

TRANSIÇÃO ENERGÉTICA JUSTA

Marco conceitual para a região Análise no contexto nacional



**Transição Energética Justa / Marco conceitual para a região,
Análise no contexto nacional**

© CAF-banco de desenvolvimento da América Latina e do Caribe- 2024
CORPORAÇÃO ANDINA DE FOMENTO - Av. Luis Roche, Torre CAF Urb.
Altamira, Caracas (Chacao) Miranda 1060, Venezuela. RIF: G200015470

Contribuição do CAF para a Facilidade Climática do Clube de Bancos para
o Desenvolvimento

Relatório coordenado pela Gerência de Ação Climática e Biodiversidade Positiva
(GACBP), a Gerência de Conhecimento (GC) e a Gerência de Infraestrutura Física
e Transformação Digital (GIFTD).

Edgar Salinas, executivo principal, Direção de Operações e Financiamento Verde
(GACBP).

Walter Cont, executivo sênior, Direção de Análise Setorial (GC).

Juan Ríos, executivo principal, Direção de Transportes e Energia (GIFTD).

Autores

A equipe da GME (em ordem alfabética) incluiu Agustín Ghazarian, Coline
Champetier, Darío Quiroga, Francisco Baqueriza, Nicolás Barros, Laura Souilla,
Ramón Sanz e Roberto Gomelsky.

Os autores agradecem a Edgar Salinas, Walter Cont e Juan Ríos pelos comentários,
sugestões e apoio no desenvolvimento deste documento.

Gestão Editorial

Direção de Comunicação Estratégica da CAF.

**Design gráfico universal neuroinclusivo, com princípios de acessibilidade e
visualização para leitores neurodivergentes**

CLEIMAN - <https://cleiman.com>

Fotografias

Capa: ©AdobeStock

Internas: © CAF - © [Pexels](#)

Versão digital disponível em scioteca.caf.com com acesso aberto sob a licença
Deed - Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional - Creative Commons



As ideias e opiniões expressas nesta obra são dos autores e não refletem
necessariamente o ponto de vista da CAF, nem comprometem a Organização. Os
termos utilizados e a apresentação dos dados aqui contidos não implicam qualquer
posição por parte da CAF quanto ao status jurídico dos países, territórios, cidades ou
regiões, nem em relação às suas autoridades, fronteiras ou limites.

ÍNDICE

▼

Lista de abreviaturas	10
Prefácio	13
Resumo executivo	16
Capítulo 1 Objetivo	21-23
1. Objetivo geral	22
2. Objetivos específicos	23

Capítulo 2
Desenvolvimento
do conceito de transição
energética justa

24-68

1. A mudança climática	25	A mudança climática e a energia	26
		A transição energética e a equidade	36
		O ponto de partida na ALC e nos países em análise	40
		A transição no setor energético na América Latina e o Caribe	40
		Recursos energéticos na região	41
2. O conceito de transição energética segundo os países e alguns atores destacados	44	Compilação de ideias e definições sobre a transição energética	44
		Acordo de Paris - Componentes da transição energética	44
		Definição do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento	46
		Definição do Fundo Monetário Internacional	46
		Definição da Agência Internacional da Energia	47
		Definição da Agência Internacional de Energias Renováveis	49
		Definição do Banco Mundial	51

		Algumas definições de transição justa	52
		Organização temática dos principais elementos da transição energética	54
3. Conceitualização da transição energética justa na América Latina e o Caribe	65	Algumas características diferenciais da ALC que devem ser refeltidas na transição energética	63
		A transição energética justa na América Latina e o Caribe	67

Capítulo 3
Definição
de indicadores

69-112

1. Dimensiones y tópicos de la transición energética justa	70	Dimensões e tópicos da transição energética justa	70
		Dimensões e tópicos associados	71
		Aspectos institucionais – Organização do setor energético	73
		Aspectos econômicos e energéticos	75
		Aspectos sociais – Redução da brecha energética	80
		Aspectos ambientais	81
		Financiamento	82

2. Indicadores por dimensões e tópicos

85

Lista de indicadores	84
Descrição dos indicadores	86
Aspectos institucionais - Organização do setor energético	86
Aspectos econômicos e energéticos	90
Aspectos sociais – Redução da brecha energética	100
Aspectos ambientais	106
Financiamento	110

3. Atualização dos indicadores

112

Capítulo 4 Indicadores por país para a linha base

113-117

Trabalhos citados

118-119

QUADROS E FIGURAS

Quadro 1.

Dimensões, tópicos e indicadores potenciais (esquema IESAF)	20
---	----

Quadro 2.

Participação das emissões por fonte (2019)	36
--	----

Quadro 3.

Participação das fontes de energia em cada país (2019)	42
--	----

Quadro 4.

Dimensões, tópicos e indicadores potenciais (esquema IESAF)	85
---	----

Quadro 5.

Indicadores por país para a linha base (2019)	114
---	-----

Gráfico 1.

Dimensões e tópicos da transição energética justa (TEJ)	19
---	----

Gráfico 2.

Gases de efeito estufa por setor, total mundial (2019)	27
--	----

Gráfico 3.

Gases de efeito estufa e consumo por fonte, setor energético, 2019 (%)	30
--	----

Gráfico 4.

Gases de efeito estufa do setor energético (tCO ₂ eq)	31
--	----

Gráfico 5.

Gases de efecto invernadero por sector en ALC (2019)	32
--	----

Gráfico 6.

Gases de efeito estufa do setor energético por fonte, global versus ALC, 2019 (%)	34
---	----

Gráfico 7.	Gases de efeito estufa em relação ao PIB, 2019 (kgCO ₂ e/milhares de USD)	35
Gráfico 8.	Consumo de energia total per capita (kWh-ano/capita) e PIB per capita (USD correntes 2019/capita)	39
Gráfico 9.	Vias para a transição energética	50
Gráfico 10.	Dimensões da transição energética justa (TEJ)	73

Lista de abreviaturas

AIE	Agência Internacional de Energia
ALC	América Latina e o Caribe
BAU	<i>Business as usual</i>
CAF	CAF – Banco de Desenvolvimento de América Latina e o Caribe
CIER	Comissão de Integração Energética Regional
CMNUCC	Convenção Marco das Nações Unidas sobre a Mudança Climática
CSP	Energia Solar Concentrada (<i>concentrated solar power</i>)
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estatística
EIGH	enquetes de rendas e despesas dos lares
ESCO	empresas de serviços energéticos (<i>energy services companies</i>)
FMI	Fundo Monetário Internacional
FOSE	Fundo de Compensação Social Elétrica
GD	geração distribuída
GEE	gases de efeito estufa
IFI	instituições financeiras internacionais
IPCC	Grupo Intergovernamental de Especialistas sobre a Mudança Climática
MEPS	padrões mínimos de eficiência energética (<i>minimum energy performance standards</i>)
NDC	contribuições determinadas no âmbito nacional (<i>nationally determined contributions</i>)

ODM	Objetivos de desenvolvimento do milênio
ODS	Objetivos de desenvolvimento sustentável
OIT	Organização Internacional do Trabalho
PMR	Associação para a Preparação de Mercados (<i>Partnership of Market Readiness</i>)
TEJ	Transição energética justa
UPME	Unidade de Planejamento Mineiro Energético da Colômbia
WEC	Conselho Mundial de Energia (<i>World Energy Council</i>)

Prefácio

Em 12 de dezembro de 2015, no marco da Conferência das Nações Unidas sobre a Mudança Climática (COP21), o Acordo de Paris foi assinado com a participação de 196 países. O Acordo de Paris é um tratado internacional sobre a mudança climática juridicamente vinculante. Seu **objetivo é limitar o aquecimento mundial abaixo de 2 °C** (se for possível, 1,5 °C), em comparação com os níveis pré-industriais.

Para atingir este objetivo, os países se propõem a limitar as emissões de gases de efeito estufa (GEE) o quanto antes. O **Acordo de Paris convida aos países a formular e apresentar estratégias de desenvolvimento a longo prazo com baixas emissões de GEE**. Historicamente, a economia global atravessou processos de transição energética. A primeira foi da lenha ao carvão; a segunda, do carvão aos hidrocarbonetos; a terceira, a introdução do gás natural e agora, esta quarta transição energética prevê a utilização de fontes de emissões baixas ou nulas. **Diferencia-se das outras em que, além de abastecer o crescimento da demanda, buscará substituir antecipadamente as fontes adotadas na primeira e segunda transição energética.**

A transição energética requer de uma transformação da estrutura produtiva, dos marcos reguladores e as práticas de mercado vigentes, assim como de uma mudança significativa nas fontes de energia utilizadas tanto para as atividades produtivas como de lazer. Também requer mudanças na demanda, nos comportamentos e nos hábitos de consumo.

A descarbonização e a limitação das emissões implicam uma redução significativa no uso de combustíveis fósseis que, por sua vez, provocará a necessidade de fundir ativos e gerará impactos financeiros nos valores das empresas, seus ativos e refinanciamento de passivos para financiar estes ativos (OECD, 2021).

Por este motivo, a transição energética deverá mobilizar grande quantidade de capital para reformar o sistema energético, compensar aqueles que precisarem afundar capital produtivo antes do tempo e desincentivar fontes de energia não limpas.

Para mobilizar o capital requerido, é necessário promover mecanismos de mercado que internalizem os custos sociais em linha com o Teorema de Coase (Coase, 1960) ou utilizar impostos como sinais de preços para corrigir externalidades em linha com Pigou (Pigou, 1932). A compreensão dos mecanismos de financiamento, das regulações e dos gravames é vital para alcançar os incentivos necessários a fim de mobilizar as vontades dos atores econômicos.

Os mecanismos que se promovam devem prever esquemas de mercado, como também subsídios ou regulações que modifiquem os preços relativos e incentivem a adoção de energias limpas.

De forma crescente, começou-se a discutir o conceito de transição energética justa no âmbito governamental e multilateral. O debate se centra em destacar que a transição deve considerar que as partes do Acordo de Paris que são países em desenvolvimento tardarão mais em consegui-lo, dado que precisarão atender de forma equilibrada à melhoria do nível de vida de seus habitantes e à redução das emissões com base na equidade e no contexto do desenvolvimento sustentável e dos esforços por erradicar a pobreza.

O presente documento propõe um enfoque de transição energética justa para a América Latina e o Caribe (ALC) e uma metodologia que permite caracterizar o processo de transição energética em cada país a partir de indicadores. Em um primeiro exercício, a metodologia proposta é aplicada em uma amostra de países com diferentes matrizes energéticas e climas que inclui Brasil, Colômbia, México, Peru e República Dominicana.

O presente relatório está organizado da seguinte maneira:

- o primeiro capítulo apresenta o objetivo geral e os objetivos específicos;
- o segundo capítulo, relacionado com o conceito de mudança climática, se divide em três seções, a saber:
 - a primeira seção se enfoca em definir a relação entre mudança climática, transição energética e as características distintivas da região em relação a outras regiões;
 - a segunda seção compila as definições de mudança climática elaboradas por organizações globais e os países sujeitos à análise;
 - a terceira seção, a partir das informações dos capítulos anteriores, propõe um conceito de transição energética justa na ALC;
- o terceiro capítulo apresenta um conjunto de indicadores, classificados por dimensões e tópicos, que permitem fazer o acompanhamento do processo de transição energética justa na ALC;
- o quarto capítulo apresenta os indicadores para a linha base dos cinco países em estudo junto com a metodologia de acompanhamento.

Resumo executivo

São objetivos do relatório:

- compilar informação sobre as definições dos diferentes organismos internacionais sobre o conceito de transição energética;
- propor o conceito de transição energética justa em função das características específicas da região da América Latina e o Caribe;
- apresentar a metodologia para desenvolver os indicadores que permitirão fazer o acompanhamento da transição a partir do conceito de transição energética e os cenários em análise;
- avaliar os indicadores para a linha base dos cinco países em estudo;

Em relação à mudança climática, a transição energética e o ponto de partida para este trabalho, os países da ALC se caracterizam por:

- uma baixa penetração do carvão em suas matrizes energéticas e uma maior penetração do gás natural que o resto do mundo;
- emissões por produto interno bruto (PIB) menores que as do resto do mundo, mas maiores que os países desenvolvidos que vêm implementando medidas de transição energética;
- altos níveis de pobreza, somados a baixos níveis de industrialização, pelo que se antecipa um incremento de consumos em função do desenvolvimento esperado;

- rendas médias e consumos energéticos médios, mas, geralmente, parte da população de menores recursos sofre brechas de cobertura e de acesso à energia;
- taxas de crescimento da demanda energética total em alta no futuro, mesmo aplicando políticas fortes de melhoria da eficiência, o que implica que deve ser considerada uma oferta energética crescente;
- uma oferta energética primária com grande participação das energias renováveis, não só para geração elétrica, mas também nos biocombustíveis, o que implica que a substituição de instalações tenha uma participação menor que no resto do mundo. No entanto, alguns desses ativos não concluíram sua vida útil;
- grandes reservas de recursos renováveis e fósseis que permitem uma diversificação de fontes específica de cada país em análise.

Por este motivo, as transições energéticas na região devem considerar suas características próprias.

A **transição energética justa** é um processo de conversão do sistema energético que busca **reduzir gradualmente as emissões de gases de efeito estufa**, promovendo o uso de tecnologias que utilizem os recursos disponíveis na região, priorizando aqueles recursos com maior contribuição ao **crescimento econômico** sujeito a alcançar emissões líquidas iguais a zero, e mantendo o enfoque de **melhorar os níveis de vida** para padrões compatíveis com uma vida digna. Este conceito se alinha com o Acordo de Paris, que estabelece que os países em desenvolvimento levarão mais tempo para alcançar esses objetivos e que o processo deve ser regido pela equidade e no contexto do desenvolvimento sustentável e dos esforços para erradicar a pobreza.

Esta transição implica acelerar a introdução de tecnologias limpas economicamente competitivas e a melhoria da eficiência energética nas cadeias de valor do setor energético.

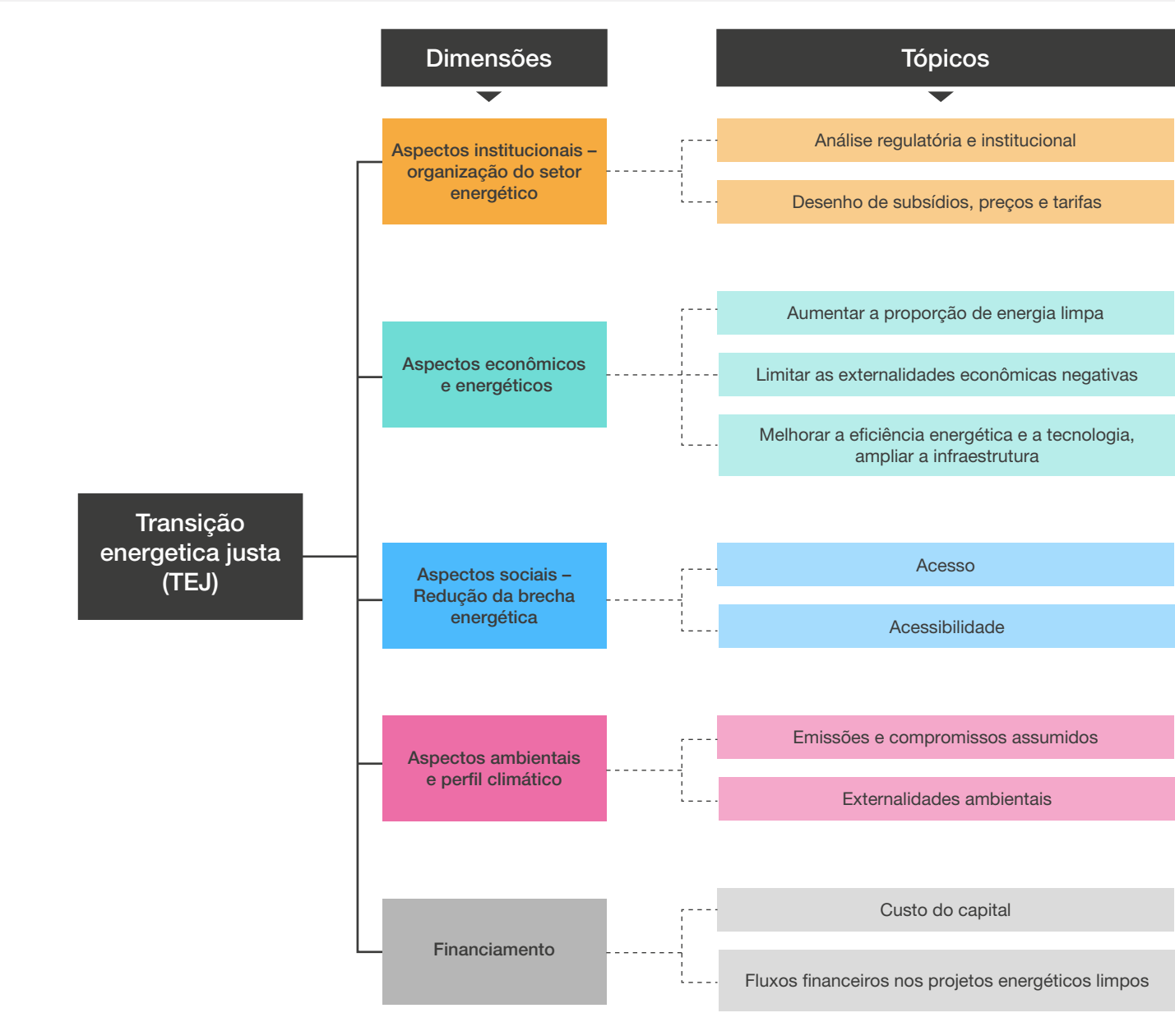
As tecnologias limpas são aquelas que geram emissões baixas ou nulas (energias renováveis, gás natural, nuclear, biomassa certificável e biocombustíveis), assim como novos desenvolvimentos (hidrogênio de baixas emissões, processos de captura, uso e armazenamento de carbono), enquanto a eficiência energética supõe eletrificar a demanda, otimizar os sistemas de transporte e distribuição, e converter os equipamentos.

A transição energética justa se cumpre mediante o alinhamento de:

- 1. a **solução tecnológica**, que ocorre quando os custos de produção, logística e fornecimento de energia limpa aos consumidores, medidos em custos nivelados, são mais baixos que as fontes de energia de altas emissões;
- 2. a **solução regulatória**, que surge quando se desenvolvem regulações que promovem as tecnologias limpas e internalizam os custos de remediação, limitam a participação de fontes de energia altamente poluentes e desenvolvem tarifas e incentivos que promovem a eficiência energética;
- 3. a **solução de mercado**, que se obtém quando se implementam mecanismos de preço ao carbono que internalizam os custos de remediação originados nas emissões geradas através de impostos ou certificados de emissões;
- 4. o **financiamento**, que se obtém quando se articulam preços, aportes internacionais e dos Tesouros, para equilibrar a cobertura e acessibilidade para todos os habitantes, junto com a recuperação de custos e investimentos;

O relatório desenvolve uma metodologia de acompanhamento de indicadores para a transição, organizada de acordo com o esquema denominado IESAF, pelas primeiras letras dos tópicos que a compõem, e que são apresentados a seguir:

Gráfico 1 ▶ Dimensões e tópicos da transição energética justa (TEJ)



Fonte: GME-CAF (julho de 2023).

O Quadro 1 apresenta a lista de indicadores por dimensões e tópicos.

Quadro 1 ► Dimensões, tópicos e indicadores potenciais (esquema IESAF)

Dimensões	Tópicos	Índice	Indicadores potenciais
I - Aspectos institucionais - Organização do setor	1. Análise regulador e institucional	I-1.1	Normativa e governabilidade do setor energético
		I-1.2	Existência de estratégias de transição energética
		I-1.2.bis	Efetividade das estratégias de transição energética
	2. Planejamento de subsídios, preços e tarifas	I-2.1	Subsídios aos combustíveis (% do PIB)
		I-2.2	Gasto total em subsídios (BUSD) e gasto em subsídios para eletricidade (BUSD)
E - Aspectos econômicos e energéticos	1. Utilização dos recursos locais	E-1.1	Reservas comprovadas de recursos locais
		E-1.2	Dependência das importações líquidas de energia (%)
	2. Introdução das tecnologias da transição energética	E-2.1	Proporção de energia renovável no consumo final total de energia e a geração de eletricidade (%)
		E-2.1bis	Capacidade instalada de geração elétrica renovável (GW)
		E-2.2	Intensidade energética medida em função da energia primária e o PIB (TJ/MUSD PPP)
		E-2.3	Eficiência da conversão e distribuição de energia (%)
		E-2.4	Intensidade energética por setor econômico (TJ/MUSD PPP)
		E-2.5	Intensidade energética do setor residencial (TJ/lar)
		E-2.6	Penetração da eletricidade no setor transporte (%)
		E-2.7	Penetração do gás natural e hidrogênio no setor transporte (%)
	3. Externalidades econômicas e criação de emprego	E-3.1	Capacidade instalada (GW) e valor dos ativos abandonados (MUSD)
		E-3.2	Número de empregados formais associados a cadeias de valor existentes
		E-3.3	Número de empregos associados a projetos de transição energética (milhares de postos de trabalho)
S - Aspectos sociais – Redução da Brecha energética	1. Acesso	S-1.1	Proporção da população com acesso à eletricidade
		S-1.2	Proporção da população cuja fonte primária de energia consiste em tecnologias e combustíveis limpos
		S-1.3	Uso de energia per capita
		S-1.4	Qualidade do serviço elétrico
	2. Acessibilidade	S-2.1	Tarifa final por setor e combustível
		S-2.2	Porcentagem de renda dos lares dedicados a combustíveis e eletricidade, para o total e para 20 % dos lares mais pobres
A - Aspectos ambientais e perfil climático	1. Emissões e compromissos assumidos	A-1.1	Emissões totais de GEE por ano e por setor (MtCO ₂ e)
		A.1.2	Emissões totais de GEE por unidade de PIB e per capita (MtCO ₂ e/MUSD PPP e tCO ₂ e per capita)
	2. Externalidades ambientais	A-2.1	Número de pessoas afetadas diretamente, atribuído a desastres cada 100.000 habitantes
		A-2.2	Vulnerabilidade e preparação para a mudança climática
F - Financiamento	1. Custo do capital	F-1.1	Custo do endividamento do setor privado
	2. Fluxos financeiros nos projetos energéticos limpos	F-2.1	Correntes financeiras Internacionales aos países em desenvolvimento para apoiar a pesquisa e o desenvolvimento de energias limpas e a produção de energia renovável, incluídos os sistemas híbridos
		F-2.2	Dependência fiscal/tributária de cadeias produtivas associadas a hidrocarbonetos

Fonte: GME-CAF (julho de 2023).

