilhas do Caribe, representam 6%. Ambas as porcentagens parecem baixas em comparação com outras regiões, como a Ásia (33%) e a África (33%). Portanto, um primeiro resultado a destacar é que, de acordo com essa medida de progresso da adaptação, os países da região estão relativamente sub-representados nas respostas documentadas.

As categorias que concentram a maior parte das respostas de adaptação na América Central e do Sul são alimentos, fibras e outros produtos do ecossistema (36%), pobreza, meios de subsistência e desenvolvimento sustentável (24%) e saúde e bem-estar da comunidade (13%). Essa composição setorial da adaptação é relativamente semelhante à observada em outras regiões em desenvolvimento,

13 As porcentagens mostradas no gráfico 5.7 e discutidas no texto são calculadas em relação ao total de combinações de regiões e setores de atividade cobertos pelas iniciativas pesquisadas, o que difere do total de artigos incluídos no estudo. Por exemplo, um artigo referente à construção de um sistema de alerta precoce para riscos de ciclones tropicais por atores de países do Caribe e da América Central é contabilizado tanto na região dos estados insulares quanto na América Central e do Sul. Além disso, um artigo sobre um sistema de armazenamento de água doce para consumo humano e uso agrícola é contabilizado no setor de cidades e no setor alimentar. Para simplificar, ao longo da discussão é mencionado o total de itens em vez de combinações de setores e regiões.

como a África e a Ásia, e contrasta mais com a Europa e a América do Norte, onde as iniciativas para enfrentar os impactos das mudanças climáticas nas cidades (por exemplo, aquelas ligadas à resiliência da infraestrutura para abastecimento de água potável ou tratamento de águas residuais) recebem mais atenção.

Gráfico 5.7
Iniciativas de adaptação às mudanças climáticas por região e setor



Notas: O gráfico mostra a distribuição das iniciativas de adaptação implementadas em cada região (porcentagem no centro de cada gráfico de anéis) e, dentro delas, a distribuição setorial (porcentagens dos gráficos de anéis). Uma iniciativa é uma combinação setor-região coberta pelos estudos pesquisados. O número total de iniciativas é 3.478.

Fonte: Elaboração própria com dados de Berrang-Ford et al. (2021).

A maioria das iniciativas implementadas na América Central e do Sul visa responder aos riscos de secas e variabilidade da precipitação . Um exemplo de iniciativas de adaptação no setor de alimentos na região é a introdução de práticas e tecnologias agrícolas climaticamente inteligentes para pequenos agricultores no corredor seco da Guatemala (Sain et al., 2017). Entre elas, as mais amplamente adotadas são a agricultura de conservação (incluindo o plantio direto), a agrossilvicultura, a rotação de culturas e a adoção de culturas resistentes ao estresse hídrico, às altas temperaturas e às pragas. Um resultado importante é que essas práticas têm um valor presente líquido positivo.

A maioria das iniciativas implementadas na América Central e do Sul visa responder aos riscos de secas e variabilidade da precipitação

No caso dos países andinos, foram implementadas ações para lidar com a menor disponibilidade de água doce resultante da redução da criosfera. Entre essas iniciativas estão a construção de infraestrutura de armazenamento e a gestão eficiente da água no Chile, no Equador e no Peru; a mudança nos padrões de cultivo na Bolívia; a geração de capacidades de monitoramento de recursos e a integração de uma rede global de monitoramento de geleiras na Colômbia, no Equador e no Peru; o uso de irrigação por gotejamento no Chile; diversas políticas para promover o uso eficiente da água no Chile e no Equador; e a regulação das atividades turísticas diante do recuo das geleiras no Peru (Rasul et al., 2020). Uma característica distintiva de muitas dessas iniciativas é a participação de atores dos setores público e privado. Como era de se esperar, diferentes níveis de governo, especialmente os subnacionais, estiveram envolvidos em medidas relacionadas à localização de infraestruturas e à imposição de regulamentações e instituições, enquanto os indivíduos e as comunidades locais são os atores-chave nas políticas para mudar as práticas de consumo de água (Berrang-Ford et al., 2021).

Nos países do Caribe, também são importantes as iniciativas para enfrentar os riscos ligados a eventos meteorológicos extremos, entre os quais se destacam as inundações causadas por maré de tempestade associadas a ciclones e ao aumento do nível do mar. Essas iniciativas incluem a construção de infraestrutura de proteção (por exemplo, quebra-mares para evitar a erosão costeira ao longo da costa sudoeste de Barbados e graves inundações em Georgetown, Guiana), sistemas de alerta precoce, mapeamento de riscos e zoneamento do uso do solo (Mycoo, 2018).

A América do Sul e a América Central se destacam, juntamente com a África, pela alta porcentagem de uso de soluções baseadas na natureza (SBN). Esse tipo de estratégia de adaptação, também chamada de adaptação baseada em ecossistemas ou infraestrutura verde, inclui ações tão variadas quanto a restauração e a conservação de coberturas naturais (florestas, manguezais, pastagens e zonas úmidas), a recuperação de ecossistemas ribeirinhos e marinhos-costeiros, práticas agrícolas sustentáveis e o desenvolvimento de espaços verdes urbanos (sobre o potencial das SBNs em ambientes urbanos, vide o quadro 5.6). Além de favorecer a adaptação a riscos específicos, as SBNs geralmente têm múltiplos benefícios, inclusive a mitigação por meio do sequestro de carbono, o aumento da produtividade agrícola, a purificação do ar ou da água, a recuperação do solo e a conservação da biodiversidade. Isso explica, em parte, por que essas são alternativas de adaptação com alta relação custo-eficácia.

Quadro 5.6
A Rede Biodivercidades da América Latina e do Caribe

As cidades são o principal motor do desenvolvimento de um país. É nelas que se concentram os processos produtivos com maior complexidade e valor agregado e com maior número de oportunidades econômicas. No entanto, o crescimento das cidades também gera custos de congestionamento, como níveis mais altos de poluição, que afetam a qualidade de vida de seus habitantes e o meio ambiente (Daude et al., 2017). Além disso, as mudanças climáticas apresentam desafios importantes para as cidades em termos de adaptação a fenômenos climáticos extremos e de contribuição para a mitigação de GEE (vide o capítulo 1).

Para as cidades, as SBNs são uma ferramenta que lhes permite obter um duplo dividendo: melhorar a qualidade de vida de seus habitantes (por exemplo, reduzindo os desafios de adaptação às mudanças climáticas) e reduzir o impacto que elas têm sobre os ecossistemas nos quais estão inseridas (vide o capítulo 3). Nesse âmbito, o termo "biodivercidade" refere-se a uma cidade que promove o desenvolvimento socioeconômico ao incorporar de forma eficaz e abrangente a biodiversidade local e regional em seu planejamento e gestão urbanos (Mejía Pimienta e Amaya Espinel, 2022).

Em fevereiro de 2021, o CAF lançou a iniciativa Rede de Biodivercidades, cujo objetivo é criar uma rede de governos locais que promovam um novo modelo de gestão urbana em harmonia com a natureza. A iniciativa propõe uma abordagem ambiental ampla na qual as cidades trabalham em harmonia e equilíbrio com o ecossistema do qual fazem parte, beneficiando-se dos serviços e contribuições fornecidos pela natureza e, ao mesmo tempo, devolvendo elementos que a fortalecem. Dessa forma, uma abordagem que inclua a biodiversidade deve ser integrada aos sistemas de transporte, habitação, água e eletricidade das cidades.

Em maio de 2023, 122 governos locais de 17 países da região haviam aderido a essa rede.

Figura 1
Alguns exemplos de projetos realizados pelas Biodivercidades



Fonte: Elaboração própria com base em Mejía Pimienta e Amaya Espinel (2022).

Aprendizagem e desafios pendentes na agenda de adaptação

Importantes lições podem ser extraídas dos estudos e iniciativas realizados sobre adaptação, que, ao mesmo tempo, revelam alguns dos desafios que a região ainda enfrenta. Uma conclusão digna de nota que emerge do estudo de Berrang-Ford et al. (2021) é que há poucas evidências sobre a eficácia dos esforços de adaptação: apenas 3,4% dos documentos revisados por esses autores avaliaram os impactos em termos de redução de risco e vulnerabilidade das políticas referenciadas. Entre as razões desse déficit predominam os desafios metodológicos na avaliação da redução de riscos e na atribuição de impactos às políticas implementadas. Quanto aos resultados, apenas metade dessas avaliações constatou que os riscos diminuíram.

Outra conclusão relevante é que, na definição de iniciativas de adaptação, a coordenação entre diferentes atores é fundamental para minimizar possíveis tensões e aumentar as sinergias. Por exemplo, no caso de projetos destinados a minimizar a variabilidade dos fluxos de água, as ações tomadas a montante podem afetar negativamente as comunidades a jusante (Rasul et al., 2020).

Por fim, promover um maior investimento em SBNs na região pode ser uma forma eficiente de responder aos riscos das mudanças climáticas e, ao mesmo tempo, promover outras dimensões do desenvolvimento sustentável. Por exemplo, manguezais, zonas úmidas e bancos de areia são barreiras costeiras naturais contra as marés de tempestades. Sua recuperação e conservação podem não apenas reduzir os riscos de inundações e controlar a erosão, mas também beneficiar as comunidades locais, gerando empregos, aumentando os recursos pesqueiros ou promovendo o turismo (Browder et al., 2019).

●●

Há poucas evidências sobre a eficácia dos esforços de adaptação: apenas 3,4% dos estudos analisados avaliaram os impactos em termos de redução de risco e vulnerabilidade das políticas referenciadas

Uma estratégia de adaptação relacionada são os investimentos em infraestrutura tradicional (ou cinza), como represas para armazenamento de água ou quebra-mares para proteção costeira. Isso também inclui investimentos para aumentar a resiliência da infraestrutura existente que não foi construída para resistir ao ataque das mudanças climáticas, como é o caso do setor de energia em grande parte da região. Sempre que possível, o investimento em infraestrutura cinza pode ser integrado à SBN (ou infraestrutura verde) para obter serviços mais resilientes, menos onerosos e de maior qualidade (Browder et al., 2019).

Acabar com o desmatamento e consolidar um setor agropecuário sustentável

Um segundo componente da agenda de sustentabilidade ambiental é a redução das emissões de GEE. Isso requer principalmente a redução do desmatamento, que, juntamente com as práticas agropecuárias, é a principal fonte de emissões na região (58% delas). O desmatamento na América Latina e no Caribe é causado principalmente pela mudança no uso do solo para converter áreas anteriormente cobertas por florestas para o setor agropecuário.

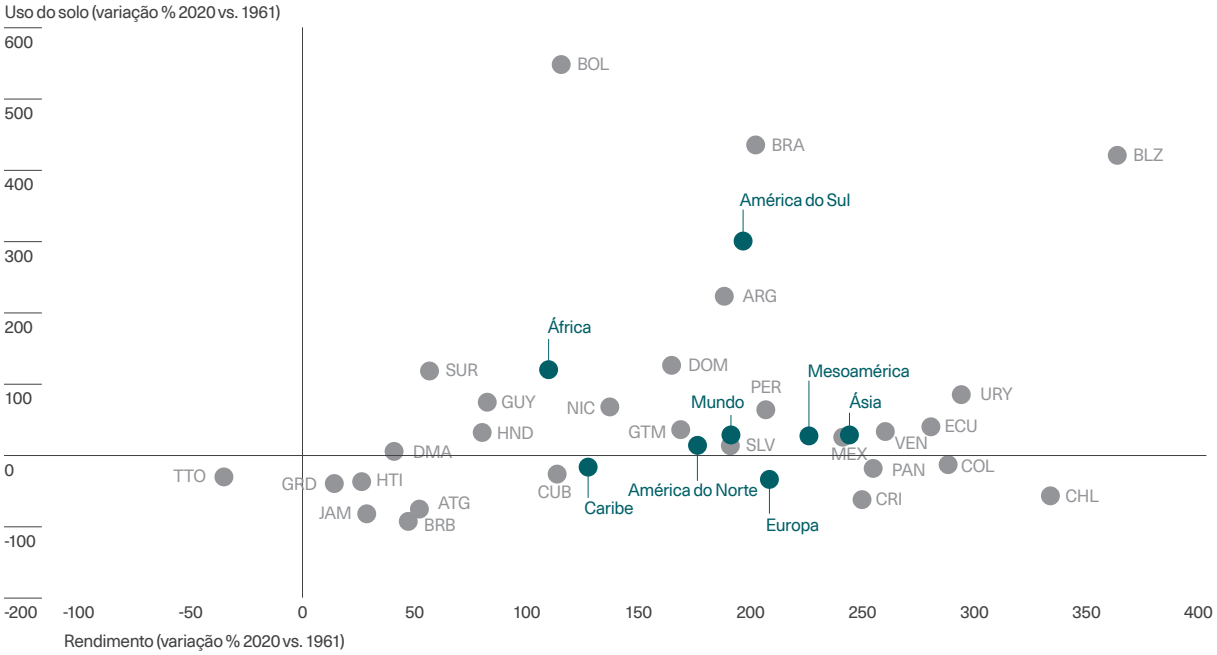
A atividade agropecuária é fundamental para a segurança alimentar local e global e é uma importante fonte de geração de divisas em vários países da região. No entanto, o desmatamento provoca simultaneamente a perda de serviços ecossistêmicos de grande valor para a adaptação às mudanças climáticas e para a atividade econômica e o bem-estar humano em geral. Esse processo afeta até mesmo o resto da produção agropecuária, por exemplo, reduzindo o fluxo de serviços como o controle de pragas e polinizadores naturais, a prevenção da erosão do solo e a regulação do ciclo da água.

O desmatamento na América Latina e no Caribe é causado principalmente pela mudança no uso do solo para converter áreas anteriormente cobertas por florestas para o setor agropecuário

Atualmente, o desmatamento está concentrado nas florestas tropicais, entre as quais se destacam as da Amazônia. Esse padrão é particularmente ineficiente. Os solos das florestas tropicais tendem a se degradar rapidamente após a perda da cobertura natural, o que diminui a produtividade agrícola. Além disso, essas florestas são notáveis por sua biodiversidade e capacidade de captura e armazenamento de carbono. Em nível internacional, a preocupação com o efeito do consumo de produtos agropecuários no desmatamento levou à imposição de barreiras comerciais, como as contempladas na nova legislação sobre *deforestation-free products* da UE.

O desafio de acabar com o desmatamento está, portanto, associado ao de fortalecer a sustentabilidade do setor agropecuário da região e, consequentemente, às agendas de crescimento e inclusão. Duas margens de ação se destacam nesse sentido. Por um lado, um compromisso crível para interromper o crescimento da fronteira agrícola. Por outro lado, o aumento da produtividade agropecuária e o uso de práticas sustentáveis nesse setor.

Gráfico 5.8
Rendimento e uso da terra para a produção de cereais e soja



Nota: O gráfico mostra a variação percentual no rendimento (medido em toneladas por hectare) e no uso do solo em 2020 em relação a 1961 para os países da América Latina e do Caribe com informações disponíveis e regiões selecionadas. Os cereais incluem aveia, centeio, painço e sorgo. É usada a definição de regiões da FAO.

Fonte: FAO (2023; 2022b).

A maioria dos países da América Latina – e, em menor medida, do Caribe – fez progressos significativos na produtividade agrícola. As melhorias na produtividade são necessárias para construir um setor sustentável que forneça alimentos para a região e para o mundo (um desafio crescente devido às próprias mudanças climáticas), mas não são suficientes para deter o desmatamento. Como pode ser observado no gráfico 5.8, o crescimento da produtividade foi acompanhado por um aumento considerável na área dedicada à produção agrícola, principalmente na América do Sul.

Acabar com o desmatamento é difícil porque, do ponto de vista privado, é uma atividade economicamente lucrativa. Para os proprietários de terras com cobertura florestal, a conservação geralmente é menos lucrativa do que usar a terra para a produção agropecuária, caso que se acentua entre aqueles que desmatam e ocupam terras de propriedade pública. A fragilidade do Estado de direito e das instituições responsáveis pelo monitoramento e pela aplicação das normas ambientais desempenha um papel fundamental nesse processo.

A maioria dos governos da região aprovou uma legislação que restringe severamente o desmatamento em terras públicas e privadas. Portanto, a maior parte do desmatamento que está ocorrendo atualmente é ilegal (Ferreira, 2023). Essas medidas contrastam com as políticas de desenvolvimento econômico predominantes desde meados do século passado, que incentivaram o desmatamento por meio da construção de projetos de infraestrutura, da concessão de créditos e do enfraquecimento dos direitos de propriedade em terras públicas e de comunidades indígenas (favorecendo sua invasão e uso por produtores privados).

No capítulo 2, foram analisadas várias técnicas agropecuárias sustentáveis que prometem um triplo dividendo: aumento da produtividade, redução das emissões e adaptação às mudanças climáticas. Resolver os desafios de informações e acesso ao crédito que limitam sua implementação deve ser uma prioridade. Além disso, a reforma dos subsídios à produção (geralmente para energia, mas também para outros insumos, como fertilizantes) é necessária para eliminar as distorções que esses mecanismos causam nos setores agropecuário e pesqueiro, incentivando a sobre-exploração dos recursos naturais. No entanto, alguns desses subsídios podem ter uma cobertura significativa entre a população de baixa renda, de modo que sua eliminação poderia ter efeitos negativos sobre a pobreza. Uma alternativa é dissociar os subsídios da assistência social, substituindo os subsídios condicionados à produção por transferências diretas para as famílias de baixa renda. Outros subsídios destinam-se a resolver falhas de mercado que inibem o crescimento (por exemplo, mercados de crédito incompletos). Nesses casos, uma opção é condicionar o acesso aos subsídios ao cumprimento das salvaguardas ambientais.

A luta contra o desmatamento deve fazer parte de uma estratégia mais ampla contra a degradação dos ecossistemas e da biodiversidade na América Latina e no Caribe. O caminho para o desenvolvimento sustentável e o bem-estar das gerações futuras exige a proteção do capital natural. Além de seu efeito negativo sobre o crescimento econômico de longo prazo, sua perda também afeta a inclusão social. As comunidades com renda mais baixa, como as comunidades rurais e indígenas, geralmente são as mais diretamente dependentes dos serviços prestados pela natureza em seu ambiente.

Desafios da transição energética na América Latina e no Caribe

Cerca de 40% das emissões de GEE da região provêm de setores ligados à produção e ao consumo de energia fóssil (geração de eletricidade, transporte, indústria e edifícios). Portanto, a região também deve avançar no processo de transição energética. Atualmente, 55% da matriz energética da região utiliza combustíveis fósseis. Como prioridade, deve-se buscar a redução do consumo de carvão e petróleo, que ainda representam 30% da matriz energética da América Latina e do Caribe. Embora o gás natural seja um combustível fóssil, suas emissões de CO_2 são muito menores do que as geradas por outras fontes de energia fóssil.

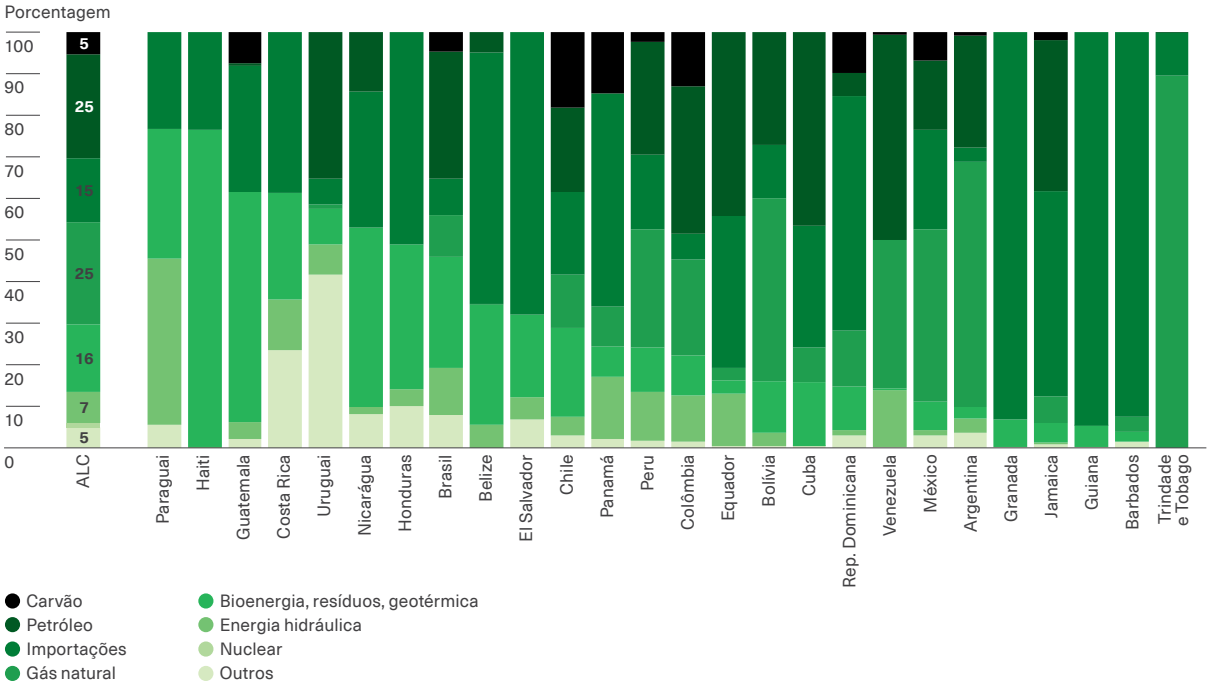


A redução do uso de carvão e petróleo representará grandes desafios para a produção, o investimento, o emprego, as receitas fiscais, as contas externas e os estoques de riqueza das economias da região. Esses desafios não serão distribuídos uniformemente entre as diferentes economias, pois há disparidade na matriz energética de cada país. Como mostra o gráfico 5.9, o petróleo e a importação de derivados de petróleo representam a principal proporção do abastecimento de energia na maioria dos países da região, sendo a Argentina, o Paraguai, o Uruguai e alguns países da América Central (Costa Rica, Guatemala, Honduras e Nicarágua) as principais exceções.

Pode-se observar também que o Chile, a Colômbia, o Panamá e a República Dominicana ainda utilizam carvão em uma proporção relevante de sua matriz energética.

A redução do uso de carvão e petróleo representará grandes desafios para a produção, o investimento, o emprego, as receitas fiscais, as contas externas e os estoques de riqueza das economias da região.

Gráfico 5.9
Composição relativa da oferta de energia primária por fonte e por país em 2020

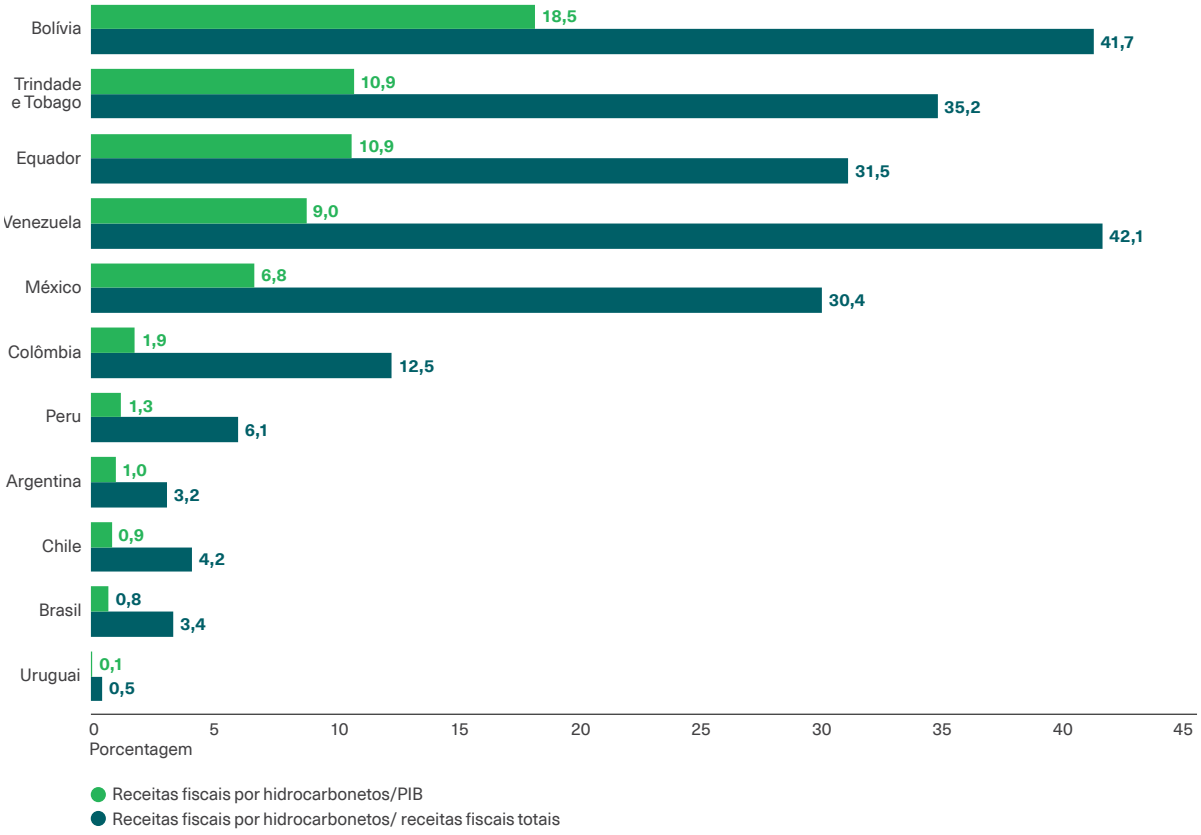


Nota: o gráfico mostra a oferta total de energia primária (produção + importação – exportação + variação de estoques - não aproveitado) mais as importações líquidas de energia secundária (eletricidade, gás liquefeito de petróleo, gasolina/álcool, querosene/gasolina de aviação, diesel, óleo combustível, coque, carvão vegetal, gases, outras fontes de energia secundária) por fonte e país. O componente de importação de energia secundária geralmente consiste em derivados de petróleo que já passaram por um processo de transformação. Bioenergia e resíduos referem-se às categorias "lenha, cana-de-açúcar e derivados". A categoria "outros" inclui biogás, resíduos vegetais, energia solar e eólica. ALC refere-se à média simples dos países incluídos no gráfico. Os países estão organizados em ordem crescente, de acordo com a participação de gás natural, importações, petróleo e carvão.

Fonte: Cont et al. (2022).

Tanto o processo de transição energética dentro de cada país quanto a queda na demanda global por hidrocarbonetos terão um impacto sobre as receitas fiscais dos países produtores. Por meio de vários mecanismos, incluindo propriedade pública, royalties, impostos e taxas de concessão, os governos dos países produtores de hidrocarbonetos geralmente recebem uma parcela relevante das receitas do petróleo. O gráfico 5.10 mostra que Bolívia, Trindade e Tobago, Equador, Venezuela e México recebem receitas fiscais significativas (entre 7 e 18 pontos percentuais do PIB) da produção de petróleo e gás. Também na Colômbia e no Peru essas receitas são muito significativas como proporção das receitas fiscais totais. A diminuição dessas receitas geralmente implicará na redução dos gastos públicos. Essa redução pode ser atenuada pelo aumento das receitas fiscais de novas fontes renováveis de geração de energia (ou por novos impostos sobre outros setores). No entanto, normalmente, as receitas fiscais sobre essas fontes renováveis são menores, tanto por causa do uso inicial de subsídios ou isenções fiscais quanto pelo fato de que não dependem da exploração de um recurso natural, como um depósito, que na América Latina e no Caribe geralmente é de propriedade estatal.

Gráfico 5.10
Importância das receitas fiscais por hidrocarbonetos para as contas públicas



Nota: O gráfico representa a exposição econômica e fiscal existente nos países, medida pela porcentagem média para o período 2005-2019 que representam os recursos tributários de hidrocarbonetos em relação ao PIB e às receitas totais.

Fonte: Cont et al. (2022).

Uma forma de neutralizar esses impactos fiscais negativos é reduzir ou eliminar os subsídios à energia que frequentemente existem na América Latina e no Caribe, conforme já foi mostrado no capítulo 2. Esses subsídios podem assumir diferentes formas, incluindo reduções no custo dos combustíveis para transporte, nas tarifas aplicadas aos modos de transporte com altas emissões, nos preços da eletricidade ou do gás ou diretamente às empresas públicas produtoras de combustíveis fósseis (por exemplo, carvão). Em alguns casos, o valor desses subsídios é tão significativo que seu financiamento tem impactos macroeconômicos. Ao reduzir direta ou indiretamente o preço final para os consumidores, esses subsídios aumentam o consumo, exatamente o oposto do efeito desejável de mitigar as emissões de carbono. A redução desses subsídios poderia permitir a redução simultânea dos gastos fiscais e das emissões de carbono.

Contudo, a redução dos subsídios energéticos pode ter impactos redistributivos importantes. De fato, em muitos países da região, a persistência dos subsídios é explicada principalmente porque as tentativas de reduzi-los foram extremamente conflituosas em termos sociais, como aconteceu no Chile, na Colômbia e no Equador. Assim como no caso dos subsídios à produção, os subsídios implementados por meio de reduções de preços – que levam a aumentos de consumo e geralmente sofrem com a imprecisão do direcionamento, já que também beneficiam grupos que não precisam deles – devem, no mínimo, ser eliminados e substituídos por transferências de valor fixo para famílias de baixa renda, buscando uma dissociação entre incentivos distorcivos e assistência social.

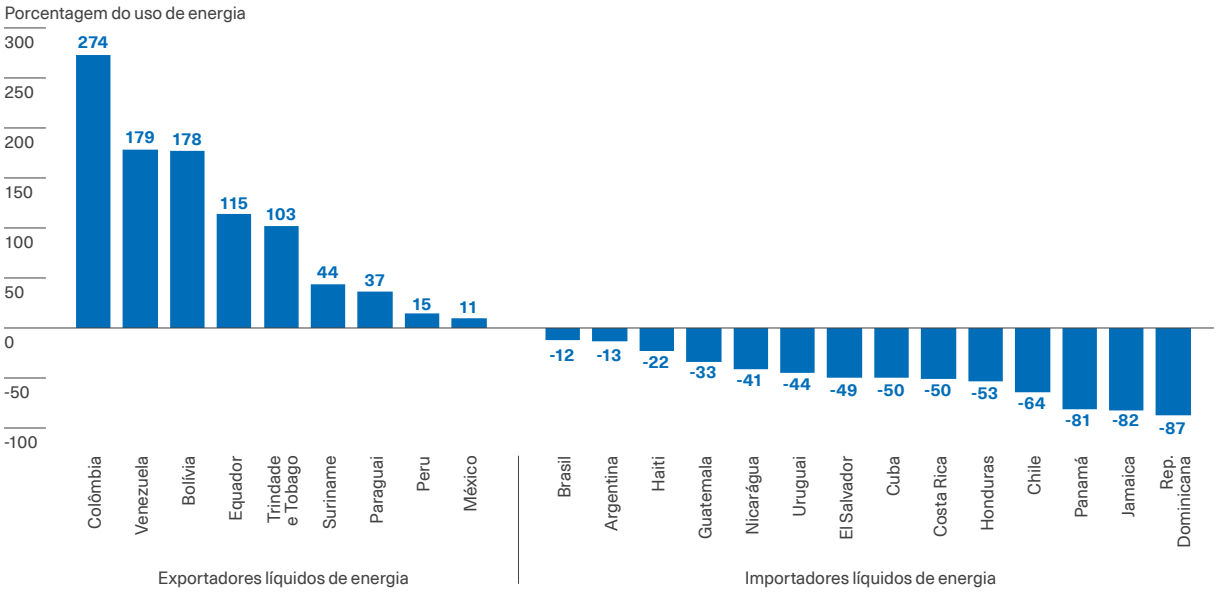
A transição energética também pode ter um impacto importante nas contas externas. Como mostra o gráfico 5.11, vários países da região, como Bolívia, Colômbia, Equador, México, Peru, Suriname, Trinidade e Tobago e Venezuela, são exportadores líquidos de energia. Com exceção do Paraguai, que exporta energia elétrica excedente de suas represas binacionais, os demais países exportam principalmente hidrocarbonetos. A redução dessas exportações terá um impacto direto em sua disponibilidade de divisas, já que as exportações de combustível representam uma proporção significativa do total de exportações de bens em vários países da região (Banco Mundial, 2023c).

Como também mostra o gráfico 5.11, outros países da região, como Chile, Uruguai e alguns países da América Central e do Caribe (Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Haiti, Honduras, Jamaica, Nicarágua, Panamá e República Dominicana), são importadores líquidos de energia. Dado que, como referido anteriormente, esse processo de transição energética não é orientado pelas forças do mercado para incorporar tecnologias energéticas de custo mais baixo, mas pelo objetivo de reduzir as emissões, pelo menos no curto prazo, aqueles países que buscam limpar sua matriz energética terão de gastar mais recursos para substituir as importações de hidrocarbonetos por alternativas com maiores custos[14]. Uma migração no uso de energia da importação de hidrocarbonetos para a produção ou importação de energia renovável também exigirá que os países atualmente importadores façam investimentos significativos em infraestrutura.

Além desses efeitos diretos sobre as exportações e importações de combustíveis fósseis, a imposição de tarifas ou outras restrições ao comércio internacional nos países desenvolvidos com base no teor de carbono (como o CBAM, explicado acima) pode afetar as exportações de outros produtos da região . Embora Conte Grand et al. (2023) constatam que o uso do CBAM teria inicialmente um efeito moderado sobre as exportações da América Latina e do Caribe, uma vez que atualmente está sendo considerada apenas a imposição de tarifas sobre um conjunto reduzido de produtos industriais (vide o capítulo 4), uma queda nas exportações por esses motivos diretos ou indiretos exigirá prováveis correções na taxa de câmbio real e no nível das importações.

14 Os efeitos da transição energética global poderiam ser ambíguos para os países importadores de hidrocarbonetos que decidam continuar a fazê-lo, uma vez que poderiam se beneficiar de continuar importando um produto cujo preço relativo poderia cair se a demanda global reduzir mais do que a oferta.

Gráfico 5.11
Exportações líquidas de energia em 2014



Nota: As exportações líquidas de energia são calculadas como a produção menos o uso de energia, ambos medidos em equivalentes de petróleo. Um valor positivo indica que o país é um exportador líquido, enquanto um valor negativo implica que o país é um importador líquido. O uso de energia refere-se ao consumo de energia primária antes da transformação em outros combustíveis finais, o que equivale à produção nacional mais importações e variações de estoque, menos exportações e combustíveis fornecidos a navios e aviões utilizados no transporte internacional. Os dados da Venezuela são de 2013.

Fonte: Banco Mundial (2023e).

A imposição de tarifas ou outras restrições ao comércio internacional nos países desenvolvidos com base no teor de carbono pode afetar as exportações de outros produtos da região

A transição energética também pode gerar, globalmente e na região, uma corrida generalizada para acelerar a exploração de reservas e a amortização de ativos para que não se tornem ativos irrecuperáveis. A dimensão temporal é fundamental. Por um lado, porque há um processo contínuo de barateamento das fontes alternativas de energia. Esse processo pode acabar tornando os combustíveis fósseis obsoletos, simplesmente porque eles têm custos de produção mais altos. Mas esses recursos também podem se tornar obsoletos devido a restrições ao seu uso, mesmo que sejam economicamente lucrativos. A queda esperada na demanda futura pode gerar incentivos para a exploração acelerada de depósitos de hidrocarbonetos (e outros ativos específicos, como gasodutos, oleodutos e refinarias) para evitar que essa riqueza fique permanentemente desperdiçada. No entanto, essa exploração acelerada gerará, por sua vez, mais emissões no curto prazo. O horizonte temporal mais curto também pode induzir, logicamente, níveis mais baixos de investimento e manutenção nesses ativos.

Esse processo de obsolescência acelerada também afetará os trabalhadores com capital humano especializado no setor de hidrocarbonetos, que verão a redução e encerramento de suas atividades. É claro

que haverá, por sua vez, outros setores em expansão na produção de energias renováveis, mas esse processo certamente terá efeitos redistributivos sobre o capital humano específico. Conforme ilustrado por Blanchard et al. (2022), as competências de um mineiro não são facilmente transferidas para as de um técnico de moinhos eólicos. O mercado de trabalho pode passar por transformações caras e heterogêneas devido ao deslocamento de trabalhadores de setores de altas emissões, à dificuldade de realocá-los para setores verdes que exigem outras competências e à localização geográfica diferente dos recursos (CEPAL et al., 2022).

