

O Mercado de Carbono no Brasil

Lucas R. Deliberali Barbosa
Geraldo L. Lemos
Vanessa H. Grunwald

São Paulo, 2022



Sumário



1. BASE CONCEITUAL

- 1.1 Efeito estufa de ação natural
- 1.2 Efeito estufa antropogênico
- 1.3 Principais gases de efeito estufa
- 1.4 Carbono equivalente (CO₂e)
- 1.5 Inventários de GEE
- 1.6 Protocolo de Kyoto, Acordo de Paris e COP26

2. MERCADOS DE CARBONO

- 2.1 Tipos de mercados
- 2.2 Formas de compensação de carbono
- 2.3 Mercados regulados ou compulsórios (ETS)
- 2.4 Mercados voluntários (VCM)
- 2.5 Programas presentes no Brasil
- 2.6 Precificação do carbono

3. CENÁRIO BRASILEIRO

- 3.1 Lei Federal nº 12.187/2009
- 3.2 Decreto Federal nº 11.075/2022
- 3.3 Histórico de emissões brasileiras por setor econômico
- 3.4 Histórico de emissões brasileiras por estado
- 3.5 Comparativo mundial de emissões



Sumário

1. BASE CONCEITUAL

1. BASE CONCEITUAL

- 1.1 Efeito estufa de ação natural
- 1.2 Efeito estufa antropogênico
- 1.3 Principais gases de efeito estufa
- 1.4 Carbono equivalente (CO₂e)
- 1.5 Inventários de GEE
- 1.6 Histórico de Kyoto, Paris e COP26

2. MERCADOS DE CARBONO

- 2.1 Tipos de mercados
- 2.2 Formas de compensação de carbono
- 2.3 Mercados regulados ou compulsórios (ETS)
- 2.4 Mercados voluntários (VCM)
- 2.5 Programas presentes no Brasil
- 2.6 Precificação do carbono

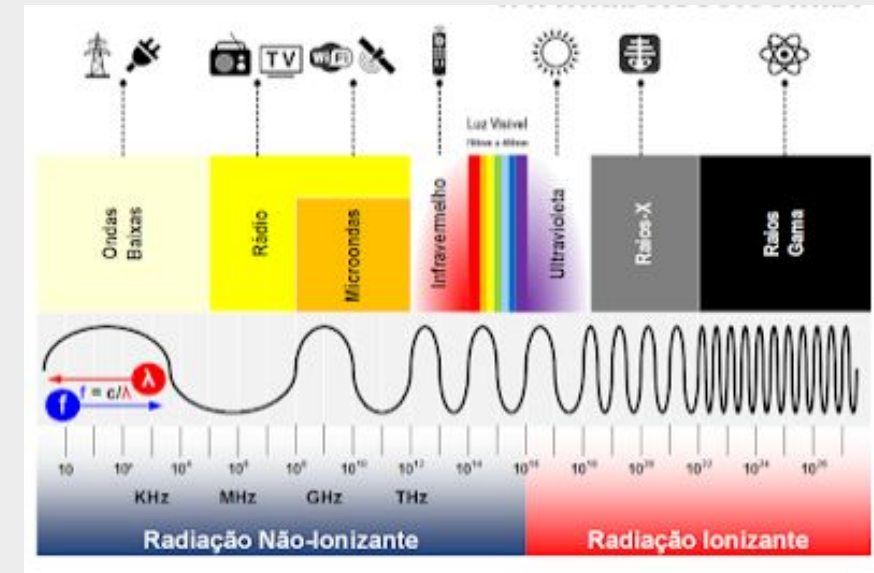
3. CENÁRIO BRASILEIRO

- 3.1 Lei Federal nº 12.187/2009
- 3.2 Decreto Federal nº 11.075/2022
- 3.3 Histórico de emissões brasileiras por setor econômico
- 3.4 Histórico de emissões brasileiras por estado
- 3.5 Comparativo mundial de emissões

1.1 Efeito estufa de ação natural

Conceitos importantes:

- ❑ **Jean Baptiste Fourier** (1768-1830) foi o físico responsável pelo conceito de “temperatura média global”, determinando que se a Terra recebe energia do Sol ela também deve reemitir energia de volta para o espaço, pois, de outro modo, ela se tornaria cada vez mais quente. Assim, para a Terra e também para os demais planetas, deve existir uma **temperatura de equilíbrio (Te)** para a qual a taxa de energia absorvida é igual a taxa de energia emitida.
- ❑ Através da Lei de Stefan-Boltzmann, Fourier obteve uma temperatura de equilíbrio de -18°C (ou 255 K), o que impossibilitaria a existência de vida no planeta como conhecemos. Portanto em um artigo de 1824 para a *Académie Royale des Sciences*, Fourier concluiu: *“A temperatura (da Terra) pode ser aumentada pela interposição da atmosfera, porque o calor no estado de luz encontra menos resistência em penetrar o ar, do que em repassar pelo ar quando convertido em calor não luminoso”*



Fonte: Research Gate, 2020.

1.2 Efeito estufa antropogênico

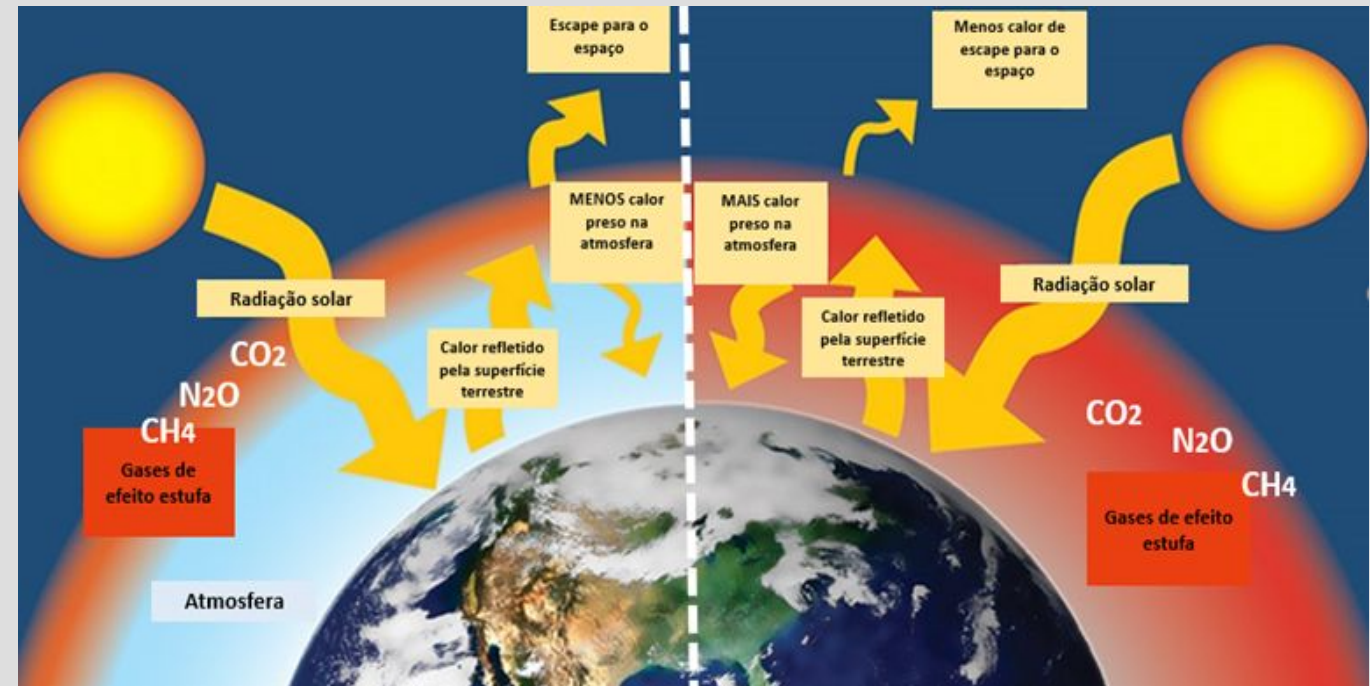
- ❑ Refere-se ao alto volume de emissões de GEE, gerados através das atividades desempenhadas pelo ser humano que culminam no desequilíbrio dos ecossistemas como: queima de combustíveis fósseis, agropecuária, desmatamento e através das indústrias eletrointensivas;
- ❑ Este aumento progressivo de emissões antropogênicas afeta a biosfera terrestre que se torna incapaz de absorver essas grandes quantidades de GEE, intensificando os efeitos das mudanças climáticas;

Fonte: CarbonBrief, 2021.