Finalmente, recomenda-se que esta lista de indicadores seja atualizada anualmente.



1. Objetivo geral

O objetivo do presente informe é desenvolver o conceito de transição energética justa aplicado a cinco países da América Latina e Caribe (ALC) a partir de uma análise particular das condições nacionais, do contexto regional e dos complementos da revisão literária de acordos e publicações existentes.



2. Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste relatório são:

- i. dimensionar as condições específicas dos países analisados em matéria de marco regulatório, estratégias, compromissos, matriz econômica, entre outros; assim como o contexto regional e considerações técnicas aplicáveis aos sistemas elétricos na América Latina;
- ii. compilar informações sobre o conceito de transição energética nos diferentes organismos internacionais;
- iii. propor o conceito de transição energética justa em função das características específicas da América Latina e do Caribe;
- iv. apresentar a metodologia para desenvolver os indicadores que permitirão fazer um acompanhamento da transição a partir do conceito de transição energética justa;
- v. estabelecer um quadro de comando e acompanhamento desses indicadores.

2

Desenvolvimento do conceito de transição energética justa

1. A mudança climática

Em 1992, foi adotada a Convenção-Tabela das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC), que estabeleceu um tratado internacional para combater as causas da mudança climática, bem como seus efeitos adversos.

A Convenção eventualmente deu origem ao Protocolo de Kyoto, que entrou em vigor em 16 de fevereiro de 2005, mediante o qual foram fixadas metas quantitativas de redução de gases de efeito estufa nos países do Anexo I.

A definição de mudança climática segundo a CQNUMC é: “Uma mudança no clima atribuída direta ou indiretamente à atividade humana que altera a composição da atmosfera global e que se soma à variabilidade natural do clima observada durante períodos de tempo comparáveis” (CQNUMC, 1992).

Posteriormente, em 2015, foi adotado o Acordo de Paris¹ como um instrumento mais ambicioso com a participação de todas as Partes (países do Anexo I e não Anexo I)

¹ Acordo de Paris

em torno do objetivo estabelecido em seu artigo 2 de reforçar a resposta mundial à ameaça das mudanças climáticas, no contexto do desenvolvimento sustentável e dos esforços para erradicar a pobreza. Para alcançar este objetivo, é necessário:

- A** manter o aumento da temperatura média global bem abaixo de 2 °C em relação aos níveis pré-industriais e continuar os esforços para limitar esse aumento a 1,5 °C em relação aos níveis pré-industriais, reconhecendo que isso reduziria consideravelmente os riscos e os efeitos das mudanças climáticas;
- B** aumentar a capacidade de adaptação aos efeitos adversos das mudanças climáticas e promover a resiliência ao clima e um desenvolvimento com baixas emissões de gases de efeito estufa de maneira que não comprometa a produção de alimentos;
- C** direcionar os fluxos financeiros a um nível compatível com uma trajetória que conduza a um desenvolvimento resiliente ao clima e com baixas emissões de gases de efeito estufa.



A mudança climática e a energia

Em todo o mundo, são emitidas cerca de 50.000 milhões de toneladas de Gases de Efeito Estufa.

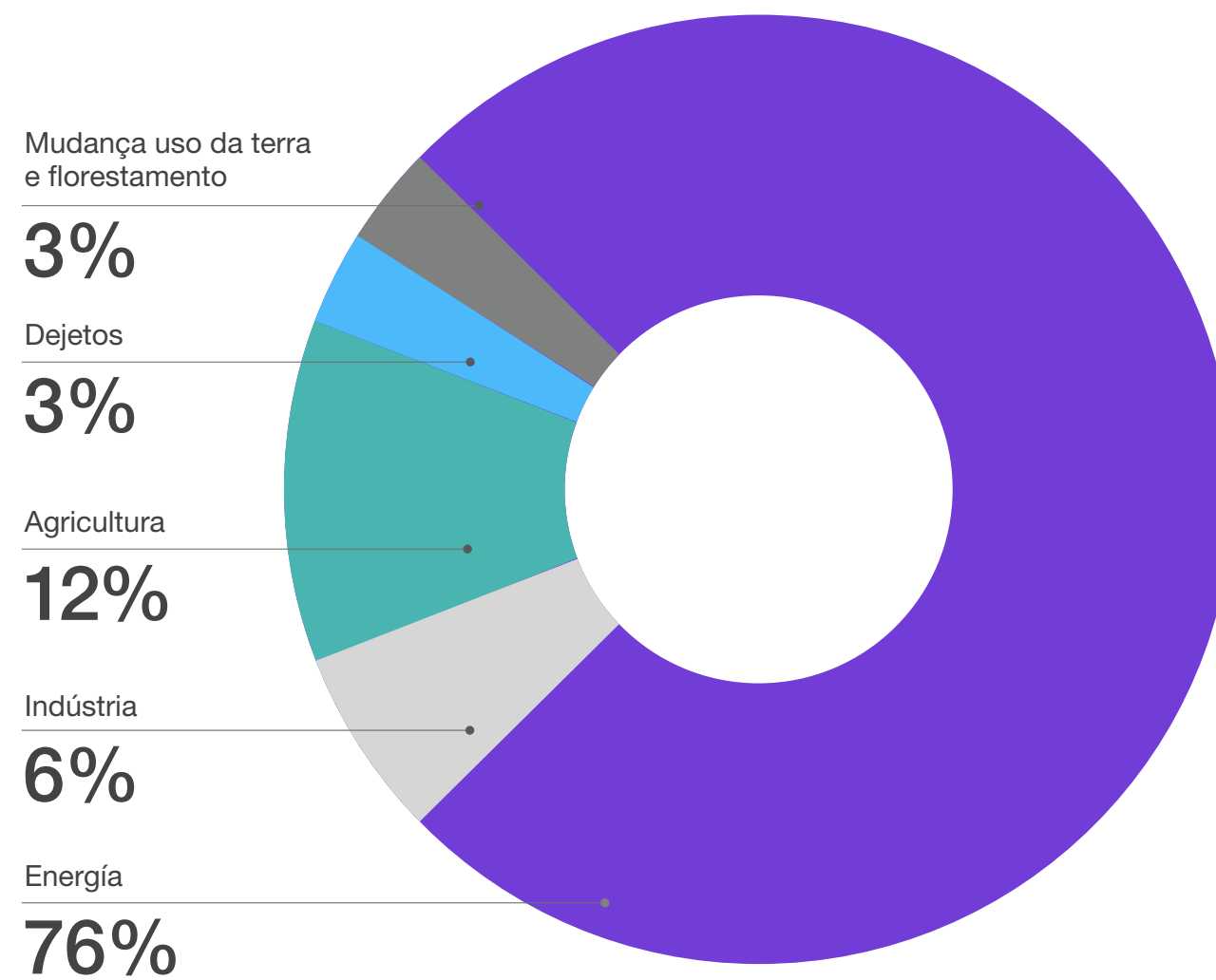
Energia e emissões - Mundial

O setor de energia é responsável por 76% das emissões globais de Gases de Efeito Estufa (GEE), contabilizando as emissões associadas à queima de combustíveis para diversos usos, como transporte, residências e indústria, bem como as emissões fugitivas². O setor industrial inclui as emissões geradas a partir das reações entre matérias-primas empregadas em processos industriais,

² As emissões fugitivas estão relacionadas com a extração, o processamento, armazenamento e o transporte de combustíveis até seu uso final.

Gráfico 2 A

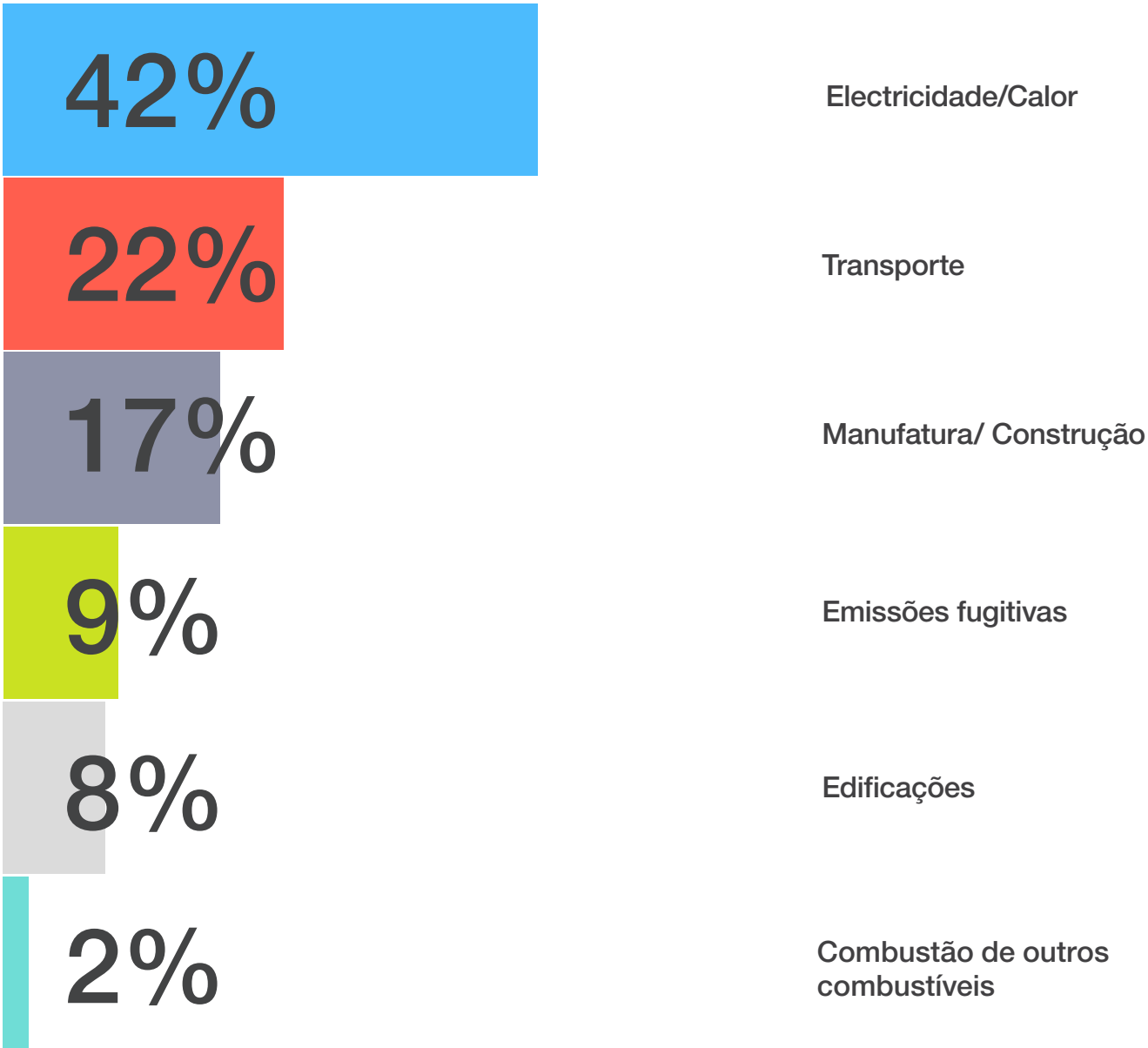
► Gases de efeito estufa por setor, total mundial (2019)



Fonte: <https://ourworldindata.org/ghg-emissions-by-sector>.

Gráfico 2 B

► Gases de efeito estufa por setor, total mundial (2019)



Fonte: <https://ourworldindata.org/ghg-emissions-by-sector>.

totalizando 6 % das emissões. O restante (18 %) corresponde ao uso da terra (agricultura) e aos resíduos.

Comparando as emissões de GEE a nível global com as do setor de energia (76 % do total), podemos avaliar o peso das emissões de GEE provenientes da queima e extração de combustíveis (setor de energia) no total das emissões.

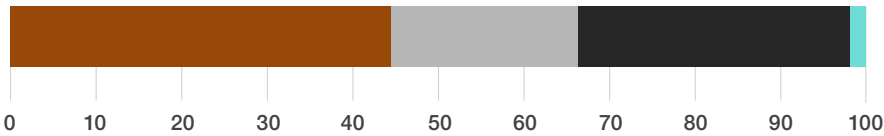
- Carvão mineral: 35 % das emissões totais (44,4 % do setor energia).
- Gás natural: 17 % das emissões totais (22,0 % do setor energia).
- Petróleo: 25 % das emissões totais (31,9 % do setor energia).



Gráfico 3

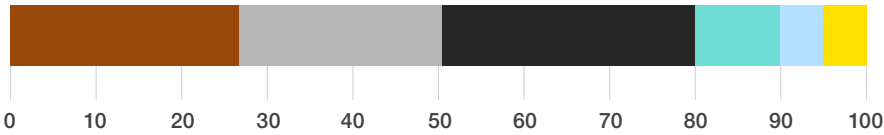
► Gases de efeito estufa e consumo por fonte, setor energia, 2019 (%)

Como emissor
de GHG



● **44,4%** Carvão ● **31,9%** Petróleo
● **22%** Gás natural ● **1,7%** Biocombustíveis e resíduos

Como fonte
de energia



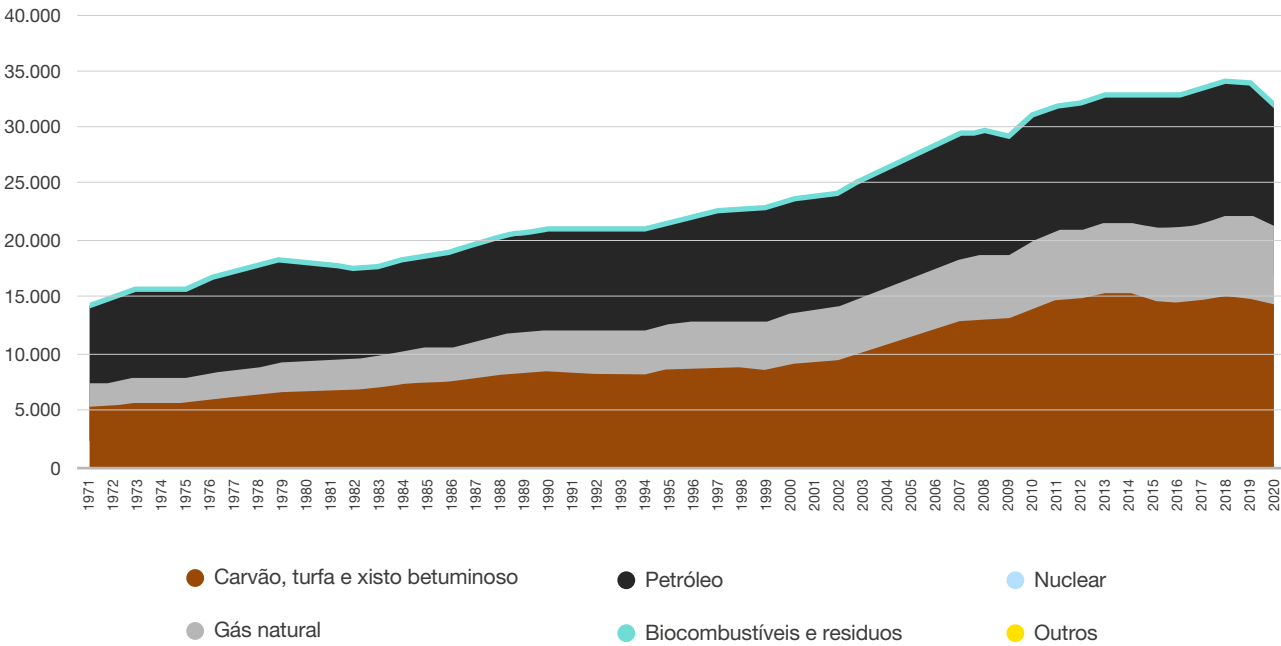
● **26,8%** Carvão ● **9,8%** Biocombustíveis e resíduos
● **23,7%** Gás natural ● **5%** Nuclear
● **29,5%** Petróleo ● **5,2%** Outros

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da AIE.

O gráfico 4 mostra as emissões de GEE no mundo discriminadas por fonte. Estas participações foram estáveis nos últimos 20 anos.

Gráfico 4

► Gases de efeito estufa do setor energia (tCO₂e)

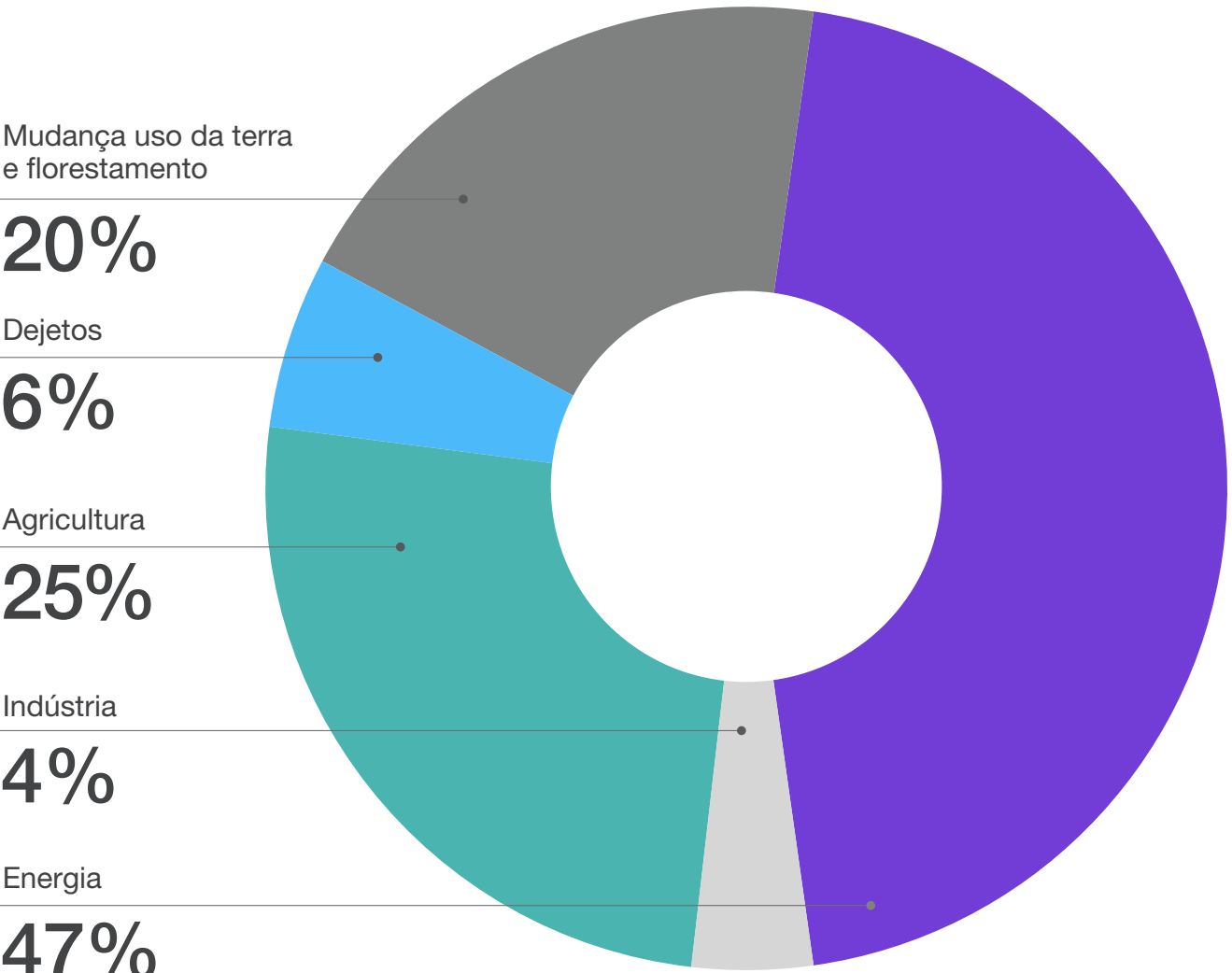


Fonte: AIE.

Na região de ALC, a repartição das emissões por setor e fonte é diferente.