Além disso, a utilização de impostos e licenças de emissão de carbono ou a implementação de mais regulamentações e proibições para proteger o meio ambiente e a biodiversidade podem exacerbar os incentivos à informalidade que já existem na região. Um dos traços característicos do subdesenvolvimento na América Latina e no Caribe são os elevados níveis de informalidade. A introdução de impostos e regulamentações, que envolvem custos e controles cujo cumprimento é sempre maior no setor formal do que no setor informal, pode não só ser ineficaz, mas também pode fornecer, de forma contraproducente, um incentivo econômico para migrar ou permanecer na informalidade[15].

A transição energética terá efeitos distributivos entre localidades, setores econômicos e trabalhadores.

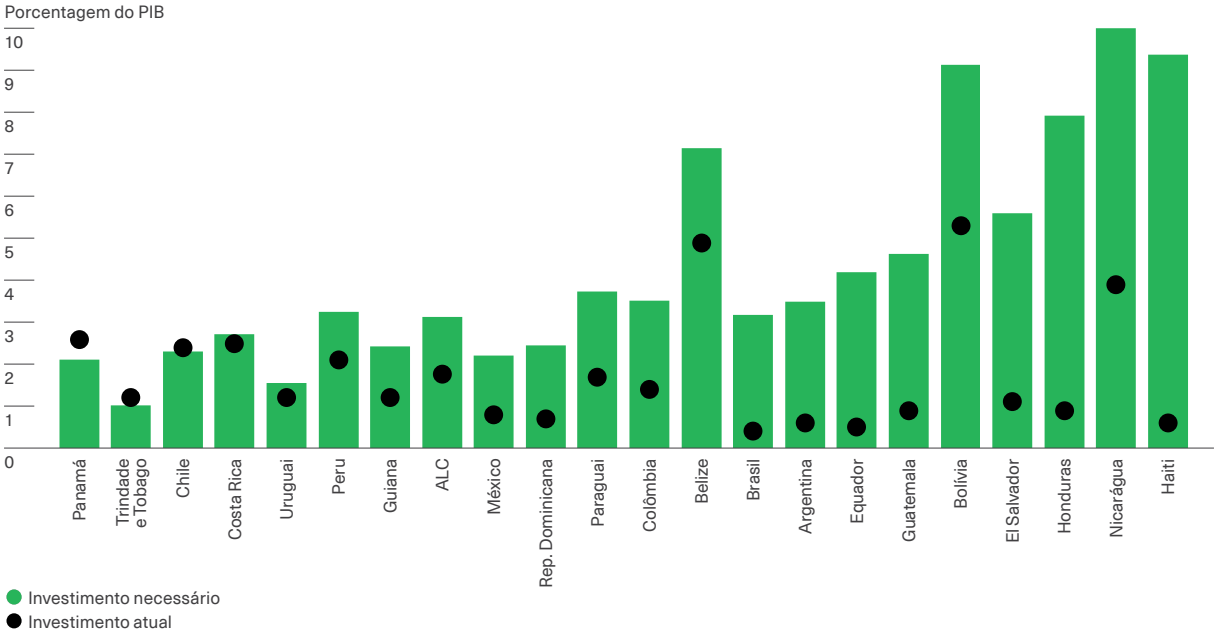
Desafios do financiamento

A adaptação e a mitigação diante das mudanças climáticas (incluindo a transição energética) implicarão em necessidades de investimentos adicionais, além dos já existentes. Embora as estimativas feitas até agora estejam sujeitas a um alto grau de incerteza, todas concordam que o esforço de investimento necessário será enorme. Rozenberg e Fay (2019) estimam que a América Latina e o Caribe precisarão fazer investimentos adicionais equivalentes a 4,3% do PIB por ano para desenvolver e manter novas infraestruturas nos setores de energia, proteção contra inundações, irrigação, transporte e abastecimento de água e saneamento para atingir os ODSs e tentar limitar o aumento das temperaturas em 2 °C. O gráfico 5.12 apresenta, para cada país, as lacunas nas necessidades de infraestrutura, contrastando os níveis de investimento atuais e o esforço de investimento anual estimado para cumprir os ODSs relacionados aos serviços de infraestrutura. Devem ser acrescentadas necessidades adicionais a essa lacuna, porque parte da infraestrutura existente não é resiliente aos efeitos das mudanças climáticas. Essas lacunas indicam grandes necessidades de investimentos futuros.

As necessidades de investimento adicionais são ainda maiores se, em vez de serem estimadas para atingir os ODSs, o objetivo for cumprir as NDCs. Para a América Latina e o Caribe, o capítulo 4 mostrou as necessidades de financiamento declaradas por alguns países para cumprir as NDCs, desagregando, quando as informações estiverem disponíveis, as metas de investimento em mitigação e adaptação. Essas necessidades adicionais de financiamento atingem, em média, 7 pontos do PIB para os países considerados, dos quais mais de 75% correspondem ao financiamento para mitigação. O gráfico 5.13 mostra faixas estimadas de investimento anual em cerca de 9% do PIB para que os maiores países da região (exceto o México) cumpram suas NDCs.

15 Levy (2009) mostra como os níveis de informalidade respondem aos incentivos. Impostos e regulamentações mais altos, normalmente controláveis apenas no setor formal, podem acabar induzindo a uma maior informalidade.

Gráfico 5.12
Lacuna entre o investimento em infraestrutura atual e o necessário para atender aos ODSs no período 2019-2030



Nota: Os dados referem-se ao esforço de investimento anual como porcentagem do PIB de cada país necessário para avançar em direção ao cumprimento dos ODSs. O estudo considera apenas os ODSs 6, 7, 9 e 11 e, portanto, não inclui investimentos complementares necessários para atingir todos os ODSs relacionados às mudanças climáticas. As necessidades de infraestrutura são calculadas como o investimento total sobre o PIB para o período de 2019-2030 em milhões de dólares constantes. Os investimentos necessários consideram nova infraestrutura e manutenção e reposição de ativos. Os setores incluídos são eletricidade, água e saneamento, telecomunicações e transporte. O investimento atual é a média do investimento em infraestrutura pública e privada entre 2008 e 2019. Os países estão ordenados de acordo com o tamanho de sua lacuna.

Fonte: Elaboração própria com base em Brichetti et al. (2021).

Além da incerteza sobre essas estimativas, as necessidades adicionais representarão, sem dúvida, um imenso desafio em uma região onde as taxas de poupança e investimento são tradicionalmente baixas e onde já existem déficits significativos de infraestrutura. Dado que a maioria dos países não terá condições de acrescentar esses custos adicionais às suas outras necessidades, o financiamento externo – proveniente de organizações multilaterais, do setor privado e de outros governos – será essencial. Ao mesmo tempo, o baixo nível de emissões históricas na América Latina e no Caribe justifica que esse esforço de financiamento seja compartilhado com as economias desenvolvidas.

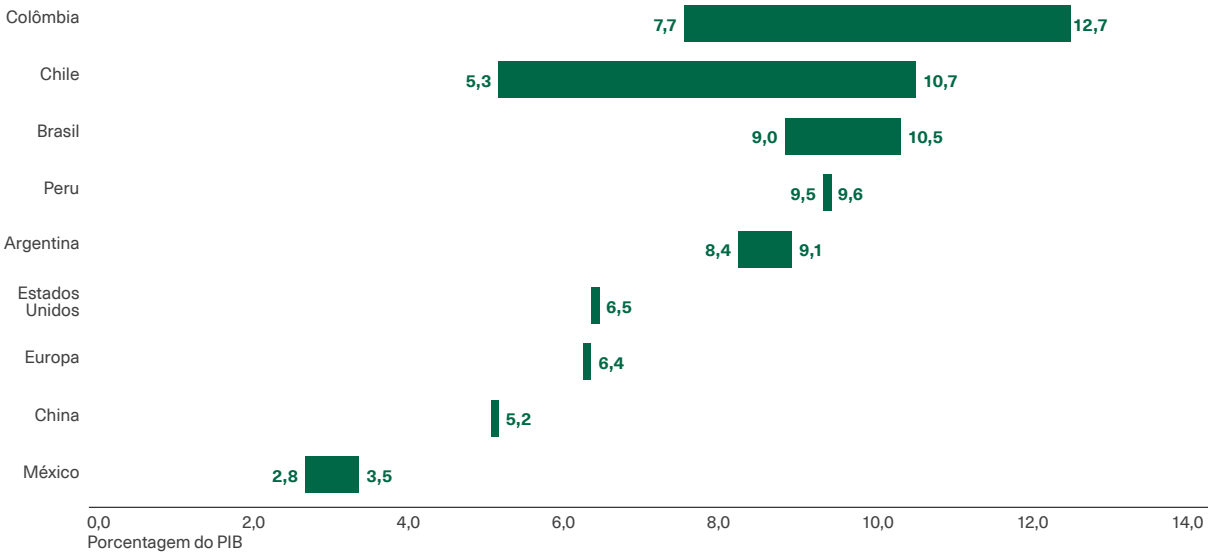
Além disso, uma parte significativa desse financiamento deveria ser concessional. Os países da América Latina e do Caribe devem abordar o esforço de mitigação agindo coletivamente e buscando em fóruns internacionais uma distribuição justa do custo desses esforços. Por outro lado, considerando que, em geral, cada país internaliza a maior parte dos benefícios de seus investimentos em adaptação, os países em desenvolvimento deveriam priorizar seus recursos nesse tipo de investimentos.

●●

Na América Latina, uma pessoa média entre os 10% mais ricos da população emite quase nove vezes mais GEE por ano do que uma pessoa média entre os 50% mais pobres

A discussão sobre justiça climática não é pertinente apenas em termos internacionais, também é pertinente em nível nacional. As famílias mais pobres são as que menos contribuem para o aquecimento global. Na América Latina, uma pessoa média entre os 10% mais ricos da população emite quase nove vezes mais por ano do que uma pessoa entre os 50% mais pobres (Chancel et al., 2022). Como as famílias mais pobres tendem a gastar uma parcela maior de sua renda com energia (Blanchard et al., 2022), um aumento do seu preço como resultado da transição energética pode reforçar as desigualdades existentes e diminuir o apoio social ao processo. Portanto, é importante considerar mecanismos de compensação que permitam avançar na mitigação das emissões sem agravar as desigualdades existentes. Além disso, as famílias mais pobres, especialmente devido à sua localização, tendem a ser mais afetadas pelos riscos climáticos. A alocação de investimentos deveria, portanto, considerar a justiça climática em termos distributivos em cada país, levando em conta os setores sociais e laborais e os locais mais afetados por esses fenômenos.

Gráfico 5.13
Gasto anual necessário para atingir as metas das contribuições determinadas nacionalmente



Notas: As barras no gráfico representam as faixas estimadas de investimento anual para cada país ou região no período 2020-2050.

Fonte: Cárdenas e Orozco (2022) com base nos modelos REMIND-MAgPIE e MESSAGEix-GLOBIOM, utilizando os custos de redução de emissões calculados pela McKinsey & Company (Krishnan et al., 2022).

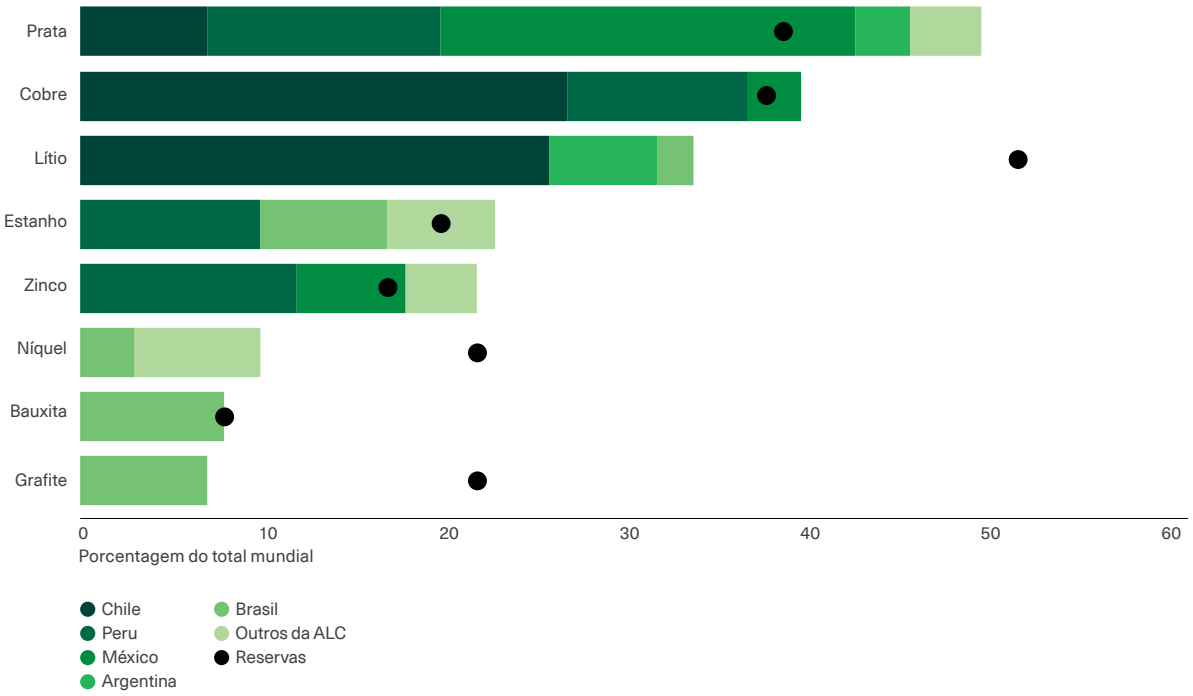
Oportunidades da transição energética e da resposta às mudanças climáticas

Conforme foi explicado, a transição energética e a proteção ambiental envolverão desafios muito grandes para a América Latina e o Caribe. No entanto, esse mesmo processo pode abrir oportunidades que possibilitarão a exploração dos recursos e das vantagens competitivas da região.

Em primeiro lugar, o processo de eletrificação implicará um aumento maciço na demanda por minerais críticos para a transição energética dos quais a região é muito rica. O aumento da demanda por esses produtos já começou, conforme demonstrado pelo aumento de seus preços internacionais. Por exemplo, o preço do cobre aumentou mais de 50% e o do lítio mais de 250% desde o final de 2019.

O gráfico 5.14 mostra que a região tem uma participação muito importante na produção e nas reservas globais de prata, cobre, lítio e outros minerais críticos. Outras estimativas alternativas mostram que o Chile e o Peru são dois dos três países do mundo com as maiores reservas comprovadas de cobre, enquanto a Argentina, a Bolívia e o Chile apresentam um potencial muito forte para a produção de lítio (USGS, 2023).

Gráfico 5.14
Participação da América Latina na produção e nas reservas de minerais selecionados em 2021



Nota: O gráfico refere-se à produção (em barras) e às reservas (pontos) dos diferentes minerais nos países da região. A Bolívia não está incluída no gráfico, pois possui recursos de lítio, mas não possui reservas. Os recursos são a estimativa total da quantidade de um bem geológico. As reservas são o subgrupo de um recurso que foi descoberto, tem um tamanho conhecido e pode ser extraído com lucro.

Fonte: AIE (2023).

A exploração desses minerais pode representar uma grande contribuição da região para o processo de transição energética global, bem como uma importante fonte de recursos. Para que isso aconteça, no entanto, é preciso encontrar um equilíbrio adequado para que a mineração seja realizada de acordo com os regulamentos e padrões que protejam o meio ambiente e garantam que as comunidades locais sejam as principais beneficiárias, evitando a degradação ambiental, a deterioração das condições de vida das comunidades e o surgimento de conflitos que interrompam os investimentos.

Esses recursos minerais também podem oferecer oportunidades valiosas para a geração de empregos qualificados e para a localização na região de processos industriais na cadeia de valor do lítio e do cobre, além da extração.

A exploração desses minerais pode representar uma grande contribuição da região para o processo de transição energética global, bem como uma importante fonte de recursos

Uma segunda oportunidade reside na exploração de gás natural como combustível de transição[16]. Conforme demonstrado no capítulo 2, a América Latina e o Caribe é uma região rica em gás, especialmente graças aos importantes depósitos na Argentina, Brasil, Peru, Trindade e Tobago e, acima de tudo, na Venezuela. A substituição de carvão pelo gás natural reduz as emissões de CO_2 em 50% na geração de eletricidade e em 33% na produção de calor (AIE, 2019). Quanto ao diesel ou óleo combustível, a redução percentual é de aproximadamente 30% em ambos os casos (EIA, 2022)[17]. O gás também é menos poluente do que a lenha quando utilizado para aquecimento e cozimento[18] e do que o diesel no caso do transporte (menos emissões de NOx e SOx), o que pode reduzir a poluição do ar em centros urbanos densos. É também menos poluente do que os óleos pesados em processos industriais (menos emissões de SO2), inclusive na produção de fertilizantes (Schmidt-Hebbel et al., 2020; OLADE 2023).

Devido à sua abundância na região, bem como às suas emissões mais baixas em termos relativos, o gás natural pode ser uma "ponte" valiosa durante o processo de transição energética, fornecendo recursos fiscais a partir de sua exploração e evitando que sejam perdidos como ativos irrecuperáveis. Isso pode ser particularmente importante em um contexto em que se espera que a demanda global de energia aumente, sem que as energias renováveis estejam maduras o suficiente para preencher a lacuna. Nesse caso, o gás natural pode permitir acompanhar o crescimento da demanda sem aumentar o uso de carvão e petróleo.

As abundantes reservas de gás natural da região podem servir como uma ponte durante a transição energética

No curto prazo, o gás natural poderia facilitar a descarbonização de alguns setores da região que são mais difíceis de descarbonizar, como o transporte, principalmente nos países em que o uso de gás natural comprimido como combustível veicular é mais difundido (por exemplo, Argentina, Brasil, Colômbia e Peru)(González et al., 2023). Um caso de sucesso na região é a substituição de ônibus a diesel por unidades movidas a gás natural comprimido no sistema de transporte rápido de ônibus de Bogotá, que, além de reduzir as emissões de GEE, reduziu significativamente a exposição dos passageiros à poluição do ar (vide o quadro 5.7).

16 Em 2022, o gás natural foi incluído na taxonomia das energias verdes pela Comissão Europeia (2022b) e Fabra e Reguant (2023).

17 No entanto, o gás natural é uma fonte de emissões de metano se a ventilação e as perdas de gás em sua produção e transporte não forem controladas. Embora alguns países da região, como a Argentina e a Colômbia, tenham controlado a queima e a ventilação do gás natural, a Venezuela é o maior emissor de metano de origem energética da região e um dos maiores do mundo (Cont et al., 2022).

18 O desenvolvimento da rede de gás natural para consumo doméstico (cozimento e aquecimento) pode trazer alguns benefícios adicionais para os setores populares, incluindo a redução de custos e riscos à saúde em comparação com outras alternativas, como o uso atual de combustíveis fósseis, lenha ou botijões de gás.

Quadro 5.7
Gás natural como combustível no transporte de passageiros e poluição do ar: o caso do TransMilenio de Bogotá

A poluição do ar é uma das principais causas de morte prematura e de uma ampla gama de doenças respiratórias, oncológicas, cardíacas e cerebrovasculares. Um dos poluentes atmosféricos com os maiores impactos negativos sobre a saúde é o material particulado fino (PM 2,5). Quarenta por cento das cidades da América Latina e do Caribe têm uma concentração média de PM 2,5 que ultrapassa o limite recomendado pela Organização Mundial da Saúde (Gouveia et al., 2019).

O transporte a combustão é um dos principais responsáveis pela má qualidade do ar nas cidades, portanto, as políticas que promovem o uso de veículos e combustíveis de baixa emissão, além de contribuírem para a redução das emissões de GEE, podem trazer benefícios para a saúde da população.

Uma dessas políticas foi a renovação da frota do TransMilenio de Bogotá entre 2019 e 2020, com a substituição de mais de mil ônibus a diesel por unidades movidas a gás natural comprimido e com filtros de emissão.

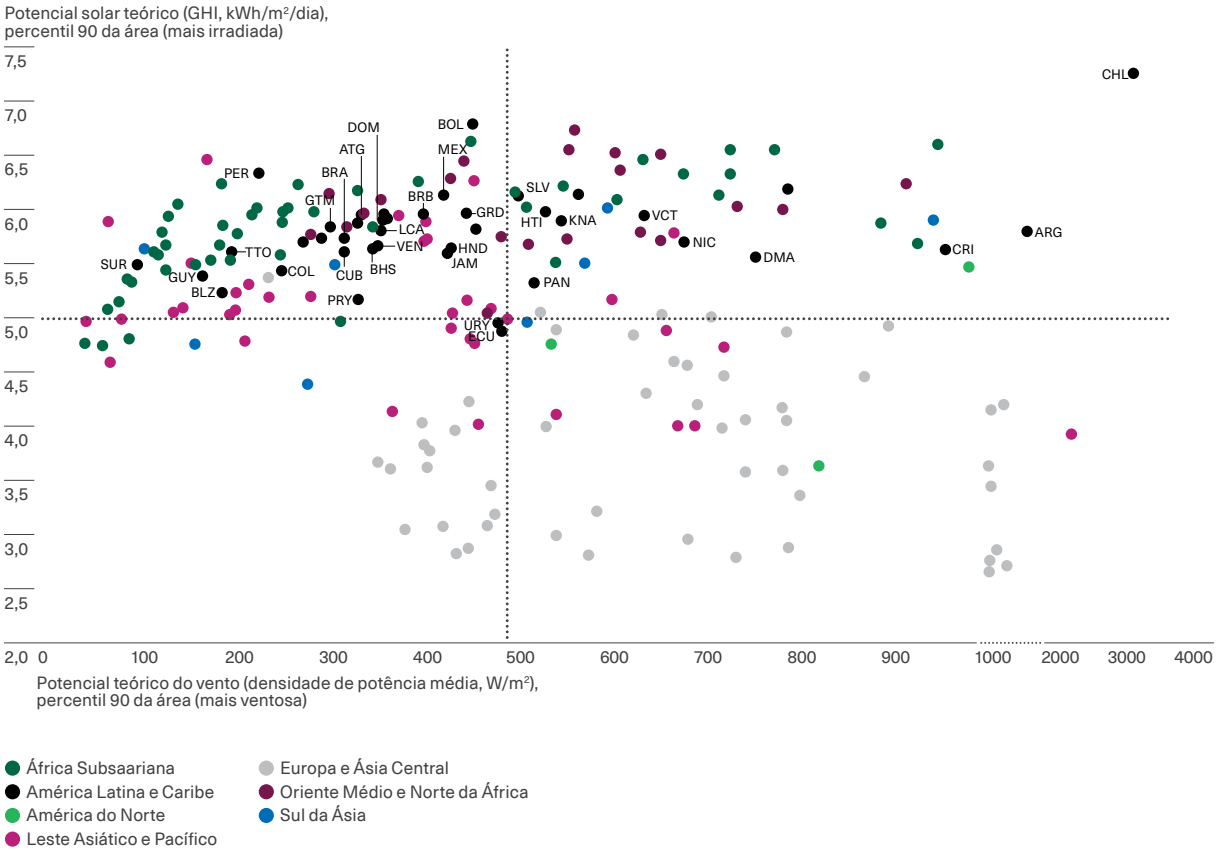
De acordo com um estudo de Morales Betancourt et al. (2022), a renovação da frota do TransMilenio permitiu reduzir consideravelmente a exposição dos usuários à poluição do ar dentro dos ônibus e nas estações de passageiros: a concentração de PM 2,5 no ar diminuiu em 78% e a de fuligem (outro material particulado altamente prejudicial à saúde) em 80%. Essa política beneficiou proporcionalmente mais a população mais pobre de Bogotá, que é a que mais utiliza o transporte público e cujos tempos de viagem são mais longos (Guzman et al., 2023).

Uma terceira oportunidade para a América Latina e o Caribe decorre de suas condições para a adoção de fontes de energia renováveis. Por um lado, embora o potencial hidrelétrico da região já abasteça metade de suas necessidades elétricas, estima-se que apenas cerca de 20% a 25% de seu potencial total tenha sido desenvolvido (Uribe, 2017). Além de seu potencial hidrelétrico, a geografia da região oferece vantagens competitivas significativas para a produção de energia solar e eólica . O gráfico 5.15 mostra como quase todos os países da região têm potencial acima da média global para a geração de energia solar, enquanto aproximadamente um terço dos países está acima da média global para a geração de energia eólica. Além disso, a Argentina e o Chile são dois dos poucos países do mundo com alto potencial em ambas as energias simultaneamente. Também vale destacar o potencial significativo de geração geotérmica na América Central e no Caribe (IRENA, 2022a). Embora exijam investimentos significativos, o desenvolvimento dessas tecnologias poderia não apenas descarbonizar a matriz energética da região, mas também gerar excedentes exportáveis.

●●

Além de seu potencial hidrelétrico, a geografia da região oferece vantagens competitivas significativas para a produção de energia solar e eólica

Gráfico 5.15
Potencial teórico de energia solar e eólica



Fonte: Elaboração própria com base em Solargis (2023) e DTU (2023).

Contudo, é importante destacar que o gráfico 5.15 apenas descreve um potencial energético teoricamente disponível, sem levar em conta quaisquer restrições. Embora seja difícil estimar a verdadeira capacidade devido à multiplicidade de fatores envolvidos no cálculo, o Programa de Assistência à Gestão do Setor de Energia (ESMAP, 2020) avaliou o potencial prático ou técnico para o caso da energia solar, incorporando o desempenho e a configuração do sistema fotovoltaico no mundo real, bem como as restrições topográficas e de uso do solo. Os resultados são novamente promissores para a região. A região de Puna (noroeste da Argentina, Bolívia, norte do Chile e sul do Peru) é a área com o maior potencial prático de energia fotovoltaica do mundo. Em termos absolutos, esse potencial é de 15% a 20% maior do que em outras regiões com potenciais teóricos semelhantes, como o norte da África ou a Península Arábica. Isso se deve a uma combinação única de fatores, como céu claro persistente, ar limpo, baixas temperaturas do ar e altitude elevada. Ao mesmo tempo, o resto da América Latina, com exceção do Equador, está em uma faixa intermediária favorável (ESMAP, 2020).

O processo de eletrificação como resultado da transição energética pode não apenas beneficiar a região por meio da exploração de minerais

essenciais, gás e fontes de energia renováveis. Também é possível que a eletrificação altere a localização geográfica dos processos de produção à escala global. Hoje existem meios relativamente baratos de transporte de petróleo e derivados entre países e continentes. No entanto, conforme explicado acima, o custo do transporte de eletricidade por unidade de energia é mais de 10 vezes superior ao do gás natural e mais de 20 vezes superior ao dos combustíveis líquidos. Esse custo de transporte mais elevado pode levar a um mundo energético menos "plano", em que as regiões com condições para a geração de energia limpa vejam suas vantagens comparativas em atrair indústrias com uso intensivo de energia (por exemplo, fertilizantes, aço, alumínio, produtos químicos e cimento) (Hausmann, 2021). Esse custo mais baixo da energia, combinado com outras tendências pós-COVID 19 de realocação da produção para regiões próximas e países relacionados (o que em inglês é conhecido como *nearshoring* e *friendshoring*), poderia facilitar a localização dos investimentos e da produção na América Latina, em um processo de descentralização para países que oferecem energia limpa, barata e segura (*powershoring*). A disponibilidade abundante, embora desigual, de água na região (vide o capítulo 1) pode ser combinada com essas vantagens comparativas para a localização de determinados processos de produção.

Por fim, o próprio processo de proteção do meio ambiente e da biodiversidade à escala global pode abrir novas oportunidades econômicas para a região. Uma dessas oportunidades decorre da vantagem comparativa da região em reduzir as emissões de carbono a um custo menor. As principais fontes de emissões da região, a agricultura e a mudança no uso da terra, são, por sua vez, os setores com as maiores oportunidades de mitigação de baixo custo em todo o mundo. Assim, a generalização dos impostos sobre o carbono, relevantes nos países desenvolvidos, combinados com os mercados internacionais de créditos de carbono, poderia favorecer a exportação de serviços ambientais da América Latina e do Caribe, dada sua vantagem comparativa nos custos de mitigação.
Os desafios para materializar essas oportunidades não são menores, pois a integração de compensações florestais em mercados de crédito de carbono voluntários e regulamentados foi limitada no passado pelas maiores dificuldades dos projetos florestais para demonstrar adicionalidade, garantir a permanência e evitar o vazamento de carbono. Se a estrutura institucional internacional discutida no capítulo 4 for desenvolvida, a região poderia monetizar o sequestro de carbono e os serviços de proteção da diversidade que oferece ao mundo. Uma estrutura institucional internacional semelhante também poderia remunerar a região por seus importantes serviços de preservação da biodiversidade. Há também novas oportunidades relacionadas ao biocomércio, entendido como o conjunto de atividades produtivas comprometidas com a conservação da biodiversidade e a inclusão social, nos setores de ecoturismo, alimentos e produtos cosméticos e farmacêuticos. (Vignati e Gómez-García Palao, 2014).

●●

A região pode exportar serviços de sequestro de carbono e proteção da biodiversidade

Prioridades políticas para a agenda de desenvolvimento sustentável da América Latina e do Caribe

A América Latina e o Caribe ainda não superou os desafios do baixo crescimento econômico e da alta desigualdade. A essa agenda de desenvolvimento pendente somam-se os desafios de mitigar as emissões, adaptar-se às mudanças climáticas e preservar a biodiversidade e o capital natural da região. Conforme discutido em detalhes na seção anterior, há tensões entre esses novos e antigos desafios, seja porque os recursos escassos devem ser distribuídos entre as necessidades crescentes ou porque o

progresso em uma dimensão implica retrocessos em outras. Por outro lado, algumas intervenções podem aproveitar as sinergias que permitem o progresso simultâneo desses diferentes objetivos.

Esta seção final resume uma bateria não exaustiva de políticas públicas que têm como objetivos específicos a adaptação às mudanças climáticas, mitigação de emissões, proteção de ecossistemas e biodiversidade e aproveitamento das oportunidades abertas por esses processos, considerando também as interações com os desafios pendentes de crescimento econômico e inclusão social na região.

Priorizar as políticas de adaptação

Os custos para o bem-estar da população associados aos impactos atuais e esperados das mudanças climáticas nos países da região justificam a priorização da alocação de recursos para fins de adaptação. Conforme discutido ao longo do capítulo, as necessidades de adaptação são de natureza variada e respondem a contextos específicos. Uma das tarefas dos países é identificar essas necessidades e elaborar as estratégias de resposta mais adequadas para cada caso. Parte dessa tarefa está refletida nas NDCs e nos PNAMCs, mas a análise desses documentos sugere que é necessário aprofundar a geração de conhecimento para selecionar o melhor portfólio de projetos e medidas específicas para atender às necessidades de adaptação. Esse também é um requisito necessário para definir com mais precisão os custos de adaptação e as necessidades de financiamento resultantes.

A adaptação climática tem sinergias positivas com os componentes de crescimento econômico e inclusão social da agenda de desenvolvimento. Por um lado, as políticas de adaptação podem evitar perdas; por exemplo, o alerta precoce de uma onda de calor pode salvar vidas. Por outro lado, têm benefícios econômicos devido à redução de riscos – por exemplo, a construção de infraestrutura para evitar inundações pode aumentar o valor da terra que era inundada – ou à inovação tecnológica – por exemplo, a introdução da irrigação por gotejamento para lidar com a escassez de água e, ao mesmo tempo, melhorar a produtividade agrícola. Podem também ter benefícios sociais e ambientais, por exemplo, devido à proteção de recursos naturais que fornecem serviços ecossistêmicos valiosos (Global Commission on Adaptation, 2019).

A adaptação climática tem um triplo dividendo: evita perdas futuras; reduz os riscos e impulsiona a inovação; e cria benefícios sociais e ambientais

Uma visão geral das iniciativas de adaptação implementadas na América Latina e no Caribe, com base em estudos publicados em revistas acadêmicas, mostra que a maioria das políticas se concentra nos setores de produção de alimentos e meios de subsistência e saúde e surge como respostas aos riscos de secas, inundações e outros eventos climáticos extremos (Berrang-Ford et al., 2021).

Destacam-se quatro grupos de políticas. O primeiro grupo é formado por **práticas de agricultura sustentável**, que são alternativas custo-efetivas ao aumento das temperaturas, à maior aridez e à mudança no padrão de precipitação. Alguns desafios para promover uma maior adoção dessas práticas na região são a escassez de financiamento (algumas dessas práticas têm um curto período de retorno, mas outras exigem mais tempo) e a falta de informações sobre sua lucratividade (vide o capítulo 2).

Um segundo grupo são as **SBNs** que, conforme discutido, tendem a ser estratégias custo-efetivas. A região, juntamente com a África, tem a maior proporção de iniciativas de adaptação baseadas na natureza, embora as evidências indiquem que há espaço para aumentar seu uso (Browder et al., 2019).

O terceiro grupo de políticas são os **investimentos em infraestrutura de adaptação,** incluindo o aumento da resiliência da infraestrutura existente. Aqui se destaca a infraestrutura para a gestão de recursos hídricos, tanto para fins agrícolas quanto para o consumo doméstico, e para a geração de energia hidrelétrica. Um aspecto importante no projeto dessas intervenções é a coordenação entre os atores para evitar tensões entre usos alternativos de recursos.

O quarto grupo é formado por **políticas para a gestão do risco de desastres**, entre as quais estão os sistemas de alerta precoce e outros mecanismos de fornecimento de informações, uma das opções de adaptação mais custo-efetivas (Global Commission on Adaptation, 2019).

Os principais desafios para o avanço da agenda de adaptação da região são o financiamento e a geração de mais evidências sobre a eficácia das intervenções, o que não só proporcionaria aprendizagem para melhorar a gestão de recursos, mas também seria um elemento fundamental para mobilizar uma maior quantidade de recursos financeiros para esses fins. Um desafio adicional é fortalecer as capacidades do setor público para a elaboração de diagnósticos de riscos e de políticas.

Contribuir para a mitigação global

O mundo enfrenta o desafio de reduzir as emissões globais a níveis que contenham o aumento da temperatura de acordo com as metas acordadas no Acordo de Paris. Como parte desse esforço global, a América Latina e o Caribe se comprometeu a reduzir suas emissões até 2030 em 10% em relação ao nível de 2015, uma meta que provavelmente tornar-se-á mais ambiciosa na próxima revisão dos compromissos.

A contribuição da região para a mitigação global inclui duas decisões políticas centrais: como distribuir os esforços de mitigação entre setores e em que sequência . A forma de fazê-lo é crucial porque, como já foi discutido, a descarbonização da economia tem sinergias, mas também tensões com os restantes desafios da agenda de desenvolvimento da região. A sequência também é fundamental para evitar que recursos importantes acabem sendo perdidos como ativos irrecuperáveis. Os países devem avançar em seu próprio ritmo, considerando um menu de alternativas de políticas que reduzam as emissões, mas sem negligenciar seus impactos em outras metas de desenvolvimento. O menu deve levar em conta a composição setorial das emissões, a importância socioeconômica das atividades que geram essas emissões, as vantagens comparativas da região em tecnologias de baixo carbono e as tendências globais que determinam a evolução dos custos dessas tecnologias.

●●

A contribuição da região para a mitigação global inclui duas decisões políticas centrais: como distribuir os esforços de mitigação entre setores e em que sequência

Cinquenta e oito por cento das emissões de GEE da região provêm do setor agropecuário, silvicultura e outros usos da terra (ASOUT), o que contrasta marcadamente com os países desenvolvidos, onde esse setor é responsável por apenas 8% das emissões. Isso significa que a estratégia de descarbonização para a região como um todo deve ser centralmente diferente daquela do mundo desenvolvido. Além disso, dois terços das emissões do setor ASOUT provêm principalmente do desmatamento. Portanto, **o controle do desmatamento** deve ser uma prioridade na região. Além de utilizar tecnologias de monitoramento em tempo real, aumentar as penalidades para os infratores e fortalecer o orçamento e a capacidade de ação dos órgãos de controle, é importante introduzir incentivos financeiros, como os programas PSE. Travar o avanço da fronteira agrícola terá, logicamente, um custo em termos de produção agropecuária, mas esse custo será menor se o desmatamento for direcionado para atividades de baixa produtividade.

