

Diagnóstico sobre práticas de MRV de emissões de GEE da indústria de vidro

PRODUTO 3 - RELATÓRIO FINAL

Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços - MDIC

Coordenação-Geral de Descarbonização da Indústria

Setor/Órgão/UC: CGDES/DCARB/SEV/MDIC

Equipe Gestora:

André Barbosa

Demetrio Florentino de Toledo Filho

Participação e revisão:

ABIVIDRO - Associação Brasileira das Indústrias de Vidro

Stevan David

Caroline Morais

Elaborado por:

Cingir Consultoria ESG

Lilian Velloso Pereira

Sandra Maria Apolinário

Contrato nº 245_2025

Data da elaboração: 10/02/2026

SUMÁRIO

1.	Introdução e objetivos.....	12
2.	O vidro e seu processo de fabricação	13
2.1.	Tipos de vidro.....	15
3.	Perfil do setor vidreiro no Brasil.....	18
4.	Programas e bases legais de MRV no Brasil.....	19
4.1.	Bases legais nacionais	19
4.2.	Mercado de carbono e obrigações para o setor vidreiro	21
4.3.	Plataformas de relato de emissões organizacionais a nível nacional	28
4.4.	Bases legais para relato de emissões nas unidades da Federação	31
5.	Estudos e inventários setoriais de GEE	32
5.1.	Estudos setoriais de GEE da ABIVIDRO.....	32
5.2.	Inventários Nacionais.....	33
5.3.	Inventários subnacionais	36
5.4.	Diagnóstico de sistemas de MRV da indústria	38
6.	Diretrizes e práticas MRV do setor vidreiro na União Europeia	40
6.1.	Panorama da indústria de vidro na União Europeia.....	40
6.2.	Desenvolvimento do EU-ETS	41
6.3.	Obrigações de MRV indústrias vidreiras no EU-ETS	46
6.4.	Metodologias de Monitoramento (ou Mensuração)	49
6.5.	Estudos setoriais e <i>benchmarks</i> na indústria vidreira na União Europeia	51
7.	Práticas de MRV da Indústria de Vidro no Brasil	58
7.1.	Participantes	58

7.2.	Governança.....	59
7.3.	Mensuração	62
7.4.	Relato ou Reporte	68
7.5.	Verificação	70
7.6.	Ações Setoriais (<i>Call to Action</i>)	71
7.7.	MRV de indústrias vidreiras na União Europeia	71
8.	Diagnóstico do setor vidreiro nacional para implementação de práticas de MRV.	74
9.	Diretrizes para posicionamento e direcionamento setorial.....	77
9.1.	Governança Setorial e Articulação Institucional	77
9.2.	Capacitação, Engajamento e Cultura Setorial.....	78
9.3.	Padronização Técnica e <i>Benchmarking</i>	78
9.4.	Transição Tecnológica, Cadeia Produtiva e Competitividade	79
9.5.	Recomendações adicionais para o desenho do MRV e redução de custo de conformidade no SBCE	79

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas do processo de fabricação de vidro (geral).	15
Figura 2 - Panorama da produção de vidro no Brasil (2005 a 2024) e projeções para 2030 e 2050 – em toneladas de vidro fundido (ABIVIDRO, 2023 e 2025).	19
Figura 3 – Prioridades da SEMC em 2026 (Ministério da Fazenda, 2025).	27
Figura 4 – Ciclo de MRV a ser regulado pela Subsecretaria de Regulação e Metodologias (SRM) da SEMC.	28
Figura 5 – Perfil de emissões absolutas, produção e indicadores de intensidade da produção de vidro (ABIVIDRO, 2023 e 2025).	33
Figura 6 - Emissões Líquidas por Setor com LULUCF, em kt CO2 eq (MCTI, 2024).	35
Figura 7 – Emissões dos Escopos 1 e 2 reportadas nos Inventários de Empreendimentos recebidos pela CETESB (2023) - contabilização por atividade e contribuição. (CETESB,2025).	37
Figura 8 – Dados sobre verificação de inventários e emissões verificadas de CO2, Escopo 1 (CETESB, 2025).	37
Figura 9 – Ilustração sobre o funcionamento do EU-ETS- cap-and-trad e alocação de licenças – Adaptado de União Europeia (2018).	42
Figura 10 - Princípio do ciclo de conformidade do EU ETS - adaptado de Comissão Europeia (2025).	47
Figura 11 - Princípio da metodologia padrão para o cálculo das emissões - adaptado de Comissão Europeia (2025).	50
Figura 12 – Conteúdo geral do questionário utilizado nas entrevistas com representantes da indústria de vidro.	58
Figura 13 – Localização das plantas de fabricação de vidro que participaram do levantamento de práticas de MRV por Unidade Federativa.	59
Figura 14 – Principais riscos relacionados às obrigações do SBCE identificados pelas participantes.	60
Figura 15 - Principais oportunidades relacionadas às obrigações do SBCE identificados pelas participantes.	62
Figura 16 – Ferramentas utilizadas para o inventário de GEE pelas empresas participantes.	63
Figura 17 – Categorias do Escopo 3 inventariadas entre as participantes da pesquisa.	66

Figura 18 – Ações planejadas ou em curso para mitigação de emissões de GEE entre as participantes. 69

Figura 19 – Ações setoriais para impulsionamento das práticas de MRV e preparação para o SBCE. 71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação geral, subtipos, usos, composições e cores. 18

Tabela 2 – Mapa de obrigações do SBCE relacionadas a MRV de GEE que impactam o setor e o que está pendente de regulamentação (Lei nº 15.042/2024). 24

Tabela 3 - Fases de implementação do SBCE - adaptado de (Ministério da Fazenda, 2024). 26

Tabela 4 – Diretrizes para inventários nos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro (CETESB, 2024 e INEA, 2022). 31

Tabela 5 – Destaques sobre o desenvolvimento do Sistema Europeu de Comércio de Emissões (EU-ETS) de GEE (Comissão Europeia, s.d.a). 45

Tabela 6 – Passo-a-passo do ciclo anual de MRV no EU-ETS (União Europeia, 2015, 2018; Comissão Europeia, s.d.a). 48

Tabela 7 - Visão geral dos valores de referência finais com base no BAT, conforme derivado no estudo de referência de 2008 (Ecofys; Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research; Öko-Institut, 2009). 53

Tabela 8 – Valores de benchmark de produto e processos abrangidos para a Fase 3 (2013-2020) - (União Europeia, 2011) 56

Tabela 9 – Valores de referência e benchmarking para o período de 2021 a 2025 (Comissão Europeia, 2021). 57

Tabela 10 – Escopos e categorias inventariadas, % de empresas que realizam contabilização. 64

Tabela 11 – Representatividade das categorias de emissões diretas (Escopo 1) contabilizadas pelas participantes. 65

Tabela 12 – Reduções propostas nas metas reportadas pelas participantes. 69

Tabela 13 - Práticas de MRV e recomendações relacionadas ao SBCE por matrizes ou filiais europeias das empresas participantes. 72

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Destaque sobre o conceito de cap-and-trade adotado no SBCE e sua relação com MRV de GEE	22
Quadro 2 - Destaque para alguns conceitos conforme legislação (Lei nº 15.042/2024).....	22
Quadro 3 – Abrangência do EU-ETS quanto ao limiar de capacidade das instalações, emissões e gases para o setor de vidro (União Europeia, 2015, 2024).....	46
Quadro 4 – Classificação de instalações e fontes de emissão conforme MRR (União Europeia, 2018).	50
Quadro 5 – Definições de Escopos de emissão para inventários corporativos conforme GHG Protocol (2004; 2015).....	63
Quadro 6 – Conceitos de metas absolutas x metas de intensidade.....	68

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

ABIVIDRO — Associação Brasileira das Indústrias de Vidro

ABNT — Associação Brasileira de Normas Técnicas

AICP — *American Institute of Certified Public Accountants*

APFE — *European Continuous Filament Glass Fibres Association*

BAT — Melhores Técnicas Disponíveis (*Best Available Techniques*)

BMWK — Ministério Federal da Economia e Ação Climática da Alemanha

BSI — *British Standards Institution*

BTR — Relatório Bienal de Transparência (*Biennial Transparency Report*)

CBE — Cota Brasileira de Emissões

CCUS — Captura, Utilização e Armazenamento de Carbono (*Carbon Capture, Utilisation and Storage*)

CDP — *Carbon Disclosure Project*

CEMS — Sistema de Monitoramento Contínuo de Emissões (*Continuous Emissions Monitoring System*)

CETESB — Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CGDES — Coordenação-Geral de Descarbonização da Indústria

CNI — Confederação Nacional da Indústria

CNPJ — Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica

CO₂ — Dióxido de carbono

CO_{2e} — Dióxido de carbono equivalente

COP — Conferência das Partes (*Conference of the Parties*)

COP28 — 28ª Conferência das Partes

CPIV — *Comité Permanent des Industries du Verre Européennes*

CRVE — Certificado de Redução ou Remoção Verificada de Emissões

CTF/APP — Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais

DCARB — Departamento de Descarbonização

DNV — *Det Norske Veritas*

EDG — *European Domestic Glass*

EEA — *European Environment Agency*

EHS — Meio Ambiente, Saúde e Segurança (*Environment, Health and Safety*)

ENDI — Estratégia Nacional de Descarbonização da Indústria

ERP — Sistema integrado de gestão empresarial (*Enterprise Resource Planning*)

ESGA — *European Special Glass Association*

EU-27 — União Europeia (27 Estados-membros)

EU-ETS — Sistema de Comércio de Emissões da União Europeia (*European Union Emissions Trading System*)

EUTL — *European Union Transaction Log*

FEVE — *European Container Glass Federation*

FUNBIO — Fundo Brasileiro para a Biodiversidade

GEE — Gases de Efeito Estufa

GHG Protocol — *Greenhouse Gas Protocol* (Protocolo GHG/Protocolo de Gases de Efeito Estufa)

GIZ — *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit*

GWP — Potencial de Aquecimento Global (*Global Warming Potential*)

HF — Fluoreto de hidrogênio

HFC — Hidrofluorcarbonetos

IBAMA — Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IKI — *International Climate Initiative*

INEA — Instituto Estadual do Ambiente

INMETRO — Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

IPCC — Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (*Intergovernmental Panel on Climate Change*)

IPPU — Processos Industriais e Uso de Produtos (*Industrial Processes and Product Use*)

ISO — Organização Internacional de Normalização (*International Organization for Standardization*)

LCD — Display de Cristal Líquido (*Liquid Crystal Display*)

LULUCF — Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas (*Land Use, Land-Use Change and Forestry*)

MCTI — Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações

MDIC — Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços

MMA — Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima

MRR — *Monitoring and Reporting Regulation* (EU-ETS)

MRV — Mensuração, Relato e Verificação

N₂O — Óxido nitroso

NBR — Norma Brasileira

NDC — Contribuição Nacionalmente Determinada (*Nationally Determined Contributions*)

NIB — Nova Indústria Brasil

NIR — Relatório de Inventário Nacional (*National Inventory Report*)

PBGHG — Programa Brasileiro GHG Protocol

PFCs — Perfluorocarbonos

PIB — Produto Interno Bruto

PNA — Plano Nacional de Alocação

PNMC — Política Nacional sobre Mudança do Clima

PoMuC — Programa de Políticas sobre Mudanças do Clima

QA/QC — Garantia/Controle da Qualidade (*Quality Assurance / Quality Control*)

RAPP — Relatório Anual de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais

SAP — *Systems, Applications and Products* (SAP)

SBCE — Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa

SEMC — Secretaria Extraordinária do Mercado de Carbono

SEV — Secretaria de Economia Verde, Descarbonização e Bioindústria

SIRENE — Sistema de Registro Nacional de Emissões

SRM — Subsecretaria de Regulação e Metodologias

tCO₂e — tonelada de dióxido de carbono equivalente

UE — União Europeia

UF — Unidade Federativa

UNFCCC — Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (*United Nations Framework Convention on Climate Change*)

WBCSD — World Business Council for Sustainable Development

WRI — *World Resources Institute*

SUMÁRIO EXECUTIVO

No contexto dos compromissos climáticos do Brasil, por suas metas da Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC), do Plano Clima Mitigação (Plano Setorial Indústria) e do marco legal do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE) de Gases de Efeito Estufa (GEE) (Lei nº 15.042/2024), o setor vidreiro ocupa papel estratégico por sua relevância econômica, intensidade energética e potencial de mitigação. O fortalecimento de práticas robustas de Mensuração, Relato e Verificação (MRV) é condição essencial para aumentar transparência, confiabilidade e comparabilidade dos dados setoriais.

Este Relatório Final (Produto 3) apresenta um diagnóstico das práticas e metodologias de MRV do setor vidreiro no Brasil e na União Europeia, visando subsidiar a consolidação de diretrizes setoriais e a preparação da indústria para responder de forma competitiva e consistente às exigências de políticas climáticas e do mercado regulado de carbono em implementação no país. O trabalho foi desenvolvido por meio de levantamento de requisitos legais e informações públicas, bem como pesquisa colaborativa com partes interessadas, incluindo ABIVIDRO, representantes das indústrias, MDIC e MCTI, com foco em indústrias de grande porte com fornos de fusão.

A pesquisa setorial contou com a participação de 13 empresas, abrangendo 22 plantas de vidro plano, oco e especial, concentradas majoritariamente na região Sudeste, representando cerca de 87% das empresas de grande porte com atividade de fusão no Brasil. Entre os principais achados, destaca-se que: 100% das empresas possuem equipe formalmente designada para o tema, mas 46% ainda não possuem plano de monitoramento, política ou procedimento interno formal de MRV. Observou-se também que parte relevante das empresas ainda apresenta incertezas regulatórias (incluindo escopo de enquadramento, parâmetros para metas e alocação gratuita), refletindo o fato de que aspectos centrais do SBCE permanecem pendentes de regulamentação (por exemplo, definição de setores e atividades abrangidas, fronteiras de instalação ou fonte, escopos abrangidos, critérios de materialidade e regras operacionais de MRV).

O diagnóstico indica que as emissões de Escopo 1 do setor já estão relativamente bem mapeadas. Nesse grupo, destacam-se a combustão estacionária e as emissões de processo (IPPU). Por isso, essas fontes devem ser o foco principal do MRV

regulatório no SBCE. Ainda assim, é importante que o setor também mapeie e discuta as emissões de Escopo 2, provenientes da aquisição de eletricidade. Esse tema pode se tornar um diferencial competitivo para os produtos nacionais, dada a alta participação de fontes renováveis na matriz elétrica brasileira.

Entretanto, as maiores lacunas práticas tendem a estar na formalização e padronização, bem como na preparação para auditorias e verificação. Hoje, a verificação por terceira parte ainda é limitada a somente 31% das empresas entrevistadas. Também se ressalta a importância de regras objetivas para fontes pouco significativas, de modo a reduzir custo de conformidade sem perda de integridade ambiental.

Como diretrizes para planejamento e posicionamento setorial, recomenda-se estruturar uma agenda prática em quatro linhas: (i) Governança Setorial e Articulação Institucional, com Grupo de Trabalho (GT) permanente, diálogo contínuo com governo e posições técnicas consolidadas; (ii) Capacitação, Engajamento e Cultura Setorial, com workshops e trilhas de formação em MRV, sobre critérios de materialidade e verificação; (iii) Padronização Técnica e Benchmarking, sobre métricas harmonizadas de intensidade, guias técnicos e construção de *benchmarking* nacional/internacional; e (iv) Transição Tecnológica, Cadeia Produtiva e Competitividade, com estudos de rotas tecnológicas, infraestrutura para transição energética e novas tecnologias, logística reversa do caco e avaliação de riscos competitivos, incluindo importações e fuga de carbono.

Adicionalmente, recomenda-se que o setor defenda, na regulamentação, medidas para simplificar formatos de reporte e evitar duplicidades com outras obrigações (inclusive subnacionais), além de buscar um desenho de fronteiras regulatórias que maximize comparabilidade e viabilize futuras abordagens de *benchmarking*, considerando adaptação ao contexto brasileiro e a curva de maturação observada em experiências internacionais.

1. Introdução e objetivos

No contexto dos compromissos climáticos assumidos pelo Brasil, por suas metas da Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC), do Plano Clima Mitigação (Plano Setorial Indústria) do o marco legal do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE) de Gases de Efeito Estufa (GEE), Lei nº 15.042, de 11 de dezembro de 2024, o setor vidreiro ocupa papel estratégico por sua relevância econômica, intensidade energética e potencial de mitigação de emissões de gases de efeito estufa (GEE). O fortalecimento de práticas robustas de Mensuração, Relato e Verificação (MRV) neste setor é condição essencial para garantir a transparência, a confiabilidade e a comparabilidade dos dados setoriais.

Sendo assim, o presente Relatório Final corresponde ao Produto 3 do contrato nº 245_2025, firmado entre o Fundo Brasileiro para a Biodiversidade (Funbio) e a Cingir Consultoria e Assessoria em Sustentabilidade Ltda, para prestação de serviços técnicos especializados de diagnóstico sobre práticas de MRV de emissões de GEE da indústria de vidro.

O estudo realizado analisa as práticas e metodologias de MRV do setor vidreiro no Brasil e na União Europeia, para entendimento sobre os desafios e necessidades nacionais. Busca-se a consolidação de diretrizes setoriais e preparação da indústria para responder de forma competitiva e consistente às exigências de políticas climáticas e do mercado regulado de carbono no Brasil.

O trabalho foi desenvolvido a partir do levantamento de requisitos legais, de informações públicas, da pesquisa colaborativa e do engajamento de partes interessadas (*stakeholders*), de modo a garantir o alinhamento das estratégias propostas ao contexto nacional e às prioridades locais.

O escopo da pesquisa está centrado nas indústrias de vidro de grande porte com fornos de fusão. Sendo assim, contou com a participação ativa da Associação Brasileira das Indústrias de Vidro (ABIVIDRO), representantes das indústrias, Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC) e Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI).

2. O vidro e seu processo de fabricação

O vidro é um material inorgânico não cristalino obtido a partir da fusão de matérias-primas minerais, principalmente sílica (SiO_2 , areia), carbonatos, que atuam como fundentes e/ou estabilizantes, e outros aditivos que conferem propriedades específicas ao produto final. Sua estrutura amorfa, confere ao vidro um comportamento intermediário entre líquidos super-resfriados e sólidos rígidos. Essa natureza estrutural explica muitas de suas propriedades como transparência, impermeabilidade e estabilidade química.

As propriedades do vidro podem ser amplamente moduladas pelo controle da composição química e das condições de fusão e resfriamento. Pequenas variações na composição afetam parâmetros como viscosidade, ponto de fusão, transmitância óptica e resistência química. Essa flexibilidade torna o vidro um material altamente versátil, empregado em múltiplos setores como construção civil, embalagens, utilidades domésticas, farmacêutico, automotivo, entre outros usos especiais. (European Commission, 2013).

Além disso, o vidro é um material totalmente reciclável, mantendo suas propriedades físico-químicas após sucessivos ciclos de reaproveitamento. Ou seja, o produto final pode ser fundido e transformado em um novo produto infinitas vezes (ABIVIDRO, 2025). Esse atributo o posiciona como um dos materiais-chave nas estratégias de economia circular e descarbonização industrial, especialmente em contextos regulatórios que visam a redução das emissões de GEE associadas aos processos de fusão e combustão.

O processo de fabricação do vidro, independentemente do tipo, pode ser resumido em 4 etapas principais, conforme apresentado na **Figura 1**:

(1) Matérias-primas e formulação da mistura

A produção de vidro começa com a seleção e mistura das matérias-primas: sílica (areia de alta qualidade), carbonatos (como barrilha, calcário, dolomita, por exemplo), corretores (óxidos metálicos etc.) e aditivos que conferem cor ou outras propriedades. A mistura é preparada com controle de composição química, umidade, pureza, tamanho de partícula etc., para garantir as propriedades desejadas no vidro final.

Também pode-se incluir uma porcentagem de vidro reciclado (caco) na mistura, o que reduz demanda energética e emissões de processo. Em média, um aumento de 10% na quantidade de caco no forno reduz o consumo de energia em 3% e as emissões de CO₂ em 5%. A emissão de CO₂ é menor, devido à redução na quantidade de energia para fundir o caco. Além disso, o caco substitui matérias primas virgens que contêm carbono (carbonatos). Esses materiais liberam dióxido de carbono quando fundidos no forno, enquanto o caco não. Sendo assim, utilização de material reciclado reduz o volume de resíduos que vai para os aterros e traz economia de matérias primas: a cada 1 (uma) tonelada de caco utilizada, há uma economia de 1,2 toneladas de matéria prima virgem (FEVE, 2016).

(2) Fusão

Esta é a etapa central e mais intensiva em energia e emissões. A mistura preparada é fundida em fornos de diferentes tipos ou tecnologias, onde, sob altas temperaturas, em torno de 1400 a 1600°C, ocorre a fusão das matérias-primas e produção do vidro. Aqui ocorrem emissões de combustão estacionária (queima de combustíveis fósseis) e emissões de processo, especialmente da decomposição de carbonatos que liberam CO₂. Também variam as técnicas de fusão: fornos convencionais recuperativos, regenerativos, fusão com uso de oxigênio (*oxy-fuel*), fusão elétrica etc.

(3) Conformação e recozimento

Depois da fusão, vêm as etapas de conformação do vidro, que variam de acordo com o vidro produzido: no caso do vidro plano, passa-se pelo processo Float¹; para vidro oco, prensagem ou sopro; para fibras ou vidros técnicos, por centrifugação ou sopragem contínua; para vidros especiais, formatos e tratamentos específicos. Após a conformação, dependendo do tipo de vidro, há o recozimento para aliviar tensões internas do vidro, evitar trincas e deformações. Essas etapas também consomem energia (aquecimento, controle de temperatura), embora menos que a fusão, e contribuem para emissões menores de combustão estacionária ou emissões indiretas de aquisição de eletricidade, por exemplo.

¹ O processo *float* consiste na fusão das matérias-primas e no vazamento contínuo do vidro fundido sobre um banho de estanho líquido, onde se forma uma lâmina plana, de espessura uniforme, antes do recozimento e corte. Trata-se do processo mais comum para a fabricação de vidro plano atualmente, amplamente adotado pela indústria mundial (European Commission, 2013).

(4) Acabamento, tratamento ou processamento

O vidro resultante passa por etapas de acabamento (corte, têmpera, laminação ou texturização, polimento, tratamento superficial, metalização, revestimento ou *coating*, pintura ou decoração etc.), ou, dependendo da finalidade, pela montagem de componentes finais. Essas etapas podem ocorrer dentro ou fora da mesma planta em que o vidro foi fabricado e dependem de processos de transformação que utilizam vidro já produzido como matéria-prima. Sendo assim, algumas plantas que realizam o processamento do vidro não têm fusão própria, ou seja, suas emissões diretas de GEE são menores ou diferentes².

Nas etapas posteriores à fusão ocorrem perdas e geração de cacos decorrentes de quebras, defeitos e descartes. Esses cacos de origem industrial podem ser reinseridos no processo de fusão, reduzindo o consumo de matérias-primas virgens, energia e as emissões de GEE. De forma complementar, após o uso pelo consumidor final, dentro da cadeia de logística reversa, o vidro proveniente da coleta seletiva pode passar por triagem, limpeza e beneficiamento para remoção de impurezas que possam afetar os fornos e a qualidade do produto. Uma vez beneficiado, o material retorna à fusão, mantendo os benefícios ambientais associados à reciclagem do vidro já mencionados.

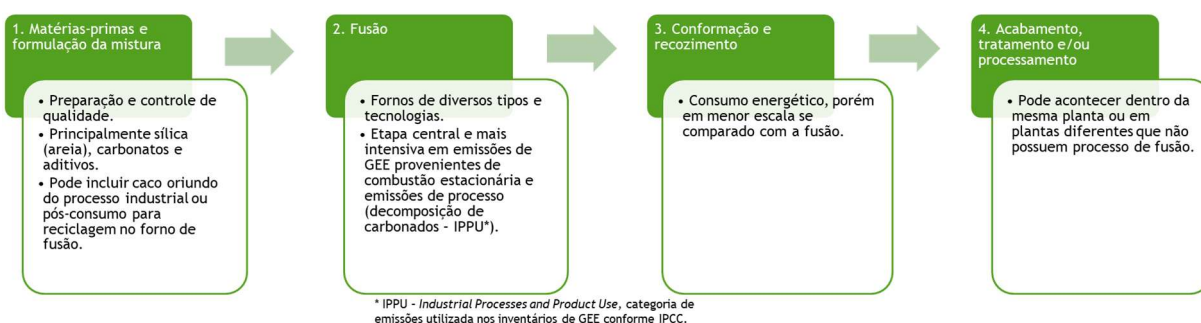


Figura 1 - Etapas do processo de fabricação de vidro (geral).

2.1. Tipos de vidro

Devido à sua ampla gama de propriedades e formas de utilização, o vidro pode ser classificado conforme suas características específicas, sua utilização, seu processo de fabricação e sua composição, por exemplo. O documento de referência da

² As empresas que realizam apenas o processamento do vidro e distribuição de produtos acabados, sem possuir a etapa de fusão na planta, não são objeto do presente diagnóstico.

Comissão Europeia (2013), “*Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Manufacture of Glass*” descreve composições e usos do vidro mais comuns que foram sintetizados abaixo:

- **Vidro sodo-cálcico**

- A vasta maioria dos vidros produzidos industrialmente tem composições muito semelhantes, coletivamente chamada de sodo-cal ou vidros sodo-cálcicos.
- **Usos típicos:** vidro plano utilizado na construção civil e setor automotivo, garrafas, potes, frascaria (perfumaria/cosméticos) na indústria de embalagens, louças e utensílios domésticos.
- **Composição típica (faixa):** 71–75% SiO_2 , 12–16% Na_2O , 10–15% CaO , com baixos teores de outros componentes; parte de $\text{CaO}/\text{Na}_2\text{O}$ pode ser substituída por MgO e K_2O .

- **Vidro borossilicato**

- Muitas formulações borossilicato são de baixo volume e podem ser tratadas como vidros especiais.
- **Propriedades e usos:** alta resistência à corrosão química e à variação de temperatura (baixo coeficiente de expansão); aplicações incluem componentes de processos químicos, equipamentos de laboratório, recipientes farmacêuticos, iluminação, utensílios de cozinha e portas/placas de forno.
- **Composição típica (faixa):** 70–80% SiO_2 , 7–15% B_2O_3 , 4–8% Na_2O ou K_2O , 2–7% Al_2O_3 .