Gráfico 5 A

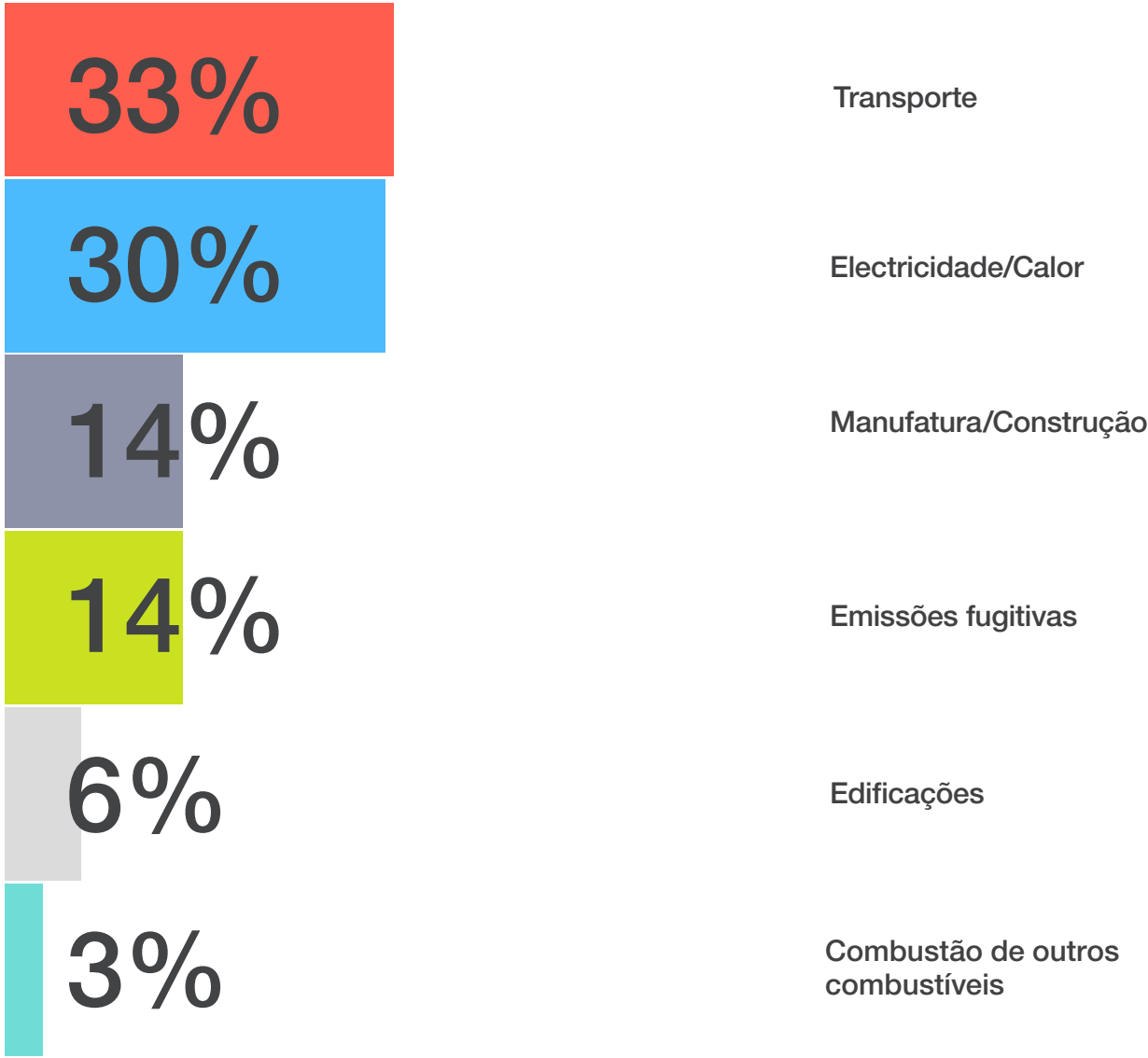
► Gases de efeito estufa por setor na ALC (2019)



Fonte: Elaboração própria a partir de dados de <https://ourworldindata.org/ghg-emissions-by-sector>.

Gráfico 5 B

► Gases de efeito estufa por setor na ALC (2019)



Fonte: Elaboração própria a partir de dados de <https://ourworldindata.org/ghg-emissions-by-sector>.

Energia e emissões - ALC.

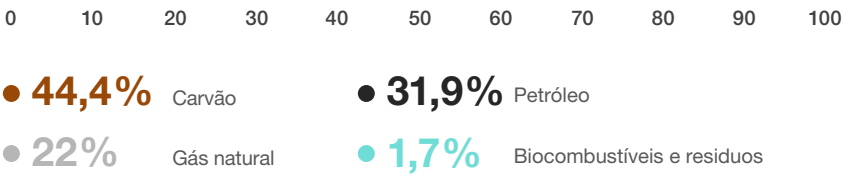
A energia para seus diversos usos (transporte, residências e indústria) é responsável por 47 % das emissões de GEE na América Latina e no Caribe. A agricultura e a mudança de uso da terra representam 45% dos GEE na região.

Quanto às fontes e, em comparação com o ano de 2019, observa-se uma utilização muito baixa das energias mais poluentes na ALC, com uma penetração de apenas 10,8% das emissões originadas pelo carvão. Isso permite estabelecer que a ALC realiza um uso energético de menores emissões que o resto do mundo, tendo uma matriz energética com maior penetração de gás e menor penetração de carvão. O gráfico 6 mostra os gases do setor energético segundo sua fonte de consumo na ALC e no mundo.

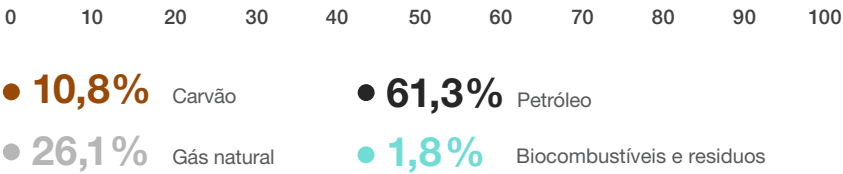
Gráfico 6

► Gases de efeito estufa do setor energia por fonte, global versus ALC, 2019 (%)

Como emissor de GHG - Global



Como emissor de GHG - ALC

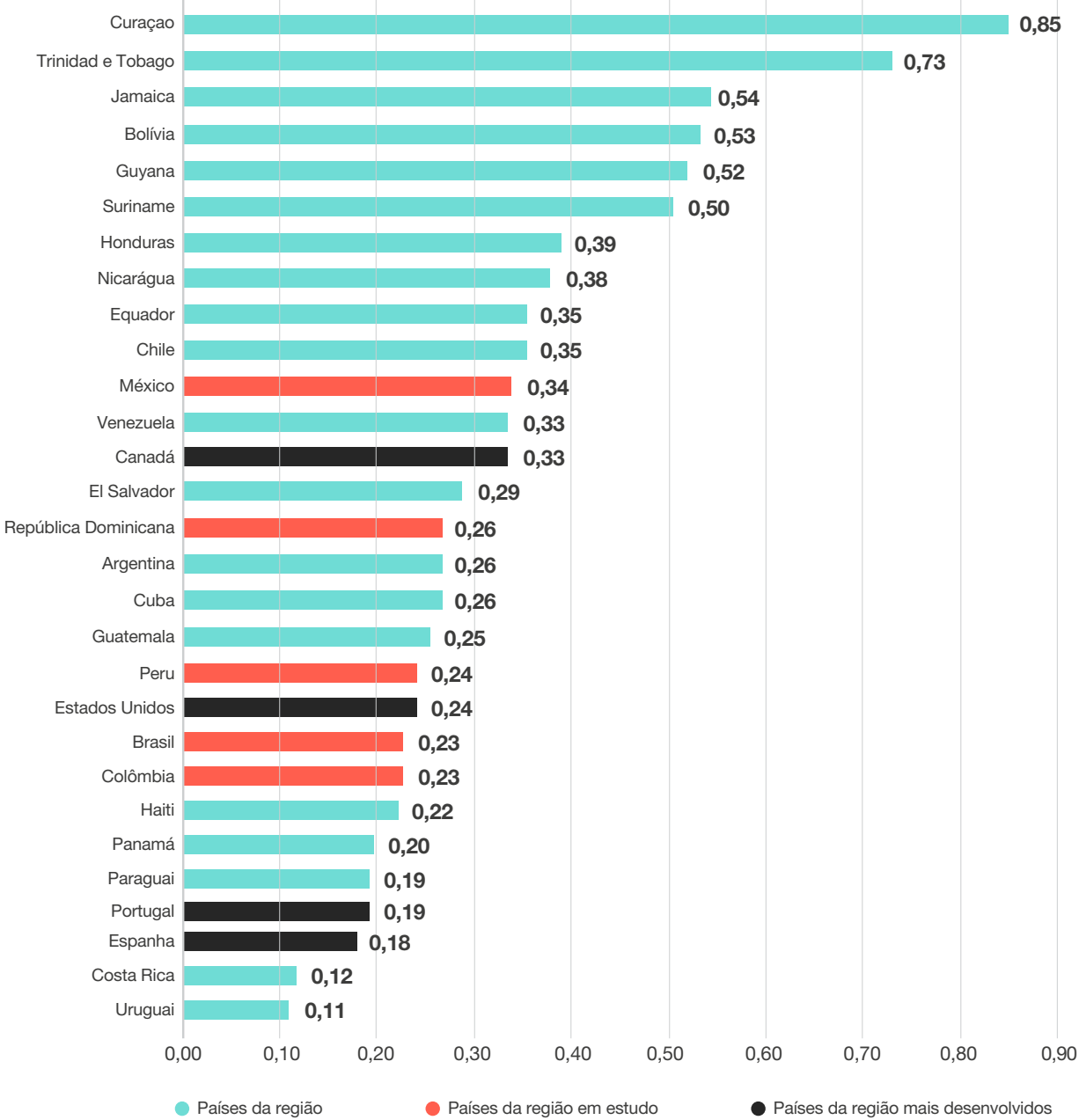


Fonte: Elaboração própria a partir de dados da AIE.

O gráfico 7 apresenta as emissões com relação ao PIB nos países da região, em comparação com países desenvolvidos (em preto).

Gráfico 7

► Gases de efeito estufa em relação ao PIB, 2019 (kgCO2e/milhares de USD)



Fonte: AIE. Nota: PIB avaliado em PPP. Os cinco países do estudo estão representados em vermelho.

A média mundial é de 0,39 kgCO₂e/mil USD. O Quadro 2 apresenta as emissões dos países da amostra em comparação com alguns países europeus e o mundo.

Quadro 2

► Participação das emissões por fonte (2019)

Fonte de energia	Brasil	Colômbia	México	Peru	República Dominicana	Espanha	Portugal	Mundo
Carvão	14 %	24 %	10 %	5 %	7 %	8 %	11 %	44 %
Petróleo	66 %	54 %	57 %	60 %	81 %	60 %	58 %	32 %
Gás natural	16 %	21 %	32 %	33 %	11 %	30 %	27 %	22 %
Outros	3 %	2 %	1 %	2 %	1 %	2 %	3 %	2 %

Fonte: Elaboração própria com base na AIE.

As matrizes energéticas dos países da região são intrinsecamente mais limpas que a média mundial e, em geral, estão em linha com a matriz dos países desenvolvidos. No entanto, quando se compara por unidade de produto, os países da região possuem emissões mais altas. Isso ocorre pelo baixo desenvolvimento dos setores de serviços.



Transição energética e a equidade

Ao longo dos últimos 300 anos, ocorreram quatro transições energéticas: da lenha para o carvão; do carvão para o petróleo e seus derivados; a introdução do gás natural que deslocou o carvão e alguns derivados do petróleo; e a transição energética atual dos hidrocarbonetos para as energias renováveis.

Nenhuma dessas transições exigiu a suspensão do uso do combustível dominante na etapa anterior; portanto, essas transições permitiram a amortização dos ativos das cadeias de valor substituídas, desde sua extração até seu uso.

O eventual substituto nessas transições surgiu pela competitividade da nova fonte. Por outro lado, a transição atual surge em razão de compromissos internacionais para limitar o aquecimento global e evitar as consequências negativas das mudanças climáticas, e deve ser realizada de forma acelerada.

No entanto, à medida que novos ativos não são incorporados, os prazos considerados para essa transição (30 anos ou mais) podem permitir acomodar a saída dos ativos existentes e minimizar os custos relacionados ao desinvestimento dos ativos. De qualquer forma, há uma intervenção que consiste em evitar a entrada de novos ativos de altas emissões durante essa janela temporal, os quais são atualmente competitivos. No entanto, pode-se “administrar o phasing out” dos existentes.



Esta transição energética introduz um **dilema entre as necessidades de curto prazo (o crescimento necessário para reduzir a pobreza) e de longo prazo (a proteção do meio ambiente)**. A redução da pobreza nos países em desenvolvimento requer que as regulamentações para fomentar a transição energética permitam a recuperação do capital já investido nas atividades geradoras de emissões, enquanto essas atividades forem competitivas.

Esse dilema é capturado no Acordo de Paris, dado que a energia é um fator fundamental do desenvolvimento econômico; portanto, espera-se que os países de rendas mais baixas aumentem seu consumo e emissões, totais e per capita, conforme indicado no artigo 4 do Acordo de Paris:

“1. Para cumprir o objetivo a longo prazo referente à temperatura que se estabelece no artigo 2, as Partes se propõem a alcançar o pico das emissões globais de gases de efeito estufa o mais rápido possível, tendo em mente que as **Partes que são países em desenvolvimento levarão mais tempo para consegui-lo** e, a partir desse momento, reduzir rapidamente as emissões de gases de efeito estufa, de acordo com a melhor informação científica disponível, para alcançar um equilíbrio entre as emissões antropogênicas pelas fontes e a absorção antropogênica pelos sumidouros na segunda metade deste século, **com base na equidade e no contexto do desenvolvimento sustentável e dos esforços para erradicar a pobreza.**” (...)

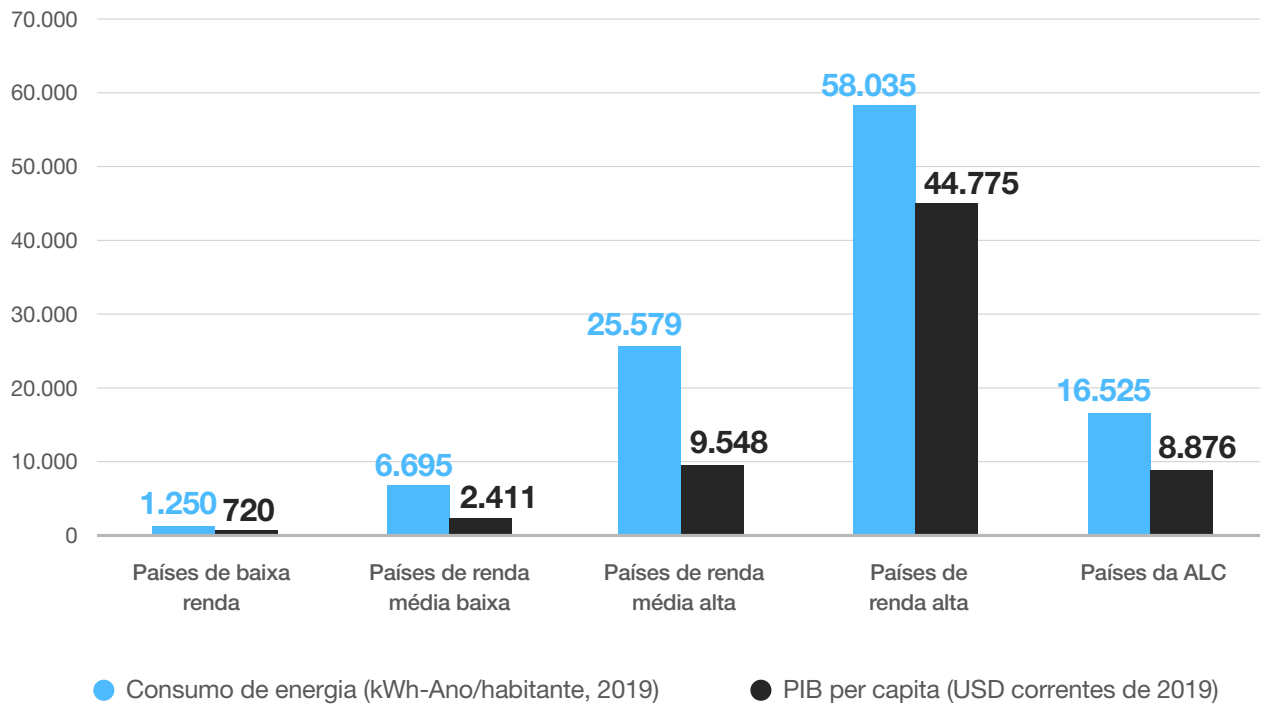
Portanto, erradicar a pobreza, maximizar o crescimento econômico e garantir que este seja equitativo são condições intrínsecas de um processo de transição energética justa. Por sua vez, os planos e as políticas para a transição deverão considerar o cumprimento dos objetivos de emissões zero na segunda metade do século, a fim de alcançar um nível decente de bem-estar no contexto dos

objetivos do Acordo de Paris. Essas lacunas se refletem nas diferenças de uso energético per capita entre os países do Anexo I e os que não pertencem ao Anexo I.

O uso de energia per capita é muito diferente entre grupos de países (ver gráfico 8). Os países de alta renda consomem 46 vezes mais energia que os países de baixa renda.

Gráfico 8

► Consumo de energia total per capita (kWh-ano per capita) e PIB per capita (USD correntes 2019 per capita)



Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Our World in Data e o Banco Mundial.



O ponto de partida na ALC e os países em análise

A transição no setor energético na América Latina e o Caribe

A região da ALC se diferencia da Europa e América do Norte nos seguintes aspectos:

- Europa e América do Norte amortizaram grande parte de sua geração a carvão; portanto seu substituto não tem efeitos na recuperação do capital investido. Esta situação é diferente na América Latina e no Caribe (ALC), onde foram realizados investimentos em usinas a carvão entre 2010 e 2020 (República Dominicana, Guatemala, Chile e Colômbia). A substituição antecipada implicaria um custo para a sociedade em termos de amortização antecipada dos ativos;
- a energia hidrelétrica e a biomassa são uma parte importante do suprimento energético da América Latina e do Caribe (ALC);
- a energia hidrelétrica é um recurso energético com alta penetração no setor elétrico da região. Existe potencial hidrelétrico ainda por desenvolver;
- a ALC se encontra em um período de transformação, independente da transição energética, a partir do crescimento simultâneo do uso do gás (convencional e não convencional) e das novas energias renováveis. Entre os países da região, existem reservas de recursos energéticos renováveis e não renováveis de forma desigual, o que gera dependências complexas e dinâmicas entre eles, com interações entre as ordens geopolíticas e energéticas em diferentes escalas.

- o desenvolvimento de gás de xisto na Argentina e das reservas de petróleo com gás associado do Pré-sal, a exploração atual das reservas de gás natural (não associado) na Venezuela e das reservas de gás natural do Peru (Camisea) permitem que a região acesse recursos mais limpos. A importância do gás natural tem aumentado. Representou 31 % do suprimento total de energia primária da região em 2020, segundo dados do Sistema de Informação Energética da América Latina e do Caribe (sieLAC). Se seguir seu atual desenvolvimento, o gás substituiria a hidreletricidade como a principal fonte de geração de eletricidade no ano 2030 na ALC, de acordo com uma análise do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). Substituir o carvão e o petróleo pelo gás natural implica um processo significativo de redução das emissões com um ritmo gradual suficiente que permitiria que vários países da região mantenham preços baixos e níveis altos de segurança energética.

Recursos energéticos na região

É importante destacar que a América Latina e o Caribe (ALC), e especialmente Brasil, Colômbia e Peru, possuem matrizes energéticas com alta penetração de energias renováveis. O uso de biomassa se destaca em quase todos os setores, particularmente nos setores industrial, residencial e de transporte (biocombustíveis). Ao observar mais especificamente o setor elétrico, o desenvolvimento significativo da energia hidrelétrica e, mais recentemente, a geração de eletricidade solar e eólica permitem uma boa classificação da região em termos de sustentabilidade e intensidade de carbono de seus sistemas.

O Quadro 3 mostra a penetração dessas energias nos países em análise.

Quadro 3 ▶ Participação das fontes de energia em cada país (2019)

PAÍS	Carvão mineral	Gás natural	Petróleo	Hidro	Nuclear	Lenha	Cana de açúcar e derivados	Outras primárias
Brasil	5,2%	12,8%	32,0%	12,2%	1,5%	9,2%	19,0%	8,1%
Colômbia	12,9%	22,7%	41,3%	11,9%	0,0%	5,3%	4,5%	1,4%
México	8,1%	58,3%	22,8%	1,4%	2,0%	4,0%	1,8%	1,7%
Peru	2,5%	30,6%	41,9%	12,7%	0,0%	8,8%	2,1%	1,5%
Rep. Dominicana	12,7%	27,7%	30,1%	2,5%	0,0%	14,4%	8,1%	4,5%

Fonte: siELAC. Nota: “Outras primárias” inclui as fontes renováveis não convencionais.

Os países da região contam com recursos solares, eólicos e hidrelétricos. Dos países estudados neste relatório, Brasil, Colômbia e México possuem reservas de hidrocarbonetos, enquanto Brasil, México³ e Peru possuem reservas de gás natural.

³ Atualmente, o México não está explorando suas reservas de gás de xisto (shale gas) e depende das importações provenientes dos Estados Unidos.

“A região da América Latina e Caribe (ALC) conta com recursos solares, eólicos, hidrelétricos e de biomassa, o que lhe permite uma boa pontuação em sustentabilidade e intensidade de carbono.”

2. O conceito de transição energética segundo os países e alguns atores destacados



Compilação de ideias e definições sobre a transição energética

A presente seção compila documentos sobre mudança climática, transição energética e suas definições, provenientes de organismos internacionais, para sintetizar uma definição conceitual.