Além da prioridade de controlar o desmatamento, o **desenvolvimento em larga escala de fontes de energia renováveis** (hidráulica, solar, eólica etc.) deve fazer parte do menu de longo prazo do processo de redução de emissões e transição energética. Conforme discutido na seção anterior, a região tem importantes vantagens geográficas para o desenvolvimento dessas energias renováveis. No entanto, esses projetos exigem grandes investimentos de capital e, nas economias latino-americanas e caribenhas, as reservas são baixas e os custos financeiros, elevados. Embora esses desenvolvimentos possam atrair investimentos privados e gerar empregos, é provável que tenham um efeito de exclusão (*crowding-out*) de outros investimentos e exijam promoções fiscais.

Em vez disso, a **utilização de fontes de energia solar e eólica em pequena escala** pode ser uma forma custo-efetiva de atingir regiões isoladas na vasta geografia da região[19]. Em vez de desenvolver uma extensa rede elétrica, ou produzir eletricidade localmente com geradores movidos a combustível, ou ainda utilizar lenha para cozinhar ou aquecer, o uso de painéis solares e moinhos eólicos pode contribuir simultaneamente para a redução de emissões e a inclusão social em áreas isoladas. Esses projetos de pequena escala não exigem grandes investimentos de capital, mas sofrem restrições relacionadas à sua intermitência, pois sua disponibilidade varia de acordo com a hora do dia e as condições climáticas, pelo que devem ser complementados com baterias de armazenamento ou outra alternativa de reserva.

O menu de políticas que buscam mitigar as emissões sem interromper os processos de crescimento econômico e inclusão social deve incluir estratégias para buscar maior eficiência econômica, de modo que o processo de *decoupling* permita reduzir as emissões, mitigando o impacto sobre os níveis de atividade econômica. Conforme explicado no quadro 5.3, para reduzir as emissões per capita e, ao mesmo tempo, aumentar a produção per capita, é necessário reduzir as emissões por unidade de produção. Isso requer a **adoção de equipamentos e processos com maior eficiência energética**, incluindo um processo de eletrificação da demanda de energia nos processos produtivos, no transporte, no funcionamento de edifícios e eletrodomésticos. A dificuldade dessa adoção reside no fato de que a instalação de equipamentos com menor consumo energético necessitará investimentos significativos que, pelo menos no curto prazo, competirão com outras necessidades de investimento.

As estratégias de mitigação deveriam incluir a **redução ou eliminação dos subsídios energéticos**, particularmente ao consumo de combustíveis fósseis. Esses subsídios frequentemente operam por meio de reduções no custo do transporte público ou das tarifas de serviços públicos. A redução desses subsídios deveria aumentar o preço final e consequentemente reduzir o consumo (ou desacelerar seu crescimento), o que simultaneamente mitigaria as emissões e reduziria os custos fiscais. Contudo, a redução (ou eliminação) desses subsídios pode ter importantes efeitos regressivos sobre a inclusão social. O corte desses subsídios, que aumentam as emissões ao distorcer o sistema de preços, poderia ser compensado por meio de transferências monetárias através dos diversos programas de ajuda e seguridade social que existem na maioria dos países da região[20].

Na mesma direção da eliminação dos subsídios aos custos de energia, pode ser considerada a **implementação de preços do carbono** (seja como um imposto ou por meio do desenvolvimento de um mercado de licenças de emissão). Esse instrumento aumentará o preço relativo de bens e serviços com uso intensivo de emissões, diminuindo seu consumo (especialmente a longo prazo) e, ao mesmo tempo, internalizando os custos das externalidades negativas das emissões de carbono. Mais uma vez, deve-se observar que, ao aumentar o custo da energia fóssil, os preços do carbono afetarão desproporcionalmente as famílias mais pobres, que gastam uma fração maior de sua renda no consumo de energia.

19 Há evidências de que a energia renovável fora da rede, além de permitir uma redução custo-efetiva no consumo de eletricidade e nas emissões, favorece uma maior segurança energética e o desenvolvimento econômico local em ilhas (IRENA, 2014) e áreas rurais isoladas (Kieffer et al., 2016).

20 Conforme observado por Missbach et al. (2022), deve-se levar em conta na implementação desse tipo de compensações que os programas de transferências monetárias existentes na região têm como alvo as famílias de baixa renda, muitas vezes de forma imperfeita, enquanto o impacto das reduções de subsídios pode ser difuso entre os grupos de renda.



Preservar e regenerar ecossistemas e biodiversidade

A América Latina e o Caribe tem uma riqueza extraordinária de ecossistemas e biodiversidade, apesar da perda de capital natural evidenciada nas últimas décadas. A preservação e regeneração dessa riqueza devem ser uma prioridade para o desenvolvimento sustentável da região, não só devido à sua importância para a adaptação e mitigação climática, mas também devido à sua contribuição para o crescimento econômico e a inclusão social.

A preservação e regeneração de sua riqueza natural devem ser uma prioridade para o desenvolvimento sustentável da região, não só devido à sua importância para a adaptação e mitigação climática, mas também devido à sua contribuição para o crescimento econômico e a inclusão social

Várias políticas podem promover a preservação e a regeneração do capital natural na região. Por um lado, há políticas de comando e controle, que regulam o desmatamento e as atividades com impacto sobre os ecossistemas. Entre essas políticas estão as **áreas protegidas,** que são uma das ferramentas mais amplamente utilizadas para fins de conservação. No entanto, as áreas protegidas podem ser caras, tanto devido aos recursos necessários para que funcionem de forma eficaz quanto devido às restrições que impõem à atividade econômica. A **coadministração** de recursos naturais de propriedade pública com as comunidades locais e outros atores-chave é uma alternativa para aproveitar as sinergias entre os objetivos de conservação e desenvolvimento local. Um exemplo disso são as áreas protegidas de uso múltiplo, que permitem atividades produtivas sustentáveis como os centros populacionais de menor escala.

Entre as políticas baseadas no mercado destacam-se os **pagamentos por serviços ecossistêmicos**, nos quais a região é pioneira. As evidências mostram que esses programas podem ser eficazes, desde que sejam projetados para garantir o princípio da adicionalidade. Os pagamentos por serviços ecossistêmicos têm uma estreita ligação com os **mercados voluntários de compensação de carbono**, que vinculam as empresas que buscam compensar suas emissões com outros produtores que, por meio de ações de preservação e regeneração, fornecem serviços de sequestro de carbono.

Outra política para a preservação do capital natural são **acordos da indústria**, nos quais as empresas se comprometem a não comprar produtos ou serviços de fornecedores que não cumpram as salvaguardas ambientais. A moratória da soja no Brasil é um exemplo bem-sucedido desse tipo de iniciativa. Por sua vez, as **ecocertificações** são uma alternativa que busca fornecer aos consumidores informações sobre o impacto ambiental de determinados produtos ou serviços. A região é líder na adoção de ecocertificações para produtos como banana, café e cacau. No entanto, as evidências sobre sua eficácia ainda são limitadas.

Atualmente, a maior parte do desmatamento que ocorre na região é ilegal. Proibir não é suficiente; são necessárias instituições com capacidade para monitorar e punir as infrações. Também é necessário criar as condições para que os incentivos individuais e sociais para a preservação dos ecossistemas e da biodiversidade estejam alinhados.

É claro que, além das políticas voltadas para a proteção dos ecossistemas, a promoção de práticas sustentáveis de produção e consumo é indispensável para alcançar um novo equilíbrio entre a atividade humana e seu impacto na natureza.

Fortalecer a coordenação regional

A resposta às mudanças climáticas e a preservação da biodiversidade são questões que exigem cooperação internacional porque enfrentam importantes externalidades internacionais, ou seja, as ações de cada país afetam os demais. Isso se reflete na formação e no papel da UNFCCC, da Convenção sobre Diversidade Biológica e da Estrutura Global de Biodiversidade.

Apesar da heterogeneidade existente na América Latina e no Caribe, os países da região podem se beneficiar consideravelmente com o **fortalecimento da coordenação regional** para enfrentar as negociações internacionais sobre mudanças climáticas e biodiversidade . Portanto, devem adotar uma posição comum que reconheça a sobreposição entre as duas agendas e as necessidades e pontos fortes da região.

Os países da região podem se beneficiar consideravelmente com o fortalecimento da coordenação regional para enfrentar as negociações internacionais sobre mudanças climáticas e biodiversidade

O **financiamento climático** é fundamental para alinhar as partes e encontrar um equilíbrio entre a necessidade de um esforço global de mitigação e as demandas de justiça climática. Nesse sentido, os fluxos internacionais de financiamento devem ter um componente de compensação que aloque dos maiores para os menores emissores históricos. Um desafio nas negociações é o fato dos países industrializados priorizarem o financiamento para a mitigação, enquanto a maior necessidade dos países da região seja a adaptação.

A cooperação internacional para a conservação e regeneração dos ecossistemas oferece sinergias importantes para o papel do desmatamento nas emissões de GEE e os serviços regionais e globais (incluindo a regulação do clima) fornecidos pelos ecossistemas na América Latina e no Caribe. Um mecanismo para isso são os **fundos de conservação**, que podem ajudar a fortalecer a viabilidade financeira de políticas como as áreas protegidas e os programas de pagamentos por serviços ecossistêmicos. Os **mercados de compensação de carbono** (voluntários ou integrados a esquemas de precificação de carbono) também são um canal para financiar a conservação e a regeneração dos ecossistemas da região, com impacto na resposta às mudanças climáticas e no bem-estar da população. As experiências da Colômbia e do México podem proporcionar um aprendizado valioso para o resto da região (García e García, 2023).

Aproveitar as oportunidades da transição

A transição energética e a proteção ambiental implicarão grandes desafios para a produção, o emprego, o investimento, a arrecadação tributária e outras variáveis relevantes nas economias da América Latina e do Caribe. No entanto, nem todos representarão custos adicionais para esses países. Esse mesmo processo pode abrir oportunidades para explorar a dotação de recursos e as vantagens competitivas da região.

Por um lado, **o aproveitamento das grandes reservas de gás natural** de vários países da região, antes que se tornem ativos irrecuperáveis, permitiria reduzir as emissões em relação ao consumo atual de petróleo e carvão (os combustíveis fósseis mais poluentes). Eventualmente, o uso do gás natural também terá que ser reduzido, mas seu aproveitamento pode proporcionar uma ponte valiosa no processo de transição energética. Essa exploração do gás natural como combustível para a transição energética terá efeitos positivos em termos de redução de emissões, mas também terá impactos positivos sobre os recursos fiscais e as exportações de gás natural liquefeito e da eletricidade gerada por seu uso.

Adicionalmente, o aproveitamento do potencial energético do gás e a exploração de fontes de energia renováveis, para as quais a região tem condições geográficas particularmente favoráveis, permitiriam o desenvolvimento de vantagens comparativas para a **instalação de processos industriais intensivos em energia,** facilitando a realocação de investimentos e produção para a América Latina e o Caribe.

Outra oportunidade relevante para a região surge da **exploração de minerais críticos** que serão demandados pelos processos de transição energética e eletrificação. A exploração de cobre, lítio e outros

minerais críticos, abundantes na região, para atender ao aumento da demanda global, pode representar uma importante fonte de recursos fiscais e de divisas. Logicamente, essa mineração deve ocorrer em condições que protejam o meio ambiente e as comunidades locais.

Por fim, a relativa abundância de florestas e outras coberturas naturais na região possibilitaria **monetizar os esforços de preservação dos recursos florestais**. A oferta de créditos de compensação de emissões de projetos florestais permitiria que os serviços de sequestro de carbono fossem exportados para regiões onde os custos de mitigação são relativamente altos, constituindo uma fonte de recursos para a região e favorecendo uma mitigação mais eficiente em nível global. Para isso, é essencial construir uma governança robusta que garanta a adicionalidade dos projetos, permitindo um maior uso das compensações do setor florestal nos mercados internacionais de carbono.

Desafios globais, soluções regionais

As mudanças climáticas e a perda de biodiversidade são um fenômeno real, resultado da ação humana, que ameaça o bem-estar da humanidade e a continuidade de todas as formas de vida no planeta. A revolução industrial melhorou significativamente o bem-estar da população mundial, com um aumento sem precedentes na expectativa de vida e nas condições materiais. No entanto, o crescimento econômico e populacional associado, o aumento da demanda por alimentos, energia e materiais e a prevalência de formas de produção com impacto negativo sobre a natureza levaram a uma crise ambiental que inclui, mas excede, as mudanças climáticas. Essa crise se manifesta em grandes perdas de biodiversidade e degradação dos ecossistemas, ou seja, uma perda de capital natural que, por si só, compromete a sustentabilidade do processo de desenvolvimento econômico e o bem-estar das gerações futuras.

As mudanças climáticas e a perda de biodiversidade são desafios globais cuja solução requer a participação de todos os países. Devido à sua história e interesses comuns, os países da América Latina e do Caribe podem se beneficiar consideravelmente de uma intensa coordenação regional para garantir que suas vozes e preocupações sejam ouvidas nas negociações internacionais.

Este relatório enfatiza três mensagens relevantes para todos os países: a importância da adaptação, a necessidade de contribuir para a mitigação e a urgência de preservar o capital natural para o desenvolvimento sustentável. Mas a resposta a esses desafios pode variar entre regiões. Correndo o risco de simplificar demais, é possível distinguir entre quatro grandes grupos de países de acordo com suas características e tipo de resposta.

Um primeiro grupo é formado por países da América do Sul com altas emissões do setor agropecuário (Argentina, Bolívia, Brasil, Guiana, Paraguai e Uruguai), tanto pela mudança no uso da terra (exceto Argentina e Uruguai) quanto pela atividade pecuária (exceto na Guiana, onde a principal atividade é o cultivo de arroz). Para esses países, as inundações e as secas são as principais ameaças das mudanças climáticas. Por outro lado, o controle da expansão da fronteira agropecuária e a introdução de práticas mais sustentáveis para a gestão do setor estão entre as prioridades políticas. Essas políticas também têm sinergias com a conservação do capital natural. Além disso, os países mencionados também podem se beneficiar das oportunidades emergentes associadas à crescente demanda por minerais críticos de transição (Argentina e Bolívia), reservas de gás natural (Argentina, Brasil e Guiana) e condições favoráveis para a energia renovável (Argentina).

Um segundo grupo é formado pelos demais países da América do Sul (Chile, Colômbia, Equador, Peru, Suriname e Venezuela) mais o México, onde a maior parte das emissões provém dos setores energético e industrial. Esses países também se destacam por sua maior dependência fiscal e externa dos hidrocarbonetos (com exceção do Chile, que é um importador líquido de energia), de modo que enfrentam o

desafio adicional de promover uma maior diversificação de suas estruturas produtivas. Entre os principais riscos estão as inundações e os problemas na gestão da água devido à perda acelerada de geleiras (especialmente nos países andinos). Nesses países, a transição energética é um desafio mais imediato, enquanto as oportunidades de transição surgirão nos minerais críticos para o Chile e o Peru, no gás natural para o Peru e a Venezuela e na energia solar para o Chile.

●●

Não existe uma receita única e infalível: os países devem responder de formas diferentes aos desafios impostos pela crise climática e ambiental

Um terceiro grupo é formado pelos países da América Central, com emissões relativamente baixas, como consequência de seu desenvolvimento relativamente menor e da preponderância de fontes limpas na matriz energética. A agricultura representa aproximadamente um quarto das emissões (exceto na Nicarágua, onde é de 60%), enquanto os setores industrial e de transporte respondem pelo resto. A principal vulnerabilidade dessas economias decorre de problemas de segurança alimentar e pobreza em face das mudanças climáticas, devido à importância da agricultura familiar, o que torna a introdução de práticas agrícolas sustentáveis uma prioridade.

O quarto grupo é formado pelos países do Caribe que, assim como os países da América Central, são caracterizados por baixas emissões (com exceção de Trindade e Tobago, que tem altas emissões da produção de petróleo e gás e da indústria química). Quanto às fontes dessas emissões, há dois subgrupos: os países em grandes ilhas (Cuba, Haiti e República Dominicana) emitem aproximadamente um terço na agricultura, um terço na energia e uma quantidade semelhante nos processos industriais; enquanto nas pequenas ilhas, as emissões provêm principalmente da geração de eletricidade, transporte e resíduos. Os principais riscos decorrem da interação entre a alta exposição a eventos climáticos extremos e o aumento do nível do mar com fatores de vulnerabilidade, como a baixa diversificação das economias (em alguns casos, altamente dependentes do turismo) e a concentração da população e das infraestruturas em uma pequena área.

Dado o conhecimento científico ainda incompleto sobre os fenômenos das mudanças climáticas e as heterogeneidades nos recursos e riscos de cada país, a única certeza é que ainda não existe uma receita única. Cada país terá que alocar seus investimentos e esforços em adaptação, mitigação e conservação levando em conta as tensões e restrições discutidas neste relatório. Para alcançar o portfólio de políticas mais adequado, devem ser ponderados os custos e os benefícios das diferentes alternativas, a viabilidade política das ações e os impactos sobre a equidade e o crescimento.



Imagem de Cuenca (Equador), uma das cidades da rede de biodiverCidades. Para saber mais sobre essa iniciativa, acesse o link.

Referências

Abreu, A. (2022, julio). A lavagem da boiada. *Folha de São Paulo*. https://piaui.folha.uol.com.br/materia/lavagem-da-boiada/

Acordo Geral sobre Tarifas e Comércio) (GATT) (1994). https://www.wto.org/spanish/docs_s/legal_s/gatt47.pdf

Adomatis, S. e Hoen, B. (2015). *Appraising into the sun: Six-state solar home paired-sales analysis* (LBNL-1002778). https://eta-publications.lbl.gov/sites/default/files/lbnl-1002778.pdf

Adomatis, S., Jackson, T., Graff-Zivin, J., Thayer, M., Klise, G., Wiser, R. e Hoen, B. (2015). *Selling into the sun: Price premium analysis of a multi-state dataset of solar homes* (LBNL--6942E, 1172644). https://eta-publications.lbl.gov/sites/default/files/lbnl-6942e.pdf

Agora Energiewende (2022). Q1 What is the German Energiewende? *Agora Energiewende*. https://www.agora-energiewende.de/en/the-energiewende/the-german-energiewende/q1-what-is-the-german-energiewende/

Aguilar Revelo, L. (2022). *La autonomía de las mujeres y la igualdad de género en el centro de la acción climática en América Latina y el Caribe.* Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe e ONU Mulheres. https://www.cepal.org/es/publicaciones/48071-la-autonomia-mujeres-la-igualdad-genero-centro-la-accion-climatica-america

AIE (2019). *The role of gas in today's energy transitions*. Paris (França): IEA Publications.

AIE (2020a). *World energy outlook 2020*. París: Agência Internacional de Energia. https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020

AIE (2020b). Iron and steel technology roadmap. *Energy Technology Perspectives Series.* Paris: Agência Internacional de Energia. https://www.iea.org/reports/iron-and-steel-technology-roadmap

AIE (2021a). World energy balances (Edition 2021). *IEA World Energy Statistics and Balances* [banco de dados]. Acessado em 11 de abril de 202 em https://doi.org/https://doi.org/10.1787/45be1845-en

AIE (2021b). *Climate impacts on Latin American hydropower.* Paris: Agência Internacional de Energia. Paris. https://www.iea.org/reports/climate-impacts-on-latin-american-hydropower, Licença: CC BY 4.0.

AIE (2021c). *Net zero by 2050: A roadmap for the global energy sector.* Agência Internacional de Energia. https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050

AIE (2021d). *The role of critical minerals in clean energy transitions*. OECD Publishing. https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions, License: CC BY 4.0

AIE (2021e). *Key world energy statistics 2021.* Agência Internacional de Energia.https://www.iea.org/reports/key-world-energy-statistics-2021, Licença: CC BY 4.0.

AIE (2022a). Global final energy use with and without energy efficiency, 2000-2017. *IEA* [banco de dados]. Charts – Data & Statistics. Acessado em 11 de abril de 2023 em https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-final-energy-use-with-and-without-energy-efficiency-2000-2017

AIE (2022b). *Renewable electricity.* Agência Internacional de Energia. https://www.iea.org/reports/renewable-electricity

AIE (2022c). *Renewables 2022*. Agência Internacional de Energia. https://doi.org/10.1787/96bc279a-en

AIE (2022d). *World energy outlook 2022*. Agência Internacional de Energia. https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022?language=es

AIE (2022e). *World energy balances (Edition 2022)*. https://www.oecd-ilibrary.org/energy/data/iea-world-energy-statistics-and-balances/world-energy-balances-edition-2022_b91ec53f-en

AIE (2023). *Latin America's opportunity in critical minerals for the clean energy transition*. Agência Internacional de Energia. https://www.iea.org/commentaries/latin-america-s-opportunity-in-critical-minerals-for-the-clean-energy-transition

Airaudo, F., Pappa, E. e Seoane, H. (2022). *Greenflation: The cost of the green transition in small open economies*. CAF. https://cafscioteca.azurewebsites.net/handle/123456789/1994

Alaniz, A. J., Carvajal, M. A., Marquet, P. A., Vergara, P. M., Meneses, L. e Moreira-Arce, D. (2022). Analyzing the spatiotemporal patterns of forests carbon sink and sources between 2000 and 2019. *Earth's Future*, *10*(11), e2021EF002560.

Alcántara De Vasconcellos, E. A. (2019). *Contribuciones a un gran impulso ambiental para América Latina y el Caribe: movilidad urbana sostenible*. Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe. https://www.cepal.org/es/publicaciones/44668-contribuciones-un-gran-impulso-ambiental-america-latina-caribe-movilidad-urbana

Alexander, P., Rounsevell, M. D. A., Dislich, C., Dodson, J. R., Engström, K. e Moran, D. (2015). Drivers for global agricultural land use change: The nexus of diet, population, yield and bioenergy. *Global Environmental Change*, *35*, 138-147. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.08.011

Alix-Garcia, J. M., de Janvry, A., Sadoulet, E. e Torres, J. M. (2005). *An assessment of Mexico's payment for environmental services program.* FAO report.

Alix-Garcia, J. M., Shapiro, E. N. e Sims, K. R. E. (2012). Forest conservation and slippage: Evidence from Mexico's National Payments for Ecosystem Services Program. *Land Economics*, *88*(4), 613-638. https://doi.org/10.3368/le.88.4.613

Alix-Garcia, J. M., Sims, K. R. E., Orozco-Olvera, V. H., Costica, L. E., Fernández Medina, J. D. e Romo Monroy, S. (2018). Payments for environmental services supported social capital while increasing land management. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *115*(27), 7016-7021. https://doi.org/10.1073/pnas.1720873115

Alix-Garcia, J. M., Sims, K. R. E. e Yañez-Pagans, P. (2015). Only one tree from each seed? Environmental effectiveness and poverty alleviation in Mexico's payments for ecosystem services program. *American Economic Journal: Economic Policy,* 7(4), 1-40. https://doi.org/10.1257/pol.20130139

Alpízar, F., Carlsson, F., Lanza, G., Carney, B., Daniels, R. C., Jaime, M., Ho, T., Nie, Z., Salazar, C. e Tibesigwa, B. (2020). A framework for selecting and designing policies to reduce marine plastic pollution in developing countries. *Environmental Science & Policy*, *109*, 25-35.

Alpízar, F., Madrigal, R., Alvarado, I., Brenes, E., Camhi, A., Maldonado, J., Marco, J., Martínez-Salinas, A., Pacay, E. e Watson, G. (2020). *Mainstreaming of natural capital and biodiversity into planning and decision-making.* Banco Interamericano de Desenvolvimento.

Álvarez, F., Brassiolo, P., Toledo, M., Allub, L., Alves, G., De la Mata, D., Estrada, R. e Daude, C. (2020). *RED 2020: Los sistemas de pensiones y salud en América Latina. Los desafíos del envejecimiento, el cambio tecnológico y la informalidad*. CAF. http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1652

Álvarez, F., Eslava, M., Sanguinetti, P., Toledo, M., Alves, G., Daude, C. e Allub, L. (2018). *RED 2018. Instituciones para la productividad: hacia un mejor entorno empresarial*. http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1343

Álvarez Malvido, M., Lázaro, C., De Lamo, X., Juffe-Bignoli, D., Cao, R., Bueno, P., Sofrony, C., Maretti, C. e Guerra, F. (2021). *Informe planeta protegido 2020: Latinoamérica y el Caribe*. Cidade do México, México.

Andrews-Speed, P., e Ma, G. (2016). Household energy saving in China: The challenge of changing behaviour. Em B. Su e E. Thomson (eds.), *China's energy efficiency and conservation., Springer Briefs in Environment, Security, Development and Peace* (vol. 31, pp. 23-39). Singapore: Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-0928-0_3

Ardeshiri, A., Ardeshiri, M., Radfar, M. e Hamidian Shormasty, O. (2016). The values and benefits of environmental elements on housing rents. *Habitat International*, *55*, 67-78. https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2016.02.004

Asher, S., Garg, T. e Novosad, P. (2020). The ecological impact of transportation infrastructure. *The Economic Journal, 130*(629), 1173-1199. https://doi.org/10.1093/ej/ueaa013

Ashwill, M., Blomqvist, M., Salinas, S. e Ugaz-Simonsen, K. (2011). *Gender dynamics and climate change in rural Bolivia*. Banco Mundial.

Assesoria de Imprensa do CAF (2020, outubro 9). *Argentina y Uruguay firman acuerdo para aumentar la resiliencia al cambio climático en el río Uruguay*. [comunicado de imprensa]. CAF. https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2020/10/argentina-y-uruguay-firman-acuerdo-para-aumentar-la-resiliencia-al-cambio-climatico-en-el-rio-uruguay/

Assessoria de Imprensa do IPCC (2022, abril 4). *The evidence is clear: The time for action is now. We can halve emissions by 2030* [comunicado de imprensa]. https://report.ipcc.ch/ar6wg3/pdf/IPCC_AR6_WGIII_PressRelease-English.pdf

Assunção, J., Gandour, C. e Rocha, R. (2022). DETER-ing deforestation in the Brazilian Amazon: Environmental monitoring and law enforcement. *American Economic Journal: Applied Economics,* vol. 15(2), pp. 125-156.

Assunção, J., Gandour, C. e Souza-Rodrigues, E. (2019). *The forest awakens: Amazon regeneration and policy spillover.* Documento de trabalho 2. Rio de Janeiro: Climate Policy Initiative.

Assunção, J., McMillan, R., Murphy, J. e Souza-Rodrigues, E. (2019). *Optimal environmental targeting in the amazon rainforest*. National Bureau of Economic Research.

Audubon (2022). *Americas flyways initiative: Birds, game-changers for saving nature*. National Audubon Society. https://www.audubon.org/news/americas-flyways-initiative-birds-game-changers-saving-nature

Baccini, A., Goetz, S., Walker, W., Laporte, N., Sun, M., Sulla-Menashe, D., Hackler, J., Beck, P., Dubayah, R. e Friedl, M. (2012). Estimated carbon dioxide emissions from tropical deforestation improved by carbon-density maps. *Nature climate change*, *2*(3), article 3.

BAD (2023). *Asian development outlook (ADO*) April 2023. Banco Asiático de Desenvolvimento https://doi.org/10.22617/FLS230112-3

Baldauf, M., Garlappi, L. e Yannelis, C. (2020). Does climate change affect real estate prices? Only if you believe in it. *The Review of Financial Studies*, *33*(3), 1256-1295.

Baldi, G., Texeira, M., Martin, O. A., Grau, H. R. e Jobbágy, E. G. (2017). Opportunities drive the global distribution of protected areas. *PeerJ*, *5*: e2989. https://doi.org/10.7717/peerj.2989

Banco Mundial (2012). *Contabilidad del capital natural*. Notícias. Artigo de 7 de maio de 2012. https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2012/05/07/natural-capital-accounting

Banco Mundial (2021). *La riqueza cambiante de las naciones 2021: gestión de activos para el futuro*. Banco Mundial.

Banco Mundial (2022a). Área selvática (kilómetros cuadrados). *Dados Abertos do Banco Mundial.* Acessado em 20 de abril de 2023 em https://datos.bancomundial.org/indicator/AG.LND.FRST.K2

Banco Mundial (2022b). Empleos en agricultura (% del total de empleos). *Dados Abertos do Banco Mundial*. Acessado em 14 de abril de 2023 em https://data.worldbank.org

Banco Mundial (2022c). Crecimiento del PIB (% anual). *Dados Abertos do Banco Mundial*. Acessado em 20 de abril de 2023 em https://data.worldbank.org

Banco Mundial (2022d). Acceso a la electricidad (% de población). América Latina e Caribe. *Indicadores de Desenvolvimento Mundial* [banco de dados]. Extraídos do Banco de Dados do Banco Mundial Energia Sustentável para Todos (SE4ALL)]. Acessado em 14 de abril de 2023 em *https://datos.bancomundial.org/indicador/EG.ELC.ACCS.ZS*

Banco Mundial (2022e). *DataBank. Doing Business* [banco de dados]. Banco Mundial. Acessado em 6 de novembro de 2022 em https://databank.worldbank.org/id/dd1d6036?Report_Name=SAIDI-Index-WB#

Banco Mundial (2023a). Población, total. *Indicadores de Desenvolvimento Mundial* [banco de dados]. Extraído da Divisão de População das Nações Unidas. Perspectiva da população mundial; Nações Unidas, Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais (tabelas excel avançadas); Relatórios de censos e outras publicações estatísticas de institutos nacionais de estatística; Eurostat: Estatísticas Demográficas; Secretariado da Comunidade do Pacífico: Programa de Estatística e Demografia, e Departamento do Censo dos Estados Unidos: Base de Dados Internacional. Acessado em 8 de março de 2023 em https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.TOTL

Banco Mundial (2023b). PIB (US$ a precios actuales) *Indicadores de Desenvolvimento Mundial* [banco de dados]. Dados das contas nacionais do Banco Mundial e ficheiros de dados das contas nacionais da OCDE. Acessado em 26 de janeiro de 2023 em https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.CD

Banco Mundial (2023c). Exportaciones de combustible (% de exportaciones de mercaderías). *Indicadores de Desenvolvimento Mundial* [banco de dados]. Estimativas do Banco Mundial a partir do banco de dados Comtrade gerada pela Divisão de Estatística das Nações Unidas. Acessado em 28 de abril de 2023 em https://datos.bancomundial.org/indicador/TX.VAL.FUEL.ZS.UN

Banco Mundial (2023d). PIB (US$ a precios constantes de 2010). *Indicadores de Desenvolvimento Mundial* [banco de dados]. Dados das contas nacionais do Banco Mundial e ficheiros de dados das contas nacionais da OCDE. Acessado em 21 de abril de 2023 em https://datos.bancomundial.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD

Banco Mundial (2023e). Importaciones de energía, valor neto (% del uso de energía). *Indicadores de Desenvolvimento Mundial* [banco de dados]. Acessado em 31 de maio de 2023 em https://datos.bancomundial.org/indicator/EG.IMP.CONS.ZS

Banco Mundial (2023f). Crecimiento del PIB per cápita (% anual). *Indicadores de Desenvolvimento Mundial* [banco de dados]. Acessado em 24 de maio de 2023 em https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.PCAP.KD.ZG

Banco Mundial (2023g). Índice de Gini. *Indicadores del desarrollo mundial* (*Indicadores de Desenvolvimento Mundial*) [banco de dados]. Acessado em 24 de maio de 2023 em https://datos.bancomundial.org/indicator/SI.POV.GINI

Banco Mundial (2023h). Tasa de incidencia de la pobreza, sobre la base de $6,85 por día (2017 PPA) (% de la población) *Indicadores de Desenvolvimento Mundial* [banco de dados]. Acessado em 2 de maio de 2023 em https://datos.bancomundial.org/indicator/SI.POV.DDAY

Banco Mundial (2023i). PIB, PPA ($ a precios internacionales constantes de 2011) *Indicadores de Desenvolvimento Mundial* [banco de dados]. Acessado em 26 de julho de 2023 em https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.PP.KD

Banerjee, O., Cicowiez, M., Ríos, A. e De Lima, C. (2021). *Climate change impacts on agriculture in Latin America and the Caribbean: An application of the integrated economic-environmental modeling (IEEM) Platform*. Banco Interamericano de Desenvolvimento. http://dx.doi.org/10.18235/0003794

Barahona, N., Gallego, F. A. e Montero, J.-P. (2020). Vintage-specific driving restrictions. *The Review of Economic Studies*, *87*(4), pp. 1646-1682. doi:10.1093/restud/rdz031

Barbero, J. A., Fiadone, R. e Millán Placci, M. F. (2020). *El transporte automotor de cargas en América Latina*. Banco Interamericano de Desenvolvimento. https://repositorio.uca.edu.ar/handle/123456789/10424

Barlow, J., Gardner, T. A., Araujo, I. S., Ávila-Pires, T. C., Bonaldo, A. B., Costa, J. E., Esposito, M. C., Ferreira, L. V., Hawes, J., Hernández, M. I. M., Hoogmoed, M. S., Leite, R. N., Lo-Man-Hung, N. F., Malcolm, J. R., Martins, M. B., Mestre, L. A. M., Miranda-Santos, R., Nunes-Gutjahr, A. L., Overal, W. L., ... Peres, C. A. (2007). Quantifying the biodiversity value of tropical primary, secondary, and plantation forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *104*(47), 18555-18560. https://doi.org/10.1073/pnas.0703333104

Basualdo, M., Cavigliasso, P., de Ávila, R. S., Aldea-Sánchez, P., Correa-Benítez, A., Harms, J. M., Ramos, A. K., Rojas-Bravo, V. e Salvarrey, S. (2022). Current status and economic value of insect-pollinated dependent crops in Latin America. *Ecological Economics*, *196*, 107395. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107395

Berniell, L., de la Mata, D., Alves, G. e Álvarez, F. (2022). *RED 2022. Desigualdades heredadas: el rol de las habilidades, el empleo y la riqueza en las oportunidades de las nuevas generaciones*. CAF. https://www.caf.com/es/especiales/red/red-2022/

Berrang-Ford, L., Siders, A. R., Lesnikowski, A., Fischer, A. P., Callaghan, M. W., Haddaway, N. R., Mach, K. J., Araos, M., Shah, M. A. R., Wannewitz, M., Doshi, D., Leiter, T., Matavel, C., Musah-Surugu, J. I., Wong-Parodi, G., Antwi-Agyei, P., Ajibade, I., Chauhan, N., Kakenmaster, W., ... Abu, T. Z. (2021). A systematic global stocktake of evidence on human adaptation to climate change. *Nature Climate Change*, *11*(11), 989-1000. https://doi.org/10.1038/s41558-021-01170-y

Bhutada, G. (2022, abril 13). *The 200-year history of mankind's energy transitions*. Fórum Econômico Mundial. https://www.weforum.org/agenda/2022/04/visualizing-the-history-of-energy-transitions/

Big Room (2023). *Ecolabel Index* [site]. Acessado em 20 de janeiro de 2023 em https://www.ecolabelindex.com/

Bindoff, N. L., Cheung, W. W. L., Kairo, J. G., Arístegui, J., Guinder, V. A., Hallberg, R., Hilmi, N., Jiao, N., Karim, M. S., Levin, L., O'Donoghue, S., Purca Cuicapusa, S. R., Rinkevich, B., Suga, T., Tagliabue, A. e Williamson, P. (2019). Changing ocean, marine ecosystems, and dependent communities. Em H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama e N. M. Weyer (eds*.). IPCC special report on the ocean and cryosphere in a changing climate.* Cambridge (UK) e New York (EUA): Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009157964.007.

BirdLife International (2023). *State of the world's birds—Species dashboard* [banco de dados]. Acessado em 1 de março de 2023 em http://datazone.birdlife.org/species/dashboard

Bishop, K., Ketcham, J. e Kuminoff, N. (2018). *Hazed and confused: The effect of air pollution on dementia.* Documento de trabalho 24970. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research. doi: 10.3386/w24970.

Black, S., Parry, I. e Zhunussova, K. (2022). More countries are pricing carbon, but emissions are still too cheap. *IMF Blog*. Publicado em 21 de julho. https://www.imf.org/en/Blogs/Articles/2022/07/21/blog-more-countries-are-pricing-carbon-but-emissions-are-still-too-cheap

Blackman, A. e Rivera, J. (2011). Producer-level benefits of sustainability certification: Benefits of sustainability certification. *Conservation Biology*, *25*(6), 1176-1185. https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2011.01774.x

Blackman, A., Epanchin-Niell, R., Siikamäki, J. e Vélez-López, D. (2014). *Biodiversity conservation in Latin America and the Caribbean: Prioritizing policies*. Routledge.

Blanchard, O., Gollier, C. e Tirole, J. (2022). *The portfolio of economic policies needed to fight climate change*. Peterson Institute for International Economics.