Uma aplicação relevante do vidro borossilicato é a fabricação de fibra de vidro de filamento contínuo (também chamado de *E-glass*) e da lã de vidro, visto que além das propriedades químicas e térmicas, o B_2O_3 é importante na fibrilação do vidro fundido.

- ***E-glass* (composição típica):** SiO_2 52–56%, CaO 16–25%, Al_2O_3 12–16%, B_2O_3 0–10%, além de outros componentes (ex.: MgO , álcalis totais etc.).

Tendência tecnológica: utilização de formulações com baixo teor de boro e sem boro estão se tornando mais relevantes nos últimos anos, com redução de componentes voláteis da fusão (sem boro, baixo álcali, baixo sulfato e baixos fluoretos).

- **Vidros opacos ou opalinos (opal)**

- **Mecanismo de opacificação:** matérias-primas com fluoreto são usadas para tornar certos produtos opacos via formação de cristais no vidro, que conferem aspecto “nublado” e opaco.
- **Uso típico:** doméstico, produção de xícaras, pratos e travessas (e itens correlatos).
- **Composição (característica marcante):** vidros opacos são geralmente descritos como baseados em óxidos de Si, Na, Ca, Al e K, com cerca de 4–5% de fluoreto (derivado de minerais como fluorita - CaF_2).

- **Vidro ao chumbo ou cristal de chumbo**

- **Características e usos:** alta densidade e índice de refração (brilho/sonoridade), boa trabalhabilidade; produtos como taças e copos de alta qualidade, decantadores, tigelas e itens decorativos.
- **Composição típica:** 54–65% SiO_2 , 25–30% PbO , 13–15% Na_2O ou K_2O (mais componentes minoritários).
- **Cristal “sem chumbo”:** o PbO pode ser substituído parcial/totalmente por óxidos como bário, zinco ou potássio, com menor brilho/densidade que o cristal de chumbo.

- **Outros vidros especiais**

- **Definição:** grupo muito diverso, de produtos especializados, baixo volume e alto valor, com composição variando amplamente conforme a propriedade requerida.
- **Exemplos de aplicações:** além dos produtos técnicos de borossilicato já mencionados, vidro óptico, eletrotécnica/eletrônica, tubos de raios catódicos, sílica fundida, selos de vidro, tubos de raio-X, soldas vítreas, painéis LCD, vidro sinterizado, eletrodos e vidros cerâmicos.

3. Perfil do setor vidreiro no Brasil

No Brasil, o setor de produção de vidro com fornos de fusão abrange vidros planos, ocós e especiais (classificação geral), com diferentes usos e composições, conforme **Tabela 1**. O setor é concentrado em poucas empresas de grande porte, onde o tratamento de dados operacionais é sensível por questões concorrenciais.

As plantas estão localizadas principalmente na região sudeste do País e a maior parte delas (84%), pertence a empresas que fazem parte da ABIVIDRO.

Tabela 1 – Classificação geral, subtipos, usos, composições e cores.

Classificação geral	Subtipos e usos	Composição / Cor
Vidro plano	Plano <i>float</i> , podendo ser processado: espelho, revestido (<i>coated</i>), metalizado, laminado, texturizado, pintado, para diversas aplicações, principalmente na construção civil e setor automotivo.	Sodo-cal / colorido, incolor
Vidro oco	Embalagem de alimentos, bebidas e cosméticos.	Sodo-cal / colorido, incolor
	Doméstico, incluindo produção de xícaras, pratos, travessas e utensílios de forno.	Sodo-cal / colorido, incolor ou Opalino / opaco
Vidro especial	Tubos para indústria farmacêutica	Borossilicato
	Lã de vidro para isolamento.	Borossilicato
	Fibra de vidro de filamento contínuo (<i>E-glass</i>)	Sem boro

Segundo estudos da ABIVIDRO (2023, 2025) referentes às suas associadas, no panorama geral, o setor apresenta um cenário de crescimento da produção. Este crescimento é registrado principalmente de 2016 a 2021 e observa-se uma redução em 2022-23 com potencial impacto da pandemia de Covid-19. Em 2024, nota-se um início de recuperação, com uma produção de cerca de 4,2 milhões de toneladas de vidro fundido, como mostra a **Figura 2**.

Segundo projeções da ABIVIDRO, há possibilidade de crescimento na produção total de vidro da ordem de 23 a 40% para 2030 e 2050, em comparação com o ano de 2024.

Além disso, há presença de produtos importados de vidro plano no mercado nacional: o volume correspondeu a cerca de 7,5% da produção de vidros planos em 2023, pelo

levantamento realizado pela ABIVIDRO (2025). A presença de produtos importados de vidro oco e especial no mercado brasileiro ainda não foi quantificada.

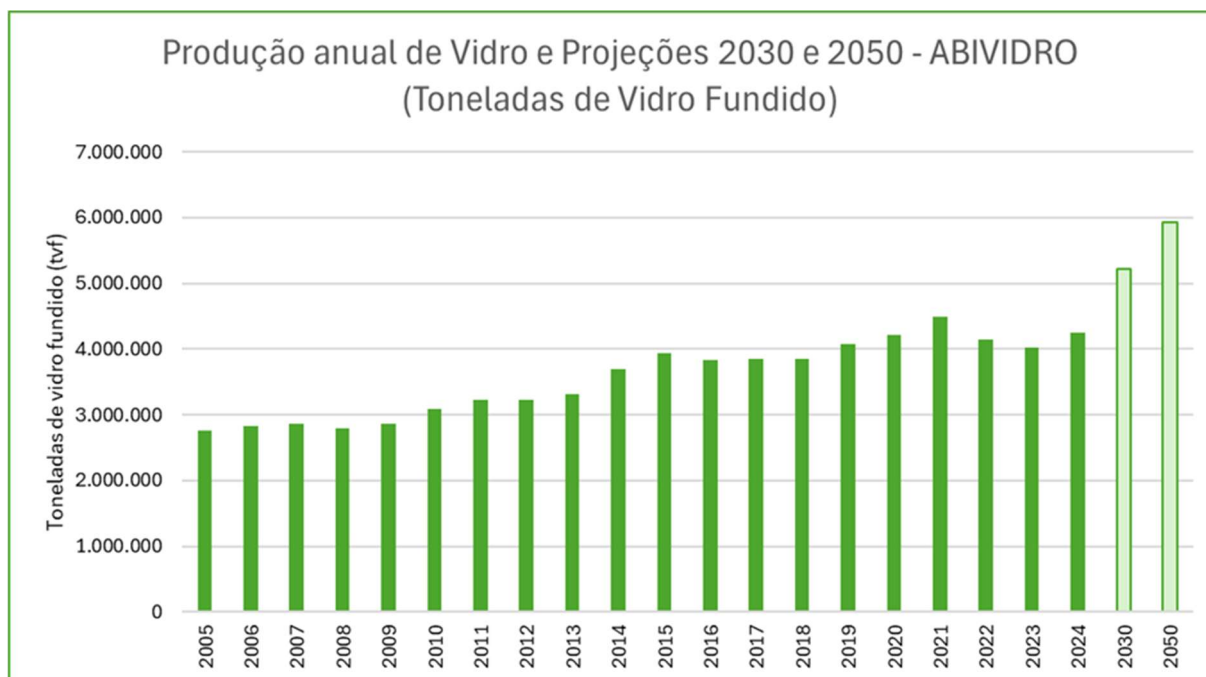


Figura 2 - Panorama da produção de vidro no Brasil (2005 a 2024) e projeções para 2030 e 2050 – em toneladas de vidro fundido (ABIVIDRO, 2023 e 2025).

4. Programas e bases legais de MRV no Brasil

Neste capítulo, são elencados programas e bases legais que se relacionam às práticas de MRV de GEE, aplicáveis ao setor vidreiro no Brasil. Foram levantadas as principais diretrizes nacionais e estaduais, bem como as obrigações atualmente impostas ao setor relacionadas ao tema.

4.1. Bases legais nacionais

A Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), instituída pela Lei nº 12.187/2009, é o principal marco legal que orienta a agenda climática brasileira. Ela estabelece os fundamentos, diretrizes e instrumentos para reduzir as emissões de GEE e fomentar o desenvolvimento sustentável. Entre seus instrumentos, destacam-se o Plano Nacional sobre Mudança do Clima e a criação do Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima, além do estímulo ao desenvolvimento de mecanismos de mercado, como o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito

Estufa (SBCE). Esse arcabouço legal se consolidou por meio de decretos posteriores, que ajustaram a governança e a implementação dos compromissos estabelecidos.

O Decreto nº 7.390/2010, posteriormente revogado e atualizado pelo Decreto nº 9.578/2018, regulamentou a PNMC e detalhou os planos setoriais de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, incluindo setores industriais com forte intensidade energética, como a indústria vidreira. Em paralelo, o Decreto nº 9.073/2017 incorporou ao ordenamento jurídico brasileiro o Acordo de Paris, firmado durante a 21ª Conferência das Partes (COP 21), em dezembro de 2015, reforçando os compromissos internacionais do país com a redução de emissões e a transição para uma economia de baixo carbono.

Outro instrumento relevante é o Decreto nº 9.172/2017, que instituiu o Sistema de Registro Nacional de Emissões (SIRENE), plataforma destinada à consolidação dos inventários nacionais e ao registro voluntário de inventários organizacionais. O SIRENE, sob responsabilidade do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), tornou-se peça-chave para fortalecer a transparência, a mensuração e o relato de emissões no Brasil. Esses avanços dialogam diretamente com o cumprimento das Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC, sigla em inglês para *Nationally Determined Contributions*), compromissos submetidos pelo país ao Acordo de Paris.

No cenário mais recente, durante a COP29 (2024, em Baku), o Brasil apresentou uma nova meta climática, assumindo o compromisso de reduzir as emissões de GEE entre 59% e 67% até 2035, em comparação a 2005. Trata-se de uma meta absoluta de redução. Esse reforço de ambição coloca pressão adicional sobre setores industriais de alta intensidade energética, como o vidro, para aprimorar práticas de MRV de emissões de GEE.

No contexto da política climática brasileira, o Plano Clima é o instrumento que vai orientá-la até 2035. Com revisão periódica, é composto por texto geral, Estratégia Nacional de Mitigação e planos setoriais de mitigação, entre eles o de Indústria e mineração, onde se insere a indústria vidreira. No Plano Setorial de Mitigação da Indústria, o documento parte do diagnóstico de emissões industriais (incluindo processos industriais/IPPU, além de energia e efluentes) e organiza ações e

instrumentos (incluindo o SBCE como instrumento econômico) para viabilizar a transição para indústria de baixo carbono (MDIC, 2025). Os planos setoriais estiveram em consulta pública em 2025 (MMA, 2025) e estão em fase de aprovação, trazendo um anexo específico para o vidro, com rotas de mitigação diretamente conectadas ao setor, como por exemplo:

- **Curto/médio prazo (2030–2035):** substituição de insumos carbonatados (ex.: alternativas à barrilha), recuperação de calor e geração elétrica, melhorias de fusão/design do forno, controle de combustão, oxi-combustão e pré-aquecimento de caco/composição.
- **Longo prazo (horizonte 2050):** soluções como eletrificação de fornos, hidrogênio de baixa emissão, e rotas associadas a CCUS (captura/uso/armazenamento), além de outras inovações de insumos/processo mencionadas no quadro de tendências.

Nesse contexto, a criação e regulamentação do SBCE ganham centralidade, oferecendo um instrumento econômico para alinhar a competitividade industrial com as metas climáticas nacionais e internacionais. As obrigações e implicações dessa regulação para o setor vidreiro são detalhadas a seguir.

4.2. Mercado de carbono e obrigações para o setor vidreiro

A Lei nº 15.042, de 11 de dezembro de 2024, sancionada no âmbito do Plano de Transformação Ecológica, representa o marco regulatório do mercado regulado de carbono no Brasil. Essa legislação estabelece as bases para o funcionamento do SBCE, criando diretrizes para a precificação de carbono, definição de limites setoriais de emissões e regras para o comércio de créditos. O modelo é inspirado em experiências internacionais de *cap-and-trade*, como o da União Europeia, mas adaptado à realidade brasileira. O **Quadro 1**, ilustra esse conceito e sua relação com o MRV de GEE.

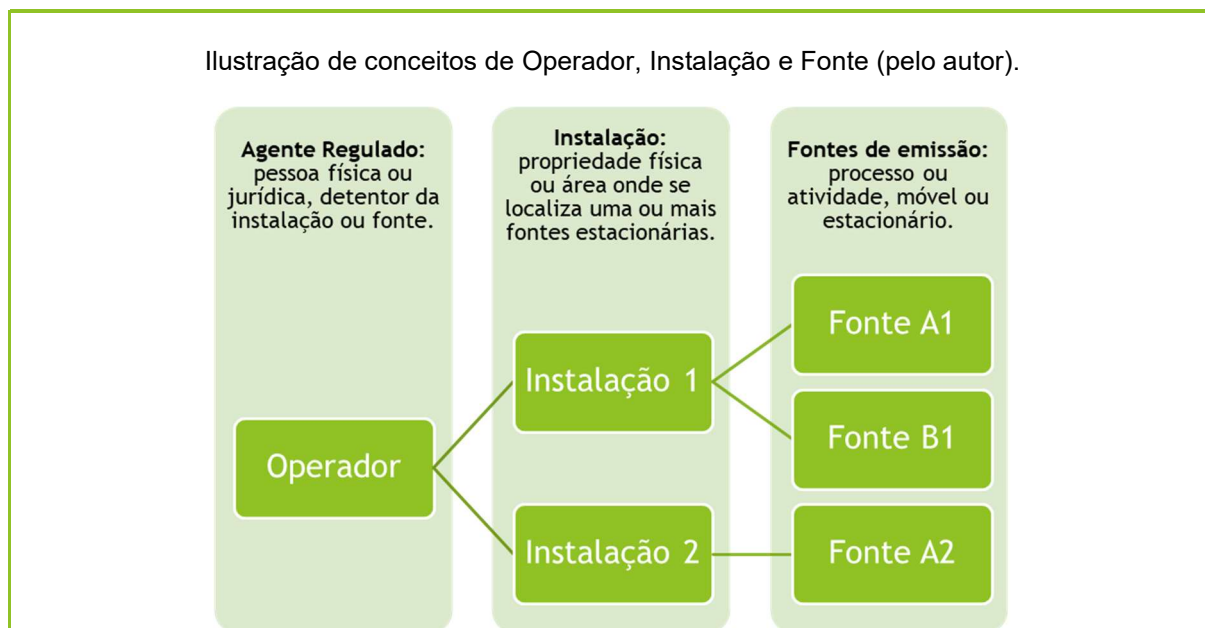
Quadro 1 – Destaque sobre o conceito de *cap-and-trade* adotado no SBCE e sua relação com MRV de GEE.

<p>O SBCE é baseado no instrumento de cap-and-trade: é fundamental que os mecanismos mensuração, relato e verificação (MRV) de emissões de GEE funcionem adequadamente.</p>	<p>Teto (cap): limite anual de emissões – quanto pode ser emitido.</p> <p>Cotas (ou licenças) de emissão (t CO₂e) são distribuídas conforme <i>cap</i> (alocação). Operadores acima do <i>cap</i>, precisam comprar cotas do mercado e os que estão abaixo, podem vender cotas (<i>trade</i>).</p> <p>O MRV de GEE com regras padronizadas permite: definir o <i>cap</i>, checar o cumprimento e ajustar políticas.</p>	
M – Mensuração (ou medição)	R - Relato (ou reporte/relatório)	V - Verificação
Envolve as atividades de coleta e análise de dados, assim como práticas e metodologias para medição, estimativa ou cálculo de emissões de GEE.	Processo de compilação, organização e transmissão da informação a um ou mais interlocutores, também chamado de relato de emissões de GEE ou relatório de inventário. Forma como são divulgados os dados de emissões de GEE.	Revisão, análise ou avaliação realizadas sobre o Relato por uma terceira parte (verificação independente), visando garantir a integridade e confiabilidade dos resultados.

O **Quadro 2** destaca alguns conceitos gerais elencados no SBCE, pertinentes ao presente estudo.

Quadro 2 - Destaque para alguns conceitos conforme legislação (Lei nº 15.042/2024).

Conceito	Descrição conforme Lei nº 15.042/2024
Gases de efeito estufa (GEE)	Constituintes gasosos, naturais ou antrópicos, que, na atmosfera, absorvem e reemitem radiação infravermelha, incluindo dióxido de carbono (CO ₂), metano (CH ₄), óxido nitroso (N ₂ O), hexafluoreto de enxofre (SF ₆), hidrofluorcarbonos (HFCs) e perfluorocarbonetos (PFCs), sem prejuízo de outros que venham a ser incluídos nessa categoria pela Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, promulgada pelo Decreto nº 2.652, de 1º de julho de 1998.
Atividade	Qualquer ação, processo de transformação ou operação que emita ou possa emitir GEE.
Mensuração, Relato e Verificação (MRV)	Conjunto de diretrizes e regras utilizado no âmbito do SBCE para mensurar, relatar e verificar de forma padronizada as emissões por fontes ou remoções por sumidouros, bem como as reduções e remoções de GEE decorrentes da implementação de atividades, projetos ou programas.
Plano de monitoramento:	Documento elaborado pelo operador com detalhamento da forma de implementação de sua sistemática de mensuração, relato e verificação de emissões de GEE.
Limite máximo de emissões	Limite quantitativo, expresso em toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO ₂ e), definido por período de compromisso, aplicável ao SBCE como um todo, e que contribui para o cumprimento de objetivos de redução ou remoção de GEE, definidos na Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), instituída pela Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009.



O SBCE possivelmente terá como público-alvo os setores considerados grandes emissores, nos quais se incluem indústrias de base intensivas em energia e com emissões de processo, categoria na qual a indústria vidreira se insere. A lei define os limites de emissões acima dos quais os operadores das instalações e fontes deverão submeter planos de monitoramento, além de mensurar, relatar e verificar (MRV) suas emissões de forma obrigatória, com base em metodologias padronizadas. A partir desses dados, serão definidos limites de emissões, os chamados *caps*, e a necessidade, ou não, de aquisição de créditos para compensação.

Algumas questões ainda não estão definidas ou detalhadas na Lei nº 15.042/2024 e necessitarão ser regulamentadas. Uma delas é a definição dos setores, atividades, escopos de emissões, fontes e gases específicos a serem considerados para enquadramento. Este ponto precisará ser detalhado em regulamentação posterior pelo órgão gestor e no Plano Nacional de Alocação (PNA). Também não está clara a responsabilidade e abrangência (limites) dos planos de monitoramento e relatos, por fonte, instalação ou operador, por exemplo. Sendo assim, **Tabela 2** apresenta uma síntese das obrigações do SBCE relacionadas a MRV de GEE que impactam o setor e o que está pendente de regulamentação.

Tabela 2 – Mapa de obrigações do SBCE relacionadas a MRV de GEE que impactam o setor e o que está pendente de regulamentação (Lei nº 15.042/2024).

Tema	O que já está definido na Lei nº 15.042/2024	O que está pendente de regulamentação
Quem pode ser regulado (abrangência geral)	O órgão gestor irá definir: atividades, instalações, fontes e gases regulados por período de compromisso.	Lista setorial efetiva (se “vidro” entra, quando e como), além de gases cobertos e recortes por atividade ou unidade operacional.
Limites para enquadramento e obrigações de MRV (núcleo)	<p>- Limite de entrada (>10.000 tCO₂e/ano) tem como obrigações o envio de Plano de Monitoramento, de acordo com as regras, os modelos e os prazos definidos em regulação do órgão gestor do SBCE, e MRV, com a elaboração de relatórios de inventário de GEE anuais, metodologias padronizadas e auditoria independente para verificação dos resultados.</p> <p>- Limite de conformidade plena (> 25.000 tCO₂e/ano), cumprem integralmente o SBCE. Além das obrigações acima, devem realizar o relato de conciliação periódica: entregar anualmente, por meio do relato de conciliação periódica de obrigações, comprovação de titularidade de ativos integrantes do SBCE em quantidade igual às suas emissões anuais. São ativos integrantes do SBCE: Cota Brasileira de Emissões (CBE)³ e Certificado de Redução ou Remoção Verificada de Emissões (CRVE)⁴.</p>	<p>Definição de como calcular tCO₂e/ano para enquadramento (por operador? por instalação? por fonte?), e como lidar com mudanças de escopo ou variações de produção.</p> <p>Modelos, prazos, procedimentos e requisitos técnicos do Plano de Monitoramento e MRV (níveis de refinamento dos cálculos ou <i>tiers</i>, incertezas, controle de qualidade dos dados, etc.).</p>
Critérios de verificação / avaliação de conformidade	O relato anual deve passar por avaliação de conformidade por organismo de inspeção acreditado (conforme ato do órgão gestor).	Quem credencia, critérios de acreditação, escopo, materialidade, regras de verificação, rotinas de auditoria e fiscalização.

³ Cota Brasileira de Emissões (CBE): ativo fungível, transacionável, representativo do direito de emissão de 1 tCO₂e (uma tonelada de dióxido de carbono equivalente), outorgado pelo órgão gestor do SBCE, de forma gratuita ou onerosa, para as instalações ou as fontes reguladas. O Plano Nacional de Alocação estabelecerá a quantidade de CBEs a ser alocada entre os operadores e as formas de alocação das CBEs, gratuita ou onerosa, para as instalações e as fontes reguladas para cada período de compromisso (Lei nº 15.042/2024).

⁴ Certificado de Redução ou Remoção Verificada de Emissões (CRVE): ativo fungível, transacionável, representativo da efetiva redução de emissões ou remoção de GEE de 1 tCO₂e (uma tonelada de dióxido de carbono equivalente), seguindo metodologia credenciada e com registro efetuado no âmbito do SBCE, nos termos de ato específico do órgão gestor do SBCE. O Plano Nacional de Alocação estabelecerá um percentual máximo de CRVEs admitido na conciliação periódica de obrigações para cada período de compromisso (Lei nº 15.042/2024).

Tema	O que já está definido na Lei nº 15.042/2024	O que está pendente de regulamentação e impacta o setor
Quais emissões entram no MRV regulatório e limite operacional.	A lei não define o escopo técnico por setor. Ela remete a metodologias e à definição do órgão gestor; e condiciona obrigações a metodologias “consolidadas”. A lei também não define o recorte por setor; isso fica no desenho de metodologia e na definição do que é “instalação/fonte/atividade” regulada.	Definir fronteiras de instalação/fonte, categorias e gases no MRV regulado e se haverá tratamento para emissões indiretas e/ou regras de exclusão (limiar de insignificância). A regulamentação precisará esclarecer o que entra na instalação regulada (apenas fusão vs. fusão + outras fontes ou atividades), e como isso afeta as metas.
Tratamento de fontes pouco significativas	A lei não detalha critério de insignificância; só define o dever geral e remete a regras do órgão gestor.	Definir regra setorial de materialidade, limites de “fonte irrelevante”, uso de estimativas conservadoras, e quando é permitido simplificar.
Registro e rastreabilidade	A lei cria o Registro Central do SBCE para consolidar dados de emissões/remoções e controlar ativos.	Regras de operação do Registro (campos, integrações, trilhas de auditoria, interoperabilidade com inventários existentes).
Alocação gratuita (CBEs) e PNA	A CBE pode ser outorgada gratuitamente ou onerosamente; o Plano Nacional de Alocação (PNA) definirá limite máximo de emissões, quantidade de CBEs, formas de alocação e critérios. Inclui menção a observação facultativa da “a relação entre as emissões e a produção, assim como as variações das emissões em razão do aumento da produção motivada por aspectos mercadológicos ou pela ampliação da capacidade instalada da fonte ou da instalação.”	Metodologia de alocação: se serão utilizados <i>benchmarks</i> , como será a proteção competitiva, setores sujeitos a competição internacional ou fuga de carbono (em inglês, <i>carbon leakage</i> ⁵), novos entrantes, ajuste por nível de atividade, etc.
Fases de implementação (cronograma e obrigações por fase)	A lei prevê 5 fases de implementação: como detalhado na Tabela 3 .	Datas, cronogramas setoriais, detalhes de transição e de adequação do MRV para cumprimento das obrigações legais.

A implementação do SBCE está planejada em 5 fases até a sua operação plena que se dará num prazo estimado de 5 a 6 anos. No curto prazo, o Roteiro de Implementação do SBCE, publicado pelo Ministério da Fazenda (2024), indica uma fase de transição em que as empresas deverão se preparar para a elaboração dos

⁵ Tomando por referência o mercado europeu de emissões, *carbon leakage* é definido como a transferência de emissões de CO₂ de um país para outro quando, por causa de políticas climáticas mais rígidas, empresas realocam produção para países com restrições mais fracas. O risco de *carbon leakage* também ocorre quando há substituição de produtos nacionais por importações mais intensivas em carbono. Este conceito será revisitado no item 6.2.

planos de monitoramento e relatos obrigatórios, com a implantação sistemas e práticas robustas de MRV, como mostra a **Tabela 3**.

Tabela 3 - Fases de implementação do SBCE - adaptado de (Ministério da Fazenda, 2024).

Fase	Duração e ano estimado*	Objetivos principais	Prioridades Operacionais
Fase I – Regulamentação	12–24 meses (2025-26)	Regulamentação inicial, criação do órgão gestor e definição dos setores regulados.	<ul style="list-style-type: none"> - Definição do órgão gestor e comitê técnico consultivo. - Análises técnicas para definir setores, atividades e limiares de inclusão. - Desenvolvimento do regulamento específico de MRV de GEE. - Estruturação do plano de engajamento de partes interessadas.
Fase II – Preparação Operacional	12 meses (2027)	Operacionalização do sistema de monitoramento, relato e verificação (MRV) das emissões.	<ul style="list-style-type: none"> - Identificação das entidades reguladas sob o sistema MRV. - Desenvolvimento do módulo MRV no Registro Central do SBCE. - Estabelecimento da governança para conformidade e execução. - Credenciamento de verificadores de inventários organizacionais. - Capacitação e treinamento das entidades reguladas.
Fase III – Implementação do MRV	24 meses (2028-29)	Início da obrigação de apresentar relatórios de emissões e planos de monitoramento.	<ul style="list-style-type: none"> - Submissão de planos de monitoramento e relatos de emissões. - Implementação do sistema MRV robusto. - Elaboração do 1º Plano Nacional de Alocação (PNA). - Definição da trajetória de limites de emissões e regras de alocação gratuita de CBEs. - Estabelecimento das regras de participação no mercado. - Implementação de mecanismos de supervisão.
Fase IV – Consolidação do Sistema	≥12 meses (após o 1º PNA, 2030 em diante)	Início do primeiro ciclo de alocação de CBEs e operacionalização dos primeiros leilões.	<ul style="list-style-type: none"> - Primeiras alocações gratuitas de CBEs. - Estabelecimento da plataforma de leilões de CBEs. - Primeiros ciclos de conformidade. - Elaboração do 2º PNA. - Monitoramento e revisão do sistema para correções e ajustes.
Fase V – Implementação Plena	Indefinida (após o 1º PNA)	Implementação plena do SBCE, com o primeiro leilão de CBEs e o início do mercado secundário.	<ul style="list-style-type: none"> - Realização do primeiro leilão de CBEs. - Operação consolidada do mercado. - Cumprimento integral das metas de conformidade.