1.3 Principais gases de efeito estufa

- ❑ Os principais gases de efeito estufa da atmosfera terrestre são: vapor d'água (H_2O), dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), CFCs e ozônio (O_3);
- ❑ Tais gases têm a propriedade de ser ativos radioativamente na faixa de comprimentos de onda longos, ou seja, absorvem radiação na faixa do comprimento de onda do infravermelho. Ao mesmo tempo, são transparentes à radiação de comprimentos de ondas curtas como a radiação visível, ou seja, absorvem pouca radiação visível.
- ❑ A consequência disso é de que a radiação visível proveniente do Sol (luz) atinge com facilidade a superfície da Terra, mas a radiação infravermelha reemitida pela Terra para o espaço encontra dificuldade em atravessar a nossa atmosfera.



Fonte: W. Elder, National Park Service, 2019.

1.4 Carbono equivalente (CO2e)

- ❑ Medida internacional que tem como finalidade estabelecer a equivalência entre todos os gases com efeito de estufa (GEE) e o dióxido de carbono (CO2);
- ❑ Para calcularmos o carbono equivalente é necessário sabermos o poder destrutivo das moléculas de cada gás do efeito estufa. Este conceito é conhecido como Potencial de Dano Global (ou Global Warming Potential - GWP), e permite que saibamos quanto de efeito foi gerado quando emitimos a mesma quantidade de cada um dos gases.

Kyoto Gases (IPCC 2007)

Greenhouse Gas	Global Warming Potential (GWP)
Carbon dioxide (CO ₂)	1
Methane (CH ₄)	25
Nitrous oxide (N ₂ O)	298
Hydrofluorocarbons (HFCs)	124 – 14,800
Perfluorocarbons (PFCs)	7,390 – 12,200
Sulfur hexafluoride (SF ₆)	22,800
Nitrogen trifluoride (NF ₃)	17,200

Fonte: Cooler Future, 2020.

1.5 Inventários de GEE

- ❑ A elaboração de inventários de gases de efeito estufa constitui-se em elemento essencial para uma adequada gestão de emissões nas organizações e permite a elaboração de estratégias de mitigação;
- ❑ O inventário é dividido em 3 escopos, sendo:
 - Escopo 1: Engloba emissões de fontes de propriedade ou controladas pela empresa (emissões diretas);
 - Escopo 2: Considera as emissões relacionadas ao volume de energia elétrica ou energia térmica adquiridos pela empresa;
 - Escopo 3: Considera todas as demais emissões indiretas que são consequência das atividades da empresa, mas ocorrem em fontes que não são de propriedade ou controladas pela mesma;

1.6 Protocolo de Kyoto, Acordo de Paris e COP26

Protocolo de Kyoto (1997)

- Determinou a criação de instrumentos de flexibilização para redução de emissões através do comércio de certificados de carbono;
- Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL ou CDM, na sigla em inglês);

Acordo de Paris (2015, em vigência)

- Prevê que todos os países tenham compromissos de redução de emissões, mesmo reconhecendo que deve haver diferenciação por conta dos diferentes níveis de desenvolvimento;
- Marco no reconhecimento da urgência da transição para uma economia global de baixo carbono
- Revisão das Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs) a cada cinco anos, visando a maiores ambições.

COP26 Glasgow (2021)

- Quase 200 países assinaram o Pacto para limitar o aumento das temperaturas a 1,5°C até o final deste século;
- Artigo 6 do Acordo de Paris - Mercado de carbono Regulado Internacional;
- Internationally Transferred Mitigation Outcomes (ITMOs).



Sumário

2. MERCADOS DE CARBONO

1. BASE CONCEITUAL

- 1.1 Efeito estufa de ação natural
- 1.2 Efeito estufa antropogênico
- 1.3 Principais gases de efeito estufa
- 1.4 Carbono equivalente (CO₂e)
- 1.5 Inventários de GEE
- 1.6 Histórico de Kyoto, Paris e COP26

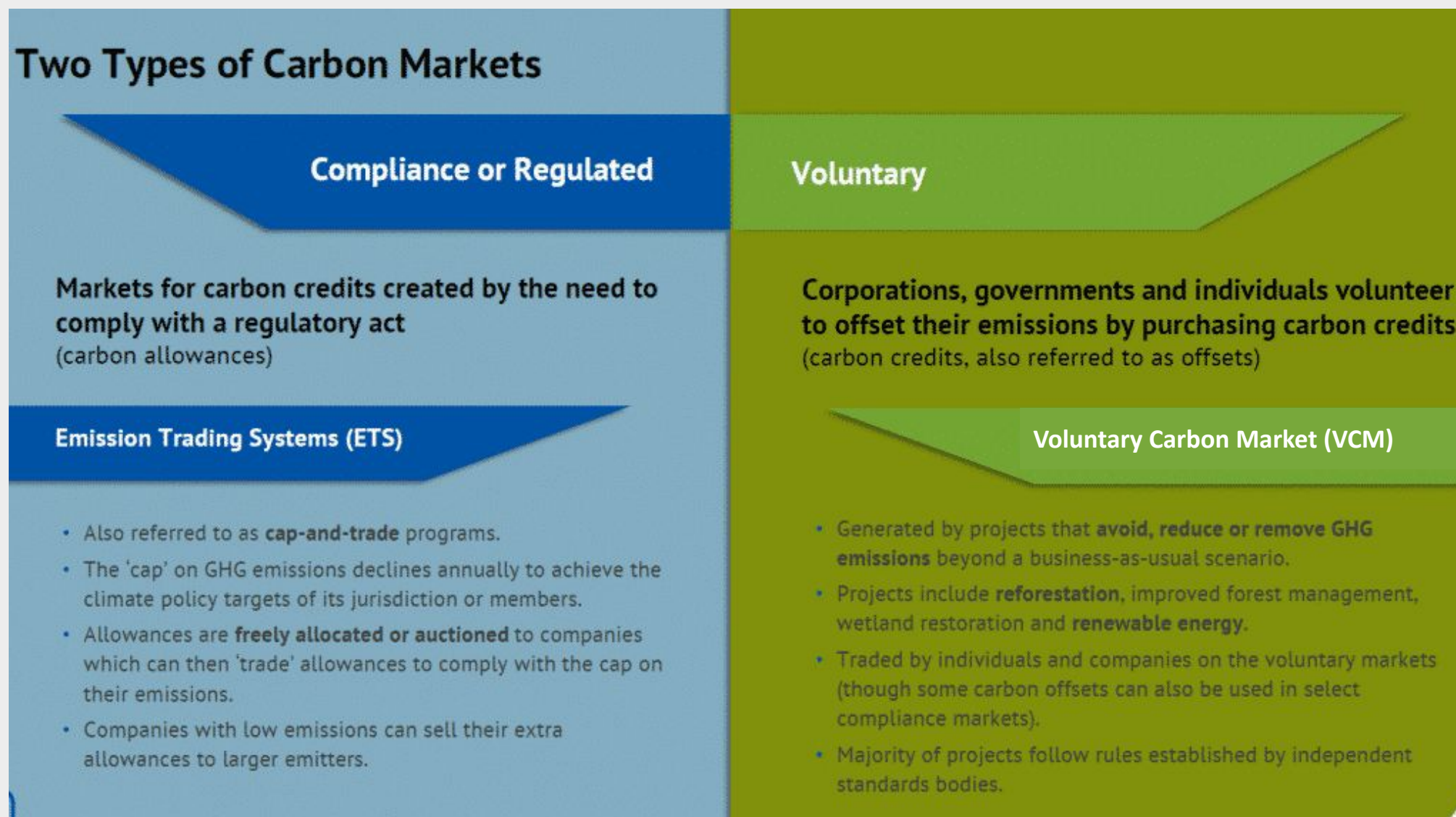
2. MERCADOS DE CARBONO

- 2.1 Tipos de mercados
- 2.2 Formas de compensação de carbono
- 2.3 Mercados regulados ou compulsórios (ETS)
- 2.4 Mercados voluntários (VCM)
- 2.5 Programas presentes no Brasil
- 2.6 Precificação do carbono