Blanco Blanco, A., Fretes Cibils, V., Mendive, C., Muñoz Miranda, A., Ortiz, J. P., Pérez, C. A., Reese, E. e Sandroni, P. (2016). *Expandiendo el uso de la valorización del suelo. La captura de plusvalías en América Latina y el Caribe*. Banco Interamericano de Desenvolvimento. https://publications.iadb.org/es/expandiendo-el-uso-de-la-valorizacion-del-suelo-la-captura-de-plusvalias-en-america-latina-y-el

Bleeker, A., Escribano, P., Gonzales, C., Liberati, C. e Mawby, B. (2021). *Advancing gender equality in environmental migration and disaster displacement in the Caribbean*. Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe. https://www.cepal.org/en/publications/46737-advancing-gender-equality-environmental-migration-and-disaster-displacement

BloombergNEF (2022). Electric vehicle outlook 2022. turtl.co. Acessado em 11 de abril de 2023 em https://bnef.turtl.co/story/evo-2022/

BNEF (2021). *New energy outlook 2021—Executive summary*. BloombergNEF.

Bocci, C., Fortmann, L., Sohngen, B. e Milian, B. (2018). The impact of community forest concessions on income: An analysis of communities in the Maya Biosphere Reserve. *World Development*, *107*, 10-21. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2018.02.011

Böhringer, C., Balistreri, E. J. e Rutherford, T. F. (2012). The role of border carbon adjustment in unilateral climate policy: Overview of an energy modeling forum study (EMF 29). *Energy Economics*, *34*, S97-S110. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2012.10.003

Bond, W. J. (2016). Ancient grasslands at risk. *Science*, *351*(6269), 120-122.

Bond, W. J. e Parr, C. L. (2010). Beyond the forest edge: Ecology, diversity and conservation of the grassy biomes. *Biological Conservation*, *143*(10), 2395-2404.

Borenstein, S. e Davis, L. W. (2016). The distributional effects of US clean energy tax credits. *Tax Policy and the Economy*, *30*(1), 191-234. The University of Chicago Press. https://doi:10.1086/685597

Bovarnick, A., Fernández-Baca, J., Galindo, J. e Negret, H. (2010). *Financial sustainability of protected areas in Latin America and the Caribbean: Investment policy guidance*. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e The Nature Conservancy (TNC).

Bowler, D. E., Buyung-Ali, L., Knight, T. M. e Pullin, A. S. (2010). Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence. *Landscape and Urban Planning*, *97*(3), 147-155. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.05.006

BP (2022). *Energy outlook (Edition 2022)*. https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/energy-outlook/bp-energy-outlook-2022.pdf

Branger, F. e Quirion, P. (2014). Would border carbon adjustments prevent carbon leakage and heavy industry competitiveness losses? Insights from a meta-analysis of recent economic studies. *Ecological Economics*, *99*, 29-39. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2013.12.010

Brichetti, J. P., Mastronardi, L., Rivas, M. E., Serebrisky, T. e Solís, B. (2021). *The infrastructure gap in Latin America and the Caribbean: Investment needed through 2030 to meet the sustainable development goals*. Banco Interamericano de Desenvolvimento. http://dx.doi.org/10.18235/0003759

Browder, G., Ozment, S., Rehberger Bescos, I., Gartner, T. e Lange, G. M. (2019). *Integrating green and gray: Creating next generation infrastructure*. Banco Mundial e Instituto de Recursos Mundiais.

Brown, N. A., Díaz, D., Angarita, I., Boodram, N., Bunting, G., Cadiz-Hadeed, A., Fardin, F. e Wege, D. (2019). *Ecosystem profile: The Caribbean islands biodiversity hotspot.* Caribbean Natural Resources Institute (CANARI). https://www.cepf.net/sites/default/files/cepf-caribbean-islands-ecosystem-profile-december-2020-english.pdf

Brundtland, G. H. (1987). What is sustainable development. *Our common future*, *8*(9).

Bunting, P., Rosenqvist, A., Hilarides, L., Lucas, R. M., Thomas, N., Tadono, T., Worthington, T. A., Spalding, M., Murray, N. J. e Rebelo, L.-M. (2022). Global mangrove extent change 1996-2020: Global mangrove watch version 3.0. *Remote Sensing*, *14*(15), article 15.

Burke, L., Reytar, K., Spalding, M. e Perry, A. (2011). *Reefs at risk revisited* (p. 130) [banco de dados]. Instituto de Recursos Mundiais. http://www.wri.org/publication/reefs-risk-revisited

CAF (2014). *Índice de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la región de América Latina y el Caribe*. CAF. http://scioteca.caf.com/handle/123456789/517

CAF (2022). *Propuesta de valor. Iniciativa latinoamericana y del Caribe para el desarrollo del mercado de carbono (ILACC).* [Relatório]. Vice-presidência do Setor Privado do CAF. http://cafscioteca.azurewebsites.net/handle/123456789/1916

Cain, N. L. e Nelson, H. T. (2013). What drives opposition to high-voltage transmission lines? *Land use policy*, *33*, 204-213.

Calel, R., Colmer, J., Dechezleprêtre, A. e Glachant, M. (2021). Do carbon offsets offset carbon? *SSRN Electronic Journal*. https://doi.org/10.2139/ssrn.3950103

Cames, M., Harthan, R. O., Juerg Fuessler, Lazarus, M., Lee, C., Erickson, P. e Spalding-Fecher, R. (2016). *How additional is the clean development mechanism? Analysis of the application of current tools and proposed alternatives.* Estudo preparado para DG CLIMA. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.23258.54728

Campbell, B. (2022). *Climate change impacts and adaptation options in the agrifood system*. Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. https://doi.org/10.4060/cc0425endoi:10.4060/cc0425en

Cao, S. e Kingston, D. G. I. (2009). Biodiversity conservation and drug discovery: Can they be combined? The Suriname and Madagascar experiences. *Pharmaceutical Biology*, *47*(8), 809-823. https://doi.org/10.1080/13880200902988629

Carbone, J. C. e Rivers, N. (2017). The impacts of unilateral climate policy on competitiveness: Evidence from computable general equilibrium models. *Review of Environmental Economics and Policy*, *11*(1), 24-42. https://doi.org/10.1093/reep/rew025

Carrero, G. C., Walker, R. T., Simmons, C. S. e Fearnside, P. M. (2022). Land grabbing in the Brazilian Amazon: Stealing public land with government approval. *Land Use Policy*, *120*, 106133.

Carty, T. e Kowalzig, J. (2022). *Climate finance short-changed: The real value of the $100 billion commitment in 2019-2020*. Oxfam. https://doi.org/10.21201/2022.9752

Carvajal, F. (2017). *Avances y desafíos de las cuentas económico-ambientales en América Latina y el Caribe*.

Casas Varez, M. (2017). *La transversalización del enfoque de género en las políticas públicas frente al cambio climático en América Latina*. Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe.

Cavallo, E. A., Powell, A. e Serebrisky, T. (eds.). (2020). *From structures to services: The path to better infrastructure in Latin America and the Caribbean*. Banco Interamericano de Desenvolvimento. https://doi.org/10.18235/0002506

CCG-UC (2023). *Bases físicas e indicadores del cambio climático en América Latina y el Caribe*. Centro del Cambio Global de la Pontificia Universidad Católica (UC) de Chile. CAF.

CDB (1992). *Convenção sobre Diversidade Biológica*. https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf

Central Park Conservancy (2015). *The Central Park effect: Assessing the value of Central Park's contribution to New York City's economy.* https://assets.centralparknyc.org/pdfs/about/The_Central_Park_Effect.pdf

CEPAL (2019). *Transporte de carretera en América Latina: evolución de la infraestructura y de sus impactos entre 2007 y 2015*. Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe. https://www.cepal.org/es/publicaciones/44440-transporte-carretera-america-latina-evolucion-la-infraestructura-sus-impactos

CEPAL (2022a). *Perspectivas de la SEEA EA en la región de América Latina y el Caribe*. Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe. https://seea.un.org/sites/seea.un.org/files/211208_foro_capital_natural_presentacion_dic9_cepal.pdf

CEPAL (2022b). *Una década de acción para un cambio de época*. Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe. https://www.cepal.org/es/publicaciones/47745-decada-accion-un-cambio-epoca-quinto-informe-progreso-desafios-regionales-la

CEPAL (2023). *Perspectivas económicas de América Latina 2022: hacia una transición verde y justa*. Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe https://www.cepal.org/es/publicaciones/48426-perspectivas-economicas-america-latina-2022-transicion-verde-justa

CEPAL, OCDE, CAF e UE (2022). Latin American economic outlook 2022: Towards a green and just transition. Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe. https://www.cepal.org/es/publicaciones/48426-perspectivas-economicas-america-latina-2022-transicion-verde-justa

Cevik, S. e Jalles, J. T. (2020). *Feeling the heat: Climate shocks and credit ratings*. Documento de trabalho do FMI WP/20/286. https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2020/12/18/Feeling-the-Heat-Climate-Shocks-and-Credit-Ratings-49945Available at SSRN 3772492.

Challenger, A. e Soberón, J. (2008). Los ecosistemas terrestres. *Capital Natural de México*, *1*, 87-108.

Chancel, L., Piketty, T., Saez, E. e Zucman, G. (2022). *World inequality report 2022*. Harvard University Press.

Chen, M., Jia, W., Du, C., Shi, M., Henebry, G. M. e Wang, K. (2023). Carbon saving potential of urban parks due to heat mitigation in Yangtze River Economic Belt. *Journal of Cleaner Production*, *385*, 135713. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135713

Cheung, W. W., Lam, V. W., Sarmiento, J. L., Kearney, K., Watson, R. E. G., Zeller, D. e Pauly, D. (2010). Large-scale redistribution of maximum fisheries catch potential in the global ocean under climate change. *Global Change Biology*, *16*(1), 24-35.

Chitiga-Mabugu, M., Henseler, M., Maisonnave, H. e Mabugu, R. (2023). Climate change and women — Impacts and adaptation. *International Review of Environmental and Resource Economics*, *17*(1), 99-152. https://doi.org/10.1561/101.00000151

CIESIN e CIDR (2021). *Low elevation coastal zone (LECZ) urban-rural population and land area estimates, version 3* [banco de dados]. Center For International Earth Science Information Network, Columbia University, e CUNY Institute for Demographic Research, City University of New York. Palisades, NY: NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC). https://doi.org/10.7927/D1X1-D702.

Cisneros-Montemayor, A. M., Sanjurjo, E., Munro, G. R., Hernández-Trejo, V. e Rashid Sumaila, U. (2016). Strategies and rationale for fishery subsidy reform. *Marine Policy*, *69*, 229-236. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2015.10.001

Climate Analytics e NewClimate Institute (2022a, octubre 6). Climate action tracker: Country summary. *Climate Action Tracker*. Acessado em 6 de outubro de 2022. https://climateactiontracker.org/countries

Climate Analytics e NewClimate Institute (2022b). Climate action tracker: Global emissions time series. *Climate Action Tracker* [banco de dados]. Acessado em 10 de março de 2023. https://climateactiontracker.org/global/temperatures/

Climate Watch (2022). Historical country greenhouse gas emissions data. *Climate Watch.* Washington, D. C.: Instituto de Recursos Mundiais. https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions

Climate Watch (2023). Data explorer. NDC content. *Climate Watch.* https://www.climatewatchdata.org/data-explorer/ndc-content

Cole, J. R. e McCoskey, S. (2013). Does global meat consumption follow an environmental Kuznets curve? *Sustainability: Science, Practice and Policy*, *9*(2), article 2. https://doi.org/10.1080/15487733.2013.11908112

Comissão Europeia (2022a). *Pacto Verde: La UE aprueba legislación para luchar contra la deforestación y la degradación forestal a escala mundial impulsadas por la producción y el consumo de la UE.* [Comunicado de imprensa de 6 de dezembro]. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/IP_22_7444

Comissão Europeia (2022b). Commission delegated regulation (EU) 2022/1214. *Jornal Oficial da União Europeia L 188/1*. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R1214&from=EN

Conferência das Partes da CDB (2022). Decisión 15/4. Marco Global de Biodiversidad Kunming-Montreal. *Decisión adoptada por la Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica*. Conferência das Partes da Convenção sobre Diversidade Biológica. 15a Reunião – Parte II, Montreal, Canadá. https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-15/cop-15-dec-04-es.pdf

Conferência das Partes da UNFCCC (2010, marzo 30). Decisión 2/CP.15. Acuerdo de Copenhague. *Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 15° periodo de sesiones, celebrado en Copenhague del 7 al 19 de diciembre de 2009.* https://unfccc.int/resource/docs/2009/cop15/spa/11a01s.pdf#page=4

Conferência das Partes da UNFCCC (2016). Decisión 1/CP.21 Aprobación del Acuerdo de París. *Conferencia de París sobre el Cambio Climático, del 30 de noviembre al 11 de diciembre de 2015.* https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/spa/10a01s.pdf

Cont, W., Belfiori, E., Rodríguez Pardina, M., Rojas, D., Fernández, S., Bonifaz, J. L., Gibovich, G., Zamora, V., Castillo, E. e Vanoli, C. (2022). *Ideal 2022: Energía, agua y salud para un mejor medio ambiente*. Caracas: CAF. https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1980

Conte Grand, M., Schulz-Antipa, P. e Rozenberg, J. (2023). Potential exposure and vulnerability to broader climate-related trade regulations: An illustration for LAC countries. *Environment, Development and Sustainability*, 1-26.

Contreras-Lisperguer, R. e de Cuba, K. (2008). *The potential impact of climate change on the energy sector in the Caribbean region*. Washington D. C.: Organização dos Estados Americanos.

Córdoba-Tovar, L., Marrugo-Negrete, J., Barón, P. R. e Díez, S. (2022). Drivers of biomagnification of Hg, As and Se in aquatic food webs: A review. *Environmental Research*, *204*, 112226. https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.112226

Cosbey, A., Droege, S., Fischer, C. e Munnings, C. (2019). Developing guidance for implementing border carbon adjustments: Lessons, cautions, and research needs from the literature. *Review of Environmental Economics and Policy*, *13*(1), 3-22. https://doi.org/10.1093/reep/rey020

Costello, M. J., Coll, M., Danovaro, R., Halpin, P., Ojaveer, H. e Miloslavich, P. (2010). A census of marine biodiversity knowledge, resources, and future challenges. *PIOS ONE*, *5*(8), article 8.

Cotton, M. e Devine-Wright, P. (2013). Putting pylons into place: A UK case study of public perspectives on the impacts of high voltage overhead transmission lines. *Journal of Environmental Planning and Management*, *56*(8), 1225-1245.

Craig, M. e Brancucci, C. (2021). Impact of variable renewable energy sources on bulk power system planning and operations. *Handbook of Energy Economics and Policy* (pp. 363-394). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814712-2.00009-9doi:10.1016/B978-0-12-814712-2.00009-9

Crippa, M., Guizzardi, D., Banja, M., Solazzo, E., Muntean, M., Schaaf, E., Pagani, F., Monforti-Ferrario, F., Olivier, J. G. J., Quadrelli, R, Risquez Martin, A., Taghavi-Moharamli, P., Grassi, G., Rossi, S., Oom, D., Branco, A., San-Miguel, J. e Vignati, E. (2022). *CO2 emissions of all world countries* – JRC/IEA/PBL 2022 Report. Luxemburgo: Publications Office of the European Union. DOI: 10.2760/07904, JRC130363.

Criscuolo, A. e Cuomo, F. (2018). *Market opportunities for green upgrading and innovation*. Washington, D. C.: Banco Mundial. https://doi.org/10.1596/30481doi:10.1596/30481

Cristini, M. (2023). Cambio climático, protección de medioambiente y biodiversidad: desafíos y oportunidades. Policy Paper n.o 20. Caracas: CAF https://scioteca.caf.com/handle/123456789/2035

Dafforn, K. A., Glasby, T. M., Airoldi, L., Rivero, N. K., Mayer-Pinto, M. e Johnston, E. L. (2015). Marine urbanization: An ecological framework for designing multifunctional artificial structures. *Frontiers in Ecology and the Environment*, *13*(2), 82-90.

Danza, F. e Lee, E. (2022). *Illegal migration and weather shocks: Evidence from rural Mexico*. CAF. https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1993

Dasgupta, P. (2021). *The economics of biodiversity: The Dasgupta review* (Atualizado em 18 de fevereiro de 2021). HM Treasury.

Dass, P., Houlton, B. Z., Wang, Y. e Warlind, D. (2018). Grasslands may be more reliable carbon sinks than forests in California. *Environmental Research Letters*, *13*(7), 074027. https://doi.org/10.1088/1748-9326/aacb39

Daude, C., Fajardo, G., Brassiolo, P., Estrada, R., Goytia, C., Sanguinetti, P., Álvarez, F. e Vargas, J. (2017). *RED 2017. Crecimiento urbano y acceso a oportunidades: un desafío para América Latina*. CAF. http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1090

Davies, A. B. e Asner, G. P. (2014). Advances in animal ecology from 3D-LiDAR ecosystem mapping. *Trends in Ecology & Evolution*, *29*(12), 681-691. https://doi.org/10.1016/j.tree.2014.10.005

Davis, L. W. e Kahn, M. E. (2010). International trade in used vehicles: The environmental consequences of NAFTA. *American Economic Journal: Economic Policy*, *2*(4), 58-82. https://doi.org/10.1257/pol.2.4.58

De Oliveira Filho, A. B. (2020). *Impact of environmental law enforcement on de- forestation, land use and natural regeneration in the Brazilian Amazon* [PhD Tesis Geography]. Cambridge University.

De Oliveira Leis, M., Barragán-Paladines, M. J., Saldaña, A., Bishop, D., Jin, J. H., Kereži, V., Agapito, M. e Chuenpagdee, R. (2019). Overview of small-scale fisheries in Latin America and the Caribbean: Challenges and prospects. Em S. Salas, M. J. Barragán-Paladines, e R. Chuenpagdee (eds.), *Viability and sustainability of small-scale fisheries in Latin America and The Caribbean,* vol. 19, pp. 15-47. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-76078-0_2

De Silva, T. e Tenreyro, S. (2021). Presidential address 2021 climate-change pledges, actions, and outcomes. *Journal of the European Economic Association*, *19*(6), 2958-2991. https://doi.org/10.1093/jeea/jvab046

Dechezleprêtre, A. e Sato, M. (2017). The impacts of environmental regulations on competitiveness. *Review of Environmental Economics and Policy*, *11*(2), 183-206. https://doi.org/10.1093/reep/rex013

Declaración de París sobre los precios del carbono en las Américas. (2017, dezembro 12). Cúpula Um Planeta. Paris, França. https://www.ieta.org/resources/News/Press_Releases/2017/Declaration%20on%20Carbon%20Pricing_FINAL.pdf

Declerck, S. A., Winter, C., Shurin, J. B., Suttle, C. A. e Matthews, B. (2013). Effects of patch connectivity and heterogeneity on metacommunity structure of planktonic bacteria and viruses. *The ISME journal*, *7*(3), article 3.

Den Elzen, M. G. J., Dafnomilis, I., Forsell, N., Fragkos, P., Fragkiadakis, K., Höhne, N., Kuramochi, T., Nascimento, L., Roelfsema, M., van Soest, H. e Sperling, F. (2022). Updated nationally determined contributions collectively raise ambition levels but need strengthening further to keep Paris goals within reach. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, *27*(5), 33. https://doi.org/10.1007/s11027-022-10008-7

Deng, Y. Y., Haigh, M., Pouwels, W., Ramaekers, L., Brandsma, R., Schimschar, S., Grözinger, J. e de Jager, D. (2015). Quantifying a realistic, worldwide wind and solar electricity supply. *Global Environmental Change*, vol. *31*, pp. 239-252. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.01.005

DeSantis, D., James, B. D., Houchins, C., Saur, G. e Lyubovsky, M. (2021). Cost of long-distance energy transmission by different carriers. *IScience*, *24*(12), 103495.

Desbureaux, S. e Rodella, A.-S. (2019). Drought in the city: The economic impact of water scarcity in Latin American metropolitan areas. *World Development*, *114*, 13-27.

Deschênes, O. (2014). Temperature, human health, and adaptation: A review of the empirical literature. *Energy Economics*, *46*, 606-619.

Deschênes, O. e Greenstone, M. (2011). Climate change, mortality, and adaptation: Evidence from annual fluctuations in weather in the US. *American Economic Journal: Applied Economics*, *3*(4), 152-185.

Desmet, K., Kopp, R. E., Kulp, S. A., Nagy, D. K., Oppenheimer, M., Rossi-Hansberg, E. e Strauss, B. H. (2021). Evaluating the economic cost of coastal flooding. *American Economic Journal: Macroeconomics*, *13*(2), 444-486. https://doi.org/10.1257/mac.20180366

Deutz, A., Heal, G. M., Niu, R., Swanson, E., Townshend, T., Zhu, L., Delmar, A., Meghji, A., Sethi, S. A. e Tobin-de la Puente, J. (2020). *Financing nature: Closing the global biodiversity financing gap*. The Paulson Institute, The Nature Conservancy e Cornell Atkinson Center for Sustainability. https://www.paulsoninstitute.org/conservation/financing-nature-report/

Dhakal, S., Minx, J. C., Toth, F., Abdel-Aziz, A., Figueroa, M., Jonckheere, I., Yong-Gun Kim, Nemet, G.F., Pachauri, S., Tan, X.C. e Wiedmann, T. (2022). Emissions trends and drivers. Em IPCC, *Climate change 2022: Mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge (UK) e New York (EUA): Cambridge University Press. doi: 10.1017/9781009157926.004

Di, Q., Wang, Yan, Zanobetti, A., Wang, Yun, Koutrakis, P., Choirat, C., Dominici, F. e Schwartz, J. D. (2017). Air pollution and mortality in the medicare population. *New England Journal of Medicine*, *376*(26), 2513-2522. https://doi.org/10.1056/NEJMoa1702747

Di Sbroiavacca, N., Dubrovsky, H., Nadal, G. e Contreras Lisperguer, R. (2019). *Rol y perspectivas del gas natural en la transformación energética de América Latina: aportes a la implementación del Observatorio Regional sobre Energías Sostenibles*. Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe. https://www.cepal.org/es/publicaciones/44596-rol-perspectivas-gas-natural-la-transformacion-energetica-america-latina-aportes

Dias, M., Rocha, R. e Soares, R. R. (2023). Down the river: Glyphosate use in agriculture and birth outcomes of surrounding populations. *The Review of Economic Studies*, rdad011. https://doi.org/10.1093/restud/rdad011

Diaz, R. J. e Rosenberg, R. (2008). Spreading dead zones and consequences for marine ecosystems. *Science*, 321(5891), 926-929.

Díaz, S. e Malhi, Y. (2022). Biodiversity: Concepts, patterns, trends, and perspectives. *Annual Review of Environment and Resources*, 47(1), 31-63. https://doi.org/10.1146/annurev-environ-120120-054300

Díaz-Siefer, P., Olmos-Moya, N., Fontúrbel, F. E., Lavandero, B., Pozo, R. A. e Celis-Diez, J. L. (2022). Bird-mediated effects of pest control services on crop productivity: A global synthesis. *Journal of Pest Science*, *95*(2), 567-576. https://doi.org/10.1007/s10340-021-01438-4

Dinerstein, E., Olson, D., Joshi, A., Vynne, C., Burgess, N. D., Wikramanayake, E., Hahn, N., Palminteri, S., Hedao, P., Noss, R., Hansen, M., Locke, H., Ellis, E. C., Jones, B., Barber, C. V., Hayes, R., Kormos, C., Martin, V., Crist, E., ..., Saleem, M. (2017). An ecoregion-based approach to protecting half the terrestrial realm. *BioScience*, *67*(6), article 6. https://doi.org/10.1093/biosci/bix014

Do, H., Luedeling, E. e Whitney, C. (2020). Decision analysis of agroforestry options reveals adoption risks for resource-poor farmers. *Agronomy for Sustainable Development*, *40*(3), 20. https://doi.org/10.1007/s13593-020-00624-5

Donato, D., Kauffman, J.B., Murdiyarso, D., Kurnianto, S., Stidham, M. e Kanninen, M. (2011). Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. *Nature Geoscience*, 4(5), 293-297.

Dowling, P. (2013). The impact of climate change on the European energy system. *Energy Policy*, *60*, 406-417. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.05.093doi:10.1016/j.enpol.2013.05.093

Dröes, M. I. e Koster, H. R. A. (2021). Wind turbines, solar farms, and house prices. *Energy Policy*, *155*, 112327. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112327doi:10.1016/j.enpol.2021.112327

DTU (2023). Densidade de potência média (W/m2), percentil 90. *Global Wind Atlas 3.0* [Aplicativo web gratuito desenvolvido, operado e de propriedade da Technical University of Denmark (DTU); divulgado em cooperação com o Grupo Banco Mundial, utilizando dados fornecidos pela Vortex t com financiamento do Programa de Assistência à Gestão do Setor de Energia (ESMAP)]. https://globalwindatlas.info/en

Dudley, N. (ed.). (2013). *Guidelines for applying protected area management categories including IUCN WCPA best practice guidance on recognising protected areas and assigning management categories and governance types*. UICN.

Dulac, John. (2013). *Global land transport infrastructure requirements*. Paris: Agência Internacional de Energia. https://www.iea.org/reports/global-land-transport-infrastructure-requirements

Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., Seyboth, K., Matschoss, P., Kadner, S., Zwickel, T., Eickemeier, P., Hansen, G., Schloemer, S. e von Stechow, C. (eds.) (2011). *Renewable energy sources and climate change mitigation.* — IPCC (p 1075). Cambridge (Reino Unido) e New York (EUA): Cambridge University Press. https://www.ipcc.ch/report/renewable-energy-sources-and-climate-change-mitigation/

EIA (2022). How much carbon dioxide is produced when different fuels are burned? Frequently asked questions (FAQS). *U.S. Energy Information Administration*. https://www.eia.gov/tools/faqs/faq.php?id=73&t=11

Elmqvist, T., Folke, C., Nyström, M., Peterson, G., Bengtsson, J., Walker, B. e Norberg, J. (2003). Response diversity, ecosystem change, and resilience. *Frontiers in Ecology and the Environment*, *1*(9), 488-494.

EMDAT (2022). *Georeferenced Emergency Events Database* [banco de dados]. https://public.emdat.be/

Engel, S. (2016). The devil in the detail: A practical guide on designing payments for environmental services. *International Review of Environmental and Resource Economics*, *9*(1-2), 131-177.

EPA (2023). Text version of the electric vehicle label. *EPA. United States Environmental Protection Agency* [site]. Acessado em 11 de abril de 2023 em https://www.epa.gov/fueleconomy/text-version-electric-vehicle-label

Eriksson, M. (2020). Afforestation and avoided deforestation in a multi-regional integrated assessment model. *Ecological Economics*, DOI: 169. 10.1016/j.ecolecon.2019.106452. https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0921800918315933

Erwin, A., Ma, Z., Popovici, R., Salas O'Brien, E. P., Zanotti, L., Zeballos Zeballos, E., Bauchet, J., Ramirez Calderón, N. e Arce Larrea, G. R. (2021). Intersectionality shapes adaptation to social-ecological change. *World Development*, *138*, 105282. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105282

Escorza, M. A., Rodriguez Garabot, E., Alata Ninapaytan, M. P., Nogales Fernández-Blanco, L., Quispe Mogrovejo, S. H., Velarde Herz, F. e de la Cruz Chaupiz, L. (2023). *Guía de Intervenciones en espacios públicos. Herramientas municipales para la creación de espacios públicos de calidad en América Latina.* CAF.

ESMAP (2020). *Global photovoltaic power potential by country*. Banco Mundial.

Estupiñán, N., Scorcia, H., Navas, C., Zegras, C., Rodríguez, D., Vergel-Tovar, E., Gakenheimer, R. Azán Otero, S. e Vasconcellos, E. (2018). *Transporte y desarrollo en América Latina*, vol, 1(1). Caracas: CAF. http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1186

Fabra, N. e Reguant, M. (2023). *The energy transition: A balancing act*. https://drive.google.com/file/d/1PQEEWVnc8m-loiTOg0pkE6egEbjINifE/view?pli=1

Fajardo, G., Sanguinetti, P., Vargas, J., Brassiolo, P., Estrada, R., Berniell, L. e de la Mata, D. (2019). *RED 2019: Integridad en las políticas públicas. Claves para prevenir la corrupción.* CAF.

Fankhauser, S., Sahni, A., Savvas, A. e Ward, J. (2016). Where are the gaps in climate finance? *Climate and Development*, *8*(3), 203-206. https://doi.org/10.1080/17565529.2015.1064811

FAO (2016). *The state of world fisheries and aquaculture: 2016. Contributing to food security and nutrition for all.* Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. https://www.fao.org/3/i5555e/i5555e.pdf

FAO (2017). *El futuro de la alimentación y la agricultura. Tendencias y desafíos.* Roma: Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. https://www.fao.org/global-perspectives-studies/resources/detail/es/c/1169816/

FAO (2020). *Global forest resources assessment 2020*. Roma: Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. https://doi.org/10.4060/ca9825en

FAO (2021). *El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura. Sistemas al límite*. Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. https://doi.org/10.4060/cb7654es

FAO (2022a). *El estado de los bosques del mundo 2022. Vías forestales hacia la recuperación verde y la creación de economías inclusivas, resilientes y sostenibles*. Roma: Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. https https://fao.org/3/i1688s/i1688s.pdf

FAO (2022b). Cultivos y productos de ganadería. *FAOSTAT* [banco de dados]. Acessado em 29 de maio de 2023 em https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL

FAO (2022c). Indicadores macro. *FAOSTAT* [banco de dados]. Acessado em 29 de maio de 2023 em https://www.fao.org/faostat/es/#data/MK

FAO (2022d). Valor de la producción agrícola. *FAOSTAT* [banco de dados]. Acessado em 29 de maio de 2023 em https://www.fao.org/faostat/es/#data/QV

FAO (2022e). Datos de seguridad alimentaria. *FAOSTAT* [banco de dados]. Acessado em 29 de maio de 2023 em https://www.fao.org/faostat/es/#data/FS

FAO (2022f). Indicadores de empleo: agricultura. *FAOSTAT* [banco de dados]. Acessado em 29 de maio de 2023 em https://www.fao.org/faostat/es/#data/OEA

FAO (2022g). Emissions totals. *FAOSTAT* [banco de dados]. Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. http://www.fao.org/faostat/en/#data/GT

FAO (2023). Uso de la tierra. FAOSTAT [banco de dados]. Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. Acessado em 26 de junho de 2023. https://www.fao.org/faostat/es/#data/RL

FAO, FIDA, UNICEF, OPS e PMA (2023). *Regional overview of food security and nutrition – Latin America and the Caribbean 2022*. Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura, Fundo Internacional para o Desenvolvimento Agrícola, Fundo das Nações Unidas para a Infância, Organização Pan-Americana da Saúde, Programa Alimentar Mundial. https://doi.org/10.4060/cc3859en

FAO, PNUMA e PNUD (2021). *A multi-billion-dollar opportunity: repurposing agricultural support to transform food systems*. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. http://www.unep.org/resources/repurposing-agricultural-support-transform-food-systems

Feenstra, R. C., Inklaar, R. e Timmer, M. P. (2015). The next generation of the Penn World Table. *American Eeconomic Review*, *105*(10), 3150-3182.

Fefer, R. F. (2021). *What's in the new U.S.-EU steel and aluminum deal?* (N.o IN11799; CRS INSIGHT). Congressional Research Service.

Felipe-Lucia, M. R., Soliveres, S., Penone, C., Fischer, M., Ammer, C., Boch, S., Boeddinghaus, R. S., Bonkowski, M., Buscot, F. e Fiore-Donno, A. M. (2020). Land-use intensity alters networks between biodiversity, ecosystem functions, and services. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *117*(45), 28140-28149.

Ferrario, F., Beck, M. W., Storlazzi, C. D., Micheli, F., Shepard, C. C. e Airoldi, L. (2014). The effectiveness of coral reefs for coastal hazard risk reduction and adaptation. *Nature Communications*, *5*(1), 3794. https://doi.org/10.1038/ncomms4794

Ferreira, A. (2023). Amazon deforestation: Drivers, damages, and policies. *Políticas para la respuesta al cambio climático y preservación de la biodiversidad; Policy Paper N° 22.* Caracas: CAF. https://scioteca.caf.com/handle/123456789/2056

Flanders Marine Institute (2019). *Maritime Boundaries Geodatabase: Maritime Boundaries and Exclusive Economic Zones (200NM),* [série de dados]. *VLIZ.* https://doi.org/10.14284/386

Flesch, A. D., Epps, C. W., Cain III, J. W., Clark, M., Krausman, P. R. e Morgart, J. R. (2010). Potential effects of the United States-Mexico border fence on wildlife. *Conservation Biology*, *24*(1), 171-181. https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2009.01277.x

Florczyk, A. J., Corbane, C., Ehrlich, D., Freire, S., Kemper, T., Maffenini, L., Melchiorri, M., Pesaresi, M., Politis, P., Schiavina, M., Sabo, F. e Zanchetta, L. (2019). *GHSL data package 2019.* JRC Technical Report. Luxembourg, EUR, 29788. https://doi.org/10.2760/290498DOI: 10.2760/290498

FMI (2019). Building resilience in developing countries vulnerable to large natural disasters. *Documento de Políticas n.o 2019/020*. Fundo Monetário Internacional. ISBN 9781498321020/2663-3493.

FMI (2022a). *The IMF and climate change. Fossil fuel subsidies*. Fundo Monetário Internacional. https://www.imf.org/en/Topics/climate-change/energy-subsidies

FMI (2022b). PIB datos a precios constantes en moneda local con año base en 2017. *World Economic Outlook Database* (WEO Data) [banco de dados]. Edição de outubro 2022. Fundo Monetário Internacional. Acessado em 21 de março de 2023 em https://www.imf.org/en/Publications/WEO/weo-database/2022/October

Foley, A. M., Moncada, S., Mycoo, M., Nunn, P., Tandrayen-Ragoobur, V. e Evans, C. (2022). Small island developing states in a post-pandemic world: Challenges and opportunities for climate action. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, *13*(3), e769.

Ford, S. A., Jepsen, M. R., Kingston, N., Lewis, E., Brooks, T. M., MacSharry, B. e Mertz, O. (2020). Deforestation leakage undermines conservation value of tropical and subtropical forest protected areas. *Global Ecology and Biogeography*, *29*(11), 2014-2024. https://doi.org/10.1111/geb.13172

Friedlingstein, P., Jones, M. W., O'Sullivan, M., Andrew, R. M., Bakker, D. C. E., Hauck, J., Le Quéré, C., Peters, G. P., Peters, W., Pongratz, J., Sitch, S., Canadell, J. G., Ciais, P., Jackson, R. B., Alin, S. R., Anthoni, P., Bates, N. R., Becker, M., Bellouin, N., ... Zeng, J. (2022). Global carbon budget 2021. *Earth System Science Data*, *14*(4), 1917-2005. https://doi.org/10.5194/essd-14-1917-2022.

Friedlingstein, P., O'Sullivan, M., Jones, M. W., Andrew, R. M., Hauck, J., Olsen, A., Peters, G. P., Peters, W., Pongratz, J., Sitch, S., Le Quéré, C., Canadell, J. G., Ciais, P., Jackson, R. B., Alin, S., Aragão, L. E. O. C., Arneth, A., Arora, V., Bates, N. R., ... Zaehle, S. (2020). Global carbon budget 2020. *Earth System Science Data*, *12*(4), 3269-3340. https://doi.org/10.5194/essd-12-3269-2020.

Friedlingstein, P., O'Sullivan, M., Jones, M. W., Andrew, R. M., Gregor, L., Hauck, J., Le Quéré, C., Luijkx, I. T., Olsen, A., Peters, G. P., Peters, W., Pongratz, J., Schwingshackl, C., Sitch, S., Canadell, J. G., Ciais, P., Jackson, R. B., Alin, S. R., Alkama, R., ... Zheng, B. (2022). Global carbon budget 2022. *Earth System Science Data*, *14*(11), 4811-4900. https://doi.org/10.5194/essd-14-4811-2022.