*Nota: Estimativa do período em que a fase será executada, com base no plano apresentado pelo Ministério da Fazenda (2024). Pode variar de acordo com a velocidade de execução das atividades previstas em cada fase.

O sistema encontra-se atualmente na Fase I, de regulamentação, e neste sentido, a Secretaria Extraordinária do Mercado de Carbono (SEMC) criada pelo Ministério da Fazenda, pelo Decreto nº 12.677, de 15 de outubro de 2025, como órgão temporário responsável pela implementação SBCE. Entre suas funções estão: regulamentar o SBCE, definir os setores regulados, estabelecer normas de monitoramento, relato e verificação (MRV), credenciar metodologias de créditos de carbono, e estruturar o Registro Central do sistema. As metas da SEMC até dezembro de 2026 são: publicar todas as normas infralegais necessárias, promover articulação entre diversos atores (governo, empresas, sociedade), e preparar a infraestrutura institucional e técnica para operação plena do mercado de carbono. A **Figura 3** ilustra as prioridades de atuação da SEMC em 2026.

Prioridades na atuação até 2026

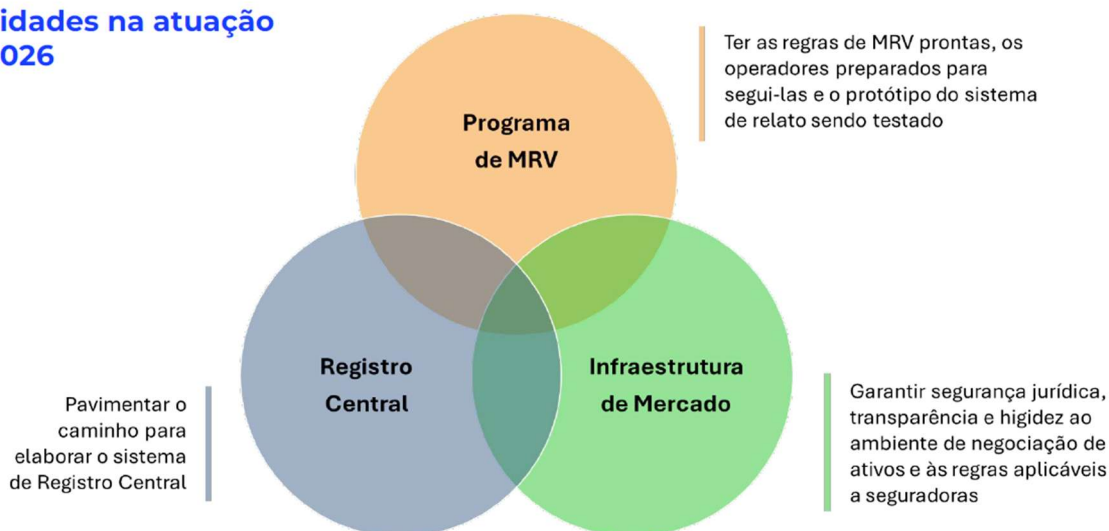


Figura 3 – Prioridades da SEMC em 2026 (Ministério da Fazenda, 2025).

Para a indústria de vidro, que combina emissões de combustão estacionária (uso de gás natural e outros combustíveis fósseis) e emissões de processo (descarbonatação de matérias-primas como barrilha, calcário, dolomita e outros carbonatos), há grande potencial de enquadramento de suas fontes e instalações no SBCE. Isso significa que empresas do setor precisarão reforçar seus sistemas de gestão de emissões, integrando dados de inventários organizacionais atualmente reportados de forma voluntária ou obrigatória, em algumas unidades da federação, ao modelo regulado. Além disso, a participação ativa no processo de regulamentação que está sendo iniciado é fundamental.

Em apresentação disponível ao público, o Ministério da Fazenda (2025) ilustrou, conforme **Figura 4** o processo previsto para o MRV que será regulado pela Subsecretaria de Regulação e Metodologias (SRM) da SEMC.

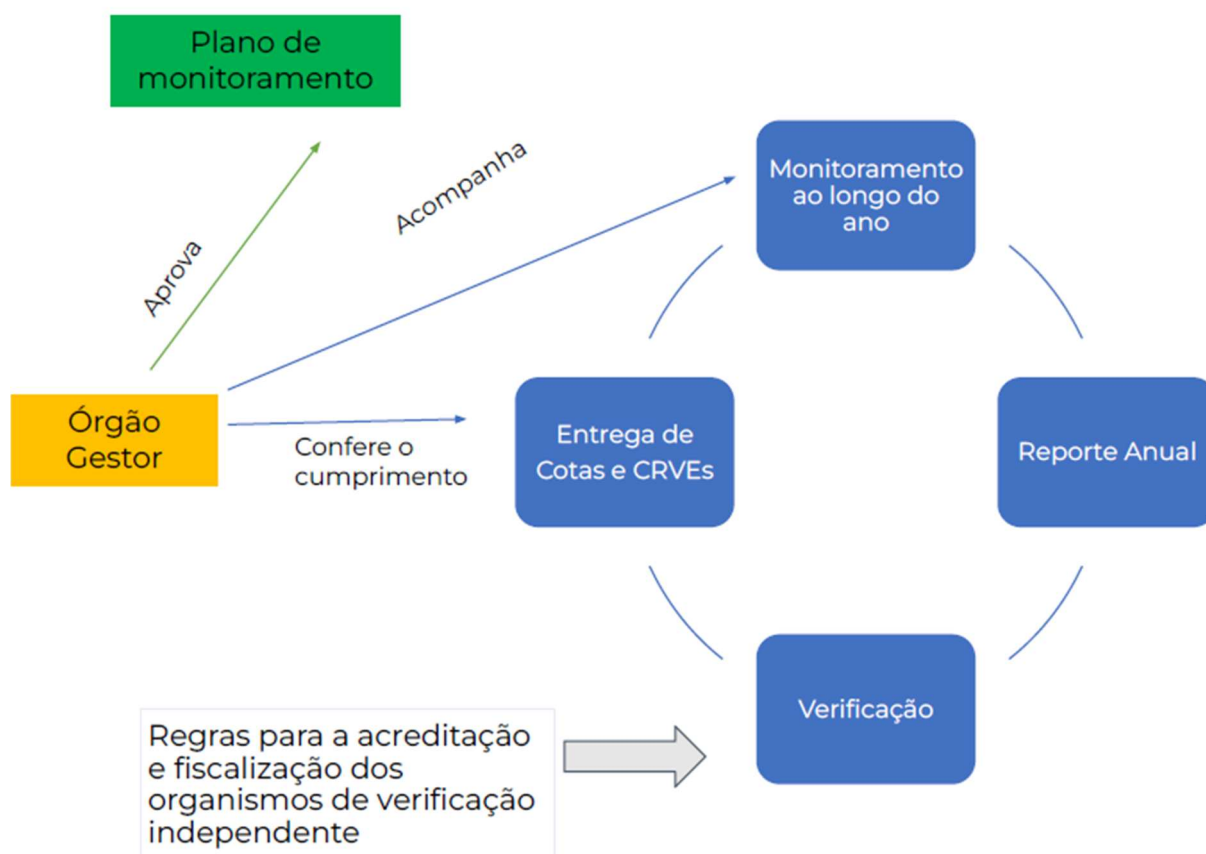


Figura 4 – Ciclo de MRV a ser regulado pela Subsecretaria de Regulação e Metodologias (SRM) da SEMC.

A implementação do mercado de carbono cria oportunidades e desafios para o setor vidreiro. Por um lado, pode estimular investimentos em eficiência energética, aumento da reciclagem de cacos de vidro e transição para fontes de energia menos intensivas em carbono. Por outro, impõe custos adicionais e necessidade de governança robusta para garantir a conformidade regulatória.

4.3. Plataformas de relato de emissões organizacionais a nível nacional

Entre as plataformas atualmente disponíveis a nível nacional para relato de informações de emissões de GEE, é importante destacar as plataformas gerenciadas pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

(IBAMA), para o Relatório Anual de Atividades Potencialmente Poluidoras (RAPP), e MCTI, o SIRENE Organizacionais.

O RAPP foi instituído em 2013, estabelecendo a obrigatoriedade de envio anual por empresas potencialmente poluidoras, incluindo informações ambientais e de emissões (IBAMA, 2013). No que diz respeito a emissões de CO₂, existem formulários específicos por tipo de atividade, como por exemplo o de Emissões Atmosféricas de Fontes Energéticas. Neste formulário, são incluídos dados da atividade, combustível consumido e fatores de emissão. O cálculo de energia e emissões de CO₂ são calculados automaticamente pelo formulário. Desde 2021, as informações de fontes energéticas reportadas via RAPP são disponibilizadas no portal de “Dados Abertos” do IBAMA (IBAMA, 2021).

A plataforma “SIRENE Organizacionais” é um módulo do SIRENE voltado para relatos voluntários de inventários de emissões de GEE pelas organizações (públicas, privadas, terceiro setor) de todos os segmentos. Sua utilização é gratuita e tem o objetivo de contribuir para a transparência climática, fortalecendo a gestão de emissões nas organizações. Foi desenvolvida pelo MCTI, com apoio de recursos internacionais via PoMuC (Programa de Políticas sobre Mudanças do Clima) (MCTI, 2023; MCTI, 2024).

O PoMuC é o resultado de uma articulação bilateral entre os governos do Brasil e da Alemanha, no contexto da Iniciativa Climática Internacional (IKI, em alemão), do Ministério Federal para Assuntos Econômicos e Proteção Climática da Alemanha (BMWK). O PoMuC é coordenado pelo Ministério de Meio Ambiente (MMA) e envolve diretamente o Ministério da Economia e outros parceiros institucionais, e conta com o apoio técnico da *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit* (GIZ) GmbH, agência executora da cooperação técnica alemã (MCTI, 2023).

Desde 2018, o Grupo de Trabalho sobre Inventários Organizacionais de Emissões de GEE, no âmbito do Comitê Técnico da Indústria de Baixo Carbono (CTBIC), conduziu esforços de modo a planejar e desenvolver uma plataforma que considerasse o contexto nacional e as práticas já realizadas no Brasil, com intuito de aproveitar a experiência das organizações no que se refere ao relato de emissões de GEE. Um primeiro painel do SIRENE Organizacionais, a partir de dados públicos do *Carbon*

Disclosure Project (CDP), foi apresentado em 2022 e a plataforma foi lançada em 2023 pelo MCTI durante a COP28, em Dubai (MCTI, 2024).

Sendo assim, em 2024 ocorreu o primeiro ciclo de submissão dos relatórios organizacionais, com evento de sensibilização e capacitação junto à indústria, e expectativa de ampla adesão. Na ocasião, a indústria reforçou o posicionamento sobre a necessidade de haver um registro nacional unificado de emissões (MCTI, 2024).

Podem ser submetidos relatórios, inclusive de anos anteriores, desde que sejam respeitados alguns critérios pela organização (MCTI, 2024):

- Relatar emissões de atividades contabilizadas em território brasileiro;
- Utilizar metodologia internacionalmente reconhecida (ex: GHG Protocol ou ABNT NBR ISO 14064) para contabilização das emissões;
- Os inventários devem conter as emissões e remoções de Escopo 1 e 2, desagregadas por categorias e gás;
- As emissões do Escopo 3 (emissões indiretas, não incluídas no Escopo 2) poderão ser relatadas no SIRENE, mas são de relato opcional;
- Incluir os gases identificados nas diretrizes do IPCC para inventários nacionais que atualmente são: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hexafluoreto de enxofre (SF₆), hidrofluorcarbonos (HFCs), perfluorcarbonos (PFCs) e trifluoreto de nitrogênio (NF₃);
- Realizar verificação por terceira parte (auditoria independente) para garantir qualidade, consistência e robustez. Os resultados de Escopo 1 e 2 devem, obrigatoriamente, serem verificados por Organismos de Verificação de Inventários de GEE acreditados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO);
- Acessar a plataforma utilizando credenciais de autenticidade, com login por meio do gov.br, de forma a conferir maior segurança na utilização. É necessário o cadastro da organização Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica (CNPJ).

Após a submissão, o inventário passa por um processo de verificação documental pelo MCTI. Apenas os inventários validados estão disponíveis para consulta na área pública da plataforma. O primeiro ciclo esteve aberto de 19 de novembro a 13 de

dezembro de 2024. Segundo informações coletadas junto a representantes do MCTI vale ressaltar que:

- Espera-se nova janela de abertura para 2026;
- São aceitos somente inventários verificados, o reporte é realizado por CNPJ e os dados individuais ficam disponíveis para consulta pública;
- Foi construído de forma modular e adaptável a futuras demandas de MRV, inclusive às do SBCE, podendo receber ajustes metodológicos à medida que a regulamentação avançar. Porém seu uso regulatório para o SBCE ainda está em discussão e depende do processo normativo em andamento.

4.4. Bases legais para relato de emissões nas unidades da Federação

Verificou-se que somente cinco estados da federação apresentam políticas de combate às mudanças climáticas: Mato Grosso, Paraíba, Paraná, Rio de Janeiro e São Paulo. O Estado de São Paulo foi pioneiro, aprovando sua lei em 2009. Apesar de haver políticas de enfrentamento mudanças climáticas nesses 5 estados, somente os Estados de São Paulo e Rio de Janeiro exigem a apresentação de inventário corporativo de emissões de GEE. A **Tabela 4** apresenta as principais características das diretrizes e inventários de GEE exigidos esses estados.

Tabela 4 – Diretrizes para inventários nos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro (CETESB, 2024 e INEA, 2022).

	São Paulo	Rio de Janeiro
Origem	Política Estadual de Mudanças Climáticas - PEMC	Política Estadual Sobre Mudança Global do Clima e Desenvolvimento Sustentável
Referência	Lei nº 13.798, de 09 de novembro de 2009	Lei nº 5.690/2010, alterada pela Lei nº 9.072/2020
Regulamentação atual	Decisão de Diretoria da CETESB nº 083/2024/A, 03 de outubro de 2024	Resolução CONEMA nº 97, de 10 de novembro de 2022 /
GEE listados	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, SF ₆ , HFC's, PFC's e NF ₃ .	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, SF ₆ , HFC's, PFC's e NF ₃ .
Atividades contempladas	Vidro (com capacidade superior a 7.500 t/ano); termelétricas movidas a combustíveis fósseis; Refinarias de Petróleo; Química; Papel e celulose com utilização de fornos de cal; Ferro e Aço; Cimento; Cal; Alumínio; Aeroporto; Aterros Sanitários; Transportadoras e outras atividades intensivas.	Vidro, resíduos e efluentes, indústrias em geral, Energia e transporte, Outros.

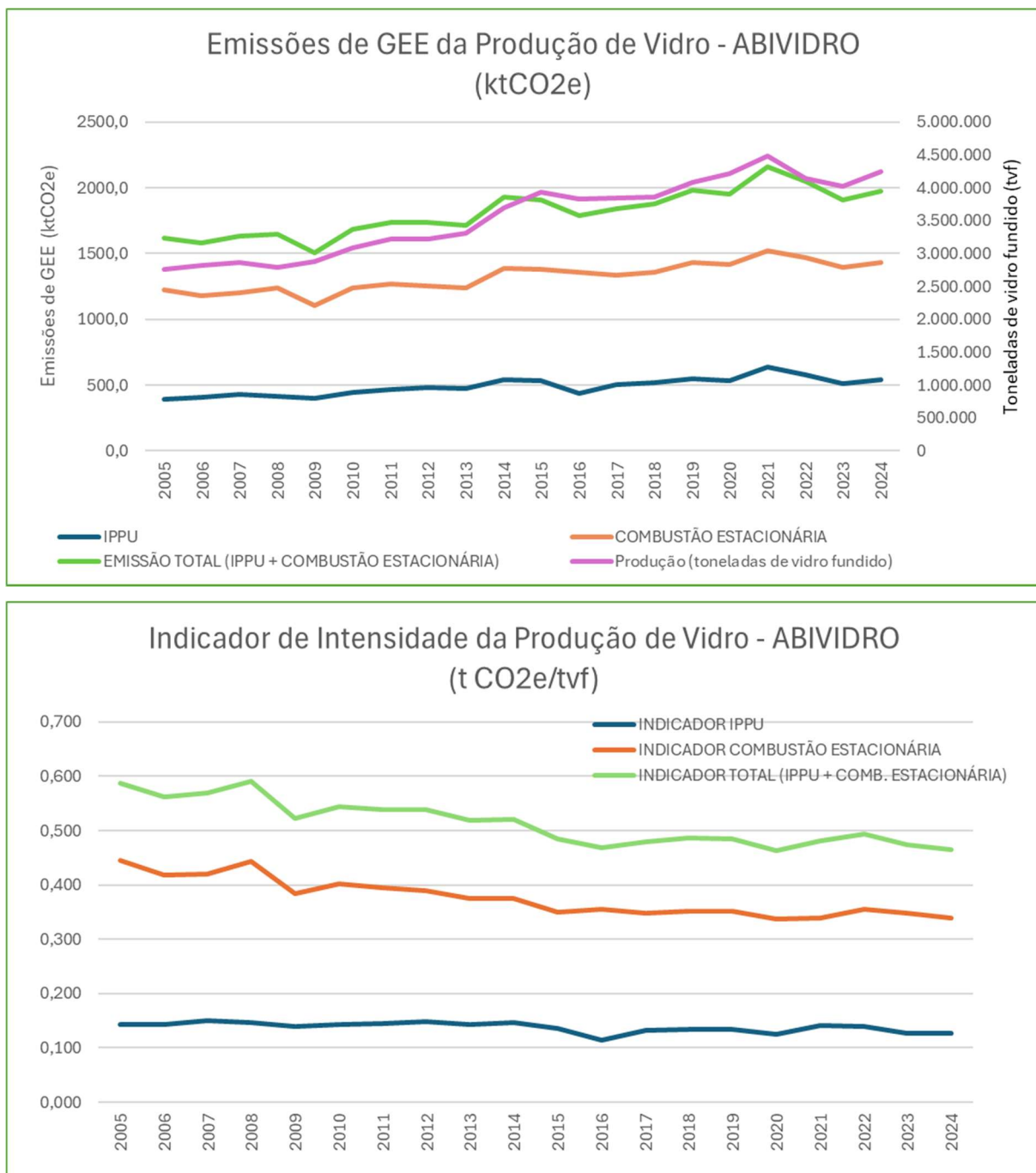
	São Paulo	Rio de Janeiro
Metodologia	IPCC, ABNT NBR ISO 14.064-1, PBGHG Protocol, ou ainda outras metodologias setoriais ou similares.	ABNT NBR ISO 14064-1
Potencial de Aquecimento Global - GWP	Estabelecido pelo IPCC, considerando horizonte de tempo de 100 anos.	Que estiver vigorando para inventários nacionais, conforme estabelecido no âmbito da CQNUMC.
Escopos e categorias de emissão	Escopos 1 e 2	Escopos 1 e 2
Escopos 3	Voluntário	Voluntário
Período para declaração	Entre 1º de setembro e 31 de outubro	Até o último dia útil do mês de junho de cada ano.
Verificação	Voluntária	Obrigatória
Observação		Obrigatoriedade de divulgar indicadores de intensidade de carbono.

5. Estudos e inventários setoriais de GEE

5.1. Estudos setoriais de GEE da ABIVIDRO

A ABIVIDRO tem consolidado dados setoriais de emissões de GEE que agregam cerca de 87% das empresas de fusão de vidro no País, conforme **Figura 5**. Os dados são resultantes de estudos realizados em 2023 e 2025. Eles apresentam as emissões absolutas da série histórica 2005 a 2024, assim como indicadores de intensidade, incluindo o total de emissões, emissões de combustão estacionária e IPPU (Processos Industriais).

Nota-se que, o perfil de emissões absolutas (tCO₂e) acompanha o nível de produção do setor. Apesar do incremento em emissões absolutas (tCO₂e) resultante dos incrementos de produção ao longo dos anos, os indicadores de intensidade (tCO₂e/tvf) encontram-se estáveis ou em decréscimo.



Nota: As emissões de GEE do IPPU foram obtidas a partir do método de cálculo do IPCC, sendo *Tier 2*, de 2005 a 2014, e *Tier 3*, de 2015 a 2024.

Figura 5 – Perfil de emissões absolutas, produção e indicadores de intensidade da produção de vidro (ABIVIDRO, 2023 e 2025).

5.2. Inventários Nacionais

O Brasil produz, historicamente, Inventários Nacionais de Emissões e Remoções e as Comunicações Nacionais à UNFCCC para reportar suas emissões, políticas e metas climáticas (MCTI, 2025). As bases metodológicas utilizadas nos Inventários Nacionais

são detalhadas nos Relatórios de Referência Setoriais, que são subdivididos em categorias e apresentam as premissas, dados de atividade e fatores de emissão considerados. Esses documentos visam garantir transparência, comparabilidade internacional e servir de base para formulação das políticas climáticas nacionais.

Complementarmente, com a entrada em vigor do Acordo de Paris e a adoção da Estrutura de Transparência Aprimorada (ETF, sigla em inglês para *Enhanced Transparency Framework*), o Brasil deve apresentar Relatórios Bienais de Transparência (BTR, sigla em inglês para *Biennial Transparency Reports*), que visam fortalecer ainda mais a consistência, a frequência de reporte e o controle de qualidade metodológico. Os BTRs são um compromisso assumido pelas Partes para reportar inventários e progresso das metas em intervalos bienais e a primeira submissão brasileira foi realizada em dezembro de 2024. O Relatório de Inventário Nacional (NIR, sigla em inglês para *National Inventory Report*) submetido na ocasião cobre a série histórica de 1990 a 2022 (MCTI, 2024).

Vale ressaltar que o SIRENE, instituído e mantido pelo MCTI, é a principal plataforma brasileira de gestão, registro e disseminação de informações relacionadas às emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa. Sendo assim, o sistema consolida e organiza os dados provenientes dos Inventários Nacionais, Comunicações Nacionais e Relatórios Bienais de Transparência (BTRs), bem como estimativas setoriais, relatórios de referência e demais documentos técnicos que subsidiam a elaboração e o aprimoramento do Inventário Nacional de GEE. Nele, pode-se acessar a série temporal de emissões que se inicia em 1990 até os últimos resultados publicados no Inventário Nacional (MCTI, 2025).

Segundo o último NIR (MCTI, 2024), as emissões líquidas totais brasileiras foram de 2.039.236 kt CO₂ eq em 2022. Verifica-se um perfil diferenciado com relação a países desenvolvidos, com 70% do valor estimado em 2022 ocorrendo nos Setores Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas (LULUCF, sigla em inglês) e Agropecuária; 20,5% em Energia; 5,0% Processos Industriais e Uso de Produtos (IPPU, sigla em inglês para Industrial Processes and Product Use) e 4,5% em Resíduos (**Figura 6**).

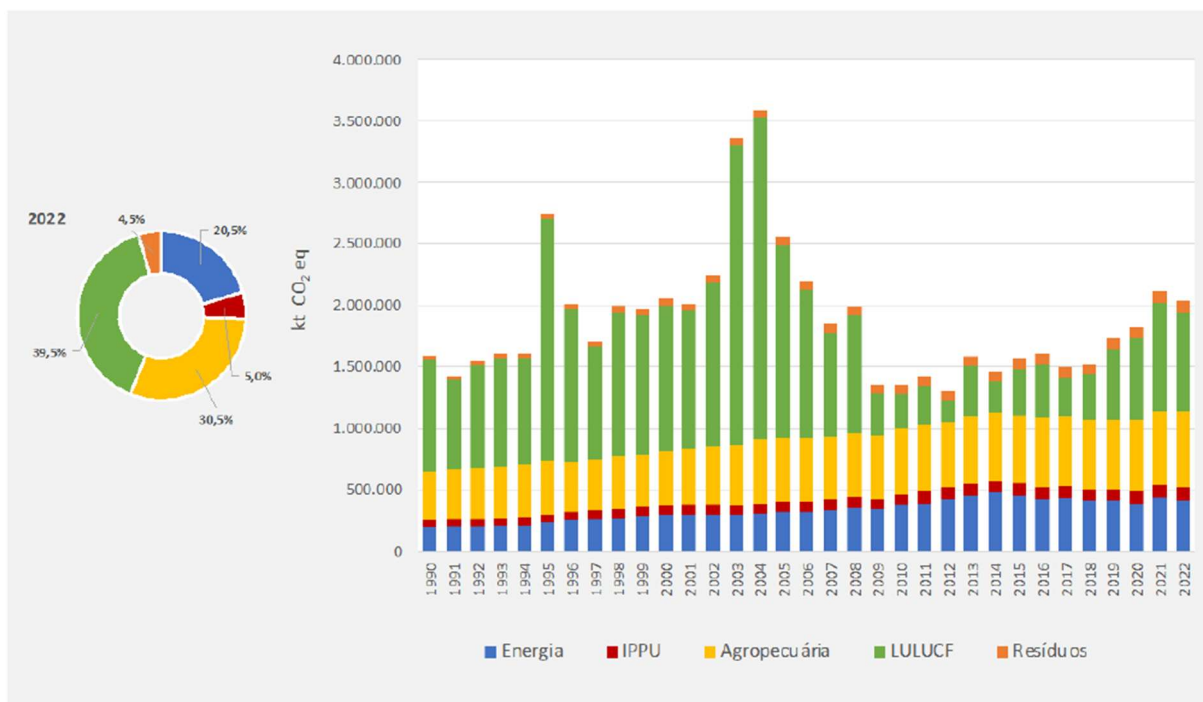


Figura 6 - Emissões líquidas por Setor com LULUCF, em kt CO₂ eq (MCTI, 2024).