Acordo de Paris - Componentes da transição energética

Na Conferência das Nações Unidas sobre a Mudança Climática (COP21), realizada em Paris em dezembro de 2015, foram acordados objetivos a longo prazo que definem vários aspectos da mudança climática e a transição energética como a principal ferramenta para reduzir seus efeitos. Estes aspectos são:

- Objetivo a longo prazo referente à temperatura (artigo 2): **limitar o aumento da temperatura global bem abaixo de 2 °C**, enquanto se prossegue com os esforços para limitar o aumento a 1,5 °C.
- Ponto máximo e neutralidade climática (artigo 4): os países se propuseram a **alcançar o ponto máximo das emissões de gases de efeito estufa (GEE) o mais rápido possível, reconhecendo que esse ponto máximo levará mais tempo para as Partes que são países em desenvolvimento**, com o objetivo de alcançar um equilíbrio entre as emissões antropogênicas pelas fontes e a absorção pelos sumidouros de GEE na segunda metade do século.
- Mitigação (artigo 4): **estabelece compromissos vinculantes para todas as Partes de preparar, comunicar e manter uma contribuição nacionalmente determinada** (NDC, na sigla em inglês) e adotar medidas nacionais para alcançar esses compromissos. Nas NDCs, os países comunicam as medidas que tomarão para reduzir suas emissões de GEE e alcançar os objetivos do Acordo de Paris, bem como para desenvolver a resiliência necessária para se adaptar aos impactos do aumento das temperaturas.
- **Adaptação (artigo 7):** Compromete-se a aumentar a capacidade de adaptação, fortalecer a resiliência e reduzir a vulnerabilidade às mudanças climáticas, com o objetivo de contribuir para o desenvolvimento sustentável e alcançar uma resposta de adaptação adequada no contexto do objetivo referente à temperatura mencionado no artigo 2.
- **Financiamento (artigo 9):** Estabelece a necessidade de que os países desenvolvidos apoiem financeiramente os países em desenvolvimento.

Definição do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento.

Para uma comunicação simples em seu site, o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) define a transição energética como: “a transição energética é um processo contínuo que requer estratégias e planejamento energético a longo prazo, com uma abordagem adaptada a cada país, para aplicar tecnologias energéticas apropriadas que permitam alcançar as emissões líquidas zero (PNUD, 2023).”

Definição do Fundo Monetário Internacional

O Fundo Monetário Internacional (FMI) analisa a transição em termos de seus impactos econômicos.

O FMI⁴ em seu relatório de Perspectivas da Economia Mundial, outubro de 2022, aborda o tema da transição para uma sociedade com emissões líquidas zero por meio da avaliação do impacto econômico. Segundo este estudo, a implementação imediata das políticas de mudança climática, aplicadas de forma progressiva, permitirá um menor custo total. A transição energética reduzirá o crescimento econômico e aumentará a inflação a curto prazo; no entanto, adiar a implementação das medidas multiplicará esse custo.

O FMI realiza diferentes hipóteses sobre a velocidade da transição da geração de eletricidade para tecnologias com baixas emissões de carbono e situa esses custos entre 0,15 e 0,25 pontos percentuais do crescimento do PIB e entre 0,1 e 0,4 pontos percentuais adicionais de inflação ao ano.

⁴ Perspectivas da economia mundial (Fundo Monetário Internacional), outubro de 2022

Esses impactos ocorrem devido à adoção de tecnologias cujos custos nivelados não são os mais baixos e ao desmantelamento de instalações antes do final de sua vida útil econômica e financeira. Isso significa que, se as medidas adequadas forem aplicadas imediatamente e introduzidas gradualmente nos próximos oito anos, de forma a alcançar o objetivo de emitir, no final da década haverá 25 % menos gases de efeito estufa do que em 2022.

Definição da Agência Internacional de Energia

A Agência Internacional de Energia (AIE)⁵ menciona especialmente a situação de curto prazo originada pela invasão da Rússia à Ucrânia. Essa invasão provocou uma crise energética mundial que resultou na adoção de medidas de curto prazo por parte dos países mais dependentes do gás russo. Muitos deles, de forma concomitante, tomaram medidas de longo prazo para aumentar e diversificar o fornecimento de petróleo e gás e acelerar a mudança estrutural.

A AIE apresenta a transição energética como uma oportunidade para construir um sistema energético mais seguro e sustentável e propõe as seguintes diretrizes para ajudar a reforçar a segurança energética na “transição média”:

- **Priorizar a eficiência energética e as mudanças de comportamento.** A crise energética destaca o papel crucial da eficiência energética e das medidas comportamentais para ajudar a evitar desajustes entre a demanda e a oferta.
- **Reverter a tendência de pobreza energética e facilitar a mobilidade das comunidades de menores rendimentos para a nova economia energética.** Nas economias de mercados emergentes e em desenvolvimento, as pessoas de menores rendimentos consomem nove vezes menos energia do que as de maiores rendimentos, mas gastam muito mais em energia em proporção de seus rendimentos.

⁵ World Energy Outlook 2022, AIE, novembro de 2022

- **Sincronizar a penetração de tecnologias de energia limpa com o desfasamento de investimentos em combustíveis fósseis.** Cortar o investimento em combustíveis fósseis antes de aumentar o investimento em energia limpa pode impulsionar um aumento dos preços e não necessariamente promover transições seguras.
- **Colaborar para reduzir o custo do capital em mercados emergentes e em desenvolvimento.**
- **Gerenciar a retirada e a reutilização da infraestrutura existente com cuidado.** Parte da infraestrutura existente de combustíveis fósseis realiza funções que continuarão sendo críticas por algum tempo e sua retirada antecipada pode ter consequências negativas para a segurança energética.
- **Eliminar de forma progressiva os subsídios aos combustíveis fósseis.** A precificação do carbono e outras reformas do mercado podem garantir sinais adequados de preços.
- **Abordar os riscos específicos enfrentados pelas economias produtoras. A diversificação será crucial para mitigar os riscos.** Alguns países estão investindo parte de suas receitas extraordinárias atuais de petróleo e gás em energias renováveis e hidrogênio de baixas emissões.
- **Investir em flexibilidade: Uma nova diretriz para a segurança elétrica. A crescente variabilidade na oferta e demanda de eletricidade significa que a necessidade de flexibilidade quadruplicará até a metade do século.** O armazenamento com baterias e uma melhoria na resposta do lado da demanda tornam-se cada vez mais importantes.
- **Garantir cadeias de fornecimento de energia limpa diversas e resilientes. Fomentar a resiliência climática da infraestrutura energética.**

- **Proporcionar direção estratégica e abordar as falhas de mercado sem dismantelar mercados.** Os governos devem tomar a iniciativa para garantir transições energéticas seguras, abordar as distorções do mercado, particularmente os subsídios aos combustíveis fósseis, e corrigir falhas de mercado. Aproximadamente 70% dos investimentos necessários para a transição deveriam provir de fontes privadas.

Definição da Agência Internacional de Energias Renováveis

A Agência Internacional de Energias Renováveis (IRENA⁶) menciona que a necessidade da transição energética se tornou ainda mais urgente. As crises agravantes sublinham a necessidade premente de acelerar a transição energética global, e os governos devem enfrentar a desafiadora tarefa de lidar com agendas aparentemente opostas de segurança energética, resiliência e energia acessível para todos.

A aceleração da transição energética também é essencial para a segurança energética a longo prazo, a estabilidade dos preços e a resiliência nacional. Esse caminho também criaria empregos, reduziria a pobreza e promoveria uma economia global inclusiva e climática segura.

A rota de 1,5 °C da IRENA posiciona a eletrificação e a eficiência como motores-chave da transição energética, habilitada pelas energias renováveis, o hidrogênio de baixas emissões e a biomassa sustentável. Esse caminho, que requer uma mudança enorme na forma como as sociedades produzem e consomem energia, pode ser alcançado por meio de:

- aumentos significativos na geração e uso direto de eletricidade baseada em energias renováveis;

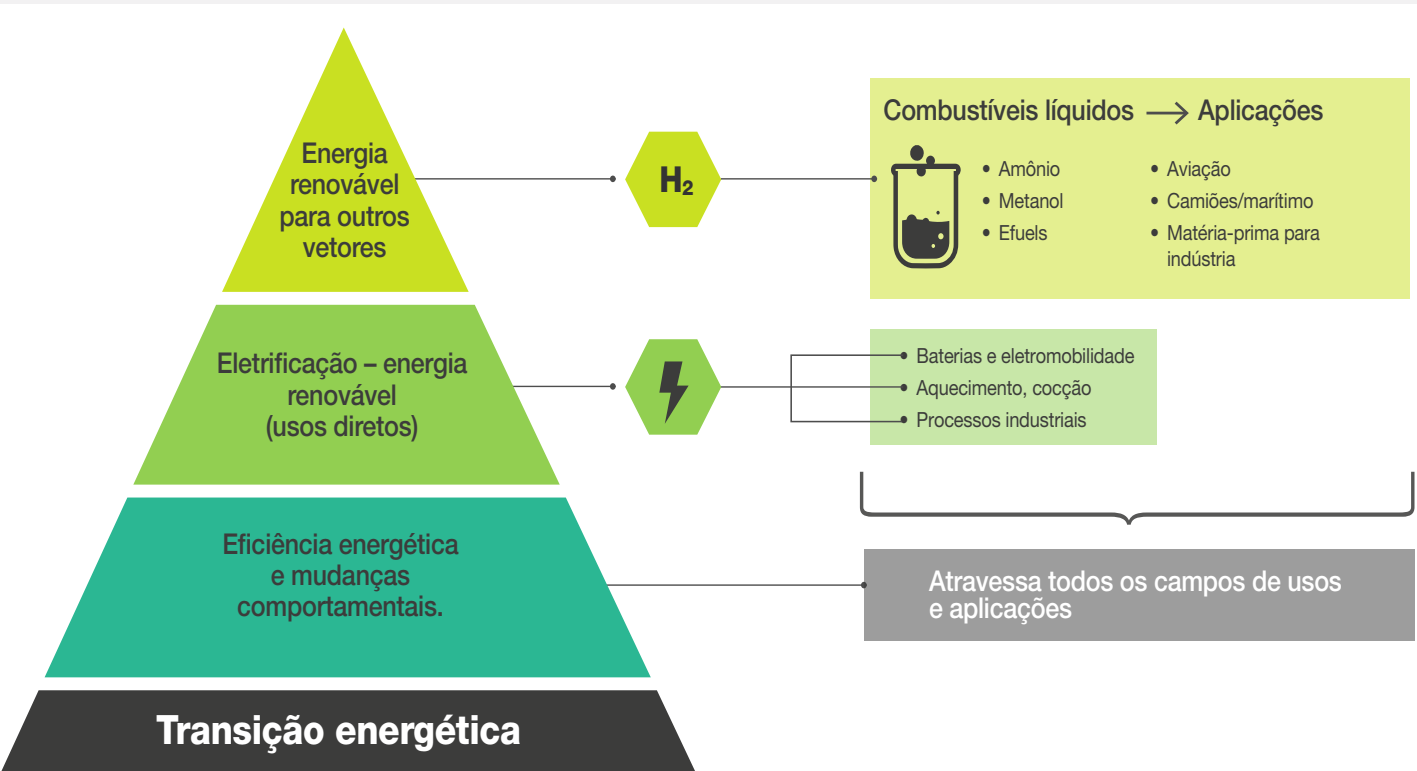
⁶ IRENA (2022), *Perspectiva mundial das transições energéticas*, 2022: Rota de 1,5 °C, Agência Internacional de Energias Renováveis, Abu Dabi.

- melhorias substanciais na eficiência energética;
- a eletrificação dos setores de uso final (por exemplo, veículos elétricos e bombas de calor);
- hidrogênio de baixas emissões e seus derivados;
- bioenergia juntamente com captura e armazenamento de carbono; e
- uso de captura e armazenamento de carbono no local onde é produzido

O gráfico 9 resume as principais vias para a transição energética.

Gráfico 9

► Vias para a transição energética



Fonte: Elaboração própria.

Definição do Banco Mundial

O Banco Mundial destaca a importância do setor energético como motor de investimentos, inovação, geração de empregos e crescimento nas nações. Nesse contexto, foca na redução da desigualdade no setor. Menciona que, até o momento, 733 milhões de pessoas ainda não têm acesso à eletricidade e 2.600 milhões cozinham com combustíveis poluentes que prejudicam a saúde.

A crise da COVID-19 e a guerra na Ucrânia geraram um grande aumento nos preços da energia, ampliando as situações de escassez e as preocupações com a segurança energética. Essas consequências têm afetado quase todos os países, embora, segundo a visão do Banco Mundial, os países em desenvolvimento tenham sido os mais prejudicados. Um exemplo é que aproximadamente 90 milhões de pessoas na Ásia e na África que haviam obtido acesso à eletricidade já não conseguem arcar com os custos para atender suas necessidades básicas.

Nesse contexto, o Banco Mundial identifica as tecnologias renováveis como uma grande oportunidade para mitigar as mudanças climáticas, gerar resiliência frente à volatilidade dos preços e reduzir os custos da energia. Por tudo isso, foca em abordar o problema da acessibilidade à energia, particularmente em países de menores recursos, caracterizados por sua fragilidade, conflitos e violência.

Algumas de suas linhas de trabalho são:

- promover a geração renovável;
- apoiar a redução do uso de carvão;
- reduzir as emissões de metano;
- aumentar a acessibilidade energética;

- reduzir o impacto na saúde dos combustíveis tradicionais nas atividades culinárias;
- promover mecanismos de precificação de emissões;
- promover a eficiência energética.



Algumas definições de transição justa

Além dos conceitos que incluem a transição energética, vários conceitos de transição energética justa foram propostos.

A Organização Internacional do Trabalho (OIT) definiu a transição justa como “a ecologização da economia de uma forma tão justa e inclusiva quanto possível para todas as partes interessadas, criando oportunidades de trabalho digno e não deixando ninguém para trás”.

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) definiu 11 elementos de uma transição justa:

1. investimentos no estabelecimento de tecnologias e setores de baixas emissões e de mão-de-obra intensiva;
2. investigação e avaliação precoce dos impactos sociais e laborais das políticas climáticas;
3. diálogo social e consulta democrática dos parceiros sociais e das partes interessadas;
4. criação de empregos dignos, políticas ativas de mercado de trabalho e direitos laborais;
5. equidade no acesso e uso de energia;

6. diversificação econômica baseada em investimentos de baixo carbono;
7. programas de formação e reformas realistas que conduzam a um trabalho digno;
8. políticas específicas de gênero que promovam resultados equitativos;
9. promoção da cooperação internacional e ações multilaterais coordenadas;
10. reparação por danos passados e injustiças percebidas;
11. consideração dos problemas de justiça intergeracional, tais como o impacto das decisões políticas nas gerações futuras.





Organização temática dos principais elementos da transição energética

A transição energética para uma economia de baixo carbono está associada a mudanças significativas na matriz energética primária e na infraestrutura de produção, transporte e utilização de recursos energéticos. Entre eles, destacam-se a **incorporação de fontes renováveis primárias do lado da oferta e a combinação de eletrificação do consumo/eficiência energética do lado da procura**. Nos documentos analisados estão definidas diferentes linhas de atuação, nomeadamente:

Energias renováveis não convencionais:

- **Mitigação de emissões.** As energias renováveis, como a solar, a eólica, a hidrelétrica e a geotérmica, geram eletricidade sem produzir emissões significativas de dióxido de carbono ou outros gases com efeito de estufa. Isto contribui diretamente para a mitigação das alterações climáticas e para a redução da dependência de combustíveis fósseis altamente poluentes.
- **Diversificação da matriz elétrica.** As energias renováveis não convencionais permitem a diversificação da geração elétrica, o que reduz a vulnerabilidade às secas em países altamente dependentes da geração hidrelétrica e à volatilidade dos preços dos combustíveis em países que possuem uma matriz elétrica mais térmica.
- **Recursos nacionais e potenciais.** Os países da região beneficiam principalmente de elevados fatores de produção solar e eólica, bem como, em alguns casos, do potencial geotérmico e de biomassa.
- **Custos Nivelados Competitivos de Energia (LCOE pela sigla em inglês).** Nos últimos anos, tanto as tecnologias solares como eólicas registaram uma queda significativa nas suas despesas de capital (CAPEX) e ganharam

concorrência contra outras tecnologias de produção elétrica. Espera-se que esta tendência continue no futuro graças à melhoria contínua dos processos tecnológicos, às economias de escala na fabricação de componentes e à maior concorrência no mercado com o desenvolvimento global destas tecnologias.

Eficiência energética

- **Melhoria da eficiência energética no consumo residencial, comercial, industrial, etc.** A implementação de ações de eficiência energética (EE) na região permitiu a melhoria da intensidade energética, mas muito trabalho ainda está pendente. A eficiência energética, juntamente com as mudanças comportamentais, constitui um dos pilares da transição energética.

Desconcentração de redes

- **Introdução de energias renováveis e geração distribuída associada à inovação tecnológica em redes.** O panorama tecnológico também está a mudar rapidamente devido à procura e às redes. As redes de fibra óptica, a telefonia celular e as soluções digitais juntas oferecem um número crescente de opções para monitorar, controlar e otimizar o consumo, a autogeração e o armazenamento de energia elétrica, enquanto a implementação de um sistema de transmissão inteligente oferece solução para a variabilidade das fontes renováveis.
- **Geração distribuída, empresas de serviços energéticos e resposta à procura.** A implementação da geração distribuída (GD) implica a concepção de novos modelos de negócio e mudanças na utilização das redes (transmissão e distribuição). A decisão de investir em GD é muito mais descentralizada.
- **A eletrificação da mobilidade constitui também uma mudança no sector elétrico** que aumenta significativamente a procura de eletricidade e oferece novas fontes de flexibilidade ao sistema ao fornecer baterias de veículos como mecanismos de reserva para consumo doméstico.

Gás natural

- **Mitigação de emissões.** O gás natural é o combustível com menores emissões de CO₂ na fase de combustão em comparação com outras fontes de energia de origem fóssil (ver IPCC⁷). Por outro lado, a combustão do gás natural permite uma melhoria na qualidade do ar, pois reduz em 80% as emissões de óxidos de nitrogênio e praticamente elimina as emissões de óxidos de enxofre e material particulado em comparação com outros combustíveis fósseis (CAF, 2022)⁸.
- **O gás na transição energética global.** Nas suas publicações de 2022, a Agência Internacional de Energia (AIE) indica que o gás natural continuará a ser uma fonte de energia e indica que será utilizado na geração de eletricidade com sistemas de retenção de carbono.
- **O uso do gás na produção de energia elétrica.** A América Latina vive um período de transformação que decorre do crescimento simultâneo do uso do gás (convencional e não convencional) e de novas energias renováveis (eólica e solar). Além disso, importa realçar a importância do gás como fator de estabilidade dos sistemas interligados, nomeadamente, face a uma procura ou produção elétrica com elevada sazonalidade. Da mesma forma, o gás pode proporcionar estabilidade ao sistema diante de situações de seca em sistemas altamente hidrelétricos.
- **Recursos na região.** Na região existem reservas de recursos energéticos renováveis e não renováveis de forma díspar entre os países, o que gera dependências complexas e dinâmicas entre eles, com interações entre as ordens geopolítica e energética em diferentes escalas. O desenvolvimento do gás de xisto na Argentina e as reservas de petróleo do pré-sal com gás associado permitem que a região tenha acesso a recursos mais limpos. A importância do gás tem vindo a aumentar. Representou 31 % do fornecimento total de energia primária da região em 2020, segundo dados do Sistema de Informação Energética da América Latina e do Caribe (sieLAC).

⁷ https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_2_Ch2_Stationary_Combustion.pdf

⁸ <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1980>

- **O desenvolvimento de fontes de hidrocarbonetos na América Latina.** O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) em documento sobre gás na América Latina (Quirós-Tortós, y otros, 2022)⁹ menciona que México, Brasil e Argentina estão aumentando seus investimentos e exploração de combustíveis fósseis, especialmente o gás natural, enquanto muitos outros países planeiam novos projetos de infraestruturas de gás natural.
- **Gás como alternativa em sectores de difícil eletrificação.** Na indústria, o gás pode ter um desempenho favorável graças ao seu menor impacto ambiental em comparação com o carvão e porque o seu preço pode ser inferior ao do petróleo, em particular, para processos que o exigem calor de alta temperatura (AIE¹⁰).
- Neste contexto, o gás natural pode ser um combustível legítimo para mitigação de emissões de CO₂, com um papel relevante, em particular, para utilizações industriais de difícil eletrificação, bem como fonte de produção de energia elétrica firme.

Deve-se destacar a importância do gás como fator de estabilidade dos sistemas interconectados, especialmente diante de uma demanda ou produção elétrica com alta sazonalidade. Da mesma forma, sob uma perspectiva econômica, o gás representa uma solução tecnológica e financeiramente viável até que outras tecnologias alcancem maturidade e um custo de financiamento ideal.

⁹ United Nations Environment Programme (2022). *Is Natural Gas a Good Investment for Latin America and the Caribbean? From Economic to Employment and Climate Impacts of the Power Sector*.

¹⁰ <https://www.iea.org/reports/the-role-of-gas-in-todays-energy-transitions>

Transporte

- **Mitigação de emissões de transporte e alternativas de transição.**

O setor de transporte tem a segunda maior quantidade de emissões no mundo. O mercado dos transportes é onde melhor se observa a concorrência de diversas cadeias de valor para resolver as emissões dos diferentes subconjuntos, nomeadamente.

- A mobilidade elétrica está concentrada em resolver maioritariamente as questões de veículos pequenos e médios, assim como de camiões de carga para distâncias médias. Também há avanços no transporte rodoviário elétrico de cargas para longas distâncias.
- O hidrogénio e seus derivados estão voltados para o transporte de cargas pesadas de longa distância (caminhões-trator, marítimos e aéreos).
- O gás natural pode ser uma opção de transição para camiões e tratores, mas o impacto em termos de redução de emissões não é significativo.
- Os combustíveis verdes (biocombustíveis) e os combustíveis sintéticos (derivados do H₂) são uma opção de transição para a aviação.
- Setor de transporte de carga e aviação é onde são necessários mais esforços de desenvolvimento tecnológico. O hidrogénio para a aviação é uma proposta com poucos avanços concretos no seu desenvolvimento rumo a preços competitivos.