Fuller, C., Ondei, S., Brook, B. W. e Buettel, J. C. (2019). First, do no harm: A systematic review of deforestation spillovers from protected areas. *Global Ecology and Conservation*, *18*, e00591. https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00591

FVC (2022). *GCF Open Data Library* [banco de dados]. Fundo Verde para o Clima. Acessado em 3 de fevereiro de 2023 em https://data.greenclimate.fund/public

G7 (2022). *G7 Statement on Climate Club.* https://www.g7germany.de/resource/blob/974430/2057926/43099dc0d5bba6a5cdefca66c9114ec6/2022-06-28-g7-climate-club-data.pdf?download=1

Galdón-Sánchez, J. E., Gil, R., Holub, F. e Uriz-Uharte, G. (2022). Social benefits and private costs of driving restriction policies: The impact of Madrid central on congestion, pollution, and consumer spending. *Journal of the European Economic Association*, jvac064. https://doi.org/10.1093/jeea/jvac064

García, B. G. e Giambiagi, D. (2022). *Guía para ciudades más saludables*. Caracas: CAF. https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1971

García, J. H. e García, M. (2023). *Integración de compensaciones y captura de carbono a mercados de emisiones en América Latina y el Caribe (ALC)*. CAF.

Gasser, T., Crepin, L., Quilcaille, Y., Houghton, R. A., Ciais, P. e Obersteiner, M. (2020). Historical CO2 emissions from land use and land cover change and their uncertainty. *Biogeosciences*, *17*(15), 4075-4101.

Gatti, L. V., Basso, L. S., Miller, J. B., Gloor, M., Gatti Domingues, L., Cassol, H. L., Tejada, G., Aragão, L. E., Nobre, C. e Peters, W. (2021). Amazonia as a carbon source linked to deforestation and climate change. *Nature*, *595*(7867), 388-393.

Gaur, V. e Lang, C. (2020). *Property value impacts of commercial-scale solar energy in Massachusetts and Rhode Island*. University of Rhode Island Cooperative Extension.

Gauthier, N., Ellis, E. C. e Klein Goldewijk, K. (2021). *Anthromes 12K DGG (V1) Full Dataset* [Série de dados]. Harvard Dataverse. Acessado em 19 de dezembro de 2022 e em 14 e 20 de abril de 2023 em https://doi.org/10.7910/DVN/E3H3AK

GEF (2022). *Projects Database* [banco de dados]. Fundo Global para o Meio Ambiente. Acessado em 27 de janeiro de 2023 em https://www.thegef.org/projects-operations/database?f%5B0%5D=countries%3A13&total=18

GEF (s. f.). *GEF funding overview*. Fundo Global para o Meio Ambiente. https://www.thegef.org/who-we-are/funding

General Services Administration (2011). *The benefits and challenges of green roofs on public and commercial buildings* [Relatório]. https://www.gsa.gov/cdnstatic/The_Benefits_and_Challenges_of_Green_Roofs_on_Public_and_Commercial_Buildings.pdf

Geyer, R., Jambeck, J. R. e Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, *3*(7), e1700782. https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782doi:10.1126/sciadv.1700782

Gillingham, K. e Stock, J. H. (2018). The cost of reducing greenhouse gas emissions. *Journal of Economic Perspectives*, *32*(4), 53-72.

Gippet, J. M. W. e Bertelsmeier, C. (2021). Invasiveness is linked to greater commercial success in the global pet trade. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *118*(14), e2016337118. https://doi.org/10.1073/pnas.2016337118

Giudice, R., Börner, J., Wunder, S. e Cisneros, E. (2019). Selection biases and spillovers from collective conservation incentives in the Peruvian Amazon. *Environmental Research Letters*, *14*(4), 045004. https://doi.org/10.1088/1748-9326/aafc83

Global Administrative Areas (2012). *GADM database of Global Administrative Areas, version 4.1* [Dados geoespaciais digitais]. University of California, Berkely. http://www.gadm.org/

Global Carbon Project (2022). *Carbon budget and trends 2022 [banco de dados]*. Acessado em 6 de fevereiro de 2023 em www.globalcarbonproject.org/carbonbudget

Global Commission on Adaptation. (2019). *Adapt now: A global call for leadership on climate resilience*. Instituto de Recursos Mundiais. https://files.wri.org/s3fs-public/uploads/GlobalCommission_Report_FINAL.pdf

Global Forest Watch (2022). *Global Forest Watch Database* [banco de dados]. Acessado em 25 de janeiro de 2023. https://www.globalforestwatch.org.

Gobbi, J. A. (2011). Pago por servicios ambientales: ¿Qué son y cómo funcionan? Em P. Laterra, E. Jobbágy e J. Paruelo, *Valoración de servicios ecosistémicos: conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial* [*Valorização de serviços ecossistêmicos: conceitos, ferramentas e aplicações para o ordenamento territorial*] pp. 293-314. Buenos Aires: Edições INTA.

Governo da Bolívia (2022). *Contribución nacionalmente determinada (CND) del Estado Plurinacional de Bolivia. Actualización de las CND para el periodo 2021-2030 en el marco del Acuerdo de París*. Ministério do Meio Ambiente e Água - Autoridade Plurinacional da Mãe Terra. Secretaria da UNFCCC. https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/CND%20Bolivia%202021-2030.pdf

Governo da Colômbia (2020). *Actualización de la contribución determinada a nivel nacional de Colombia* (NDC). Secretaria da UNFCCC. https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/NDC%20actualizada%20de%20Colombia.pdf

Governo da Costa Rica (2020). *Contribución nacionalmente determinada de Costa Rica 2020*. Ministério do Meio Ambiente e Energia. Diretoria de Mudanças Climáticas. Secretaria da UNFCCC. https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/Contribucio%CC%81n%20Nacionalmente%20Determinada%20de%20Costa%20Rica%202020%20-%20Versio%CC%81n%20Completa.pdf

Governo do Equador (2019). *Primera contribución determinada a nivel nacional para el Acuerdo de París bajo la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. República do Equador. Secretaria da UNFCCC. https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/Primera%20NDC%20Ecuador.pdf

Governo da Confederação Suíça e Governo da Dominica (2021). Implementing agreement to the Paris Agreement between the Swiss Confederation and the Commonwealth of Dominica. Em *Bilateral climate agreements*, *Federal Office for the Environment, Swiss Confederation* [site]. https://www.bafu.admin.ch/bafu/en/home/topics/climate/info-specialists/climate--international-affairs/staatsvertraege-umsetzung-klimauebereinkommen-von-paris-artikel6.html

Governo da República Bolivariana da Venezuela (2021). *Actualización de la contribución nacionalmente determinada de la República Bolivariana de Venezuela para la lucha contra el cambio climático y sus efectos*. Ministério do Poder Popular para o Ecossocialismo. Secretaria da UNFCCC. https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/Actualizacion%20NDC%20Venezuela.pdf

Governo da República do Peru e Governo da Confederação Suíça (2020). *Acuerdo entre la Confederación Suiza y la República del Perú para la implementación del Acuerdo de París*. Ministério das Relações Exteriores, Direção Geral de Tratados. https://apps.rree.gob.pe/portal/webtratados.nsf/Tratados_Bilateral.xsp?action=openDocument&documentId=2CE26

Governo do México (2022). *Contribución determinada a nivel nacional de México. Actualización 2022*. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Naturais e Instituto Nacional de Ecologia e Mudança do Clima. Secretaria da UNFCCC. https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-11/Mexico_NDC_UNFCCC_update 2022_FINAL.pdf

Governo do Paraguai (2021). *Actualización de la NDC de la República del Paraguay.* Ministério do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Direcção Nacional de Mudanças Climáticas. Secretaria da UNFCCC.

Governo do Uruguai (2022). *Segunda contribución determinada a nivel nacional al Acuerdo de París.* República Oriental do Uruguai. Secretaria da UNFCCC. https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-12/Uruguay%20Segunda%20CDN.pdf

Goldstein, A., Turner, W. R., Spawn, S. A., Anderson-Teixeira, K. J., Cook-Patton, S., Fargione, J., Gibbs, H. K., Griscom, B., Hewson, J. H. e Howard, J. F. (2020). Protecting irrecoverable carbon in Earth's ecosystems. *Nature Climate Change*, *10*(4), article 4.

González, M., Ferragut, P. e Koutoudjian, G. (2023). *Natural gas in the transition to low-carbon economies: The case of Latin America and the Caribbean*. IGU, ARPEL e OLADE. https://www.olade.org/wp-content/uploads/2023/04/Gas-White-Paper-IGU-Olade-Arpel-1.pdf

Gopal, B., Junk, W. J. e Davis, J. A. (eds.) (2000). *Biodiversity in wetlands: Assessment, function and conservation.* Vol. 1. Leiden: Backhuys Publishers.

Goudie, A. e Seely, M. (2011). *World heritage desert landscapes: Potential priorities for the recognition of desert landscapes and geomorphological sites on the World Heritage List.* Gland: União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN).

Gouveia, N., Hernández, A., Cortínez O'Ryan, A., Rodriguez, D., Texcalac, J., Tapia Granados, J., Ballester, L., McClure, L., Morales, R. e Wang, X. (2019). Ambient PM2.5 in Latin American cities: Population exposure, trends, associated urban factors, and effects on mortality. *Environmental Epidemiology*, *3*, 139. https://doi.org/10.1097/01.EE9.0000607280.86151.6c

Grantham, H. S., Duncan, A., Evans, T. D., Jones, K. R., Beyer, H. L., Schuster, R., Walston, J., Ray, J. C., Robinson, J. G., Callow, M., Clements, T., Costa, H. M., DeGemmis, A., Elsen, P. R., Ervin, J., Franco, P., Goldman, E., Goetz, S., Hansen, A., ... Watson, J. E. M. (2020). Anthropogenic modification of forests means only 40% of remaining forests have high ecosystem integrity. *Nature Communications*, *11*(1), article 1. https://doi.org/10.1038/s41467-020-19493-3.

Grassi, G., House, J., Kurz, W. A., Cescatti, A., Houghton, R. A., Peters, G. P., Sanz, M. J., Viñas, R. A., Alkama, R. e Arneth, A. (2018). Reconciling global-model estimates and country reporting of anthropogenic forest CO2 sinks. *Nature Climate Change*, *8*(10), 914-920.

Greenstone, M. e Nath, I. (2020). Do renewable portfolio standards deliver cost-effective carbon abatement? *University of Chicago, Becker Friedman Institute for Economics Working Paper (2019--62).*

Grinspun, P. A., Galvao, M. B. A., García Echeverri, F., Sena Siaw-Boateng, H., Lambour Peñalonzo, J., Hadi, A., Dosso, A., Chiedu Onowu, O., Gauto, R., Gutiérrez Reinel, G. A., de Pierrefeu Midence, V., Rozian Abd Ghani, D. A., Aliaga, X., Vilaseca Chumacero, V. D., Hautala, H., Weber, M., García Pérez, I., Séjourné, S., Keller, S., Lamberts, P., ... Hansen, C. (2022, novembro 28). *Joint letter. European Union proposal for a regulation on deforestation-free products. [G/AG/GEN/213].* Organização Mundial do Comércio. https://docs.wto.org/dol2fe/Pages/SS/directdoc.aspx?filename=q:/G/AG/GEN213.pdf&Open=True C

Grossman, G. M. e Krueger, A. B. (1991). *Environmental impacts of a North American free trade agreement*. Cambridge, Mass.: National Bureau of Eeconomic Research.

Grupo de Especialistas do PMA (2022). *National Adaptation Plans 2021. Progress in the formulation and implementation of NAPs*. Secretaria da UNFCCC. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/UNFCCC-NAP2021-Progress-report.pdf

Grupo de Especialistas do PMA (2023a). *Historia del proceso del PNACC*. NAP Central e Secretaria da UNFCCC. Acessado em 28 de fevereiro de 2023 em https://napcentral.org/about-naps

Grupo de Especialistas do PMA (2023b). *Submitted NAPs*. NAP Central e Secretaria da UNFCCC. Acessado em 28 de fevereiro de 2023 em https://napcentral.org/submitted-naps

Gu, D. (2019). Exposure and vulnerability to natural disasters for world's cities | Population Division. *Documento técnico n.o 2019/4.* Divisão de População das Nações Unidas. https://www.un.org/development/desa/pd/content/exposure-and-vulnerability-natural-disasters-worlds-cities

Guayasamin, J. M., Ribas, C. C., Carnaval, A. C., Carrillo, J. D., Hoorn, C., Lohmann, L. G., Riff, D., Ulloa Ulloa, C. e Albert, J. S. (2021). Chapter 2: Evolution of Amazonian biodiversity. Em C. Nobre, A. Encalada, E. Anderson, F. H. Roca Alcázar, M. Bustamante, C. Mena, M. Peña-Claros, G. Poveda, J. P. Rodriguez, S. Saleska, S. E. Trumbore, A. Val, L. Villa Nova, R. Abramovay, A. Alencar, A. C. Rodriguez Alzza, D. Armenteras, P. Artaxo, S. Athayde, ... G. Zapata-Ríos (eds.), *Amazon Assessment Report 2021* (1.a ed.). United Nations Sustainable Development Solutions Network (SDSN). https://doi.org/10.55161/CZWN4679

Guizar-Coutiño, A., Jones, J. P. G., Balmford, A., Carmenta, R. e Coomes, D. A. (2022). A global evaluation of the effectiveness of voluntary REDD+ projects at reducing deforestation and degradation in the moist tropics. *Conservation Biology*, 36(6). https://doi.org/10.1111/cobi.13970

Gullestad, P., Sundby, S. e Kjesbu, O. S. (2020). Management of transboundary and straddling fish stocks in the Northeast Atlantic in view of climate-induced shifts in spatial distribution. *Fish and Fisheries*, 21(5), 1008-1026. https://doi.org/10.1111/faf.12485

Guzmán, L. A., Beltrán, C., Morales, R. e Sarmiento, O. L. (2023). Inequality in personal exposure to air pollution in transport microenvironments for commuters in Bogotá. *Case Studies on Transport Policy*, *11*, 100963. https://doi.org/10.1016/j.cstp.2023.100963

Hagen, I., Huggel, C., Ramajo, L., Chacón, N., Ometto, J. P., Postigo, J. C. e Castellanos, E. J. (2022). Climate change-related risks and adaptation potential in Central and South America during the 21st century. *Environmental Research Letters,* 17(3), 033002. doi:10.1088/1748-9326/ac5271

Hallegatte, S., Bangalore, M., Bonzanigo, L., Fay, M., Kane, T., Narloch, U., Rozenberg, J., Treguer, D. e Vogt-Schilb, A. (2016). *Shock waves: Managing the impacts of climate change on poverty*. Banco Mundial. https://doi.org/10.1596/978-1-4648-0673-5

Halley, J. M., Sgardeli, V. e Triantis, K. A. (2014). Extinction debt and the species-area relationship: A neutral perspective. *Global Ecology and Biogeography*, *23*(1), 113-123. https://doi.org/10.1111/geb.12098

Hancevic, P. I., Núñez, H. M. e Rosellón, J. (2023). *El sector energético en América Latina y el Caribe: oportunidades y desafíos del cambio climático. Policy paper n.o 18.* CAF. https://scioteca.caf.com/handle/123456789/2032

Hansen, M. C., Potapov, P. V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S. A., Tyukavina, A., Thau, D., Stehman, S. V., Goetz, S. J. e Loveland, T. R. (2013). High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. S*cience*, *342*(6160), 850-853.

Hansis, E., Davis, S. J. e Pongratz, J. (2015). Relevance of methodological choices for accounting of land use change carbon fluxes. *Global Biogeochemical Cycles*, *29*(8), 1230-1246.

Harris, N. L., Gibbs, D. A., Baccini, A., Birdsey, R. A., De Bruin, S., Farina, M., Fatoyinbo, L., Hansen, M. C., Herold, M. e Houghton, R. A. (2021). Global maps of twenty-first century forest carbon fluxes. *Nature Climate Change*, *11*(3), 234-240.

Haushofer, J. e Shapiro, J. (2016). The short-term impact of unconditional cash transfers to the poor: Experimental evidence from Kenya. *The Quarterly Journal of Economics*, *131*(4), 1973-2042. https://doi.org/10.1093/qje/qjw025

Hausmann, R. (2021). *Green growth at the end of the flat world*. https://www.project-syndicate.org/commentary/green-growth-and-end-of-flat-energy-world-by-ricardo-hausmann-2021-12/spanish

Heery, E. C., Hoeksema, B. W., Browne, N. K., Reimer, J. D., Ang, P. O., Huang, D., Friess, D. A., Chou, L. M., Loke, L. H. e Saksena-Taylor, P. (2018). Urban coral reefs: Degradation and resilience of hard coral assemblages in coastal cities of East and Southeast Asia. *Marine Pollution Bulletin*, *135*, 654-681.

Helo Sarmiento, J., Pirelo-Ríos, A. e Muñoz-Mora, J. C. (2023). *The unintended environmental effect of a climate change adaptation strategy: Evidence from the Colombian coffee sector.* CAF. https://scioteca.caf.com/handle/123456789/2004

Herrero, M., Havlík, P., Valin, H., Notenbaert, A., Rufino, M. C., Thornton, P. K., Blümmel, M., Weiss, F., Grace, D. e Obersteiner, M. (2013). Biomass use, production, feed efficiencies, and greenhouse gas emissions from global livestock systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *110*(52), 20888-20893. https://doi.org/10.1073/pnas.130814911

Hirst, D. (2020). *The history of global climate change negotiations*. https://commonslibrary.parliament.uk/the-history-of-global-climate-change-negotiations/

Hodgson, C. (2022, julho 5). Who pays for climate change? The Peruvian suing a German utility. *Financial Times*. https://www.ft.com/content/e26c5813-354b-4b6b-8bc1-70b39ef9837c

Hoegh-Guldberg, O., Poloczanska, E. S., Skirving, W. e Dove, S. (2017). Coral reef ecosystems under climate change and ocean acidification. *Frontiers in Marine Science*, *4*, 158.

Höhne, N., Gidden, M. J., den Elzen, M., Hans, F., Fyson, C., Geiges, A., Jeffery, M. L., Gonzales-Zuñiga, S., Mooldijk, S., Hare, W. e Rogelj, J. (2021). Wave of net zero emission targets opens window to meeting the Paris Agreement. *Nature Climate Change*, 11(10), 820-822. https://doi.org/10.1038/s41558-021-01142-2

Honey-Rosés, J., Baylis, K. e Ramírez, M. I. (2011). A spatially explicit estimate of avoided forest loss: Spatial estimate of avoided forest loss. *Conservation Biology*, *25*(5), 1032-1043. https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2011.01729.x

Hopley, D. (2010). *Encyclopedia of modern coral reefs: Structure, form and process*. Springer Science & Business Media.

Hosonuma, N., Herold, M., De Sy, V., De Fries, R. S., Brockhaus, M., Verchot, L., Angelsen, A. e Romijn, E. (2012). An assessment of deforestation and forest degradation drivers in developing countries. *Environmental Research Letters*, *7*(4), 044009. DOI 10.1088/1748-9326/7/4/044009

Houghton, R. A. e Nassikas, A. A. (2017). Global and regional fluxes of carbon from land use and land cover change 1850-2015. *Global Biogeochemical Cycles*, *31*(3), 456-472.

Hubacek, K., Chen, X., Feng, K., Wiedmann, T. e Shan, Y. (2021). Evidence of decoupling consumption-based CO2 emissions from economic growth. *Advances in Applied Energy*, *4*, 100074. https://doi.org/10.1016/j.adapen.2021.100074

IPBES (2018). *Report on land degradation and restoration of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services* (R. Scholes, L. Montanarella, E. Brainich, N. Barger, B. Ten Brink, M. Cantele, B. Erasmus, J. Fisher, T. Gardner e T. Holland, eds.). Plataforma Intergovernamental de Políticas Científicas sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos.

IPBES (2019). *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services.* Plataforma Intergovernamental de Políticas Científicas sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos. https://ipbes.net/node/35274

IPBES/IPCC (2021). *Biodiversity and climate change*. Plataforma Intergovernamental de Políticas Científicas sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos. https://ipbes.net/sites/default/files/2021-06/20210609_workshop_report_embargo_3pm_CEST_10_june_0.pdf

IPCC (2014). *Climate change 2014: Synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC).

IPCC (2019). *Climate change and land: An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/11/SRCCL-Full-Report-Compiled-191128.pdf.

IPCC (2021a). *Climate change 2021: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). https://report.ipcc.ch/ar6/wg1/IPCC_AR6_WGI_FullReport.pdf.

IPCC (2021b). *Synthesis report of the IPCC Sixth Assessment Report (AR6). Summary for policymakers*. Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). https://report.ipcc.ch/ar6syr/pdf/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf

IPCC (2022a). *Climate change 2022: Mitigation of climate change. IPCC Sixth Assessment Report*. Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/

IPCC (2022b). Figure: SPM.3. *IPCC Sixth Assessment Report*. Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). Recuperado em 13 de abril de 2023 em https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/figures/summary-for-policymakers/figure-spm-3/

IPCC (2022c). *Climate change 2022: Impacts, adaptation, and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, M. Tignor, E. S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem e B. Rama, Eds.). Cambridge University Press.

IRENA (2022a). *Renewable energy targets in 2022: A guide to design*. Abu Dhabi: Agência Internacional para as Energias Renováveis. https://www.irena.org/Publications/2022/Nov/Renewable-energy-targets-in-2022

IRENA (2022b). *World energy transitions outlook 2022: 1.5° C Pathway*. Abu Dhabi: Agência Internacional para as Energias Renováveis. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2022/Mar/IRENA_World_Energy_Transitions_Outlook_2022.pdf?rev=6ff451981b0948c6894546661c6658a1

Isbell, P. e Pelegry, E. Á. (2017). *Energy and transportation in the Atlantic Basin*. Johns Hopkins University Press, Center for Transatlantic Relations. https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=743835

Iturbide, M., Gutiérrez, J. M., Alves, L. M., Bedia, J., Cerezo-Mota, R., Cimadevilla, E., Cofiño, A. S., Di Luca, A., Faria, S. H., Gorodetskaya, I. V., Hauser, M., Herrera, S., Hennessy, K., Hewitt, H. T., Jones, R. G., Krakovska, S., Manzanas, R., Martínez-Castro, D., Narisma, G. T., ... Vera, C. S. (2020). An update of IPCC climate reference regions for subcontinental analysis of climate model data: Definition and aggregated datasets. *Earth System Science Data*, *12*(4), 2959-2970. https://doi.org/10.5194/essd-12-2959-2020.

Izquierdo-Tort, S., Ortiz-Rosas, F. e Vázquez-Cisneros, P. A. (2019). 'Partial' participation in payments for environmental services (PES): Land enrolment and forest loss in the Mexican Lacandona Rainforest. *Land Use Policy*, *87*, 103950. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.04.011

Jack, B. K., Kousky, C. e Sims, K. R. E. (2008). Designing payments for ecosystem services: Lessons from previous experience with incentive-based mechanisms. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *105*(28), 9465-9470. https://doi.org/10.1073/pnas.0705503104

Jackson, P. (2007, outubro 14). De Estocolmo a Kioto: Breve historia del cambio climático. *Nações Unidas* [site]. Crônica ONU. https://www.un.org/es/chronicle/article/de-estocolmo-kyotobreve-historia-del-cambio-climatico

Jafino, B. A., Walsh, B. J., Rozenberg, J. e Hallegatte, S. (2020). Revised estimates of the impact of climate change on extreme poverty by 2030. *Policy research working paper N.o 9417*. Poverty and Shared Prosperity 2020. Grupo Banco Mundial.https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/706751601388457990/Revised-Estimates-of-the-Impact-of-Climate-Change-on-Extreme-Poverty-by-2030.

Jayachandran, S. (2022). How economic development influences the environment. *Annual Review of Economics*, *14*(1), 229-252. https://doi.org/10.1146/annurev-economics-082321-123803

Jenkins, C. N., Pimm, S. L. e Joppa, L. N. (2013). Global patterns of terrestrial vertebrate diversity and conservation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *110*(28), article 28.

Joosten, H., Sirin, A., Couwenberg, J., Laine, J. e Smith, P. (2016). The role of peatlands in climate regulation. Em A. Bonn, H. Joosten, M. Evans, R. Stoneman, e T. Allott (eds.), *Peatland restoration and ecosystem services: Science, policy and practice,* pp. 63-76. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9781139177788.005

Joppa, L. N. e Pfaff, A. (2009). High and far: Biases in the location of protected areas. *PLOS ONE*, *4*(12), e8273. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0008273

Kaya, Y. e Yokobori, K. (eds.). (1997). *Environment, energy, and economy: Strategies for sustainability*. United Nations University Press.

Keles, D., Delacote, P., Pfaff, A., Qin, S. e Mascia, M. B. (2020). What drives the erasure of protected areas? Evidence from across the Brazilian Amazon. *Ecological Economics*, *176*, 106733. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106733

Kennedy, E. V., Perry, C. T., Halloran, P. R., Iglesias-Prieto, R., Schönberg, C. H., Wisshak, M., Form, A. U., Carricart-Ganivet, J. P., Fine, M. e Eakin, C. M. (2013). Avoiding coral reef functional collapse requires local and global action. *Current Biology*, *23*(10), 912-918.

Kieffer, G., López-Peña, A. e Ferroukhi, R. (2016). Renewable energy market analysis Latin America. Abu Dhabi: Agência Internacional para as Energias Renováveis.

Kirby, J. S., Stattersfield, A. J., Butchart, S. H., Evans, M. I., Grimmett, R. F., Jones, V. R., O'Sullivan, J., Tucker, G. M. e Newton, I. (2008). Key conservation issues for migratory land-and waterbird species on the world's major flyways. *Bird Conservation International*, *18*(S1), S49-S73.

Kleijn, D., Kohler, F., Báldi, A., Batáry, P., Concepción, E. D., Clough, Y., Díaz, M., Gabriel, D., Holzschuh, A. e Knop, E. (2009). On the relationship between farmland biodiversity and land-use intensity in Europe. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, *276*(1658), 903-909.

Komendantova, N. e Battaglini, A. (2016). Beyond decide-announce-defend (DAD) and not-in-my-backyard (NIMBY) models? Addressing the social and public acceptance of electric transmission lines in Germany. *Energy Research & Social Science*, *22*, 224-231.

Kreuzer, F. M. e Wilmsmeier, G. (2014). *Eficiencia energética y movilidad en América Latina y el Caribe: una hoja de ruta para la sostenibilidad*. Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe. https://repositorio.cepal.org/handle/11362/36798

Krewski, D., Jerrett, M., Burnett, R. T., Ma, R., Hughes, E., Shi, Y., Turner, M. C., Arden Pope, C. Thurston, G., Calle, E., Thun, M. J., Beckerman, B., DeLuca, P., Finkelstein, N., Ito, K., Moore, D. K., Newbold, B., Ramsay, T., Ross, Z., Shin, H. e Tempalski, B. (2009). Extended follow-up and spatial analysis of the American Cancer Society study linking particulate air pollution and mortality. *Research Report (Health Effects Institute)*, (140), 5-114; discussion 115-136.

Krishnan, M., Samandari, H., Woetzel, J., Smit, S., Pacthod, D., Pinner, D., Nauclér, T., Tai, H., Farr, A., Wu, W. e Imperato, D. (2022). *The net-zero transition: What it would cost, what it could bring*. McKinsey & Company. https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/business%20functions/sustainability/our%20insights/the%20net%20zero%20transition%20what%20it%20would%20cost%20what%20it%20could%20bring/the-net-zero-transition-what-it-would-cost-and-what-it-could-bring-final.pdf

Kuramochi, T., Nascimento, L., Moisio, M., den Elzen, M., Forsell, N., van Soest, H., Tanguy, P., Gonzales, S., Hans, F., Jeffery, M. L., Fekete, H., Schiefer, T., de Villafranca Casas, M. J., De Vivero-Serrano, G., Dafnomilis, I., Roelfsema, M. e Höhne, N. (2021). Greenhouse gas emission scenarios in nine key non-G20 countries: An assessment of progress toward 2030 climate targets. *Environmental Science & Policy*, 123, 67-81. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.04.015

Lachaud, M. A., Bravo-Ureta, B. E. e Ludena, C. E. (2017). Agricultural productivity in Latin America and the Caribbean in the presence of unobserved heterogeneity and climatic effects. *Climatic Change*, *143*(3-4), 445-460. doi:10.1007/s10584-017-2013-1

Lamb, W. F., Wiedmann, T., Pongratz, J., Andrew, R., Crippa, M., Olivier, J. G. J., Wiedenhofer, D., Mattioli, G., Al Khourdajie, A. e House, J. (2021). A review of trends and drivers of greenhouse gas emissions by sector from 1990 to 2018. *Environmental Research Letters*, *16*(7), 073005. doi:10.1088/1748-9326/abee4e

Lang, J., Hyslop, C., Yi, Z., Black, R., Chalkley, P., Hale, T., Hans, F., Hay, N., Höhne, N., Hsu, A., Kuramochi, T., Mooldijk, S. e Smith, S. (2022). *Net Zero Tracker* [banco de dados]. Energy and Climate Intelligence Unit, Data-Driven EnviroLab, NewClimate Institute.

Lanoie, P., Laurent-Lucchetti, J., Johnstone, N. e Ambec, S. (2011). Environmental policy, innovation and performance: New insights on the Porter Hypothesis. *Journal of Economics & Management Strategy*, 20(3), 803-842. https://doi.org/10.1111/j.1530-9134.2011.00301.x

Laurance, W. F., Goosem, M. e Laurance, S. G. W. (2009). Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. *Trends in Ecology & Evolution*, 24(12), 659-669. https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.06.009

Lawrence, M. e Bullock, R. (2022). The role of rail in decarbonizing transport in developing countries. *Mobility and Transport Connectivity Series*. Washington, D. C.: Banco Mundial. http://hdl.handle.net/10986/38214

Le Quéré, C., Andrew, R. M., Friedlingstein, P., Sitch, S., Hauck, J., Pongratz, J., Pickers, P. A., Korsbakken, J. I., Peters, G. P. e Canadell, J. G. (2018). Global carbon budget 2018. *Earth System Science Data*, *10*(4), 2141-2194.

Le Saout, S., Hoffmann, M., Shi, Y., Hughes, A., Bernard, C., Brooks, T. M., Bertzky, B., Butchart, S. H., Stuart, S. N. e Badman, T. (2013). Protected areas and effective biodiversity conservation. *Science*, *342*(6160), article 6160.

Leal, M. e Spalding, M. D. (eds.) (2022). *The state of the world's mangroves*. Global Mangrove Alliance.

Lepeule, J., Laden, F., Dockery, D. e Schwartz, J. (2012). Chronic exposure to fine particles and mortality: An extended follow-up of the Harvard six cities study from 1974 to 2009. *Environmental Health Perspectives*, *120*(7), 965-970. doi:10.1289/ehp.1104660

Leporati, M., Salcedo, S., Jara, B., Boero, V. e Muñoz-Araya, M. (2014). La agricultura familiar en cifras. Em FAO, *Agricultura familiar en América Latina y el Caribe: recomendaciones de política*. Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura.

Leroutier, M. (2022). Carbon pricing and power sector decarbonization: Evidence from the UK. *Journal of Environmental Economics and Management*, *111*, 102580. https://doi.org/10.1016/j.jeem.2021.102580

Levy, S. (2009). Buenas intenciones, malos resultados. *Finanzas públicas*, *1*(1), 165-200.

Linardi, C., Ralph, G., Carpenter, K., Cox, N., Robertson, D. R., Harwell, H., Acero, P., Anderson, W., Barthelat, F., Bouchereau, J.-L., Brown, J. J., Buchanan, J., Buddo, D., Collette, B., Comeros-Raynal, M., Craig, M., Curtis, M., Defex, T., Dooley, J., ... Williams, J. T. (2017). The conservation status of marine bony shorefishes of the Greater Caribbean. IUCN.

Lockwood, J. L., Welbourne, D. J., Romagosa, C. M., Cassey, P., Mandrak, N. E., Strecker, A., Leung, B., Stringham, O. C., Udell, B., Episcopio-Sturgeon, D. J., Tlusty, M. F., Sinclair, J., Springborn, M. R., Pienaar, E. F., Rhyne, A. L. e Keller, R. (2019). When pets become pests: The role of the exotic pet trade in producing invasive vertebrate animals. *Frontiers in Ecology and the Environment*, *17*(6), 323-330. https://doi.org/10.1002/fee.2059

Louhisuo, M. e Takahashi, K. (2022). *IGES CDM Project Database* [banco de dados]. Institute for Global Environmental Strategies. Acessado em 26 de janeiro de 2023 em https://www.iges.or.jp/en/pub/iges-cdm-project-database/en

Lovejoy, T. E. e Nobre, C. (2019). Amazon tipping point: Last chance for action. *Science Advances*, *5*(12), article 12.

Lowder, S. K., Sánchez, M. V. e Bertini, R. (2021). Which farms feed the world and has farmland become more concentrated? *World Development*, *142*, 105455. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2021.105455

Maldonado, J. H. e Moreno-Sánchez, R. del P. (2023). Servicios ecosistémicos y biodiversidad en América Latina y el Caribe. *Policy Paper n.o 21.* CAF. https://scioteca.caf.com/handle/123456789/2051

Managi, S. e Kumar, P. (2018). *Inclusive wealth report 2018*. Taylor & Francis.

Marques, J. G. O., de Oliveira Silva, R., Barioni, L. G., Hall, J. A. J., Fossaert, C., Tedeschi, L. O., Garcia-Launay, F. e Moran, D. (2022). Evaluating environmental and economic trade-offs in cattle feed strategies using multiobjective optimization. *Agricultural Systems*, 195, 103308. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103308

Marques, J. G. O., de Oliveira Silva, R., Barioni, L. G., Hall, J. A. J., Tedeschi, L. O. e Moran, D. (2020). An improved algorithm for solving profit-maximizing cattle diet problems. *Animal,* 14, s257-s266. doi:10.1017/S1751731120001433

Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S. L., Péan, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., Gomis, M. I., Huang, M., Leitzell, K., Lonnoy, E., Matthews, J. B. R., Maycock, T. K., Waterfield, T., Yelekçi, Ö., Yu, R. e Zhou, B. (Eds.). (2021). *Climate change 2021: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009157896

Mbow, C., Rosenzweig, C., Barioni, L.G., Benton, T.G., Herrero, M., Krishnapillai, M., Liwenga, E., Pradhan, P., Rivera-Ferre, M., Sapkota, T., Tubiello, F. e Xu, Y. (2019). Food security. Em IPCC, *Climate change and land: An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC).

McKinney, M. L. (2006). Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation*, *127*(3), 247-260. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.09.005

McKinsey & Company (2013). Pathways to a low-carbon economy: Version 2 of the global greenhouse gas abatement cost curve. *McKinsey Sustainability*. https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/pathways-to-a-low-carbon-economy

McPherson, G., Simpson, J. R., Peper, P. J., Maco, S. E. e Xiao, Q. (2005). Municipal forest benefits and costs in five US cities. *Journal of Forestry*, *103*(8), 411-416. https://doi.org/10.1093/jof/103.8.411

Mejía Pimienta, M. A. e Amaya Espinel, J. D. (2022). *Biodivercities by 2030: Transforming cities with biodiversity*.

Meller, P. (2020). Recursos naturales, diversificación exportadora y crecimiento. *El desafío América Latina*, 167.

Menéndez, P., Losada, I. J., Torres-Ortega, S., Narayan, S. e Beck, M. W. (2020). The global flood protection benefits of mangroves. *Scientific Reports*, *10*(1), 4404. https://doi.org/10.1038/s41598-020-61136-6

Metcalf, G. (2007). *A proposal for a U.S. carbon tax swap: An equitable tax reform to address global climate change*. https://www.semanticscholar.org/paper/A-Proposal-for-a-U.S.-Carbon-Tax-Swap%3A-An-Equitable-Metcalf/8feb516f49bac94ae10aabe355133431c201750a

Middleton, N. e Thomas, D. (1997). *World atlas of desertification. Ed. 2*. Arnold Hodder Headline, PLC.

Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and human well-being: Synthesis*. Island Press. https://www.millenniumassessment.org/en/Synthesis.html

Miloslavich, P., Díaz, J. M., Klein, E., Alvarado, J. J., Díaz, C., Gobin, J., Escobar-Briones, E., Cruz-Motta, J. J., Weil, E. e Cortes, J. (2010). Marine biodiversity in the Caribbean: Regional estimates and distribution patterns. *PIOS ONE*, *5*(8), article 8.

Minnemeyer, S., Laestadius, L., Sizer, N., Saint-Laurent, C. e Potapov, P. (2011). *A world of opportunity. LandPortal*. https://www.landportal.org/node/84129

Minx, J. C., Lamb, W. F., Andrew, R. M., Canadell, J. G., Crippa, M., Döbbeling, N., Forster, P. M., Guizzardi, D., Olivier, J. e Peters, G. P. (2021). A comprehensive and synthetic dataset for global, regional, and national greenhouse gas emissions by sector 1970-2018 with an extension to 2019. *Earth System Science Data*, *13*(11), 5213-5252.