Nos Inventários Nacionais, a produção de vidro é destacada dentro do setor de IPPU, no subsetor de “Produtos minerais”, que também inclui a produção de cimento, cal e outras utilizações de carbonatos em processos. As emissões contabilizadas para a produção de vidro são referentes somente às emissões diretas do processo de decomposição de carbonatos com liberação de CO₂ durante a etapa de fusão.

A experiência acumulada na elaboração periódica dos Inventários Nacionais de GEE propiciou a proposição de uma série de medidas de melhoria da consistência e maior detalhamento dos resultados do Inventário no particular da Indústria Mineral. Como melhoria específica para o setor de Produção de Vidro, o NIR (MCTI, 2024) indica:

- Alinhar parceria visando incentivar a elaboração sistemática dos Anuários do Setor de Transformação de Não Metálicos.
- Avaliar estudos sobre dados anuais de reciclagem por tipo de vidro.

Sendo assim, com base nos estudos setoriais realizados pela ABIVIDRO, foi verificado um subdimensionamento das emissões de IPPU do setor reportadas no NIR. Em 2025, foi anunciada parceria entre o MCTI e ABIVIDRO (MCTI, 2025) com plano de trabalho para aprimorar as estimativas do inventário nacional para as categorias ligadas ao vidro. O objetivo é estabelecer uma metodologia confiável de

inventário entre o governo e a indústria vidreira para permitir a realização dos inventários nacionais bianuais.

As emissões diretas referentes ao consumo de combustíveis fósseis da indústria de vidro, que ocorre principalmente durante o processo de fusão no forno de vidro, são contabilizadas nos Inventários Nacionais dentro das “Atividades de Queima de Combustíveis”. Porém, não há dados específicos reportados de forma desagregada para a atividade de produção de vidro.

5.3. Inventários subnacionais

Além das bases de estudos e inventários nacionais, é importante destacar a participação do setor vidreiro em publicações subnacionais como:

- **Relatório dinâmico – Estado de São Paulo (CETESB)**

Os inventários de GEE empreendimento do Estado de São Paulo são apresentados em um Relatório Dinâmico lançado a partir de 2023 pela CESTEB (2023), contém a série histórica de 2013 a 2023.

No formato de plataforma interativa, ele apresenta os resultados dos inventários de diferentes setores econômicos de São Paulo, licenciados pela CETESB e listados no artigo 3º da Decisão de Diretoria 083/2024/A. Os dados representam uma parcela das emissões do Estado e a **Figura 7** traz a curva de contribuição dos setores inventariados. Setor de vidro contribuiu com 12 inventários em 2023 e tem a 4ª posição entre as emissões contabilizadas para os Escopos 1 e 2, representando 5,24% das emissões relatadas.

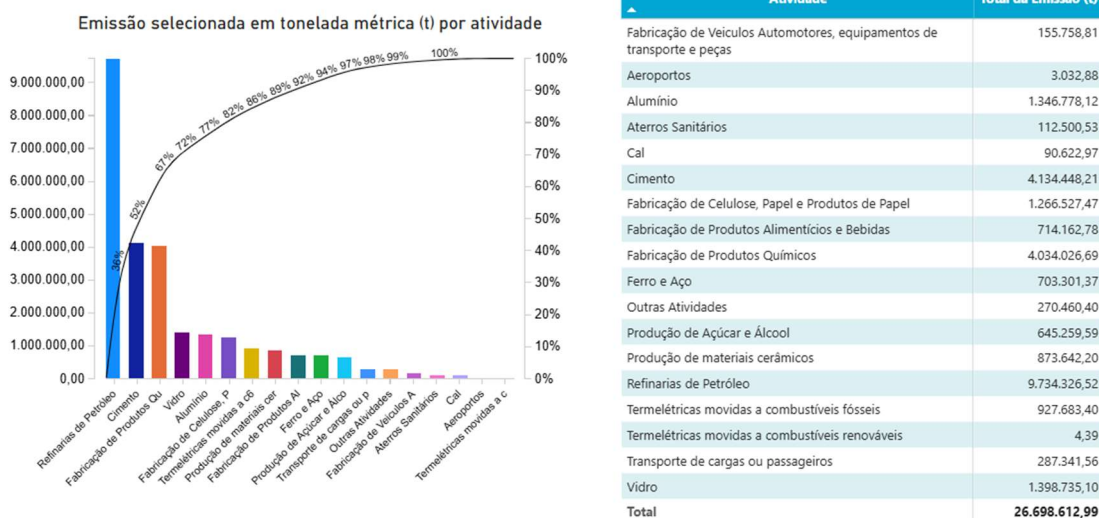


Figura 7 – Emissões dos Escopos 1 e 2 reportadas nos Inventários de Empreendimentos recebidos pela CETESB (2023) - contabilização por atividade e contribuição. (CETESB, 2025).

Um dos dados levantados neste relatório, se refere ao percentual de inventários verificados por 3ª parte. Do total de inventários entregues em 2023, incluindo todos os setores, 73,7% são verificados por 3ª parte: um número que vem crescendo desde 2018, conforme **Figura 8**.

Porcentagem das emissões verificadas por Terceira Parte

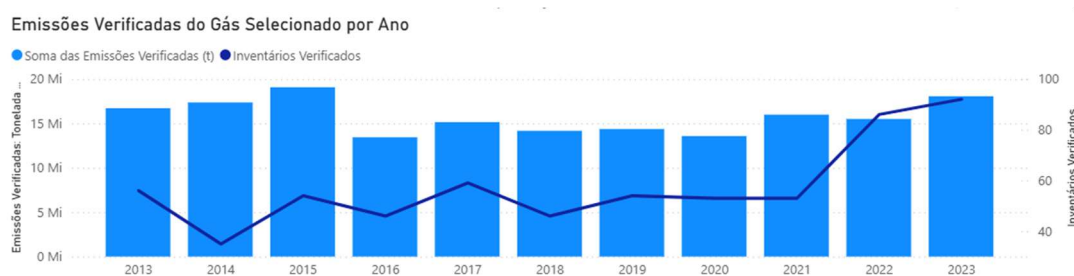
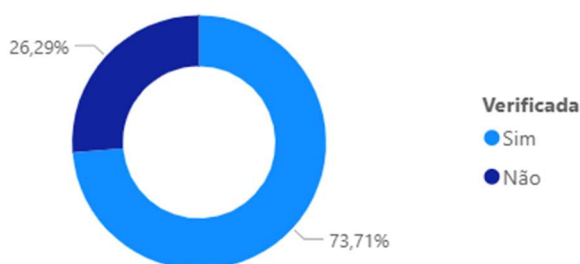


Figura 8 – Dados sobre verificação de inventários e emissões verificadas de CO₂, Escopo 1 (CETESB, 2025).

- **Prefeitura do Rio de Janeiro**

Na cidade do Rio de Janeiro, merece destaque o Inventário 2012–2021 (Prefeitura do Rio, 2023) que evidencia as emissões do setor IPPU municipal e

cita explicitamente produção de vidro como fonte relevante dentre os processos industriais locais. Os valores de emissões diretas da produção de vidro são detalhados para os anos 2020 e 2021, sendo no último ano correspondentes a 1,9% das emissões de IPPU e 0,3% das emissões diretas totais (Escopo 1).

O SIRENE (MCTI, 2025) também apresenta a desagregação dos resultados de emissões e remoções por Unidade Federativa (UF) em atendimento à demanda de entes subnacionais. O processo de desagregação de emissões de GEE do setor IPPU parte da identificação das fontes de dados representativas de seus subsetores, entre eles a Indústria Mineral, onde a categoria “produção de vidro” está inserida. As emissões da produção de vidro, por sua vez, são discriminadas por unidade federativa, a partir de *proxy* da participação do Produto Interno Bruto (PIB) do segmento industrial em nível estadual relativamente ao PIB nacional.

Para desagregar as emissões reportadas nacionalmente por UF, foram considerados dados de PIB do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), aplicando-se as participações constantes do PIB estadual. Além disso, também são utilizados parâmetros do Anuário Estatístico do Setor de Transformação de Não Metálicos do MME (MCTI, 2025). Nos dados publicados, no entanto, as informações apresentadas em painéis mostram o setor IPPU de forma geral, sem chegar à categoria de produção de vidro.

5.4. Diagnóstico de sistemas de MRV da indústria

Em 2023, foi realizado um “Diagnóstico sobre os Sistemas de MRV de Emissões e Remoções de GEE” (CNI, 2023), que analisou o panorama nacional e internacional de sistemas de MRV de emissões de GEE, buscando identificar boas práticas, lacunas e desafios construção de um sistema robusto de MRV para o Brasil. No escopo doméstico, o estudo investigou práticas setoriais de MRV em setores industriais, entre eles o vidro, contrastando com regimes no exterior (União Europeia, Estados Unidos, Japão, China e México). O estudo contou com a participação da ABIVIDRO e consolidou informações específicas sobre as práticas de MRV do setor vidreiro, entre as quais merecem destaque:

- O setor ainda não possui um programa de MRV setorial, mas sim iniciativas individuais que geralmente atendem a requisitos estaduais de inventários de emissões de GEE, principalmente em São Paulo e Rio de Janeiro.
- Os dados são geralmente relatados aos órgãos ambientais e consideram emissões dos Escopos 1 e 2. Escopo 3 é relatado de forma voluntária.
- Entre as preocupações elencadas, a falta de “instrumentos de defesa comercial” que considerem a eficiência de carbono é uma preocupação principalmente para a indústria de vidro plano, já que o vidro produzido no Brasil pode apresentar menor intensidade de carbono, quando comparado a outros mercados, em especial ao mercado chinês.

Sendo assim, para o setor vidreiro, uma oportunidade identificada é sua visibilidade como estudo de caso, o que permite que metodologias sejam mais adaptadas e testadas, e o fato de que muitos fabricantes já adotam relatórios voluntários ou participam de plataformas de sustentabilidade, o que confere uma base de dados que pode ser aproveitada para um MRV regulamentado. O diagnóstico sugere para as empresas do setor que é fundamental investir em coleta de dados internos confiáveis, verificação independente e participação no processo de padronização nacional (CNI, 2023).

Para a CNI (2023) os principais desafios são: a ausência de metodologias padronizadas e harmonizadas entre empresas e jurisdições, a dificuldade de obter dados primários confiáveis, a complexidade da verificação por terceira parte (em especial para emissões de processo), a divergência de abordagens entre intensidade e emissões absolutas, e os entraves de coerência entre sistemas voluntários e regulados. O estudo também destaca que os sistemas de MRV nacionais tendem a adotar o padrão de níveis de precisão (*Tiers* 1, 2, 3) conforme as capacidades de dados, e que há um risco de falta de fungibilidade ou compatibilidade entre protocolos divergentes.

Como conclusão, a CNI (2023) ressalta que o Brasil carece de um sistema unificado de MRV com credibilidade institucional e que o estabelecimento de uma estrutura robusta, com credenciamento de verificadores, padronização de metodologias e interoperabilidade entre sistemas (como o SIRENE, por exemplo), é pré-condição para que o mercado de carbono funcione com segurança jurídica e técnica. Para a indústria

de vidro, que combina emissões de processo e combustão, essas recomendações ganham especial relevância para que o setor se prepare e seja adequadamente integrado no sistema de MRV nacional.

6. Diretrizes e práticas MRV do setor vidreiro na União Europeia

As práticas internacionais de MRV consideradas neste estudo estão relacionadas aos protocolos da União Europeia (UE) e seu sistema de comércio de emissões (EU-ETS), o mais antigo sistema de inventário obrigatório e comércio de carbono em operação no mundo. Esse sistema foi desenvolvido ao longo de várias fases, com início em 2005, e encontra-se atualmente na sua quarta fase (2021-2030). Seu objetivo é alcançar a neutralidade climática até 2050. Sendo assim, foi realizada uma pesquisa sobre o panorama da indústria de vidro na UE, as fases de desenvolvimento do sistema, diretrizes e práticas de MRV do setor vidreiro com foco nessa região.

6.1. Panorama da indústria de vidro na União Europeia

Antes de abordarmos as implicações regulatórias do EU-ETS e práticas de MRV para o setor vidreiro, é importante termos um panorama dessa indústria na União Europeia. Nesse item, serão apresentados dados gerais do setor para que a sua inclusão no sistema de comércio de emissões possa ser contextualizada.

Por meio da plataforma de visualização de dados da *European Environment Agency* (EEA, 2025), que consolida os dados emissões de GEE dos 27 países membros (EU-27) cobertos pelo EU-ETS, é possível visualizar os dados de emissões verificadas agregados por país, por tipo de atividade principal e por ano. Em 2022, a EEA informou a participação de cerca de 297 entidades com atividade de produção de vidro responsáveis pela emissão de cerca de 17 milhões de toneladas de CO₂ equivalente (Mt CO₂-eq).

Segundo último inventário de emissões GEE da EU (EEA, 2024) que cobre a série histórica de 1990 a 2022, as emissões de CO₂ da produção de vidro referentes ao processo de decomposição de carbonatos foram cerca de 3.885 kt de CO₂ eq, contribuindo com 1,21% das emissões de IPPU e 0,1% do total de emissões da UE

(sem LULUCF) em 2022. As emissões naquele ano ficaram aproximadamente no mesmo nível de 1990 e 4% abaixo do nível de 2021.

Com base no parecer do *European Economic and Social Committee* (União Europeia, 2022), a indústria vidreira europeia é um dos maiores produtores de vidro do mundo. Produziu aproximadamente 36,8 milhões de toneladas de vidro em 2020, distribuídas entre cinco sub-setores: cerca de 60,4 % em vidro de embalagem, 29,2 % em vidro plano, 3,2 % em vidro doméstico, 5,3 % em fibras de vidro e 2,1 % em vidro especial. Em volume de produção, corresponde a cerca de nove vezes a produção de vidro brasileira contabilizada pela ABIVIDRO em 2022.

A gama total de empregos para o setor, incluindo produção, reciclagem e processamento, era próxima a 290.000 trabalhadores em 2018. O parecer destaca ainda que o setor vidreiro é considerado estratégico para a economia circular, para a transição energética (energia renovável, transporte, construção) e que enfrenta desafios vinculados à eficiência energética, à redução de emissões e à competitividade global (União Europeia, 2022).

Em complemento, o relatório estatístico da *Glass Alliance Europe (2025)* destaca que desde 2022, a indústria vidreira europeia enfrenta enormes dificuldades para sobreviver e encerrou 2024 com resultados atenuados em seus diferentes subsetores. O mercado de vidro apresentou avanços mínimos em 2024 e continua a se mover em ritmo lento no início de 2025. Apesar do progresso tecnológico significativo e dos pesados investimentos em iniciativas de emissão zero, a indústria vidreira europeia enfrenta diversos desafios. Entre eles, destacam-se os altos custos de energia, as repercussões do conflito na Ucrânia, a forte concorrência de países não pertencentes à UE, incluindo as relações comerciais caóticas com os EUA desde janeiro de 2025 e suas fortes medidas econômicas.

6.2. Desenvolvimento do EU-ETS

O EU-ETS é o primeiro e maior mercado de carbono de âmbito regional, criado em 2005 para limitar as emissões de GEE por meio de um teto (*cap*) e da possibilidade de comércio de licenças para emissão (*trade*). Sendo assim o objetivo é reduzir as

emissões globais da UE, ao mesmo tempo que gera receitas para financiar a transição para uma economia de baixo carbono.

A **Figura 9** ilustra o funcionamento do EU-ETS. A cada ano, uma parte das licenças é concedida gratuitamente a certos participantes, enquanto o restante é vendido, principalmente por meio de leilões. Ao final do ano, os participantes devem devolver uma licença para cada tonelada de CO₂e emitida durante esse ano. Se um participante não tiver licenças suficientes, deverá tomar medidas para reduzir suas emissões ou comprar mais licenças no mercado. Os participantes podem adquirir licenças em leilão ou uns dos outros (União Europeia, 2018).

No exemplo da **Figura 9**, a fábrica B não possui licenças gratuitas suficientes para cobrir suas emissões, portanto, pode cumprir o limite comprando licenças da fábrica A ou por meio de leilão. Se as emissões de GEE de um participante excederem as licenças gratuitas que lhe foram concedidas no início do ano, ele poderá comprar licenças em leilões ou de outros participantes que reduziram suas emissões e possuem licenças excedentes. Os participantes também podem optar por acumular licenças para uso em anos posteriores (União Europeia, 2018).

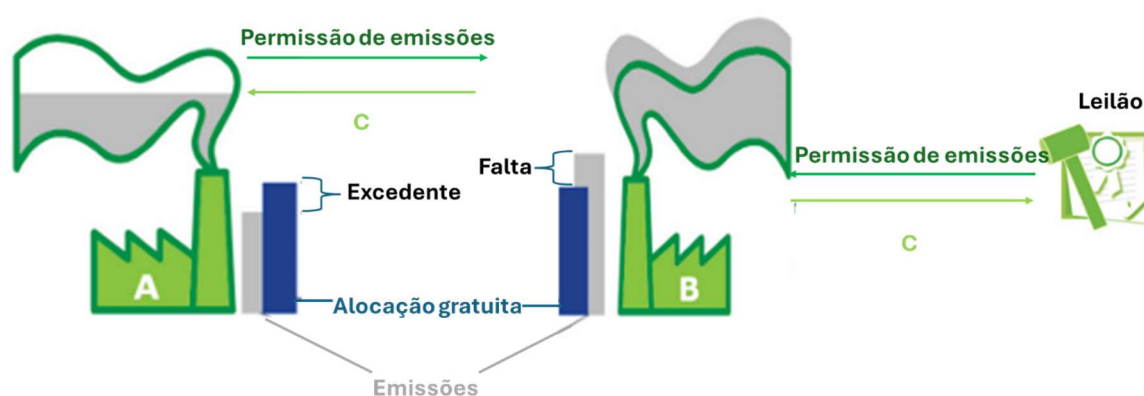


Figura 9 – Ilustração sobre o funcionamento do EU-ETS- cap-and-trad e alocação de licenças – Adaptado de União Europeia (2018).

O sistema evoluiu de forma gradativa, como descrito na **Tabela 5**, abrangendo instalações e atividades de grande intensidade energética, assim como processos industriais. Apesar de estarem inclusas nas atividades abrangidas pelo sistema desde o seu lançamento em 2005, a incorporação de obrigações de MRV para as indústrias vidreiras também ocorreu de forma gradativa, conforme as fases do EU-ETS. Sendo

assim, a **Tabela 5** apresenta um resumo cronológico da participação das indústrias de vidro no sistema e de impactos para o setor, em paralelo com o seu desenvolvimento.

Como regra geral, estão inclusas no escopo do EU-ETS as unidades de combustão com potência térmica nominal total superior a 20 MW, com limiares específicos para algumas atividades, como é o caso da produção de vidro e fibra de vidro de 20 toneladas por dia, apontados na **Tabela 5**. As regras específicas do setor são precedentes, mas não excluem a regra geral, para tomada de decisão sobre a inclusão no EU-ETS (Comissão Europeia, 2024). Para definir a inclusão ou não de uma instalação no escopo do EU-ETS é importante conhecer alguns conceitos derivados da Diretiva 2003/87/CE de 2003 (União Europeia, 2003) pela qual o sistema foi criado:

- **Instalação:** a unidade técnica fixa onde se realizam uma ou mais das atividades listadas no Anexo I da Diretiva 2003/87/CE e quaisquer outras atividades diretamente associadas que tenham uma relação técnica com as atividades realizadas nesse local e que possam ter influência nas emissões e na poluição;
- **Operador:** qualquer pessoa (singular ou coletiva) que explore ou controle uma instalação ou, caso a legislação nacional o preveja, em quem tenha sido delegado um poder econômico decisivo sobre o funcionamento técnico da instalação; sobre ele recaem as obrigações de MRV de GEE das instalações operadas nos termos da Diretiva 2003/87/CE.
- **Cálculo da potência térmica:** quando a potência térmica nominal total de uma instalação é calculada para decidir sobre a sua inclusão no EU-ETS, são adicionadas as potências térmicas nominais de todas as unidades técnicas que fazem parte da instalação e em que são queimados combustíveis. Essas unidades poderão incluir todo o tipo de fornos, caldeiras, queimadores, turbinas, aquecedores, fornos de recozimento, incineradoras, calcinadores, fogões etc. As unidades com uma potência térmica nominal inferior a 3 MW não são tidas em conta para efeitos deste cálculo.

Sendo assim, a contabilização de emissões para inclusão no sistema é realizada de forma bastante completa e ao nível da instalação. Além dos conceitos acima, para entender a aplicação do EU-ETS ao setor vidreiro, é importante também

conhecer o conceito de fuga de carbono e *benchmarking* de produto, que ganham especial relevância a partir da Fase 3 do sistema:

- **Fuga de Carbono** (ou *carbon leakage*): refere-se à transferência de emissões de CO₂ de um país para outro quando, devido a políticas climáticas rigorosas, as empresas transferem sua produção para países com restrições de emissões mais brandas. Isso pode contribuir para o aumento das emissões globais de GEE. O conceito também abrange o risco de perda de mercado por competitividade internacional, isto é, quando produtos europeus são substituídos por importações mais intensivas em carbono. No âmbito do EU-ETS, instalações e operadores considerados em risco de fuga de carbono recebem licenças de emissão gratuitas conforme nível de risco. A exposição ao risco é calculada combinando intensidade de emissões e intensidade de comércio (nível de importações, exportações e produção). As regras de atribuição ou alocação gratuita foram adaptadas ao longo do tempo, com base em critérios mais rigorosos e dados aprimorados (União Europeia, s.d.a; s.d.b).
- **Benchmarking de produto (alocação gratuita)**: a partir da Fase 3, o EU-ETS passou a usar, como regra geral, uma abordagem baseada em *benchmarks* para calcular a alocação gratuita. Sempre que possível, a alocação é calculada por benchmark de produto, definido como a média das emissões (intensidade) das 10% instalações mais eficientes que produzem aquele produto na UE, e aplicado à produção da instalação. No setor vidreiro, os subsetores de vidro (vidro plano, vidro oco e fibras de vidro de filamento contínuo) são considerados na lista de risco de fuga de carbono e, sendo assim, elegíveis a receber 100% da alocação por *benchmarking*. Essa alocação é sujeita aos ajustes do sistema, como fatores e correções aplicáveis. (União Europeia, 2011, 2019; Comissão Europeia, s.d.a., 2018, 2021).

Tabela 5 – Destaques sobre o desenvolvimento do Sistema Europeu de Comércio de Emissões (EU-ETS) de GEE (Comissão Europeia, s.d.a).

Desenvolvimento do Sistema Europeu de Comércio de Emissões (1997 a 2030)	Impactos nas indústrias vidreiras
<p>Primeiros passos (1997 a 2005)</p> <ul style="list-style-type: none"> • O Protocolo de Quioto estabeleceu metas de redução de emissões para 37 países industrializados. • A Diretiva 2003/87/CE de 2003 é adotada e o sistema lançado em 2005. • O limite de licenças de emissão definido em nível nacional por meio de Planos Nacionais de Alocação (PNAs). 	<p>Houve a inclusão do setor vidreiro desde o lançamento do EU-ETS.</p>
<p>Fase 1 – Projeto Piloto (2005-2007)</p> <p>Projeto-piloto de três anos de “aprender fazendo” e preparar a fase 2: o EU-ETS teria que funcionar eficazmente para ajudar a UE a cumprir as metas de Quioto. Abrangia apenas emissões de CO₂ de geradores de energia e indústrias intensivas. Quase todas as licenças foram distribuídas gratuitamente.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Penalidade por não conformidade: €40 por tonelada. • Resultado: estabeleceu o preço do carbono e a infraestrutura de monitoramento. Porém, como os limites foram baseados em estimativas, houve excesso de licenças e o preço caiu a zero em 2007. 	<p>As atividades de produção de vidro e fibra de vidro (fusão em fornos industriais) estavam sujeitas ao regime quando excediam limiares técnicos de 20 toneladas por dia para produção de vidro, fibras de vidro, fabricação de material isolante de lâ mineral utilizando vidro (União Europeia, 2024).</p>
<p>Fase 2 - Consolidação (2008-2012)</p> <p>Coincidiu com o primeiro período de compromisso do Protocolo de Quioto: os países abrangidos pelo EU-ETS tinham objetivos concretos de redução das emissões a cumprir. Houve inclusão de óxido nítrico na produção de ácido nítrico, entrada de países (Islândia, Liechtenstein e Noruega) e do setor de aviação. Alocação de licenças 90% gratuita, com alguns leilões.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Penalidade: €100 por tonelada. • Impacto: a crise econômica de 2008 reduziu as emissões mais do que o esperado, gerando excesso de licenças e queda no preço do carbono. 	<p>Um estudo setorial (Comissão Europeia, 2009) estimava a participação de aproximadamente 309 instalações no EU-ETS nesta fase. Esse primeiro levantamento tinha a finalidade de definir uma metodologia para alocação gratuita de licenças de emissão com base em <i>benchmarks</i> de emissões para cada tipo de vidro, que seria utilizada na fase seguinte do EU-ETS (2013-2020).</p>
<p>Fase 3 - Benchmarking e centralização (2013-2020)</p> <p>A reforma do quadro do EU-ETS alterou consideravelmente o sistema em comparação com as fases 1 e 2.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limite único de emissões para toda a UE (em vez de limites nacionais). • Leilão como método padrão de alocação de licenças (em vez de alocação gratuita); • Regras harmonizadas para alocação gratuita, com benchmarking de produto para setores com risco de fuga de carbono (em inglês, <i>carbon leakage</i>), como é o caso do setor de produção de vidro. 	<p>Fase de transição decisiva para o setor vidreiro. A alocação gratuita de licenças de emissão passou a ser baseada em benchmarks de produto, ou seja, a intensidade de emissão de GEE por tonelada de produto (tCO₂/t produto) devido ao risco de fuga de carbono. Para o cálculo dos <i>benchmarks</i>, passaram a ser considerados tipicamente o valor médio dos 10% mais eficientes.</p>
<p>Fase 4 – Fase atual mais rígida (2021-2030)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Redução mais acelerada do teto de emissões (“cap”), com fator de redução linear aumentado. • Metas de redução mais ambiciosas para os setores abrangidos: redução de emissões em ~62% até 2030 em comparação com 2005. • Revisão e regras mais rígidas de MRV, com atualização da regulamentação de monitoramento e relato (União Europeia, 2018/2066), e de alocação gratuita de licenças: lista de setores com risco de fuga de carbono foi revisada com critérios mais rigorosos (União Europeia, 2018) • Reforço do mecanismo de estabilidade de mercado para retirar mais licenças de circulação e evitar excesso de oferta no mercado. • Revisão periódica dos <i>benchmarks</i> de alocação gratuita, para refletir progresso tecnológico e garantir que instalações mais eficientes continuem recebendo alocações justas. 	<p>A indústria do vidro continua elegível a alocações gratuitas por <i>benchmark</i>, mas com uma pressão crescente por redução de emissões e maior exigência de MRV de alta qualidade.</p> <p>O parecer do Comité Económico e Social Europeu (União Europeia, 2022) reconhece a indústria vidreira como estratégica, inovadora e vulnerável ao risco de <i>fuga de carbono</i>, como forma de evitar a perda de competitividade e o deslocamento de emissões para outras regiões, recomendando apoio contínuo no contexto do EU ETS.</p>

6.3. Obrigações de MRV indústrias vidreiras no EU-ETS

O MRV das emissões de GEE desempenha um papel fundamental na credibilidade de qualquer sistema de comércio de emissões, garantindo que "uma tonelada emitida seja uma tonelada reportada" (Comissão Europeia, s.d.a). Neste sentido, o Regulamento de Execução (UE) 2018/2066 (União Europeia, 2018) relacionado à regulamentação de monitoramento e relato (em inglês, *Monitoring and Reporting Regulation* ou MRR), juntamente com as regulamentações voltadas aos processos de verificação, são o coração das obrigações de MRV no EU ETS. Embora sejam transversais a todos os setores, há dispositivos e anexos que afetam diretamente a indústria de fabricação de vidro e fibra de vidro, tanto em emissões de combustão quanto de processo industrial (decomposição de carbonatos).