Armazenagem energética

- **A América Latina possui recursos hidrelétricos abundantes e potencial para continuar seu desenvolvimento.** Projetos com reservatórios podem ser uma alternativa que pode ser concretizada à medida que se desenvolvem as cadeias de valor das baterias de baixa emissão e do hidrogénio.
- **A introdução do hidrogénio verde.** A eletricidade gerada a partir de fontes renováveis pode ser utilizada para produzir hidrogénio, que é um excelente

armazenamento de energia e pode ser utilizado no transporte. O hidrogénio pode tornar-se uma peça-chave para a flexibilidade necessária no sistema elétrico a partir de energias renováveis¹¹ e na logística de transporte.

- Um aspecto, raramente mencionado nos documentos analisados, é que o hidrogénio e os combustíveis sintéticos feitos a partir do hidrogénio já são tecnologias desenvolvidas, mas ainda não são competitivas. Eles podem ser transportados por longas distâncias, desde regiões com recursos energéticos abundantes até cidades muito distantes. Além disso, os combustíveis sintéticos reduziram a quantidade de ativos investidos nos sectores associados às cadeias de valor do sector automóvel e dos biocombustíveis¹².

Redução de emissões

- **A captura de carbono.** O objetivo de eliminar por completo as emissões líquidas de carbono em menos de 30 anos exigirá mudanças universais tanto nos processos industriais globais quanto nas práticas domésticas de consumo energético. Existe uma estratégia menos publicitada, mas de igual importância, que é a captura de CO₂ na fonte ou diretamente da atmosfera (captura de carbono). As tecnologias envolvidas são dificultadas pelo alto custo e, principalmente, pelo armazenamento. Este último é o fator tecnológico que ainda não foi desenvolvido. Atualmente, apenas 0,1 % das emissões globais de CO₂ são capturadas. Espera-se que essa porcentagem aumente para 19 % antes de 2050. As iniciativas de pesquisa focadas na tecnologia de captura de carbono aumentaram nos últimos anos, mas, até agora, poucas aplicações foram implementadas comercialmente.

¹¹ Deve, entretanto, ser esclarecido que sua baixa densidade a temperatura ambiente (0,09 kg/m³) faz com que o conteúdo energético do H₂ por unidade de volume seja cerca de 3.500 vezes inferior ao destes combustíveis. Esta característica, somada a que seu ponto de liquefação é perto de zero absoluto (-253 °C), faz com que a armazenagem do hidrogénio seja cara e complexa. Além disso, o hidrogénio pode ser uma opção para setores que de outro modo serão difíceis ou muito caros de descarbonizar mediante a eletrificação, por exemplo, os usos energéticos em processos industriais e o transporte.

¹² Os combustíveis sintéticos permitem a geração de gás sintéticos e derivados sintéticos, o que permitiria utilizar as plantas existentes por algum tempo extra. Os combustíveis sintéticos liberam CO₂ na etapa de combustão, mas absorvem CO₂ da atmosfera durante o crescimento da biomassa.

- Os oceanos e as florestas são o mecanismo mais antigo de captura e armazenamento de carbono. As florestas, como grandes sumidouros de carbono, absorvem o carbono atmosférico e o armazenam por séculos através do processo de fotossíntese. Segundo o site www.woodlandtrust.org.uk, “Todo o ecossistema florestal desempenha um papel fundamental no armazenamento de carbono: a madeira viva, as raízes, as folhas, a madeira morta, os solos circundantes e a vegetação associada”. Ações sobre essas tecnologias não fazem parte deste estudo. Um hectare de floresta absorve cerca de 400 toneladas de CO₂.



Mercados de carbono

Os preços do carbono que se expressam em impostos sobre o carbono permitem acelerar a introdução de tecnologias limpas. O Banco Mundial (Partnership for Market Readiness, 2022) indica:

“A fixação do preço do carbono é uma ferramenta política rentável que os governos e as empresas podem utilizar como parte de sua estratégia climática mais extensa. Cria um incentivo financeiro para mitigar as emissões mediante a sinalização de preços.

Ao incorporar os custos das mudanças climáticas na tomada de decisões econômicas, a fixação do preço do carbono pode ajudar a fomentar mudanças nos padrões de produção e consumo, favorecendo assim um crescimento baixo em emissões de carbono (...)

As políticas de fixação do preço do carbono podem contribuir para eliminar as barreiras nos preços que impedem o desenvolvimento com baixas emissões de carbono. No entanto, sua eficácia é limitada se faltarem outras políticas que as possam reforçar e complementar em resposta a outros desafios das mudanças climáticas e falhas do mercado”.

- O sistema de preços é o mecanismo mais eficiente para resolver os incentivos para as emissões de carbono; esses mecanismos permitem um esquema simples para comunicar os custos associados a cada tecnologia.
- O problema reside em como incorporar as emissões nos preços. A medição das emissões baseia-se em estimativas de emissões com base nos combustíveis e instrumentos utilizados, sem medir com precisão todo o ciclo. Nas emissões relacionadas à produção primária, essa situação é muito complexa. Essas restrições, em geral, limitam a possibilidade de impor esses impostos ou mecanismos de preços.

- Na América Latina e Caribe (ALC), as discussões têm se concentrado na criação de impostos sobre o carbono, do tipo Pigou. No entanto, é necessário um debate aprofundado sobre esses instrumentos, a fim de desenvolver mecanismos de medição e fixação de preços que estejam alinhados com a situação particular da região, onde se estima que a maior parte das emissões se origina no uso do solo.

Marco regulatório e políticas públicas

- As soluções propostas na região para uma transformação energética requererão de uma avaliação dos seguintes elementos:
 - gradualidade na implementação das medidas será necessária, em particular:
 - gerenciar com cuidado a retirada e reutilização da infraestrutura existente;
 - sincronizar a penetração das energias limpas com a retirada das energias poluentes;
 - Proporcionar direção estratégica e abordar as falhas de mercado, sem dismantelar mercados;
 - implementar mercados competitivos para impulsionar o desenvolvimento econômico da região;
 - flexibilidade da rede elétrica para melhorar a eficiência e a confiabilidade na gestão dos recursos elétricos variáveis;
 - promoção de recursos distribuídos de energia limpa para avançar em direção ao acesso universal e à resiliência;
 - integração do planejamento energético entre setores e a nível regional para fomentar o uso eficiente;
 - fortalecimento da harmonização regulatória e do design de mercados para promover a integração regional;

- medidas de atenção às atividades que serão deslocadas pela transição;
- implementação de mecanismos de financiamento verde; e
- tarifas que reflitam os custos.



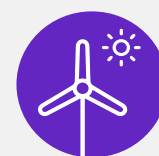
Financiamento

- O financiamento é um fator chave mencionado no Acordo de Paris, nas definições do PNUD, do FMI e do Banco Mundial. O artigo 9.1 do Acordo estabelece que serão feitos maiores esforços para alcançar o financiamento dos países do Anexo.

“A América Latina e o Caribe (ALC) podem utilizar eletricidade de fontes renováveis para gerar hidrogênio verde, que tem o potencial de se tornar uma peça-chave no sistema elétrico e no transporte regional.”

3. Conceitualização da transição energética justa na América Latina e o Caribe

A seguir, são definidos dois aspectos chave para o futuro desenvolvimento deste trabalho: o que implica a transição energética na América Latina e Caribe (ALC) e a conceituação da transição energética justa para a região.



Algumas características diferenciais da ALC que devem ser refletidas na transição energética

Como foi indicado anteriormente, a região se caracteriza por:

- a mudança no uso da terra como principal fonte de emissões;
- baixa penetração do carvão tanto na matriz energética quanto na elétrica;
- uma penetração gradual do gás natural;
- Emissões per capita inferiores às do resto do mundo;

- emissões superiores às dos países desenvolvidos, medidas em relação ao PIB;
- falta de acesso a serviços básicos para uma proporção de pessoas com baixos rendimentos;
- distribuição desigual da riqueza;
- consumo médio de energia na maioria dos países da região;
- perspectivas de crescimento da procura e oferta de energia para o período entre 2023 e 2050;
- fornecimento de energia primária com elevada participação de energias renováveis¹³ (geração de eletricidade e biocombustíveis);
- grandes reservas de recursos renováveis e fósseis que permitem uma diversificação de fontes, específicas para cada país em análise.

A região deve aproveitar recursos naturais abundantes, como energia solar e eólica, hidroeletricidade (grandes projetos que ainda podem ser construídos) e biocombustíveis (a partir de soja, açúcar e outros), juntamente com o desenvolvimento do gás como combustível de transição para amortizar os investimentos realizados nos últimos 20 anos.

Da mesma forma, a transição deve ser inclusiva, pelo que as modificações nos sistemas de preços (subsídios) exigidos pela IRENA e pela AIE devem ser analisadas numa perspectiva local.

¹³ Desde 2010, os países da região têm promovido a introdução de tecnologias não competitivas no setor elétrico, socializando os seus custos mais elevados através dos preços da eletricidade num ambiente de baixos preços da energia. Além disso, houve contribuições de fundos climáticos ou bancos de desenvolvimento locais (BNDES, Corfo, para pilotos em diversos segmentos da cadeia de valor). Atualmente, os preços mais elevados da energia sugerem que a região desenvolverá projetos não competitivos quando existirem fundos de desenvolvimento, que poderão provir de fundos climáticos, instituições financeiras internacionais ou bancos de desenvolvimento locais.



A transição energética justa na América Latina e o Caribe

A **transição energética justa** é um processo de conversão do sistema energético que busca **reduzir gradativamente as emissões de gases de efeito estufa** por meio da promoção do uso de tecnologias que utilizem os recursos disponíveis na região, priorizando aqueles recursos que mais contribuem para o **crescimento econômico** sujeito a atingir emissões líquidas iguais a zero e manter o foco na **melhoria dos padrões de vida** em direção a padrões compatíveis com uma vida digna. Este conceito está alinhado com o Acordo de Paris, que estabelece que os países em desenvolvimento levarão mais tempo para atingir estes objetivos e que o processo deve ser regido pela equidade e no contexto do desenvolvimento sustentável e dos esforços para erradicar a pobreza.

Esta transição implica acelerar a introdução de tecnologias limpas e economicamente competitivas e a melhoria da eficiência energética nas cadeias de valor do setor energético.

As tecnologias limpas são aquelas que geram emissões baixas ou nulas (energias renováveis, gás natural, nuclear, biomassa certificável e biocombustíveis) e novos desenvolvimentos (hidrogénio verde, processos de captura, utilização e armazenamento de carbono), enquanto a eficiência energética envolve eletrificação a pedido, otimização de sistemas de transporte e distribuição e conversão de equipamentos.

A transição energética justa se cumpre mediante o alinhamento de:

1. A solução tecnológica, que ocorre quando os custos de produção, logística e fornecimento de energia limpa aos consumidores, medidos em custos nivelados, são mais baixos que as fontes de energia de altas emissões.

2. A solução regulatória, que ocorre quando são desenvolvidas regulações que promovem as tecnologias limpas e internalizam os custos de remediação, se limita a participação de fontes de energia altamente contaminante e são desenvolvidas tarifas e subsídios que incentivam a eficiência energética.
3. A solução de mercado, que ocorre quando são implementados mecanismos de preço ao carbono que internalizam os custos de remediação originados nas emissões geradas através de impostos ou certificados de emissões.
4. O financiamento, que ocorre quando se articulam preços, ajudas internacionais e dos Tesouros, o que equilibra a cobertura e a acessibilidade para todos os habitantes e a recuperação de custos e investimentos.

Definição de indicadores

Apresentamos abaixo um conjunto de indicadores que permitem avaliar o processo de transição energética justa e, em particular, medir o cumprimento das metas associadas às diferentes dimensões do mesmo.

1. Dimensões e tópicos da transição energética justa



Dimensões da transição energética justa

- **Aspectos institucionais.** Incorporar medidas relacionadas com as alterações climáticas nas políticas, estratégias e planos nacionais; e promover mecanismos para aumentar a capacidade eficaz de planeamento e gestão em relação às alterações climáticas. Os aspectos institucionais constituem uma **condição inicial** necessária de um TEJ.
- **Aspectos económicos/energético.** Avaliar os recursos existentes na região; garantir a segurança energética; aumentar a proporção de energias renováveis no consumo de fontes de energia; melhorar a eficiência energética; expandir para infraestruturas e limitar as



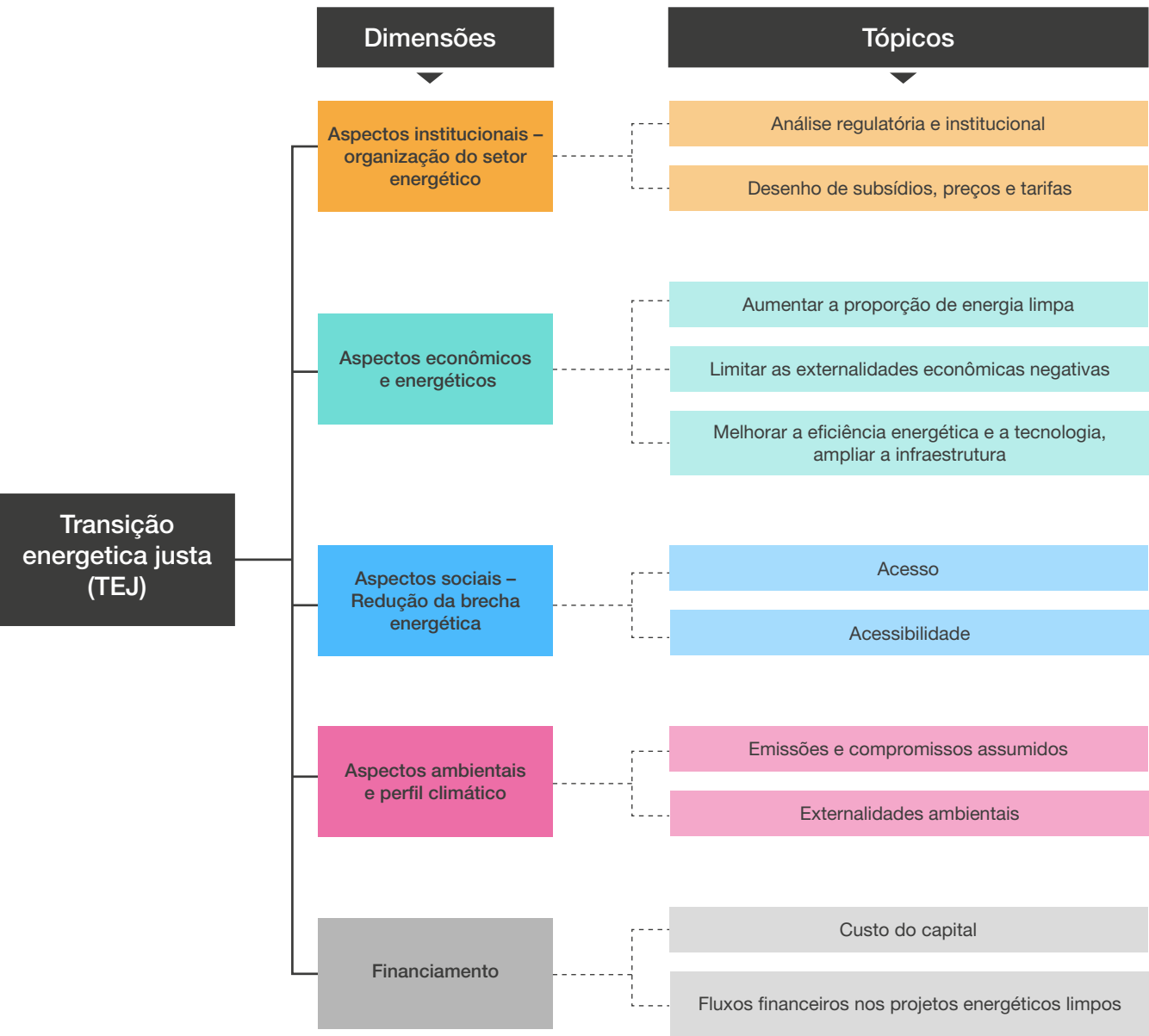
Dimensões e tópicos associados

O Gráfico 10 apresenta os temas associados às cinco dimensões definidas. Esses temas estão relacionados às metas a serem cumpridas na área de TEJ e permitem agrupar os indicadores em subgrupos. Embora a maioria dos indicadores correspondam ao TEJ, outros importantes são acrescentados para avaliar aspectos que não estão relacionados com a transição energética, mas estão relacionados com aspectos intermédios, como a evolução dos subsídios energéticos e os desenhos tarifários associados à correta regulação. A seguir são desenvolvidos os temas, em seguida é apresentada um quadro com todos os indicadores e, por fim, o desenvolvimento destes.

externalidades económicas negativas. Estes aspectos estão relacionados com a promoção da utilização de tecnologias que utilizem os **recursos disponíveis na região**, priorizando aquelas que mais contribuem para o **crescimento económico**,

- **Aspectos sociais.** Reduzir as disparidades de pobreza energética, reconhecer o direito legítimo de desenvolver e garantir o acesso universal a serviços energéticos modernos, fiáveis e acessíveis. Esses aspectos vão ao encontro do conceito de um TEJ que busca garantir a **melhoria dos padrões de vida** em direção a padrões compatíveis com uma vida digna.
- **Aspectos ambientais e perfil climático.** Reduzir as emissões equivalentes de CO₂ (CO₂e) e limitar a vulnerabilidade às alterações climáticas. Esses aspectos permitem mensurar o avanço do TEJ, ou seja, o processo de conversão do sistema energético e a **redução gradativa das emissões de GEE**.
- **Financiamento.** Dispor de recursos financeiros, reduzir o custo do capital, aumentar a cooperação internacional e promover o investimento. O financiamento é uma das **ferramentas necessárias** do TEJ.

Gráfico 10 ► Dimensões e tópicos associados



Fonte: GME-CAF (julho de 2023).

Aspectos institucionais – Organização do setor energético

A implementação de mecanismos TEJ depende de aspectos institucionais e organizacionais do setor, bem como das condições dos marcos regulatórios (adequados ou não). Algumas das ações necessárias incluem:

- a promulgação de regulamentos relativos às mudanças climáticas com a designação de responsabilidades por essas políticas em algum departamento bem definido que seja responsável pelo desenvolvimento do TEJ;
- a incorporação de medidas relacionadas com as alterações climáticas nas políticas, estratégias e planos nacionais;
- promover mecanismos para aumentar a capacidade de planeamento e gestão eficazes em relação às alterações climáticas, e
- a gestão do acesso à energia para a população (particularmente para as populações de baixos rendimentos em alguns países regionais), as políticas tarifárias, os impostos sobre as emissões, a criação de direitos de poluição e subsídios são aspectos da organização do setor.

A Análise regulatória e institucional

O primeiro conceito é qualitativo, porém, as mudanças climáticas e as responsabilidades que deverão ser desenvolvidas ao longo do tempo para as áreas responsáveis pelo tema serão dinâmicas. O dinamismo na adoção destas novas ferramentas ou objetivos deve ser avaliado de forma recorrente.

O segundo e terceiro conceitos podem ser avaliados através de indicadores dedicados para medir, por exemplo, a existência de estratégias detalhadas de transição energética de longo prazo e se essas estratégias permitem o cumprimento dos compromissos ambientais nacionais.

B Planejamento de subsídios, preços e tarifas

A gestão de acessos e as políticas tarifárias centram-se na avaliação do alinhamento dos preços com os seus custos (eficiência econômica) para que ocorra uma transição energética justa. Estas políticas tarifárias são vitais para a implementação de políticas de eficiência energética no curto prazo.

Na Colômbia, no México, no Peru e na República Dominicana, quer pela utilização de subsídios cruzados explícitos, quer pela intervenção do Estado através da contribuição de recursos orçamentais às empresas fornecedoras, as tarifas não refletem os custos de produção. Isto implica que este conjunto de indicadores deve ser cumprido em prazos mais curtos e concebido de forma a permitir sinais de preços.

Nos cinco países analisados, existem subsídios ou intervenção estatal na formação dos preços dos combustíveis líquidos; Por exemplo, o esquema de subsídios da Colômbia baseia-se em estratos¹⁴. Este regime de subsídios por tipo de imóvel não associa o nível de consumo, o que não gera um sinal de preço adequado. Por sua vez, o sistema do Fundo de Compensação Social Elétrica (FOSE) do Peru subsidia os níveis de consumo¹⁵.

¹⁴ O Departamento Administrativo Nacional de Estatística (DANE), órgão responsável pela classificação, indica que "os estratos socioeconômicos em que podem ser classificadas as casas e os imóveis são 6, assim denominados: 1. baixo-baixo, 2. baixo, 3. médio -baixo, 4. médio, 5. médio-alto e 6. alto. Destes, os estratos 1, 2 e 3 correspondem aos estratos baixos que albergam utentes com menos recursos, que são beneficiários de subsídios nos serviços públicos domiciliários; Os estratos 5 e 6 correspondem aos estratos elevados que albergam utilizadores com maiores recursos econômicos, que devem pagar custos adicionais (contribuição) sobre o valor dos serviços públicos domiciliários. O Estrato 4 não é beneficiário de subsídios, nem tem que pagar custos extras, paga exatamente o valor que a empresa define como custo da prestação do serviço. A classificação em qualquer um dos seis estratos é uma aproximação à diferença socioeconômica hierárquica, leia-se pobreza em relação à riqueza ou vice-versa. Como resultado desta classificação, numa mesma cidade é possível encontrar moradias tão díspares quanto aquelas que vão desde a favela que expressa –sem dúvida– a miséria de seus moradores, até o casarão ou palácio que, da mesma forma, mostra enorme acumulação de riqueza. O mesmo acontece na zona rural com casas que vão desde cabanas sem muros até ‘fazendas’, fazendas com grandes áreas de terras produtivas e fazendas de lazer com comodidades exuberantes”.