Minx, J. C., Lamb, W. F., Andrew, R. M., Canadell, J. G., Crippa, M., Döbbeling, N., Forster, P., Guizzardi, D., Olivier, J., Pongratz, J., Reisinger, A., Rigby, M., Peters, G., Saunois, M., Smith, S. J., Solazzo, E. e Tian, H. (2022). *A comprehensive and synthetic dataset for global, regional and national greenhouse gas emissions by sector 1970-2018 with an extension to 2019* [Data set]. Zenodo. https://doi.org/10.5281/ZENODO.6483002

Missbach, L., Steckel, J. C. e Vogt-Schilb, A. (2022). *Cash transfers in the context of carbon pricing reforms in Latin America and the Caribbean*. Banco Interamericano de Desenvolvimento. https://publications.iadb.org/en/cash-transfers-context-carbon-pricing-reforms-latin-america-and-caribbean

Moksnes, N., Rozenberg, J., Broad, O., Taliotis, C., Howells, M. e Rogner, H. (2019). Determinants of energy futures—a scenario discovery method applied to cost and carbon emission futures for South American electricity infrastructure. *Environmental Research Communications*, *1*(2), 025001. doi:10.1088/2515-7620/ab06de

Molina-Millán, T. (2023). La agricultura familiar en Centroamérica: retos y políticas ante el cambio climático. *Policy paper n.o 17.* CAF. https://scioteca.caf.com/handle/123456789/2027

Molnár, G., Ürge-Vorsatz, D. e Chatterjee, S. (2022). Estimating the global technical potential of building-integrated solar energy production using a high-resolution geospatial model. *Journal of Cleaner Production*, *375*, 134133. doi:10.1016/j.jclepro.2022.134133

Moomaw, W. R., Chmura, G. L., Davies, G. T., Finlayson, C. M., Middleton, B. A., Natali, S. M., Perry, J. E., Roulet, N. e Sutton-Grier, A. E. (2018). Wetlands in a changing climate: Science, policy, and management. *Wetlands*, *38*(2), 183-205. https://doi.org/10.1007/s13157-018-1023-8

Morales Betancourt, R., Galvis, B., Méndez-Molano, D., Rincón-Riveros, J. M., Contreras, Y., Montejo, T. A., Rojas-Neisa, D. R. e Casas, O. (2022). Toward cleaner transport alternatives: Reduction in exposure to air pollutants in a mass public transport. *Environmental Science & Technology*, *56*(11), 7096-7106. https://doi.org/10.1021/acs.est.1c07004

Morell, V. (2017). *World's most endangered marine mammal down to 30*. American Association for the Advancement of Science.

Munasinghe, Mohan. (1993). The economists approach to sustainable development. *Finance and Development*, 30. 16-19.

Mycoo, M. A. (2018). Beyond 1.5 °C: Vulnerabilities and adaptation strategies for Caribbean Small Island Developing States. *Regional Environmental Change*, 18(8), 2341-2353. https://doi.org/10.1007/s10113-017-1248-8

Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A. e Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, *403*(6772), article 6772.

Nabuurs, G.-J., Mrabet, R., Abu Hatab, A. e Neogi, S. (2022). IPCC AR6 WGIII Final Draft Chapter07 AFOLU.

Nações Unidas. (2015). *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. Nações Unidas, Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais. https://sdgs.un.org/publications/transforming-our-world-2030-agenda-sustainable-development-17981

Nações Unidas (2022). *Commodity Trade Statistics Database (UN Comtrade)* [banco de dados]. Departamento de Assuntos Sociais e Econômicos, Divisão de Estatística. https ://comtradeplus.un.org/

Naran, B., Connolly, J., Rosane, P., Wignarajah, D. e Wakaba, G. (2022). *Global landscape of climate finance: A decade of data 2011-2020*. Climate Policy Initiative. https://www.climatepolicyinitiative.org/publication/global-landscape-of-climate-finance-a-decade-of-data/

Narayan, S., Beck, M. W., Reguero, B. G., Losada, I. J., van Wesenbeeck, B., Pontee, N., Sanchirico, J. N., Ingram, J. C., Lange, G.-M. e Burks-Copes, K. A. (2016). The effectiveness, costs and coastal protection benefits of natural and nature-based defences. *PLOS ONE*, *11*(5), e0154735. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0154735

Nelson, A. e Chomitz, K. M. (2011). Effectiveness of strict vs. multiple use protected areas in reducing tropical forest fires: A global analysis using matching methods. *PLOS ONE*, *6*(8), e22722. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0022722

Nelson, G. C., Rosegrant, M. W., Koo, J., Robertson, R. D., Sulser, T., Zhu, T., Ringler, C., Msangi, S., Palazzo, A., Batka, M., Magalhaes, M., Valmonte-Santos, R., Ewing M. e Lee, D. (2009). *Cambio climático. El impacto en la agricultura y los costos de adaptación*. Washington D. C.: Instituto Internacional de Pesquisa em Política Alimentar IFPRI. http://www.ifpri.org/publication/climate-change-1

Nepstad, D., McGrath, D., Stickler, C., Alencar, A., Azevedo, A., Swette, B., Bezerra, T., DiGiano, M., Shimada, J., Seroa da Motta, R., Armijo, E., Castello, L., Brando, P., Hansen, M. C., McGrath-Horn, M., Carvalho, O. e Hess, L. (2014). Slowing Amazon deforestation through public policy and interventions in beef and soy supply chains. *Science*, *344*(6188), 1118-1123. https://doi.org/10.1126/science.1248525

New Climate Institute, PBL Netherlands Environmental Assessment Agency e International Institute for Applied Systems Analysis (2021). *Greenhouse gas mitigation scenarios for major emitting countries—Analysis of current climate policies and mitigation commitments: 2021 update*. https://www.pbl.nl/en/publications/greenhouse-gas-mitigation-scenarios-for-major-emitting-countries-2022-update

Newman, D. J. e Cragg, G. M. (2007). Natural products as sources of new drugs over the last 25 years. *Journal of Natural Products*, *70*(3), 461-477. https://doi.org/10.1021/np068054v

NOAA (2023). CPC Global unified temperature. *NOAA Physical Science Laboratory (PSL)* [banco de dados da Administração Oceânica e Atmosférica Nacional]. https://psl.noaa.gov/data/gridded/data.cpc.globaltemp.html

Nordhaus, W. (2015). Climate clubs: Overcoming free-riding in international climate policy. *American Economic Review*, *105*(4), 1339-1370. https://doi.org/10.1257/aer.15000001

OCDE (2019). *Enhancing the mitigation of climate change though agriculture: Policies, economic consequences, and trade-offs*. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. doi:10.1787/e9a79226-en

OCDE (2022a). GHG emissions from fuel combustion (summary) (Edition 2021). *IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy* [banco de dados]. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. https://www.oecd-ilibrary.org/energy/data/iea-co2-emissions-from-fuel-combustion-statistics-greenhouse-gas-emissions-from-energy/ghg-emissions-from-fuel-combustion-summary-edition-2021_e2f3ca5f-en

OCDE (2022b). *Aggregate trends of climate finance provided and mobilised by developed countries in 2013-2020*. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. https://doi.org/10.1787/d28f963c-en

OCDE (2022c). *Climate finance provided and mobilised by developed countries in 2016-2020: Insights from disaggregated analysis*. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. https://doi.org/10.1787/286dae5d-en

Ocko, I. B., Sun, T., Shindell, D., Oppenheimer, M., Hristov, A. N., Pacala, S. W., Mauzerall, D. L., Xu, Y. e Hamburg, S. P. (2021). Acting rapidly to deploy readily available methane mitigation measures by sector can immediately slow global warming. *Environmental Research Letters*, *16*(5), 054042.

OLADE (2022a). *sieLAC (Sistema de información energética de Latinoamérica y el Caribe)*. Organização Latino-Americana de Energia. Acessado em 17 de abril de 2023 em https://sielac.olade.org/

OLADE (2022b). *Panorama energético de América Latina y el Caribe 2022*. Organização Latino-Americana de Energia. https://www.olade.org/publicaciones/panorama-energetico-de-america-latina-y-el-caribe-2021-2/

Olson, D. M., Dinerstein, E., Wikramanayake, E. D., Burgess, N. D., Powell, G. V. N., Underwood, E. C., D'amico, J. A., Itoua, I., Strand, H. E., Morrison, J. C., Loucks, C. J., Allnutt, T. F., Ricketts, T. H., Kura, Y., Lamoreux, J. F., Wettengel, W. W., Hedao, P. e Kassem, K. R. (2001). Terrestrial ecoregions of the world: A new map of life on earth: A new global map of terrestrial ecoregions provides an innovative tool for conserving biodiversity. *BioScience*, *51*(11), article 11. https://doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0933:TEOTWA]2.0.CO;2

OMC (2023). Total de exportações de mercadorias (SI3_AGG - TO) – anual (milhões de dólares americanos). *WTO Stats* [banco de dados]. https://timeseries.wto.org/?idSavedQuery=f598f507-53c7-49d3-bc4b-73cd47a8bda3

OMS (2021). *WHO global air quality guidelines*. Organização Mundial de Saúde.

Ordaz, J. L., Mora, J. e Ramírez, D. (2010). *Istmo centroamericano: efectos del cambio climático sobre la agricultura*. Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe. https://repositorio.cepal.org/handle/11362/25936

Osipova, E., Emslie-Smith, M., Osti, M., Murai, M., Åberg, U. e Shadie, P. (2020). *IUCN world heritage outlook 3.* União Internacional para a Conservação da Natureza. doi:10.2305/IUCN.CH.2020.16.en

Ostrom, E. e Schlager, E. (1996). The formation of property rights. *Rights to nature: Ecological, economic, cultural, and political principles of institutions for the environment*, *127156*.

OTCA (2021, ene). Projetos em andamento. *OTCA* [site]. Organização do Tratado de Cooperação Amazônica. http://otca.org/poyectos-en-ejecucion/

Ou, Y., Iyer, G., Clarke, L., Edmonds, J., Fawcett, A. A., Hultman, N., McFarland, J. R., Binsted, M., Cui, R., Fyson, C., Geiges, A., Gonzales-Zuñiga, S., Gidden, M. J., Höhne, N., Jeffery, L., Kuramochi, T., Lewis, J., Meinshausen, M., Nicholls, Z., ... McJeon, H. (2021). Can updated climate pledges limit warming well below 2°C? *Science*, 374(6568), 693-695. https://doi.org/10.1126/science.abl8976

Outhwaite, C., McCann, P. e Newbold, T. (2022). Agriculture and climate change are reshaping insect biodiversity worldwide. *Nature* 605(7908), 1476-4687. https://www.nature.com/articles/s41586-022-04644-x

Pacheco, S., Malizia, L. R. e Cayuela, L. (2010). Effects of climate change on subtropical forests of South America. *Tropical Conservation Science*, *3*(4), 423-437.

Palacios Abrantes, J. E. (2021). *Transboundary fish stocks and their management under climate change.* Vancouver: University of British Columbia. https://doi.org/10.14288/1.0396646

Palacios Abrantes, J., Reygondeau, G., Wabnitz, C. C. C. e Cheung, W. W. L. (2020). The transboundary nature of the world's exploited marine species. *Scientific Reports*, 10(1), 17668. https://doi.org/10.1038/s41598-020-74644-2

Pan, Y., Birdsey, R. A., Fang, J., Houghton, R., Kauppi, P. E., Kurz, W. A., Phillips, O. L., Shvidenko, A., Lewis, S. L. e Canadell, J. G. (2011). A large and persistent carbon sink in the world's forests. S*cience*, *333*(6045), article 6045.

Parlamento Europeu, Direção-Geral de Políticas Externas da União, Pauwelyn, J. e Kleimann, D. (2020). *Trade related aspects of a carbon border adjustment mechanism: A legal assessment.* Parlamento Europeu. https://data.europa.eu/doi/10.2861/095035

Parmesan, C. (2006). Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annual review of ecology, evolution, and systematics*, 637-669.

Parr, C. L., Lehmann, C. E. R., Bond, W. J., Hoffmann, W. A. e Andersen, A. N. (2014). Tropical grassy biomes: Misunderstood, neglected, and under threat. *Trends in Ecology & Evolution*, *29*(4), 205-213. https://doi.org/10.1016/j.tree.2014.02.004

Parry, I. W. H., Black, S. e Zhunussova, K. (2022). Carbon taxes or emissions trading systems?: Instrument choice and design. *Staff Climate Notes*, 2022(006). https://doi.org/10.5089/9798400212307.066.A001

Parry, I. W. H., Vernon, N. e Black, S. (2021). *Still not getting energy prices right: A global and country update of fossil fuel subsidies*. Fundo Monetário Internacional. https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2021/09/23/Still-Not-Getting-Energy-Prices-Right-A-Global-and-Country-Update-of-Fossil-Fuel-Subsidies-466004

Penone, C., Allan, E., Soliveres, S., Felipe-Lucia, M. R., Gossner, M. M., Seibold, S., Simons, N. K., Schall, P., van der Plas, F., Manning, P., Manzanedo, R. D., Boch, S., Prati, D., Ammer, C., Bauhus, J., Buscot, F., Ehbrecht, M., Goldmann, K., Jung, K., ... Fischer, M. (2019). Specialisation and diversity of multiple trophic groups are promoted by different forest features. *Ecology Letters*, *22*(1), 170-180. https://doi.org/10.1111/ele.13182

Peres, C. A., Emilio, T., Schietti, J., Desmoulière, S. J. M. e Levi, T. (2016). Dispersal limitation induces long-term biomass collapse in overhunted Amazonian forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *113*(4), 892-897. https://doi.org/10.1073/pnas.1516525113

Perry, A. L., Low, P. J., Ellis, J. R. e Reynolds, J. D. (2005). Climate change and distribution shifts in marine fishes. S*cience*, *308*(5730), 1912-1915.

Peschel, D. e Liu, W. (2022). *The long-term growth prospects of the People's Republic of China*. Banco Asiático de Desenvolvimento. https://doi.org/10.22617/WPS220567-3

Peters, R., Ripple, W. J., Wolf, C., Moskwik, M., Carreón-Arroyo, G., Ceballos, G., Córdova, A., Dirzo, R., Ehrlich, P. R., Flesch, A. D., List, R., Lovejoy, T. E., Noss, R. F., Pacheco, J., Sarukhán, J. K., Soulé, M. E., Wilson, E. O., Miller, J. R. B. e 2556 cientistas signatários de 43 países (incluindo 1472 dos Estados Unidos e 616 do México) (2018). Nature divided, scientists united: US-Mexico border wall threatens biodiversity and binational conservation. *BioScience*, 68(10), 740-743. https://doi.org/10.1093/biosci/biy063

Pfaff, A., Robalino, J., Sanchez-Azofeifa, G. A., Andam, K. S. e Ferraro, P. J. (2009). Park location affects forest protection: Land characteristics cause differences in park impacts across Costa Rica. *The B.E. Journal of Economic Analysis & Policy*, *9*(2). https://doi.org/10.2202/1935-1682.1990

Pimm, S. L., Jenkins, C. N., Abell, R., Brooks, T. M., Gittleman, J. L., Joppa, L. N., Raven, P. H., Roberts, C. M. e Sexton, J. O. (2014). The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution, and protection. *Science*, *344*(6187), 1246752.

Pinos, J. e Quesada-Román, A. (2021). Flood risk-related research trends in Latin America and the Caribbean. *Water*, *14*(1), 10. https://doi.org/10.3390/w14010010.

Pittock, J., Finlayson, M., Arthington, A. H., Roux, D., Matthews, J. H., Biggs, H., Harrison, I., Blom, E., Flitcroft, R. e Froend, R. (2015). Managing freshwater, river, wetland and estuarine protected areas. *Protected Area Governance and Management*, 569-608.

PNUD (2017). *Regional overview: Impact of hurricanes Irma and Maria.* Documento de apoio à conferência. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento.

PNUD (2019). *Human Development Report 2019. Beyond income, beyond averages, beyond today: Inequalities in human development in the 21st century.* Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. http://report2019.archive.s3-website-us-east-1.amazonaws.com

PNUMA (2011). *UNEP 2010 annual report*. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. https://wedocs.unep.org/xmlui/handle/20.500.11822/7915

PNUMA-CMVC e UICN (2022). *Protected Planet: The World Database on Protected Areas (WDPA) and World Database on Other Effective Area-based Conservation Measures (WD-OECM)* [banco de dados]. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, Centro de Monitoramento da Conservação Mundial e União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais. www.protectedplanet.net.

POEA e PNUMA (2019). *Technical background report to the global mercury assessment 2018*. Programa de Monitoramento e Avaliação do Ártico e Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. https://www.amap.no/documents/doc/technical-background-report-for-the-global-mercury-assessment-2018/1815

Pörtner, H. O., Scholes, R. J., Agard, J., Archer, E., Arneth, A., Bai, X., Barnes, D., Burrows, M., Chan, L. e Cheung, W. L. W. (2021). *Scientific outcome of the IPBES-IPCC co-sponsored workshop on biodiversity and climate change*.

Potapov, P., Hansen, M., Pickens, A., Hernandez-Serna, A., Tyukavina, A., Turubanova, S., Zalles, V., Li, X., Khan, A. e Stolle, F. (2022). The global 2000-2020 land cover and land use change dataset derived from the Landsat archive: First results. *Frontiers in Remote Sensing, 3: 856903. doi: 10.3389/frsen*.

Prager, S., Ríos, A. R., Schiek, B., Almeida, J. e González, C. E. (2020). *Vulnerability to climate change and economic impacts in the agriculture sector in Latin America and the Caribbean*. Banco Interamericano de Desenvolvimento. http://dx.doi.org/10.18235/0002580

PRODES/INPE (2023). Taxas de desmatamento—Amazonia legal. *TerraBrasilis* [banco de dados]. Programa de Despoluição de Bacias Hidrográficas e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biomes/legal_amazon/rates

Radeloff, V. C., Stewart, S. I., Hawbaker, T. J., Gimmi, U., Pidgeon, A. M., Flather, C. H., Hammer, R. B. e Helmers, D. P. (2010). Housing growth in and near United States protected areas limits their conservation value. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *107*(2), 940-945.

Rasul, G., Pasakhala, B., Mishra, A. e Pant, S. (2020). Adaptation to mountain cryosphere change: Issues and challenges. *Climate and Development*, *12*(4), 297-309. https://doi.org/10.1080/17565529.2019.1617099

Raza, A., Razzaq, A., Mehmood, S., Zou, X., Zhang, X., Lv, Y. e Xu, J. (2019). Impact of climate change on crops adaptation and strategies to tackle its outcome: A review. *Plants*, *8*(2), 34. doi:10.3390/plants8020034

Reguero, B. G., Losada, I. J., Díaz-Simal, P., Méndez, F. J. e Beck, M. W. (2015). Effects of climate change on exposure to coastal flooding in Latin America and the Caribbean. *PLOS ONE*, *10*(7), e0133409. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133409.

Reid, H., Hou Jones, X., Porras, I., Hicks, C., Wicander, S., Seddon, N., Kapos, V., Rizvi, A. e Roe, D. (2019). *¿Es eficaz la adaptación basada en ecosistemas? Percepciones y lecciones aprendidas en trece sitios de proyectos*. Instituto Internacional de Meio Ambiente e Desenvolvimento. https://www.iied.org/es/17651SIIED

Reis, V., Hermoso, V., Hamilton, S. K., Ward, D., Fluet-Chouinard, E., Lehner, B. e Linke, S. (2017). A global assessment of inland wetland conservation status. *BioScience*, *67*(6), 523-533. https://doi.org/10.1093/biosci/bix045

Riahi, K., Van Vuuren, D. P., Kriegler, E., Edmonds, J., O'neill, B. C., Fujimori, S., Bauer, N., Calvin, K., Dellink, R. e Fricko, O. (2017). The shared socioeconomic pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview. *Global Environmental Change*, *42*, 153-168.

Ribeiro Lima, C. H. e AghaKouchak, A. (2017). On the relationship of rainfall and temperature across Amazonia. *AGU Fall Meeting Abstracts*, *2017*, H33B-1659.

Rico-Straffon, J., Wang, Z., Panlasigui, S., Loucks, C. J., Swenson, J. e Pfaff, A. (2023). Forest concessions and eco-certifications in the Peruvian Amazon: Deforestation impacts of logging rights and logging restrictions. *Journal of Environmental Economics and Management*, *118*, 102780. https://doi.org/10.1016/j.jeem.2022.102780

Rico-Straffon, J., Wang, Z. e Pfaff, A. (2022). *Comparing protection types in the Peruvian Amazon: Multiple-use protected areas did no worse for forests*. Documento de trabalho 2022/20. CAF.

Ridding, L. E., Newton, A. C., Keith, S. A., Walls, R. M., Diaz, A., Pywell, R. F. e Bullock, J. M. (2021). Inconsistent detection of extinction debts using different methods. *Ecography*, *44*(1), 33-43. https://doi.org/10.1111/ecog.05344

Rivas, M. E., Suárez-Alemán, A. e Serebrisky, T. (2019). *Urban transport policies in Latin America and the Caribbean: Where we are, how we got here, and what lies ahead*. Banco Interamericano de Desenvolvimento. http://dx.doi.org/10.18235/0001737

Robalino, J. e Pfaff, A. (2013). Ecopayments and deforestation in Costa Rica: A nationwide analysis of PSA's initial years. *Land Economics*, *89*(3), 432-448. https://doi.org/10.3368/le.89.3.432

Robalino, J., Sandoval, C., Barton, D. N., Chacón, A. e Pfaff, A. (2015). Evaluating interactions of forest conservation policies on avoided deforestation. *PLOS ONE*, 10(4), e0124910. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0124910

Roberts, M., Glenk, K. e McVittie, A. (2022). Urban residents value multi-functional urban greenspaces. *Urban Forestry & Urban Greening*, *74*, 127681. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2022.127681

Romanello, M., Di Napoli, C., Drummond, P., Green, C., Kennard, H., Lampard, P., Scamman, D., Arnell, N., Ayeb-Karlsson, S., Ford, L. B., Belesova, K., Bowen, K., Cai, W., Callaghan, M., Campbell-Lendrum, D., Chambers, J., van Daalen, K. R., Dalin, C., Dasandi, N., ... Costello, A. (2022). The 2022 report of the Lancet countdown on health and climate change: Health at the mercy of fossil fuels. *The Lancet*, *400*(10363), 1619-1654. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(22)01540-9.

Rosentreter, J. A., Maher, D. T., Erler, D. V., Murray, R. H. e Eyre, B. D. (2018). Methane emissions partially offset "blue carbon" burial in mangroves. *Science Advances*, *4*(6), eaao4985. https://doi.org/10.1126/sciadv.aao4985

Rozenberg, J. e Fay, M. (2019). *Beyond the gap: How countries can afford the infrastructure they need while protecting the planet*. Washington, D. C.: Banco Mundial. http://hdl.handle.net/10986/31291 License: CC BY 3.0 IGO

Rudorff, B. F. T., Adami, M., Aguiar, D. A., Moreira, M. A., Mello, M. P., Fabiani, L., Amaral, D. F. e Pires, B. M. (2011). The soy moratorium in the Amazon biome monitored by remote sensing images. *Remote Sensing*, *3*(1), 185-202. https://doi.org/10.3390/rs3010185

Ruggiero, P. G. C., Metzger, J. P., Reverberi Tambosi, L. e Nichols, E. (2019). Payment for ecosystem services programs in the Brazilian Atlantic Forest: Effective but not enough. *Land Use Policy*, *82*, 283-291. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.11.054

Russo, S., Dosio, A., Graversen, R. G., Sillmann, J., Carrao, H., Dunbar, M. B., Singleton, A., Montagna, P., Barbola, P. e Vogt, J. V. (2014). Magnitude of extreme heat waves in present climate and their projection in a warming world. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, *119*(22). https://doi.org/10.1002/2014JD022098.

Saget, C., Vogt-Schilb, A. e Luu, T. (2020). *El empleo en un futuro de cero emisiones netas en América Latina y el Caribe*. Washington D. C. e Genebra: Banco Interamericano de Desenvolvimento e Organização Internacional do Trabalho. doi:10.18235/0002509

Sain, G., Loboguerrero, A. M., Corner-Dolloff, C., Lizarazo, M., Nowak, A., Martínez-Barón, D. e Andrieu, N. (2017). Costs and benefits of climate-smart agriculture: The case of the Dry Corridor in Guatemala. *Agricultural Systems*, *151*, 163-173. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.05.004

Salzman, J., Bennett, G., Carroll, N., Goldstein, A. e Jenkins, M. (2018). The global status and trends of payments for ecosystem services. *Nature Sustainability*, *1*(3), 136-144. https://doi.org/10.1038/s41893-018-0033-0

Sánchez-Azofeifa, G. A., Pfaff, A., Robalino, J. A. e Boomhower, J. P. (2007). Costa Rica's payment for environmental services program: Intention, implementation, and impact. *Conservation Biology*, *21*(5), 1165-1173. https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2007.00751.x

Sanguinetti, P., Brassiolo, P., Ortega, D., Álvarez, F., Quintero, L., Berniell, L., de la Mata, D. e Maris, L. (2015). *RED 2015. Un Estado más efectivo. Capacidades para el diseño, la implementación y el aprendizaje de políticas públicas*. CAF.

Sanguinetti, P., Moncarz, P., Vaillant, M., Allub, L., Juncosa, F., Barril, D., Cont, W. e Lalanne, Á. (2021). *RED 2021: Caminos para la integración: facilitación del comercio, infraestructura y cadenas globales de valor*. CAF. https://cafscioteca.azurewebsites.net/handle/123456789/1823

Santamouris, M. (2014). Cooling the cities – A review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments. *Solar Energy*, *103*, 682-703. https://doi.org/10.1016/j.solener.2012.07.003

Sathaye, J., Dale, L., Larsen, P., Fitts, G., Koy, K., Lewis, S. e Lucena, A. (2011). *Estimating risk to California energy infrastructure from projected climate change.* California Energy Commission.

Saunois, M., Stavert, A. R., Poulter, B., Bousquet, P., Canadell, J. G., Jackson, R. B., Raymond, P. A., Dlugokencky, E. J., Houweling, S. e Patra, P. K. (2020). The global methane budget 2000-2017. *Earth System Science Data*, *12*(3), 1561-1623.

Schiavina, M., Freire, S. e MacManus, K. (2022). *GHS-POP R2022A - GHS population grid multitemporal (1975-2030)* [banco de dados]. Comissão Europeia, Centro Comum de Investigação (JRC). https://doi.org/10.2905/D6D86A90-4351-4508-99C1-CB074B022C4A.

Schipper, E.L.F., Revi, A., Preston, B.L., Carr, E.R., Eriksen, S.H., Fernandez-Carril, L.R., Glavovic, B.C., Hilmi, N.J.M., Ley, D., Mukerji, R., Muylaert de Araujo, M.S., Pérez, R., Rose, S.K. e Singh, P.K. (2022). Climate resilient development pathways. Em *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge (UK) e New York (EUA): Cambridge University Press, pp. 2655-2807, doi:10.1017/9781009325844.027. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/chapter/chapter-18/

Schmidt-Hebbel, K., Quiroz, J. e Givovich, F. (2020). *El rol del gas natural en la transición energética. Chile 2020-2050*. Associação das Empresas de Gás Natural. https://www.agnchile.cl/wp-content/uploads/2020/07/Estudio-final_El-Rol-del-Gas-Natural-en-la-Transicio%CC%81n-Energe%CC%81tica-de-Chile.pdf

Schneider, H. (2023). Financiamiento internacional para el cambio climático en América Latina y el Caribe. *Policy paper n.o 16*. CAF. https://scioteca.caf.com/handle/123456789/2028

Scussolini, P., Aerts, J. C. J. H., Jongman, B., Bouwer, L. M., Winsemius, H. C., de Moel, H. e Ward, P. J. (2016). FLOPROS: An evolving global database of flood protection standards. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, *16*(5), 1049-1061. https://doi.org/10.5194/nhess-16-1049-2016

Secretaria da UNFCCC (2012, dezembro 8). The Doha Amendment. *United Nations Climate Change* [site]. https://unfccc.int/process/the-kyoto-protocol/the-doha-amendment

Secretaria da UNFCCC (2020, março 23). Qué es la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. *United Nations Climate Change* [site]. https://unfccc.int/es/process-and-meetings/que-es-la-convencion-marco-de-las-naciones-unidas-sobre-el-cambio-climatico

Secretaria da UNFCCC (2022a). Nationally determined contributions registry. *United Nations Climate Change* [site]. https://unfccc.int/NDCREG?field_party_region_target_id=All&field_document_ca_target_id=All&field_vd_status_target_id=5933&start_date_datepicker=&end_date_datepicker=&order=field_version_number&sort=desc&page=1

Secretaria da UNFCCC (2022b). What is the Kyoto Protocol? *United Nations Climate Change* [site]. https://unfccc.int/kyoto_protocol

Secretaria da UNFCCC (2022c, dezembro 10). El Acuerdo de París. *United Nations Climate Change* [site]. https://unfccc.int/es/acerca-de-las-ndc/el-acuerdo-de-paris

Secretaria da UNFCCC (2022d, novembro 30). Cinco conclusiones clave de la COP27. *United Nations Climate Change* [site]. https://unfccc.int/es/proceso-y-reuniones/conferences/sharm-el-sheikh-climate-change-conference-november-2022/cinco-conclusiones-clave-de-la-cop27

Secretaria da CDB (2020a). Perspectiva mundial sobre la diversidad biológica 5. *Convenção sobre Diversidade Biológica*. https://www.cbd.int/gbo/gbo5/publication/gbo-5-es.pdf

Secretaria da CDB (2020b). Strategic plan for biodiversity 2011-2020, including Aichi biodiversity targets. *Convenção sobre Diversidade Biológica [site]*. https://www.cbd.int/sp/

Secretaria da CDB (2022a). Convention on Biological Diversity: Aichi Target 3. *Convention on Biological Diversity*. https://www.cbd.int/aichi-targets/target/3

Secretaria da CDB (2022b, agosto 11). History of the Convention. *Convenção sobre Diversidade Biológica*). Montreal. https://www.cbd.int/history/

Secretaria da CDB (2022c, novembro 11). Search NBSAPs and national reports. *Convenção sobre Diversidade Biológica.* https://www.cbd.int/nbsap/search/

Secretaria da CDB (2022d, dezembro 19). COP15: Nations adopt four goals, 23 targets for 2030 in landmark un biodiversity agreement. *Convenção sobre Diversidade Biológica*. https://www.cbd.int/article/cop15-cbd-press-release-final-19dec2022

Secretariado da Convenção de Estocolmo (2017). *The 16 new POPs: An introduction to the chemicals added to the Stockholm Convention as Persistent Organic Pollutants by the Conference of the Parties* [relatório]. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. http://www.pops.int/TheConvention/ThePOPs/TheNewPOPs/tabid/2511/Default.aspx

Silveira, F. A. O., Arruda, A. J., Bond, W., Durigan, G., Fidelis, A., Kirkman, K., Oliveira, R. S., Overbeck, G. E., Sansevero, J. B. B., Siebert, F., Siebert, S. J. Young, T. P. e Buisson, E. (2020). Myth-busting tropical grassy biome restoration. *Restoration Ecology*, *28*(5), 1067-1073. https://doi.org/10.1111/rec.13202

Sims, K. R. E. e Alix-Garcia, J. M. (2017). Parks versus PES: Evaluating direct and incentive-based land conservation in Mexico. *Journal of Environmental Economics and Management*, *86*, 8-28. https://doi.org/10.1016/j.jeem.2016.11.010

Sims, K. R. E., Alix-Garcia, J. M., Shapiro-Garza, E., Fine, L. R., Radeloff, V. C., Aronson, G., Castillo, S., Ramírez-Reyes, C. e Yáñez-Pagans, P. (2014). Improving environmental and social targeting through adaptive management in Mexico's payments for hydrological services program: Adaptive management and payment for ecosystem services. *Conservation Biology*, *28*(5), 1151-1159. https://doi.org/10.1111/cobi.12318

Skendžić, S., Zovko, M., Živković, I. P., Lešić, V. e Lemić, D. (2021). The impact of climate change on agricultural insect pests. *Insects*, *12*(5), 440. https://doi.org/10.3390/insects12050440

Sohngen, B. e Brown, S. (2004). Measuring leakage from carbon projects in open economies: A stop timber harvesting project in Bolivia as a case study. *Canadian Journal of Forest Research*, *34*(4), 829-839. https://doi.org/10.1139/x03-249

Solargis (2023). *Global horizontal irradiation (kWh/m2/día), percentil 90*. Global Solar Atlas. (aplicativo web desenvolvido pela Solargis para o Banco Mundial, utilizando dados fornecidos pela Solargis e com financiamento do Programa de Assistência à Gestão do Setor de Energia (ESMAP)). https://globalsolaratlas.info/

Songwe, V., Stern, N. e Bhattacharya, A. (2022). *Finance for climate action: Scaling up investment for climate and development*. Comissão Econômica das Nações Unidas para África. https://hdl.handle.net/10855/49154

Spracklen, D. V., Arnold, S. R. e Taylor, C. (2012). Observations of increased tropical rainfall preceded by air passage over forests. *Nature*, *489*(7415), article 7415.

Stavins, R. N. (2020). The future of US carbon-pricing policy. *Environmental and Energy Policy and the Economy*, *1*, 8-64. The University of Chicago Press. doi:10.1086/706792

Stern, D. I. (2017). The environmental Kuznets curve after 25 years. *Journal of Bioeconomics*, *19*(1), 7-28. https://doi.org/10.1007/s10818-017-9243-1

Stern, N., Stiglitz, J. e Taylor, C. (2022). The economics of immense risk, urgent action, and radical change: Towards new approaches to the economics of climate change. *Journal of Economic Methodology*, *29*(3), 181-216.

Stevenson, H. (2023). International negotiations and agreements on climate change*. Policy paper n.o 19*. CAF. https://scioteca.caf.com/handle/123456789/2034

Sumaila, U. R., Ebrahim, N., Schuhbauer, A., Skerritt, D., Li, Y., Kim, H. S., Mallory, T. G., Lam, V. W. L. e Pauly, D. (2019). Updated estimates and analysis of global fisheries subsidies. *Marine Policy*, *109*, 103695. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2019.103695

Susskind, L., Chun, J., Gant, A., Hodgkins, C., Cohen, J. e Lohmar, S. (2022). Sources of opposition to renewable energy projects in the United States. *Energy Policy*, *165*, 112922.

Taillardat, P., Thompson, B. S., Garneau, M., Trottier, K. e Friess, D. A. (2020). Climate change mitigation potential of wetlands and the cost-effectiveness of their restoration. *Interface Focus*, *10*(5), 20190129.

Tambutti, M. e Gómez, J. J (coords). (2022). *Panorama de los océanos, los mares y los recursos marinos en América Latina y el Caribe: conservación, desarrollo sostenible y mitigación del cambio climático*. Documentos de projetos (LC/TS.2020/167/Rev.1). Santiago: Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) e Governo da Noruega. https://repositorio.cepal.org/handle/11362/47737.

Tanaka, S., Teshima, K. e Verhoogen, E. (2022). North-South displacement effects of environmental regulation: The case of battery recycling. *American Economic Review: Insights*, *4*(3), 271-288.

Tanner, M. e Ratzke, L. (2022). *Deforestation, institutions, and property rights: Evidence from land titling to indigenous peoples and local communities in Ecuador.* Documento de trabalho 2022/22. CAF.

Thornton, D. H. e Branch, L. C. (2019). Transboundary mammals in the Americas: Asymmetries in protection challenge climate change resilience. *Diversity and Distributions*, 25(4), 674-683. https://doi.org/10.1111/ddi.12880

Thornton, D., Branch, L. e Murray, D. (2020). Distribution and connectivity of protected areas in the Americas facilitates transboundary conservation. *Ecological Applications*, 30(2). https://doi.org/10.1002/eap.2027

Tilman, D., May, R. M., Lehman, C. L. e Nowak, M. A. (1994). Habitat destruction and the extinction debt. *Nature*, *371*(6492), article 6492. https://doi.org/10.1038/371065a0

Torre, A. de la, Fajnzylber, P. e Nash, J. (2009). *Low carbon, high growth: Latin American responses to climate change. Overview*. Washington, D. C: Banco Mundial.

Trisos, C. H., Merow, C. e Pigot, A. L. (2020). The projected timing of abrupt ecological disruption from climate change. *Nature*, *580*(7804), 496-501.