A abrangência do sistema quanto ao limiar de capacidade das instalações, emissões e gases abrangidos é descrita no **Quadro 3**.

Quadro 3 – Abrangência do EU-ETS quanto ao limiar de capacidade das instalações, emissões e gases para o setor de vidro (União Europeia, 2015, 2024).

Abrangência do EU-ETS – Setor de Vidro
<p>Limiar de capacidade de produção das instalações abrangidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Produção de vidro, incluindo fibras de vidro, com uma capacidade de fusão superior a 20 toneladas por dia. • Fabricação de material isolante de lã mineral utilizando vidro, rocha ou escória com uma capacidade de fusão superior a 20 toneladas por dia.
<p>Emissões abrangidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cobertura principal: o EU-ETS abrange emissões diretas (Escopo 1) das instalações reguladas. Para o setor de vidro, inclui a combustão estacionária e emissões de processo (decomposição de carbonatos). • Exclusões típicas: emissões de fontes móveis (transporte rodoviário, máquinas móveis fora da instalação) não são cobradas pelo EU-ETS, salvo quando legalmente consideradas dentro dos limites da instalação; emissões indiretas (Escopo 2) decorrentes da compra de eletricidade são tratadas pelo setor elétrico (produtores de eletricidade) e não exigem que a instalação industrial entregue licenças por esse consumo.
<p>Gases considerados para o setor vidreiro: CO₂</p> <p>Nota: O sistema também abrange outros gases, para outros setores como: óxido nitroso (N₂O) da produção de ácidos nítrico, adípico e glioxílico e glioxal; perfluorocarbonos (PFCs) da produção de alumínio.</p>

Sendo assim, e como parte do processo obtenção de uma licença de emissão de GEE, o MRR exige como primeiro passo a elaboração de um Plano de Monitoramento aprovado pela sua autoridade competente. A partir daí, em termos práticos, as

obrigações relacionadas a MRV para as indústrias vidreiras cobertas pelo EU-ETS envolvem as seguintes necessidades:

1. Manter um Plano de Monitoramento aprovado pela autoridade competente;
2. Monitorar continuamente consumo de combustíveis, fluxos de produção e matérias primas (uso de caco, carbonatos etc.) e calcular emissões segundo regras do MRR;
3. Contratar e passar por verificação independente por verificadores acreditados;
4. Submeter Relatório Anual de Emissões (em inglês, Annual Report ou AR), com detalhamento por fonte e consolidação por instalações;
5. Entregar (submeter ao órgão regulador) as licenças anuais correspondentes às emissões verificadas;
6. Cumprir regras de contabilização para *benchmarks* se receberem alocação gratuita (reportar produção elegível, aplicar fórmulas de alocação).

É importante destacar que as obrigações listadas acima foram endurecidas ao longo do tempo. Por exemplo, o detalhamento de dados, a frequência e os requisitos de qualidade avançaram com as revisões do MRR e com a adoção de melhores práticas.

A **Figura 10** ilustra o ciclo de conformidade de MRV do EU-ETS.

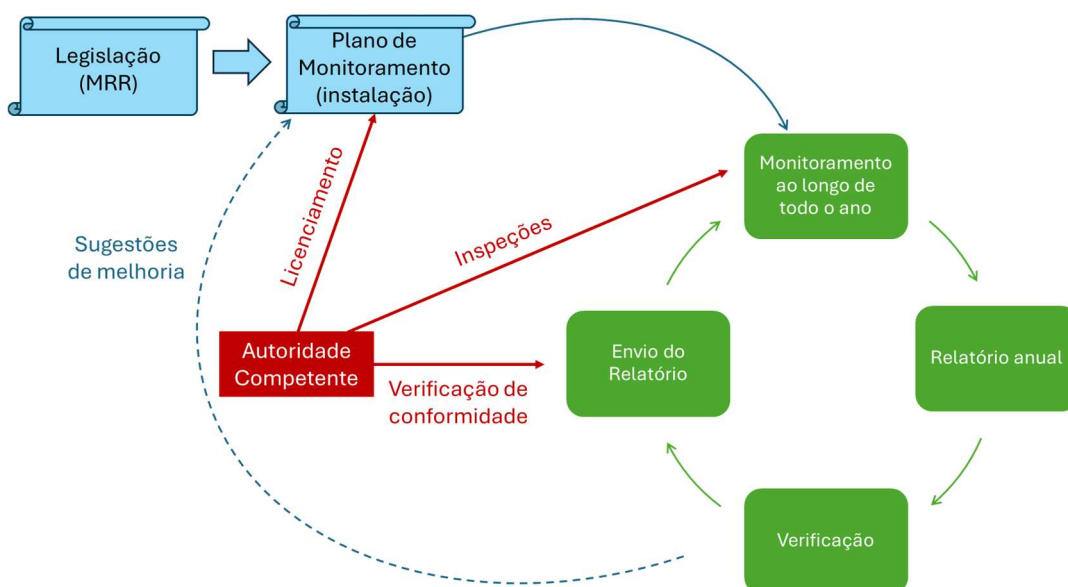


Figura 10 - Princípio do ciclo de conformidade do EU ETS - adaptado de Comissão Europeia (2025).

Nota-se a semelhança da **Figura 10** com a **Figura 4**, apresentada pelo Ministério da Fazenda (2025), com regulação prevista pela SRM da SEMC. As obrigações relacionadas a MRV do EU-ETS se assemelham ao SBCE, com exceção do uso do instrumento de alocação gratuita por *benchmarks*, que ainda não está definido como potencial mecanismo.

A **Tabela 6** apresenta e detalha o passo-a-passo de um ciclo anual típico de MRV ou ciclo de conformidade de uma instalação vidreira coberta pelo EU-ETS.

Tabela 6 – Passo-a-passo do ciclo anual de MRV no EU-ETS (União Europeia, 2015, 2018; Comissão Europeia, s.d.a).

Ano	Atividade	Detalhamento
N-1	(1) Plano de Monitoramento – preparação e aprovação pela autoridade competente	<p>Cada instalação deve desenvolver e submeter à autoridade competente um plano de monitoramento, que deve ser aprovado antes do início do período de reporte.</p> <p>O plano detalha:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descrição da instalação e atividades monitoradas • Responsabilidades pelo monitoramento e reporte • Lista das fontes de emissão de GEE e fluxos de origem (ou seja, os pontos de emissão e os materiais e combustíveis que levam às emissões); • Metodologias de cálculo, • Equipamentos ou sistemas de medição, • Procedimentos de controle de qualidade e calibração.
N (jan. a dez.)	(2) Mensuração de emissões – ação operacional de monitoramento contínuo das informações que serão utilizadas para mensuração das emissões de GEE	<p>Leitura e registro de dados de equipamentos de medição (ex. medidores de fluxo), registro do consumo combustíveis, contabilização da produção (t produto), quantidade de caco utilizado, composição da mistura e consumo de matérias-primas etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Devem ser utilizadas metodologias baseadas no Regulamento de Monitoramento e Relato (MRR) da UE (Regulamento (UE) 2018/2066). • A mensuração pode ser direta (por medição) ou indireta (por cálculo), e deve incluir emissões processuais e combustíveis. • O uso de fatores de emissão padrão ou específicos (por tipo de combustível, matéria-prima ou tecnologia) deve seguir as diretrizes do MRR.
N (31 dez.) a N+1 (31 mar.)	(3) Compilação anual de dados / elaboração do Relatório Anual	<p>As instalações devem apresentar um Relatório Anual de Emissões de GEE, com dados referentes ao ano-calendário anterior, até o dia 31 de março de cada ano. O relatório deve incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quantidade total de emissões verificadas. • Consolidação das emissões por fonte (combustão e processo), descrição das fontes e métodos utilizados • Dados de atividade e fatores de emissão. • Avaliação de incerteza.
	(4) Verificação independente, por auditor acreditado	<p>O relatório deve ser auditado por um verificador acreditado segundo a norma ISO 14065 (e conforme o Regulamento (UE) 2018/2067).</p> <p>O verificador realiza amostragem, audita a metodologia e memórias de cálculo;</p>

		O verificador deve emitir uma declaração de verificação, garantindo que os dados são precisos, completos e consistentes com o plano aprovado.
	(5) Submissão ao Registo Nacional / Autoridade Competente e publicação	Relatório verificado é submetido à autoridade competente e ao registo nacional/UE
N+1 (30 abr.)	(6) Cumprimento: entrega (submissão) de licenças	A entrega das licenças de emissão equivalentes às emissões verificadas deve ocorrer até 30 de abril de cada ano. Se faltarem licenças, compra no mercado (leilões), ou se sobram licenças, pode comercializar. A não entrega resulta em multas automáticas de €100 por tonelada não entregue, além da obrigação de entrega posterior.
N+1 (30 jun.)	(7) Feedback / melhoria contínua	Planos de melhoria: caso haja deficiências de medição/controle, a instalação pode ser obrigada a implementar planos corretivos. Revisão do Plano de Monitoramento, se necessário; preparação para o ciclo seguinte.

É importante destacar que, como medida de transparência e divulgação pública de resultados, os dados de emissão verificados do EU-ETS são tornados públicos pelo *European Environment Agency* (EEA) e pelo *European Union Transaction Log* (EUTL)

6.4. Metodologias de Monitoramento (ou Mensuração)

As bases legais das metodologias aceitas para quantificação de emissões estão descritas pelo MRR e diretrizes da Comissão Europeia. Guias de interpretação do MRR são revisados e publicados para esclarecer e facilitar a aplicação das diretrizes. Conforme Comissão Europeia (2025), as metodologias disponíveis para monitoramento de emissões de GEE são:

1. Abordagens baseadas em cálculos:
 - a) Metodologia padrão (distinguindo emissões de combustão e de processo);
 - b) Balanço de massa;
2. Abordagens baseadas em medições (ex. uso de sistemas de monitoramento contínuo ou, em inglês, *Continuous Emission Measurement Systems* - CEMS)
3. Metodologia não baseada em níveis (“abordagem de contingência”);
4. Combinações de abordagens.

A **Figura 11** ilustra o princípio da abordagem baseada em cálculo pela metodologia padrão geralmente utilizada para emissões de combustão e processo. O princípio deste método é o cálculo das emissões por meio de dados de atividade (por exemplo, quantidade de combustível ou matéria-prima consumida no processo) multiplicados

por um fator de emissão (e outros fatores). Esses outros fatores são o fator de oxidação para emissões de combustão e o fator de conversão para emissões de processo. Ambos são usados para corrigir os números de emissões em caso de reações químicas incompletas.

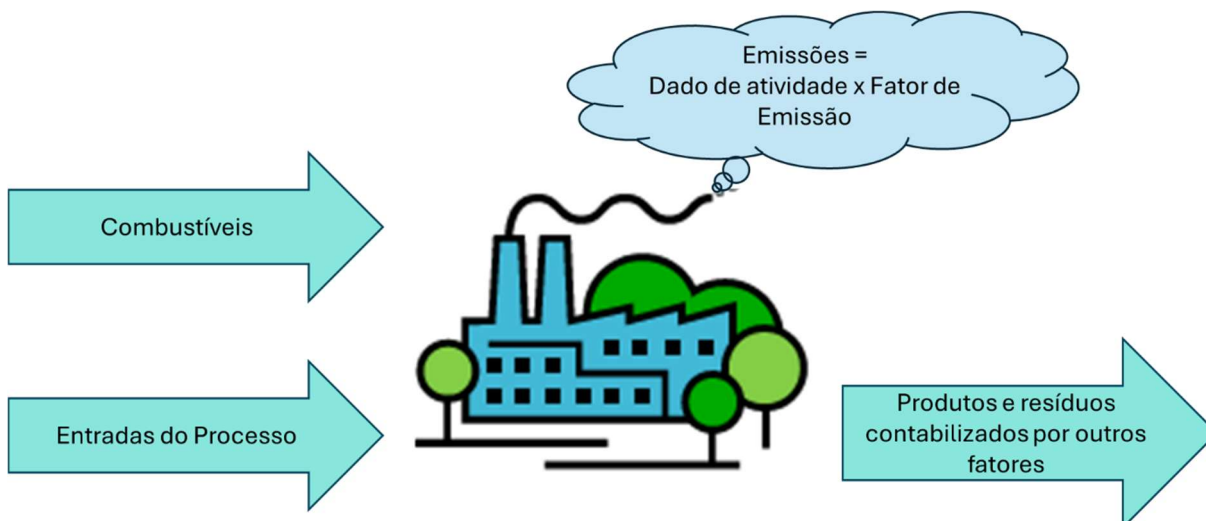


Figura 11 - Princípio da metodologia padrão para o cálculo das emissões - adaptado de Comissão Europeia (2025).

O regulamento do MRR (União Europeia, 2018) exige categorização das instalações e fontes (fluxos de emissão ou fontes de emissão) por representatividade (nível de emissão). As instalações são categorizadas em A, B, C ou baixas emissões e as fontes em *major*, *minor* e *de minimis* conforme **Quadro 4**.

Quadro 4 – Classificação de instalações e fontes de emissão conforme MRR (União Europeia, 2018).

Categorias de instalação

Pelo Art. 19(2), com base na média anual verificada do período de comércio anterior (excluindo CO₂ de biomassa e antes de subtrair CO₂ transferido):

- Categoria A: ≤ 50.000 t CO₂(e)/ano
- Categoria B: > 50.000 e ≤ 500.000 t CO₂(e)/ano
- Categoria C: > 500.000 t CO₂(e)/ano

Pelo Art. 47(2), uma instalação pode ser considerada de baixa emissão se cumprir ao menos uma das condições abaixo:

- Média anual verificada do período anterior (excluindo CO₂ de biomassa e antes de subtrair CO₂ transferido) < 25.000 t CO₂(e)/ano; ou
- Se a média não estiver disponível/não for aplicável, estimativa conservadora de que, nos próximos 5 anos, será < 25.000 t CO₂(e)/ano (mesmas exclusões).

Categorias para fontes e fluxos de emissão

Aqui há duas classificações, dependendo da metodologia:

(a) Para metodologias baseadas em cálculo:

Pelo Art. 19(3): o operador classifica cada fluxo (*source stream*) em relação ao total de emissões fósseis em CO₂(e) antes de subtrair CO₂ transferido:

- *Minor source streams*: os fluxos selecionados pelo operador em conjunto somam < 5.000 t CO₂ fóssil/ano ou < 10%, até um máximo total de 100.000 t CO₂ fóssil/ano (vale o critério que for maior em valor absoluto).
- *De minimis source streams*: em conjunto somam < 1.000 t CO₂ fóssil/ano ou < 2%, até um máximo total de 20.000 t CO₂ fóssil/ano (vale o critério que for maior em valor absoluto).
- *Major source streams*: os fluxos que não se enquadram como *minor* ou *de minimis*.

(b) Para metodologias baseadas em medição:

Pelo Art. 19(4), para fontes monitoradas por medição, existem as seguintes categorias:

- *Minor*: emite < 5.000 t CO₂(e) fóssil/ano ou < 10% das emissões fósseis totais da instalação, até um máximo de 100.000 t CO₂(e) fóssil/ano (vale o critério que for maior em valor absoluto).
- *Major*: o que não se classifica como *minor*.

Com base na categorização das instalações e fontes, o regulamento define níveis (ou *tiers*) admissíveis para o refinamento do cálculo, avaliação e declaração da incerteza sobre os valores reportados. A escolha da metodologia deve seguir hierarquia para redução de incertezas sempre que possível. As diretrizes detalhadas sobre isso são dadas pela Comissão Europeia (2025).

É importante mencionar que foram desenvolvidas e disponibilizadas ferramentas práticas, modelos gratuitos e uma plataforma, com conta para operadores, verificadores e autoridades competentes, para execução e acompanhamento do processo de MRV, chamada de *ETS Reporting Tool MRV* (ERT) (Comissão Europeia, s.d.b).

6.5. Estudos setoriais e *benchmarks* na indústria vidreira na União Europeia

A alocação gratuita para a indústria de vidro passa a ser baseada em *benchmarks* de produto a partir da Fase 3 (2013–2020). *Benchmarks* são indicadores de intensidade de emissões (tCO₂e por tonelada de produto) que, por regra, refletem o desempenho das 10% instalações mais eficientes para aquele produto (Comissão Europeia, 2021).

A fórmula geral para alocação utilizando esse tipo de benchmark é, em termos conceituais, a alocação preliminar anual = Benchmark do produto × Nível histórico de atividade × Fator de exposição a *fuga de carbono*. (Comissão Europeia, 2019). Os fatores utilizados nessa alocação sofrem revisões ao longo do tempo. Como efeito prático, as instalações abaixo do benchmark tendem a precisar comprar menos (ou nada) e as acima do benchmark precisam adquirir licenças adicionais, criando incentivo econômico para reduzir emissões.

Sendo assim, neste item, são apresentados resumos de estudos relacionados à mensuração de GEE conforme as fases do EU-ETS, o estabelecimento de indicadores de intensidade e *benchmarking* de produto para o setor de fabricação de vidro.

(i) Fase inicial (preparação do desenho de benchmarking) conforme *Glass sector report*, Comissão Europeia (2009)

O foco do estudo setorial realizado pela Comissão Europeia (2009) foi preparar um primeiro projeto de uma metodologia de alocação gratuita de licenças de emissão no âmbito do EU-ETS para o período de 2013 a 2020 para instalações na indústria do vidro. O estudo considerou que a indústria de vidro podia ser subdividida em quatro subsetores: vidro oco, vidro plano, fibra de vidro e vidro especial. Sendo que, em termos de volume de produção, o vidro oco e o vidro plano são de longe os subsetores mais importantes, apesar de que uma ampla gama de produtos também pode ser encontrada na categoria de vidro especial.

Os dados do setor vidreiro foram obtidos em contato com o CPIV, o Comitê Permanente das Indústrias Europeias de Vidro. O CPIV é a associação que reúne as associações nacionais e as seguintes federações de vidro:

- FEVE - *European Container Glass Federation* (em português, Federação Europeia de Vidro para Embalagens)
- GLASS FOR EUROPE - *European Flat Glass Federation* (em português, Federação Europeia de Vidro Plano)
- APFE - *European Continuous Filament Glass Fibres Association* (em português, Associação Europeia de Fibras de Vidro de Filamento Contínuo)
- ESGA - *European Special Glass Association* (em português, Associação Europeia de Vidro Especial)

- EDG - *European Domestic Glass Association* (em português, Associação Europeia de Vidro Doméstico)

Os dados tinham como foco as atividades abrangidas pelo EU-ETS conforme Anexo I da Diretiva 2003/87/CE (União Europeia, 2003) original e alterada naquela época, onde constava a fabricação de vidro, incluindo fibra de vidro, com capacidade de fusão superior a 20 toneladas por dia.

A estrutura da indústria do vidro e os dados estudados na época deram suporte à formulação de três parâmetros de emissão separados para a produção de vidro plano, vidro oco e fibras de filamento contínuo, além de uma abordagem de reserva para os produtos de vidro especiais não abrangidos por esses parâmetros, conforme **Tabela 7**.

Tabela 7 - Visão geral dos valores de referência finais com base no BAT, conforme derivado no estudo de referência de 2008 (Ecofys; Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research; Öko-Institut, 2009).

	Unidade	Vidro Plano	Vidro Oco	Fibra de vidro de filamento contínuo
Emissões de combustão	t CO ₂ e/t vidro fundido	0,336	0,209	0,582
Emissões de processo	t CO ₂ e/t vidro fundido	0,088	0,016	0,12
Emissões totais	t CO ₂ e/t vidro fundido	0,424	0,225	0,702
Rendimento assumido	vidro embalado / fundido	70%	90%	70%
Benchmark de emissões totais	t CO ₂ e/t vidro embalado	0,606	0,250	1,003

Os parâmetros iniciais foram obtidos para o vidro fundido (medido na saída do forno de fusão), porém foram corrigidos pela relação entre o vidro embalado e o fundido (rendimento assumido) para resultar em parâmetros de referência para o produto final.

Um ponto relevante foi a preocupação metodológica com substituição eletricidade/combustível, dada a matriz elétrica pouco renovável na UE: se a curva usasse apenas emissões diretas, poderia beneficiar instalações mais eletrificadas (ainda que não necessariamente mais eficientes em carbono), motivando propostas de abordagem que considerem também emissões indiretas em termos “primários” para fins comparativos.

O estudo apontou ainda a falta de dados verificáveis sobre os níveis de emissões das tecnologias mais eficientes, comprovando a necessidade de se realizar investigações

mais aprofundadas sobre Melhores Técnicas Disponíveis (em inglês, *Best Available Techniques* – BAT) na Fabricação de Vidro além de ações adicionais como:

- Melhorar a qualidade e a cobertura dos dados estatísticos por produto para permitir subdivisões de benchmarks e assegurar amostras suficientes para cálculo de cada grupo.
- Reforçar a recolha de dados a nível das instalações (emissões, produção embalado vs. fundido, utilização de caco, consumo energético por etapa) para permitir cálculo confiável de benchmarks.
- Definir claramente quais processos a jusante seriam incluídos em cada *benchmark* de produto e padronizar o indicador de atividade (na época, havia preferência pelo vidro embalado) para garantir comparabilidade.
- Tratar a variabilidade do uso de caco entre países e instalações: desenvolver metodologias para integrar diferentes taxas de caco e refletir sua influência nas emissões de referência.
- Harmonizar definições e categorias de produto e verificar se há instalações suficientes para *sub-benchmarks* quando justificado.

Além disso, a CPIV como *stakeholder*, realizou comentários adicionais sobre o estudo com destaque para:

- Pedido de critérios explícitos para identificar e tratar instalações atípicas ou tecnologicamente divergentes (*oxy-fuel*, fornos eléctricos, *boosting* eléctrico).
- Exigência de alinhamento dos benchmarks com o BAT e com as melhores técnicas disponíveis para assegurar coerência técnica.
- Demandas por regras claras de monitoramento, reporte e verificação (MRV) dos indicadores usados no *benchmarking*.
- Preocupação com impactos competitivos e risco de *fuga de carbono*; solicitação de salvaguardas e critérios de proteção.
- Pedido de transparência nos métodos de alocação e nos pressupostos usados no cálculo dos *benchmarks* e curvas de atribuição.
- Recomendação de fases transitórias, com períodos de adaptação e revisão dos parâmetros antes de aplicação plena.
- Sugestão de consultas contínuas e mecanismos formais de diálogo com a indústria para coleta de dados adicionais e validação técnica.

- Necessidade de instruções operacionais e guias técnicos para aplicação prática dos benchmarks em diferentes subsetores (oco, plano e filamento contínuo).
- Preocupação relativa à confidencialidade dos dados empresariais dada a concentração de mercado; pedido de garantias e métodos para agregar dados sem revelar informação sensível.
- Solicitação de tratamento específico para produtos especiais e fluxos integrados (ex.: processamento *downstream*) para evitar dupla contagem ou exclusões.
- Pedido de harmonização entre critérios nacionais e europeus para evitar discrepâncias na aplicação dos benchmarks.

(ii) Fase 3 (2013–2020) - Introdução formal dos *benchmarks* de produto

A partir da Fase 3, a alocação gratuita passa a se basear em *benchmarks*, definidos como intensidades (tCO₂e/t produto) e calibrados para refletir as 10% instalações mais eficientes. A Decisão 2011/278/UE (União Europeia, 2011) estabeleceu os benchmarks de produto e consolidou o princípio “*one product – one benchmark*” (em português, um produto – um *benchmark*), com regras harmonizadas para serem utilizadas de 2013 a 2020.

A **Tabela 8** traz um resumo dessas regras e valores estabelecidos para benchmark conforme produto: vidro plano, vidro de embalagem (incolor e colorido), fibra de filamento contínuo e lã mineral (incluindo lã de vidro para isolamento). Nota-se que a lã de vidro não foi considerada uma atividade exposta a fuga de carbono e possui regras específicas de alocação que se diferenciam dos demais produtos.

Um guia setorial foi lançado pela Comissão Europeia (2019) para esclarecimento de metodologias, processos, emissões cobertas e definição das unidades de produto. Neste guia, por exemplo, o entendimento da unidade de produto para vidro plano “em toneladas de vidro saídas do forno de recozimento ou câmara fria” foi estabelecido como “tonelada fundida” além de outras instruções mais detalhadas sobre os limites do sistema para o benchmark (processos e emissões inclusas).