¹⁵ Embora o desenho deste sistema seja mais adequado para gerar incentivos ao consumo eficiente, ele gera outros tipos de comportamentos, como o aparecimento de mais de um metro por imóvel. A distribuidora melhora sua cobrança e o consumo médio dos clientes de baixa renda é reduzido.

Consequentemente, a concepção dos subsídios deve permitir que os preços aumentem à medida que o rendimento médio cresce e, desta forma, o sinal do preço da energia proporciona um incentivo ao consumo eficiente.

A eficiência energética também deve estar relacionada com subsídios, dado que estes geram consumos ineficientes. Portanto, a eficiência energética deve ser desenvolvida em coordenação com a redução e eventual redefinição dos subsídios, a fim de reduzir o impacto do alinhamento dos preços com os custos nas populações mais humildes.

Aspectos econômicos e energéticos

Um primeiro vector de aspectos econômicos é o nível de atividade econômica, resumido no PIB per capita (em valores de paridade de poder de compra [PPC]). Neste sentido, estima-se que é necessário atingir um PIB per capita suficiente para alcançar um desenvolvimento humano muito elevado e satisfazer todas as necessidades energéticas. do país¹⁶.

A transição energética justa quanto aos aspectos econômicos e energéticos deve considerar os seguintes aspectos:

1. utilização dos recursos locais;
2. introdução das tecnologias de transição energética;
3. externalidades econômicas e criação de emprego.

¹⁶ De acordo com a definição do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), um país é considerado de desenvolvimento humano muito elevado quando o seu índice de desenvolvimento humano (IDH) é igual ou superior a 0,8. Por sua vez, considera-se que um país é capaz de satisfazer todas as suas necessidades energéticas quando apresenta valores de consumo de eletricidade superiores a 5.000 kWh per capita-ano. Por fim, para estabelecer uma margem de níveis mínimos de PIB que os países devem atingir para serem considerados desenvolvidos, utiliza-se o PIB médio do quintil mais baixo de países com IDH muito elevado e o PIB médio do quintil mais baixo de países com alto consumo. eletricidade superior a 5.000 kWh per capita-ano. Conclui-se que a meta do PIB per capita dos países para cobrir as suas necessidades energéticas não satisfeitas e serem considerados desenvolvidos está dentro do intervalo entre 21.000 e 33.000 dólares americanos, medido em dólares americanos PPC com base em 2017.

“A melhoria da eficiência energética e o aumento do uso de energias renováveis são duas das principais ações que podem acompanhar um processo de transição energética, pois se trata de tecnologias ou soluções comprovadas.”

A Utilização dos recursos locais

Os países da região possuem recursos energéticos renováveis e não renováveis em diferentes volumes e com diferentes graus de competitividade e potencial de desenvolvimento.

A disponibilidade de recursos locais está relacionada com decisões históricas em termos do desenvolvimento do sector energético em cada país e também com decisões futuras. Em particular, podem constituir um possível incentivo (ou travão) para acelerar a transição energética e diversificar as fontes de abastecimento energético.

A segurança energética, do ponto de vista económico, procura reduzir a exposição da economia de cada país aos choques internacionais de preços, à dependência das agendas políticas de outros países¹⁷ e ao desenvolvimento de certas capacidades locais. Uma das características da transição para recursos renováveis é a redução desta exposição à volatilidade de curto prazo dos preços internacionais. Neste sentido, é importante caracterizar a independência energética de um país e a sua exposição à falta de abastecimento em caso de tensão no abastecimento.

B Introdução das tecnologias de transição energética

Melhorar a eficiência energética e aumentar a utilização de energias renováveis são duas das principais ações que podem acompanhar um processo de transição energética, uma vez que são tecnologias ou soluções comprovadas. O aumento da utilização de energias renováveis para a produção de eletricidade é uma exigência antes de incentivar a eletrificação dos usos para consumo, em particular, no setor dos transportes, mas também em outros setores. Este aumento deve ser acompanhado por uma expansão da infraestrutura, tanto na produção como no transporte e distribuição. Também é necessário analisar a

¹⁷ Por exemplo, a diminuição das reservas argentinas por decisões de política energética privou o Chile de gás natural.

eficiência energética, tanto em relação ao consumo final quanto às cadeias setoriais (eficiência na geração, transporte e distribuição).

Todos os países da região e a maioria dos países em análise possuem recursos energéticos renováveis com diferentes graus de competitividade. Esta tendência ocorre numa região que, graças à organização dos seus mercados elétricos, tem promovido a entrada de energias renováveis não convencionais, os cinco países em análise têm promovido concursos para este tipo de energia.

Além disso, a região possui grandes recursos hidrelétricos, alto potencial para o desenvolvimento de biocombustíveis e hidrogênio de baixa emissão. O potencial hidrelétrico tem sido altamente desenvolvido na ALC e, atualmente, é a região que mais utiliza esse tipo de energia em todo o mundo. Os biocombustíveis têm um alto desenvolvimento na ALC dependendo do tipo de biomassa que se apresenta. Por seu lado, a extensão e disponibilidade de terrenos permitem que a região tenha áreas muito promissoras para o hidrogênio verde.

Por último, a utilização eficiente da energia, medida em termos de contribuição para a economia, tem de melhorar ao longo do tempo para garantir uma transição energética eficiente.

C Externalidades econômicas e criação de emprego

A transição para os países em desenvolvimento deve:

- limitar as externalidades econômicas negativas que podem estar relacionadas com:
 - deslocamento de empregos;
 - ausência de renda (seja fiscal ou privada) de atividades que dependem do consumo de combustíveis fósseis;

- perda de uso de ativos específicos (*stranded assets*);
- incentivar as externalidades positivas, tais como a criação de emprego relacionada com o desenvolvimento de novas soluções de transição energética.

Em vários países da ALC, as tecnologias de utilização de biomassa para o setor de transportes (etanol, biodiesel) estão altamente desenvolvidas. Estes biocombustíveis, juntamente com indústrias relacionadas com o desenvolvimento alimentar ou florestal de pasta de papel que produzem um elevado nível de autogeração¹⁸, geram um grande número de empregos que devem ser mantidos. A transição energética (e não energética) deve permitir que estes setores mantenham os seus níveis de produção e, se possível, cresçam, desde que não gerem externalidades ambientais negativas (em particular, o uso da terra).

O processo de introdução de energias renováveis na produção elétrica é uma realidade em muitas economias da região, mas o desenvolvimento de indústrias locais para a construção de painéis solares ou motores eólicos é limitado¹⁹. No entanto, têm sido desenvolvidos novos negócios associados à exploração de energia distribuída e empresas dedicadas à operação e manutenção destas centrais renováveis. A criação de emprego nestes setores poderia permitir a substituição de empregos existentes em setores com externalidades meio ambientais.

¹⁸ Café no Brasil e Colômbia; amendoim na Argentina; açúcar na Guatemala, El Salvador, Brasil e Argentina; polpa no Uruguai, Argentina, Brasil, Chile, etc.

¹⁹ É importante indicar que o desenvolvimento das indústrias locais não é o objetivo, mas sim os países da região aproveitam a oportunidade para desenvolver negócios em novas indústrias que lhes permitam industrializar-se.

Aspectos sociais – Redução da brecha energética

Uma TEJ não pode ocorrer sem, como primeiro passo, **garantir o acesso universal a serviços energéticos modernos, fiáveis e acessíveis** para toda a população, reduzir as disparidades de pobreza energética e reconhecer o direito legítimo de desenvolver.

A Acesso

Embora a América Latina e o Caribe apresentem níveis relativamente elevados de acesso à energia (em particular, eletricidade) (geralmente, superiores a 90 ou 95 % da população), o consumo médio é baixo e, em muitos dos países da região, os agregados familiares continuam a consumir “fontes de energia não modernas”, por exemplo, utilizam a lenha como principal combustível para cozinhar.

Por outro lado, existe uma disparidade significativa em termos de consumo de energia entre residências e entre países. De acordo com a Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL²⁰), nos mercados emergentes e nas economias em desenvolvimento, o quintil de rendimento mais baixo consome nove vezes menos energia do que o quintil de rendimento mais elevado. A qualidade do serviço para as famílias mais pobres também é inferior. Garantir o acesso a serviços energéticos equitativos e de qualidade é uma condição necessária para reduzir a desigualdade e a pobreza, e facilitar o crescimento.

B Acessibilidade

A acessibilidade é uma condição necessária para o desenvolvimento socioeconômico futuro. A implementação de medidas para combater a

²⁰ https://www.cepal.org/sites/default/files/news/files/cepal_alc_transicion_energetica.pdf

pobreza energética ajudará a reduzir as disparidades e a alcançar a TEJ. As tarifas devem ser acessíveis (possibilidade de existência de taxas sociais para determinadas categorias da população) e, ao mesmo tempo, permitir a recuperação de custos e incentivar o consumo racional de bens e recursos.

Aspectos ambientais

Uma TEJ tem que ser acompanhada por:

- uma redução das emissões de CO₂ e
- uma limitação da vulnerabilidade à mudança climática.

A Emissões e compromissos assumidos

Os processos de transição energética a nível nacional e internacional estão hoje condicionados ao cumprimento ambiental, nomeadamente, ao nível das emissões de CO₂. Os países signatários do Acordo de Paris comprometeram-se a “alcançar um equilíbrio entre as emissões antropogênicas por fontes e a absorção antropogênica por sumidouros na segunda metade do século”. Como parte do caminho para alcançar a neutralidade carbónica, cada país definiu as suas contribuições nacionalmente determinadas (NDC) para o ano 2030.

B Externalidades ambientais

O impacto das mudanças atuais e futuras não é uniforme entre os países. Os países de baixo rendimento tendem a estar mais expostos aos impactos das alterações climáticas, embora sejam responsáveis por uma parte muito limitada das emissões totais. Avaliar tanto a ocorrência de eventos naturais extremos e catástrofes como a vulnerabilidade dos países torna mais fácil planejar soluções para se preparar para enfrentar estas consequências.

Ao mesmo tempo, também ajuda a encorajar uma maior ação para combater as alterações climáticas. Esses indicadores nos permitem focar na remediação e adaptação.



Financiamento

O financiamento pode ser analisado a partir de duas linhas de ação: disponibilidade e custo. Ter recursos financeiros e reduzir o custo do capital são os elementos-chave para permitir uma transição energética justa.

Para dispor de recursos, uma transição energética justa deve ser acompanhada por um aumento da cooperação internacional e de esquemas locais que promovam o investimento em aspectos relacionados com a transição energética.

O Acordo de Paris estabelece, em seu artigo 9º, a necessidade de os países desenvolvidos apoiarem financeiramente os países em desenvolvimento. Em particular, “os países desenvolvidos devem continuar a liderar os esforços para mobilizar o financiamento climático a partir de uma ampla variedade de fontes, instrumentos e canais, tendo em conta o importante papel dos fundos públicos (...), e tendo em conta as necessidades e prioridades das Partes que são países em desenvolvimento. “Esta mobilização do financiamento climático deve representar uma progressão em relação aos esforços anteriores.”

Além destas potenciais contribuições financeiras, é essencial que cada país tenha um quadro geral favorável para fornecer financiamento ao sector privado a um custo de capital competitivo²¹ que facilite os investimentos de capital privado local e internacional.

Além disso, a questão da dependência fiscal/tributária das cadeias produtivas associadas aos hidrocarbonetos deve ser avaliada para avaliar os impactos esperados de um processo justo de transição energética, e remediar os impactos econômicos da não exploração dos recursos locais através do desenvolvimento de outras fontes fiscais ou imposto relacionado a projetos de transição. Por exemplo, parte dos orçamentos de países como a Colômbia e o México são financiados pelas receitas dos hidrocarbonetos.

²¹ Nos negócios de infraestrutura, altas taxas de custo de capital incentivam estratégias de alto custo de manutenção e baixo custo de investimento, isto é, que desincentivam a entrada de novos projetos. Um baixo custo do capital é uma condição necessária para acelerar a transição energética justa.

2. Indicadores por dimensões e tópicos



Lista de indicadores

O Quadro 4 apresenta a lista de indicadores por dimensões e tópicos. Cada um destes indicadores está descrito no capítulo 4

Quadro 4

► Dimensões, tópicos e indicadores potenciais (esquema IESAF)

Dimensões	Tópicos	Índice	Indicadores potenciais
I - Aspectos institucionais - Organização do setor	1. Análise regulatório e institucional I	I-1.1	Normativa e governabilidade do setor energético
		I-1.2	Existência de estratégias de transição energética
		I-1.2.bis	Efetividade das estratégias de transição energética
	2. Planejamento de subsídios, preços e tarifas	I-2.1	Subsídios aos combustíveis (% do PIB)
		I-2.2	Gasto total em subsídios (BUSD) e gasto em subsídios para eletricidade (BUSD)
E - Aspectos econômicos e energéticos	1. Utilização dos recursos locais	E-1.1	Reservas comprovadas de recursos locais
		E-1.2	Dependência das importações líquidas de energia (%)
		E-2.1	Proporção de energia renovável no consumo final total de energia e a geração de eletricidade (%)
	2. Introdução das tecnologias da transição energética	E-2.1bis	Capacidade instalada de geração elétrica renovável (GW)
		E-2.2	Intensidade energética medida em função da energia primária e do PIB (TJ/MUSD PPP)
		E-2.3	Eficiência da conversão e distribuição de energia (%)
		E-2.4	Intensidade energética por setor econômico (TJ/MUSD PPP)
		E-2.5	Intensidade energética do setor residencial (TJ/lar)
		E-2.6	Penetração da eletricidade no setor transporte (%)
		E-2.7	Penetração do gás natural e hidrogênio no setor transporte (%)
	3. Externalidades econômicas e criação de emprego	E-3.1	Capacidade instalada (GW) e valor dos ativos abandonados (MUSD)
		E-3.2	Número de empregados formais associados a cadeias de valor existentes
		E-3.3	Número de empregos associados a projetos de transição energética (milhares de postos de trabalho)

Continua.

Continuação.

Dimensões	Tópicos	Índice	Indicadores potenciais
S - Aspectos sociais – Redução da brecha energética	1. Acesso	S-1.1	Proporção da população com acesso à eletricidade
		S-1.2	Proporção da população cuja fonte primária de energia consiste em tecnologias e combustíveis limpos
		S-1.3	Uso de energia per capita
		S-1.4	Qualidade de serviço elétrico
	2. Acessibilidade	S-2.1	Tarifa final por setor e combustível
		S-2.2	Porcentagem de renda dos lares dedicada a combustíveis e eletricidade, para o total e para 20% dos lares mais pobres
A - Aspectos ambientais e perfil climático	1. Emissões e compromissos assumidos	A-1.1	Emissões totais de GEE por ano e por setor (MtCO2e)
		A.1.2	Emissões totais de GEE por unidade de PIB e per capita (MtCO2e/MUSD PPP e tCO2e per capita)
	2. Externalidades ambientais	A-2.1	Número de pessoas afetadas diretamente atribuído a desastres cada 100.000 habitantes
		A-2.2	Vulnerabilidade e preparação para a mudança climática
F - Financiamento	1. Custo do capital	F-1.1	Custo do endividamento do setor privado
	2. Fluxos financeiros nos projetos energéticos limpos	F-2.1	Correntes financeiras internacionais aos países em desenvolvimento para apoiar a pesquisa e o desenvolvimento de energias limpas e a produção de energia renovável, incluindo os sistemas híbridos
		F-2.2	Dependência fiscal/tributária de cadeias produtivas associadas a hidrocarbonetos

Fonte: CAF-GME (julho de 2023).

Como regra geral, indicadores já existentes são propostos para a maioria dos tópicos de análise. No caso daqueles aspectos para os quais não existe indicador construído por terceiros, pretende-se propor indicadores com baixos custos de construção ou com fontes de fácil obtenção.



Descrição dos indicadores

Organização do setor energético

■ ■ ■ ASPECTOS INSTITUCIONAIS



METAS A CUMPRIR

Incorporar medidas relacionadas com as alterações climáticas nas políticas, estratégias e planos nacionais; promover mecanismos para aumentar a capacidade de planeamento e gestão eficazes em relação às alterações climáticas.

A

Análise regulatória e institucional

Normativa e governabilidade do setor energético

- **Definição.** Existência de normas emitidas pelas mais altas autoridades que definem os objetivos e responsabilidades das políticas públicas relacionadas com a transição energética justa.
- **Utilidade no âmbito do projeto.** O indicador I-1.1 permite analisar o alinhamento da regulamentação para atingir os objetivos definidos pelo Acordo de Paris.
- **Disponibilidade e/ou elaboração de dados.** Foi realizada de acordo com indicadores do Programa de Assistência à Gestão do Setor Energético (ESMAP) (RISE, *Regulatory Indicators for Sustainable Energy*)²², que permitem a comparação de políticas nacionais e marcos regulatórios para energia sustentável. Esses indicadores têm quatro componentes:

²² <https://rise.esmap.org/indicators>

- Acesso à eletricidade: abrange aspectos como a existência de planos de eletrificação e sua disponibilidade, objetivos, âmbito, acessibilidade, etc.
- Cozinha limpa: inclui a existência de planeamento, seu alcance, capacidade institucional, programas de conscientização, programas de rotulagem, incentivos financeiros, etc.
- Energias renováveis: abrange a tabela jurídica das energias renováveis, planos de expansão destas energias, incentivos e apoio regulamentar, integração das energias renováveis na rede, monitorização de emissões, etc.
- Eficiência energética: inclui planos nacionais de eficiência energética, instituições relacionadas, incentivos para diferentes setores, mecanismos de financiamento, padrões mínimos de eficiência energética (MEPS), sistemas de rotulagem, etc.

Existência de estratégias de transição energética

- **Definição.** Existência de estratégias de transição energética a longo prazo, NDC, planos detalhados, etc.
- **Utilidade no âmbito do projeto.** O indicador I-1.2 permite avaliar a existência e incorporação de medidas relativas à mudança climática nas políticas, estratégias e planos nacionais.
- **Disponibilidade e/ou elaboração de dados.** Apoio em documentos oficiais emitidos pelas instituições pertinentes em cada um dos países envolvidos no estudo.

Efetividade das estratégias de transição energética

- **Definição.** Eficácia das estratégias de transição energética de longo prazo, NDC, planos detalhados, etc.

- **Utilidade no âmbito do projeto.** O indicador I-1.2bis permite avaliar a incorporação de medidas relacionadas com as alterações climáticas nas políticas, estratégias e planos nacionais, e o seu impacto potencial no caminho para emissões líquidas zero.
- **Disponibilidade e/ou elaboração de dados.** Apoio ao indicador Climate Action Tracker (CAT)²³, que avalia e qualifica as ações climáticas propostas por cada país, face ao cumprimento da NDC e do objetivo de neutralidade carbónica em 2050, tais como:
 - 1 – Criticamente insuficiente
 - 2 – Altamente insuficiente
 - 3 – Insuficiente
 - 4 – Quase suficiente
 - 5 – Compatível com meta 1,5 °C

B

Subsídios, preços e tarifas

Subsídios aos combustíveis (% do PIB)

- **Definição.** Subsídios totais recebidos sobre o PIB do país.
- **Utilidade no âmbito do projeto.** O indicador I-2.1 permite avaliar o impacto dos subsídios na economia nacional. Apesar de os subsídios poderem facilitar o acesso à energia dos lares mais humildes, têm o defeito de incentivar o consumo e desincentivar a implementação de medidas de eficiências energéticas.
- **Disponibilidade e/ou elaboração de dados.** O FMI publica uma base de subsídios por tipo de combustível, que reflete a participação dos subsídios no PIB²⁴.

²³ <https://climateactiontracker.org/countries/>

²⁴ <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2023/08/22/IMF-Fossil-Fuel-Subsidies-Data-2023-Update-537281>

Gasto total em subsídios do setor (BUSD) e gasto em subsídios para eletricidade (BUSD)

- **Definição.** Subsídios recebidos totais para o setor energético, incluindo petróleo, carvão, gás natural e eletricidade, e subsídios especificamente destinados ao setor elétrico.
- **Utilidade no âmbito do projeto.** O indicador I-2.2 permite avaliar o investimento que a sociedade realiza em combustíveis fósseis e a possibilidade de redirecionar esses recursos para outros usos, promovendo uma transição para fontes de energia mais sustentáveis.
- **Disponibilidade e/ou elaboração de dados.** O FMI publica uma base de dados sobre subsídios por tipo de combustível, que reflete os gastos totais que os países realizam em subsídios para diferentes setores do energético. Esses dados são essenciais para analisar e entender os padrões de subsídios e considerar estratégias para otimizar o uso desses subsídios²⁵.



²⁵ <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2023/08/22/IMF-Fossil-Fuel-Subsidies-Data-2023-Update-537281>

ASPECTOS ECONÔMICOS E ENERGÉTICOS



METAS A CUMPRIR

Aumentar a proporção de energia renovável no consumo de fontes energéticas e garantir a segurança energética; ampliar a infraestrutura, melhorar a eficiência energética e melhorar a tecnologia, e limitar as externalidades econômicas negativas.