Trove Research (2022). *Carbon Projects and Transactions* [banco de dados]. Acessado em 17 de outubro de 2022 em https://trove-research.com/intelligence-platform/carbon-projects-and-transactions/

UICN (2016). *Un estándar global para la identificación de áreas clave para la biodiversidad (KBA)* (Versión 1.0). União Internacional para a Conservação da Natureza. https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2016-048-Es.pdf

UICN (2021). *Gender and national climate planning: Gender integration in the revised nationally determined contributions.* União Internacional para a Conservação da Natureza.

UICN (2023). *Nature-based solutions* [Página web]. União Internacional para a Conservação da Natureza. https://www.iucn.org/our-work/nature-based-solutions

Unnerstall, T. (2017). How expensive is an energy transition? A lesson from the German Energiewende. *Energy, Sustainability and Society*, *7*(1), 1-5.

Uribe, C. (2017). Por qué es importante la hidroenergía y cuál es su potencial en América Latina. *Visões* [blog]. Entrada de 19 de janeiro de 2017. CAF. https://www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2017/01/por-que-es-importante-la-hidroenergia-y-cual-es-su-potencial-en-america-latina/

Urteaga, J. A. e Hallack, M. (2021). Eficiencia energética en América Latina y el Caribe ¿por qué importa? *Energia para o Futuro* [blog]. Banco Interamericano de Desenvolvimento. https://blogs.iadb.org/energia/es/eficiencia-energetica-en-america-latina-y-el-caribe-por-que-importa/

U.S. Department of Energy (2022). Alternative Fuels Data Center. *U.S. Department of Energy [banco de dados].* Maps and data - Fuel taxes by country. *Acessado em 14 de abril de 2023 em https://afdc.energy.gov/data/10327*

U.S. Department of Energy (2023). FuelEconomy.gov. The official U.S. government source for fuel economy information. *U.S. Department of Energy* [site]. Acessado em 11 de abril de 2023 em http://www.fueleconomy.gov

USGS (2023). *Mineral commodity summaries 2023*. U.S. Geological Survey. https://pubs.er.usgs.gov/publication/mcs2023

Valdiones, A. P., Bernasconi, P., Silgueiro, V., Guidotti, V., Miranda, F., Costa, J., Rajão, R. e Manzolli, B. (2021). *Desmatamento Ilegal na Amazônia e no Matopiba: Falta transparência e acesso à informação*.

Van Sluisveld, M. A. E., Martínez, S. H., Daioglou, V. e van Vuuren, D. P. (2016). Exploring the implications of lifestyle change in 2 °C mitigation scenarios using the IMAGE integrated assessment model. *Technological Forecasting and Social Change*, *102*, 309-319. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.08.013

Veldman, J. W., Buisson, E., Durigan, G., Fernandes, G. W., Le Stradic, S., Mahy, G., Negreiros, D., Overbeck, G. E., Veldman, R. G. e Zaloumis, N. P. (2015). Toward an old-growth concept for grasslands, savannas, and woodlands. *Frontiers in Ecology and the Environment*, *13*(3), 154-162.

Vergara, A., Arias, M., Gachet, B., Naranjo, L. G., Román, L., Surkin, J. e Tamayo, V. (2022). *Living Amazon report 2022*. Fundo Mundial para a Natureza (WWF).

Vial, J. (2023). Desarrollo sostenible y capital natural. *Documento sobre políticas n.o 14*. (*Documento de política nº 14*) CAF. https://scioteca.caf.com/handle//123456789/2030

Vicuña, S., Barranco, L. M., Berroeta, C., Marengo, J. A., Pacheco, P., Pérez-Fernández, J., Picado, F., Pulido-Velázquez, M., Scott, C. A., Scribano, R. e Tomassella, J. (2020). Recursos hídricos. Em J. M. Moreno Rodríguez (ed.), *Adaptación frente a los riesgos del cambio climático en los países iberoamericanos. Informe Rioccadapt*. McGraw-Hill Espanha.

Vignati, F. e Gómez-García Palao, R. (2014). *Biocomercio andino. Quince historias de éxito en Colombia, Ecuador y Perú*. Lima: CAF. https://scioteca.caf.com/handle/123456789/518

Vignola, R., Otarola, M., Alpízar, F. e Rivera, P. (2019). Gobernanza para la adaptación basada en ecosistemas (AbE) para pequeños caficultores de América Central. *Agronomia Mesoamericana 30*(1), 19-32.

Viguera, B., Martínez-Rodríguez, M.R., Donatti, C., Harvey, C.A. e Alpízar, F. (2017). *Impactos del cambio climático en la agricultura de Centroamérica, estrategias de mitigación y adaptación*. Centro de Ensino e Pesquisa Agrícola Tropical. Turrialba (Costa Rica): CATIE. https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/9476

Vo, Q. T., Künzer, C., Vo, Q. M., Moder, F. e Oppelt, N. (2012). Review of valuation methods for mangrove ecosystem services. *Ecological Indicators*, *23*, 431-446.

Vogl, V., Åhman, M. e Nilsson, L. J. (2018). Assessment of hydrogen direct reduction for fossil-free steelmaking. *Journal of Cleaner Production*, *203*, 736-745. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.279

Watts, D., Albornoz, C. e Watson, A. (2015). Clean Development Mechanism (CDM) after the first commitment period: Assessment of the world's portfolio and the role of Latin America. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 1176-1189. https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.146

Wearn, O. R., Reuman, D. C. e Ewers, R. M. (2012). Extinction debt and windows of conservation opportunity in the Brazilian Amazon. *Science*, *337*(6091), 228-232. https://doi.org/10.1126/science.1219013

WEDO (2023). Country profiles. *Gender Climate Tracker* [banco de dados]. Organização de Mulheres para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento. https://genderclimatetracker.org/country-profiles

Weikmans, R. e Roberts, J. T. (2019). The international climate finance accounting muddle: Is there hope on the horizon? *Climate and Development*, 11(2), 97-111. https://doi.org/10.1080/17565529.2017.1410087

Weikmans, R., Timmons Roberts, J., Baum, J., Bustos, M. C. e Durand, A. (2017). Assessing the credibility of how climate adaptation aid projects are categorised. *Development in Practice*, 27(4), 458-471. https://doi.org/10.1080/09614524.2017.1307325

West, T. A. P., Börner, J., Sills, E. O. e Kontoleon, A. (2020). Overstated carbon emission reductions from voluntary REDD+ projects in the Brazilian Amazon. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(39), 24188-24194. https://doi.org/10.1073/pnas.2004334117

Whelan, C. J., Şekercioğlu, Ç. H. e Wenny, D. G. (2015). Why birds matter: From economic ornithology to ecosystem services. *Journal of Ornithology*, *156*(S1), 227-238. https://doi.org/10.1007/s10336-015-1229-y

Whelan, C. J., Wenny, D. G. e Marquis, R. J. (2008). Ecosystem services provided by birds. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1134*(1), 25-60. https://doi.org/10.1196/annals.1439.003

WID (2023). *World Inequality Database*. https://wid.world/world/#sptinc_p0p50_z/XL/last/eu/k/p/yearly/s/false/6.466500000000001/12/curve/false/region

Williamson, P. e Gattuso, J.-P. (2022). Carbon removal using coastal blue carbon ecosystems is uncertain and unreliable, with questionable climatic cost-effectiveness. *Frontiers in Climate*, *4*. https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fclim.2022.853666

Winchester, N., Paltsev, S. e Reilly, J. M. (2011). Will border carbon adjustments work? *The B.E. Journal of Economic Analysis & Policy*, *11*(1). https://doi.org/10.2202/1935-1682.2696

Wittmann, F., Householder, E., Lopes, A., de Oliveira Wittmann, A., Junk, W. J. e Piedade, M. T. F. (2015). Implementation of the Ramsar Convention on South American Wetlands: An update. *Research and Reports in Biodiversity Studies*, 47. https://doi.org/10.2147/RRBS.S64502

Wolske, K. S. e Stern, P. C. (2018). Contributions of psychology to limiting climate change. *Psychology and Climate Change* (pp 127-160). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813130-5.00007-2

Woodley, S., Locke, H., Laffoley, D., MacKinnon, K., Sandwith, T. e Smart, J. (2019). A review of evidence for area-based conservation targets for the post-2020 global biodiversity framework. *Parks*, *25*(2), 31-46.

Worku, I. H., Dereje, M., Minten, B. e Hirvonen, K. (2017). Diet transformation in Africa: The case of Ethiopia. *Agricultural Economics*, *48*(S1), 73-86. https://doi.org/10.1111/agec.12387

Worthington, T. e Spalding, M. (2018). *Mangrove restoration potential: A global map highlighting a critical opportunity*. https://doi.org/10.17863/CAM.39153

Wu, C., Ye, X., Du, Q. e Luo, P. (2017). Spatial effects of accessibility to parks on housing prices in Shenzhen, China. *Habitat International*, *63*, 45-54. https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2017.03.010

Wu, X., Braun, D., Schwartz, J., Kioumourtzoglou, M. A. e Dominici, F. (2020). Evaluating the impact of long-term exposure to fine particulate matter on mortality among the elderly. *Science Advances*, *6*(29), eaba5692. doi:10.1126/sciadv.aba5692

Wunder, S., Börner, J., Ezzine-de-Blas, D., Feder, S. e Pagiola, S. (2020). Payments for environmental services: Past performance and pending potentials. *Annual Review of Resource Economics*, *12*(1), 209-234. https://doi.org/10.1146/annurev-resource-100518-094206

Wunder, S., Engel, S. e Pagiola, S. (2008). Taking stock: A comparative analysis of payments for environmental services programs in developed and developing countries. *Ecological Economics*, *65*(4), 834-852. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.03.010

Xing, J., Leard, B. e Li, S. (2021). What does an electric vehicle replace? *Journal of Environmental Economics and Management*, *107*, 102432. doi:10.1016/j.jeem.2021.102432

Xu, J., Morris, P. J., Liu, J. e Holden, J. (2018). PEATMAP: Refining estimates of global peatland distribution based on a meta-analysis. *Catena*, *160*, 134-140.

Yalew, S. G., van Vliet, M. T. H., Gernaat, D. E. H. J., Ludwig, F., Miara, A., Park, C., Byers, E., De Cian, E., Piontek, F., Iyer, G., Mouratiadou, I., Glynn, J., Hejazi, M., Dessens, O., Rochedo, P., Pietzcker, R., Schaeffer, R., Fujimori, S., Dasgupta, S., ... van Vuuren, D. P. (2020). Impacts of climate change on energy systems in global and regional scenarios. *Nature Energy*, *5*(10), 794-802. doi:10.1038/s41560-020-0664-z

Yáñez-Pagans, P., Martínez, D., Mitnik, O. A., Scholl, L. e Vázquez, A. (2018). *Sistemas de transporte urbano en América Latina y el Caribe: lecciones y retos*. BID. https://www.idbinvest.org/es/publicaciones/sistemas-de-transporte-urbano-en-america-latina-y-el-caribe

Zapata-Ríos, G., Andreazzi, C. S., Carnaval, A. C., Rodrigues da Costa Doria, C., Duponchelle, F., Flecker, A., Guayasamin, J. M., Heilpern, S., Jenkins, C. N., Maldonado, C., Meneghelli, D., Miranda, G., Moraes R., M., Silman, M., Pinheiro de Almeida Silveira, M. A., Tabet, G., Trujillo, F., Ulloa Ulloa, C. e Arieira, J. (2021). Chapter 3: Biological diversity and ecological networks in the Amazon. Em C. Nobre, A. Encalada, E. Anderson, F. H. Roca Alcazar, M. Bustamante, C. Mena, M. Peña-Claros, G. Poveda, J. P. Rodríguez, S. Saleska, S. E. Trumbore, A. Val, L. Villa Nova, R. Abramovay, A. Alencar, A. C. Rodríguez Alzza, D. Armenteras, P. Artaxo, S. Athayde, ... G. Zapata-Ríos (eds.), *Amazon assessment report 2021* (1.a ed.). UN Sustainable Development Solutions Network (SDSN). https://doi.org/10.55161/DGNM5984

Zehner, O. (2012). *Green illusions: The dirty secrets of clean energy and the future of environmentalism*. Nebraska Paperback. doi:10.2307/j.ctt1d9nqbc

Apêndices

Apêndice do capítulo 1

Informações adicionais e esclarecimentos sobre os gráficos e quadros incluídos neste capítulo são fornecidos a seguir.

Fontes de dados de emissões de GEE

O número de fontes de dados de emissões de GEE aumentou consideravelmente nas últimas duas décadas. No entanto, apenas algumas dessas fontes fornecem uma ampla cobertura de setores de atividade, territórios e gases suficientemente atualizada para acompanhar de forma abrangente os avanços e, assim, contribuir para debates científicos e políticos (Minx et al., 2021). Os bancos de dados de emissões utilizados neste capítulo e no restante do relatório são descritos a seguir.

As estatísticas de **emissões contemporâneas** são calculadas utilizando o banco de dados compilado por Minx et al. (2021) e recomendado pelo Grupo de Trabalho III do IPCC em seu Sexto Relatório de Avaliação (IPCC, 2022a). As emissões de CO_2 provenientes do uso de combustíveis fósseis e de processos industriais, metano, óxido nitroso e gases fluorados são extraídas da versão 6 do Banco de Dados de Emissões para a Pesquisa Atmosférica Global (EDGAR, por sua sigla em inglês) (Crippa et al., 2022). Dado que esse banco de dados não tem informações sobre emissões provenientes do uso da terra, mudanças no uso da terra e silvicultura, o banco de dados é complementado com dados de emissões líquidas de CO_2 do setor LULUCF fornecidos por Friedlingstein, O'Sullivan et al. (2022). Esses dados são calculados como a média simples de três modelos contábeis que fornecem estimativas das emissões anuais de CO_2 de origem antropogênica desse setor em nível global, regional e nacional: o modelo OSCAR[1] (Gasser et al., 2020), LUE[2] (Hansis et al., 2015) e H&N[3] (Houghton e Nassikas, 2017). Assim, o banco de dados final tem informações das emissões anuais de origem antropogênica de 228 países e territórios, 5 setores de atividade e 27 subsetores para o período 1970-2019.

Para o cálculo das **emissões históricas** de CO_2 de origem antropogênica é utilizado o banco de dados elaborado por Friedlingstein, O'Sullivan et al. (2022). Esse banco de dados tem estimativas em nível nacional das emissões anuais de CO_2 provenientes da queima de combustíveis fósseis e de processos industriais e das emissões líquidas de CO_2 do setor de LULUCF para o período 1850-2021. As emissões provenientes da queima de combustíveis fósseis são calculadas a partir dos dados de uso de combustíveis, do teor de carbono e da proporção desse carbono que é oxidado no processo de combustão. As emissões do setor de LULUCF são calculadas como a média simples dos resultados dos três modelos contábeis mencionados no parágrafo anterior.

1 A denominação OSCAR corresponde ao acrônimo em inglês de *outcome, situation, choices, actions and review (res*ultado, situação, escolhas, ações e revisão).

2 Esse acrônimo abrevia a denominação em inglês *bookkeeping of land-use emissions (con*tabilidade de emissões de uso da terra).

3 Nomeado assim pelo sobrenome de seus autores.

Tabela A 1.1
Contribuição da América Latina e do Caribe para as emissões históricas de CO_2 por fonte de emissão e no total por país e sub-região no período 1850-2019

Países/regiões	CO_2 CFPI	CO_2 LULUCF	CO_2 Total
América do Sul	**2,61**	**21,60**	**8,53**
Brasil	0,97	12,85	4,68
Argentina	0,51	2,15	1,02
Colômbia	0,21	2,17	0,82
Venezuela	0,47	0,88	0,60
Peru	0,12	0,71	0,30
Bolívia	0,03	0,89	0,30
Chile	0,17	0,43	0,25
Equador	0,07	0,57	0,23
Paraguai	0,01	0,59	0,19
Uruguai	0,02	0,20	0,08
Guiana	0,01	0,14	0,05
Suriname	0,01	0,02	0,01
Caribe	**0,29**	**0,70**	**0,41**
Cuba	0,10	0,44	0,21
República Dominicana	0,04	0,13	0,07
Trindade e Tobago	0,10	0,01	0,07
Jamaica	0,03	0,03	0,03
Haiti	0,005	0,082	0,029
Bahamas	0,010	0,001	0,007
Barbados	0,003	0,001	0,002
Santa Lúcia	0,001	0,001	0,001
Antígua e Barbuda	0,001	-0,001	0,001
Dominica	0,0003	0,0007	0,0004
São Vicente e Granadinas	0,0004	0,0004	0,0004
Granada	0,0005	-0,0001	0,0003
São Cristóvão e Neves	0,0004	-0,0001	0,0002

Países/regiões	CO_2 CFPI	CO_2 LULUCF	CO_2 Total
Mesoamérica	**1,33**	**2,99**	**1,84**
México	1,22	1,30	1,25
Guatemala	0,03	0,46	0,16
Nicarágua	0,01	0,44	0,15
Honduras	0,02	0,30	0,10
Costa Rica	0,02	0,19	0,07
Panamá	0,02	0,17	0,06
El Salvador	0,01	0,10	0,04
Belize	0,001	0,035	0,012
América Latina e Caribe	**4,22**	**25,29**	**10,79**

Nota: O quadro reflete a contribuição (em pontos percentuais) de cada país da região para as emissões do uso de combustíveis fósseis e processos industriais (CFPI), setor LULUCF e total para o período 1850-2019.

Fonte: Elaboração própria com dados de Friedlingstein, O'Sullivan et al. (2022).

Tabela A 1.2
Países membros da Comunidade de Estados Latino-Americanos e Caribenhos (CELAC) por sub-região e código ISO3 correspondente

América do Sul		Caribe		Mesoamérica	
País	**Código ISO3**	**País**	**Código ISO3**	**País**	**Código ISO3**
Argentina	ARG	Antígua e Barbuda	ATG	Belize	BLZ
Bolívia	BOL	Bahamas	BHS	Costa Rica	CRI
Brasil	BRA	Barbados	BRB	El Salvador	SLV
Chile	CHL	Cuba	CUB	Guatemala	GTM
Colômbia	COL	Dominica	DMA	Honduras	HND
Equador	ECU	Granada	GRD	México	MEX
Guiana	GUY	Haiti	HTI	Nicarágua	NIC
Paraguai	PRY	Jamaica	JAM	Panamá	PAN
Peru	PER	República Dominicana	DOM		
Suriname	SUR	São Cristóvão e Neves	KNA		
Uruguai	URY	São Vicente e Granadinas	VCT		
Venezuela	VEN	Santa Lúcia	LCA		
		Trinidade e Tobago	TTO		

Nota: O quadro lista todos os países da América Latina e do Caribe considerados na análise, classificados por sub-região e com seus respectivos códigos ISO3.

Fonte: Elaboração própria.

Informações adicionais e esclarecimentos sobre os gráficos e quadros incluídos neste capítulo são fornecidos a seguir.

Esclarecimentos sobre o gráfico 1.2

Os seguintes países da América Latina e do Caribe são considerados com informações sobre o aumento de temperatura esperado para diferentes períodos em relação a 1985-2014: Argentina, Bahamas, Barbados, Belize, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, Cuba, Equador, El Salvador, Guatemala, Guiana, Haiti, Honduras, Jamaica, México, Nicarágua, Panamá, Paraguai, Peru, República Dominicana, São Vicente e Granadinas, Suriname, Uruguai e Venezuela.

Apêndice do capítulo 2

Esclarecimento sobre os gráficos 2.2, 2.6

Os países incluídos no Caribe são Antígua e Barbuda, Bahamas, Barbados, Cuba, Dominica, Granada, Haiti, Jamaica, República Dominicana, São Cristóvão e Neves, São Vicente e Granadinas, Santa Lúcia e Trindade e Tobago.

Os países incluídos na Mesoamérica são Belize, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicarágua e Panamá.

Os países incluídos na América do Sul são Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Equador, Guiana, Paraguai, Peru, Suriname, Uruguai e Venezuela.

Todos os países incluídos nessas três sub-regiões são considerados como América Latina e Caribe.

Esclarecimento sobre o gráfico 1 do quadro 2.1

Os países incluídos no Caribe são Antígua e Barbuda, Bahamas, Barbados, Cuba, Dominica, Granada, Haiti, Jamaica, Porto Rico, República Dominicana, São Cristóvão e Neves, São Vicente e Granadinas, Santa Lúcia e Trindade e Tobago.

Os países incluídos na Mesoamérica são Belize, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicarágua e Panamá.

Os países incluídos na América do Sul são Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Equador, Guiana, Paraguai, Peru, Suriname, Uruguai e Venezuela.

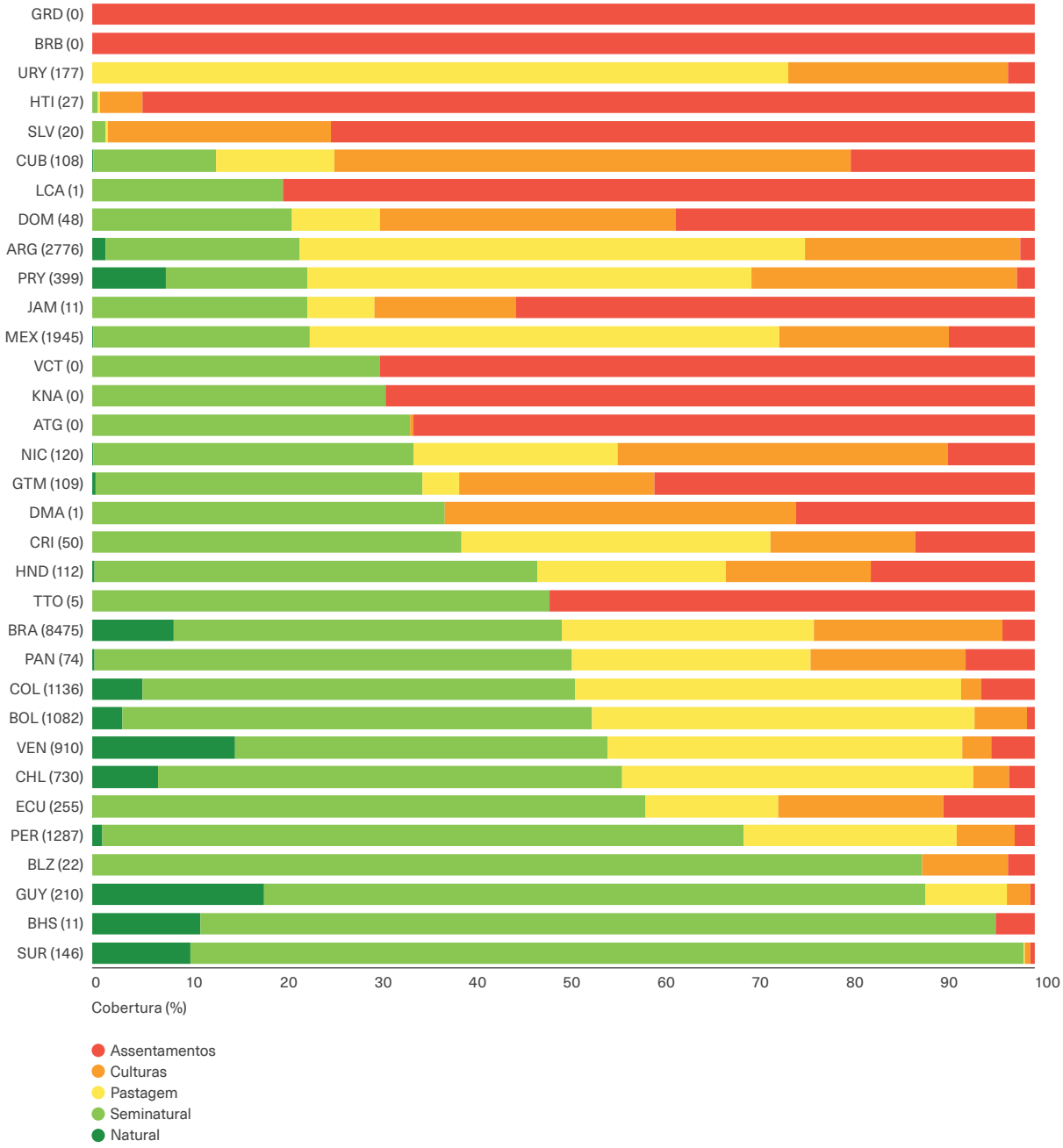
Todos os países incluídos nessas três sub-regiões são considerados como América Latina e Caribe.

Esclarecimento sobre os gráficos 2.7, 2.8 e 2.9

Os países incluídos são Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, Cuba, Curaçao, Equador, El Salvador, Guatemala, Haiti, Honduras, Jamaica, México, Nicarágua, Panamá, Paraguai, Peru, República Dominicana, Suriname, Trindade e Tobago, Uruguai e Venezuela.

Apêndice do capítulo 3

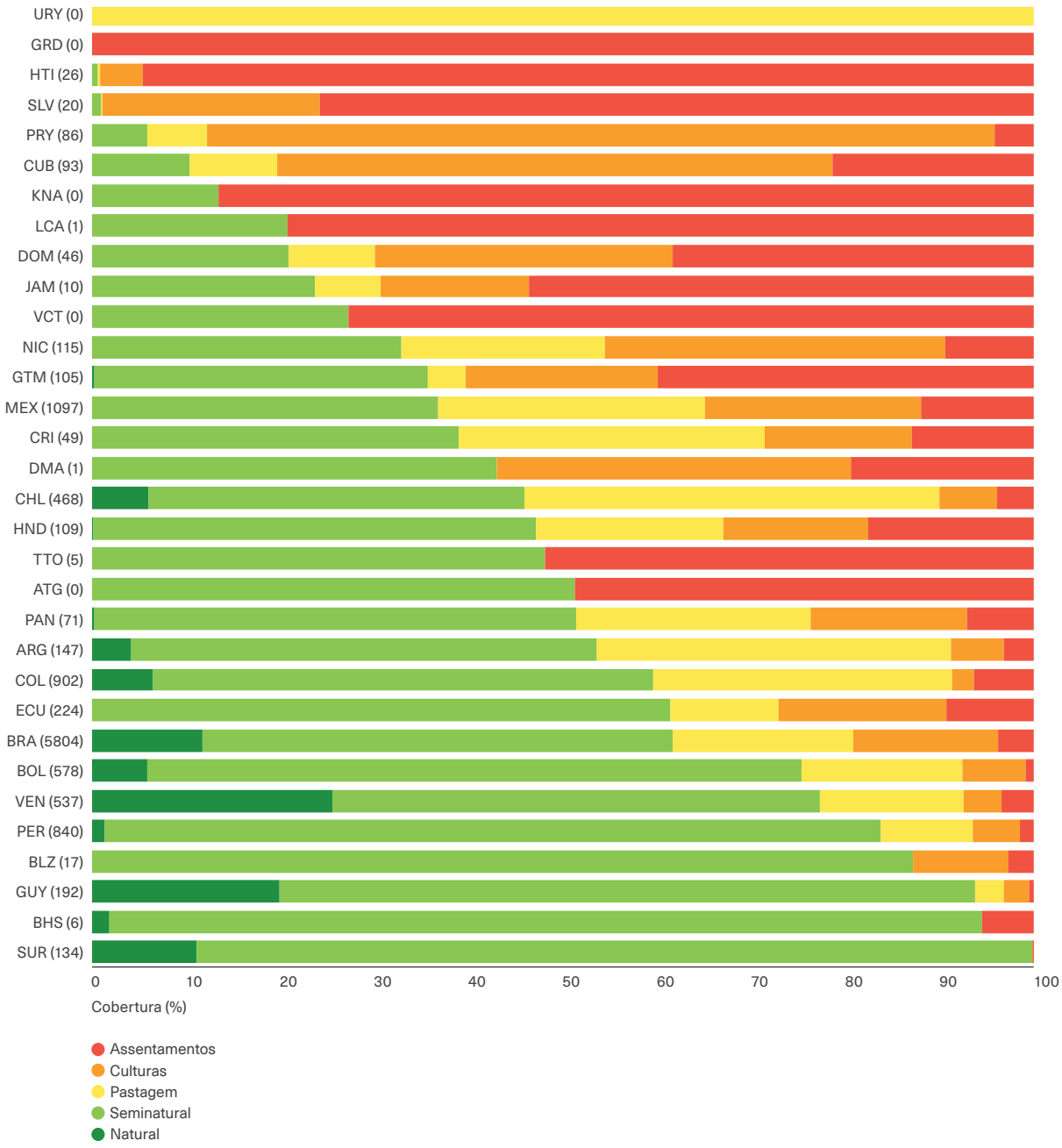
Gráfico A 3.1
Uso do solo nos países da América Latina e do Caribe, 2017



Nota: O gráfico mostra o uso antrópico do solo em cada país, levando em conta todas as ecorregiões. Os valores do gráfico são mostrados em porcentagens em relação ao uso antrópico do solo em cada país. Ao lado de cada um, entre parênteses, é mostrada a área total em milhares de km^2.

Fonte: Elaboração própria com base em dados georreferenciados de Gauthier et al. (2021) e Dinerstein et al. (2017).

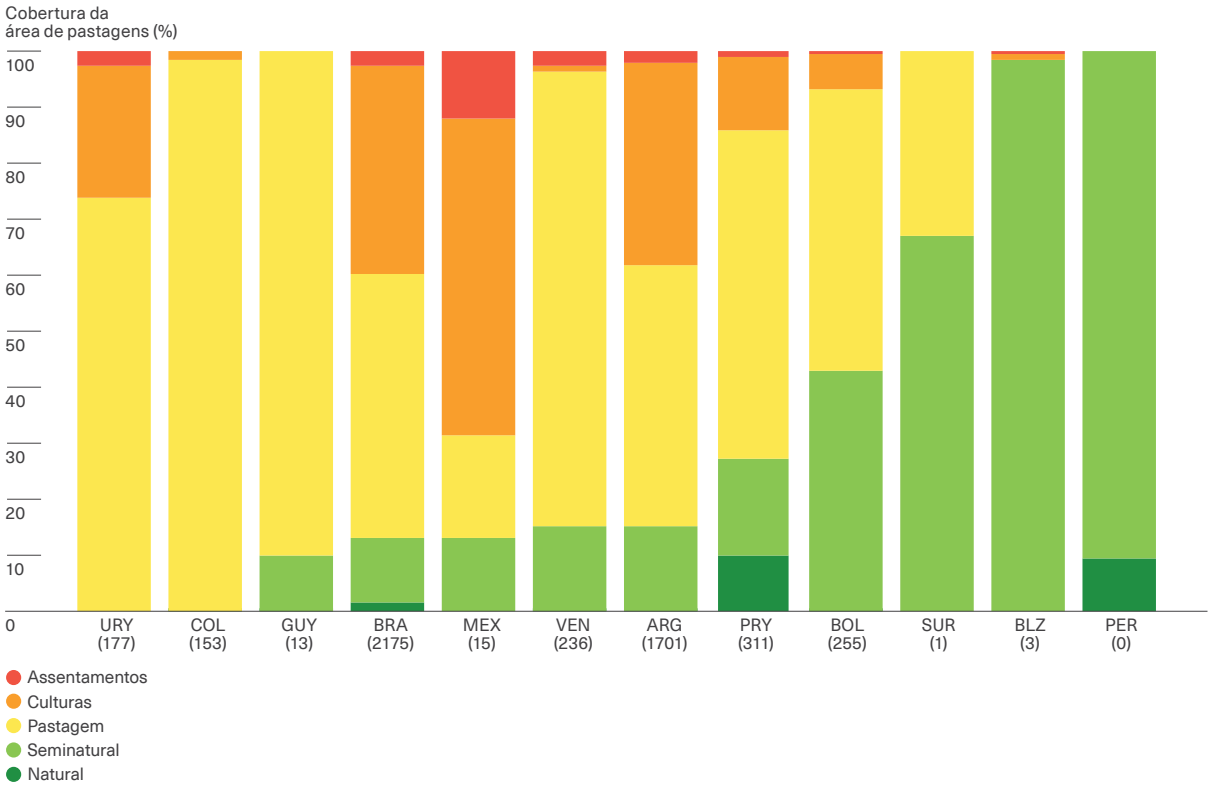
Gráfico A 3.2
Uso do solo em ecorregiões florestais em países da América Latina e do Caribe, 2017



Nota: O gráfico mostra o uso antrópico das florestas em cada país. Os valores no gráfico são mostrados em porcentagens em relação à cobertura de florestas de cada país. Ao lado de cada um deles, entre parênteses, é mostrada a área total de florestas em milhares de km^2. As ecorregiões consideradas dentro das florestas podem ser consultadas na seção de esclarecimentos dos gráficos e tabelas.

Fonte: Elaboração própria com base em dados georreferenciados de Gauthier et al. (2021) e Dinerstein et al. (2017).

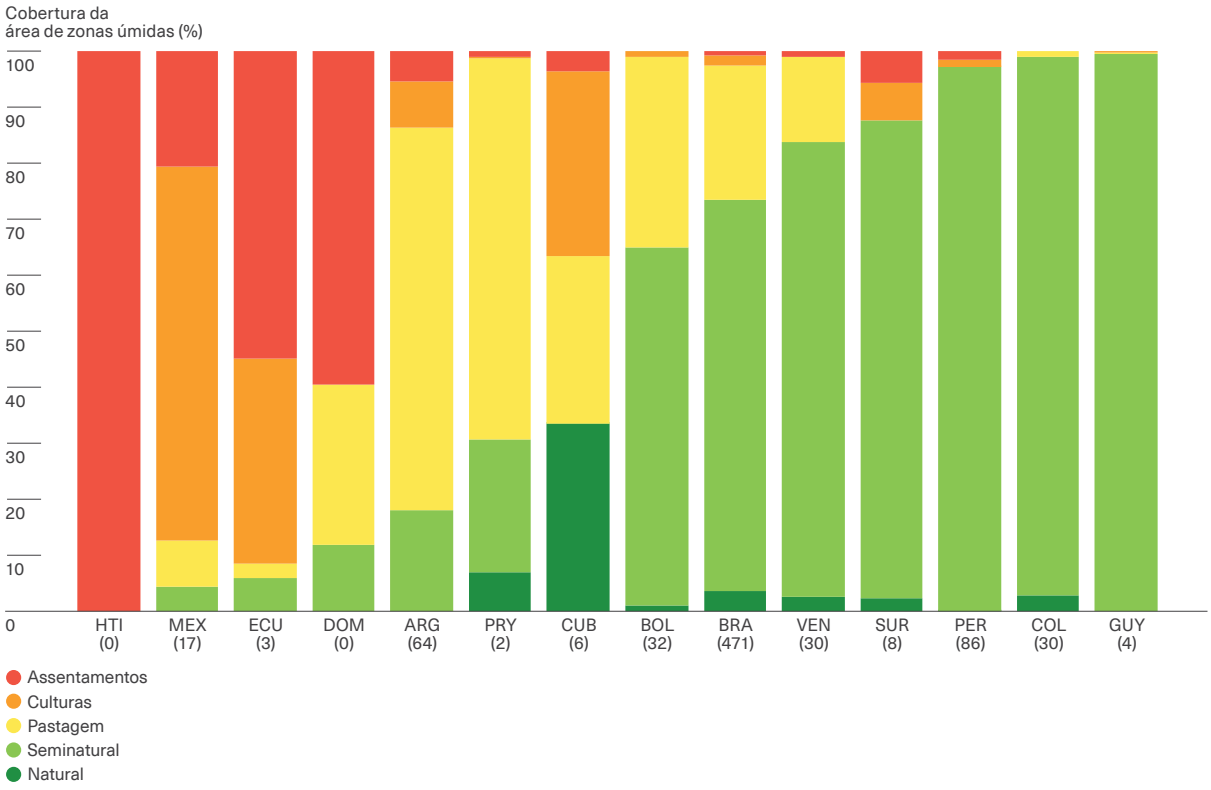
Gráfico A.3.3
Uso do solo em ecorregiões de pastagens, savanas e matagais nos países da América Latina e do Caribe, 2017



Nota: O gráfico mostra o uso antrópico das pastagens em cada país. Os valores do gráfico são mostrados em porcentagem em relação à cobertura de pastagens de cada país. Abaixo de cada um deles é mostrada entre parênteses a área total de pastagens em milhares de km². As ecorregiões consideradas dentro de pastagens, savanas e matagais podem ser consultadas na seção de esclarecimentos de gráficos e tabelas.

Fonte: Elaboração própria com base em dados georreferenciados de Gauthier et al. (2021) e Dinerstein et al. (2017).