Tabela 8 – Valores de benchmark de produto e processos abrangidos para a Fase 3 (2013-2020) - (União Europeia, 2011)

Benchmark de Produto	Definição dos Produtos Abrangidos	Definição dos Processos e Emissões Abrangidos (Limites de Sistema)	Exposição a fuga de carbono ⁽¹⁾	Valor de Benchmark (licenças/t)
Vidro <i>Float</i>	Vidro float/desbastado/polido (em toneladas de vidro saídas do forno de recozimento ou câmara fria)	Estão incluídos todos os processos direta ou indiretamente ligados às etapas de produção: forno de fusão, refinador, câmara de trabalho, banho e câmara fria (forno de recozimento).	Sim	0,453
Garrafas e frascos de vidro incolor	Garrafas de vidro incolor com capacidade nominal < 2,5 litros, para bebidas e alimentos (excluindo garrafas revestidas com couro ou couro reconstituído; mamadeiras), exceto produtos extra-brancos com teor de óxido de ferro (Fe ₂ O ₃) < 0,03% e coordenadas de cor conforme CIELAB (L: 100–87; a: 0 a –5; b: 0 a 3). Expressos em toneladas de produto embalado	Estão incluídos todos os processos direta ou indiretamente ligados às etapas: manuseio de materiais, fusão, conformação, processamento a jusante, embalagem e processos auxiliares ou conexos.	Sim	0,382
Garrafas e frascos de vidro colorido	Garrafas de vidro colorido com capacidade nominal < 2,5 litros, para bebidas e alimentos (excluindo garrafas revestidas com couro ou couro reconstituído; mamadeiras). Expressos em toneladas de produto embalado	Estão incluídos todos os processos direta ou indiretamente ligados às etapas: manuseio de materiais, fusão, conformação, processamento a jusante, embalagem e processos auxiliares ou conexos.	Sim	0,306
Produtos de fibra de vidro de filamento contínuo	Vidro fundido para produção de fibras de vidro de filamento contínuo, como fios cortados, mechas (<i>rovings</i>), fios e fibras de vidro descontínuas e mantas/tapetes (expressos em toneladas de vidro fundido saindo do canal de condicionamento ou refino). Produtos de lã mineral para isolamento térmico, acústico e contra fogo não estão incluídos	Todos os processos direta ou indiretamente ligados às etapas de fusão do vidro nos fornos e refino em antecâmaras (<i>foreheaths</i>) estão incluídos. Processos subsequentes para converter as fibras em produtos comercializáveis não estão incluídos	Sim	0,406
Lã mineral	Produtos de lã mineral para isolamento térmico, acústico e contra fogo, fabricados a partir de vidro, rocha ou escória	Todos os processos direta ou indiretamente ligados às etapas: fusão, fibragem, injeção de ligantes, cura, secagem e conformação estão incluídos. Para determinação de emissões indiretas, deve-se considerar o consumo total de eletricidade dentro dos limites do sistema	Não	0,682

Nota: (1) Decisão 2010/2/EU – 2013/2014 (União Europeia, 2010)

(iii) Fase 4 (2021–2030) — Atualização dos valores de benchmark para 2021–2025

Na Fase 4 houve uma atualização dos benchmarks em relação à Fase 3, com aplicação de fatores de redução de emissões. As *factsheets* publicadas pela Comissão Europeia (2021) tratam explicitamente da atualização dos valores para 2021–2025 (dentro da Fase 4), explicando que os benchmarks da Fase 4 se baseiam nos da Fase 3 e que, em geral, há atualização de valores, sem alterar definições e fronteiras.

A **Tabela 9** apresenta um resumo das unidades desses parâmetros, os valores de referência da Fase 3, a intensidade média das instalações 10% mais eficientes, valores médios de intensidade e o valor final de benchmarking para o período de 2021 a 2025.

Tabela 9 – Valores de referência e benchmarking para o período de 2021 a 2025 (Comissão Europeia, 2021).

Benchmark de produto	Vidro Plano	Vidro de Embalagem (garrafas e frascos) - colorido	Vidro de Embalagem (garrafas e frascos) - incolor	Fibra de vidro de filamento contínuo
Parâmetros chave:	t CO ₂ e/t vidro fundido	t CO ₂ e/t vidro embalado	t CO ₂ e/t vidro embalado	t CO ₂ e/t vidro fundido
Benchmark para Fase 3 (2013-2020) – como referência	0,453	0,306	0,382	0,406
Intensidade média das emissões nas instalações 10% mais eficientes (2016-2017)	0,421	0,265	0,323	0,290
Média de intensidade de todas as instalações em 2016/2017	0,514	0,391	0,481	0,492
Média ponderada de todas as instalações em 2016/2017	0,510	0,353	0,459	0,415
Benchmarks para a fase 4 (2021-25)	0,399	0,237	0,290	0,309

7. Práticas de MRV da Indústria de Vidro no Brasil

Um dos objetivos do presente estudo foi engajamento da indústria no tema de MRV de GEE. Sendo assim, por intermédio da ABIVIDRO, foram agendadas e realizadas entrevistas com indústrias vidreiras, associadas e não associadas, para levantamento de suas práticas atuais de MRV. O levantamento esteve restrito às indústrias de vidro de grande porte e plantas que incluem a atividade de fusão.

Como guia para as entrevistas e coleta de dados, foi utilizado um questionário que abrangia 5 temas principais: governança, mensuração, relato (ou reporte), verificação e ações setoriais, como mostra a **Figura 12**.



Figura 12 – Conteúdo geral do questionário utilizado nas entrevistas com representantes da indústria de vidro.

As informações coletadas foram agrupadas em gráficos, tabelas e resumos, para evitar a divulgação de informações individuais das empresas participantes, e são apresentados a seguir.

7.1. Participantes

Participaram do estudo 13 empresas que possuem 22 plantas de fabricação de vidro plano, oco e especial no Brasil. Conforme **Figura 13**, 73% dessas plantas estão localizadas na região sudeste, principalmente nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro. As participantes representam cerca de 87% das empresas de fabricação de vidro de grande porte e com atividade de fusão no Brasil.

A pesquisa contou com: 4 empresas de fabricação de vidro plano, 6 empresas de vidro oco (embalagens e doméstico) e 3 empresas de vidros especiais (uso farmacêutico, lã de vidro e fibra de vidro de filamento contínuo).

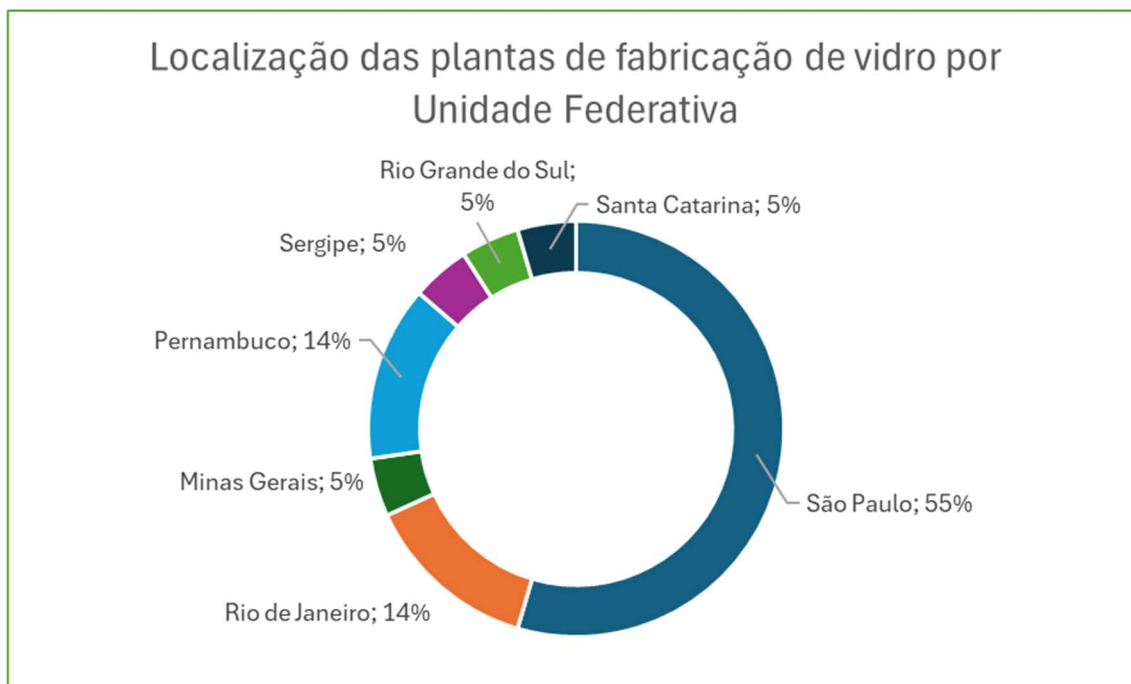


Figura 13 – Localização das plantas de fabricação de vidro que participaram do levantamento de práticas de MRV por Unidade Federativa.

7.2. Governança

A partir das perguntas realizadas durante a entrevista, foi possível apurar as seguintes informações gerais sobre as práticas de governança de MRV de GEE:

- 100% das empresas possuem equipe responsável pelo tema formalmente designada: em 77% das empresas as equipes são lideradas por gerentes e o tema é supervisionado pelo C-level.
- 46% ainda não possui: plano de monitoramento, política ou procedimento interno formal relacionado a MRV de GEE.
- Exemplos de diretrizes existentes: políticas corporativas onde emissões de GEE são pilar estratégico, plano global de monitoramento de emissões de GEE, com metas e indicadores de acompanhamento regular, procedimentos formais, relatórios anuais e certificações.
- 62% já haviam realizado uma análise sobre a Lei nº 15.042/2024 (marco regulatório do mercado regulado de carbono no Brasil, SBCE) e o potencial enquadramento de suas instalações.
- 42% possuem incertezas sobre a legislação, como:

- Regulamentação: como serão as próximas fases, setores abrangidos e como será feita a alocação gratuita de cotas (cobertura).
- Escopo da regulação, aplicação dos patamares de enquadramento ou abrangência das atividades a serem consideradas. Ex: somente atividade de produção do vidro ou também o processamento.
- Parâmetros a serem utilizados para as metas: indicadores de intensidade e possibilidade de incremento de produção.
- Contabilização de reduções por planta ou por operador: possibilidade de compartilhar créditos entre plantas ou instalações do mesmo grupo; processos de compensação de emissões por meio de energia renovável.
- Confiabilidade do mercado: protocolos de certificação e como será realizada a fiscalização.
- Como será aplicada a regulação com relação a vidros especiais: devido às especificidades do setor e grande diferença entre os processos.

Foi apurado que 92% das entrevistadas identificaram riscos associados às obrigações do SBCE. Os principais riscos identificados são apresentados na **Figura 14**.

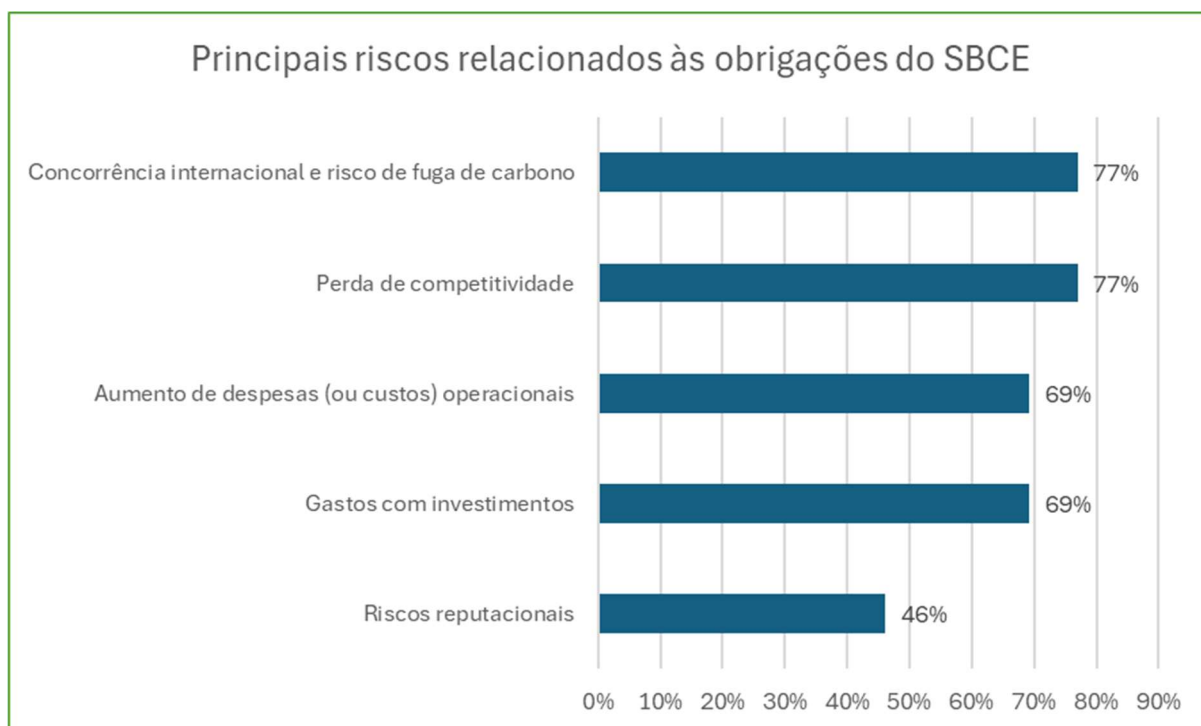


Figura 14 – Principais riscos relacionados às obrigações do SBCE identificados pelas participantes.

Outros riscos apontados pelas participantes incluem:

- Ciclos de investimento longos para atingimento de metas relacionadas aos fornos (8-20 anos).
- Barreiras: tecnológicas (acesso e disponibilidade); infraestrutura e contexto local para implantação de medidas de mitigação (ex. biocombustíveis); longo prazo dos processos licenciamento ambiental de novos equipamentos; logística reversa local de caco pós-consumo e entre empresas (licenças dos órgãos ambientais estaduais e entre estados; classificação do material como resíduo e não como matéria-prima).
- Insegurança jurídica.
- Ausência de uma regulamentação clara e específica para o vidro especial, com as características da produção.
- Redução de investimentos em expansões (aumento de produção).
- Os investimentos adicionais para reduções podem ser muito altos, por já terem sido feitos investimentos em eficiência.

Por outro lado, 85% das entrevistadas identificaram oportunidades associadas às obrigações do SBCE e 31% consideram que as oportunidades dependem da valorização das iniciativas pelo mercado e de como será a regulamentação: enquadramento, limites de emissão, atribuição gratuita de licenças e proteção dos produtos fabricados no Brasil. A **Figura 15**, apresenta as principais oportunidades identificadas pelas participantes.

Para além do que está na **Figura 15**, outras oportunidades apontadas são:

- Redução de emissões de GEE e dos riscos associados.
- Viabilizar certificações.
- Valorização devido a carbono evitado e iniciativas existentes.
- Novas exigências do mercado de construção civil (construção sustentável), gerando novos negócios.
- Aumento de circularidade (consumo de caco).
- Desenvolvimento tecnológico.
- Desenvolvimento de uma abordagem e estratégia local para o tema.

- Impulsioneamento do mercado de carbono, da utilização de biocombustíveis e de novos negócios.
- Ganho de eficiência ambiental.

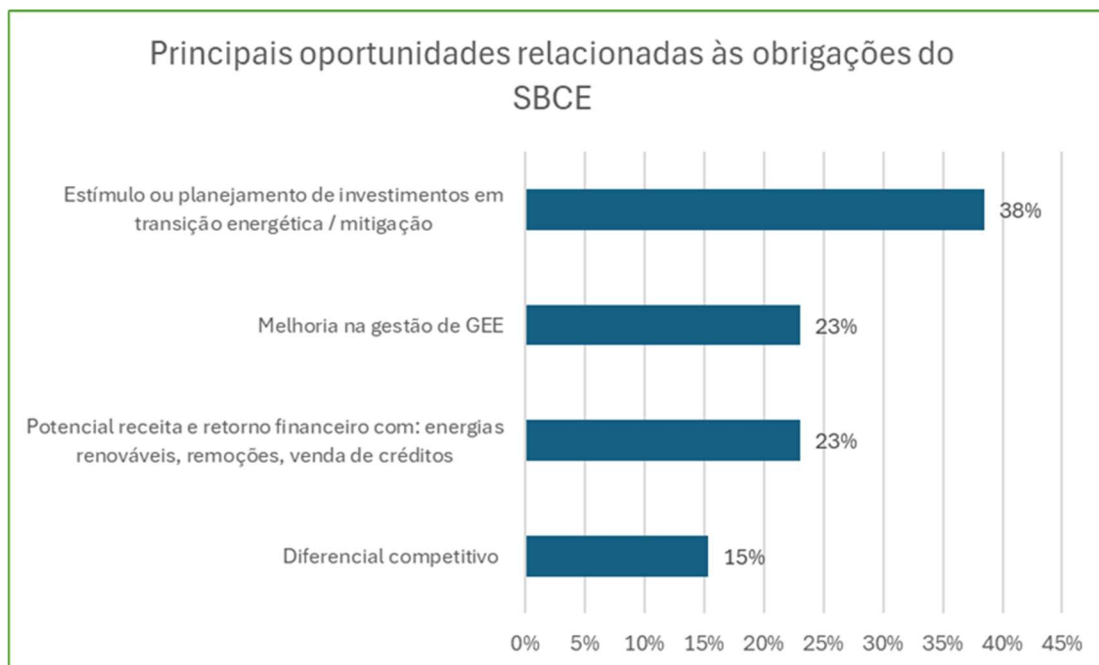


Figura 15 - Principais oportunidades relacionadas às obrigações do SBCE identificados pelas participantes.

7.3. Mensuração

Com relação às práticas de mensuração, foi possível apurar que 100% das empresas possuem práticas de mensuração de GEE. Porém, a realização de inventários está restrita a 91% das plantas, sendo que destas: 73% cumprem obrigatoriedade legal nos Estados de São Paulo, por requisito da CETESB e Rio de Janeiro, por requisito do INEA. Os outros 18% realizam inventários de forma voluntária.

Mais da metade das empresas (62%) iniciou suas práticas de realização de inventário a partir do ano 2012 em decorrência das primeiras exigências legais no Estado de São Paulo.

Como principais diretrizes para elaboração dos inventários realizados, utiliza-se: GHG Protocol, 85% das empresas, e a ISO 14064-1, por 46%. As emissões de GEE são, em sua maioria (85%), contabilizadas com a utilização de ferramentas de cálculo do Programa Brasileiro GHG Protocol (PBGHG), ou desenvolvidas por terceiros, como

mostra a **Figura 16**. Outros 25%, realizam a contabilização com ferramentas próprias ou desenvolvidas internamente pela empresa.

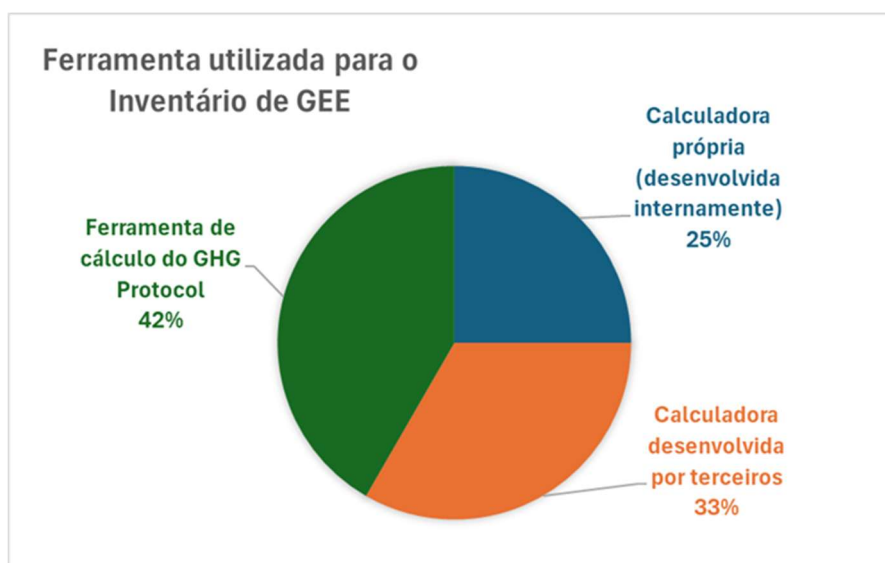


Figura 16 – Ferramentas utilizadas para o inventário de GEE pelas empresas participantes.

Ainda sobre as práticas de mensuração, foram levantados os Escopos de emissão, conforme definições do GHG Protocol (2004; 2015) para inventários corporativos, apresentadas no **Quadro 5**.

Quadro 5 – Definições de Escopos de emissão para inventários corporativos conforme GHG Protocol (2004; 2015)

Definição dos Escopos 1, 2 e 3
<p>Escopo 1: Emissões diretas de GEE provenientes de fontes que pertencem ou são controladas pela organização, como as emissões de combustão em caldeiras, fornos, veículos da empresa ou por ela controlados, emissões da produção de químicos em equipamentos de processos que pertencem ou são controlados pela organização, emissões de sistemas de ar-condicionado e refrigeração, entre outras.</p>
<p>Escopo 2: Emissões de GEE provenientes da aquisição de energia elétrica e térmica consumidas pela empresa.</p> <p>Para contabilização das emissões de energia elétrica, pode-se utilizar 2 abordagens:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abordagem baseada na localização: quantifica o Escopo 2 com base em fatores médios de emissão da rede (informação estatística agregada dentro de um limite geográfico e período). • Abordagem baseada na escolha de compra/mercado: quantifica o Escopo 2 usando o fator de emissão associado aos instrumentos contratuais elegíveis que a organização detém (p.ex., certificados/contratos/declarações de fornecedor), refletindo “atributos contratuais” e não necessariamente o fluxo físico da eletricidade. A empresa pode comprar energias de fontes 100% renováveis, reduzindo as emissões de Escopo 2 contabilizadas por essa abordagem.

Escopo 3: Emissões em decorrência das atividades da empresa, mas que ocorrem em fontes que não pertencem ou não são controladas por ela. Um exemplo seriam emissões de resíduos sólidos com disposição e/ou tratamento fora dos limites da empresa e viagens aéreas em equipamentos não próprios dela. As emissões de Escopo 3 estão tanto relacionadas a atividades que antecedem (cadeia acima ou *upstream*) ou sucedem (cadeia abaixo ou *downstream*) as atividades sob controle operacional da empresa.

É importante observar que as normas ISO 14064 e GHG Protocol definem o Escopo 3 como de relato opcional. Com efeito, necessariamente, as emissões do Escopo 3 de uma empresa estão no Escopo 1 de outra, como as emissões de deslocamento aéreo, que estão sob controle operacional da companhia aérea. Assim, para efeito de MRV e agregação de emissões relatadas por diferentes organizações, apenas emissões de Escopo 1 podem ser somadas sem resultar em dupla contagem.

Por outro lado, considerando o diferencial da matriz energética brasileira, que possui um maior % de energia renovável se comparada a outros países, também é importante a contabilização e gestão das emissões de Escopo 2, provenientes da aquisição de energia elétrica com vistas à diferenciação dos produtos nacionais por uma menor pegada de carbono.

A **Tabela 10** apresenta o percentual agrupado de empresas que realiza contabilização de cada Escopo e categoria de inventários corporativos. Observa-se que 100% dos inventários realizados, contém os Escopos 1 e 2 e somente 62% das empresas realiza a contabilização de emissões do Escopo 3.

As categorias de Escopo 1 mais frequentemente inventariadas são: combustão estacionária, processos industriais, combustão móvel e emissões fugitivas. Emissões diretas provenientes de efluentes e resíduos sólidos não são contabilizadas com frequência.

Além disso, é importante notar que apenas 38% das empresas utilizam a abordagem de escolha de compra de energia elétrica, com uso de Certificados de Energia Renovável (CERs) em seus inventários.

Tabela 10 – Escopos e categorias inventariadas, % de empresas que realizam contabilização.

Escopos e categorias inventariadas	% de empresas que contabilizam
Escopo 1 – Emissões diretas	100%
Combustão estacionária	100%

Processos industriais (descarbonatação)	92%
Combustão móvel	92%
Emissões fugitivas	77%
Efluentes	23%
Resíduos sólidos	8%
Escopo 2 – indiretas pela compra de energia elétrica	100%
Abordagem de localização (rede)	100%
Escolha de compra (mercado)	38%
Escopo 3 – indiretas diversas categorias	62%

Durante as entrevistas, as participantes também forneceram dados sobre o percentual de representatividade das categorias de emissões diretas inventariadas no Escopo 1. A **Tabela 11** apresenta o valor médio, máximos e mínimos levantados. As categorias mais representativas para o Escopo 1 são: combustão estacionária que inclui o forno de fusão e outros usos de combustíveis fósseis, com 77% das emissões, e processos industriais (IPPU), que inclui o processo de decomposição de carbonatos (descarbonatação) com 23 % das emissões. Essas duas categorias juntas, geralmente representam quase a totalidade das emissões diretas, visto que as outras categorias mais frequentemente contabilizadas (combustão móvel e emissões fugitivas) são pouco representativas (<1,0% em média).

A representatividade das categorias de Escopo 1 apresenta grande variação conforme tipo de vidro, composição, cor e uso de caco como matéria prima, por exemplo. O uso maior ou menor de matérias primas carbonatadas, caco e eletricidade no forno, por exemplo, podem afetar significativamente as emissões de processo.

Tabela 11 – Representatividade das categorias de emissões diretas (Escopo 1) contabilizadas pelas participantes.

Representatividade das emissões do Escopo 1	Média geral	Min-Max
Combustão estacionária	76,5%	65% - 97%
Processos industriais (descarbonatação)	22,7%	2% a 34%
Combustão móvel	0,7%	0,1% - 2,5%
Emissões fugitivas	0,4%	0% a 0,8%

Entre as empresas que realizam mensuração do Escopo 3, nem todas as categorias são contabilizadas. Segundo o GHG Protocol, essas emissões são classificadas em

15 categorias distintas. Somente 38% das empresas realizam uma contabilização mais abrangente (8 ou mais categorias). A **Figura 17**, mostra as categorias de Escopo 3 inventariadas com maior frequência, conforme numeração do GHG Protocol: 5 – Resíduos Gerados nas operações; 4 e 9 – Transporte e distribuição (*upstream* e *downstream*) e 1 – Bens e serviços comprados.