A

Utilização dos recursos locais

Reservas comprovadas de recursos locais

- **Definição.** Reservas comprovadas de combustíveis (em unidade de energia, volume ou peso, conforme o caso), abrangendo petróleo, gás natural, carvão mineral e urânio (quatro subindicadores).
- **Utilidade no âmbito do projeto.** O indicador E-1.1 serve como um marcador da independência energética de cada país e está relacionado com decisões anteriores sobre o desenvolvimento do setor energético. Ele ajuda a avaliar a capacidade de um país para atender às suas necessidades energéticas com recursos próprios.
- **Disponibilidade e/ou elaboração de dados.** O indicador é publicado pela Secretaria Permanente da Organização Latino-Americana de Energia (OLADE) e está disponível para a América Latina e o Caribe, fornecendo dados detalhados por tipo de combustível. (sieLAC²⁶).

²⁶ <https://sielac.olade.org/default.aspx>

Dependência das importações líquidas de energia (%)

- **Definição.** Importações líquidas de energia (importação menos exportação) divididas pela oferta total de energia. “Energia” refere-se à soma de energia primária e secundária.
- **Utilidade no âmbito do projeto.** O indicador E-1.2 permite caracterizar a independência energética de um país, avaliar a exposição à falta de fornecimento em caso de tensões sobre o suprimento e incentivar a aceleração da transição energética e a diversificação das fontes de fornecimento energético.
- **Disponibilidade e/ou elaboração de dados.** A OLADE publica o “Índice de Dependência Externa da Energia” em seu sistema de informação energética, fornecendo dados detalhados sobre a dependência energética dos países. (sieLAC²⁷).

B

Introdução das tecnologias de transição energética

Proporção de energia renovável no consumo final total de energia e a geração de eletricidade (%)

- **Definição.** Este indicador se divide em dois subindicadores:
 - a razão da energia renovável sobre o consumo final de energia total e
 - a razão da geração de eletricidade renovável sobre a geração de eletricidade total.

São consideradas renováveis as seguintes fontes de energia: hidroelétrica, biocombustíveis sólidos, eólica, solar, biocombustíveis líquidos, biogás, geotérmica, marinha e resíduos.

²⁷ <https://sielac.olade.org/default.aspx>

- **Utilidade no âmbito do projeto.** O indicador E-2.1 permite medir o aumento futuro na quantidade de energia e geração elétrica renovável, além de avaliar a contribuição para as metas de diversificação. Isso é essencial para a redução das emissões de CO₂e e para uma transição energética eficaz.
- **Disponibilidade e/ou elaboração de dados.** O indicador faz parte da Base de Dados dos ODS das Nações Unidas (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável) e foi definido pelo Organismo Internacional de Energia Atômica (OIEA) em seu documento “Indicadores Energéticos do Desenvolvimento Sustentável: Diretrizes e Metodologias” (ECO13). A proporção de energias renováveis no consumo total de energia pode ser consultada na Base de Dados dos ODS (indicador 7.2.1²⁸). A proporção de energia renovável na geração de eletricidade pode ser calculada com base em informações dos operadores de sistema ou da base de dados do sieLAC (OLADE), entre outras fontes.

Capacidade instalada de geração elétrica renovável (GW)

- **Definição.** Capacidade instalada de geração elétrica renovável.
- **Utilidade no âmbito do projeto.** O indicador E-2.1bis complementa o E-2.1 com dados em termos de infraestruturas e desenvolvimento do setor a ser comparados com outros países.
- **Disponibilidade e/ou elaboração de dados.** O indicador faz parte da Base de dados dos ODS das Nações Unidas (ODS, 7.b.1)²⁹. Esta informação é publicada por entidades nacionais com responsabilidade de administração do despacho elétrico que, em alguns casos, são empresas públicas do setor elétrico ou pelo sieLAC (OLADE).

²⁸ https://agenda2030lac.org/estadisticas/technical-sheet.html?lang=es&indicator_id=3883

²⁹ https://agenda2030lac.org/estadisticas/technical-sheet.html?lang=es&indicator_id=4289

Intensidade energética medida em função da energia primária e o PIB (TJ/milhares de USD PPP 2017)

- **Definição.** Razão da energia primaria fornecida sobre o PIB expresso em USD constantes em matéria de paridade de poder aquisitivo.
- **Utilidade no âmbito do projeto.** O indicador E-2.2 é um indicador da produtividade global do país. Sua evolução contempla as modificações de estruturas econômicas de um país e as eventuais melhorias de eficiência energética.
- **Disponibilidade e/ou elaboração de dados.** O indicador faz parte da Base de dados dos ODS das Nações Unidas ODS, 7.3.1³⁰).

Eficiência da conversão e distribuição de energia (%)

- **Definição.** Este indicador se divide em dois subindicadores:
 - diferença entre a energia primária destinada a um processo de transformação e a energia secundária resultante, dividido pela energia primária;
 - diferença entre a eletricidade gerada e a eletricidade consumida, dividida pela eletricidade gerada.
- **Utilidade no âmbito do projeto.** Os dois subindicadores incluídos no indicador E-2.3 permitem medir a eficiência energética dos processos. O primeiro subindicador avalia a eficiência no processo de produção de energia, enquanto o segundo estima o nível de eficiência no processo de transmissão e distribuição elétrica. Melhorar a eficiência dos processos e reduzir as perdas no setor elétrico são essenciais para uma transição energética bem-sucedida.

³⁰ https://agenda2030lac.org/estadisticas/technical-sheet.html?lang=es&indicator_id=3884

- **Disponibilidade e/ou elaboração de dados.** O indicador é definido pelo OIEA em seu documento *Indicadores Energéticos do Desenvolvimento Sustentável: Diretrizes e Metodologias* (ECO3). O consumo energético para geração de eletricidade é obtido a partir do balanço energético e dos dados sobre eletricidade gerada por combustível fornecidos por instituições do mercado elétrico dos países. O segundo indicador é elaborado exclusivamente com informações dos balanços de energia publicados pela OLADE.

Intensidade energética por setor econômico (TJ/milhares de USD)

- **Definição.** Razão do consumo final de energia por setor em relação ao PIB por setor (indústria, comércio, agricultura, pesca e mineração). No setor de transporte, considera-se o consumo de energia do setor em relação ao PIB total da economia.
- **Utilidade no âmbito do projeto.** O indicador E-2.4 mede a produtividade energética de cada setor, permitindo avaliar a eficiência e o desempenho energético. A evolução deste indicador ajuda a identificar melhorias potenciais na eficiência energética e mudanças na estrutura por subsetores de cada setor.
- **Disponibilidade e/ou elaboração de dados.** Os indicadores são definidos pelo OIEA em seu documento “Indicadores Energéticos do Desenvolvimento Sustentável: diretrizes e Metodologias” (ECO6, ECO7, ECO8, ECO10). O cálculo é realizado com base no balanço energético³¹ nacional publicado pela OLADE ou instituições nacionais, dados de PIB da base de indicadores do Banco Mundial³² (em USD constantes com paridade de poder aquisitivo), e contas nacionais dos países.

³¹ <https://olade.org/default.aspx>

³² <https://data.worldbank.org/indicator/>

Intensidade energética do setor residencial (TJ/1.000 habitantes)

- **Definição.** Razão do consumo final de energia no setor residencial por 1.000 habitantes.
- **Utilidade no âmbito do projeto.** O indicador E-2.5 avalia a eficiência energética no setor residencial e o aumento do consumo energético pelos lares. Isso pode refletir melhorias na eficiência ou um crescimento econômico que leva a um aumento nos usos energéticos residenciais.
- **Disponibilidade e/ou elaboração de dados.** O indicador é definido pelo OIEA em seu documento *Indicadores Energéticos do Desenvolvimento Sustentável: Diretrizes e Metodologias* (ECO9). O cálculo é baseado no balanço energético nacional publicado pela OLADE ou instituições nacionais e informações populacionais extraídas do Banco Mundial.

Penetração de a eletricidade no setor transporte (%)

- **Definição.** Penetração da eletricidade no consumo do setor de transporte (%).
- **Utilidade no âmbito do projeto.** O indicador E-2.6 mostra a substituição do consumo de hidrocarbonetos, que são uma das principais fontes de emissões, por eletricidade. Ele permite analisar a viabilidade de promover políticas públicas para acelerar essa substituição e reduzir a pegada de carbono do setor de transporte.
- **Disponibilidade e/ou elaboração de dados.** O balanço energético nacional publicado pelo sieLAC (OLADE) inclui o consumo elétrico do setor de transporte e reflete a evolução agregada do setor, incluindo transporte rodoviário de passageiros e cargas, ferroviário, entre outros.
- No futuro, um indicador mais detalhado poderia focar na quantidade de veículos de transporte rodoviário privado (motos e automóveis) elétricos, destacando esse segmento específico. Dados sobre as frotas operativas dos países por tipo de veículo estão organizados de diversas maneiras, tornando esse indicador desafiador de construir atualmente.

“Os indicadores analisados contemplam aspectos institucionais, econômicos e energéticos, sociais, ambientais e financeiros.”

C

Externalidades econômicas e criação de emprego

Capacidade instalada (GW) e valor dos ativos abandonados (MUSD)

- **Definição.** Capacidade instalada de ativos que não são utilizados num cenário de transição energética (ativos irrecuperáveis, em MW) juntamente com o seu valor econômico perdido (em milhões de dólares constantes em termos de paridade de poder de compra).
- **Utilidade no âmbito do projeto.** O indicador E-3.1 permite avaliar a perda de capital correspondente a cenário de transição energética, em o caso de deixar de usar ou reduzir fortemente o uso de ativos que não chegaram ainda ao final de sua vida útil.
- **Disponibilidade e/ou elaboração de dados.** Este indicador é difícil de preparar se se busca conhecer o valor real dos ativos abandonados. Da mesma forma, estes ativos refletem as eficiências ou ineficiências do investidor. Por este motivo, para simplificar a sua elaboração, propõe-se a utilização de um indicador de ativos abandonados em termos de valores eficientes de novas tecnologias; ou seja, o valor que teria que ser reembolsado caso essas usinas operassem até o final de sua vida útil. Para usinas de geração elétrica, seria utilizado o valor em MW da tecnologia; para as reservas de petróleo ou gás, uma estimativa do valor inexplorado, tal como o preço no momento do abandono do volume de petróleo ou gás que poderia ser extraído se um período normal de amortização das vidas úteis residuais fosse concluído. Este indicador deverá ser avaliado futuramente (valor nulo atualmente).

Número de empregados formais associado a cadeias de valor existentes

- **Definição.** Número de trabalhadores formais associados às cadeias de valor existentes, por exemplo, o sector do carvão (incluindo tanto os empregos relacionados com as minas de carvão como os correspondentes às centrais de produção elétrica).

- **Utilidade no âmbito do projeto.** O indicador E-3.2 permite avaliar a perda de empregos temporários para estimar o impacto social das medidas de transição energética e garantir uma transição justa, e tem em conta a necessidade de formação e reciclagem de pessoas e zonas econômicas.
- **Disponibilidade e/ou elaboração de dados.** O indicador depende da disponibilidade de dados sobre emprego formal em nível nacional por setor e subconjunto. Estes dados estão disponíveis na maioria dos países da região. No entanto, é necessário promover a abertura destes dados para setores associados ao setor energético em projetos de energias renováveis³³ e projetos de energias não renováveis. Este indicador estará disponível de acordo com os resultados reportados no *Relatório de Economia e Desenvolvimento* (RED 2024) do CAF.

Número de empregos associados a projetos de transição energética (milhares de postos de trabalho)

- **Definição.** Número de empregados formais vinculados a projetos de transição energética.
- **Utilidade no âmbito do projeto.** O indicador E-3.3 permite avaliar o número de novos empregos criados e associados a projetos de transição para estimar o impacto social das medidas de transição energética e garantir uma transição justa.
- **Disponibilidade e/ou elaboração de dados.** O indicador depende da disponibilidade de dados sobre emprego formal em nível nacional por setor e subconjunto. Estes dados estão disponíveis na maioria dos países da região. Contudo, é necessário promover a abertura deste para as vertentes da eficiência energética e das energias renováveis. A OIT possui estatísticas

³³ Segundo o país considerado, existe informação sobre “empregos verdes”, que contribuem para preservar e restaurar o meio ambiente, seja nos setores tradicionais ou em novos setores emergentes como as energias renováveis e a eficiência energética, no site da Associação Internacional do Trabalho (OIT)

gerais, mas não abertas para os segmentos indicados. IRENA publica empregos no setor de energias renováveis³⁴. Embora esta informação seja parcial (não leva em conta as demais ações relacionadas ao TEJ), pode ser uma primeira aproximação a considerar. Este indicador estará disponível dependendo dos resultados reportados no RED 2024.



³⁴ <https://www.irena.org/Data/View-data-by-topic/Benefits/Renewable-Energy-Employment-by-Country>

Redução da brecha energética

■ ■ ■ ASPECTOS SOCIAIS



META A CUMPRIR

Garantir o acesso universal a serviços energéticos acessíveis, fiáveis e modernos.

A

Acesso

Proporção da população com acesso à eletricidade (%)

- **Definição.** Razão entre o número de população com acesso à eletricidade e o número total de população. Considera-se que uma pessoa tem acesso à eletricidade se a sua fonte primária de eletricidade for um fornecedor local de eletricidade, sistemas solares, mini-redes ou sistemas autónomos.
- **Utilidade no âmbito do projeto.** O indicador S-1.1 é um marcador de acesso a serviços de energia confiáveis, modernos e potencialmente limpos (dependendo da matriz de geração de eletricidade). A eletrificação dos usos, acompanhada pelo desenvolvimento da produção de eletricidade renovável, é um dos pilares da transição energética. Este indicador pode ser dividido em populações rurais e urbanas para identificar com maior precisão as lacunas na distribuição de eletricidade.
- **Disponibilidade e/ou elaboração de dados.** Indicador que faz parte da Base de Dados ODS das Nações Unidas (ODS, 7.1.1³⁵).

³⁵ https://agenda2030lac.org/estadisticas/technical-sheet.html?lang=es&indicator_id=3881

Proporção da população cuja fonte primária de energia consiste em tecnologias e combustíveis limpos (%)

- **Definição.** Proporção entre o número da população que utiliza tecnologias de combustíveis limpos para cozinhar, aquecer e iluminar em relação ao número total da população. Um combustível é considerado limpo se cumprir determinadas taxas de emissão e critérios de qualidade do ar interior³⁶, conforme descrito nos regulamentos da Organização Mundial de Saúde (OMS) para a qualidade do ar interior. Em particular, recomenda-se não utilizar carvão não processado ou querosene, e é destacada a importância de combinar tecnologias adequadas com combustíveis limpos.
- **Utilidade no âmbito do projeto.** O indicador S-1.2 é um marcador de acesso a serviços de energia confiáveis, modernos e limpos; requisito necessário para uma transição energética.
- **Disponibilidade e/ou elaboração de dados.** Indicador faz parte do Banco de Dados ODS das Nações Unidas (ODS, 7.1.2³⁷).

Uso de energia per capita (TJ/1.000 habitantes)

- **Definição.** Relação entre o consumo final anual de energia nacional e o total da população em meados do ano.
- **Utilidade no âmbito do projeto.** O indicador S-1.4 é um indicador do nível de utilização média de energia per capita que pode ser comparado com o dos países desenvolvidos. Embora este indicador abranja fatores socioeconômicos específicos de cada país (consumo de energia dos sectores produtivos, distribuição da população rural/urbana, etc.), pode ser útil ter ordens de

³⁶ https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/144310/WHO_FWC_IHE_14.01_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y

³⁷ https://agenda2030lac.org/estadisticas/technical-sheet.html?lang=es&indicator_id=3882

grandeza do uso de energia (um valor baixo é muitas vezes um marcador de falta de acesso aos serviços energéticos por parte da população).

- **Disponibilidade e/ou elaboração de dados.** Indicador definido pela AIEA em seu documento *Indicadores energéticos de desenvolvimento sustentável: diretrizes e metodologias* (ECO1). A AIEA não dispõe de uma base de dados dos seus indicadores por país. No entanto, este indicador pode ser calculado a partir do balanço energético nacional (publicação do OLADE ou instituto nacional de estatística) e da população total a meio do ano (publicação do Banco Mundial ou instituto estatístico nacional).

Qualidade do serviço elétrico

- **Definição.** A qualidade do serviço elétrico é estimada a partir de dois subindicadores: a frequência das interrupções do serviço elétrico (SAIFI, *System Average Interruption Frequency Index*) e a duração média das interrupções (SAIDI, na sigla em inglês, *System Average Interruption Duration Index*). O SAIFI e o SAIDI são calculados conforme indicado abaixo:

$$\text{SAIFI} = \frac{\sum \text{usuarios interrompidos en "n" interrupções}}{\sum \text{usuarios abastecidos}} \text{ em [interrupções/usuario-ao]}$$

$$\text{SAIDI} = \frac{\sum \text{horas por usuarios interrompidos en "n" interrupções}}{\sum \text{usuarios abastecidos}} \text{ em [horas/usuario-año]}$$

- **Utilidade no âmbito do projeto.** O indicador S-1.5 é um marcador da qualidade do serviço elétrico que pode ser comparado com os níveis objetivos do país ou com os níveis obtidos nos países desenvolvidos. Uma boa qualidade de serviço é uma condição necessária para o desenvolvimento econômico e deve acompanhar todos os processos de transição energética.

- **Disponibilidade e/ou elaboração de dados.** Indicadores que normalmente são calculados pelas distribuidoras de energia elétrica e agrupados em nível nacional por instituições estatais, por exemplo, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) no Brasil, a Superintendência de Serviços Públicos Domésticos na Colômbia, à Comissão Reguladora de Energia no México³⁸, à Osinergmin no Peru, à Superintendência de Eletricidade na República Dominicana³⁹. Em geral, a informação disponível por país apenas permite caracterizar as habitações ligadas ao sistema público de distribuição elétrica. Haveria falta de dados sobre famílias que vivem em áreas isoladas. A Comissão Regional de Integração Energética (CIER) compilou dados da região. Publicações de outras organizações também contêm informações por país (por exemplo, CAF⁴⁰ ou BID⁴¹).

B

Acessibilidade

Tarifa final por setor e combustíveis

- **Definição.** Taxa final por setor (residencial, industrial, comercial) e combustíveis (eletricidade, gás), incluindo impostos e eventuais subsídios. As tarifas devem refletir tanto um preço variável como um possível preço fixo que pode corresponder a uma assinatura mensal.

³⁸ https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/683779/RCSSEN_2019_VF.pdf

³⁹ Brasil: <https://antigo.aneel.gov.br/indicadores-coletivos-de-continuidade>
Colômbia: <https://www.superservicios.gov.co/sites/default/files/inline-files/Informe-de-Calidad-del-Servicio-de-Energia-2021.pdf>

México: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/683779/RCSSEN_2019_VF.pdf

Perú: <https://observatorio.osinergmin.gob.pe/saifi-saifi-departamentos>

República Dominicana: <https://sie.gob.do/indicadores-calidad-distribuidoras/>

⁴⁰ <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1980>

⁴¹ <https://publications.iadb.org/es/impacto-de-la-regulacion-en-la-calidad-del-servicio-de-distribucion-de-la-energia-electrica-en>. Para México, foi usado o seguinte documento: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/683779/RCSSEN_2019_VF.pdf

- **Utilidade no âmbito do projeto.** O indicador S-2.1 oferece informações sobre a acessibilidade dos serviços energéticos para a população, uma condição necessária para o futuro desenvolvimento socioeconômico. Por outro lado, o nível de preços impacta fortemente o consumo final de energia e incentiva (ou não) o desenvolvimento de soluções de eficiência energética que permitam poupanças de energia.
- **Disponibilidade e/ou elaboração de dados.** Indicador definido pela AIEA em seu documento *Indicadores energéticos de desenvolvimento sustentável: diretrizes e metodologias* (ECO14). A AIEA não dispõe de uma base de dados dos seus indicadores por país. No entanto, este indicador pode ser estimado a partir das tarifas finais de eletricidade ou gás divulgadas pelas instituições nacionais ou empresas comercializadoras, contabilizando a parte variável e a mensalidade fixa. As taxas devem ser expressas em dólares constantes em termos de paridade de poder de compra para serem comparáveis entre anos e países. No caso das empresas elétricas, as informações podem ser adquiridas junto ao CIER. A Argus possui tarifas nacionais e internacionais para todos os combustíveis. A OLADE também publica relatórios com dados por país da região⁴², bem como outras fontes⁴³.

Porcentagem de renda dos lares dedicados a combustíveis e eletricidade para o total e para 20 % dos lares mais pobres (%)

- **Definição.** Despesas totais de energia (incluindo combustível e eletricidade) divididas pela renda familiar. Se houver informação disponível, este indicador pode ser calculado para a população total e para os 20 % de agregados familiares mais pobres.
- **Utilidade no âmbito do projeto.** O indicador S-2.2 permite caracterizar a acessibilidade dos serviços energéticos, uma condição necessária para o desenvolvimento socioeconômico no futuro e para uma transição energética

⁴² <https://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0463.pdf>

⁴³ https://www.globalpetrolprices.com/electricity_prices/

justa. A nível individual, este indicador permite avaliar as situações de pobreza energética dos agregados familiares mais pobres (quando o gasto energético é superior a 10% do rendimento familiar). A utilização de 20% dos agregados familiares mais pobres permite-nos visualizar o combate à pobreza.

- **Disponibilidade e/ou elaboração de dados.** Indicador definido pela AIEA em seu documento *Indicadores energéticos de desenvolvimento sustentável: diretrizes e metodologias* (SOC2). A AIEA não dispõe de uma base de dados dos seus indicadores por país. No entanto, este indicador pode ser estimado a partir de inquéritos ao rendimento e às despesas das famílias (EIGH), se disponíveis. As estatísticas relacionadas com os inquéritos ao rendimento familiar são diferentes por país e muitos dos países da região não têm uma atualização permanente, o que tornará os dados difíceis de comparar entre países. Em qualquer caso, este indicador estará disponível de acordo com os resultados reportados no RED 2024.



■ ■ ■

ASPECTOS AMBIENTAIS



METAS A CUMPRIR

Redução das emissões de CO₂e e vulnerabilidade à mudança climática.

A

Emissões

Emissões totais de GEI por ano e por setor (MtCO₂e)

- **Definição.** Emissões totais de GEE por ano e por setor (energia; processos industriais; agricultura, mudanças no uso da terra e silvicultura; resíduos).
- **Utilidade no âmbito do projeto.** O indicador A-1.1 é um indicador que permite acompanhar a evolução anual das emissões de GEE e verificar se estão no caminho certo para cumprir os compromissos nacionais (NDC e Acordo de Paris).
- **Disponibilidade e/ou elaboração de dados.** O indicador faz parte do Banco de Dados ODS das Nações Unidas (ODS). Contudo, neste caso, os dados publicados não incluem as emissões correspondentes a “alterações no uso do solo e na silvicultura”. Avaliação possível a partir do inventário nacional de emissões publicado, geralmente, por instituições nacionais, à UNFCCC ou ao Climate Watch.

Emissões totais de GEI por unidade de PIB e per capita (MtCO₂e/MUSD PPP e tCO₂e/capita)

- **Definição.** Emissões totais de GEE por unidade de PIB e per capita. Trata-se do indicador I-4.1.1 dividido pelo PIB ou a população total.
- **Utilidade no âmbito do projeto.** O indicador A-1.2 é um indicador que permite acompanhar a evolução anual das emissões unitárias de GEE e compará-las com outros países (a comparação do valor total é mais difícil dadas as diferenças nos tamanhos relativos dos países).
- **Disponibilidade e/ou elaboração de dados.** Avaliação possível com base no indicador A-1.1 dividido pelo PIB total ou população total, de acordo com publicações do Banco Mundial ou de instituições nacionais.

B

Externalidades ambientais

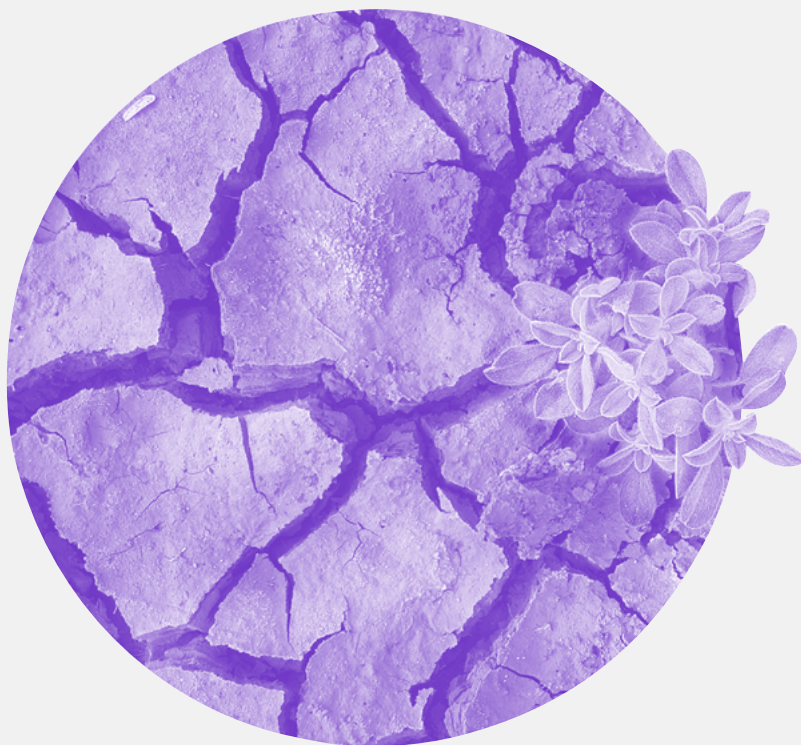
Número de pessoas afetadas diretamente atribuído a desastres cada 100.000 habitantes

- **Definição.** Número de pessoas diretamente afetadas por desastres por 100 mil habitantes (tempestades, inundações, deslocamento de massas úmidas, temperaturas extremas, secas e incêndios).
- **Utilidade no âmbito do projeto.** O indicador A-2.1 é um marcador do impacto nacional das alterações climáticas, que pode adicionar incentivos adicionais neste caminho para a transição energética.
- **Disponibilidade e/ou elaboração de dados.** Este indicador faz parte da Base de Dados ODS das Nações Unidas (ODS, 13.1⁴⁴). A base de dados também contém indicadores de impactos econômicos, tais como danos totais (em milhões de dólares) e custos de reconstrução, que também poderiam ser utilizadas.

44 https://agenda2030lac.org/estadisticas/technical-sheet.html?lang=es&indicator_id=1837

Vulnerabilidade e preparação para a mudança climática

- **Definição.** O índice ND-GAIN reflete a vulnerabilidade de um país às alterações climáticas em combinação com a sua preparação para melhorar a resiliência. A vulnerabilidade é medida através da exposição, sensibilidade e capacidade de adaptação de um país aos efeitos negativos das alterações climáticas. A disponibilidade de um país para melhorar a sua resiliência às alterações climáticas é medida pela sua capacidade de alavancar investimentos e convertê-los em ações de adaptação climática, o que depende de fatores econômicos, sociais e de governação.
- **Utilidade no âmbito do projeto.** O indicador A-2.2 é muito útil ao avaliar a preparação de um país para melhorar a sua resiliência às alterações climáticas.
- **Disponibilidade e/ou elaboração de dados.** É um indicador definido e calculado pela Universidade Notre-Dame em Lille⁴⁵.



⁴⁵ <https://gain.nd.edu/our-work/country-index/>

“A preparação de um país para melhorar sua resiliência às mudanças climáticas é medida pela sua capacidade de aproveitar os investimentos e convertê-los em ações de adaptação climática, o que depende de fatores econômicos, sociais e de governança.”

■ ■ ■ FINANCIAMENTO



METAS A CUMPRIR

Aumentar a cooperação internacional e promover o investimento.

A

Custo do capital

Custo do endividamento do setor privado

- **Definição.** Custo de empréstimos para empresas líderes nos mercados locais ou através do sistema bancário.
- **Utilidade no âmbito do projeto.** O indicador F-1.1 permite avaliar a viabilidade da dívida do sector privado num contexto de grandes necessidades de investimento para acompanhar o processo de transição energética.
- **Disponibilidade e/ou elaboração de dados.** Os bancos centrais e os mercados de bursáteis⁴⁶ publicam taxas preferenciais anuais.

⁴⁶ Fontes propostas por país:
Brasil: <https://www.bcb.gov.br/estatisticas/txjueros>; Colombia: <https://www.banrep.gov.co/es/estadisticas/prime>;
Perú: <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Nota-Semanal/2023/resumen-informativo-2023-08-31.pdf>;
México: <https://www.banxico.org.mx/SielInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?accion=consultarCuadro&idCuadro=C134&locale=es>
República Dominicana: <https://www.bancentral.gov.do/a/d/2536-sector-monetario-y-financiero>

B

Fluxos financeiros nos projetos energéticos limpos

Correntes financeiras internacionais para países em desenvolvimento para apoiar a pesquisa e desenvolvimento de energia limpa e a produção de energia renovável

- **Definição.** Os fluxos financeiros considerados são empréstimos oficiais, subvenções e investimentos de capital destinados à pesquisa e desenvolvimento de energia limpa e produção de energia renovável, incluindo sistemas híbridos extraídos do Sistema de Informação de Credores (SRC, na sigla em inglês) da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Económicos (OCDE)/Comitê de Assistência ao Desenvolvimento (CAD).
- **Utilidade no âmbito do projeto.** O indicador F-2.1 permite monitorar o cumprimento da meta de aumentar a cooperação internacional.
- **Disponibilidade e/ou elaboração de dados.** Este indicador faz parte da Base de Dados ODS das Nações Unidas (ODS, 7.a.1⁴⁷). As fontes utilizadas pelos ODS são a OCDE e a IRENA.

Dependência fiscal/tributária das cadeias produtivas associadas a hidrocarbonetos (%)

- **Definição.** Razão entre os recursos fiscais gerados pelo sector dos hidrocarbonetos e o total dos recursos fiscais.
- **Utilidade no âmbito do projeto.** O indicador F-2.2 permite avaliar possíveis freios à transição energética, no caso de haver uma elevada dependência fiscal/tributária das cadeias produtivas associadas aos hidrocarbonetos.

⁴⁷ https://agenda2030lac.org/estadisticas/technical-sheet.html?lang=es&indicator_id=4206

- **Disponibilidade e/ou elaboração de dados.** As informações do Relatório IDEAL publicado pelo CAF (gráfico 2.12, p. 65)⁴⁸ podem ser utilizadas e atualizadas de acordo com os resultados reportados no RED 2024.

3. Atualização dos indicadores

Os indicadores aqui elaborados correspondem a diversas bases de dados que apresentam informação referente ao último ano concluído ou a um ano anterior, tal como é feito neste relatório.

A atualização dos indicadores deverá ocorrer anual e cumulativamente com base nos dados apresentados neste relatório.

Recomenda-se também a construção de uma base de dados que remonte aos anos anteriores, com base no ano de 2015.

⁴⁸ <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1980>



O Quadro 5 contém os indicadores dos cinco países regionais selecionados pelo CAF (Brasil – BRA, Colômbia – COL, México – MEX, Peru – PER e República Dominicana – RDO). O ano base utilizado para os indicadores foi 2019, de forma a evitar os efeitos do evento COVID nos indicadores, com exceção de alguns indicadores mencionados na nota do quadro 5:

Quadro 5 ▶ Indicadores por país para a linha base (2019)

Número	Indicadores potenciais	Unidade	BRA	COL	MEX	PER	RDO
I-1.1	Normativa e governabilidade	%	82 %	76 %	85 %	65 %	63 %
I-1.2	Existência de estratégias de transição energética		NDC/ Sem política clara	NDC/ Política de transição energética	NDC/ ENTEASE ⁴⁹	NDC/ Folha de rota da transição energética	NDC/ Plano energético nacional
I-1.2.bis	Efetividade das estratégias de transição	1 a 5 ⁵⁰	3	3	2	3	N/A
I-2.1	Subsídios aos combustíveis (% do PIB)	%	3%	8%	8%	5%	12%
I-2.2	Gasto total em subsídios do setor	BUSD	69	34	98	12	13
	Gasto total em subsídios (eletricidade)	BUSD	0,0	0,1	3,7	0,0	1,0
E-1.1	Reservas comprovadas, petróleo	Mbbl	12.714	2.041	6.066	345	-
	Reservas comprovadas, gás natural	Gm3	364	90	273	299	-
	Reservas comprovadas, carvão mineral	Mt	6.596	5.912	1.211	7	-
E-1.2	Reservas comprovadas, urânio 10^6 bep	10^6 bep	12.652	-	-	-	-
	Dependência das importações líquidas de energia (“<0 %” significa exportador líquido)	%	-6%	-178%	25%	4%	85%
E-2.1	Proporção de energia renovável no consumo final total de energia	%	48 %	32 %	10 %	27 %	15 %
	Proporção de energia renovável na geração de eletricidade	%	82 %	86 %	14 %	62 %	12 %
E-2.1bis	Capacidade instalada de geração de energia renovável	GW	144	12	24	6	1
E-2.2	Intensidade energética medida em função da energia primária e do PIB	TJ/ MUSD PPP 2017	3,9	2,4	3	2,6	2
E-2.3	Eficiência da conversão de energia	%	43 %	14 %	43 %	36 %	37 %
	Eficiência da distribuição de energia	%	79 %	84 %	83 %	87 %	85 %
E-2.4	Intensidade energética por setor (Industrial)	TJ/ MUSD PPP 2017	8,4	3,9	3,6	2,9	2,6
	(Agro, pesca e mineração)		2,7	0,7	1,3	1,2	0,5
	(Serviços e comercial)		0,3	0,7	0,1	0,3	0,2
E-2.5	(Transporte)		1,1	0,7	0,8	1,0	0,5
	Intensidade energética do setor residencial	TJ/ 1.000 habitantes	5,3	5,1	6,0	4,9	5,6
E-2.6	Penetração da eletricidade no setor de transporte	%	0,2 %	0,1 %	0,2 %	0,1 %	0,2 %

Continua.

49 Estratégia Nacional de Transição Energética e Sustentável da Energia
50 (1 – pouco eficiente a 5 - eficiente)

Continuação.

Número	Indicadores potenciais	Unidade	BRA	COL	MEX	PER	RDO
E-2.7	Penetração do gás natural no setor transporte	%	2 %	3 %	3 %	15 %	19 %
	Penetração do hidrogênio no setor transporte	%	0%	0%	0%	0%	0%
E-3.1	Capacidade instalada dos ativos abandonados	GW	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Valor dos ativos abandonados	MUSD	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
E-3.2	Número de empregados formais associados a cadeias de valor existentes						
E-3.3	Número de empregos associados a projetos de transição energética (milhares de postos de trabalho)		1.272	251	82	13	0
S-1.1	Proporção da população com acesso à eletricidade	%	100 %	99 %	100 %	96 %	99 %
S-1.2	Proporção da população cuja fonte primária de energia consiste em combustíveis e tecnologias limpas	%	95 % (2013)	92 %	85 %	82 %	91 %
S-1.4	Uso de energia per capita	TJ/1.000 habitantes	43	27	38	27	24
S-1.5	Qualidade de serviço elétrico (SAIDI)	horas/ano	17	33	21	32	116
	Qualidade de serviço elétrico (SAIFI)	Interrup./ ano	12	34	0,2	15	27
S-2.1	Tarifa final eletricidade residencial	USD/MWh	193	158			132
	Tarifa final eletricidade residencial	USD/MWh	169	191	99	242	120
	Tarifa final eletricidade comercial	USD/MWh	171	143			196
	Tarifa final eletricidade da indústria	USD/MWh	182	107			166
	Tarifa final LPG residencial	USD/kg	1,3	0,9	0,94 (2018)	1,2	3,4
S-2.2	Porcentagem de renda dos lares dedicado a combustíveis e eletricidade, para o total e para 20% dos lares mais pobres	%					
A-1.1	Emissões totais de GEE por ano, total	MtCO ₂ e	1.704	280	558	198	37
	Emissões de GEE por ano, energia	MtCO ₂ e	411	93	491	63	21
	Emissões de GEE por ano, IPPU	MtCO ₂ e	94	10	74	7	2
	Emissões de GEE por ano, agropecuária	MtCO ₂ e	547	45	98	16	7
	Emissões de GEE por ano, uso de terras	MtCO ₂ e	564	111	- 159	101	3
	Emissões de GEE por ano, resíduos	MtCO ₂ e	89	20	54	10	4
A-1.2	Emissões totais de GEE por unidade de PIB	tCO ₂ e/ 1,000 USD PPP 2017	0,5	0,4	0,2	0,5	0,2
	Emissões totais de GEE per capita	tCO ₂ e/ habitantes	8,0	5,6	4,5	6,0	3,4
A-2.1	Número de pessoas afetadas diretamente atribuído a desastres cada 100.000 habitantes		210	244	73	623	N/A
A-2.2	Vulnerabilidade e preparação para a mudança climática		58/185	88/185	72/185	90/185	92/185
F-1.1	Custo do endividamento do setor privado	%	7,4%	8,5%	8,5%	6,3%	7,8%
F-2.1	Correntes financeiras internacionais aos países em desenvolvimento para apoiar a pesquisa e o desenvolvimento de energias limpas	MUSD constantes 2020	506,7	156,7	287,9	1,1	43,9
F-2.2	Dependência fiscal/tributária de cadeias produtivas associadas a hidrocarbonetos	%	3 %	12 %	30 %	6 %	0 % - NA

Fonte: Elaboração própria a partir das fontes descritas no capítulo 2.2.

Os seguintes indicadores foram levantados de acordo com a última informação publicada correspondente ao ano 2022:

1. I-2.1 Proporção de subsídios sobre tarifas do setor (% PIB).
2. I-2.2 Gasto total em subsídios do setor (BUSD).
3. S-1.2 Proporção de população que depende principalmente de combustíveis e tecnologias limpas para cozinhar.
4. E- 3.3 Número de empregos associados a projetos de transição energética (milhares de postos de trabalho).
5. S-1.4 Tarifa final eletricidade residencial (USD/MWh).
6. A-2.2 Vulnerabilidade e preparação para a mudança climática.

Os seguintes indicadores foram levantados de acordo com a última informação publicada correspondente ao ano 2023:

1. I-1.2.bis Verificação efetividade de NDC⁵¹.
2. F-1.1 Custo do endividamento.

51 <https://climateactiontracker.org/countries/>

Para os indicadores que são apresentados a seguir, a última informação disponível é anterior a 2019:

1. **Brasil:** proporção da população cuja fonte primária de energia consiste em combustíveis e tecnologias limpas (2013) e número de pessoas diretamente afetadas por desastres por 100.000 habitantes (2017), qualidade do serviço elétrico (SAIDI e SAIFI) segundo publicação do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID⁵²).
2. **Colômbia:** dados de emissões (2018), penetração de caminhões GNV e GNL (2018), qualidade do serviço elétrico (SAIDI e SAIFI) de acordo com a publicação do BID.
3. **México:** penetração de caminhões GNV, GNL e GLP (2017).
4. **Perú:** penetração de transportes para GNV, GNL e GLP (2013), qualidade do serviço elétrico (SAIDI e SAIFI) segundo publicação do BID.
5. **República Dominicana:** dados de emissões (2010), penetração de diferentes tipos de transporte (2018), qualidade do serviço elétrico (SAIDI e SAIFI) segundo publicação do BID.

52 <https://publications.iadb.org/es/impacto-de-la-regulacion-en-la-calidad-del-servicio-de-distribucion-de-la-energia-electrica-en>. Para o México, foi usado o seguinte documento: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/683779/RCSN_2019_VF.pdf

Trabalhos citados

Alvez Dias, P. e. (2018). *EU coal regions: opportunitites and challenges ahead*. Bruselas: Publications Office of the European Unioin.

CMNUCC. (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. Rio de Janeiro: UN.

Coase, R. H. (1960, Oct.). *The Problem of Social Cost*. *The Journal of Law and Economics*, 1-44.

 **Hallack, J. A.** (2021, Março 4). *Eficiencia energética en América Latina y el Caribe ¿por qué importa?* (BID, Editor) Retrieved from
Fonte: <https://blogs.iadb.org/energia/es/eficiencia-energetica-en-america-latina-y-el-caribe-por-que-importa/>

Khun, T.(1962). *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press.

López Soto, D. D., Mejdalani, A. N., Nogales, A., Tolmasquim, M., & Carvalho Metanias Hallack, M. (2019, Dezembro). *Avances en el diseño de políticas y marcos regulatorios para las energías renovables en América Latina y el Caribe para la generación distribuida y a escala de la red de distribución eléctrica*. (B. Publications, Ed.) 785.

Ménard, C. (2021). *Hybrids: Where Are We?* Paris, France: Centre d'Economie de la Sorbonne, Université de Paris (Panthéon-Sorbonne).

Morillo Carrillo, J. L., López Soto, D. D., Espinosa Valderrama, M., Cadena, A., & Carvalho Metanias Hallack, M. (2019). *Alineamiento de las políticas energéticas y los compromisos climáticos de los países en Latinoamérica: Una comparación entre las NDC y las trayectorias de emisiones de la generación eléctrica*. Washington: BID.

 **Naciones Unidas - Acción del Clima** (2021, 11). *Naciones Unidas - COP26: Juntos por el planeta*.
Fonte: <https://www.un.org/es/climatechange/cop26>

Naciones Unidas.. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. New York: Asamblea General de las Naciones Unidas. (Nações Unidas . (2015). Transformar nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Nova Iorque: Assembleia Geral das Nações Unidas.

OECD. (2021). *Financial Markets and Climate Transition. Opportunities, Challanges and Policy Implications*. Paris: OECD.

Partnership for Market Readiness. (2022). *Situación y Tendencias de la Fijación de Precios de Carbono 2021*. Washington: World Bank.

Pigou, A. (1932). *The Economics of Welfare*, 4ta Edición. London: MacMillan & Co.

 **PNUD.** (2023). *UNDP*.
Fonte: <https://www.undp.org/energy/our-work-areas/energy-transition>

Quirós-Tortós, J., Rodríguez-Arce, M., Víctor-Gallardo, L. F., Paniagua, J. A., Boodoo, C., & Duncan, V.(2022). *¿Es el gas natural una buena inversión para ALC?* In UNEP. New York: UNEP.

Raimi, D. (2017). *Decommissioning US Power Plants: Decisiones, Costs, and Key lusses*. Washington: Resources for the future.

Samaniego, J. y. (2019). *Panorama de las contribuciones determinadas a nivel nacional en América Latina y el Caribe*. Santiago: CEPAL.

 **World Energy Council and Oliver Wyman.** (2021). *World Energy Trilemma Index 2021*.
Fonte: <https://www.worldenergy.org/transition-toolkit/world-energy-trilemma-index>



caf.com



scioteca.caf.com



[CAF.America.Latina](https://www.facebook.com/CAF.America.Latina)



[CAF](https://www.linkedin.com/company/CAF)



[AgendaCAF](https://www.instagram.com/AgendaCAF)



[AgendaCAF](https://twitter.com/AgendaCAF)



[CAFenVideo](https://www.youtube.com/CAFenVideo)