Gráfico A 3.4
Uso do solo em ecorregiões de zonas úmidas em países da América Latina e do Caribe, 2017



Nota: O gráfico mostra o uso antrópico das zonas úmidas em cada país. Os valores do gráfico são mostrados em porcentagem em relação à cobertura de zonas úmidas de cada país. Abaixo de cada país é mostrada entre parênteses a área total de zonas úmidas em milhares de km². As ecorregiões consideradas dentro zonas úmidas podem ser consultadas na seção de esclarecimentos de gráficos e tabelas.

Fonte: Elaboração própria com base em dados georreferenciados de Gauthier et al. (2021) e Dinerstein et al. (2017).

Cálculos de áreas protegidas

Cálculo da extensão das áreas protegidas por país e por bioma

O exercício refletido nas figuras 3.6 a 3.9 e nas tabelas 3.3 e 3.4 utiliza o Banco de Dados Mundial sobre Áreas Protegidas (WDPA por sua sigla em inglês) do PNUMA, o Centro Mundial de Monitoramento da Conservação (WCMC por sua sigla em inglês) e a IUCN (2022). A análise considera todas as áreas protegidas (APs) na América Latina e no Caribe com designação nacional. A maioria das APs é fornecida como polígonos que delimitam o território protegido. Entretanto, para algumas APs, são fornecidos apenas pontos que representam o centroide (aproximado) do território protegido. Para essas últimas, são criadas áreas circulares (buffers) ao redor dos pontos, de modo que a superfície do buffer corresponda à área protegida informada no WDPA. As observações que não especificam a superfície da área protegida ou que informam uma superfície igual a 0 km^2 são descartadas.

Utilizando a tipificação da IUCN (vide a tabela 3.2) fornecida no WDPA, as APs são classificadas em duas categorias: 1) estrita e 2) de uso múltiplo (UM). A categoria estrita inclui APs com tipificação IUCN entre I e IV, ambas inclusive, enquanto os tipos V, VI e aqueles sem classificação da IUCN são considerados de uso múltiplo.

Uma vez combinadas as camadas de polígono e de buffer, a última é dissolvida para evitar a contagem dupla da área protegida de polígonos sobrepostos. Caso uma parte do território seja protegida tanto por uma AP estrita quanto por uma AP de uso múltiplo, esse território será considerado como uma AP estrita. As estimativas para o ano de 1990 incluem APs designadas até aquele ano, inclusive.

Para a atribuição de áreas por país, é utilizada a variável fornecida pelo WDPA, enquanto para a atribuição de AP por biomas é combinada essa base com a de Ecoregions2017 (Dinerstein et al., 2017).

Cálculo da área protegida e da densidade populacional

Para esse exercício, é utilizado o banco de dados BD-MAP, aplicando os mesmos filtros e processamentos descritos na seção anterior, e o banco de dados de população mundial de assentamento humanos (GHS, por sua sigla em inglês) da Comissão Europeia (Schiavina et al., 2022). O GHS é composto de várias grades, com uma resolução original de 100 m. Cada célula indica o número de habitantes dentro dela. Para este exercício, os dados são agregados a uma resolução de 1.000 m para facilitar o cálculo das estimativas. Uma vez agregada, a densidade populacional é calculada para cada célula de 1.000 m como o número de habitantes por km^2. Cada célula é então classificada como desabitada, rural ou urbana, de acordo com a densidade populacional dentro dela:

- Desabitada: tem uma densidade populacional inferior a 5 pessoas por km^2.
- Rural: tem uma densidade populacional entre 5, inclusive, e 150 pessoas por km^2.
- Urbana: tem uma densidade populacional igual ou superior a 150 pessoas por km^2.

Uma vez classificadas as células populacionais, elas são combinadas com o banco de dados WDPA.

Esclarecimentos sobre gráficos e tabelas

Esclarecimento sobre os gráficos 3.4, 3.7, 3.8 e as tabelas 3.1 e 3.3

Os países incluídos no Caribe são: Antígua e Barbuda, Bahamas, Barbados, Cuba, Dominica, Granada, Haiti, Jamaica, República Dominicana, São Cristóvão e Neves, São Vicente e Granadinas, Santa Lúcia e Trindade e Tobago.

Os países incluídos na Mesoamérica são: Belize, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicarágua e Panamá.

Os países incluídos na América do Sul são: Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Equador, Guiana, Paraguai, Peru, Suriname, Uruguai e Venezuela.

Todos os países incluídos nessas três sub-regiões são considerados como América Latina e Caribe.

Esclarecimento sobre os gráficos 3.4, A.3.1, A.3.2, A.3.3 e A.3.4 em relação à classificação das ecorregiões

A partir do banco de dados Ecoregions2017, a área florestal é definida como todas as ecorregiões pertencentes aos seguintes biomas: florestas de coníferas tropicais e subtropicais; florestas, bosques e matagais mediterrâneos; florestas temperadas de folhas largas e florestas mistas; e florestas secas tropicais e subtropicais de folhas largas. Também estão incluídas as ecorregiões pertencentes aos biomas de florestas úmidas tropicais e subtropicais de folhas largas, exceto aquelas classificadas como zonas úmidas. Também está incluída nessa categoria a floresta de Mosquitia, que pertence ao bioma de pastagens, savanas e matagais tropicais e subtropicais.

Pastagem, savana e matagal são considerados a área coberta pelo bioma de pastagens, savanas e matagais tropicais e subtropicais. As seguintes ecorregiões do bioma pastagens, savanas e matagais temperados também estão incluídas: El Espinal, savana uruguaia, cerrado e pampas úmidas.

Todas as ecorregiões que fazem parte do bioma de pastagens e savanas inundadas são consideradas zonas úmidas. Também estão incluídas as seguintes ecorregiões pertencentes ao bioma de florestas úmidos tropicais e subtropicais de folhas largas: florestas de pântanos de água doce da Guiana, Várzea de Gurupa, Várzea de Iquitos, Várzea de Marajó, Várzea de Monte Alegre, florestas de pântano do delta do Orinoco, pântanos de Centla e planície de inundação de Purús.

Classificação dos tipos de uso do solo

Para os exercícios que consideram o tipo de uso do solo, é utilizado o banco de dados de Gauthier et al. (2021), que classifica todo o território em 20 antromas ou tipos de uso antrópico do solo. Os exercícios realizados neste capítulo resumem esses usos em 5 categorias: assentamentos, culturas, pastagem, seminatural e natural. Abaixo segue uma tabela de correspondência entre os 20 antromas do banco de dados de Gauthier et al. (2021) e as categorias utilizadas neste capítulo.

Código	Antromas de Gauthier et al. (2021)	Classificação
11	Urbano	Assentamentos densos
12	Assentamentos mistos	Assentamentos densos
21	Vilas de arrozais	Vilas agrícolas
22	Vilas de irrigados	Vilas agrícolas
23	Vilas de sequeiro	Vilas agrícolas
24	Vilas de pastagem	Vilas agrícolas
31	Terras de cultivo residenciais irrigadas	Culturas
32	Terras de cultivo residencial de sequeiro	Culturas
33	Terras de cultivo povoadas	Culturas
34	Terras de cultivo remotas	Culturas
41	Pastagens residenciais	Pastoreio
42	Pastagens povoadas	Pastoreio
43	Pastagens remotas	Pastoreio
51	Florestas residenciais	Seminatural
52	Florestas povoadas	Seminatural
53	Florestas remotas	Seminatural
54	Terras áridas habitadas	Seminatural
61	Florestas selvagens	Natural
62	Terras áridas selvagens	Natural
63	Gelo, desabitado	Natural

Apêndice do capítulo 4

Esclarecimentos sobre a figura 4.1

Principais marcos dos acordos internacionais sobre mudanças climáticas

a/ O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (mais conhecido como IPCC, por sua sigla em inglês) é estabelecido na Primeira Conferência Internacional sobre Mudanças Climáticas. Criado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), seu objetivo é gerar informações científicas atualizadas sobre as mudanças climáticas e facilitar as avaliações de suas causas, consequências e possíveis respostas políticas para combatê-las (Jackson, 2007).

b/ Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento no Rio de Janeiro (Brasil) em 1992. Conhecida também como "Cúpula da Terra", essa conferência trata do impacto das atividades socioeconômicas humanas sobre o meio ambiente. Nela, a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (CQNUMC) foi assinada com o objetivo de estabilizar a concentração de gases de efeito estufa na atmosfera e evitar interferências antropogênicas perigosas no meio ambiente. Até o final de 1992, 158 países haviam assinado a convenção (Jackson, 2007). A CQNUMC reconhece oficialmente que o impacto da ação humana sobre o meio ambiente é um problema que deve ser tratado pelos Estados (Secretariado da CQNUMC, 2020).

c/ Primeira reunião das Partes da CQNUMC. A Convenção entra em vigor em 1994 e a primeira Conferência das Partes (COP1) é realizada em março de 1995. Nessa conferência, os Estados iniciam as negociações para chegar a um acordo sobre as metas globais de mudanças climáticas.

d/ O Protocolo de Quioto (Japão) é estabelecido durante a terceira Conferência das Partes da CQNUMC com o objetivo de reduzir as emissões totais de dióxido de carbono e outros gases de efeito estufa (Secretariado da CQNUMC, 2022b).

Nos anos seguintes, o acordo é ratificado por 192 países, com exceção dos EUA e do Canadá (que saiu em 2011). O primeiro período de implementação do Protocolo de Quioto vai de 2005 a 2012 (Hirst, 2020). Em seguida, por meio da Emenda de Doha de 2012, ele é prorrogado por um segundo período, de 2013 a 2020 (Secretariado da CQNUMC, 2012).

e/ O Acordo de Paris é assinado na Conferência sobre Mudanças Climáticas. O Acordo estabelece uma meta global de não elevar a temperatura média acima de 2°C em relação ao nível pré-industrial e fazer esforços para não aumentá-la em mais de 1,5°C. O Acordo solicita que todas as partes (países industrializados e em desenvolvimento) apresentem seus compromissos e metas para atingir o objetivo na forma de contribuições determinadas nacionalmente (NDCs, por sua sigla em inglês). Foi estabelecido o prazo de 2018 para que os países apresentem sua primeira NDC, que entraria em vigor em 2020 (Secretariado da CQNUMC, 2022d).

Referências da linha do tempo sobre biodiversidade

f/ A Convenção sobre Diversidade Biológica foi acordada na Cúpula da Terra no Rio de Janeiro em 1992. O acordo foi inicialmente ratificado (em 4 de junho de 1993) por 168 partes e, atualmente, conta com 196 aderentes (Secretariado da CDB, 2022b). Ele estabelece os seguintes objetivos principais: 1) a conservação da diversidade biológica; 2) o uso sustentável dos componentes da diversidade biológica; e 3) o compartilhamento justo e equitativo dos benefícios decorrentes da utilização dos recursos genéticos.

g/ O Plano Estratégico para a Biodiversidade 2011-2020 é adotado durante a Conferência das Partes de 2010, juntamente com as 20 Metas de Aichi (Japão) para a Biodiversidade. Esses documentos incentivam as Partes a desenvolver suas próprias metas nacionais e regionais usando o Plano Estratégico como estrutura e a atualizar suas estratégias e planos de ação nacionais em matéria de biodiversidade. Até o momento, 194 países (99%) apresentaram pelo menos uma estratégia nacional de biodiversidade e um plano de ação (Secretariado da CDB, 2022c).

h/ O Plano Estratégico para a Biodiversidade 2021-2030 é definido na COP15 da Convenção sobre Diversidade Biológica realizada em Montreal, Canadá, em dezembro de 2022. O novo plano, intitulado Estrutura Global de Biodiversidade de Kunming-Montreal, prevê quatro metas globais para 2050 e 23 metas orientadas para a ação para 2030. Em resumo, as metas são: 1) proteger os ecossistemas, interromper a extinção de espécies e aumentar a abundância de populações nativas; 2) usar a biodiversidade de forma sustentável e manter as contribuições da natureza para as pessoas; 3) compartilhar de forma justa e equitativa os benefícios do uso de recursos genéticos e seus conhecimentos associados; 4) reservar e tornar acessíveis os recursos necessários para implementar a Estrutura Global, especialmente nos países em desenvolvimento e menos desenvolvidos, reduzindo a lacuna de financiamento da biodiversidade de US$ 700 bilhões por ano (Conferência das Partes na CDB, 2022).

Lista das NDCs analisadas na tabela 4.1 e nos gráficos 4.2, 4.4 e 4.5

A lista a seguir detalha as datas das NDCs analisadas no capítulo. A data limite para a revisão da pesquisa documental é dezembro de 2022.

Tabela A 4.1
Países e datas das NDCs analisadas

País	Data de apresentação da NDC	País	Data de apresentação da NDC	País	Data de apresentação da NDC
Afeganistão	23/11/2016	Gabão	07/06/2022	Omã	29/7/2021
Albânia	10/12/2021	Gâmbia	09/12/2021	Países Baixos	18/12/2020
Alemanha	18/12/2020	Geórgia	05/05/2021	Paquistão	21/10/2021
Andorra	20/5/2020	Gana	11/04/2021	Palau	22/4/2016
Angola	31/5/2021	Granada	12/01/2020	Palestina	10/10/2021
Antígua e Barbuda	09/02/2021	Grécia	18/12/2020	Panamá	28/12/2020
Arábia Saudita	23/10/2021	Guatemala	23/5/2022	Papua Nova Guiné	16/12/2020
Argélia	20/10/2016	Guiné	28/7/2021	Paraguai	16/7/2021

Continua na próxima página →

País	Data de apresentação da NDC	País	Data de apresentação da NDC	País	Data de apresentação da NDC
Argentina	11/02/2021	Guiné Equatorial	30/10/2018	Peru	19/12/2020
Armênia	05/05/2021	Guiné-Bissau	10/12/2021	Polônia	18/12/2020
Austrália	16/06/2022	Guiana	20/5/2016	Portugal	18/12/2020
Áustria	18/12/2020	Haiti	06/01/2022	Catar	24/8/2021
Azerbaijão	01/09/2017	Honduras	19/5/2021	Reino Unido	12/12/2020
Bahamas	11/07/2022	Hungria	18/12/2020	República Árabe Síria	30/11/2018
Bahrein	18/10/2021	Índia	26/8/2022	República Centro-Africana	24/1/2022
Bangladesh	26/8/2021	Indonésia	22/7/2021	República Tcheca	18/12/2020
Barbados	30/7/2021	Irã, República Islâmica	Sem registros	República da Moldávia	04/03/2020
Bélgica	18/12/2020	Iraque	15/10/2021	República da Macedônia do Norte	19/4/2021
Belize	09/01/2021	Irlanda	18/12/2020	República Democrática Popular do Laos	05/11/2021
Benin	10/12/2021	Islândia	18/2/2021	República Dominicana	29/12/2020
Belarus	10/11/2021	Ilhas Cook	09/01/2016	República Eslovaca	18/12/2020
Bolívia	15/04/2022	Ilhas Marshall	22/11/2018	Romênia	18/12/2020
Bósnia e Herzegovina	20/04/2021	Ilhas Salomão	19/7/2021	Rússia	25/11/2020
Botsuana	11/11/2016	Israel	29/7/2021	Ruanda	20/5/2020
Brasil	04/07/2022	Itália	18/12/2020	Samoa	30/7/2021
Brunei Darussalam	31/12/2020	Jamaica	07/01/2020	São Cristóvão e Neves	25/10/2021
Bulgária	18/12/2020	Japão	22/10/2021	São Marino	26/9/2018
Burkina Faso	10/09/2021	Jordânia	10/12/2021	São Vicente e Granadinas	29/6/2016
Burundi	10/05/2021	Cazaquistão	12/06/2016	Santa Lúcia	27/1/2021
Butão	24/06/2021	Quênia	28/12/2020	São Tomé e Príncipe	30/7/2021
Cabo Verde	04/02/2021	Quirguistão	10/09/2021	Senegal	29/12/2020
Camboja	31/12/2020	Kiribati	21/9/2016	Sérvia	24/8/2022
Camarões	10/11/2021	Kuwait	10/12/2021	Seychelles	30/7/2021
Canadá	07/12/2021	Lesoto	22/06/2018	Serra Leoa	31/7/2021
Chade	19/10/2021	Letônia	18/12/2020	Cingapura	31/3/2020
Chile	04/09/2020	Líbano	16/3/2021	Somália	31/7/2021
China	28/10/2021	Libéria	08/04/2021	Sri Lanka	24/9/2021
Chipre	18/12/2020	Líbia	Sin registros	África do Sul	27/9/2021
Colômbia	30/12/2020	Liechtenstein	20/09/2017	Sudão	31/5/2021
Comores	08/02/2021	Lituânia	18/12/2020	Sudão do Sul	21/9/2021

Continua na próxima página →

País	Data de apresentação da NDC	País	Data de apresentação da NDC	País	Data de apresentação da NDC
Congo, República do	08/02/2021	Luxemburgo	18/12/2020	Suécia	18/12/2020
Congo, República Democrática do	08/02/2021	Madagascar	21/9/2016	Suíça	12/09/2020
Coreia, República da	23/12/2021	Malásia	30/7/2021	Suriname	12/09/2019
Coreia, República Popular	19/9/2019	Malawi	30/7/2021	Tailândia	26/10/2020
Costa do Marfim	05/09/2022	Maldivas	28/12/2020	Tanzânia	30/7/2021
Costa Rica	29/12/2020	Mali	10/11/2021	Tajiquistão	10/12/2021
Croácia	18/12/2020	Malta	18/12/2020	Timor-Leste	16/8/2017
Cuba	17/9/2020	Marrocos	22/6/2021	Togo	10/12/2021
Dinamarca	18/12/2020	Maurícias, República das Ilhas	10/05/2021	Tonga	12/09/2020
Djibuti	11/11/2016	Mauritânia	10/12/2021	Trindade e Tobago	22/2/2018
Dominica	07/04/2022	México	17/11/2022	Tunísia	10/10/2021
Equador	29/3/2019	Micronésia, Estado	15/09/2016	Turcomenistão	21/10/2016
Egito, República A.	07/07/2022	Mônaco	28/12/2020	Turquia	10/11/2021
El Salvador	01/04/2022	Mongólia	13/10/2020	Tuvalu	22/4/2016
Emirados Árabes Unidos	29/12/2020	Montenegro	15/6/2021	Ucrânia	31/7/2021
Eritreia	19/6/2018	Moçambique	27/12/2021	Uganda	10/12/2021
Eslovênia	18/12/2020	Myanmar (Birmânia)	08/03/2021	União Europeia	18/12/2020
Espanha	18/12/2020	Namíbia	30/7/2021	Uruguai	30/12/2022
Estados Unidos	22/4/2021	Nauru	14/10/2021	Uzbequistão	30/10/2021
Estônia	18/12/2020	Nepal	12/08/2020	Vanuatu	23/3/2021
Essuatíni	10/12/2021	Nicarágua	24/12/2020	Venezuela	11/09/2021
Etiópia	23/7/2021	Níger	13/12/2021	Vietnã	09/11/2020
Fiji	31/12/2020	Nigéria	30/07/2021	Iêmen, República do	23/11/2015
Filipinas	15/4/2021	Niue	28/10/2016	Zâmbia	30/07/2021
Finlândia	18/12/2020	Noruega	02/07/2020	Zimbábue	24/09/2021
França	18/12/2020	Nova Zelândia	11/03/2021		

Fonte: Elaboração própria com base no registro das NDCs do Secretariado da CQNUMC (2022a).

Cálculos para estimar as metas de mitigação de emissões de GEE das NDCs da tabela 4.1

A tabela 4.1 apresenta uma medida da ambição das NDCs dos países, agregada ao nível regional. Para isso, são usados os 128 países (signatários do Acordo de Paris) que levantaram uma meta quantitativa de mitigação de emissões de GEE. Para estimar as variáveis apresentadas na tabela, há duas entradas principais: as emissões de cada país em 2015 e as emissões projetadas de cada país até 2030, de acordo com suas metas.

As emissões históricas de GEE do país *i* em 2015 ($GEI_{i,2015}$), são obtidas do banco de dados do Climate Watch (2022), que se baseia nas estimativas de emissões de combustíveis fósseis da AIE (OCDE, 2022a) e nas emissões de GEE do setor de uso da terra, mudança no uso da terra e florestas (LULUCF) da FAO (2022). Os dados de emissões de 2015 relatados nas próprias NDCs e nos inventários nacionais de emissões (NIR, por sua sigla em inglês) não são usados devido à baixa homogeneidade das informações disponíveis, em especial para os países não incluídos no Anexo I do Protocolo de Quioto.

O cálculo das emissões projetadas para 2030 de acordo com a meta ($GEI_{i,2030}$) é um pouco mais complexo e depende da forma como a meta é definida na NDC:

1. Se a meta for expressa como um nível absoluto de emissões para 2030, esse valor será usado diretamente.

2. Se a meta for expressa como uma mudança percentual ($Var\_GEI_{i,ref}$) em relação a um ano de referência ($GEI_{i,ref}$), aplica-se a fórmula $GEI_{i,2030} = GEI_{i,ref} \times (1 + Var\_GEI_i)$, onde Var_GEI_i tem um sinal negativo no caso (frequente) da meta propor uma redução de emissões em relação ao ano de referência. O valor das emissões no ano de referência ($GEI_{i,ref}$) pode se referir às emissões em um ano histórico ou a um nível hipotético de emissões no mesmo ano de 2030 para um cenário de tendência inercial (*business-as-usual).* Se a NDC declarar qual é esse valor de emissões no ano de referência, esse número será considerado como $GEI_{i,ref}$. Se a NDC não declarar isso e o ano de referência for um ano histórico, serão usadas as emissões desse ano de acordo com o último inventário de emissões (NIR) do país. Se os dados não estiverem disponíveis no NIR, serão usados os dados do banco de dados do Climate Watch.

3. Alguns países apresentam suas metas como uma mudança (redução, especificamente) na intensidade das emissões em relação ao PIB, ou seja, uma redução nas unidades de GEE emitidas por unidade de PIB ($Int\_GEI_{i,t} = \frac{GEI_{i,t}}{PIB_{i,t}}$) em comparação com um ano de referência histórico. Nesses casos, a seguinte equação é aplicada para derivar as emissões projetadas para 2030:

$$GEI_{i,2030} = PIB_{i,2030} \times Int\_GEI_{i,2030}$$

onde $Int\_GEI_{i,2030}$ é obtida calculando-se a intensidade das emissões no ano de referência ($Int\_GEI_{i,ref} = \frac{GEI_{i,ref}}{PIB_{i,ref}}$) *e ap*licando-se a redução estabelecida na meta da NDC (Var_Int_i), ou seja, $Int\_GEI_{i,2030} = Int\_GEI_{i,ref} \times (1 + Var\_Int_i)$. Por sua vez, $PIB_{i,2030}$ *é der*ivada das projeções do FMI (2022b) e do Banco Asiático de Desenvolvimento (BAD, 2023; Peschel et Liu, 2022).

As metas também podem variar em termos dos setores que abrangem. Se for uma meta global (incluindo todos os setores), os valores de $GEI_{i,ref}$ e $GEI_{i,2015}$ incluem todos os setores. Se a meta excluir o setor LULUCF, os valores $GEI_{i,ref}$ e $GEI_{i,2015}$ serão obtidos sem contar esse setor.

Com esses valores, a diferença absoluta entre as emissões projetadas em 2030 e as emissões em 2015 (apresentadas na penúltima coluna da tabela 4.1) é calculada como como $GEI_{i,2030} - GEI_{i,2015}$; e a variação percentual (última coluna da tabela) é calculada como $\frac{GEI_{i,2030}}{GEI_{i,2015}} - 1$.

*N*o caso de agregados regionais, os valores são estimados pela agregação de todos os países i que pertencem à região j. Ou seja, a diferença absoluta (penúltima coluna) é $\sum_{i \in j} GEI_{i,2030} - GEI_{i,2015}$ e a diferença percentual é $\frac{\sum_{i \in j} GEI_{i,2030}}{\sum_{i \in j} GEI_{i,2015}} - 1$.

Esclarecimentos sobre a definição de regiões e países inclusos nos gráficos

Esclarecimentos sobre os países incluídos na tabela 4.1

Os seguintes países são considerados com informações sobre suas NDCs e emissões de GEE:

Da África, Benim, Botsuana, Burquina Fasso, Burundi, Cabo Verde, Camarões, Chade, Congo, Costa do Marfim, Djibuti, Eritreia, Essuatíni, Etiópia, Guiné, Guiné Equatorial, Guiné-Bissau, Quênia, Lesoto, Libéria, Marrocos, Mauritânia, Maurício, Namíbia, Níger, Nigéria, República Centro-Africana, República Democrática do Congo, Ruanda, São Tomé e Príncipe, Seychelles, Somália, África do Sul, Tanzânia, Togo, Tunísia, Uganda, Zâmbia.

Da América Latina e do Caribe, Argentina, Barbados, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, Dominica, Granada, Guatemala, Haiti, Honduras, México, Paraguai, Peru, República Dominicana e Uruguai.

Da América do Norte, Canadá e EUA.

Da Ásia (excluindo China e Índia), Azerbaijão, Bangladesh, Camboja, Coreia do Norte e Coreia do Sul, Emirados Árabes Unidos, Filipinas, Indonésia, Ilhas Marshall, Israel, Japão, Jordânia, Cazaquistão, Líbano, Mongólia, Omã, Tailândia, Tajiquistão e Vietnã.

Da Oceania, Austrália, Ilhas Cook, Ilhas Salomão, Quiribati, Nova Zelândia, Samoa.

Da União Europeia, Alemanha, Áustria, Bélgica, Bulgária, Chipre, Croácia, Dinamarca, Eslovênia, Espanha, Estônia, Finlândia, França, Grécia, Hungria, Irlanda, Itália, Letônia, Lituânia, Luxemburgo, Malta, Países Baixos, Polônia, Portugal, República Eslovaca, Romênia, Suécia.

O grupo denominado "Resto da Europa" inclui Albânia, Andorra, Armênia, Belarus, Bósnia e Herzegovina, Geórgia, Islândia, Liechtenstein, Mônaco, Montenegro, Noruega, Reino Unido, República da Moldávia, Macedônia, Rússia, Sérvia, Suíça, Turquia e Ucrânia.

Esclarecimentos sobre o gráfico 1 do quadro 4.2

Os países que apresentaram um PNACC foram os seguintes:

Da África, Benim, Burquina Fasso, Cabo Verde, Camarões, Chade, Etiópia, Quênia, Libéria, Madagascar, Níger, República Centro-Africana, República Democrática do Congo, Serra Leoa, África do Sul, Sudão, Sudão do Sul e Togo.

Da América Latina e do Caribe, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, Granada, Guatemala, Haiti, Paraguai, Peru, São Vicente e Granadinas, Santa Lúcia, Suriname e Uruguai.

Da Ásia, Armênia, Camboja, Palestina, Kuwait, Nepal, Sri Lanka e Timor Leste.

Da Europa Oriental, Albânia, Bósnia e Herzegovina.

Da Oceania, Fiji, Quiribati e Tonga.

Os países com projetos aprovados no âmbito do Programa "Readiness and Preparatory Support Programme" do Fundo Verde para o Clima são:

Da África, Benim, Chade, Costa do Marfim, Egito, Essuatíni, Gabão, Gana, Guiné, Guiné-Bissau, Quênia, Lesoto, Libéria, Madagascar, Malaui, Mauritânia, Marrocos, Níger, Nigéria, República Democrática do Congo, Ruanda, São Tomé e Príncipe, Somália, Sudão, Uganda, Zâmbia e Zimbábue.

Da América Latina e do Caribe, Antígua e Barbuda, Argentina, Chile, Colômbia, Costa Rica, Dominica, República Dominicana, Equador, Guatemala, Haiti, Honduras, Peru e Uruguai.

Da Ásia, Armênia, Azerbaijão, Bangladesh, Birmânia, Butão, Iraque, Quirguistão, Mongólia, Nepal, Paquistão, Sri Lanka, Tailândia, Tajiquistão, Uzbequistão e Vietnã.

Da Europa, Albânia, Bósnia e Herzegovina, Montenegro, República da Moldávia e Sérvia.

Da Oceania, Papua Nova Guiné e Tonga.

Esclarecimentos sobre o gráfico 4.6

Os países envolvidos no gráfico de financiamento do Fundo Verde para o Clima são:

Da África, Argélia, Angola, Benim, Botsuana, Burquina Fasso, Burundi, Cabo Verde, Camarões, República Centro-Africana, Chade, Comores, Congo, Costa do Marfim, Djibuti, Egito, Guiné Equatorial, Eritreia, Essuatíni, Etiópia, Gabão, Gâmbia, Gana, Guiné, Guiné-Bissau, Quênia, Lesoto, Libéria, Líbia, Madagascar, Malawi, Mali, Mauritânia, Maurício, Marrocos, Moçambique, Namíbia, Níger, Nigéria, República Democrática do Congo, Ruanda, São Tomé e Príncipe, Senegal, Seychelles, Serra Leoa, Somália, África do Sul, Sudão, Tanzânia, Togo, Tunísia, Uganda, Zâmbia e Zimbábue.

Da América Latina e do Caribe, Antígua e Barbuda, Argentina, Barbados, Belize, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, Cuba, Dominica, República Dominicana, Equador, El Salvador, Granada, Guatemala, Guiana, Haiti, Honduras, Jamaica, México, Nicarágua, Panamá, Paraguai, Peru, São Cristóvão e Neves, Santa Lúcia, São Vicente e Granadinas, Suriname e Uruguai.

Da Ásia e do Pacífico, Afeganistão, Bahrein, Bangladesh, Birmânia, Butão, Camboja, China, Filipinas, Ilhas Cook, Estados Federados da Micronésia, Fiji, Índia, Indonésia, Jordânia, Quiribati, Cazaquistão, Quirguistão, Laos, Malásia, Maldivas, Mongólia, Nauru, Nepal, Niue, Omã, Paquistão, Palau, Papua Nova Guiné, Ilhas Marshall, Ilhas Salomão, Samoa, Sri Lanka, Tailândia, Timor-Leste, Tonga, Tuvalu, Uzbequistão, Vanuatu e Vietnã.

Da Europa Oriental, Armênia, Bósnia e Herzegovina e Geórgia.

Esclarecimentos sobre o gráfico 4.14

As regiões de financiamento concedido em projetos de biodiversidade são compostas pelos seguintes países:

Da África: Argélia, Angola, Benim, Botsuana, Burquina Fasso, Burundi, Cabo Verde, Camarões, Chade, Comores, Congo, Costa do Marfim, Egito, Guiné Equatorial, Eritreia, Essuatíni, Etiópia, Gabão, Gâmbia, Gana, Guiné, Guiné-Bissau, Quênia, Lesoto, Libéria, Líbia, Madagascar, Malawi, Mali, Mauritânia, Maurício, Marrocos, Moçambique, Namíbia, Níger, Nigéria, República Centro-Africana, República Democrática do Congo, Ruanda, São Tomé e Príncipe, Senegal, Seychelles, Serra Leoa, Somália, África do Sul, Sudão do Sul, Sudão, Tanzânia, Togo, Tunísia, Uganda, Djibuti, Zâmbia e Zimbábue.

Da América Latina e do Caribe, Antígua e Barbuda, Argentina, Bahamas, Barbados, Belize, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, Cuba, Dominica, República Dominicana, Equador, El Salvador, Granada, Guatemala, Guiana, Haiti, Honduras, Jamaica, México, Nicarágua, Panamá, Paraguai, Peru, São Cristóvão e Neves, Santa Lúcia, São Vicente e Granadinas, Suriname, Trindade e Tobago, Uruguai e Venezuela.

Da Ásia, Afeganistão, Azerbaijão, Bahrein, Bangladesh, Butão, Camboja, China, Índia, Indonésia, Irã, Iraque, Jordânia, Cazaquistão, Quirguistão, Laos, Líbano, Malásia, Maldivas, Ilhas Marshall, Mongólia, Birmânia, Nepal, Omã, Paquistão, Filipinas, Sri Lanka, Síria, Tajiquistão, Tailândia, Timor Leste, Turcomenistão, Turquia, Uzbequistão, Vietnã, Iêmen.

Da Oceania, Ilhas Cook, Fiji, Quiribati, Micronésia, Nauru, Niue, Palau, Papua Nova Guiné, Samoa, Ilhas Salomão, Tonga, Tuvalu e Vanuatu.

Os países europeus não pertencentes à União Europeia (UE) incluídos são Albânia, Armênia, Belarus, Bósnia e Herzegovina, Geórgia, Moldávia, Montenegro, Macedônia, Rússia, Sérvia e Ucrânia..

Apêndice do capítulo 5

Esclarecimentos sobre o gráfico 5.1

São considerados os seguintes países da América Latina e do Caribe: Antígua e Barbuda, Argentina, Bahamas, Barbados, Belize, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, Dominica, República Dominicana, Equador, El Salvador, Granada, Guatemala, Guiana, Haiti, Honduras, Jamaica, México, Nicarágua, Panamá, Paraguai, Peru, República Dominicana, São Cristóvão e Neves, São Vicente e Granadinas, Santa Lúcia, Suriname, Trindade e Tobago, Uruguai e Venezuela.

A África Subsaariana inclui Angola, Burundi, Benin, Burkina Faso, Botsuana, Chade, Costa do Marfim, Camarões, Congo, Comores, Cabo Verde, Etiópia, Essuatíni, Gabão, Gâmbia, Gana, Guiné, Guiné-Bissau, Quênia, Libéria, Lesoto, Madagascar, Mali, Moçambique, Malaui, Maurício, Mauritânia, Namíbia, Níger, Nigéria, República Centro-Africana, República Democrática do Congo, Ruanda, São Tomé e Príncipe, Senegal, Seychelles, Seychelles, Moçambique, Malauí, República Centro-Africana, República Democrática do Congo, Mauritânia, Maurício, Mauritânia, Namíbia, Níger, Nigéria, Ruanda, São Tomé e Príncipe, Senegal, Seychelles, Serra Leoa, Sudão, Tanzânia, Togo, África do Sul, Uganda, Zâmbia e Zimbábue.

O Sul da Ásia inclui Bangladesh, Butão, Índia, Maldivas, Nepal, Paquistão e Sri Lanka.

O Leste Asiático e o Pacífico incluem Austrália, Birmânia, Brunei, Camboja, China, Coreia do Sul, Filipinas, Fiji, Indonésia, Japão, Laos, Malásia, Mongólia, Nova Zelândia, Singapura, Tailândia, Taiwan e Vietnã.

Esclarecimento sobre o gráfico 5.2

América Latina e o Caribe inclui os seguintes países: Argentina, Belize, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, Equador, El Salvador, Guatemala, Guiana, Haiti, Honduras, Jamaica, México, Nicarágua, Panamá, Paraguai, Peru, República Dominicana, Santa Lúcia, Suriname, Trindade e Tobago, Uruguai e Venezuela.

Esclarecimento sobre o gráfico 5.3

A América Latina e o Caribe inclui Argentina, Barbados, Belize, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, Cuba, Equador, El Salvador, Guatemala, Guiana, Haiti, Honduras, Jamaica, México, Nicarágua, Panamá, Paraguai, Peru, República Dominicana, Trindade e Tobago, Uruguai e Venezuela.

Esclarecimentos sobre o gráfico 1 do quadro 5.3

Os países incluídos são Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, Equador, El Salvador, Guatemala, Haiti, Honduras, Jamaica, México, Nicarágua, Panamá, Paraguai, Peru, República Dominicana, Suriname, Trindade e Tobago e Uruguai.

O clima do planeta está mudando e a diversidade biológica está diminuindo em um ritmo acelerado. Ambos os fenômenos representam grandes ameaças à humanidade, mas são precisamente as atividades humanas as responsáveis por esta crise. A América Latina e o Caribe não é imune a esses fenômenos, que enfrenta a partir de uma situação de fragilidade econômica e social, caracterizada por um fraco crescimento econômico, altos níveis de pobreza e desigualdade e baixa capacidade institucional, entre outros déficits de desenvolvimento.

Este Relatório de Economia e Desenvolvimento analisa os desafios e as oportunidades que as mudanças climáticas e a conservação da biodiversidade representam para a América Latina e o Caribe. O relatório enfatiza três mensagens relevantes para toda a região na sua resposta a estes desafios globais: a importância da adaptação, a necessidade de contribuir para a mitigação global e a urgência de preservar o capital natural para o desenvolvimento sustentável. As soluções mais adequadas podem variar entre regiões. Cada país deve encontrar seu portfólio de políticas ponderando os custos e benefícios das diferentes alternativas, a viabilidade política das ações e os impactos na equidade e no crescimento.











CAF BANCO DE DESENVOLVIMENTO DA AMÉRICA LATINA E CARIBE

2023 RED Relatório de Economia e Desenvolvimento

www.caf.com