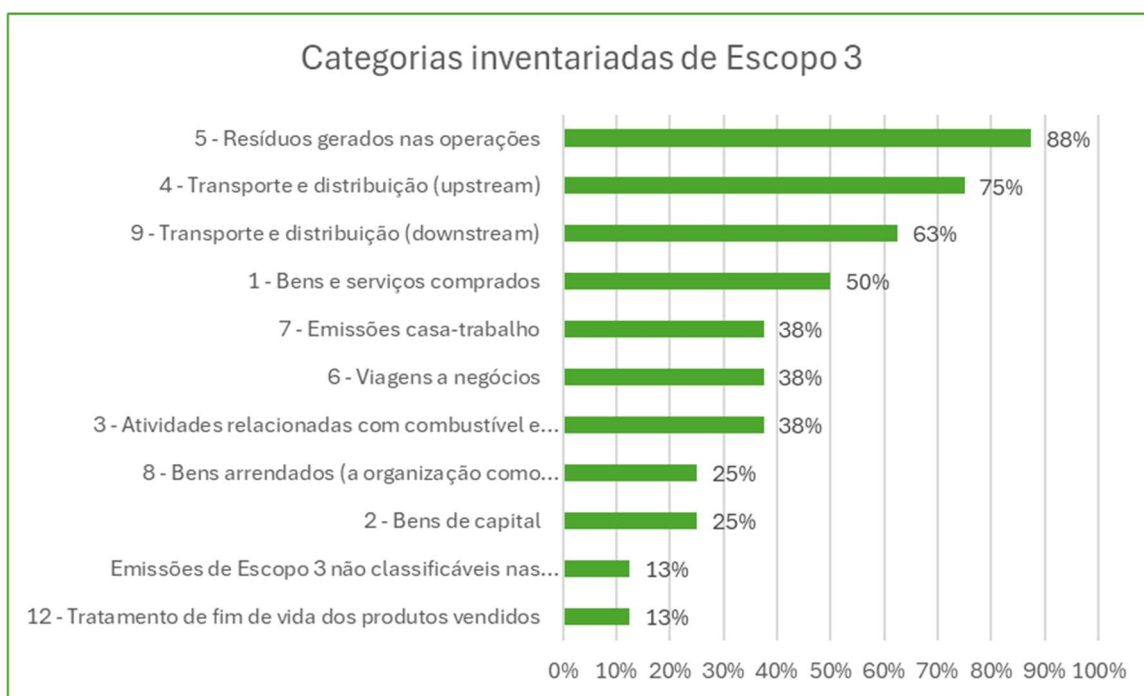


Figura 17 – Categorias do Escopo 3 inventariadas entre as participantes da pesquisa.

Ainda sobre mensuração, foram coletadas informações sobre as práticas para coleta de dados e controle de qualidade das informações utilizadas nos inventários. 77% das empresas entrevistadas informaram que realizam as seguintes práticas:

- **Dados operacionais, matérias-primas e bases corporativas:** os consumos operacionais são obtidos principalmente via sistema corporativo de gestão integrada (ERP), como o SAP, notas fiscais e registros contábeis, garantindo rastreabilidade e integração centralizada. Para matérias-primas, o controle combina NFs, dados de fornecedores e análises químicas, fortalecendo a consistência e os fatores de emissão utilizados no inventário.
- **Monitoramentos instrumentais e medições contínuas:** medições diretas, como vazão, cromatografia, monitoramentos online e uso de espectrofotômetro, fornecem dados contínuos e precisos de combustíveis e

processos. Aferições e calibrações periódicas asseguram a confiabilidade dos equipamentos e a representatividade dos dados.

- **Processos de verificação e QA/QC** (sigla em inglês para Asseguração e Controle de Qualidade): a verificação ocorre em três níveis (operacional, EHS e auditoria externa), garantindo robustez, conformidade e rastreabilidade. Ainda assim, há necessidade de formalizar um procedimento interno de QA/QC para padronizar rotinas e fortalecer o controle de qualidade dos inventários.

Entre os desafios e oportunidades de melhoria levantados para mensuração de GEE, pode-se citar:

1. Coleta, qualidade e disponibilidade de dados: ainda há desafios quanto ao prazo de obtenção de dados e na padronização das medições, exigindo melhor estruturação da coleta, QA/QC e consolidação das bases. O aprimoramento de medições específicas reforça a precisão e a rastreabilidade do inventário.

2. Ferramentas e infraestrutura de gestão: a modernização das plataformas internas e governamentais é essencial para centralizar dados, automatizar rotinas e permitir acompanhamento mensal. A criação de um procedimento corporativo formal garante consistência e reduz variações entre plantas.

3. Escopo 3 e expansão do inventário: a contabilização de Escopo 3 permanece um dos maiores desafios, exigindo engajamento da cadeia de fornecedores e diretrizes claras. Há também oportunidades para avançar em Escopo 2 por abordagem de mercado e incluir plantas que ainda não realizam inventário.

4. Capacitação e suporte técnico: as equipes necessitam treinamento contínuo para coleta, reporte e interpretação dos dados, aumentando a qualidade das informações. O suporte especializado e referências setoriais fortalecem a metodologia e reduzem incertezas.

5. Verificação e certificação: a verificação por terceira parte é oportunidade para elevar a credibilidade dos inventários e reforçar controles internos. A definição de unidades de referência para benchmarking e critérios comparáveis contribui para maior transparência e padronização setorial.

7.4. Relato ou Reporte

As práticas de relato (ou reporte) se relacionam com a divulgação os dados de emissões de GEE. Neste sentido, é possível destacar que:

- 92% das empresas realizam divulgação para órgãos ambientais: estaduais (CETESB e INEA) ou federais (IBAMA).
- 62% realizam divulgação interna de resultados para os funcionários da empresa
- 46% realizam relato público de emissões: destes, 100% realizam o relato de forma corporativa (valores agregados da organização) – não são divulgados dados por planta.
- Entre as empresas que realizam relato público, os locais de divulgação mais comuns são: plataforma do CDP (100%); relatório de sustentabilidade corporativo (83%) e o site da empresa (67%).
- 100% das empresas que fazem relato público (ou seja 46% do total), possuem metas ou compromissos relacionados a redução de emissões de GEE. Entre as metas observa-se que 83% são metas absolutas.

O conceito de metas absolutas e metas de intensidade é apresentado no **Quadro 6**.

Quadro 6 – Conceitos de metas absolutas x metas de intensidade.

Metas absolutas x metas de intensidade:

Metas absolutas: as metas de descarbonização definidas em formato absoluto, como a redução do total de emissões de uma empresa ou país em toneladas de CO₂ ou CO₂e.

Metas de intensidade: metas de descarbonização definidas com base em indicadores, calculados pela razão entre as emissões absolutas (em toneladas de CO₂ ou CO₂e) e um denominador, que pode ser uma medida do volume de produção, por exemplo (ex. toneladas de vidro fundido ou embalado).

Com relação às metas públicas propostas, a Tabela 12 apresenta os percentuais de redução máximos e mínimos no curto, médio e longo prazos para os Escopos 1 e 2, assim como, para o Escopo 3.

Tabela 12 – Reduções propostas nas metas reportadas pelas participantes.

Reduções Escopos 1 e 2	Min	Max
Curto prazo: 2030	25%	47%
Médio prazo: 2035-40	40%	net zero
Longo prazo: 2050	-	net zero
Reduções Escopo 3	16% a 27,5% (médio e curto prazos)	net zero (longo prazo)

A grande maioria das empresas (92%) possui ações em curso ou planejadas para redução/mitigação de emissões. A **Figura 18** apresenta as ações de mitigação mais comuns relatadas, sendo a eletrificação do forno ou frota interna e a adoção de práticas de economia circular, com maior uso de caco e investimento em recicladoras, as ações mais frequentes.

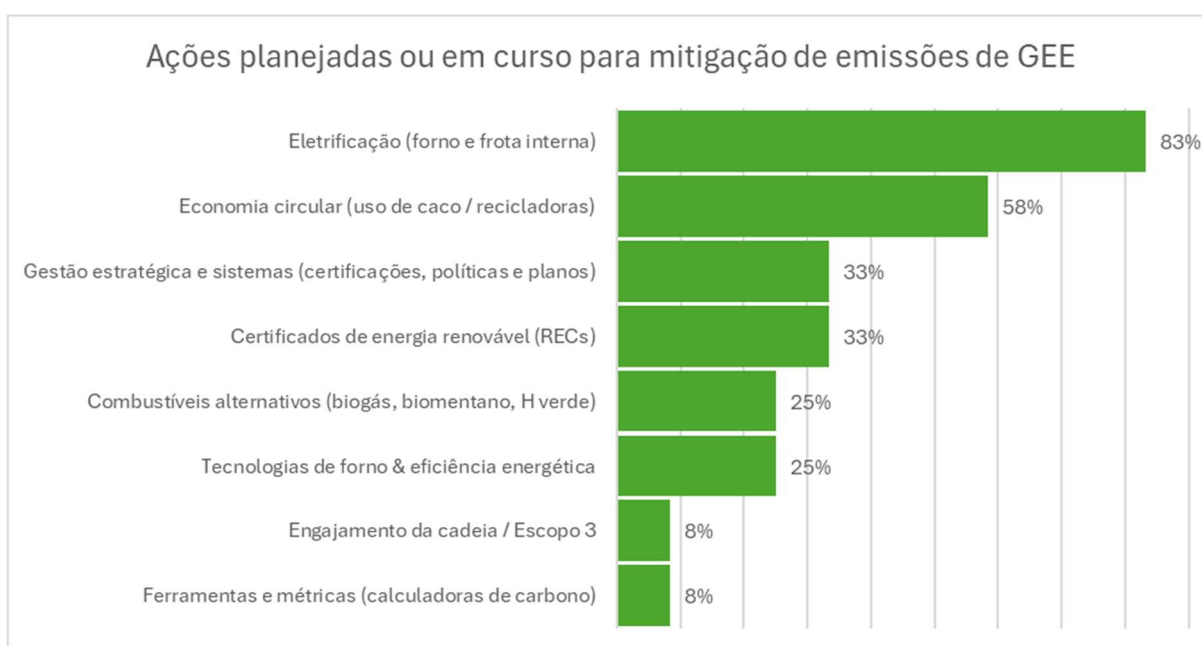


Figura 18 – Ações planejadas ou em curso para mitigação de emissões de GEE entre as participantes.

As empresas também discutiram nas entrevistas os desafios e oportunidades relacionados ao relato de emissões de GEE:

- Estabelecimento de metas e atendimento das metas propostas (ex. como chegar no Net Zero).

- Valorização das iniciativas pelo mercado: entendimento do impacto das ações voluntárias.
- Prazos curtos para reporte, consolidação de informações e necessidade de desenvolvimento de ferramentas.
- Práticas de mercado: falta de transparência dos dados e falta de uniformidade de critérios utilizados para efeito de benchmarking (*greenwashing*).
- Priorização de investimentos relacionados a reporte de emissões.
- Realização do reporte de sustentabilidade e inclusão de dados no site (Relatório Corporativo).

7.5. Verificação

A verificação ainda não é uma prática muito difundida entre as participantes da pesquisa, visto que somente 31% das empresas entrevistadas realiza verificação por 3ª parte de seus inventários. Destas:

- 50% das plantas realizam a verificação por obrigação legal, um requisito do INEA no Estado do Rio de Janeiro, e 50% de forma voluntária.
- As diretrizes de verificação mais utilizadas pelas empresas são o GHG Protocol (100%), ISO 14064-3 (50%) e AICP - American Institute of Certified Public Accountants (25%).
- 100% das empresas utilizadas na verificação são acreditadas pelo Inmetro. Exemplos de verificadoras utilizadas são: BSI, DNV, ABNT e Ernest Young.

As participantes relataram desafios e oportunidades relacionados às práticas de verificação, como:

- A necessidade de amadurecimento: ter uma diretriz e planejamento.
- Consideram uma prática necessária que traz segurança para o mercado (*accountability*).
- A existência de poucas empresas verificadoras confiáveis, gerando problemas de disponibilidade e necessidade de qualificação de auditores, além de ter mais opções de fornecimento de serviços.

- A preparação para verificação em si constitui um desafio: ter uma estrutura robusta de coleta de dados e cálculo; padronização; avaliação técnica dos métodos de medição e rastreabilidade, além dos custos e recursos associados.

7.6. Ações Setoriais (*Call to Action*)

Ao final das entrevistas foi realizada uma reflexão com cada empresa a respeito de ações que podem ser desenvolvidas de forma coletiva pelas empresas do setor, para impulsionar as práticas de MRV de GEE e preparação setorial para os desafios do mercado de carbono em fase de implementação no Brasil. As ações elencadas foram agrupadas em quatro linhas principais como apresentados na **Figura 19** como uma chamada para ação (*Call to Action* ou CTA).

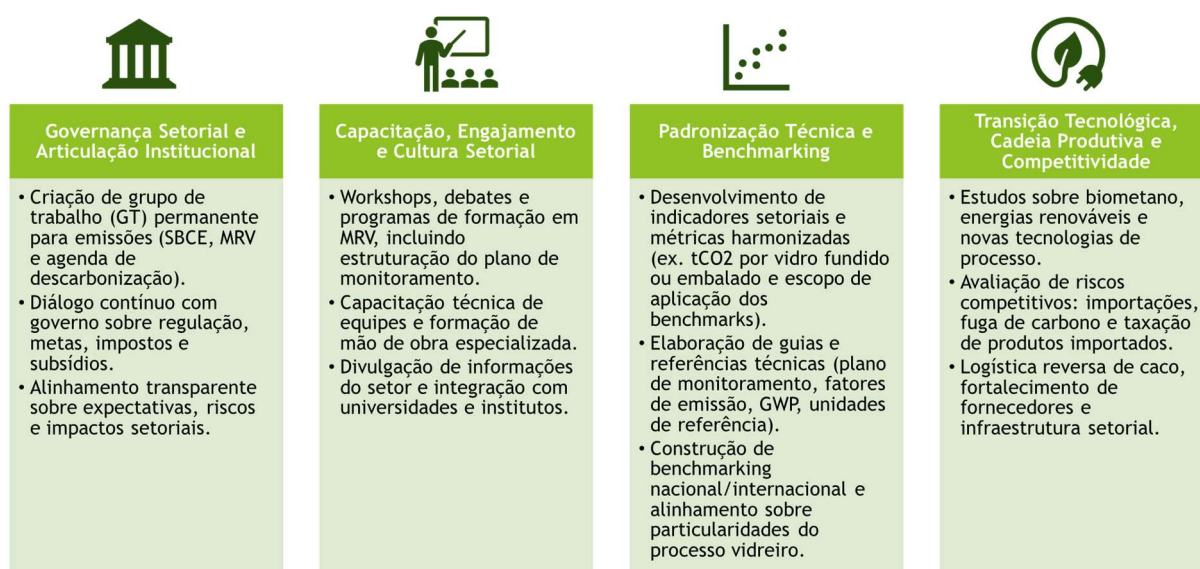


Figura 19 – Ações setoriais para impulsionamento das práticas de MRV e preparação para o SBCE.

7.7. MRV de indústrias vidreiras na União Europeia

Para além da participação de representantes locais das indústrias, também foram coletadas informações relacionadas a práticas de MRV em suas matrizes ou filiais europeias. Essa pesquisa adicional visou complementar o levantamento realizado no item 6 deste relatório, dando uma visão prática por parte das organizações sobre o EU-ETS. A **Tabela 13** apresenta um resumo das informações coletadas e inclui recomendações sobre posicionamentos setoriais relacionados ao SBCE.

Tabela 13 - Práticas de MRV e recomendações relacionadas ao SBCE por matrizes ou filiais europeias das empresas participantes.

Assuntos abordados	Respostas recebidas	Recomendações de posicionamentos para o SBCE
1. Obrigações e práticas de MRV em um ciclo de reporte	<p>Pelo EU-ETS, o ciclo envolve:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) Monitoramento com plano de monitoramento aprovado por autoridade competente (e re-submissão quando há mudanças); (ii) Reporte anual via <i>template</i> com prazo no fim de março; (iii) Verificação por verificadores acreditados antes do envio; e (iv) Entrega de licenças equivalentes às emissões até fim de setembro. <p>Também aponta desafios de interpretação entre participantes/verificadores/autoridades e que o verificador checa aderência ao plano, não “confere” cálculo de emissões em si.</p> <p>Outras práticas corporativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - É feito um reporte anual de emissões absolutas e evolução (em relação ao ano base e ano anterior (n-1)). - Os resultados são sempre validados por 3a parte, ao nível corporativo e por planta. - Os dados de intensidade fornecidos também são auditados e geralmente são utilizadas por clientes. 	<p>Para o SBCE:</p> <ul style="list-style-type: none"> (a) não exigir re-submissão do plano a cada ajuste; revisar em auditorias/rotina de fiscalização e/ou na verificação (se mantida); (b) simplificar <i>templates</i> de reporte; (c) harmonizar prazos com obrigações existentes e eliminar/alinhar duplicidades de reporte/verificação; (d) estudar substituição da verificação por terceira parte por ônus de compliance no participante, com fiscalização (auditoria/inspeção); (e) priorizar automação/digitalização (software online) como suporte ao controle.
2. Fontes de emissão (escopo) no MRV das instalações	<p>EU-ETS cobre Escopo 1:</p> <p>Como exemplo para vidro-plano, cobre emissões de processo (ex.: matérias-primas carbonatadas) e emissões de combustíveis (ex.: forno de float, caldeiras). O ETS cobre a instalação inteira (float + etapas downstream).</p> <p>Outras práticas corporativas/gestão:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Realização de inventários Escopos 1, 2 e 3. - Dependendo do setor, a maioria das emissões pode estar no Escopo 3, portanto, é importante que todas as empresas pelo menos estimem suas emissões de Escopo 3. 	<p>Para o SBCE, recomenda-se:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definições sobre o perímetro exato do relatório (fábricas, atividades, escritórios, etc.). - No caso do vidro plano, cobrir apenas o processo do vidro <i>float</i>, para aumentar a comparabilidade entre sites (especialmente para <i>benchmarking</i>).
3. Existência de guias setoriais de MRV (público/associações)	<p>Referências técnicas: website do EU ETS (Comissão Europeia, s.d.a); e EU-ETS Handbook (União Europeia, 2015).</p> <p>Outras práticas corporativas: Utilização do GHG Protocol.</p>	<p>Recomenda-se, como posicionamento setorial, adotar essas referências oficiais como base de estudo (e, por inferência do contexto, desenvolver/usar guias setoriais alinhados a elas).</p>

Assuntos abordados	Respostas recebidas	Recomendações e posicionamentos para o SBCE
<p>4. Desafios, riscos e/ou oportunidades no cumprimento do MRV</p>	<p>Aquisição de novas fábricas e atualização das emissões absolutas. Parte das reduções na indústria decorre de queda de atividade por custos de carbono + energia;</p> <p>Oportunidades de fortalecimento do relato de Escopo 3 com validação por 3a parte.</p> <p>Defesa de que o SBCE tenha visão holística e abordagem realista, considerando o que é viável com as melhores técnicas disponíveis (BAT); e que algumas oportunidades dependem de infraestrutura nacional (ex.: redes de hidrogênio, CCS, biometano, etc.).</p>	<p>Recomendações associadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> (a) atuar no desenho de <i>benchmarks</i> (inclusive por subsetor, p.ex. separar embalagens vs plano (<i>float</i>); e limitar ao processo de <i>float</i>, sem <i>downstream</i>); (b) educar reguladores sobre processos industriais e realidade setorial; (c) conceder licenças gratuitas para mitigar vazamento de carbono (d) evitar vinculação/duplicidade com outras regulações (eliminar ou harmonizar); (e) evitar taxas/encargos duplicados em diferentes níveis; (f) alinhar definições/metodologias a boas práticas internacionais (ex.: métrica operacional adequada). <p>Necessidade de reporte e <i>benchmarking</i> de dados de intensidade de CO₂, mas com unidades de medida unificadas para ter dados comparáveis. Por exemplo: toneladas de vidro embalado ou toneladas de vidro fundido.</p>

8. Diagnóstico do setor vidreiro nacional para implementação de práticas de MRV.

Com base nos levantamentos realizados e avaliação dos resultados das entrevistas sobre as práticas de MRV das indústrias de vidro no Brasil, apresentada no item 7, é importante destacar que:

- O Escopo 1 do setor, composto principalmente das categorias de combustão estacionária e IPPU (descarbonatação) já está bem mapeado e responde pela maior parte das emissões. De forma similar como ocorre no EU-ETS, pode-se dizer que este deve ser o foco do MRV regulatório no SBCE.
- As maiores lacunas (*gaps*) práticas para o SBCE tendem a ser a formalização e padronização do plano de monitoramento, procedimentos de QA/QC e preparação para auditorias por terceira parte, porque: (i) 46% das empresas ainda não têm procedimento formal de MRV, e regulação exigirá plano e relato conforme regras oficiais; (ii) a verificação de inventários hoje é baixa (31%) e o SBCE, na lei, já aponta a necessidade de avaliação de conformidade por organismo acreditado;
- Existem fontes pouco significativas (combustão móvel, emissões fugitivas etc.) que variam por tipo de produto/processo. Isso cria a necessidade de uma regra objetiva de materialidade, como a categoria *de minimis* do EU-ETS, para reduzir custo de conformidade sem perder integridade ambiental.
- A redução de emissões de Escopo 2 pela abordagem de escolha de compra de energia elétrica, com uso de Certificados de Energia Renovável (RECs) em seus inventários, ainda pode ser mais explorada pelas empresas, visto que apenas 38% utilizam essa abordagem.
- O relato público de emissões de GEE, hoje realizado por 46% das empresas de forma agregada (corporativa), tende a ser desagregado, por planta ou instalação, e se tornar comum pelos princípios de transparência regulatória.

No que diz respeito ao que ainda está em definição ou em fase de regulamentação para implementação do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE), conforme apresentado na **Tabela 2**, é possível verificar tendências e estabelecer

correlações entre a realidade do setor e as diretrizes/práticas internacionais do EU-ETS. Destacam-se quatro pontos principais que deverão ser avaliados setorialmente:

(1) Regulação do Setor de Produção de Vidro:

O setor de produção de vidro já está listado nos inventários de GEE nacionais e subnacionais e esteve desde o início incluso no EU-ETS com limiares específicos de capacidade. Porém, a atividade que apresenta emissões de GEE mais significativas é a **fusão de vidro**. Ou seja, plantas ou instalações que não contenham essa atividade, geralmente dedicadas ao acabamento, tratamento e/ou processamento do vidro, possivelmente não apresentam emissões que justifiquem a inclusão no SBCE por estarem abaixo de 10.000 tCO₂e/ano, conforme relatado por empresas do setor.

(2) Limites para enquadramento e obrigações de MRV

O SBCE não define se os limites para enquadramento devem ser calculados por operador, instalação ou fonte. O potencial conceito para instalação neste setor é a própria planta de fabricação de vidro que contém um ou mais fornos de fusão como fontes principais de emissões diretas de GEE. As emissões de combustão estacionária e a decomposição de carbonatos (IPPU) corresponde a mais de 97% das emissões de GEE. Em termos práticos, a diferença de se considerar as emissões diretas apenas dos fornos ou da planta como um todo tende a ser muito pequena.

As plantas vidreiras de grande porte geralmente operam acima do limite de 25.000 tCO₂e/ano, considerando suas emissões diretas (Escopo 1). Ou seja, a grande maioria deverá cumprir todas as obrigações do SBCE. Potenciais exceções seriam instalações menores de vidro especial ou oco, que podem estar abaixo ou próximas das linhas de corte para enquadramento no SBCE, a depender da abrangência ou limites específicos de enquadramento do sistema.

Sendo assim, considerando a prática atual do setor, e o exemplo do EU-ETS, a tendência seria a manutenção da mensuração das emissões (inventários) por planta ou instalação. Neste sentido, também seria possível a consolidação de dados por operador responsável por mais de uma planta, para efeitos de redução de custos do ciclo de MRV. A integração em uma plataforma ou sistema único de contabilização ao

nível nacional, eliminando-se a necessidade de MRV por Unidade da Federação complementar essa otimização.

(3) Emissões abrangidas e limites operacionais

No EU-ETS, o MRV deve cobrir todas as emissões diretas (Escopo 1) de processo e combustão relevantes, pelo princípio de completude; e a regulação detalha as fontes e classificação (*major*, *minor* e *de minimis*), assim como as simplificações permitidas. Seguindo este exemplo, as práticas nacionais e o princípio de completude também abordado pelas principais diretrizes de inventários organizacionais utilizadas pelo setor (GHG Protocol e ISO 14064-1) a tendência seria a realização do MRV de GEE voltado a todas as fontes do Escopo 1, porém com regras específicas de classificação, mensuração, simplificação ou potencial exclusão de fontes menos significativas para efeito de conciliação periódica.

Considerando o diferencial da matriz energética brasileira, que possui um maior % de energia renovável se comparada a outros países, também é importante a discussão setorial sobre a possibilidade de inclusão ou avaliação de Escopo 2 para efeitos de MRV e *benchmarking* de produto.

(4) Alocação gratuita das cotas de emissão (CBEs)

A pesquisa revelou incertezas sobre como será realizada a alocação gratuita no SBCE. As ações setoriais levantadas sugerem o desenvolvimento de métricas harmonizadas (ex.: tCO₂ por vidro fundido ou embalado, a depender do tipo de vidro) e realização de *benchmarking* nacional e internacional.

No EU-ETS, alocação gratuita no setor ocorre, como regra geral, via *benchmark* de produto: a quantidade de licenças gratuitas é calculada pelo *benchmark* do produto (tCO₂ por tonelada de produto) multiplicado pelo nível histórico de atividade/produção (toneladas históricas) da instalação. Depois, o valor pode ser ajustado por fatores do sistema (ex.: exposição a *fuga de carbono*, variações relevantes de atividade e, quando aplicável, fator de correção do total de licenças disponível). Além disso, as métricas de *benchmark*, por vidro fundido ou embalado, variam conforme tipo de vidro.

Dado o número reduzido de empresas de fabricação de vidro no Brasil, se comparado com a UE, a viabilidade de instrumentos como o *benchmarking* de produto precisará

ser estudada, assim como suas métricas e limites de aplicação, para garantir comparabilidade entre as plantas e os diversos tipos de vidro. Da mesma forma, a exposição do setor à competitividade internacional, risco de *fuga de carbono*, e mecanismos que protejam essa competitividade via alocação gratuita, também requerem estudo e discussão.