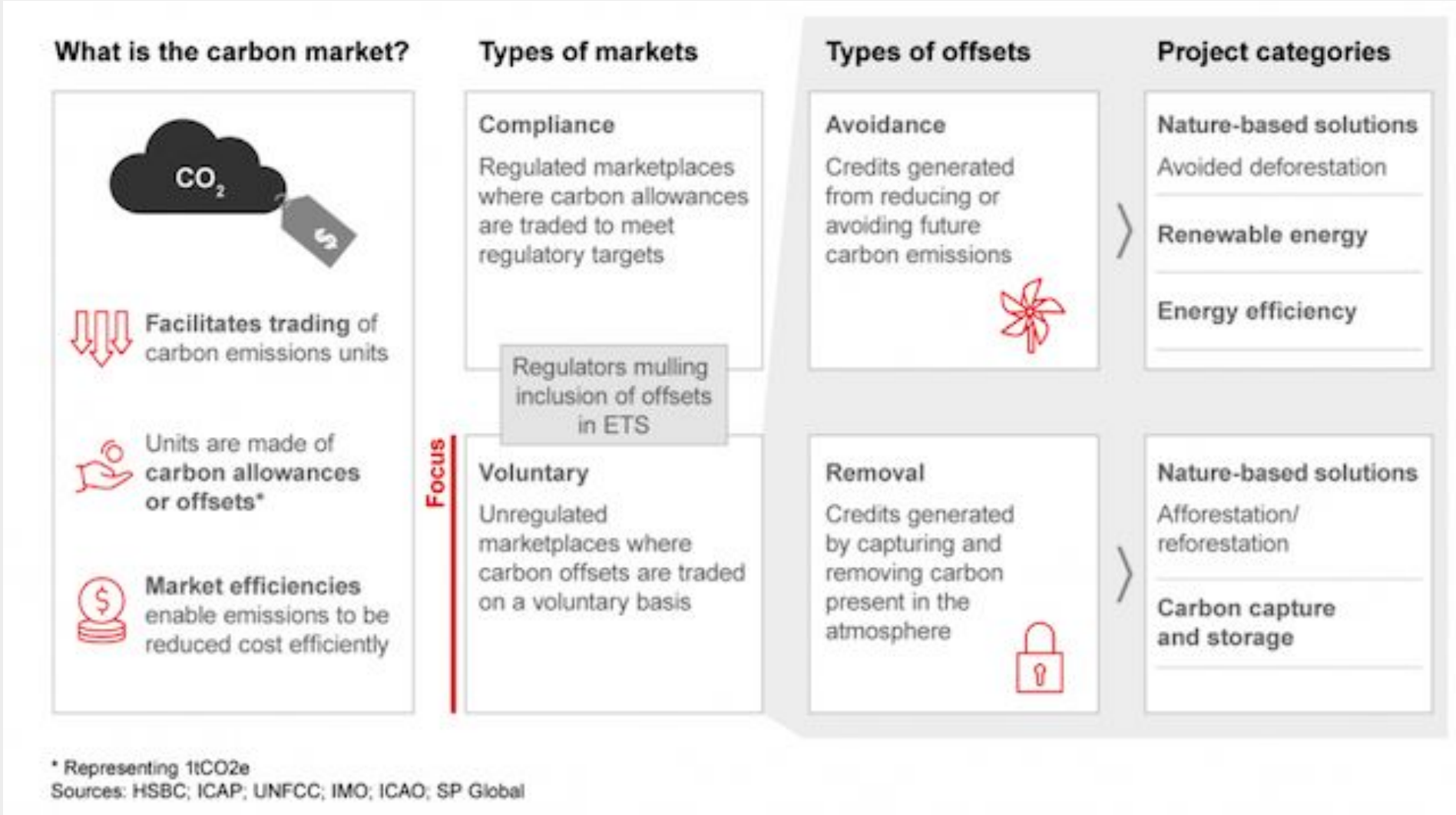
3. CENÁRIO BRASILEIRO

- 3.1 Lei Federal nº 12.187/2009
- 3.2 Decreto Federal nº 11.075/2022
- 3.3 Histórico de emissões brasileiras por setor econômico
- 3.4 Histórico de emissões brasileiras por estado
- 3.5 Comparativo mundial de emissões

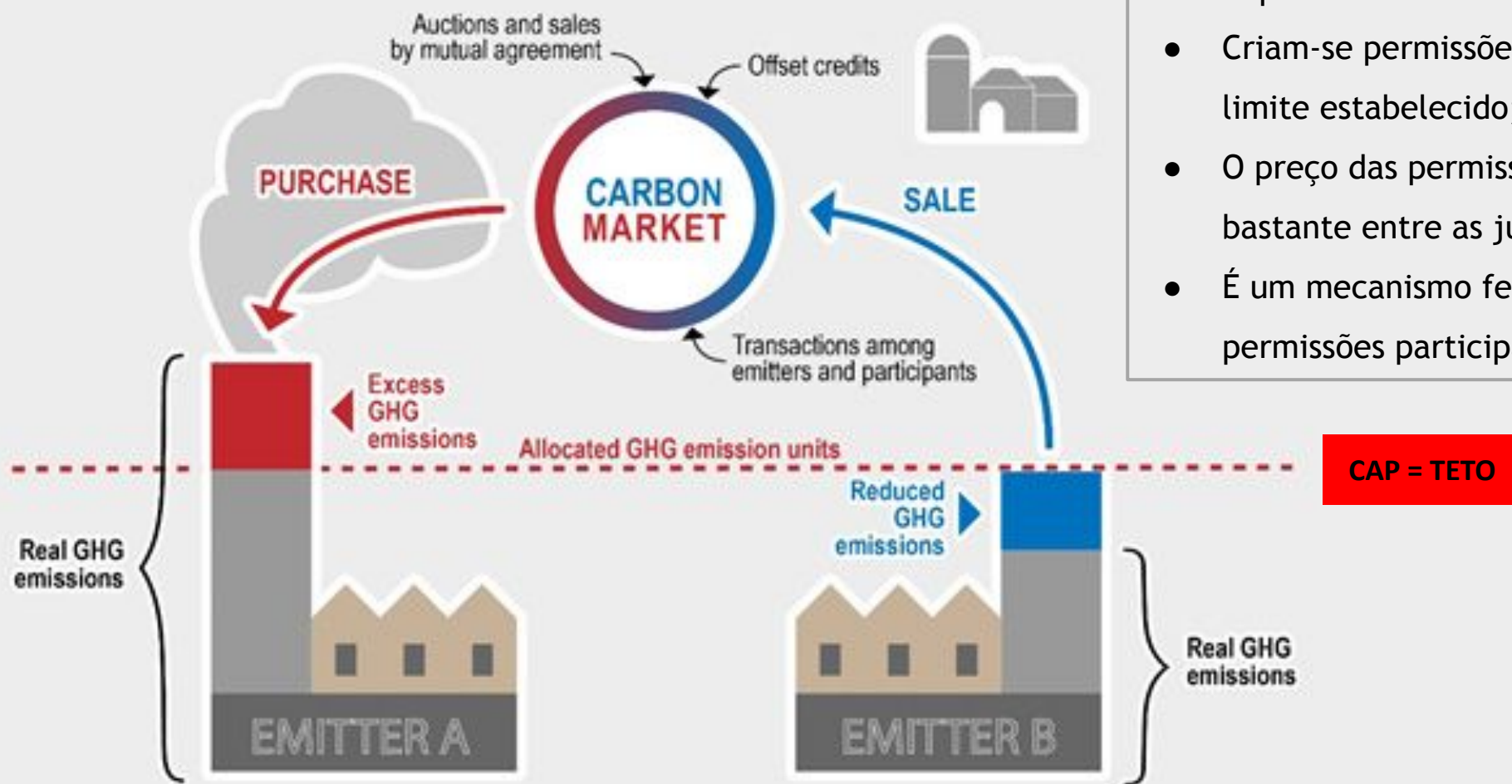
2.1 Tipos de mercados



2.2 Formas de compensação



2.3 Mercados regulados ou compulsórios (ETS)



- Impõe-se um limite quantitativo para as emissões (*cap*);
- Cria-se permissões de emissões compatíveis com o limite estabelecido;
- O preço das permissões se ajusta no mercado e varia bastante entre as jurisdições;
- É um mecanismo fechado - só compram e trocam permissões participantes regulados desse mercado.

CAP = TETO

2.3 Mercados regulados ou compulsórios (ETS)

KEY STATISTICS ON REGIONAL, NATIONAL AND SUBNATIONAL CARBON PRICING INITIATIVE(S)

68

Carbon Pricing initiatives implemented

46

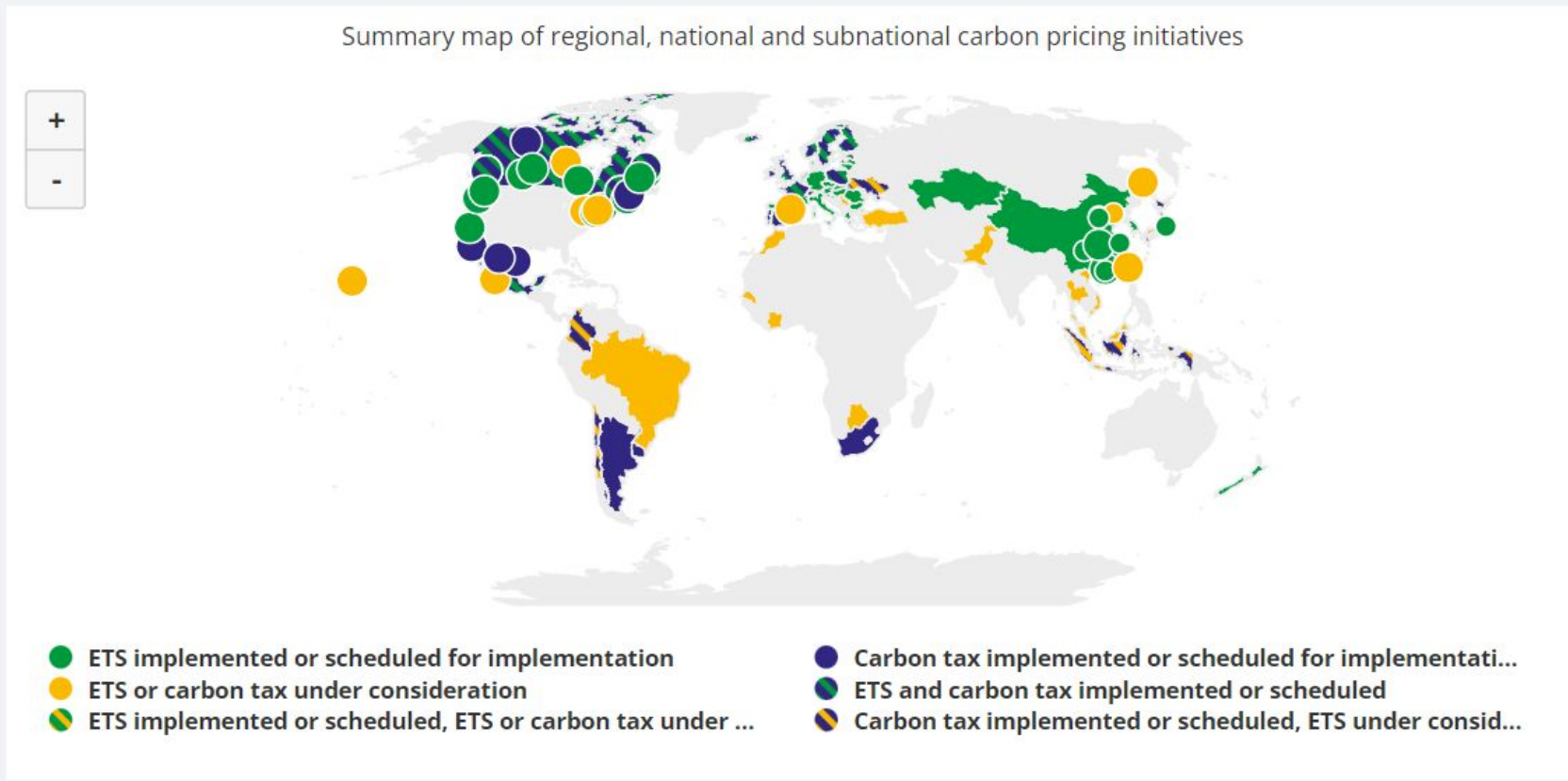
National Jurisdictions are covered by the initiatives selected

36

Subnational Jurisdictions are covered by the initiatives selected

In 2022, these initiatives would cover

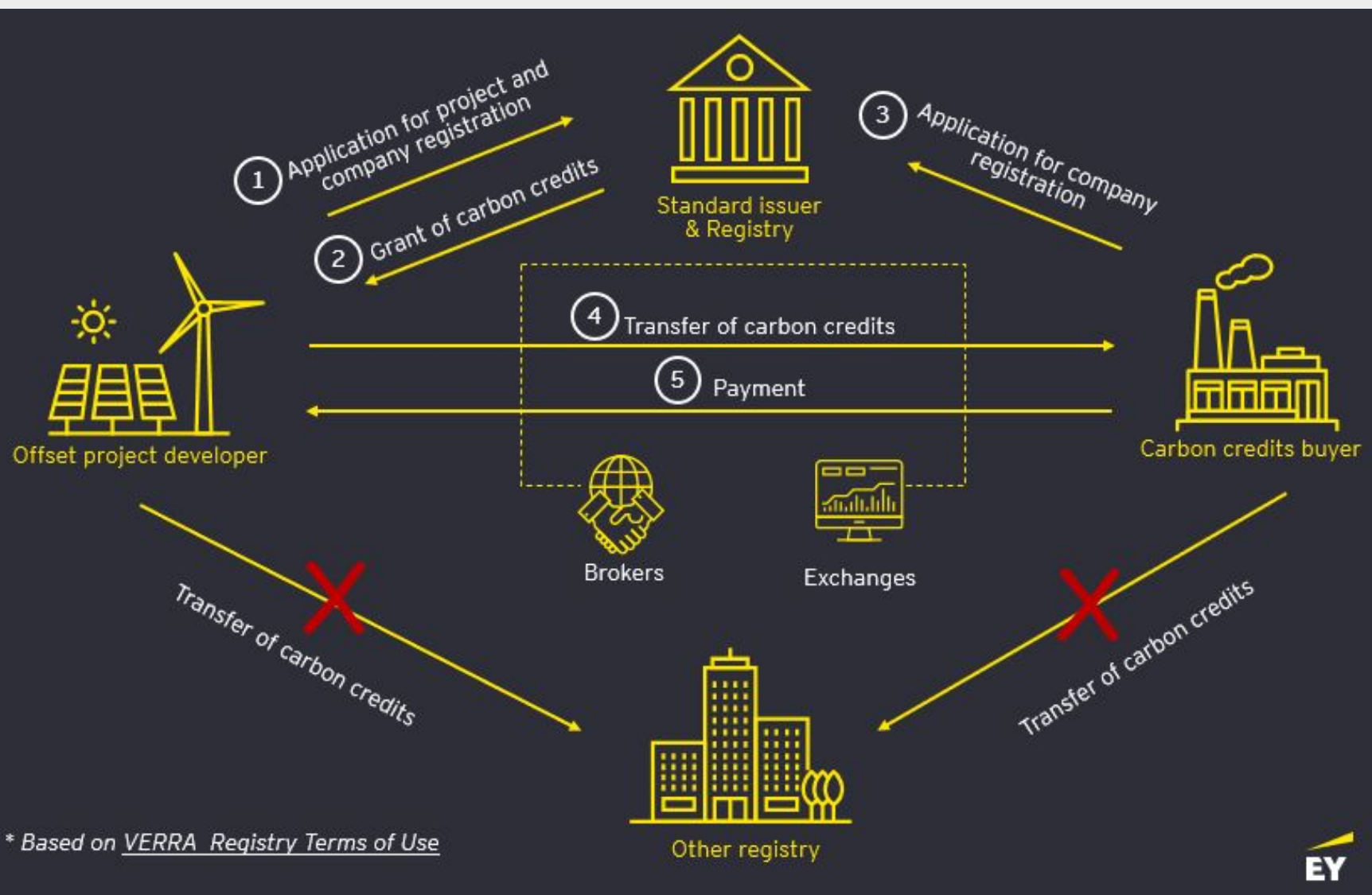
12 GtCO₂e, representing **23%** of global GHG emissions



Fonte: The World Bank (2022).



2.4 Mercados voluntários (VCM)

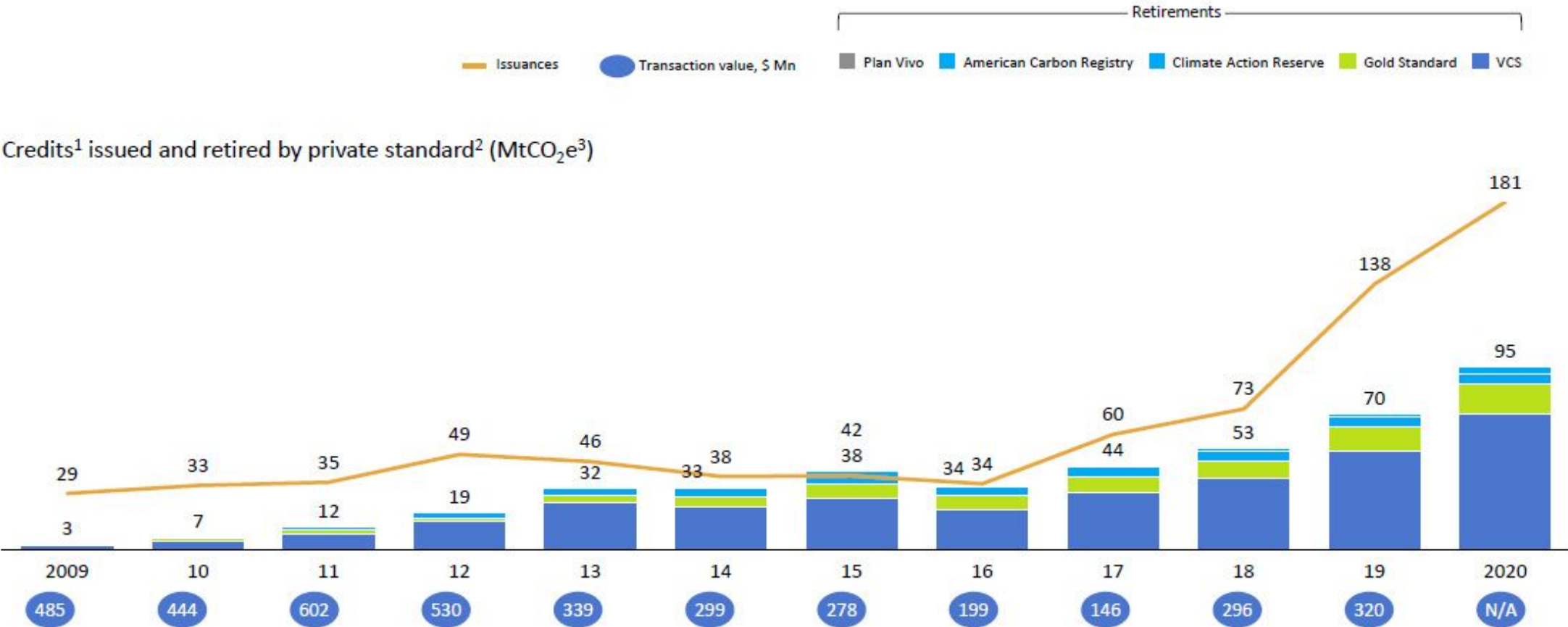


Padrão: 1 crédito offset = 1 ton CO₂e evitado ou sequestrado.

Vantagem: Iniciativa que permite a qualquer um realizar o offset de suas emissões de carbono, independente da sua localização geográfica.

Desafios: governança insuficiente e/ou desconfiança, e falta de padronização dos critérios de elegibilidade e de nomenclatura.

2.4 Mercados voluntários (VCM)

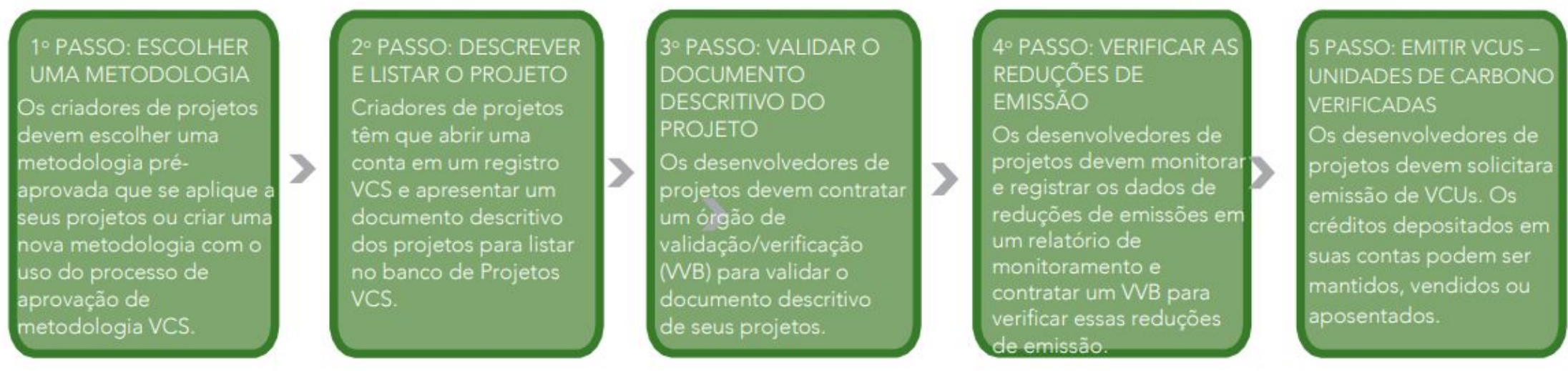


1. One carbon credit represents one ton of carbon dioxide equivalent (CO₂e) avoided or sequestered.
2. Issuances and retirements based on registry data and McKinsey analysis; transaction value based on Ecosystem Marketplace 2019 report.
3. MtCO₂e = million metric tons of carbon dioxide equivalent.
Source: Ecosystem Marketplace; press search; data from VCS, GS, CAR, ACR and Plan Vivo market registries; McKinsey analysis



2.5 Programas presentes no Brasil

- ❑ VCS - Verified Carbon Standard
- ❑ The Gold Standard
- ❑ ACR - American Carbon Registry
- ❑ MDL - Mecanismo de Desenvolvimento Limpo



2.6 Precificação do carbono



CarbonCredits.com Carbon Prices	Last	Change
Compliance Markets		
European Union	€84.65	+0.76 %
California	\$30.82	+0.06 %
Australia (AUD)	\$35.25	0.00 %
New Zealand (NZD)	\$76.50	0.00 %
South Korea	\$16.25	+6.87 %
Voluntary Markets		
Aviation Industry Carbon Offset	\$4.51	0.00 %
Nature Based Carbon Offset	\$9.23	0.00 %
Tech Based Carbon Offset	\$2.58	0.00 %

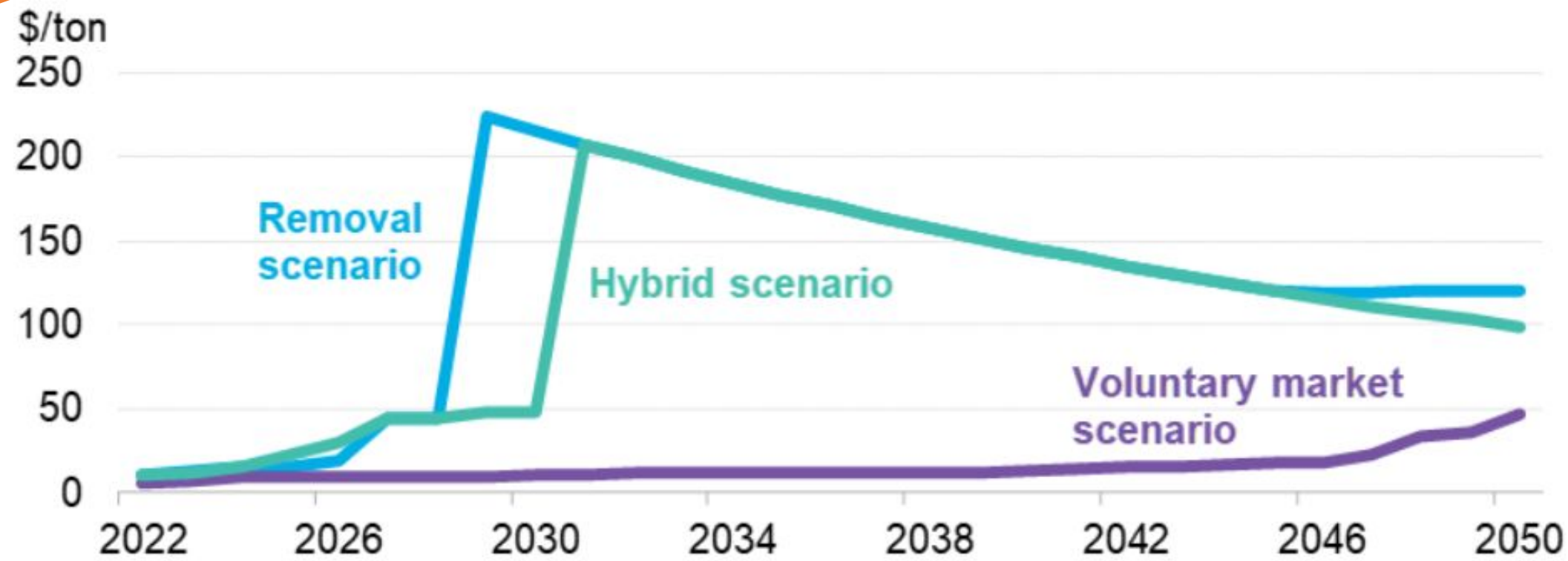
CarbonCredits.com Real-time Pricing (Updates Every 5 Mins)

Fonte: Carbon Credits (2022).



2.6 Precificação do carbono

FUTURO



Source: BloombergNEF. Note: Chart shows forecasted prices, rather than actual prices.





Sumário

3. CENÁRIO BRASILEIRO

1. BASE CONCEITUAL

- 1.1 Efeito estufa de ação natural
- 1.2 Efeito estufa antropogênico
- 1.3 Principais gases de efeito estufa
- 1.4 Carbono equivalente (CO₂e)
- 1.5 Inventários de GEE
- 1.6 Histórico de Kyoto, Paris e COP26

2. MERCADOS DE CARBONO

- 2.1 Tipos de mercados
- 2.2 Formas de compensação de carbono
- 2.3 Mercados regulados ou compulsórios (ETS)
- 2.4 Mercados voluntários (VCM)
- 2.5 Programas presentes no Brasil
- 2.6 Precificação do carbono

3. CENÁRIO BRASILEIRO

- 3.1 Lei Federal nº 12.187/2009
- 3.2 Decreto Federal nº 11.075/2022
- 3.3 Histórico de emissões brasileiras por setor econômico
- 3.4 Histórico de emissões brasileiras por estado
- 3.5 Comparativo mundial de emissões

3.1 Lei Federal nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009

Instituiu a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC)

- Estímulo ao desenvolvimento do Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE)
 - Art. 9º O Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE) será operacionalizado em bolsas de mercadorias e futuros, bolsas de valores e entidades de balcão organizado, autorizadas pela Comissão de Valores Mobiliários (CVM), onde se dará a negociação de títulos mobiliários representativos de emissões de gases de efeito estufa evitadas certificadas

3.2 Decreto Federal nº 11.075, de 19 de maio de 2022

Instituiu o Sistema Nacional de Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SINARE)

- Central única de registro de emissões, remoções, reduções e compensações de gases de efeito estufa e de atos de comércio, de transferências, de transações e de aposentadoria de créditos certificados de redução de emissões
- Regulamentação por ato conjunto dos Ministros de Estado do Meio Ambiente e da Economia
- Crédito certificado de redução de emissões: as reduções e remoções de emissões registradas no Sinare adicionais às metas estabelecidas para os agentes setoriais
- Possibilidade de registro sem necessidade de geração crédito certificado: pegadas de carbono de produtos, processos e atividades; carbono de vegetação nativa; carbono no solo; carbono azul; e unidade de estoque de carbono.

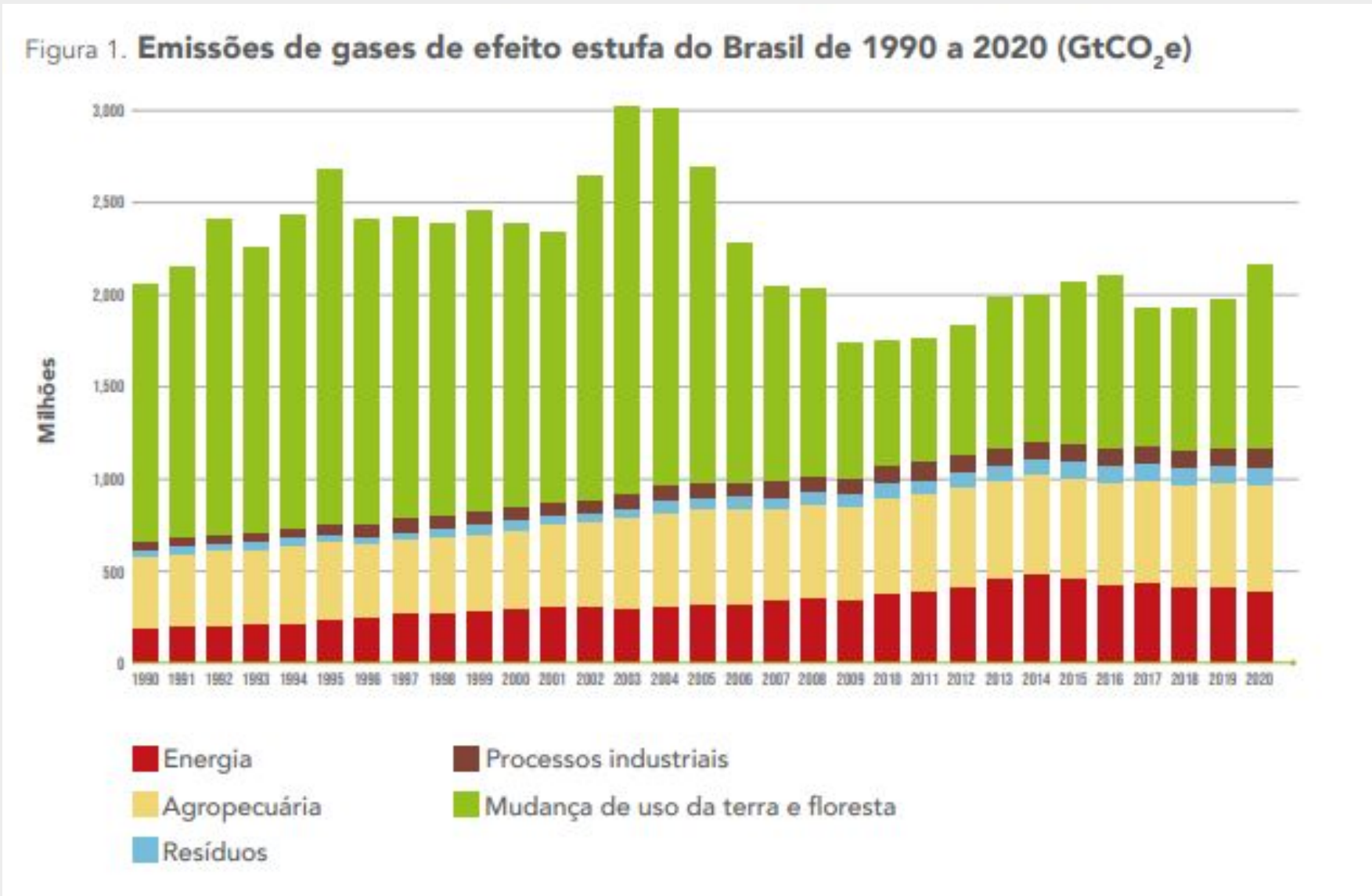


3.2 Decreto Federal nº 11.075, de 19 de maio de 2022

Estabeleceu os procedimentos para a elaboração dos Planos Setoriais de Mitigação das Mudanças Climáticas

- A proposição pelo Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Economia e Ministérios setoriais relacionados
- Metas gradativas de redução de emissões antrópicas e remoções por sumidouros de gases de efeito estufa
- Alinhamento ao objetivo de longo prazo de neutralidade climática informado na **NDC**
- Monitoramento por meio da apresentação de inventário de gases de efeito estufa periódicos dos agentes setoriais
- Tratamento diferenciado para os agentes setoriais
- Cronograma diferenciado de adesão ao SINARE
 - Art. 7º O Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE) constitui mecanismo de gestão ambiental e será instrumento de operacionalização dos Planos Setoriais de Mitigação das Mudanças Climáticas, com vistas a atuar como ferramenta à implementação dos compromissos de redução de emissões mediante a utilização e transação dos créditos certificados de redução de emissões.
- Crédito de carbono: ativo financeiro, ambiental, transferível e representativo de redução ou remoção de uma tonelada de dióxido de carbono equivalente, que tenha sido reconhecido e emitido como crédito no mercado voluntário ou regulado.
- Crédito de metano: ativo financeiro, ambiental, transferível e representativo de redução ou remoção de uma tonelada de metano, que tenha sido reconhecido e emitido como crédito no mercado voluntário ou regulado.

3.3 Histórico de emissões brasileiras por setor econômico



Fonte: SEEG, 2021.

3.3 Histórico de emissões brasileiras por setor econômico

Tabela 1. Emissões de GEE no Brasil 2019 e 2020 (tCO₂e – GWP-AR5)

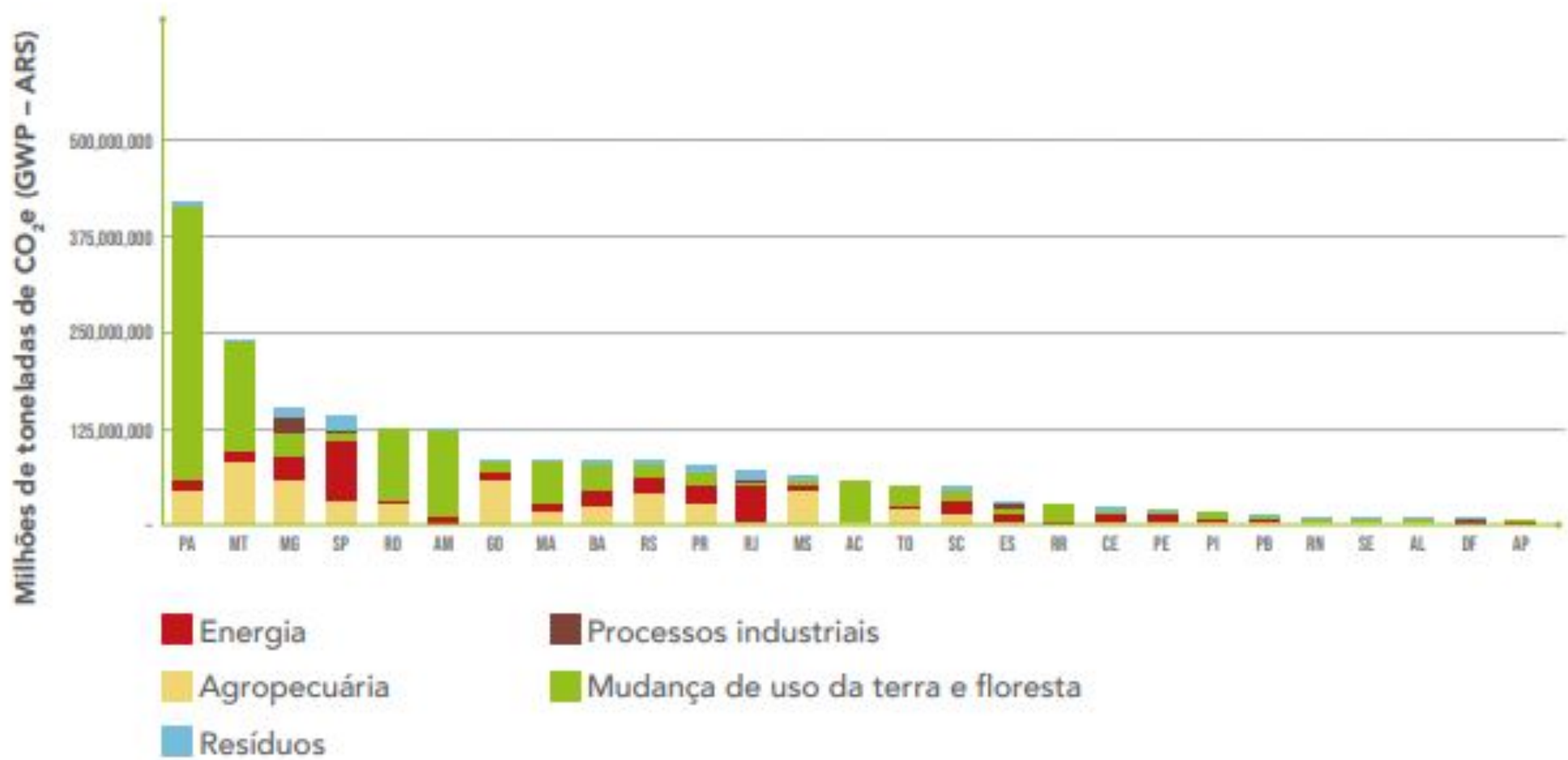
SETORES	2019	%	2020	%	VARIAÇÃO 2019-2020
Agropecuária	562.987.702	29%	577.022.998	27%	2,5%
Energia	412.466.747	21%	393.705.260	18%	-4,5%
Processos Industriais	99.472.616	5%	99.964.389	5%	0,5%
Resíduos	90.399.714	5%	92.047.812	4%	1,8%
Mudança de Uso da Terra e Floresta	806.996.124	41%	997.923.296	46%	23,7%
Total Emissões Brutas	1.972.322.903		2.160.663.755		9,5%
Total Emissões Líquidas	1.336.613.309		1.524.954.161		14,1%

Fonte: SEEG, 2021.



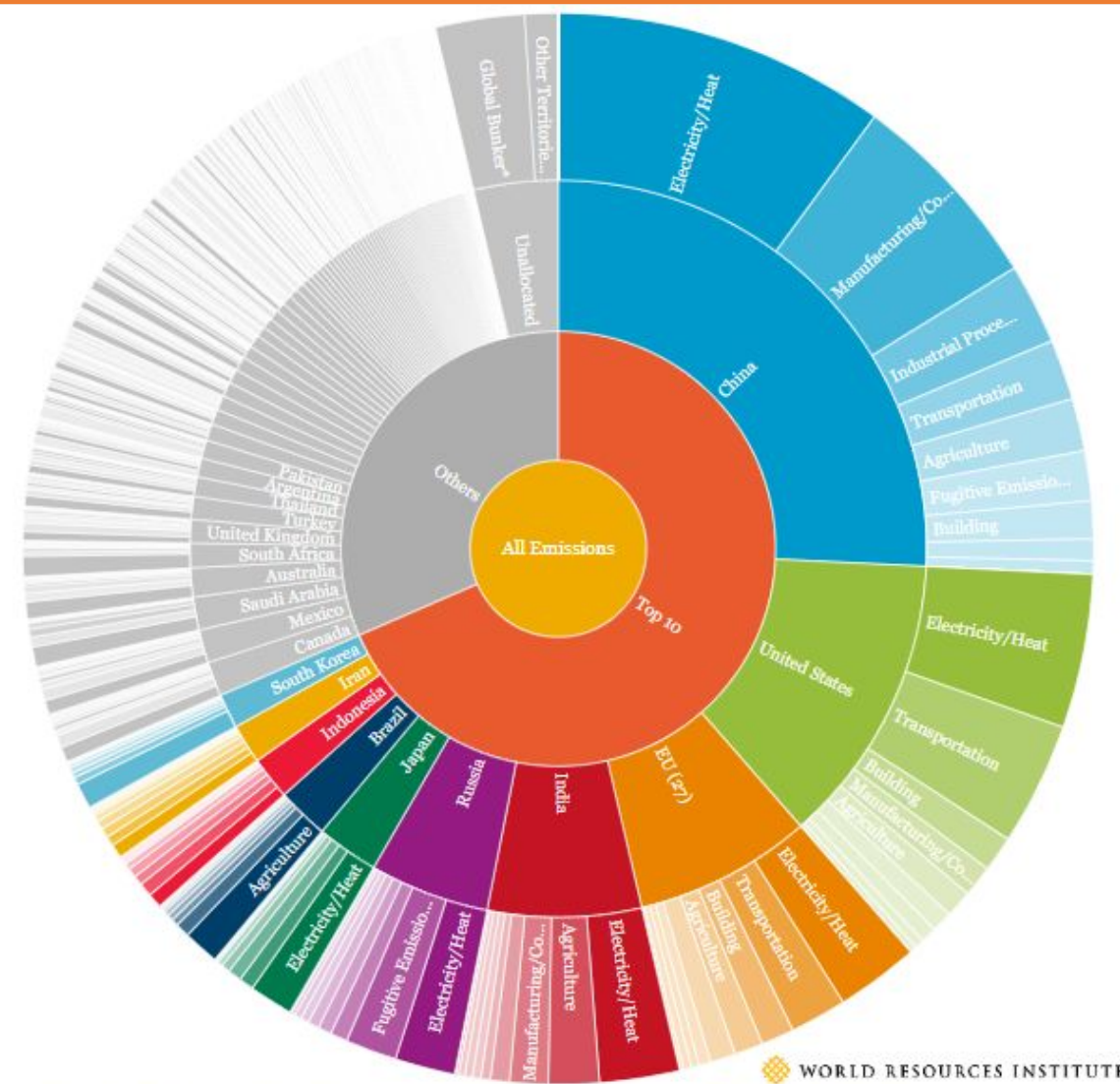
3.4 Histórico de emissões brasileiras por estado

Figura 22. Emissões brutas por Estado em 2020



Fonte: SEEG, 2021.

3.5 Comparativo mundial de emissões



Graphic by Johannes Friedrich. Data source: [Global greenhouse gas emissions 2016 excluding land-use change and forestry \(LUCF\)](#) from Climate Watch. The EU 27 is considered a country. *Bunker fuels include international aviation and shipping that are not included in country totals. Other territories include regions not covered by Climate Watch country data. See Climate Watch for country level land-use change and forestry and bunker fuel emissions.

Fonte: WRI BRASIL, 2020.



Referências

BloombergNEF (2022). Carbon Offset Prices Could Increase Fifty-Fold by 2050. Disponível em: <https://about.bnef.com/blog/carbon-offset-prices-could-increase-fifty-fold-by-2050>. Acesso em junho de 2022.

BURZEC, Malwina et al. **Voluntary Carbon Market: Challenges and Promises of the Green Transition Tool**. Polônia: EY, 2021.

CAPITAL RESET (2020). O que você precisa saber para começar a entender o mercado de carbono. Disponível em: <https://www.capitalreset.com/o-que-voce-precisa-saber-para-comecar-a-entender-o-mercado-de-carbono>. Acesso em junho de 2022.

CARBON CREDITS (2022). Live Carbon Prices Today. Disponível em: <https://carboncredits.com/carbon-prices-today>. Acesso em junho de 2022.

CARBON CREDITS (2021). The Ultimate Guide to Understanding Carbon Credits. Disponível em: <https://carboncredits.com/the-ultimate-guide-to-understanding-carbon-credits>. Acesso em junho de 2022.

CLIMATE POLICY INITIATIVE (2021). Delicious and abundant: yes, we're talking about voluntary carbon markets. Disponível em: <https://climatepolicyinitiative.org/delicious-and-abundant-yes-were-talking-about-voluntary-carbon-markets>. Acesso em junho de 2022.

JUNGES, Alexandre Luis; SANTOS, Vinícius Yuri; MASSONI, Neusa Teresinha. EFEITO ESTUFA E AQUECIMENTO GLOBAL: uma abordagem conceitual a partir da física para educação básica. **Experiências em Ensino de Ciências**. Rio Grande do Sul, p. 1-16. 23 nov. 2018.

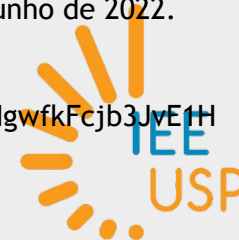
MOREIRA, Danielle. Litigância Climática no Brasil: Argumentos Jurídicos para a Inserção da Variável Climática no Licenciamento Ambiental. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 2021.

SEEG. Análise das emissões brasileiras de e suas implicações para as metas climáticas do Brasil 1970 - 2020 gases de efeito estufa. [S.l.]: SEEG, 2021. Disponível em: https://seeg-br.s3.amazonaws.com/Documentos%20Analiticos/SEEG_9/OC_03_relatorio_2021_FINAL.pdf Acesso em: 22 jun 2022.

THE WORLD BANK (2022). Carbon Pricing Dashboard. Disponível em: <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org>. Acesso em junho de 2022.

VERRA (2022). Passo a Passo VCS. Disponível em: https://verra.org/wp-content/uploads/2016/05/FactSheet-PROJECT-CYCLE-2013-FINAL_Portuguese_0.pdf . Acesso em junho de 2022.

WRI BRASIL. 4 gráficos para entender as emissões de gases de efeito estufa por país e por setor. 2020. Disponível em: https://wribrasil.org.br/pt/blog/2020/02/quatro-graficos-explicam-emissoes-de-gases-de-efeito-estufa-por-pais-e-por-setor?gclid=Cj0KCQjw2MWVBhCQARIsAljbwoMGGHgwfkFcjb3JvE1H81Hftc_E1_49uGpRbd1FjZj7x8XgpP_mwRwaAg0kEALw_wcB Acesso em: 22 jun 2022.



Obrigado!

Lucas R. Deliberali Barbosa
Geraldo L. Lemos
Vanessa H. Grunwald

São Paulo, 2022