9. Diretrizes para posicionamento e planejamento setorial

A elaboração participativa deste diagnóstico constitui um primeiro passo de preparação e organização do setor vidreiro frente às exigências de políticas climáticas e do mercado regulado de carbono no Brasil. Considerando as incertezas ainda existentes sobre o desenho do SBCE, em especial sobre os requisitos de MRV e alocação gratuita, recomenda-se que o setor adote um planejamento prático, estruturado nas quatro linhas de ação setorial consolidadas a partir das entrevistas (“*Call to Action*”).

O planejamento setorial proposto busca: (i) criar capacidade institucional e técnica para interlocução qualificada sobre a regulamentação do SBCE; (ii) elevar a comparabilidade e a credibilidade dos dados setoriais; (iii) apoiar o desenvolvimento de métricas harmonizadas e de *benchmarking* (nacional e internacional); e (iv) orientar uma agenda de transição tecnológica e competitividade, considerando exposição a importações e risco de fuga de carbono.

9.1. Governança Setorial e Articulação Institucional

Diretriz: estruturar uma governança setorial contínua e uma agenda de articulação para influenciar definições-chave do SBCE e reduzir incertezas regulatórias.

Ações setoriais recomendadas:

- Instituir GT permanente do setor para SBCE/MRV e agenda de descarbonização, com calendário, entregáveis e participação de empresas, ABIVIDRO e especialistas.
- Manter diálogo contínuo com governo sobre regulação, metas, impostos, subsídios e desenho de instrumentos (incluindo critérios de alocação gratuita).

- Estabelecer alinhamento transparente de expectativas, riscos e impactos setoriais (inclusive competitividade internacional), produzindo notas técnicas e posições consolidadas.
 - Neste sentido, com base no que foi apresentado no **item 8**, a discussão de posicionamento sobre os limites de enquadramento ao nível de instalação e potenciais consolidações por operador pode ser um primeiro alinhamento necessário.

9.2. Capacitação, Engajamento e Cultura Setorial

Diretriz: ampliar capacidades técnicas e criar uma cultura setorial de MRV com linguagem comum, reduzindo assimetrias de entendimento e aumentando a qualidade de contribuição do setor ao SBCE.

Ações setoriais recomendadas:

- Realizar workshops, debates e programas de formação em MRV, incluindo a estruturação do plano de monitoramento para o vidro, com trilhas por tema (fontes típicas do vidro, critérios de materialidade, prazos, evidências, verificação).
- Promover capacitação técnica de equipes e estímulo à formação de mão de obra especializada (emissões industriais, dados, auditoria/verificação).
- Fortalecer a divulgação de informações do setor e integração com universidades ou institutos, apoiando estudos aplicados e referências técnicas.

9.3. Padronização Técnica e Benchmarking

Diretriz: construir uma base técnica setorial para reduzir divergências metodológicas, melhorar comparabilidade e preparar o setor para mecanismos de alocação gratuita e metas por intensidade.

Ações setoriais recomendadas:

- Desenvolver indicadores setoriais e métricas harmonizadas (ex.: tCO₂ por vidro fundido ou embalado, com definição do denominador conforme tipo de vidro e finalidade regulatória).

- Elaborar guias e referências técnicas setoriais (plano de monitoramento, unidades de referência, fatores de emissão, GWP, critérios mínimos de evidência e rastreabilidade).
- Construir *benchmarking* nacional e internacional, alinhando as particularidades do processo vidreiro e do contexto local, para garantir comparabilidade entre plantas e tipos de produto.

9.4. Transição Tecnológica, Cadeia Produtiva e Competitividade

Diretriz: orientar uma agenda setorial de mitigação que seja tecnicamente viável, preserve competitividade e considere os condicionantes de infraestrutura e cadeia produtiva.

Ações setoriais recomendadas:

- Realizar estudos setoriais sobre rotas (biometano, energias renováveis e novas tecnologias de processo) e seus requisitos de infraestrutura.
- Avaliar riscos competitivos (importações, fuga de carbono e potenciais medidas de equalização ou isonomia com produtos importados), subsidiando posições do setor sobre desenho de alocação gratuita e demais mecanismos do SBCE.
- Avançar em agenda de logística reversa de caco, fortalecimento de fornecedores e infraestrutura setorial, como habilitadores de eficiência e redução de emissões.

9.5. Recomendações adicionais para o desenho do MRV e redução de custo de conformidade no SBCE

Com base nas respostas sobre práticas europeias consolidadas no relatório, recomenda-se que o setor defenda, na regulamentação, medidas que aumentem a efetividade do MRV e reduzam complexidade e custo:

- Simplificação dos modelos e formatos de reporte, evitando excesso de complexidade operacional.
- Avaliar, como posição setorial, que o SBCE evite duplicações com outras regulações e reporte existentes quando isso gerar dupla carga. Isso se aplica

também à harmonização de prazos e obrigações já existentes de inventários de GEE por Unidade Federativa, reduzindo sobrecarga administrativa.

- Para fins de comparabilidade e eventual *benchmarking*, avaliar o desenho de fronteira regulatória de modo a maximizar comparabilidade entre plantas.

Por fim, ao analisar as práticas internacionais, como as da União Europeia, é importante ter consciência que o desenvolvimento do EU-ETS que temos hoje não se deu “da noite para o dia”, mas sim, ao longo de 20 anos. Embora o Brasil possa estudar essa trajetória e aprender com acertos e erros, ao tomar esse sistema como referência, deve-se considerar a necessidade de adaptação ao contexto local, as diferenças de representatividade das atividades abrangidas nas emissões de GEE, o estágio de desenvolvimento socioeconômico nacional e as possibilidades de simplificação.

REFERÊNCIAS

ABIVIDRO. Análise das Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE). para a Indústria Brasileira de Vidro Elaborado por: MGM Innova Brasil Consultoria. ABIVIDRO, 2023.

ABIVIDRO. Informação recebida por e-mail, com o assunto “Análise CNAEs Vidro Plano Abividro x MCTI”, em 31 out. 2025.

ABIVIDRO. Institucional. São Paulo, s.d.. Disponível em: <https://abividro.org.br/>. Acesso em: 17 dez. 2025.

CETESB. Decisão de Diretoria nº 083/2024/A, de 03 de outubro de 2024. Dispõe sobre os critérios para a elaboração do inventário de emissões de gases de efeito estufa (GEE) no Estado de São Paulo e dá outras providências. Diário Oficial do Estado de São Paulo, Caderno Executivo – Seção III, ed. nº 134, p. 18-19, 18 out. 2024. Disponível em: <https://modal.cetesb.sp.gov.br/digitais/textual/DD-2024/DD083-2024.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2025.

CETESB. Relatório dinâmico de emissões de GEE. São Paulo: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, s.d. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-empresendimentos/relatorio-dinamico-de-emissoes-de-gee/>. Acesso em: 15 dez. 2025.

CETESB. SP lança Relatório Dinâmico de Emissão de Gases de Efeito Estufa. São Paulo: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 8 dez. 2023. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/blog/2023/12/08/sp-lanca-relatorio-dinamico-de-emissao-de-gases-de-efeito-estufa/>. Acesso em: 15 dez. 2025.

Comissão Europeia. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Manufacture of Glass (BREF). Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2013. 769 p. Disponível em: https://bureau-industrial-transformation.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2019-11/GLS_Adopted_03_2012_0.pdf. Acesso em: 6 out. 2025

Comissão Europeia. EU Emissions Trading System (EU ETS). European Commission, s.d.a. Disponível em: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/carbon-markets/eu-emissions-trading-system-eu-ets_en. Acesso em: 23 out. 2025.

Comissão Europeia. Carbon leakage list 2021–2030: emissions intensity and trade intensity results. European Commission – Climate Action, 2018. Disponível em: https://climate.ec.europa.eu/system/files/2018-05/6_cll-ei-ti_results_en.pdf. Acesso em: 16 dez. 2025.

Comissão Europeia. Direção-Geral da Ação Climática (DG CLIMA). ETS Reporting Tool (ERT). [Bruxelas]: European Commission, s.d.b. Disponível em: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/carbon-markets/eu-emissions-trading-system-eu-ets/monitoring-reporting-and-verification/ets-reporting-tool-ert_en. Acesso em: 16 dez. 2025.

Comissão Europeia. Direção-Geral da Ação Climática (DG CLIMA). Guidance Document: The Monitoring and Reporting Regulation – General guidance for installations (MRR Guidance document No. 1). Updated version, final draft, 14 jan. 2025. [Bruxelas]: European Commission, 2025. Disponível em: https://climate.ec.europa.eu/system/files/2023-03/gd1_guidance_installations_en.pdf. Acesso em: 16 dez. 2025.

Comissão Europeia. Directorate-General for Climate Action (DG CLIMA). Guidance on Interpretation of Annex I of the EU ETS Directive (excl. aviation and maritime activities) — EU ETS Guidance document No. 0. Updated version, 4 December 2024. Brussels: European Commission, 2024. Disponível em: https://climate.ec.europa.eu/document/download/edc93136-82a0-482c-bf47-39ecaf13b318_en?filename=policy_ets_gd0_annex_i_euets_directive_en.pdf. Acesso em: 23 out. 2025.

Comissão Europeia. Directorate-General for Climate Action. Guidance Document nº9 on the harmonised free allocation methodology for the EU-ETS post 2020: Sector-specific guidance. Final version issued on 15 February 2019 and updated on 29 July 2019. [S.l.]: European Commission, 2019.

Disponível em: https://climate.ec.europa.eu/system/files/2019-07/p4_gd9_sector_specific_guidance_en.pdf. Acesso em: 16 dez. 2025.

Comissão Europeia. Update of benchmark values for the years 2021–2025 of phase 4 of the EU ETS: Benchmark curves and key parameters. Updated final version issued on 12 Oct. 2021. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2021. Disponível em: https://climate.ec.europa.eu/system/files/2021-10/policy_ets_allowances_bm_curve_factsheets_en.pdf. Acesso em: 26 out. 2025.

Confederação Nacional da Indústria (CNI). Diagnóstico sobre os sistemas de MRV de emissões e remoções de GEE. Brasília: CNI, 2023. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/08/38/0838f43d-7fad-4687-b087-513623886c8f/id_243930_diagnostico_sobre_os_sistemas_interativo.pdf. Acesso em: 14 out. 2025.

Council of the European Union. Fit for 55: Reform of the EU Emissions Trading System (ETS). Brussels: Council of the European Union, 2023. Disponível em: <https://www.consilium.europa.eu/en/infographics/fit-for-55-eu-emissions-trading-system/>. Acesso em: 20 out. 2025.

Decreto nº 12.677, de 15 de outubro de 2025. Altera o Decreto nº 11.907, de 30 de janeiro de 2024, aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e das Funções de Confiança do Ministério da Fazenda, cria a Secretaria Extraordinária do Mercado de Carbono, regulamenta o art. 6º da Lei nº 15.042/2024 e remaneja e transforma cargos comissionados. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 15 out. 2025. Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=DEC&numero=12677&ano=2025&ato=82fcXVE9UNZpWTd34>. Acesso em: 15 dez. 2025.

Decreto nº 9.073, de 5 de junho de 2017. Promulga o Acordo de Paris sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, celebrado em Paris em 12 de dezembro de 2015. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 6 jun. 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/D9073.htm. Acesso em: 29 set. 2025.

Decreto nº 9.172, de 18 de outubro de 2017. Dispõe sobre o Sistema de Registro Nacional de Emissões – SIRENE. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 19 out. 2017. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/D9172.htm. Acesso em: 29 set. 2025.

Decreto nº 9.578, de 22 de novembro de 2018. Consolida atos normativos editados pelo Poder Executivo Federal que dispõem sobre a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 23 nov. 2018. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9578.htm. Acesso em: 29 set. 2025.

Ecofys; Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research; Öko-Institut. Glass — Methodology for the free allocation of emission allowances in the EU ETS post 2012: Sector report for the glass industry. [S.l.]: European Commission, nov. 2009. Disponível em: https://climate.ec.europa.eu/system/files/2016-11/bm_study-glass_en.pdf. Acesso em: 16 dez. 2025.

European Environment Agency (EEA). Annual European Union greenhouse gas inventory 1990–2022 and inventory document 2024. EEA/PUBL/2024/046. Copenhagen: EEA, 2024. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/annual-european-union-greenhouse-gas-inventory>. Acesso em: 26 out. 2025.

European Environment Agency (EEA). EU Emissions Trading System (ETS) data viewer. Copenhagen: EEA. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/maps-and-charts/emissions-trading-viewer-1-dashboards>. Acesso em: 26 out. 2025.

Federation Of European Manufacturers Of Glass Containers – FEVE. Recycling: why glass always has a happy CO₂ ending. Bruxelas: FEVE, 2016. Disponível em: <https://feve.org/wp->

[content/uploads/2016/04/FEVE-brochure-Recycling-Why-glass-always-has-a-happy-CO2-ending-.pdf](#). Acesso em: 13 dez. 2025.

GHG Protocol. Scope 2 Guidance: an amendment to the GHG Protocol Corporate Standard. Washington, DC: World Resources Institute (WRI), 2015. Disponível em: <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/2023-03/Scope%20%20Guidance.pdf>. Acesso em: 16 dez. 2025.

Glass Alliance Europe. Statistical Report 2024-2025: European Glass Industries. May 2025. Disponível em: <https://www.wko.at/oe/industrie/glasindustrie/statistical-report-glass-alliance-europe.pdf>. Acesso em: 26 out. 2025.

Glass Fibre Europe. EU ETS — Glass Fibre. Brussels: Glass Fibre Europe. Disponível em: <https://glassfibreurope.eu/policy-areas/climate-energy/eu-ets/>. Acesso em: 26 out. 2025.

Instituto Estadual Do Ambiente (INEA). NOP-INEA-52 – Procedimentos para atendimento ao Programa de Relato de Emissões de Gases de Efeito Estufa para fins de licenciamento ambiental e composição do Cadastro Estadual de Emissões de GEE no Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 30 nov. 2022. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/615567598/NOP-INEA-52-R-0>. Acesso em: 17 dez. 2025.

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Instrução Normativa nº 1, de 25 de janeiro de 2013. Estabelece procedimentos para a apresentação do Relatório Anual de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais (RAPP), no âmbito do Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais (CTF/APP). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 jan. 2013.

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Instrução Normativa nº 6, de 24 de março de 2014. Dispõe sobre os procedimentos para o preenchimento e entrega do Relatório Anual de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais (RAPP) e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 mar. 2014.

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Dados abertos do IBAMA. Brasília, DF: IBAMA, 2021. Disponível em: https://dadosabertos.ibama.gov.br/pt_PT/organization/ibama. Acesso em: 15 dez. 2025.

Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 30 dez. 2009. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm. Acesso em: 29 set. 2025.

Lei nº 15.042, de 11 de dezembro de 2024. Dispõe sobre o mercado regulado de carbono no Brasil e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 12 dez. 2024. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2024/lei-15042-11-dezembro-2024-796690-publicacaooriginal-173745-pl.html>. Acesso em: 29 set. 2025.

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa – Séries Históricas 1990-2022. Brasília, DF: MCTI, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-bienais-de-transparencia-btrs/Relatorio_delnventario_NacionalNIR_2024_PORT.pdf. Acesso em: 6 out. 2025.

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). Relatório de Referência. Setor de Processos Industriais e Uso de Produtos. Brasília, DF: MCTI, 2020. Disponível em: <https://repositorio.mcti.gov.br/handle/mctic/5310>. Acesso em: 6 out. 2025.

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). Relatório de Referência. Setor de Energia: Emissões de Combustão Estacionária nas Indústrias de Transformação. Brasília, DF: MCTI, 2020.

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). Relatórios Bienais de Transparência (BTRs). Brasília, DF: MCTI, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-bienais-de-transparencia-btrs/>. Acesso em: 6 out. 2025.

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI). 6.^a edição – Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE). Brasília, DF: MCTI, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/estimativas-anuais-de-emissoes-gee/arquivos/6a-ed-estimativas-anuais.pdf>. Acesso em: 7 out. 2025.

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI). Comunicações Nacionais do Brasil à UNFCCC. Brasília, DF: MCTI, s.d.. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/comunicacoes-nacionais-do-brasil-a-unfccc>. Acesso em: 6 out. 2025.

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI). Especialistas e representantes da indústria destacam o papel do SIRENE Organizacionais na transparência e competitividade. Brasília, DF: MCTI, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2024/11/especialistas-e-representantes-da-industrias-destacam-o-papel-do-sirene-organizacionais-na-transparencia-e-competitividade>. Acesso em: 29 set. 2025.

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI). Nota metodológica: desagregação das estimativas de emissões e remoções do inventário nacional de gases de efeito estufa por unidade federativa (1990 a 2022). Brasília: MCTI, 2025. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/Nota_Metodologica_EstadualizacaoGEE_1990a2022.pdf. Acesso em: 7 out. 2025.

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI). Plano de trabalho entre MCTI e ABIVIDRO busca aprimorar dados para o Inventário Nacional de GEE. Brasília, DF: MCTI, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2025/04/plano-de-trabalho-entre-mcti-e-abividro-busca-aprimorar-dados-para-o-inventario-nacional-de-gee>. Acesso em: 6 out. 2025.

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI). Plataforma do MCTI SIRENE Organizacionais: inventários organizacionais de emissões de gases de efeito estufa. Brasília, DF: MCTI, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/emissoes/inventarios-organizacionais>. Acesso em: 29 set. 2025.

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI). Plataforma SIRENE Organizacionais. Brasília, DF: MCTI, 2024. Disponível em: <https://sireneorganizacionais.mcti.gov.br/>. Acesso em: 29 set. 2025.

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI). Plataforma SIRENE Organizacionais abre primeiro ciclo de recebimento de inventários de emissões de gases de efeito estufa das empresas. Brasília, DF: MCTI, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2024/11/plataforma-do-mcti-sirene-organizacionais-abre-primeiro-ciclo-de-recebimento-de-inventarios-de-emissoes-de-gases-de-efeito-estufa-das-empresas>. Acesso em: 29 set. 2025.

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI). Representantes técnicos de federações da indústria e associações setoriais conhecem plataforma “SIRENE Organizacionais” do MCTI. Brasília, DF: MCTI, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2024/02/representantes-tecnicos-de-federacoes-da-industria-e-associacoes-setoriais-conhecem-plataforma-sirene-organizacionais-do-mcti>. Acesso em: 29 set. 2025.

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI). Secretaria de Pesquisa e Formação Científica. Quarta Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, 2021.

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI). Sistema de Registro Nacional de Emissões – SIRENE. Brasília, DF: MCTI, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/cgcl/paginas/sistema-de-registro-nacional-de-emissoes-sirene>. Acesso em: 7 out. 2025.

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI). Sistema de Registro Nacional de Emissões – SIRENE: inventários organizacionais. Brasília, DF: MCTI, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/emissoes/inventarios-organizacionais>. Acesso em: 29 set. 2025.

Ministério da Fazenda. Deck de anúncios iniciais. Brasília, DF, nov. 2025. Disponível em: https://www.gov.br/fazenda/pt-br/central-de-conteudo/publicacoes/apresentacoes/2025/novembro/deck_anuncios-iniciais-pptx-1-1.pdf/view. Acesso em: 15 dez. 2025.

Ministério da Fazenda. Plano de Transformação Ecológica. Brasília, DF: Ministério da Fazenda, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/fazenda/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/transformacao-ecologica>. Acesso em: 29 set. 2025.

Ministério da Fazenda. Roteiro de implementação do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa – SBCE. Brasília, DF: Ministério da Fazenda, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/fazenda/pt-br/central-de-conteudo/publicacoes/guias-e-manuais/2024/241209-crth-implementacao-sbce-v4.pdf/view>. Acesso em: 29 set. 2025.

Ministério da Fazenda. Sancionada a lei que estabelece as bases para um mercado regulado de carbono no Brasil. Brasília, DF: Ministério da Fazenda, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/fazenda/pt-br/assuntos/noticias/2024/dezembro/Sancionada-a-lei-que-estabelece-as-bases-para-um-mercado-regulado-de-carbono-no-Brasil>. Acesso em: 29 set. 2025.

Ministério das Relações Exteriores. Brazil's Second Nationally Determined Contribution (NDC). Brasília: Ministério das Relações Exteriores, nov. 2024. Submetida durante a COP29, Baku, Azerbaijão. Disponível em: https://unfccc.int/sites/default/files/2024-11/Brazil_Second%20Nationally%20Determined%20Contribution%20%28NDC%29_November2024.pdf. Acesso em: 29 set. 2025.

Ministério das Relações Exteriores. Paris Agreement: Brazil's Nationally Determined Contribution (NDC). Brasília: MRE, 2016. Disponível em: <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Brazil%20First/Brazil%20First%20NDC%20-%20English%20Version.pdf>. Acesso em: 29 set. 2025.

Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC). Plano Clima Mitigação: Plano Setorial Indústria. Brasília, DF, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/composicao/smc/plano-clima/arquivos/arquivos-plano-clima-mitigacao/psm-industria-documento-na-integra.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2025.

Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA). Governo federal inicia consulta pública aos planos setoriais de mitigação climática. 28 jul. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/noticias/governo-federal-inicia-consulta-publica-aos-planos-setoriais-de-mitigacao-climatica>. Acesso em: 14 dez. 2025.

Prefeitura do Rio de Janeiro. Secretaria de Ambiente e Clima. Inventário GEE 2020-2021. Rio de Janeiro, RJ: Prefeitura do Rio, 2023. Disponível em: https://ambienteclima.prefeitura.rio/wp-content/uploads/sites/81/2023/12/InventarioGEE2020_2021.pdf. Acesso em: 7 out. 2025.

The Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol). A corporate accounting and reporting standard: revised edition. Washington, DC; Geneva: World Resources Institute (WRI); World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), 2004. Disponível em: <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf>. Acesso em: 16 dez. 2025.

União Europeia. Comissão Europeia. Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM). Brussels: European Commission, s.d.b. Disponível em: https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism_en. Acesso em: 16 dez. 2025.

União Europeia. Comissão Europeia. Carbon leakage (EU ETS – Free allocation). Brussels: European Commission, s.d.a. Disponível em: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/carbon-markets/eu-emissions-trading-system-eu-ets/free-allocation/carbon-leakage_en. Acesso em: 16 dez. 2025.

União Europeia. Comissão Europeia. Comunicação da Comissão – Lista preliminar de fugas de carbono, 2021–2030. Jornal Oficial da União Europeia, C 162, 08 maio 2018. Disponível em: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018XC0508\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018XC0508(01)). Acesso em: 23 out. 2025.

União Europeia. Comissão Europeia. Decisão 2011/278/UE, de 27 de abril de 2011, que determina regras transitórias à escala da União para a atribuição harmonizada de licenças de emissão a título gratuito (benchmarking) nos termos do art. 10.º-A da Diretiva 2003/87/CE. Jornal Oficial da União Europeia, L 130, 17 maio 2011. Disponível em: <http://data.europa.eu/eli/dec/2011/278/oj>. Acesso em: 16 dez. 2025.

União Europeia. Comissão Europeia. Decisão Delegada (UE) 2019/708, de 15 de fevereiro de 2019, sobre a determinação dos setores e subsetores considerados expostos ao risco de carbon leakage para 2021–2030. Jornal Oficial da União Europeia, L 120, 8 maio 2019. Disponível em: http://data.europa.eu/eli/dec_del/2019/708/oj. Acesso em: 16 dez. 2025.

União Europeia. Comissão Europeia. EU ETS Handbook. [S.l.]: European Union, 2015. Disponível em: https://climate.ec.europa.eu/system/files/2017-03/ets_handbook_en.pdf. Acesso em: 16 dez. 2025.

União Europeia. Comissão Europeia. Regulamento de Execução (UE) 2018/2066 da Comissão, de 19 de dezembro de 2018, relativo à monitorização e comunicação das emissões de gases com efeito de estufa nos termos da Diretiva 2003/87/CE do Parlamento Europeu e do Conselho. Jornal Oficial da União Europeia, L 334, 31 dez. 2018. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:32018R2066>. Acesso em: 16 dez. 2025.

União Europeia. Comissão Europeia. Regulamento de Execução (UE) 2021/447, de 12 de março de 2021, que estabelece valores revistos de benchmarks para alocação gratuita de licenças de emissão (2021–2025). Jornal Oficial da União Europeia, L 87, 15 mar. 2021, p. 29. Disponível em: http://data.europa.eu/eli/reg_impl/2021/447/oj. Acesso em: 16 dez. 2025.

União Europeia. Comité Económico e Social Europeu. Parecer do Comité Económico e Social Europeu sobre o tema “A indústria vidreira da UE: um setor estratégico para a economia, o emprego, a mobilidade, a energia e o meio ambiente”. Jornal Oficial da União Europeia, C 105, 11 março 2022. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021IE2384>. Acesso em: 23 out. 2025.

União Europeia. Decisão 2010/2/EU da Comissão, de 24 de dezembro de 2009, que estabelece, nos termos da Diretiva 2003/87/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, uma lista dos setores e subsetores considerados expostos a um risco significativo de fuga de carbono. Jornal Oficial da União Europeia, L 1, p. 10-18, 5 jan. 2010. Disponível em: [https://eur-lex.europa.eu/eli/dec/2010/2\(1\)/oj](https://eur-lex.europa.eu/eli/dec/2010/2(1)/oj). Acesso em: 17 dez. 2025.

União Europeia. Diretiva 2003/87/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 13 de outubro de 2003, que estabelece um regime para o comércio de licenças de emissão de gases com efeito de estufa na União. Jornal Oficial da União Europeia, L 275, 25 out. 2003. Disponível em: <http://data.europa.eu/eli/dir/2003/87/oj>. Acesso em: 16 dez. 2025.

União Europeia. Parlamento Europeu; Conselho da União Europeia. Diretiva 2003/87/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 13 de outubro de 2003, que estabelece um regime para o comércio de licenças de emissão de gases com efeito de estufa na Comunidade e que altera a Diretiva 96/61/CE do Conselho. Versão consolidada até 01 mar. 2024. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A02003L0087-20240301>. Acesso em: 23 out. 2025.

United Nations (UN). Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change. Quioto: United Nations, 1997. Disponível em: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>. Acesso em: 23 out. 2025.

Realização:

MINISTÉRIO DO
DESENVOLVIMENTO,
INDÚSTRIA, COMÉRCIO
E SERVIÇOS

GOVERNO DO
BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO



▶ Participação e revisão:



▶ Elaboração:

