

# DIAGNÓSTICO SOBRE OS SISTEMAS DE MRV DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GEE





# DIAGNÓSTICO SOBRE OS SISTEMAS DE MRV DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GEE

Acesse a publicação  
pelo QR Code abaixo.



**CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI**

*Antonio Ricardo Alvarez Alban*

Presidente

**Gabinete da Presidência**

*Danusa Costa Lima e Silva de Amorim*

Chefe do Gabinete - Diretora

**Diretoria de Desenvolvimento Industrial e Economia**

*Rafael Esmeraldo Lucchesi Ramacciotti*

Diretor

**Diretoria de Relações Institucionais**

*Roberto de Oliveira Muniz*

Diretor

**Diretoria de Serviços Corporativos**

*Cid Carvalho Vianna*

Diretor

**Diretoria Jurídica**

*Cassio Augusto Muniz Borges*

Diretor

**Diretoria de Comunicação**

*Ana Maria Curado Matta*

Diretora

**Diretoria de Inovação**

*Jefferson de Oliveira Gomes*

Diretor



# DIAGNÓSTICO SOBRE OS SISTEMAS DE MRV DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GEE



© 2023. CNI – Confederação Nacional da Indústria.

Qualquer parte desta obra poderá ser reproduzida, desde que citada a fonte.

CNI

**Gerência Executiva de Meio Ambiente e Sustentabilidade**

---

FICHA CATALOGRÁFICA

---

C748d

Confederação Nacional da Indústria.

Diagnóstico sobre os Sistemas de MRV de emissões e remoções de GEE /  
Confederação Nacional da Indústria. – Brasília : CNI, 2023.

84 p. : il.

ISBN 978-85-7957-306-4

1.Emissões de Gases de Efeito Estufa. 2. Mensuração, Relato e Verificação. I. Título.

CDU: 502.12

---

CNI  
Confederação Nacional da Indústria  
**Sede**  
Setor Bancário Norte  
Quadra 1 – Bloco C  
Edifício Roberto Simonsen  
70040-903 – Brasília – DF  
Tel.: (61) 3317-9000  
Fax: (61) 3317-9994  
<http://www.portaldaindustria.com.br/cni/>

**Serviço de Atendimento ao Cliente - SAC**  
Tels.: (61) 3317-9989/3317-9992  
[sac@cni.com.br](mailto:sac@cni.com.br)

# LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Diagnóstico do sistema de MRV europeu .....	24
<b>Tabela 2</b> – Diagnóstico do sistema de MRV norte americano .....	27
<b>Tabela 3</b> – Diagnóstico do sistema de MRV japonês.....	29
<b>Tabela 4</b> – Possíveis informações sobre o futuro sistema de MRV chinês .....	35
<b>Tabela 5</b> – Sistema de MRV mexicano .....	36
<b>Tabela 6</b> – Informações sobre as práticas de MRV no setor de cimento.....	43
<b>Tabela 7</b> – Informações sobre as práticas de MRV no setor de vidros.....	45
<b>Tabela 8</b> – Informações sobre as práticas de MRV do Aço Brasil .....	47
<b>Tabela 9</b> – Informações sobre as práticas de MRV do setor do alumínio, representado pela ABAL e case CBA. ....	49
<b>Tabela 10</b> – Informações sobre as práticas de MRV no setor químico.....	53
<b>Tabela 11</b> – Informações sobre as práticas de MRV no setor de papel e celulose .....	56
<b>Tabela 12</b> – Informações sobre as práticas de MRV do IBP.....	59
<b>Tabela 13</b> – Informações sobre as práticas de MRV - FMASE.....	62



# SUMÁRIO

<b>CARTA DO PRESIDENTE</b> .....	<b>9</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2 ASPECTOS IMPORTANTES NA CONSOLIDAÇÃO DE SISTEMAS MRV</b> .....	<b>15</b>
2.1 Contexto histórico: da Rio-92 aos dias de hoje .....	15
2.2 Abordagem absoluta vs. intensidade .....	16
2.3 Fatores de emissão e potencial de aquecimento global .....	17
2.4 Abordagem de adicionalidade .....	17
2.5 Normas e diretrizes .....	18
2.6 Ponto de regulação: produção vs. consumo .....	19
2.7 Método de quantificação de emissões – classificação em <i>tiers</i> , ou camadas, de acordo com a precisão da quantificação .....	20
<b>3 PRÁTICAS INTERNACIONAIS DE MRV</b> .....	<b>23</b>
3.1 União Europeia .....	23
3.2 Estados Unidos – Programa de Relato de Gases do Efeito Estufa da Agência de Proteção do Meio Ambiente dos Estados Unidos (GHGRP) .....	26
3.3 Japão .....	29
3.3.1 Sistema Nacional de Inventário .....	31
3.3.2 Programa Obrigatório de <i>Cap-and-Trade</i> de Tóquio (TMG) .....	31
3.3.3 Programa Obrigatório de <i>Cap-and-Trade</i> de Saitama (T-SET) .....	32
3.3.4 Programa nacional de certificação de créditos de carbono (J-Credit) .....	33
3.4 China .....	34
3.4.1 Sistema Nacional de Comércio de Emissões da China (China-ETS) .....	34
3.5 México .....	36
3.6 Análise das práticas internacionais de MRV .....	37
<b>4 PRÁTICAS SETORIAIS DE MRV NO BRASIL</b> .....	<b>41</b>
4.1 Setores pesquisados .....	42
4.1.1 Cimento .....	42
4.1.2 Vidro .....	44
4.1.3 Siderurgia .....	46
4.1.4 Alumínio .....	48
4.1.5 Químico .....	52
4.1.6 Papel e celulose .....	54
4.1.7 Óleo e gás .....	57
4.1.8 Setor elétrico .....	61
4.2 Análise das práticas setoriais .....	63
<b>5 AVALIAÇÃO DAS PRÁTICAS DE MRV NO BRASIL E NO MUNDO</b> .....	<b>69</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>73</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>75</b>
<b>APÊNDICE A</b> .....	<b>83</b>
<b>APÊNDICE B</b> .....	<b>84</b>



# CARTA DO PRESIDENTE

A necessidade de acelerar o movimento de transição para uma economia de baixo carbono, por meio da redução dos gases de efeito estufa (GEE), virou uma prioridade na agenda internacional. A pandemia da covid-19 e os conflitos geopolíticos recentes tiveram impactos na economia global, ressaltando o papel da descarbonização para a construção de uma nova realidade.

Felizmente, a descarbonização, hoje, faz parte das estratégias corporativas. Com o avanço das discussões sobre o mercado regulado de carbono e com a adoção, pela Europa, da taxa na fronteira, que demandará informações sobre as emissões embutidas nos produtos importados, é preciso criar um efetivo sistema de Mensuração, Relato e Verificação (MRV) das emissões e remoções de GEE.

A adoção de protocolos de MRV pela indústria brasileira é realizada de forma voluntária e ainda fragmentária. O relato de emissões surge em diferentes contextos, incluindo a elaboração de relatórios de sustentabilidade, a adesão a plataformas públicas ou a programas governamentais, a viabilização de financiamentos e o estabelecimento de projetos de redução de emissões.

Uma estrutura consolidada de MRV nacional é essencial para o país desenhar políticas públicas e estratégias de redução de GEE de maneira adequada ao contexto brasileiro. A atribuição, em âmbito federal, de disponibilizar essa ferramenta é do Sistema de Registro Nacional de Emissões (Sirene), cuja implementação e manutenção está a cargo do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação.

O objetivo do presente estudo é fazer um levantamento do MRV na indústria brasileira e das práticas em alguns países, no intuito de colaborar com o governo no aperfeiçoamento do mecanismo. Esperamos que este trabalho contribua para a melhor compreensão do assunto e para a cooperação técnica entre indústria e setor público.

Boa leitura.

**Antonio Ricardo Alvarez Alban**

Presidente da CNI







# 1 INTRODUÇÃO

Dentre as diversas configurações possíveis de instrumentos regulatórios de emissões, aquela que vem sendo discutida no Brasil de forma mais intensa desde 2016, são os instrumentos do tipo “*cap-and-trade*”, em que limites máximos de emissão são atribuídos às emissões das empresas reguladas e, em paralelo, são distribuídas permissões de emissão com montante total igual ao limite global de emissões. Também conhecidos como Sistemas de Comércio de Emissões, são esses os instrumentos que mais têm sido considerados para a estruturação de uma institucionalidade nacional de regulação formal das emissões de GEE.

Para que um Sistema de Comércio de Emissões seja factível, os mecanismos mensuração, relato e verificação (MRV) de emissões de GEE devem estar funcionando adequadamente.

A sigla “MRV” resulta da junção de três processos interrelacionados: mensuração – ou medição – (M), relato – ou relatório – (R) e verificação (V). Essa tríade tem o objetivo de dar a sustentação empírica ou factual àquilo que se conhece como instrumentos de regulação das emissões de gases do efeito estufa (GEE). De fato, sem a medição, não é possível acompanhar a evolução no tempo das emissões de uma determinada planta ou comparar as emissões de uma planta com as de outra. Portanto, o MRV é um mecanismo habilitador de qualquer instrumento de política climática, seja ele de caráter econômico, de comando e controle ou até mesmo com viés de comunicação e sensibilização.

O processo de mensuração envolve coleta, análise e cálculo de dados para a geração de informações passíveis de relato. A mensuração pode ser baseada em medidores (ex.: medidor de consumo de eletricidade), cálculos de engenharia (ex.: a multiplicação de um fator de emissão de queima de combustível por uma quantidade mensurada de consumo desse combustível), balanço de massa (ex.: uso do teor de carbono embutido em combustíveis) ou outros métodos mais agregados de cálculo. Já o relato é o processo de compilação, organização e transmissão da informação a um ou mais interlocutores, também chamado de inventário. Nessa etapa, os resultados dos cálculos e da análise estarão aptos a passar à fase seguinte, de verificação. Assim, o relato poderá ser submetido à verificação independente, ou seja, revisão, análise ou avaliação de uma terceira parte, visando garantir a integridade e confiabilidade dos resultados. No Brasil, a verificação independente deve ser realizada por um Organismo de Verificação de Inventários de Gases Efeito Estufa (OVV) acreditado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro).

A implementação de um protocolo de MRV passa pelas seguintes etapas:

- Determinação das fontes de emissão: inclusão das fontes de emissão mais relevantes (*key categories*, na linguagem dos IPCC *Guidelines*);
- Coleta de dados: identificação dos gases que serão contemplados, compilação dos dados existentes e planejamento da coleta de novos dados;
- Consistência dos dados: garantia da comparabilidade das informações ao longo do tempo;
- Análise de incerteza: identificação do grau de incerteza aceitável para as estimativas de emissão;
- Relato: adoção de planilhas padronizadas, criação de sistemas de relato online, definições de termos e uso de notações padronizadas; e
- Verificação: contratação de terceira parte independente para assegurar que a mensuração e o relato atendam às normas referidas pela organização na elaboração do inventário de emissões de GEE.

Detalhamento – a operacionalização do MRV pode acontecer segundo diferentes protocolos ou metodologias – mais ou menos detalhados – que podem ser aplicáveis a unidades produtivas (plantas), organizações, municípios ou países. Esses protocolos tendem a ser mais detalhados quando se aplicam a estruturas menores, dada a maior facilidade de obtenção de dados primários e ao menor volume global de dados. Por exemplo, a mensuração das emissões em uma planta industrial pode ser feita por meio da instalação de medidores específicos de vazão em pontos-chave do processo produtivo. Já a mensuração das emissões em um país inteiro precisa ser calculada com base em modelagem e dados agregados.

Sistemas voluntários vs. obrigatórios - no contexto corporativo, em geral, o relato das emissões é feito de forma voluntária em um primeiro momento. O relato voluntário de emissões surge em diferentes contextos, incluindo a elaboração de relatórios de sustentabilidade, a adesão a plataformas – como o *Carbon Disclosure Project (CDP)*<sup>1</sup> e o Programa Brasileiro GHG Protocol – a viabilização de financiamentos, o estabelecimento de projetos de redução e mitigação de emissões e a adesão a programas governamentais de relato voluntário.

Em etapas mais avançadas de desenvolvimento da governança climática, os sistemas de relato voluntários passam a coexistir com sistemas obrigatórios. Os países avaliados neste estudo estão nessa condição, em que programas de inventário e/ou de precificação de emissões de GEE obrigam determinadas empresas a seguir métodos e protocolos de MRV. Exemplos de programas obrigatórios são o Programa de Relato de Gases do

---

<sup>1</sup> Iniciativa apoiada por investidores institucionais, que busca obter informações sobre políticas de mudanças climáticas, segurança hídrica e desmatamento das empresas por meio de um questionário, estimulando a divulgação transparente dessas informações, o monitoramento e o gerenciamento de riscos e oportunidades relacionados às mudanças climáticas, incentivando ações sustentáveis.

Efeito Estufa da Agência de Proteção do Meio Ambiente dos Estados Unidos (GHGRP), o Esquema Europeu de Comércio de Carbono (EU-ETS, *European Union Emissions Trading System*, na sigla em inglês), a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) e o Instituto Estadual do Ambiente (INEA) no Rio de Janeiro, cada qual inserido em um contexto específico de particularidades.

Desafios - um dos principais desafios à adoção de protocolos de MRV é a inexistência de um conjunto harmonizado de metodologias e parâmetros que sejam aplicáveis de forma ampla em diferentes jurisdições. Essa falta de padronização dificulta a integração interjurisdicional de dados e de informações e gera entraves à implementação de ações de redução e mitigação de emissões. Por exemplo, títulos de carbono (créditos) gerados em jurisdições diferentes podem não ser intercambiáveis (fungíveis) se os sistemas de MRV não forem equivalentes.

Concretamente, em um programa de mitigação cujo objetivo é distribuir permissões de emissão, a exemplo do mercado europeu (EU-ETS), uma empresa que tenha 100 permissões de emissão e emita 110 deverá comprar 10 permissões adicionais no mercado para garantir a conformidade com a regulação. O oposto também é verdadeiro: uma empresa que tenha 100 permissões para emitir e registre emissão de 90 terá 10 permissões para vender no mercado. Assim, é fundamental que as técnicas de mensuração, que resultaram em 110 para uma empresa e 90 para outra, sejam compatíveis.

Este estudo tem como objetivo realizar um levantamento sobre a situação do MRV na indústria brasileira e, também, das práticas do MRV em jurisdições internacionais.

Os seguintes setores brasileiros foram analisados: cimento, vidro, aço, alumínio, químico, eletricidade, petróleo e gás e papel e celulose. No âmbito internacional, a União Europeia, Estados Unidos, Japão, China e México foram as jurisdições estudadas.



CO<sub>2</sub>



# 2 ASPECTOS IMPORTANTES NA CONSOLIDAÇÃO DE SISTEMAS MRV

## 2.1 CONTEXTO HISTÓRICO: DA RIO-92 AOS DIAS DE HOJE

A necessidade de métodos de padronização da mensuração das emissões de GEE surgiu em 1992, quando a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima (UNFCCC, na sigla em inglês) estabeleceu a necessidade de se relatar tais emissões. Em 1996, surgiu o primeiro conjunto de diretrizes para o relato de emissões por parte dos países signatários da UNFCCC. Elas foram revistas em 2002 e, em 2006, surgiram as diretrizes do Painel Internacional de Mudanças Climáticas (IPCC, na sigla em inglês), que até hoje norteiam as práticas de MRV.

A sigla MRV apareceu pela primeira vez no plano de ação de Bali, ao final de 2007. Desde então, os protocolos jurisdicionais – voltados à mensuração de emissões em escala nacional – avançaram rapidamente. Com o Acordo de Paris (COP-21), o relato das emissões se tornou peça fundamental das políticas climáticas. Ainda que não tenham a obrigação de obedecer a metas de mitigação pré-definidas, os países signatários precisam apresentar uma contabilidade detalhada das emissões nacionais e atualizá-las em seus relatos bienais à UNFCCC.

No Brasil, diversas iniciativas de quantificação de emissões aplicam o conceito de MRV. O Programa Brasileiro GHG Protocol – registro privado voluntário que faz a publicação de inventários corporativos – diferencia as empresas que tiveram o relatório verificado (selo Ouro) daquelas que não tiveram (selo Prata). A metodologia de MRV do GHG Protocol está descrita no documento “Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol” (2011). Em sua base, o MRV do programa adere às normas internacionais ISO 14064 e 14065, que são importantes referências no contexto global de quantificação de emissões de GEE.

Adicionalmente, há quatro unidades da Federação com programas de relato de emissões: Minas Gerais, Paraná, São Paulo e Rio de Janeiro. Nos estados do Rio de Janeiro e São Paulo o relato é obrigatório para alguns setores econômicos. Entretanto, enquanto a Companhia

Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) não exige a verificação do inventário por terceira parte, no Rio de Janeiro ela é mandatória. A lista dos setores obrigados está disponível nas resoluções CETESB (2012) e INEA-RJ (2012).

No estado do Paraná a verificação é um aspecto de diferenciação para inventários submetidos ao Programa Selo Clima Paraná. Segundo a Resolução SEDESET n° 47, a mensuração das emissões a serem reportadas no Registro Público Estadual de Emissões de Gases de Efeito Estufa deve ser feita de acordo com a norma ISO 14064. Em Minas Gerais, o Decreto n° 46.674 oferece alguns benefícios para as empresas que aderirem ao Registro Público das Emissões Anuais de Gases do Efeito Estufa, mas não especifica um protocolo de MRV.

## 2.2 ABORDAGEM ABSOLUTA VS. INTENSIDADE

O primeiro fator importante para a harmonização e padronização de protocolos de MRV são os macro-objetivos de mitigação de emissões. As metas de descarbonização podem ser definidas em formato absoluto: redução do total de emissões da empresa ou país, ou por intensidade: redução da razão entre o total de emissões e um denominador, que pode ser uma medida do volume de produção, por exemplo.

No caso das metas nacionais de mitigação, enunciadas em atendimento às Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs, na sigla em inglês), assumidas no Acordo de Paris, observa-se tanto a adoção de metas absolutas quanto de intensidade. Um exemplo é a comparação entre a NDC do Brasil e a da China. O Brasil se comprometeu a reduzir suas emissões em 37% até 2025, com relação ao patamar de emissões ocorrido em 2005, sendo uma meta absoluta. A China se comprometeu a reduzir a intensidade de emissões de 60 a 65% por unidade de Produto Interno Bruto (PIB) até 2030, com base em 2005. Caso ambas as metas venham a se concretizar, a redução de emissões absoluta da China poderá ou não ocorrer, dependendo do seu crescimento econômico.

Na presença de jurisdições com objetivos baseados em metas de intensidade, as sistemáticas de MRV extrapolarão, necessariamente, a medição das emissões de GEE e precisarão se aplicar também às métricas presentes no denominador da medida de intensidade. Por exemplo, o consumo global de energia da empresa, o volume global produzido ou outra métrica presente no denominador.

Além disso, tanto no caso de metas absolutas quanto de intensidade, é fundamental que estejam definidos os anos-base com os quais a evolução das emissões será confrontada. No caso em que as metas de descarbonização possam ser enunciadas a anos-base relativamente distantes no passado (por exemplo, 2010), é importante que os protocolos de MRV tenham disposições sobre o cálculo das emissões para esses períodos do passado.



Tipicamente, a oferta de dados diminui no contexto de períodos passados. Com isso, para que haja um grau apropriado de comparabilidade, é fundamental que os inventários de emissões dos anos-base também sejam padronizados, e isso poderá requerer procedimentos mais agregados de cálculo.

## 2.3 FATORES DE EMISSÃO E POTENCIAL DE AQUECIMENTO GLOBAL

Outro aspecto importante para a harmonização entre sistemas de MRV é a adoção dos fatores de emissão e potencial de aquecimento global padronizados. Os valores desses parâmetros podem variar de acordo com as versões dos documentos oficiais (sexto relatório do IPCC) com a fonte da informação (Departamento de Meio Ambiente, Alimentação e Assuntos Rurais do Reino Unido – DEFRA, IPCC, CETESB, entre outros) ou com aspectos técnicos inerentes às medidas.

Assim, os potenciais de aquecimento global podem variar em função do horizonte de tempo adotado para o decaimento de cada gás, por exemplo 20 ou 100 anos, ou até mesmo em virtude de diferentes entendimentos científicos. As diferenças técnicas entre essas abordagens podem ser consultadas nas comunicações nacionais que o Brasil faz à UNFCCC. Para este estudo, é bastante indicar que distintas opções podem impactar a harmonização de um sistema de MRV.

## 2.4 ABORDAGEM DE ADICIONALIDADE

O desenvolvimento de mercados de carbono e os ambientes regulatórios de restrição de emissões e comércio de permissões dependem de um MRV robusto. A forma de mensurar, relatar e verificar não são mera tecnicidade. Dela depende o estabelecimento de mercados de redução de emissões e, conseqüentemente, o potencial de mitigação alcançável.

Para haver adicionalidade, é necessário identificar um esforço suplementar de redução de emissão com relação à situação verificada antes do projeto. Objetivando entender o conceito, tome-se o caso dos projetos do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Para que um projeto gere reduções certificadas de emissões, é necessário comprovar que a atividade de projeto “adicionou” uma redução de emissões que não ocorreria em sua ausência, atestando, assim, um esforço complementar para que a redução de emissões ocorra. Esse esforço pode ser uma nova tecnologia (adicionalidade técnica) ou um investimento que não se justificaria na ausência dos resultados de venda dos certificados (adicionalidade financeira). Equivale a dizer que a atividade de projeto se desvia do que

seria o padrão da atividade econômica esperada, de forma a promover, justamente a partir da atividade de projeto, uma redução de emissões considerada adicional.

Já a política brasileira de biocombustíveis – RenovaBio<sup>2</sup>, que também estabelece a geração de créditos de descarbonização (CBios), não requer adicionalidade. Nesse caso, a geração de CBios ocorre a partir da comparação das emissões entre diferentes rotas de produção de combustível líquido: uma renovável e outra fóssil. Assim, um produtor de biocombustíveis no Brasil pode gerar CBios sem que haja alteração no seu processo produtivo.

Com isso, uma tonelada de GEE evitada em um programa específico não é considerada uma tonelada evitada sob a ótica de outro programa. O entendimento do programa é que a geração de resultados econômicos oriundos dos CBios estimulará o desenvolvimento do setor de modo a fazê-lo reduzir sua intensidade de emissões em 10,1% em 2029, ou seja, ainda que não haja requerimento de adicionalidade para a certificação. O objetivo do programa é adicionar redução de emissões.

## 2.5 NORMAS E DIRETRIZES

Os documentos-base para a elaboração de protocolos de MRV são: as Diretrizes do IPCC para Inventários Nacionais de GEE publicadas em 2006 (IPCC, 2006), que fornecem boa parte dos parâmetros e fatores de emissões utilizados nos métodos de mensuração nacionais, subnacionais e corporativos; as normas ISO 14064 e GHG Protocol – que estabelecem parâmetros para a contabilidade de emissões em empresas e entidades – e ISO 14065, com parâmetros para a verificação dos relatos de emissões; além das práticas do EU-ETS.

Na sistemática do GHG Protocol, as emissões corporativas são classificadas em três escopos distintos:

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.

Escopo 2 – Emissões de GEE provenientes da aquisição de energia elétrica e térmica consumidas pela empresa.

---

2 Política pública brasileira que visa promover a expansão do uso de biocombustíveis no país. Implementado em 2019, o programa busca estimular a produção e o consumo de combustíveis renováveis, reduzir as emissões de gases de efeito estufa no setor de transportes e contribuir para o cumprimento das metas de redução de emissões estabelecidas pelo Acordo de Paris. Para alcançar esses objetivos, o RenovaBio utiliza um sistema de certificação de biocombustíveis baseado em metas de descarbonização, por meio do qual as produtoras são incentivadas a aumentar a oferta de biocombustíveis no mercado via emissão de Créditos de Descarbonização (CBIOs).



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 sucedem (cadeia abaixo) 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, é muito comum que as emissões do escopo 3 de uma empresa estejam 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.

## 2.6 PONTO DE REGULAÇÃO: PRODUÇÃO VS. CONSUMO

A forma como os protocolos de MRV são desenhados depende da estrutura regulatória de mercado e dos seus objetivos. Nesse contexto, uma distinção importante é entre mercados com regulação sobre as emissões com foco na produção e mercados com regulação focada no consumo.

No caso da produção, a limitação de emissões imposta por regulação incide sobre o primeiro ponto de comercialização na cadeia de fornecedores. Por exemplo, no que diz respeito à emissão decorrente do consumo de combustíveis líquidos, a regulação na indústria pode ser feita sobre as refinarias de petróleo ou sobre a distribuição dos combustíveis, que são as partes de cima da cadeia. Como os combustíveis líquidos passam necessariamente pelas refinarias em primeiro lugar, e estas são poucas empresas, porém muito grandes, a regulação na indústria garante, ao mesmo tempo, a abrangência da política de mitigação e a minimização do número de entes regulados, o que simplifica a operacionalização, reduz custos de MRV e facilita a fiscalização.

Já a regulação das emissões na etapa de consumo se dá nas partes inferiores da cadeia de fornecedores. Por exemplo, no caso da energia elétrica, a regulação no consumo pode ser feita sobre os consumidores finais de energia. Ao invés de relatar as emissões de produção de energia no momento da sua geração, o sistema mensura o consumo final de energia, sobre o qual incide uma taxa ou limitação quantitativa relativa às emissões de GEE associadas ao consumo. Esse é o caso de taxas de carbono que incidem sobre a conta de luz.

As políticas de regulação focadas na limitação de emissões na produção têm maior impacto sobre a indústria de base. Por exemplo, o setor petroquímico tende a ser um dos primeiros a ter que adotar práticas de MRV para se adaptar ao ambiente regulatório. Já as políticas de regulação no consumo têm um impacto indireto sobre a indústria, decorrente da mudança de demanda por seus produtos como resultado de alterações de comportamento do consumidor, que passou a arcar com os custos das emissões consumidas. Porém, em certa medida, a regulação no consumo também impacta a indústria de forma direta, já que impõe um maior custo ao consumo de energia.

## 2.7 MÉTODO DE QUANTIFICAÇÃO DE EMISSÕES – CLASSIFICAÇÃO EM *TIER*S, OU CAMADAS, DE ACORDO COM A PRECISÃO DA QUANTIFICAÇÃO

O IPCC classifica os métodos de estimação de emissões em três *tiers*, de acordo com o grau de complexidade analítica requerido e com a precisão dos resultados.

A maioria das quantificações, ou da mensuração, de fontes de emissões tem base em fatores de emissão não medidos diretamente, ou seja, estimados. Essa prática torna viável fazer inventários de fontes cujas emissões já foram amplamente estudadas e divulgadas, sem que devam ser efetivamente medidas *in situ*. A esse processo dá-se o nome de *tier 1*. Trata-se de um caso comum para queima de combustíveis em equipamentos móveis. A partir do conhecimento do volume queimado, associa-se um fator de emissão por volume, a exemplo do fornecido pelo IPCC, e obtém-se as emissões finais de GEE. Ao serem utilizados fatores de emissão de *tier 1*, há um nível de incerteza maior do que nos demais *tiers*.

O *tier 2* assemelha-se ao *tier 1*, mas com nível de incerteza menor. É o caso da utilização de fatores de emissão fornecidos por entidades nacionais, subnacionais ou locais. A partir do exemplo apresentado para o *tier 1*, no qual o fator de emissão da queima de combustível é dado pelo IPCC para ser aplicado no mundo todo, a estimação por *tier 2* faria uso de um fator de emissão que levasse em consideração condições mais específicas, tais como as temperaturas médias dos locais onde os combustíveis são queimados, a idade média da frota, entre outras, garantindo um nível menor de incerteza, ainda que a estimação fosse indireta.

O *tier 3* é o método de medição direta. É evidentemente mais custoso, mas com resultados mais precisos.

Um programa de MRV adequado deve conhecer a capacidade de relato dos agentes envolvidos de forma a criar a flexibilização necessária e definir os níveis de incerteza aceitáveis, não inviabilizando técnica e economicamente sua operacionalização.





Ecology



eco



# 3 PRÁTICAS INTERNACIONAIS DE MRV

As práticas internacionais de MRV abordadas neste estudo apresentam um conjunto de informações sobre a adoção de protocolos de MRV voltados ao setor produtivo em cinco países/regiões do mundo: Estados Unidos, União Europeia, Japão, China e México. Para cada estudo de caso, são apresentadas as seguintes informações:

- a) Forma de participação (obrigatória ou voluntária);
- b) Aderência a protocolos ISO, GHG Protocol, EU-ETS;
- c) Escopo (1, 2 e/ou 3, segundo o GHG Protocol);
- d) Gases contemplados;
- e) Linha(s) de corte para relato;
- f) Formato da regulação (na produção ou no consumo);
- g) Setores da indústria que são regulados;
- h) Desenho metodológico para aferição de emissões (*tiers* 1, 2, 3 ou 4<sup>3</sup>);
- i) Descrição textual resumida dos métodos utilizados;
- j) Opção por métodos de relato simplificados;
- k) Existência de guias setoriais específicas;
- l) Necessidade de verificação por terceira parte; e
- m) Critérios para credenciamento de auditores/verificadores.

## 3.1 UNIÃO EUROPEIA

As metodologias de MRV expostas a seguir, avaliadas para o caso da União Europeia, são aplicáveis ao EU-ETS, o mais antigo sistema de inventário obrigatório e comércio de carbono em operação no mundo. Nele, a regulação é feita na ponta da produção, incidindo sobre aproximadamente dez mil usinas de energia e plantas industriais, responsáveis por 38% das emissões de GEE dos países signatários (ICAP, 2019). Atualmente, são reguladas as emissões de gás carbônico (CO<sub>2</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) e compostos perfluorados (PFCs)

3 O uso de *tier* 4 já vem sendo trabalhado em alguns contextos, sendo mais recente, pois se trata de um sistema de aferição mais granular. Disponível em: <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Singapore%20Country%20Report%20final.pdf>

nos setores de energia, indústria e aviação. A regulação é feita sobre as emissões diretas das plantas (correspondendo ao escopo 1 do GHG Protocol).

**TABELA 1 – Diagnóstico do sistema de MRV europeu**

<b>Nome do programa</b>	EU-ETS.
<b>Cobertura geográfica</b>	27 países-membros + Islândia, Lichtenstein e Noruega.
<b>Descrição</b>	Política de inventário e comércio em vigor desde 2005.
<b>Participação obrigatória?</b>	Sim, para entes regulados (indústria, energia e aviação).
<b>Tipos de emissões reguladas</b>	Emissões diretas (não incluem a aquisição de energia).
<b>Protocolo</b>	Não. Parâmetros próprios.
<b>Gases considerados</b>	CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O, PFCs.
<b>Ponto de regulação</b>	Produção, inclusive nos casos dos setores energia e aviação. Neles, os geradores de energia e as empresas de aviação devem fazer o relato, e não os consumidores de energia ou os passageiros.
<b>Setores da indústria</b>	Refinarias, petroquímicas, fornos de coque, ferro e aço, cimento, vidro, cal, tijolos, cerâmica, celulose, papel, papelão, amônia, metais ferrosos e não ferrosos, alumínio, além de outras indústrias químicas.
<b>Linha de corte para relato</b>	Indústria (exemplos de critérios): – produção aço a partir de 2,5 t/h. – produção de vidro e fibra de vidro: capacidade mínima de fusão de 20 t/dia. Energia: capacidade mínima de 20 MW Aviação: emissão mínima de 10.000 tCO <sub>2</sub> /ano se comercial ou de mínima de 1.000 tCO <sub>2</sub> /ano se não comercial.
<b>Métodos utilizados</b>	Três componentes: plano de MRV previamente aprovado pelo regulador, definindo <i>tiers</i> , fatores de emissão e outros parâmetros relevantes, relatos anuais e verificação dos relatos por ente independente.
<b>Desenho metodológico</b>	Método-padrão (fatores de emissão) ou balanço de massa. O relato pode ser feito de acordo com uma gama de métodos especificados nos artigos 21-35 do Regulamento 601/2012 (Comissão Europeia, 2012a). O método pode ser de cálculo indireto ( <i>tier</i> 1), uma combinação de cálculo indireto e de mensuração direta ( <i>tier</i> 2) ou de mensuração direta ( <i>tiers</i> 3 e 4). Os dados utilizados no relatório devem ser armazenados para eventual auditoria.
<b>Disponibilidade de métodos simplificados?</b>	Sim. É possível optar por diferentes combinações de métodos, sempre que seja demonstrada a ausência de dupla contagem e de falta de dados. Na impossibilidade de aplicação de um método existente, de qualquer <i>tier</i> , é possível, sob condições, adotar uma metodologia de recurso ( <i>fall-back methodology</i> ) <sup>4</sup> .
<b>Guias setoriais específicas?</b>	Sim, nos Anexos II, V e VIII do Regulamento 601/2012 (Comissão Europeia, 2012a). (Glowaki, 2019).

4 No contexto dos programas de gases de efeito estufa (GEE) da Agência de Proteção Ambiental (EPA), “metodologia alternativa” se refere a um método ou abordagem alternativa que é estabelecido para calcular ou estimar as emissões ou reduções de gases de efeito estufa quando a metodologia principal ou preferencial não pode ser aplicada ou quando surgem limitações ou incertezas nos dados. Por exemplo, no contexto de um programa regulatório destinado a monitorar e reduzir as emissões de gases de efeito estufa, como os programas da EPA relacionados ao monitoramento e relato de emissões, uma metodologia alternativa pode ser desenvolvida como um plano de contingência. Isso poderia ser usado se a metodologia principal para calcular as emissões não for viável devido a desafios técnicos, problemas de disponibilidade de dados ou outras razões. A metodologia alternativa serve como uma abordagem de backup ou secundária para garantir que os dados precisos de emissões ainda possam ser obtidos mesmo quando o método principal encontrar dificuldades. Isso ajuda a manter a integridade dos esforços de rastreamento e redução de emissões nos casos em que a abordagem principal não é viável. Em resumo, uma metodologia alternativa oferece um meio de garantir que informações precisas e confiáveis sobre emissões de gases de efeito estufa estejam disponíveis, mesmo quando surgem desafios na implementação da metodologia principal.

<b>Verificação por terceira parte?</b>	Sim, obrigatória.
<b>Critérios para auditor externo</b>	Deve ser acreditado pelos países-membros de acordo com critérios do Regulamento 600/2012 (Comissão Europeia, 2012).

Fonte: ICAP (2019); Glowaki (2019); Parlamento Europeu (2003); Comissão Europeia (2012, 2012a).

Na indústria, os critérios de inclusão na regulação obrigatória variam bastante entre setores. Enquanto alguns são regulados independentemente do tamanho da planta (ex.: refino de óleo mineral, coque, alumínio primário), em outros setores a inclusão depende da escala de produção. A lista completa de setores regulados e critérios de inclusão está disponível no Anexo 1 da Diretiva 87 (Parlamento Europeu, 2003).

A regulação é feita em três etapas. Inicialmente, é obrigatório submeter um plano de MRV que deve ser aprovado pelo regulador. Subsequentemente, deve-se produzir inventários anuais a serem submetidos por meio de uma plataforma eletrônica específica disponibilizada pelo regulador. Finalmente, os relatórios devem ser verificados por empresas previamente acreditadas pelos países-membros, e o resultado da verificação deve ser submetido junto com o relatório. Eventuais correções exigidas na etapa de verificação devem estar incorporadas ao relatório.

As metodologias de mensuração das emissões e de acreditação das empresas verificadoras são próprias do EU-ETS, e não seguem protocolos independentes, como ISO 14064 ou ISO 14065. Os parâmetros definidos pelos europeus sofreram alterações nas fases 2 e 3 do programa. Atualmente, o EU-ETS está na quarta fase, que vai de 2021 a 2030. A atual lista de parâmetros, como métricas de potencial de aquecimento e fatores de emissão, está disponível no Anexo VI do Regulamento 87 (Parlamento Europeu, 2003).

Há uma gama de métodos que, de acordo com a normativa vigente, podem ser adotados para a mensuração das emissões. Os métodos abordam tanto o cálculo indireto (*tiers* 1 e 2) quanto a mensuração direta (*tiers* 3 e 4). A adoção sugerida de uma ou outra forma de regulação depende do tipo de gás, da forma de emissão e do setor da economia.

As normas definidas pela Comissão Europeia estabelecem:

#### i. Fórmulas correspondentes a cada método

No método-padrão, por exemplo, as emissões de combustão são obtidas a partir da multiplicação da atividade de combustão (em terajoules) pelo fator de emissão correspondente (em tCO<sub>2</sub>/TJ) e pelo fator de oxidação (% do carbono que oxida durante a combustão):

Emissão CO<sub>2</sub> = Consumo de combustível [TJ] x Fator de emissão [t CO<sub>2</sub>/TJ] x Fator de oxidação



#### ii. Formas como se deve obter os dados de atividade.

Estima-se a quantidade de combustível ou de material consumida ou produzida por um processo relevante. Por exemplo, os dados podem ser obtidos com base na medição contínua do processo que origina as emissões, na agregação de medições obtidas separadamente, em dados de anos anteriores correlacionados com a quantidade produzida no ano corrente ou, finalmente, em dados auditados e reportados em demonstrações financeiras. A adoção de cada forma de obtenção dos dados segue uma série de condicionantes.

#### iii. Regras para a determinação dos fatores de cálculo a serem usados

O fator de cálculo indica o teor de carbono de cada material e é usado para a obtenção direta da emissão a partir dos dados de atividade. Para a obtenção do fator de cálculo, a empresa pode recorrer aos valores enumerados pela própria Comissão Europeia, aos fatores utilizados pelo inventário nacional do país onde a empresa está localizada, aos fatores adotados pela autoridade nacional competente, aos fatores estabelecidos pelo fornecedor do material em questão ou aos fatores obtidos a partir de análises realizadas pela própria empresa. A adoção de uma dessas formas de aferição dos fatores está sujeita a condicionantes e, uma vez definida, não deve ser modificada em inventários subsequentes.

Para o caso da medição direta das emissões, é obrigatório seguir as normas EN 14181 "Stationary source emissions – Quality assurance of automated measuring systems", EN 15259 "Air quality – Measurement of stationary source emissions – Requirements for measurement sections and sites and for the measurement objective, plan and report" e outras normas EN aplicáveis.

A norma enfatiza a necessidade de utilizar *tiers* mais elevados sempre que possível, mas, ao mesmo tempo, permite a escolha do método sempre que sejam demonstradas a ausência de dupla contagem e a inclusão de dados sobre todas as emissões relevantes (Comissão Europeia, 2012). A lista completa de métodos está especificada nos artigos 21-35 do Regulamento 601 (Comissão Europeia, 2012a).

### **3.2 ESTADOS UNIDOS – PROGRAMA DE RELATO DE GASES DO EFEITO ESTUFA DA AGÊNCIA DE PROTEÇÃO DO MEIO AMBIENTE DOS ESTADOS UNIDOS (GHGRP)**

O sistema de inventário obrigatório nos Estados Unidos foi introduzido em 2009 e começou a monitorar as emissões de carbono em 2010, com os primeiros relatórios submetidos em 2011. A Agência de Proteção Ambiental (EPA, na sigla em inglês) é federal, de forma que as regras se aplicam a todos os estados federais. Baseado em regulação na produção, o sistema abrange 50% das emissões de GEE do país por meio da regulação de



aproximadamente 8 mil plantas (EPA, 2013). Estão incluídos no sistema os gases CO<sub>2</sub>, metano (CH<sub>4</sub>), N<sub>2</sub>O, hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>), hidrofluorcarbonetos (HFCs), PFCs e outros gases totalmente fluorados (EPA, 2017). A regulação é feita sobre as emissões diretas (correspondentes ao escopo 1 do GHG Protocol).

**TABELA 2 – Diagnóstico do sistema de MRV norte americano**

<b>Nome do programa</b>	EPA GHGRP.
<b>Cobertura geográfica</b>	Todo o país.
<b>Descrição</b>	Política de inventário em vigor desde 2008.
<b>Participação obrigatória?</b>	Sim, para setores regulados.
<b>Tipos de emissões reguladas</b>	Emissões diretas (não incluem a aquisição de energia).
<b>Protocolo</b>	Não. Parâmetros próprios.
<b>Gases considerados</b>	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, SF <sub>6</sub> , HFCs, PFCs e outros gases totalmente fluorados.
<b>Ponto de regulação</b>	Produção.
<b>Setores da indústria</b>	Produção industrial de GEE e de certos produtos contendo GEE, indústria de base, indústrias que usam caldeiras e outros equipamentos de combustão e produção de combustíveis derivados do petróleo ou do carvão. Ver Apêndices 1 e 2 do relatório.
<b>Linha de corte para relato</b>	De forma geral, 25.000 tCO <sub>2</sub> e/ano. Porém, há um conjunto complexo de critérios de aplicabilidade. Ferramenta online para a determinação da aplicabilidade: <a href="https://ghgreporting.epa.gov/ghg/login.do">https://ghgreporting.epa.gov/ghg/login.do</a> . Resumo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• qualquer volume de emissão para fontes do Apêndice 1 deste documento;</li> <li>• 25 mil tCO<sub>2</sub>e/ano para fontes do Apêndice 2 deste documento;</li> <li>• 1,034 milhões de m<sup>3</sup> de CH<sub>4</sub>/ano para minas de carvão subterrâneo;</li> <li>• plantas que emitam menos do que 15.000 tCO<sub>2</sub>e/ano de GEE não-biogênico<sup>5</sup> durante três anos consecutivos podem deixar de fazer o relato;</li> <li>• plantas que emitam menos do que 25.000 tCO<sub>2</sub>e/ano de GEE não-biogênico durante cinco anos consecutivos podem deixar de fazer o relato.</li> </ul>
<b>Métodos utilizados</b>	As plantas reguladas devem submeter reportes anuais por meio de uma plataforma eletrônica. Há um prazo de 45 dias para a submissão de correções. Em certos casos, os dados usados nos cálculos também devem ser submetidos.
<b>Desenho metodológico</b>	Podem ser usados métodos <i>tier 1</i> , <i>tier 2</i> , <i>tier 3</i> ou <i>tier 4</i> .
<b>Disponibilidade de métodos simplificados?</b>	A partir de 2011, os métodos disponíveis para cada setor passaram a ser especificados no regulamento. Em certos casos, como na indústria de alumínio, é obrigatório o uso de métodos de <i>tier 4</i> . Em outros casos, como na aferição de emissões de caldeiras e outros equipamentos de combustão, é possível optar por métodos de <i>tiers</i> inferiores, sempre que usadas as fórmulas fornecidas no regulamento. Já no setor de geração de eletricidade, um método previamente desenvolvido para o relato obrigatório em outras esferas do governo é adotado pelo EPA GHGRP.
<b>Guias setoriais específicas?</b>	Sim. Para cada setor regulado, são fornecidas fórmulas específicas disponíveis no regulamento - E-CFR (2019).

5 Gases biogênicos são hidrocarbonetos, em sua maioria metano, produzidos em processos bacterianos a partir de matéria orgânica. De forma geral, trata-se de metano de baixa profundidade.

<b>Verificação por terceira parte?</b>	Não. No entanto, certos equipamentos de combustão estacionária devem utilizar um software de verificação automatizada (e-GGTR). Uma vez submetidos os dados, o sistema realiza uma checagem automática dos dados usando regras que são modificadas e melhoradas anualmente. Além disso, todos os relatórios devem ser submetidos por um técnico responsável.
<b>Crítérios para auditor externo</b>	Não há auditores credenciados.
<b>Crítérios para remoção</b>	Não há relação com remoção no contexto de EPA GHGRP. Porém, no contexto estadual, o California Air Resources Board (CARB), órgão ambiental do estado da Califórnia, possui um sistema de offsets, dentro do sistema estadual de comércio de emissões, que envolve projetos de remoção biológica para os quais há requisitos específicos de MRV.

Fonte: EPA (2013, 2014, 2017); E-CFR (2019, 2019a, 2019b).

A linha de corte para relato é, de forma geral, de 25.000 tCO<sub>2</sub>e/ano. Porém, os critérios de aplicabilidade variam bastante entre os setores. O regulador disponibiliza uma ferramenta online para a determinação da aplicabilidade (EPA, 2014). Para fontes de emissão que constam no Apêndice 1 deste documento, a totalidade das emissões da planta deve ser relatada, independentemente do volume de produção da planta. Para fontes do Apêndice 2, há diferentes especificações. Por exemplo, para minas de carvão subterrâneo, a linha de corte é de 1.034.000 m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/ano. Plantas que emitam menos do que 15.000 tCO<sub>2</sub>e/ano de GEE não-biogênico durante três anos consecutivos podem deixar de fazer o relato. Plantas que emitam menos do que 25.000 tCO<sub>2</sub>e/ano de GEE não-biogênico durante cinco anos consecutivos podem deixar de fazer o relato.

A regulação é feita por meio de inventários submetidos anualmente e não há obrigatoriedade de verificação por terceira parte. No entanto, certos equipamentos de combustão estacionária devem usar um software de verificação automatizada, e todos os relatórios devem ser assinados por um técnico responsável. As metodologias de mensuração das emissões são próprias do GHGRP, e não seguem protocolos independentes, como o ISO 14064. A atual lista de parâmetros, como métricas de potencial de aquecimento e fatores de emissão, está disponível nos apêndices de E-CFR (2019a).

Para cada setor da economia, há um ou mais métodos estipulados para a mensuração das emissões. Por tipo de gás, os métodos vão dos *tiers* 1 a 4. Em certos casos, como na indústria de alumínio, é obrigatório o uso de métodos de *tier* 4. Em outros, como na aferição de emissões de caldeiras e outros equipamentos de combustão, é possível optar por métodos de *tiers* inferiores, sempre que usadas as fórmulas fornecidas no regulamento. No caso do setor de geração de eletricidade, um método já adotado para o relato obrigatório em outras esferas do governo é adotado. A lista completa de métodos está especificada em E-CFR (2019b).

### 3.3 JAPÃO

No Japão, houve uma profusão de políticas climáticas a partir de meados dos anos 2000. A primeira delas, o Esquema Voluntário de Comércio de Emissões do Japão (JVET), foi criada em 2005 pelo Ministério do Meio Ambiente e gerou experiência e conhecimento na construção de um mercado de carbono (Ministério do Meio Ambiente, Japão, 2009). No entanto, sua escala foi pequena: cobriu apenas em torno de 0,3% das emissões do país. O programa foi descontinuado em 2012 e não foi substituído por um sistema de comércio nacional (EDF, 2015). O sistema incluía inventários obrigatórios para as empresas que escolhiam participar e os protocolos de MRV eram baseados no modelo do EU-ETS e nos protocolos ISO 14064 e ISO 14065.

Por ter sido descontinuado, o JVET não é analisado em detalhes neste relatório. Posteriormente, no entanto, surgiram outras quatro políticas relevantes, cada uma com um sistema de MRV próprio, e todas baseadas no consumo. A primeira é um sistema de inventário, a segunda e a terceira são sistemas de comércio e a quarta é um sistema de certificação de projetos de mitigação. Tais sistemas são apresentados na tabela e no texto a seguir.

**TABELA 3 – Diagnóstico do sistema de MRV japonês**

Nome do programa	Sistema nacional de inventário	Programa Obrigatório de <i>Cap-and-Trade</i> de Tóquio TMG	Programa Obrigatório de <i>Cap-and-Trade</i> de Saitama T-SET	Programa nacional de certificação de créditos de carbono J-Credit
Cobertura geográfica.	Todo o país.	Região metropolitana de Tóquio.	Região metropolitana de Saitama.	Todo o país.
Descrição	Política de inventário em vigor desde 2005.	Política de inventário e comércio em vigor desde 2010.	Política de inventário e comércio em vigor desde 2011.	Política de certificação de projetos de mitigação em vigor desde 2013.
Participação obrigatória?	Sim.	Sim.	Sim.	Não.
Tipos de emissões reguladas	Todas as emissões diretas e indiretas.	Emissões diretas e indiretas (somente aquisição de energia).	Emissões diretas e indiretas (somente aquisição de energia).	Varia em função do projeto específico.
Protocolo	ISO 14064 e GHG Protocol.	Não. Parâmetros próprios.	Não. Parâmetros próprios.	ISO 14064.
Gases considerados	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, SF <sub>6</sub> , HFCs e PFCs.	Para inventário: CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, SF <sub>6</sub> , HFCs, PFCs e NF <sub>3</sub> ; para mitigação: CO <sub>2</sub> proveniente do uso de energia.	Para inventário: CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, SF <sub>6</sub> , HFCs, PFCs e NF <sub>3</sub> ; para mitigação: CO <sub>2</sub> proveniente do uso de energia.	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, SF <sub>6</sub> , HFCs e PFCs.
Ponto de regulação	Consumo.	Consumo.	Consumo.	Consumo.

<b>Setores da indústria</b>	Todos.	Edifícios e indústrias (consumo de combustíveis, calor e eletricidade em edifícios comerciais e industriais).	Edifícios e indústrias (consumo de combustíveis, calor e eletricidade em edifícios comerciais e industriais).	Projetos na indústria, energia, agricultura, resíduos sólidos, ou florestas, obrigatoriamente no território japonês.
<b>Linha de corte para relato</b>	Consumo de energia acima de 1.500 kl/ano de petróleo bruto equivalente para relato de emissões de CO <sub>2</sub> ; emissão acima de 3.000 tCO <sub>2</sub> /ano e mais de 21 funcionários para relato de emissões de outros gases.	Consumo de energia acima de 1.500 kL de petróleo bruto equivalente por ano.	Consumo de energia equivalente ou superior a 1.500 kL de petróleo bruto para cada operador de negócio por três anos consecutivos; grandes lojas de varejo com uma área de 10.000 m <sup>2</sup> ou mais.	Não se aplica.
<b>Métodos utilizados</b>	As empresas submetem relatórios anuais ao governo, que os torna disponíveis para o público.	Cinco componentes: relato obrigatório; verificação obrigatória; submissão de plano de redução; redução de emissões ou compensação via comércio; e verificação. Os prédios e as plantas industriais que se encaixam no critério de inclusão devem submeter e validar relatos anuais de emissão de GEE. No caso em que o critério de inclusão é atingido por três anos consecutivos, os prédios e as plantas passam a ter redução de emissão obrigatória.	Cinco componentes: relato obrigatório; verificação obrigatória; submissão de plano de redução; redução de emissões ou compensação via comércio; e verificação. Os prédios e as plantas industriais que se encaixam no critério de inclusão devem submeter e validar relatos anuais de emissão de GEE. No caso em que o critério de inclusão é atingido por três anos consecutivos, os prédios e as plantas passam a ter redução de emissão obrigatória.	Quatro componentes: submissão de projeto de monitoramento a ser aprovado pelo governo central; validação do projeto; implementação do projeto; e verificação.
<b>Desenho metodológico</b>	Cálculo das emissões corporativas considerando as plantas domésticas e estrangeiras (controladas por empresas japonesas), e considerando as emissões da cadeia de fornecedores. Cada empresa submete um relatório contendo as emissões de cada uma de suas plantas.	Duas formas de cálculo da emissão: média da emissão de CO <sub>2</sub> decorrente do consumo de energia dos últimos 3 anos; e área dos prédios ou fábricas multiplicada por um fator de emissão específico para cada atividade econômica. O primeiro método só é aplicado a empresas que já demonstraram esforço de mitigação.	Duas formas de cálculo da emissão: média da emissão de CO <sub>2</sub> decorrente do consumo de energia dos últimos 3 anos; e área dos prédios ou fábricas multiplicada por um fator de emissão específico para cada atividade econômica. O primeiro método só é aplicado a empresas que já demonstraram esforço de mitigação.	O método de aferição das emissões é proposto pela empresa, validado pelo auditor externo e aprovado pelo governo. 62 métodos já foram aprovados.

<b>Disponibilidade de métodos simplificados?</b>	Sim. Não é obrigatório usar os métodos sugeridos pelo governo.	Não.	Não.	Não se aplica.
<b>Guias setoriais específicas?</b>	Não.	Sim.	Não.	Não.
<b>Verificação por terceira parte?</b>	Não.	Sim, obrigatória.	Sim, obrigatória.	Sim, obrigatória.
<b>Crítérios para auditor externo</b>	Não há verificação externa.	Formação em certas áreas da engenharia + três anos de experiência em eficiência energética e mitigação de emissões de CO <sub>2</sub> .	Formação em certas áreas da engenharia + três anos de experiência em eficiência energética e mitigação de emissões de CO <sub>2</sub> .	ISO 14065.

Fonte: EDF (2015); Governo Metropolitano de Tóquio (2010, 2015); ICAP (2019a); Ministério do Meio Ambiente, Japão (2009); Ministério do Meio Ambiente e Ministério da Economia, Japão (2012); Sekiya (2007).

### 3.3.1 SISTEMA NACIONAL DE INVENTÁRIO

Criado em 2005 e lançado no ano fiscal de 2006, o sistema incluía aproximadamente 13 mil estabelecimentos no ano de 2010. A regulação é feita no consumo e as empresas devem inventariar as emissões diretas – decorrentes da sua própria atividade – e indiretas do consumo de energia (escopo 2 do GHG Protocol) e das cadeias de suprimentos (escopo 3 do GHG Protocol). Há dois limiares para relato obrigatório, sendo, no caso do CO<sub>2</sub>, o consumo de 1.500 kL/ano de petróleo bruto, e, no caso dos demais gases de efeito estufa, a emissão acima de 3.000 tCO<sub>2</sub>e/ano por empresas com mais de 21 funcionários (SEKIYA, 2007).

A regulação é feita por meio de inventários submetidos anualmente, sem verificação obrigatória (KAUFFMAN *et al.*, 2012). Os métodos são divididos entre contabilidades de emissões próprias e indiretas ligadas ao suprimento de energia, além da contabilidade daquelas emissões ligadas ao suprimento de outras matérias-primas. O governo japonês publica uma cartilha com o detalhamento desses métodos, que se baseiam em combinação da norma ISO 14064 com o GHG Protocol (Ministério do Meio Ambiente e Ministério da Economia, Japão, 2012). Não há guias setoriais específicos e o uso de métodos alternativos é permitido, especialmente para a mensuração de emissões da cadeia de fornecedores.

### 3.3.2 PROGRAMA OBRIGATÓRIO DE CAP-AND-TRADE DE TÓQUIO (TMG)

Embora o Japão ainda não tenha implementado um programa de comércio de emissões obrigatório em todo o país, o governo metropolitano de Tóquio iniciou um programa obrigatório de *cap-and-trade* em 2010 (doravante denominado de TMG), a fim de reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> de grandes emissores (HAMAMOTO, 2019).

Lançado em abril de 2010, engloba os edifícios e as indústrias da região metropolitana de Tóquio (ICAP, 2019a). Foi o primeiro programa de comércio a usar a regulação no consumo. A regulação incide sobre o consumo de energia (combustíveis, aquecimento e eletricidade) de aproximadamente 1.400 prédios comerciais e fábricas, responsáveis por 20% do CO<sub>2</sub> emitido na região (Governo Metropolitano de Tóquio, 2010). O limiar para inclusão no sistema de relato obrigatório é o consumo de 1.500 kL/ano de petróleo bruto equivalente. Já a inclusão obrigatória no sistema de mitigação acontece quando o limiar para o relato obrigatório é atingido por três anos consecutivos. O sistema regula as emissões de escopo 2.

O processo regulatório inclui cinco componentes: relato, verificação, submissão de plano de redução, redução de emissões ou compensação via comércio e verificação. Os prédios comerciais e plantas industriais que se encaixam no critério de inclusão devem submeter e validar relatos anuais da emissão dos gases CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, SF<sub>6</sub>, HFCs, PFCs e trifluoreto de nitrogênio (NF<sub>3</sub>).

O cálculo da emissão é feito de duas formas. Na primeira, a média da emissão de CO<sub>2</sub> decorrente do consumo de energia dos últimos três anos é calculada. Na segunda, a área dos prédios ou das fábricas é multiplicada por um fator de emissão específico para cada atividade econômica. O primeiro método só é aplicado a empresas que demonstraram esforço prévio de mitigação (Governo Metropolitano de Tóquio, 2015).

Se o critério de inclusão for atingido por três anos consecutivos, a redução de emissão se torna obrigatória para o prédio ou a planta em questão. No entanto, somente as emissões de CO<sub>2</sub> provenientes do consumo de energia têm mitigação obrigatória (inclusive nas plantas industriais). Nesse caso, é obrigatório submeter um plano de mitigação e ter as emissões verificadas por um agente externo (Governo Metropolitano de Tóquio, 2015).

### 3.3.3 PROGRAMA OBRIGATÓRIO DE CAP-AND-TRADE DE SAITAMA (T-SET)

Um ano após o lançamento do esquema de comércio de emissões de Tóquio, a Prefeitura de Saitama iniciou – em 2011 – o seu Programa de Comércio de Emissões com Definição de Metas (doravante denominado de TSET). O sistema de Saitama abrange cerca de 600 entidades reguladas na ponta do consumo, nos setores de edifícios industriais e comerciais, o que corresponde a aproximadamente 20% das emissões da região. As entidades regulamentadas devem reduzir as emissões abaixo de uma linha de base específica, que depende de fatores como eficiência energética e de consumo de energia fornecida por outras instalações. Os créditos são emitidos para instalações onde as emissões ficam abaixo da linha de base.

O ETS foi constituído pelo “Decreto de Promoção da Estratégia de Aquecimento Global da Prefeitura de Saitama”, com o objetivo de eventualmente estabelecer um sistema comum com outras prefeituras na área metropolitana, muito semelhante ao TMG. Entretanto, ao contrário dele, o Programa TSET não tem penalidades monetárias, mesmo quando os setores cobertos pelo esquema não cumprem as metas de emissões (HAMAMOTO, 2019). Se uma instalação não atinge sua meta de redução, seu nome é tornado público e o valor de redução insuficiente é adicionado à sua meta para o período de conformidade seguinte (ICAP, 2023).

### 3.3.4 PROGRAMA NACIONAL DE CERTIFICAÇÃO DE CRÉDITOS DE CARBONO (J-CREDIT)

Criado em 2013 pelo governo central, o J-Credit possui um modelo específico de MRV, no qual cada empresa deve propor o método de aferição das emissões. Não existe, portanto, uma norma fixa a ser seguida.

O J-Credit certifica projetos de mitigação por pequenas e médias empresas japonesas nas áreas de eficiência energética, energias renováveis e gestão de florestas, dentro do território japonês (EDF, 2015). Os créditos gerados podem ser comercializados em leilões oficiais ou de forma bilateral (Banco do Japão, 2019) e podem ser utilizados para cumprir os requisitos de diferentes sistemas de mitigação. Em junho de 2019, 645 certificações haviam sido concedidas.

O processo de certificação tem quatro etapas. Primeiro, a empresa submete um projeto de monitoramento das emissões, que deve ser aprovado pelo governo central. É nessa primeira etapa que o protocolo de MRV é customizado ao projeto de mitigação que está sendo proposto. Na segunda etapa, o projeto deve ser validado por um auditor externo. Feito isso, é implementado e a empresa faz o monitoramento das emissões conforme protocolo aprovado na primeira etapa. Finalmente, na quarta etapa, a implementação do projeto é verificada por um auditor externo. Para serem credenciados, os auditores externos devem seguir a norma ISO 14065. Ao total, 62 métodos diferentes de mensuração de emissões foram aprovados (Banco do Japão, 2019).

Os J-Credits têm o potencial de serem utilizados em um outro esquema que está em processo de consideração, o GX-ETS. Trata-se de um sistema de comércio de emissões com escala nacional que está sendo projetado e que deverá ser lançado, inicialmente de forma voluntária, entre os anos fiscais de 2023 e 2024. O objetivo do programa será direcionar o país rumo à neutralidade de carbono em 2050.

Em termos de MRV, sabe-se que, além dos escopos 1 e 2, o GX-ETS deve incluir o alinhamento das emissões do escopo 3 com o cenário-alvo de 1,5° C. Para a implementação

desse objetivo, os membros definirão ativamente uma meta de redução de emissões e divulgarão seus resultados anualmente, com o progresso de médio prazo sendo avaliado. Quando suas metas de emissão direta não forem cumpridas, o crédito de carbono (J-Credit) será adquirido por meio do ETS. As metas e o progresso de cada membro serão divulgados pelo GX League (Ministry of Economy, Trade and Industry, s.d.; ICAP, 2023a).

Devido ao fato desse esquema ainda estar em desenvolvimento e haver limitações de informações disponíveis, o GX-ETS não é abordado neste estudo de modo aprofundado.

## 3.4 CHINA

Em 2011, o governo chinês decidiu estabelecer programas-piloto de comércio de carbono como parte de sua estratégia de transição para uma economia de baixo carbono (GOULDER *et al.*, 2017). Hoje, os programas das províncias chinesas – Beijing, Chongqing, Guangdong, Hubei, Shanghai, Shenzhen, Tianjin e Fujian – representam a maior iniciativa de precificação de carbono dentro de um único país. Como na maioria dos programas de cotas transacionáveis, os pilotos chineses começaram distribuindo licenças gratuitamente e estão lentamente migrando para a venda em leilões.

O objetivo do governo chinês é promover uma transição dos oito programas-piloto das províncias para um sistema nacional com regras harmonizadas. Os programas das províncias seguem operando, em paralelo com o sistema nacional. Como os métodos e procedimentos das províncias serão paulatinamente substituídos pelos protocolos nacionais, são apresentadas a seguir as características do programa nacional (FENG, 2023).

### 3.4.1 SISTEMA NACIONAL DE COMÉRCIO DE EMISSÕES DA CHINA (CHINA-ETS)

O ETS nacional chinês se baseia na experiência dos mercados-piloto de carbono implementados nas províncias. Os programas-piloto continuarão a operar em paralelo com o ETS nacional, abrangendo os setores e as entidades não integrados ao sistema nacional. À medida em que a cobertura do sistema nacional se expandir, espera-se que as entidades abrangidas pelos sistemas regionais sejam integradas no ETS nacional (ICAP, 2023b).

O ETS chinês é o maior programa de comércio de carbono do mundo, em termos de emissões cobertas (responsável por mais de 40% das emissões de carbono da China) e a sua regulamentação está sendo produzida desde 2017. O sistema começou a operar em julho de 2021, regulando a emissão de gases de efeito estufa de mais de 2.100 empresas do setor de energia (ICAP, 2023b). Em etapas subsequentes, serão incluídos os setores de ferro e aço, metais não ferrosos (alumínio eletrolítico e fundição de bronze), materiais



de construção (cimento e vidro), indústrias química e petroquímica, papel e celulose e aviação (ROLDÃO, 2016). Esses setores foram escolhidos por serem intensivos em energia.

**TABELA 4 – Possíveis informações sobre o futuro sistema de MRV chinês**

<b>Nome do programa</b>	China-ETS.
<b>Cobertura geográfica</b>	Todo o país.
<b>Descrição</b>	Política de inventário e comércio em vigor desde 2021.
<b>Participação obrigatória?</b>	Sim, para o setor energia.
<b>Típos de emissões reguladas</b>	Emissões diretas e indiretas (somente aquisição de energia).
<b>Protocolo</b>	Não. Parâmetros próprios.
<b>Gases considerados</b>	CO <sub>2</sub> .
<b>Ponto de regulação</b>	Produção.
<b>Setores da indústria</b>	Inicialmente, somente geração de energia. Subsequentemente, serão incluídos os setores petroquímicos, químico, materiais de construção, aço, metais não ferrosos, papel e aviação doméstica.
<b>Linha de corte para relato</b>	26.000 tCO <sub>2</sub> e/ano.
<b>Métodos utilizados</b>	Disponíveis em regulação setorial própria, em nível nacional.
<b>Desenho metodológico</b>	Escopo 2: o fator de emissão da rede é fornecido pelo Ministério de Ecologia e Meio Ambiente.
<b>Disponibilidade de métodos simplificados?</b>	Não.
<b>Guias setoriais específicas?</b>	Sim, diferente para cada um dos 24 setores (geração de energia, distribuição de energia elétrica, ferro e aço, químico, alumínio eletrolítico, fundição de magnésio, vidro plano, cimento, cerâmica, aviação civil, petróleo e gás natural, petroquímico, coque, carvão, papel e produtos de papel, fundição e laminação de metais não ferrosos, eletrônicos, máquinas e equipamentos, mineração, alimentos tabaco e álcool, bebidas e chá, operação de edifícios públicos, transporte terrestre, químico de flúor e outras indústrias).
<b>Verificação por terceira parte?</b>	Sim. Autoridades provinciais são responsáveis por organizar a verificação dos relatórios de GEE do setor de energia e de outras sete indústrias-chave (indústrias petroquímicas, químicas, materiais de construção, aço, metais não ferrosos, papel e aviação doméstica) que ainda não têm obrigações de conformidade.
<b>Critérios para auditor externo</b>	A definir.

Fonte: Departamento de Desenvolvimento e Reforma (2013, 2014 e 2015); ICAP (2023b).

A linha de corte para inclusão no sistema é de 26.000 tCO<sub>2</sub>e/ano (ICAP, 2023b). O método de acreditação não parece seguir a norma ISO 14065. Os métodos de cálculo das emissões para instalações de geração de energia já foram publicados de forma preliminar e detalhada (Departamento de Desenvolvimento e Reforma, 2021). Para outros setores, isso também foi desenvolvido, mas em versão preliminar (Departamento de Desenvolvimento e Reforma, 2013; 2014; 2015). Os métodos se basearam parcialmente no GHG Protocol e serão diferenciados para um total de 24 setores da economia. Assim como no EU-ETS e no EPA GHGRP, há substancial variação entre os métodos aplicados a cada setor, com diferenças inclusive nos parâmetros de cálculo (TANG *et al.*, 2018).

### 3.5 MÉXICO

O México é amplamente reconhecido como um país líder na agenda climática. Seu Sistema Nacional de Mudanças Climáticas foi criado em 2012, pela Lei de Mudanças Climáticas (México, 2012). Nela, ficou estipulada a criação de um programa de relato obrigatório de emissões de GEE. Em seguida, em 2014, foi lançado o programa de relato obrigatório, operacionalizado por meio da plataforma digital Registro Nacional de Emissões (RENE) (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2015). Desde então, estão obrigadas a relatar emissões e eventuais reduções de todas as entidades que emitem mais de 25.000 tCO<sub>2</sub>e/ano. Anualmente, as empresas têm que submeter um relatório de verificação por uma empresa verificadora acreditada. No primeiro ano de relato, em 2015, a obrigação de verificação foi prorrogada por até três anos.

O relato de emissões de GEE é regido por diversas políticas e regulamentos. A instituição responsável por coordenar e supervisionar as atividades de inventário é a Comissão Intersecretarial de Mudança Climática (CIMC), que faz parte da Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Naturais (SEMARNAT).

A submissão desses planos é obrigatória, mas não há punição para a falta de submissão (ICAP, 2023c). O primeiro passo para a submissão do relato anual é a aprovação de planos de monitoramento de emissões. Na sequência, as empresas devem, anualmente, utilizar uma calculadora disponibilizada gratuitamente para estimar as suas emissões e verificar se estão obrigadas a relatá-las. Em caso afirmativo, deverão proceder ao relato e à posterior verificação. A Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) realiza a acreditação dos entes verificadores de inventários do RENE seguindo a norma ISO 14.065. A Procuradoria Federal Ambiental (PROFEPA) supervisiona e concede as creditações. As empresas verificadoras acreditadas então emitem um relatório de avaliação dos relatos anuais de emissão dos entes regulados.

**TABELA 5 – Sistema de MRV mexicano**

<b>Nome do programa</b>	RENE - <i>Registro Nacional de Emisiones</i> .
<b>Cobertura geográfica</b>	Todo o país.
<b>Descrição</b>	A política de inventário está em vigor desde 2014 e a de comércio ainda está em desenvolvimento.
<b>Participação obrigatória?</b>	Sim, para entes regulados (transporte, resíduos, agropecuário, comércio, indústria, energia e serviços).
<b>Tipos de emissões reguladas</b>	Emissões diretas e indiretas (somente aquisição de energia).
<b>Protocolo</b>	ISO 14064-1.
<b>Gases considerados</b>	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, CFCs, HCFCs, PFCs, HFCs, SF <sub>6</sub> , NF <sub>3</sub> , halogenados e halocarbonos.
<b>Ponto de regulação</b>	Produção.

<b>Setores da indústria</b>	Indústrias química, siderúrgica, metalúrgica, metalmecânica, mineração, automobilística, papel e celulose, artes gráficas, petroquímica, cimenteira e de cal, vidro, eletrônica, elétrica, alimentos e bebidas, madeira e têxtil.
<b>Linha de corte para relato</b>	25.000 t CO <sub>2</sub> e/ano, considerando as plantas, para os setores indústria e energia. 25.000 t CO <sub>2</sub> e/ano, considerando as empresas, para todos os demais setores.
<b>Métodos utilizados</b>	Para setores indústria e energia, relato por instalação. Para os demais setores, relato agregado por empresa. Relatos anuais baseados em modelos fornecidos pela SEMARNAT; verificação dos relatos por ente independente até o fim de junho do ano subsequente.
<b>Desenho metodológico</b>	O método-padrão é o cálculo por meio de fatores de emissão. Aplica-se à produção de cimento, cal, vidro, química e petroquímica, ferro e aço, alumínio, geração de eletricidade a partir de processos de combustão entre outras atividades. O método do balanço de massa se aplica a algumas atividades específicas, como a produção de compostos fluorados na indústria eletrônica ou na fabricação de espumas, entre outros (art. 7 do Regulamento da Lei de Mudanças Climáticas – SEMARNAT, 2014).
<b>Disponibilidade de métodos simplificados?</b>	Sim, para diversos setores definidos no art. 6º do Regulamento Técnico (México, 2015).
<b>Guias setoriais específicas?</b>	Sim, art. 7 (I e II) do Regulamento da Lei de Mudanças Climáticas (SEMARNAT, 2014).
<b>Verificação por terceira parte?</b>	Sim, obrigatória.
<b>Crítérios para auditor externo</b>	ISO 14064-3, ISO 14065: 2013 e ISO 14066: 2011. Os organismos devem ser acreditados e aprovados para realizar a verificação, em acordo com a Lei Federal sobre Metodologia e Normalização ( <i>Ley Federal sobre Metrología y Normalización</i> ) e seu regulamento para organismos de certificação e unidades de verificação (SEMARNAT, 2014).

Fonte: SEMARNAT (2014); México (2015); México (2023).

### 3.6 ANÁLISE DAS PRÁTICAS INTERNACIONAIS DE MRV

Os sistemas de MRV internacionais avaliados são bastante heterogêneos. Enquanto alguns seguem as normas ISO 14064, outros seguem o GHG Protocol ou ainda o EU-ETS. Dentro de um mesmo programa de inventário ou de comércio de carbono, é comum a existência de 20 protocolos de MRV distintos que se aplicam aos diferentes setores da indústria e, dentro de cada setor, aos diferentes processos inventariados. Não é possível observar uma lógica na adoção de um ou outro padrão. De fato, na maioria dos casos, os programas de inventário e os mercados de carbono possuem parâmetros de MRV próprios, como o EU-ETS, o programa de inventário da EPA americana (GHGRP), o China-ETS e o programa de *cap-and-trade* da região metropolitana de Tóquio.

Portanto, ainda não há sinal de convergência dos protocolos em torno de um padrão comum, de forma que o desafio da harmonização permanece largamente inalcançado. Sendo assim, a melhor forma de comparar os programas é em termos de linha de corte para relato. Neles, os pisos de emissão a partir dos quais o relato é obrigatório variam de 5.000 a 50.000 tCO<sub>2</sub>e/ano. Os valores mais comuns são 10.000 e 25.000 tCO<sub>2</sub>e/ano (IETA, 2015).

Em geral não existe uma única forma de aferição das emissões. Na maioria dos casos, as empresas têm flexibilidade na adoção de um ou outro método, dependendo dos dados e instrumentos disponíveis. Essa flexibilidade é fundamental para reduzir o custo de monitoramento e viabilizar a adesão das empresas quando os programas são voluntários. Além disso, normalmente a adesão aos programas de relato inclui períodos de adaptação para a adoção dos sistemas MRV, que duram de dois a três anos. É o caso do programa GX-ETS, do Japão, em que há programação para um período de aprendizado com duração de três anos.

Com relação ao custo da implementação do MRV, observou-se que são frequentes as iniciativas voltadas a reduzir os custos para as empresas, principalmente nas etapas iniciais dos programas. O formato mais comum desse controle de custos é o estabelecimento de um tamanho mínimo de empresas ou plantas com obrigação de relato (linha de corte para relato). Não foram identificadas, por outro lado, situações em que o ente público financie partes do custo do MRV.

A regulação na produção, feita na parte de cima da cadeia, onde são gerados os GEE, é a mais comum. Apenas no caso do Japão, foi identificada regulação na parte de baixo da cadeia – no consumo de energia ou de produtos intensivos em GEE.

As emissões indiretas provenientes da cadeia de fornecedores (escopo 3 do GHG Protocol) ainda não são o foco de regulação. Somente no caso do inventário obrigatório do Japão, e do possível programa de comércio de emissões nacional a ser implementado, requer-se o uso de métodos de cálculo das emissões provenientes da produção dos insumos. A razão principal para a ausência de exigências relativas à cadeia de fornecedores é que a maioria das regulações incide sobre as refinarias e a indústria química, os primeiros pontos de geração de GEE.

O protocolo de MRV que está sendo implementado nacionalmente na China regula a mensuração, relato e verificação de mais de quatro bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub>e – 40% das emissões chinesas. O mercado chinês é um divisor de águas na política climática global.







# 4 PRÁTICAS SETORIAIS DE MRV NO BRASIL

Para identificar e sintetizar o estado atual das práticas de MRV no Brasil, foram realizadas entrevistas com 8 (oito) setores a saber: cimento, vidro, siderurgia, alumínio, papel e celulose, químico, eletricidade e petróleo e gás.

Segundo o desenho metodológico deste estudo, em cada entrevista, um questionário foi aplicado com perguntas direcionadoras a três temas principais:

- 1) Características gerais do setor;
- 2) MRV setorial; e
- 3) MRV nacional.

As perguntas relativas às características do setor buscaram entender sua contribuição em termos de emissões de GEE e representatividade no país, levantar ações de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, verificar as principais fontes de emissão, presença de eficiência média ou mínima por tonelada de produto ou outro denominador e tratamento do tema pelo ponto de vista global.

Os pontos acima proporcionam bases suficientes para o entendimento das características de emissões de cada setor entrevistado, bem como para a compreensão da contribuição desses setores em termos de controles, já utilizados na indústria brasileira, para a mensuração e categorização de emissões. As entrevistas oferecem, portanto, os subsídios gerais necessários para a verificação da temática de MRV setorial.

Cada setor forneceu informações sobre a existência de um MRV setorial, incluindo motivações para implementação do programa, voluntariedade ou obrigatoriedade de implementação, ano de implantação, número de empresas participantes e percentual de participação do setor, gases de efeito estufa e escopos considerados, guias setoriais específicos, protocolos, legislação e/ou metodologias adotadas ou utilizadas como base, estabelecimento de verificação por terceira parte e maturidade das indústrias em termos de controle e autonomia para coleta, compilação e reporte das emissões de GEE.

No caso da inexistência de um MRV setorial, buscou-se entender os principais entraves para seu estabelecimento, bem como se as empresas integrantes possuem a prática do cálculo e reporte de inventários de GEE.



As práticas para um MRV nacional foram identificadas a partir da percepção, por parte do representante setorial entrevistado, das principais características que um MRV nacional deveria ou não deveria apresentar, se o setor que representa está preparado para a adesão a um MRV nacional com base nos critérios sugeridos e se seria factível, dentro de um sistema MRV, a apresentação de um plano de redução ou compensação de emissões.

As informações apresentadas, a seguir (Tabelas 6 a 13) foram compiladas a partir das entrevistas.

## 4.1 SETORES PESQUISADOS

### 4.1.1 CIMENTO

O cimento é um dos principais materiais para a construção civil, de forma que a indústria cimenteira é de extrema relevância para o país, gerando efeitos positivos na economia, com expansão do PIB e do emprego.

O setor foi representado no estudo pelo Sindicato Nacional da Indústria do Cimento, que entre suas principais atuações estão a colaboração com o governo, como órgão técnico e consultivo, no estudo e na solução dos problemas relacionados à indústria do cimento, e a prestação de serviços de assistência jurídica e técnica aos seus associados nos assuntos econômicos, tributários, meio ambiente, mineração, prevenção de acidentes e segurança do trabalho (SNIC, 2023a).

O setor de cimento representa 2,5% das emissões nacionais e 7% das emissões mundiais (SIRENE, 2018). As principais fontes de emissão do setor são processos de calcinação e a queima de combustíveis para a geração de energia. Além disso, o transporte do cimento requer atenção e especificidades logísticas, o que resulta em movimentos transfronteiriços mais frequentes, para ser transportado em longas distâncias (SNIC, 2021). As emissões de gases de efeito estufa dos fabricantes de cimento instalados no país são 10% inferiores à média mundial.

O setor criou, há mais de 20 anos (com números que retroagem até 1990), uma ampla base de dados que permite às empresas do setor a troca de experiências e melhor comparabilidade, tanto no cenário nacional como a nível mundial. Essa metodologia de contabilização de CO<sub>2</sub>, chamada *Getting the Numbers Right (GNR)* e gerenciada pela *Global Cement and Concrete Association (GCCA)*, compreende cerca de 80% de toda a produção global de cimento (excluída a produção da China) e é considerado o maior banco de dados de emissões de um setor industrial no mundo.

Com representatividade de mais de 78% no Brasil, o banco de dados foca na quantificação de CO<sub>2</sub>, mas para isso incorpora indicadores de consumo térmico e elétrico, adições ao

cimento e combustíveis alternativos. Quanto à adaptação às mudanças climáticas, são realizados diversos estudos focados no desenvolvimento de novos materiais que possam gerar um padrão construtivo mais resiliente aos impactos da mudança do clima (SNIC, 2023b).

**TABELA 6 – Informações sobre as práticas de MRV no setor de cimento**

Perguntas sobre MRV setorial	Respostas obtidas em entrevista e sintetizadas
O setor possui um programa de MRV estabelecido para a gestão das suas emissões de gases de efeito estufa?	Sim. Existe o <i>Getting the Numbers Right</i> (GNR), metodologia padronizada e difundida por todo o setor do cimento em escala global, retroativa até 1990.
Em que ano esse programa foi implementado?	2002.
Qual foi o principal driver para a implementação do programa?	Antecipação das demandas futuras, visando melhorias na gestão de emissões.
Como tem sido a adesão a esse programa? Qual é o número de empresas participantes e o percentual de participantes do setor?	78% da indústria brasileira reporta seus dados na plataforma. (Em escala global, congrega 80% da produção mundial excluída a China)
Existe algum sistema, plataforma ou tecnologia que esteja sendo utilizado para a implementação do programa?	Sim. O GNR é composto por uma metodologia de contabilização que está em sua quarta versão. Consiste em uma planilha que é preenchida planta a planta, auditada e consolidada globalmente por uma terceira parte independente (PwC <sup>6</sup> ). Seus dados são públicos e podem ser acessados por meio da GCCA, que faz a gestão do banco de dados.
Qual o formato de reporte, arquivamento e divulgação dos dados do programa?	Planilha e plataforma global, acessível a todo o público, gerenciada pela GCCA.
Em qual protocolo, legislação e/ou metodologia o programa está baseado – GHG Protocol, EU ETS, EPA GHGRP (EUA), Sist. nacional de inventário (Japão), ISO 14064 ou parâmetros próprios?	<i>Cement CO<sub>2</sub> and Energy Protocol</i> <sup>7</sup> . Elaborado pelo WRI/WBCSD <i>Greenhouse Gas Protocol</i> <sup>8</sup> , com base no IPCC.
Quais os gases de efeito estufa considerados? Somente CO <sub>2</sub> ? Todos aqueles do Protocolo de Quioto?	Somente CO <sub>2</sub> . Os demais não têm contribuição significativa.
Quais são os escopos de emissões (escopo 1, escopo 2 e escopo 3) requeridos para o cálculo e o reporte no âmbito do programa?	Escopos 1 e 2.
Se o escopo 3 for requerido, qual é o maior desafio em termos de coleta de dados e relato?	O escopo 3 é complexo de ser implementado no setor, principalmente para fornecedores de pequeno porte, pois não existe uma maturidade em MRV para eles.

6 Pricewaterhouse Coopers (PwC) é uma empresa de consultoria e auditoria.

7 *Cement CO<sub>2</sub> and Energy Protocol* (Protocolo de CO<sub>2</sub> e Energia do Cimento) é uma iniciativa da indústria global de cimento que busca padronizar a coleta, o cálculo e o relato das emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e do consumo de energia relacionados à produção de cimento.

8 WRI/WBCSD *Greenhouse Gas Protocol* é uma iniciativa conjunta do *World Resources Institute* (WRI) e do *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD), que tem como objetivo desenvolver padrões e diretrizes para a contabilidade e o relato de emissões de gases de efeito estufa (GEE) por organizações e empresas.

Perguntas sobre MRV setorial	Respostas obtidas em entrevista e sintetizadas
O programa estabelece ou incentiva a utilização de verificação por terceira parte (auditoria)?	A PwC audita a metodologia e a ferramenta. Adicionalmente, esta possui controle automatizado, com travas para máximos e mínimos. Antes da sua publicação anual, os dados passam, ainda, por revisão de especialistas do setor de cimento das principais regiões do globo.
Na sua opinião, qual a maturidade das indústrias em termos de controle e autonomia para coleta, compilação e reporte das suas emissões de GEE (escala de 1 a 5)?	5. O setor possui uma maturidade muito avançada nessas questões.
Existem iniciativas de compensação ou remoção de emissões que são consideradas nos processos de reporte de emissões?	De compensação ou remoção especificamente não, mas o banco de dados do setor consegue avaliar o impacto de cada uma das medidas de mitigação implementadas na redução da sua intensidade de carbono (emissão específica e emissão absoluta). As medidas de compensação aplicadas no setor estão sendo mapeadas atualmente.
Na experiência setorial, quais são os principais pontos de aprendizado a serem considerados? Quais são os aspectos positivos e negativos para atendimento à regulação (principalmente São Paulo e Rio de Janeiro, que possuem regulamentações)?	O aprendizado é que não é possível fazer gestão de processo se os parâmetros não foram medidos. A mensuração é o ponto de partida para qualquer ação de descarbonização no setor industrial. Aspecto negativo são as metodologias subnacionais que podem não se conectar com uma metodologia nacional. Além disso, existe uma necessidade de treinamento e capacitação de firmas verificadoras.

Fonte: Elaboração própria a partir da entrevista setorial.

#### 4.1.2 VIDRO

O setor de vidro no Brasil é de grande relevância e desempenha um papel fundamental na economia do país, sendo responsável pela produção, pelo beneficiamento e pela comercialização de uma ampla variedade de tipos de vidro, desde vidros planos utilizados na construção civil até embalagens, vidros automotivos, especiais para tecnologia, como para energia solar, destacando sua versatilidade e importância na indústria (DINIZ *et al.*, 2023).

O setor é representado pela Abividro – a Associação Brasileira das Indústrias de Vidro, que tem o papel de reunir as empresas que realizam a fusão do vidro e que atuam em diversos mercados, como construção civil, automobilístico, decoração, moveleiro, perfumaria, cosmético, farmacêutico, alimentos e bebidas, entre outros. Fundada em 1962, sua missão é promover e intensificar o uso do vidro, sistematizar informações sobre a cadeia produtiva, estimular o aprimoramento técnico e ambiental do setor, além de representá-lo em questões de interesse.

Comparado às emissões nacionais de processos industriais, o setor do vidro representou apenas 0,51% dessas emissões em 2016. Em relação às oriundas do uso de energia, o setor emitiu apenas 0,32% do total nacional correspondente. Somando-se o total das emissões, o setor não representa mais do que 0,15% das nacionais totais (CNI, 2016). O setor enfrenta pressão internacional, advinda do Acordo de Paris, e pressão nacional com base no arcabouço regulatório que está em discussão no Congresso Nacional. A falta de “instrumentos de defesa comercial” que considerem a eficiência de carbono é uma

preocupação para a indústria de vidro plano, já que o vidro produzido no Brasil apresenta menor teor (ou intensidade?) de carbono, quando comparado a outros mercados, em especial ao mercado chinês.

A gestão de dados de MRV do setor é avaliada de forma consolidada pela Abividro, para garantir interpretações adequadas por parte dos agentes reguladores. Busca-se um entendimento sobre a prática das empresas em calcular e reportar seus inventários de GEE, bem como as recomendações da associação sobre esse tema. Dessa maneira, na entrevista realizada com os representantes da Abividro, buscou-se o entendimento sobre a prática das empresas de calcular e reportar seus inventários de GEE. A síntese da entrevista está apresentada na Tabela 7.

**TABELA 7 – Informações sobre as práticas de MRV no setor de vidros**

Perguntas sobre MRV setorial	Respostas obtidas em entrevista e sintetizadas
O setor possui um programa de MRV estabelecido para a gestão das suas emissões de gases de efeito estufa?	Não há um programa de MRV em nível setorial, mas sim iniciativas individuais, para atender a regulamentações de governos estaduais. O MRV acontece em nível de empresas, sendo que nem todas aderem às práticas.
Em que ano esse programa foi implementado?	No estado de São Paulo, em 2012, e no estado do Rio de Janeiro, em 2018, considerando os anos de exigências legais em cada estado.
Qual foi o principal driver para a implementação do programa?	O driver foi a regulação. No estado do Rio de Janeiro, foi em decorrência do estabelecimento da Resolução CONAMA nº 84/2018, que regulamentou o Programa de Monitoramento de Emissões em Fontes Fixas para a Atmosfera. No estado de São Paulo, foi a partir da disposição de critérios para a elaboração do inventário de emissões de gases do efeito estufa pela Decisão de Diretoria nº 254/2012/V/I, da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB).
Como tem sido a adesão a esse programa? Qual é o número de empresas participantes e o percentual de participantes do setor?	Considerando a capacidade instalada, foi declarado pela Abividro que cerca de 60% das empresas estão localizadas no estado de São Paulo e, por isso, têm a adesão obrigatória ao relato de emissões.
Existe algum sistema, plataforma ou tecnologia que esteja sendo utilizado para a implementação do programa?	Principalmente as plataformas da CETESB e do INEA, considerando a regulação no estado de São Paulo e do Rio de Janeiro. Entretanto, a Abividro não possui um sistema de consolidação dos dados.
Qual o formato de reporte, arquivamento e divulgação dos dados do programa?	Os dados informados à CETESB e ao INEA não costumam ser divulgados e, no caso do segundo, são requisitos de licenciamento.
Em qual protocolo, legislação e/ou metodologia o programa está baseado – GHG Protocol, EU ETS, EPA GHGRP (EUA), Sistema nacional de inventários (Japão), ISO 14064 ou parâmetros próprios?	Para atender às regulações estaduais, GHG Protocol. Para aquelas que ainda não fazem e desejam realizar MRV, a Abividro recomenda a adoção dos <i>standards</i> do GHG Protocol ou ISO 14064.
Quais os gases de efeito estufa considerados? Somente CO <sub>2</sub> ? Todos aqueles do Protocolo de Quioto?	Basicamente o CO <sub>2</sub> . Os outros gases são pouco representativos.
Quais são os escopos de emissões (escopo 1, escopo 2 e escopo 3) requeridos para o cálculo e o reporte no âmbito do programa?	Considerando as exigências dos estados de São Paulo e Rio de Janeiro, os escopos 1 e 2. O escopo 3 é relatado voluntariamente, em alguns casos de relatórios de sustentabilidade de empresas multinacionais, as quais são mais demandadas.

Perguntas sobre MRV setorial	Respostas obtidas em entrevista e sintetizadas
Se o escopo 3 for requerido, qual é o maior desafio em termos de coleta de dados e relato?	Ainda não existe uma pressão para o escopo 3 e nunca se discutiu na Abividro eventuais dificuldades.
O programa estabelece ou incentiva a utilização de verificação por terceira parte (auditoria)?	Na jurisdição do estado do Rio de Janeiro é obrigatória a verificação por terceira parte. Já em São Paulo, esta não é obrigatória. Em ambas as situações, a Abividro recomenda a auditoria.
Na sua opinião, qual a maturidade das indústrias em termos de controle e autonomia para coleta, compilação e reporte das suas emissões de GEE (escala de 1 a 5, em que 1 representa pouco controle e autonomia e 5, total controle e autonomia)?	De forma geral, 2,5, pois algumas empresas possuem alta maturidade e outras estão iniciando agora o engajamento nessa agenda.
Existem iniciativas de compensação ou remoção de emissões que são consideradas nos processos de reporte de emissões?	Não.
Na experiência setorial, quais são os principais pontos de aprendizado a serem considerados? Quais são os aspectos positivos e negativos para atendimento à regulação (principalmente São Paulo e Rio de Janeiro, que possuem regulamentações)?	As associadas que fazem seus reportes contratam consultoria especializada para ajudar. Até o momento não declararam dificuldades específicas para fazê-lo.

Fonte: Elaboração própria a partir da entrevista setorial.

### 4.1.3 SIDERURGIA

As indústrias produtoras de aço no Brasil são responsáveis por operar usinas, ofertando uma gama de produtos siderúrgicos que atendem amplamente ao mercado interno e externo, situando o setor entre os principais geradores de renda no país.

O Instituto Aço Brasil é a entidade representativa dessas empresas no país. Possui como missão defender e representar a indústria brasileira produtora de aço, atuando para a melhoria da competitividade e o desenvolvimento sustentável. Dentre as atribuições do Aço Brasil estão a realização de estudos e pesquisas relacionados a produção, equipamentos e tecnologia, matérias-primas e energia, tendências de mercado, novas aplicações do aço e relações industriais; coleta de dados, tratamento e divulgação de estatísticas do setor; colaboração na normalização de produtos; desenvolvimento de programas e políticas definidos pelo setor; representação junto a órgãos e entidades públicas e privadas no Brasil e exterior; e relações públicas e contato com entidades no exterior (Aço Brasil, 2023a).

A indústria de ferro e aço contribui com cerca de 4% do total das emissões de gases de efeito estufa (GEE) no Brasil, conforme a 4ª Comunicação Nacional do Brasil à UNFCC<sup>9</sup>. Mesmo com participação reduzida nas emissões nacionais, a indústria do aço brasileira entende que é seu dever contribuir no esforço de mitigação de GEE (Aço Brasil, 2023b).

Entre as ações para a redução de emissões do setor, destaca-se a iniciativa pioneira de utilizar o carvão vegetal como agente redutor do minério de ferro nos altos fornos para produção de aço. Aproximadamente 11% do aço brasileiro é produzido utilizando carvão vegetal, um diferencial do Brasil em relação aos demais países produtores de aço (IAço Brasil, 2020).

Apesar do compromisso com a transição para uma economia de baixo carbono assumida pelas empresas do setor, não existem legislações específicas para esse setor em relação à redução de emissões de GEE no Brasil. Atualmente, as empresas associadas ao Instituto Aço Brasil reportam suas emissões anualmente por meio de uma plataforma desenvolvida pelo Aço Brasil.

**TABELA 8 – Informações sobre as práticas de MRV do Aço Brasil**

Perguntas sobre MRV setorial	Respostas obtidas em entrevista e sintetizadas
O setor possui um programa estabelecido de MRV para a gestão das suas emissões de gases de efeito estufa?	Existe um programa interno no setor. Os dados de consumo e produção de cada processo são reportados anualmente por meio de uma plataforma própria. Esses dados são consolidados e convertidos por meio de ferramentas, adotando os fatores do IPCC <sup>10</sup> e da <i>World Steel Association</i> <sup>11</sup> .
Em que ano esse programa foi implementado?	O programa foi implementado em 2005, com aprimoramentos contínuos desde então e mudança de plataforma em 2012.
Qual foi o principal driver para a implementação do programa?	Transparência e confiabilidade dos dados.
Como tem sido a adesão a esse programa? Qual é o número de empresas participantes e o percentual de participantes do setor?	100% dos associados aderiram ao programa.
Existe algum sistema, plataforma ou tecnologia que esteja sendo utilizado para a implementação do programa?	Sim, existe uma plataforma própria onde os dados são coletados de forma individual.
Qual o formato de reporte, arquivamento e divulgação dos dados do programa?	Os dados são divulgados em um Relatório de Sustentabilidade bianual do setor, em <i>website</i> do Aço Brasil.

9 UNFCCC: Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima é um tratado internacional que tem como principal objetivo a cooperação internacional para lidar com as mudanças climáticas e seus impactos.

10 IPCC: Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas é uma organização científico-política criada em 1988 pela Organização das Nações Unidas (ONU), que tem como objetivo sintetizar e divulgar os conhecimentos, as pesquisas e os estudos mais avançados sobre mudanças climáticas.

11 World Steel Association (worldsteel): é uma das maiores e mais dinâmicas associações industriais do mundo, com membros em todos os principais países produtores de aço (85% da produção global de aço), que representa produtores de aço, associações nacionais e regionais da indústria siderúrgica e institutos de pesquisa siderúrgica.

Perguntas sobre MRV setorial	Respostas obtidas em entrevista e sintetizadas
Em qual protocolo, legislação e/ou metodologia o programa está baseado – GHG Protocol, EU ETS, EPA GHGRP (EUA), Sist. nacional de inventário (Japão), ISO 14064 ou parâmetros próprios?	IPCC e <i>World Steel Association</i> .
Quais os gases de efeito estufa considerados? Somente CO <sub>2</sub> ? Todos aqueles do Protocolo de Quioto?	Somente CO <sub>2</sub> .
Quais são os escopos de emissões (escopo 1, escopo 2 e escopo 3) requeridos para o cálculo e o reporte no âmbito do programa?	Escopo 1 e escopo 2.
Se o escopo 3 for requerido, qual é o maior desafio em termos de coleta de dados e relato?	Não é requerido.
O programa estabelece ou incentiva a utilização de verificação por terceira parte (auditoria)?	Em nível setorial, não.
Na sua opinião, qual a maturidade das indústrias em termos de controle e autonomia para coleta, compilação e reporte das suas emissões de GEE (escala de 1 a 5, em que 1 representa pouco controle e autonomia; e 5, total controle e autonomia)?	Considerando as indústrias associadas ao Aço Brasil, nota 3. Existe variabilidade de grau de maturidade em termos de controle e autonomia entre as organizações.
Existem iniciativas de compensação ou remoção de emissões que são consideradas nos processos de reporte de emissões?	Atualmente, não existem informações consolidadas em nível setorial em relação às iniciativas de compensação ou remoção de emissões.
Na experiência setorial, quais são os principais pontos de aprendizado a serem considerados? Quais são os aspectos positivos e negativos para atendimento à regulação (principalmente São Paulo e Rio de Janeiro, que possuem regulamentações)?	A falta de padronização da metodologia de cálculo e de critérios técnicos e premissas (fatores de emissão, <i>boundaries</i> ) dificulta a comparação entre inventários de empresas distintas.

Fonte: Elaboração própria a partir da entrevista setorial.

#### 4.1.4 ALUMÍNIO

O setor de alumínio engloba processos como a extração da bauxita, a refinaria de alumina, a redução do alumínio primário, a produção de produtos transformados, como extrudados, laminados, cabos de alumínio, fundidos, entre outros e a reciclagem.

O Brasil é o décimo segundo produtor mundial de alumínio primário e, entre 2021 e 2022, registrou crescimento de 5,1%, refletindo a retomada gradativa de capacidade produtiva. O Brasil também é referência em reciclagem do metal. Mais da metade do alumínio consumido no país vem da reciclagem, enquanto a média mundial não chega a 30%. (ABAL, 2023).



A Associação Brasileira do Alumínio (ABAL) representa as empresas do setor e produz um anuário estatístico público, contendo o comportamento do mercado brasileiro e mundial. Pelo fato de algumas empresas serem globais, é possível o permanente acompanhamento dos projetos internacionais para benchmarking, em busca das melhores práticas.

A ABAL contratou um estudo que mostra que o setor do alumínio no Brasil já atua com intensidade de carbono significativamente inferior à média mundial. Estima-se que as emissões do berço ao portão (*cradle-to-gate*) – que considera da extração da bauxita à fabricação do alumínio brasileiro – fiquem entre 2,75 e 3,5 tCO<sub>2</sub>e/ton, enquanto a média mundial varia de 9,7 a 11,7 tCO<sub>2</sub>e/ton. Ou seja, 3,3 vezes menor que a média global, fato atribuído principalmente à matriz elétrica renovável (superior a 80%) e à alta parcela de produto reciclado, superior a 50% (média global: aprox. 30%). (ABAL, 2023).

A emissão deste setor é baixa quando comparada a outros setores que utilizam fontes térmicas para a geração de energia. Mas ainda assim, é um setor com contribuições relevantes para uma transição de economia de baixo carbono.

Cabe ressaltar que os resultados no quadro abaixo são exclusivos da entrevistada (ABAL), complementados com informações da Companhia Brasileira de Alumínio (CBA), por ser a única empresa com atuação no Brasil que realiza a divulgação das informações de MRV de maneira individualizada. As demais empresas do setor realizam a divulgação dessas informações de maneira agregada e globalmente. Nota-se que nas respostas em nível empresarial não há representatividade da totalidade do setor.

**TABELA 9 –** Informações sobre as práticas de MRV do setor do alumínio, representado pela ABAL e case CBA.

Perguntas sobre MRV setorial	Respostas obtidas em entrevista e sintetizadas
O setor possui estabelecido um programa de MRV para a gestão das suas emissões de gases de efeito estufa?	O setor não possui um programa de MRV estabelecido. Já as principais empresas do setor possuem. Até o momento, não é realizada a consolidação dessas informações pela ABAL.
Em que ano esse programa foi implementado?	Em nível empresarial, considerando o caso da CBA: os inventários de GEE são publicados dentro da plataforma de Registro Público de Emissões do programa brasileiro do GHG <i>Protocol</i> desde 2017. Porém a empresa já calcula suas emissões internamente desde 2008.
Qual foi o principal <i>driver</i> para a implementação do programa?	Em nível empresarial, considerando o caso da CBA: decorrente do avanço da agenda de sustentabilidade e do amadurecimento da gestão de mudanças climáticas, a empresa começou a se posicionar no tema progressivamente, assumindo compromissos públicos, com foco na transparência dos dados e indicadores de emissões. A alta demanda de informações pelos clientes, com um maior rigor na hora de selecionar seus fornecedores, resulta em uma maior transparência pelas empresas.

Perguntas sobre MRV setorial	Respostas obtidas em entrevista e sintetizadas
Como tem sido a adesão a esse programa? Qual é número de empresas participantes e porcentagem de participantes do setor?	Em nível empresarial, considerando o caso da CBA: é feito o reporte das emissões de mais de 99% das suas unidades e operações, excluindo apenas unidades sem processos industriais, por serem pouco representativas em termos de emissão de GEE. Ou seja, o reporte é realizado conforme a metodologia do GHG <i>Protocol</i> com a abordagem de controle operacional, que permite a exclusão de até 5% das emissões do inventariante por fontes de emissão pouco significativas.
Existe algum sistema, plataforma, ou tecnologia que esteja sendo utilizada para a implementação do Programa?	Em nível empresarial, considerando o caso da CBA: a metodologia e ferramenta do Programa Brasileiro do GHG <i>Protocol</i> é utilizada.
Qual o formato de reporte, arquivamento e divulgação dos dados do programa?	Em nível empresarial, considerando o caso da CBA: os dados são divulgados por diversos mecanismos de comunicação e transparência, sendo eles: 1) Registro Público de Emissões; 2) Relatório anual de sustentabilidade; 3) Caderno de indicadores complementares, lançado conjuntamente com o relatório anual; 4) Preenchimento do questionário de mudanças climáticas do CDP <sup>12</sup> ; e 5) Reporte de agenda climática seguindo as recomendações do TCFD <sup>13</sup> , lançado em julho pela CBA. Adicionalmente, participa em grupos, eventos e iniciativas externas para trazer informações e atualizações sobre agenda climática e principais resultados, como por exemplo o atingimento de metas aprovadas pelo SBTi <sup>14</sup> .
Em qual protocolo, legislação e/ou metodologia que o programa está baseado (GHG Protocol, EU ETS, EPA GHGRP (EUA), Sist. nacional de inventário (Japão), ISO 14.064 ou parâmetros próprios)?	O reporte é realizado conforme a metodologia do GHG <i>Protocol</i> .
Quais os gases de efeito estufa considerados? Somente CO <sub>2</sub> ? Todos aqueles do protocolo de Quioto?	Considerando o que as grandes empresas relatam em seu inventário, aqui denominado como nível setorial, os gases relatados por eles são: CO <sub>2</sub> e os Perfluorcarbonos (PFCs), CF <sub>4</sub> e C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> . Em nível empresarial, considerando o relato realizado pela CBA: CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , NO <sub>3</sub> , PFCs (CF <sub>4</sub> e C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> ), HFCs e SF <sub>6</sub> .
Quais são os Escopos de emissões (Escopo 1, Escopo 2 e Escopo 3) requeridos para o cálculo e o reporte, no âmbito do Programa?	Em nível setorial: A maioria das empresas adotam como referência os Escopos 1 e 2, porém algumas já calculam o Escopo 3. Em nível empresarial, considerando o caso da CBA: É feito o reporte emissões dos Escopos 1, 2 e 3. Em 2020, foi realizada uma análise das principais categorias do Escopo 3, associadas às emissões mais representativas para a construção de metas de redução baseadas em ciência para acompanhamento e reporte anual, sendo elas 1, 3, 4, 6, 9 e 10. Essas categorias vão em linha com o documento de recomendação de cálculo do Escopo 3 do <i>International Aluminium Institute</i> (IAI) documento em que a CBA participou do processo de construção.

12 *Carbon Disclosure Project* (CDP) é uma iniciativa apoiada por investidores institucionais, que busca obter informações sobre políticas de mudanças climáticas, segurança hídrica e desmatamento das empresas por meio de um questionário, estimulando a divulgação transparente dessas informações, o monitoramento e gerenciamento de riscos e oportunidades relacionados às mudanças climáticas e incentivando ações sustentáveis.

13 *Task Force on Climate Related Financial Disclosures* (TCFD) é uma iniciativa de alcance global que busca aprimorar a transparência e a divulgação de informações financeiras relacionadas ao clima. Criada com o intuito de enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas, a TCFD incentiva empresas e instituições financeiras a comunicarem de forma mais abrangente e precisa os riscos e oportunidades que o clima pode representar para suas operações, ativos e investimentos.

14 *Science Based Targets initiative* (SBTi) é uma iniciativa internacional resultante da colaboração entre o CDP, o Pacto Global das Nações Unidas, o World Resources Institute e o World Wide Fund for Nature com o objetivo de se definir metas climáticas, com base científica.

Perguntas sobre MRV setorial	Respostas obtidas em entrevista e sintetizadas
Se o Escopo 3 for requerido, qual é o maior desafio em termos de coleta de dados e relato?	Em nível empresarial, considerando o caso da CBA: o maior desafio é a obtenção de dados que estão fora das atividades da CBA, como dados de clientes e fornecedores. Por isso, hoje a companhia adquire algumas bases de dados reconhecidas pelo mercado, como a base <i>Ecoinvent</i> <sup>15</sup> .
O Programa estabelece ou incentiva a utilização de verificação por terceira parte (auditoria)?	Em nível setorial: As empresas que relatam realizam a verificação por terceira parte via auditoria. Em nível empresarial, considerando o caso da CBA: Os inventários e principais indicadores de emissão recebem a verificação por terceira parte anualmente.
Na sua opinião, qual a maturidade das indústrias em termos de controle e autonomia para coleta, compilação e reporte das suas emissões de GEE (escala de 1 a 5, em que 1 possui pouco controle e autonomia; e 5 possui total controle e autonomia)?	Em nível setorial as empresas de grande porte possuem total controle e autonomia para coletar, compilar e reportar as suas emissões contando com equipe interna de trabalho e apoio de consultorias, ou seja, recebem nota 5. Enquanto as empresas menores, apresentam baixa maturidade quanto a gestão de emissões, recebendo nota 1. Em nível empresarial, considerando o caso da CBA: A CBA possui nota 5, devido à gestão robusta e madura e aos colaboradores dedicados ao acompanhamento do tema.
Existem iniciativas de compensação ou remoção de emissões que são consideradas nos processos de reporte de emissões?	Em nível empresarial, considerando o caso da CBA: Em áreas de mineração, a empresa trabalha com o processo de reabilitação de 100% de suas áreas mineradas. As emissões de supressão e plantio das atividades são acompanhadas anualmente dentro da categoria de Mudança de uso de solo do Escopo 1. Além disso, a CBA começou, em 2022, a gerar créditos de carbono, tendo em 2023 dois projetos em portfólio, sendo eles: 1) Reflora CBA, que tem por objetivo reflorestar áreas degradadas em propriedades de pequenos agricultores, tais como reservas legais (RL) ou áreas de proteção permanente (APP). Dessa forma, o projeto visa recuperar ecossistemas e incrementar a biodiversidade local, auxiliando os proprietários a regularizarem seus territórios com base no Código Florestal, além de emitir crédito de carbono por reflorestamento. 2) REDD+ Cerrado, primeiro projeto de certificação de créditos de carbono REDD <sup>16</sup> no Cerrado brasileiro. Com metodologia inédita e de reconhecimento internacional, é um importante passo na consolidação do Brasil no mercado voluntário internacional de carbono. A área certificada tem 11,5 mil hectares e capacidade de emissões médias anuais de 50 mil créditos de carbono. Na primeira emissão, foram gerados 316 mil créditos, referentes ao período de 2017 a 2021, e com previsão de gerar 1,7 milhão ao longo de 30 anos. Os projetos de geração de crédito são essenciais para a CBA, devido à sua ambição de oferecer produtos carbono neutro para seus clientes até 2030. Tais resultados são reportados pela empresa, mas ainda não foram utilizados para neutralização de suas emissões, sendo que a CBA tem uma estratégia robusta para reduzir seus indicadores por meio de projetos de redução de emissões de GEE.

15 *Ecoinvent* é um banco de dados de Inventários de Ciclo de Vida permite que os usuários obtenham uma compreensão mais profunda dos impactos ambientais de seus produtos e serviços. O programa apresenta valores de cargas ambientais (entradas e saídas de materiais, substâncias e energia) associadas ao ciclo de vida dos produtos, processos, sistemas de energia, de transporte, de disposição de resíduos, dentre outros.

16 *Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação florestal (REDD)* é um conjunto de incentivos econômicos aos países em desenvolvimento, com o objetivo de reduzir as emissões de gases de efeito estufa provenientes do desmatamento e da degradação florestal.

Perguntas sobre MRV setorial	Respostas obtidas em entrevista e sintetizadas
<p>Na experiência setorial, quais são os principais pontos de aprendizado a serem considerados? Quais aspectos positivos e negativos para atendimento à regulação (principalmente São Paulo e Rio de Janeiro, que possuem regulamentações)?</p>	<p>Em nível empresarial, considerando o caso da CBA: Um reporte transparente e maduro traz benefícios. Por exemplo, a melhora da reputação e da credibilidade da empresa, possibilita uma gestão de processos mais robusta, tornando-os mais eficientes com uma menor demanda de recursos naturais. Por último, pode trazer vantagens competitivas para a companhia, seja por acesso a novos clientes e <i>market-share</i>, como por facilitar o acesso a linhas de crédito mais atrativas por vínculo ao desempenho ambiental. Já as dificuldades são voltadas para a complexidade e alta demanda de dedicação para construção do inventário. Um outro ponto é a dificuldade de conseguir fazer comparativos entre resultados de diferentes empresas, primeiro por estarem em diferentes momentos de maturidade no processo de inventário, como também pela falta de transparência sobre a utilização de diferentes fontes de dados e metodologias.</p>

Fonte: Elaboração própria a partir da entrevista setorial e da empresa CBA.

#### 4.1.5 QUÍMICO

A indústria química é responsável pela produção de insumos que são utilizados em diversos bens de consumo e atividades econômicas. Globalmente, a indústria química brasileira se posiciona entre as oito maiores. No Brasil, contribui com 10% do PIB industrial (ABIQUIM, 2018).

A Associação Brasileira da Indústria Química (Abiquim), representante do setor, acompanha as emissões de GEE de escopos 1 e 2 por meio dos indicadores do Programa Atuação Responsável. As emissões de escopo 1 são as principais e, entre elas, destacam-se as emissões da categoria de combustão estacionária.

Atualmente, as principais pressões a que o setor está submetido, em termos de mudanças climáticas, são: a falta de legislação para precificar o carbono, via mercado regulado de carbono, ; e os acordos internacionais, visto que a não implementação desse instrumento de precificação de carbono pode acarretar em perda de competitividade do produto nacional em relação aos países que possuem metas de redução setorial propostas em NDCs, como os da Comunidade Europeia.

No curto prazo, projetos de eficiência energética e uso de insumos de fontes renováveis em substituição aos fósseis são os principais instrumentos de mitigação apresentados. Além disso, o setor estuda a implantação de novas tecnologias disruptivas a longo prazo, devido ao investimento significativo requerido.

A Abiquim acompanha ativamente as discussões climáticas globais, fazendo parte de diversas entidades, em especial *International Council of Chemical Associations (ICCA)*, *UN Global Compact / Rede Brasileira do Pacto Global da ONU* e *Carbon Pricing Leadership Coalition (CPLC)* do Banco Mundial.

Para compreender como a Abiquim tem contribuído nos processos de MRV, foram feitas as seguintes perguntas com as repostas sintetizadas na Tabela 10.

**TABELA 10** – Informações sobre as práticas de MRV no setor químico.

Perguntas sobre MRV setoriais	Respostas obtidas em entrevista e sintetizadas
O setor possui um programa de MRV estabelecido para a gestão das suas emissões de gases de efeito estufa?	A Abiquim possui acompanhamento de indicadores de meio ambiente do Programa Atuação Responsável, dentre eles o indicador de emissões de GEE, reportado por suas associadas desde 2006. Os dados são divulgados anualmente pela Abiquim em seu relatório de indicadores do Programa Atuação Responsável. A associação não adota e não requer dos associados a verificação por auditoria externa.  Algumas empresas associadas da Abiquim monitoram suas emissões e elaboram inventários de emissões de GEE, mas nem todas adotam verificação do inventário por auditoria externa.
Em que ano esse programa foi implementado?	O sistema de coleta de dados e relato por meio dos indicadores do Programa Atuação Responsável da Abiquim foi lançado em 1992 e implementado em 2006, quando iniciou o reporte.  Algumas empresas associadas à Abiquim relatam a implantação de sistemas de monitoramento de emissões, elaboração de inventário e publicação de emissões antes de 2006. Uma das associadas relata possuir publicação global de emissões de GEE desde 1990.
Qual foi o principal driver para a implementação do programa?	O principal motivador é a segurança para processos, produtos e pessoas, implementado depois de grandes acidentes envolvendo a indústria química. É um programa de gestão para melhoria contínua, que tem um espaço para questões ambientais. É feito o acompanhamento do desempenho da indústria química nacional de indicadores de meio ambiente, segurança de processos, saúde e segurança do trabalho, segurança no transporte e relacionamento com a comunidade, conforme requisitos do Programa Atuação Responsável.
Como tem sido a adesão a esse programa? Qual é o número de empresas participantes e o percentual de participantes do setor?	Todas as associadas da Abiquim aderiram ao programa, correspondendo a 80% da produção do país.
Existe algum sistema, plataforma ou tecnologia que esteja sendo utilizado para a implementação do programa?	A Abiquim possui sistema de coleta de dados reportados por suas associadas, que irão compor o indicador geral do programa.  As empresas associadas utilizam práticas como monitoramento, cálculo utilizando fatores de emissão e estimativas.
Qual o formato de reporte, arquivamento e divulgação dos dados do programa?	As empresas recebem link, login e senha de uma plataforma para que depositem todas as informações para indicadores. As informações individuais são confidenciais e é feita a divulgação dos dados compilados.
Em qual protocolo, legislação e/ou metodologia o programa está baseado – GHG Protocol, EU ETS, EPA GHGRP (EUA), Sist. nacional de inventário (Japão), ISO 14064 ou parâmetros próprios?	O manual de indicadores do Programa Atuação Responsável sugere, de maneira geral, a utilização da metodologia e ferramenta gratuita GHG Protocol. Vale ressaltar que o indicador de emissões de GEE do programa reflete os dados reportados pelas associadas, que possuem suas próprias diretrizes para medir, estimar ou calcular as emissões de GEE, que são baseadas em padrões internacionais como GHG Protocol, IPCC, ISO 14064, API, EPA, entre outros. Padrões internacionais podem ser acionados em decorrência do protocolo da matriz.

Perguntas sobre MRV setoriais	Respostas obtidas em entrevista e sintetizadas
Quais os gases de efeito estufa considerados? Somente CO <sub>2</sub> ? Todos aqueles do Protocolo de Quioto?	O indicador de emissão de GEE do Programa Atuação Responsável considera o reporte de suas associadas em CO <sub>2</sub> equivalente. As empresas associadas da Abiquim consideram todos os gases contemplados pelo Protocolo de Kyoto e no Acordo de Paris, conforme aplicabilidade: CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, SF <sub>6</sub> , NF <sub>3</sub> , HFCs e PFCs.
Quais são os escopos de emissões (escopo 1, escopo 2 e escopo 3) requeridos para o cálculo e o reporte no âmbito do programa?	Escopos 1 e 2.
O programa estabelece ou incentiva a utilização de verificação por terceira parte (auditoria)?	Não estabelece a verificação para emissões. A auditoria é para o programa como um todo.
Na sua opinião, qual a maturidade das indústrias em termos de controle e autonomia para coleta, compilação e reporte das suas emissões de GEE (escala de 1 a 5)?	As grandes empresas possuem alta maturidade, podendo ser nota de 4 a 5. Os indicadores do Programa Atuação Responsável da Abiquim são reportados desde 2006, o que demonstra maturidade no processo de coleta de dados dos associados. Entretanto, como o rol de empresas associadas é bastante variado (pequenas, médias e grandes), há variedade de estágios de maturidade das empresas em coletar, compilar e reportar suas emissões. Há empresas, por exemplo, que não fazem inventário de emissões, enquanto outras reportam maturidade no reporte feito há várias dezenas de anos e a nível global. Há aquelas, ainda, que consideram ser este um processo de melhoria contínua.
Existem iniciativas de compensação ou remoção de emissões que são consideradas nos processos de reporte de emissões?	O reporte não chega a esse nível de detalhamento. Entretanto, sabe-se que existem iniciativas setoriais de produção de energia renovável <i>in situ</i> , plantação de florestas, tecnologias de captura e uso de carbono.
Na experiência setorial, quais são os principais pontos de aprendizado a serem considerados? Quais são os aspectos positivos e negativos para atendimento à regulação (principalmente São Paulo e Rio de Janeiro, que possuem regulamentações)?	Para empresas pequenas e médias, os sistemas podem ser algo complexo. Entretanto, não chegou à Abiquim esse tipo de questão até agora.

Fonte: Elaboração própria a partir da entrevista setorial.

#### 4.1.6 PAPEL E CELULOSE

A indústria de papel e celulose brasileira é uma das maiores do mundo, também responsável pela manutenção de uma grande área florestal, tanto para fins produtivos quanto para conservação.

As florestas produtivas, que abastecem as fábricas, promovem em seu ciclo de vida remoções e estoques de carbono, ou seja, conforme a dinâmica de plantio, crescimento e colheita, podem gerar remoções líquidas de CO<sub>2</sub> da atmosfera, contribuindo positivamente para a mitigação dos efeitos das mudanças do clima, ao mesmo tempo em que mantém um estoque médio de carbono nas áreas.

A Indústria Brasileira de Árvores (Ibá) é a associação responsável pela representação institucional da cadeia produtiva de árvore plantada. Possui o objetivo de valorizar os

produtos originários de pinus, eucalipto e demais espécies destinadas às atividades industriais (IBÁ, 2021).

De acordo com a Ibá, estima-se que os 9 milhões de hectares de plantio florestal no Brasil sejam responsáveis pelo estoque de, aproximadamente, 1,88 bilhões de tCO<sub>2</sub>e da atmosfera. Além das remoções e dos estoques de carbono das árvores plantadas, o setor gera e mantém reservas de carbono da ordem de 2,6 bilhões de t CO<sub>2</sub>e em 6 milhões de hectares na forma de Reserva Legal (RL), Áreas de Proteção Permanente (APP) e outras áreas de conservação (IBÁ, 2023).

Cabe destacar, também, que o setor é um dos poucos no Brasil que gera a maior parte da energia elétrica consumida nos seus processos produtivos. Em 2019, foram produzidos, a partir de energia limpa, 78,8 milhões de giga joules de energia elétrica, o que representa 69% do consumo energético do setor. O licor preto é um subproduto resultante do processo de extração da celulose, que contém resíduos da madeira (lignina) e produtos químicos. A queima desse composto, que é renovável, gera energia e permite recuperar químicos que são reutilizados no processo de extração da celulose (IBÁ, 2021).

Além disso, os produtos de base florestal possuem carbono estocado em sua composição e têm potencial para substituir produtos similares de origem fóssil, evitando novas emissões de GEE.

Como principais fontes emissoras de GEE, é possível citar as reações que compõem os processos, a queima de combustíveis, a produção de vapor e eletricidade pelas próprias fábricas (autogeração), bem como a produção de eletricidade pela rede. Dessa forma, as emissões relacionadas ao processo industrial, mais especificamente as emissões de CO, NOx e NMVOC, compostos orgânicos voláteis não mecânicos, ocorrem durante a preparação da celulose, quando são usados processos químicos para dissolver a lignina da madeira. O principal desses processos, no Brasil, é o kraft, mais adequado para o processamento do eucalipto (MCTIC, 2017).

Quando se considera o setor como um todo, trata-se naturalmente de uma indústria que é de baixo carbono, inclusive pela relevância do componente florestal. As empresas do setor possuem um compromisso sério em relação ao relato de suas emissões: 73% delas possuem inventário e, destas, 50% publicam e comunicam os seus resultados, algumas desde 2006, inclusive (IBÁ, 2021).

No entanto, o setor identifica pressões relativas a Código Florestal, Política Nacional sobre Mudança do Clima, planos setoriais de mitigação e adaptação à mudança do clima, Protocolo de Quioto (MDL), sistemas de relatos corporativos, acordos bilaterais, entre outros.



Nesse contexto, buscou-se um entendimento no que tange às ações em MRV já existentes no setor e os principais desafios para sua consolidação, por meio de entrevista realizada com representante da Ibá. As respostas encontram-se dispostas na Tabela 11.

**TABELA 11 – Informações sobre as práticas de MRV no setor de papel e celulose**

Perguntas sobre MRV setorial	Respostas obtidas em entrevista e sintetizadas
O setor possui um programa de MRV estabelecido para a gestão das suas emissões de gases de efeito estufa?	Sim, mas apenas para uso interno.
Em que ano esse programa foi implementado?	2015.
Qual foi o principal driver para a implementação do programa?	Conhecimento sobre as emissões do setor para auxiliar na tomada de decisões e estabelecimento de estratégias tanto internas como de <i>advocacy</i> .
Como tem sido a adesão a esse programa? Qual é o número de empresas participantes e o percentual de participantes do setor?	Não informado, pois é algo confidencial. É possível afirmar, no entanto, que a adesão vem crescendo ano a ano.
Existe algum sistema, plataforma ou tecnologia que esteja sendo utilizado para a implementação do programa?	Sim, a partir deste ano (2023), a Ibá passou a utilizar a Plataforma Onearth para consolidação do inventário.
Qual o formato de reporte, arquivamento e divulgação dos dados do programa?	Não existe reporte e divulgação pública do inventário em nível setorial. Os resultados são, no entanto, apresentados e discutidos com as empresas em reunião. O arquivamento é feito internamente pela Ibá.
Em qual protocolo, legislação e/ou metodologia o programa está baseado – GHG Protocol, EU ETS, EPA GHGRP (EUA), Sist. nacional de inventário (Japão), ISO 14064 ou parâmetros próprios?	ISO 14064, GHG Protocol e parâmetros próprios.
Quais os gases de efeito estufa considerados? Somente CO <sub>2</sub> ? Todos aqueles do Protocolo de Quioto?	Todos os do Protocolo de Quioto.
Quais são os escopos de emissões (escopo 1, escopo 2 e escopo 3) requeridos para o cálculo e o reporte no âmbito do programa?	Escopos 1 e 2.
Se o escopo 3 for requerido, qual é o maior desafio em termos de coleta de dados e relato?	Ainda não é considerado devido à complexidade de obtenção dos dados juntos às empresas.
O programa estabelece ou incentiva a utilização de verificação por terceira parte (auditoria)?	Não.
Na sua opinião, qual a maturidade das indústrias em termos de controle e autonomia para coleta, compilação e reporte das suas emissões de GEE (escala de 1 a 5)?	3.

Perguntas sobre MRV setorial	Respostas obtidas em entrevista e sintetizadas
Existem iniciativas de compensação ou remoção de emissões que são consideradas nos processos de reporte de emissões?	<p>Sim, trata-se do balanço de carbono, no qual se considera a diferença entre as emissões e as remoções de carbono, que têm um efeito benéfico às mudanças climáticas.</p> <p>A metodologia MRV é fundamental para assegurar a transparência e a integridade das ações de mitigação das emissões. Portanto, incluir a remoção florestal nessa metodologia é de suma importância para garantir uma avaliação completa e precisa do balanço de carbono. Isso possibilita uma compreensão mais abrangente do contexto das mudanças climáticas.</p>
Na experiência setorial, quais são os principais pontos de aprendizado a serem considerados? Quais são os aspectos positivos e negativos para atendimento à regulação (principalmente São Paulo e Rio de Janeiro, que possuem regulamentações)?	<p>Percebemos grandes avanços na coleta, disponibilização e qualidade dos dados apresentados por parte das empresas. Além disso durante esses anos, a metodologia criada para o inventário setorial, vem sendo aprimorada e consolidada de forma mais assertiva, trazendo mais acurácia para o processo. Avançamos e hoje utilizamos uma plataforma digital para coleta de dados, o que deixa o processo muito mais rápido e seguro. Também aumentamos a abrangência dos segmentos levantados dentro do escopo do inventário setorial, que hoje abrange além dos segmentos de papel e celulose, como também pisos e painéis e as TIMOs.</p>

Fonte: Elaboração própria a partir da entrevista setorial.

#### 4.1.7 ÓLEO E GÁS

O setor de óleo e gás no Brasil é uma indústria abrangente e estratégica, englobando atividades desde a exploração e produção de petróleo e gás em águas profundas, ultra-profundas e em terra firme, até o transporte, refino e distribuição de combustíveis e outros derivados. Essa cadeia produtiva desempenha um papel fundamental na economia do país, impulsionando o crescimento econômico, gerando empregos e contribuindo significativamente para a matriz energética nacional. Além disso, o setor está buscando se adaptar às demandas globais na agenda climática, investindo em tecnologias para descarbonização, na redução ainda maior da intensidade de carbono, em novas fontes de energia para transição, combustíveis verdes e em energia renovável, para garantir a sustentabilidade e segurança energética do Brasil no futuro.

Com a função de representar as empresas desse setor, o Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás (IBP) atua nas áreas regulatória, técnica e institucional, com ações de advocacy e de engajamento com seus *stakeholders*, por meio de suas comissões temáticas e de disseminação de conhecimento, difusão de informações e intercâmbio de boas práticas em fóruns, audiências públicas, além de sua universidade corporativa, a UNIBP. Suas pautas englobam regulamentação, economia, saúde, segurança, meio ambiente e tributação e/ou fiscalização do setor, além de temáticas associadas a emissões de GEE (IBP, 2023).

O setor já tem se preparado frente aos riscos associados às mudanças climáticas, com destaque ao segmento de exploração e produção (E&P). Nesse segmento, além da Petrobras, existem grandes empresas globais, que reforçam diretrizes de investimento em

redução de intensidade de carbono, o que coloca o petróleo brasileiro, principalmente do pré-sal, em posição de menor intensidade de carbono do mundo. A intensidade de carbono média do petróleo no mundo é de 22 kg de CO<sub>2</sub> por barril de óleo equivalente produzido (KgCO<sub>2</sub>/boe), e as de óleos do pré-sal estão abaixo de 10 kg CO<sub>2</sub>eq/boe (CEBRI, 2023). Para que haja essa menor intensidade de carbono, o segmento tem investido em transições tecnológicas, com a aquisição de equipamentos mais novos e eficientes, eletrificação de plataformas, captura e estocagem de carbono. Além disso, os navios (ex.: *floating production storage and offloading* - FPSO) de E&P têm sido adaptados para parar a operação em casos de mudanças climáticas agudas. Concomitantemente, o segmento de gás natural vem expandindo sua atuação como combustível de transição energética, capaz de garantir a variabilidade de outras fontes de energia e a distribuição de combustíveis tem focado suas ações na descarbonização, principalmente pelo motivo do investimento em renováveis. Isso se dá tanto pelo <sup>17</sup>Renovabio como pela produção de HVO, tipo de diesel verde ou diesel renovável mais produzido no mundo.

Nesse contexto, o IBP informou que, em 2020, cerca de 70 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> e foram emitidas pelo setor. Tais emissões englobaram os escopos 1 e 2 dos segmentos de E&P, *midstream* (distribuição por dutos), *dowstream* (refino e distribuição de combustíveis) e geração de energia por termelétrica a gás natural. Como resultado, as fontes estacionárias se mostraram as principais fontes de emissão de GEE (IBP, 2022).

O movimento de elaboração de inventário setorial decorreu do avanço de projetos de lei sobre o mercado de carbono, quando o IBP identificou a necessidade de mensurar as emissões do setor. Além disso, o Projeto PMR (*Partnership for Market Readiness*)<sup>18</sup> Brasil, que avaliou os impactos da precificação de emissões, via mercado regulado de carbono, ofereceu subsídios para essa discussão, e apontou que o segmento de transformação de combustíveis, pela sua característica industrial, poderia ser um dos agentes regulados do mercado de carbono no país.

17 *RenovaBio* é uma política pública brasileira que tem como objetivo promover a expansão do uso de biocombustíveis no país. Implementado em 2019, o programa busca estimular a produção e o consumo de combustíveis renováveis, reduzir as emissões de gases de efeito estufa no setor de transportes e contribuir para o cumprimento das metas de redução de emissões estabelecidas pelo Acordo de Paris. Para alcançar esses objetivos, o *RenovaBio* utiliza um sistema de certificação de biocombustíveis baseado em metas de descarbonização, onde as produtoras são incentivadas a aumentar a oferta de biocombustíveis no mercado com a emissão de Créditos de Descarbonização (CBIOS).

18 *Partnership for Market Readiness* (PMR): O Projeto PMR Brasil tem por objetivo discutir a conveniência e a oportunidade da inclusão da precificação de emissões de gases de efeito estufa (GEE) no pacote de instrumentos voltados à implementação da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) no período pós-2020. Ele faz parte da *Partnership for Market Readiness* (PMR), programa do Banco Mundial que fornece suporte para preparar e implementar políticas de mitigação das mudanças climáticas, incluindo instrumentos de precificação de carbono, a fim de aumentar a escala da mitigação de GEE. Aprovado em setembro de 2014, o projeto teve sua implementação iniciada efetivamente em 2016, sob a coordenação do então Ministério da Fazenda e do Banco Mundial. No final de 2019, a governança do projeto foi reformulada (veja Governança do Projeto PMR Brasil).

**TABELA 12 –** Informações sobre as práticas de MRV do IBP.

Perguntas sobre MRV setorial	Respostas obtidas em entrevista e sintetizadas
O setor possui um programa de MRV estabelecido para a gestão das suas emissões de gases de efeito estufa?	<p>Atualmente não existe um MRV consolidado para o setor, pois o próprio SBTi está prestes a publicar um regulamento específico para o setor de óleo e gás que irá balizar melhor o inventário de emissões de GEE das empresas. Entretanto, algumas práticas são adotadas em nível empresarial, especialmente em sistemas voluntários. Até o momento, somente um inventário foi elaborado pelo setor no Brasil, o que ainda não permite comparações com outros anos e a adoção de um padrão definitivo.</p> <p>Em 2022 a agência reguladora do setor, Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), iniciou a elaboração de um inventário anual, com foco nas emissões de escopo 1 e 2 (no escopo 3, é voluntário o fornecimento de informações) e apenas no segmento de exploração e produção (E&amp;P) de petróleo e gás natural, não abrangendo ainda as atividades de distribuição e refino. Os dados estão organizados por bacia marítima e disponibilizados por intensidade média de GEE (KgCO<sub>2</sub>eq/boe) no Painel Dinâmico de Sustentabilidade no site da ANP (<a href="https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/paineis-dinamicos-da-anp/paineis-dinamicos-sobre-exploracao-e-producao-de-petroleo-e-gas/painel-dinamico-de-sustentabilidade-de-instalacoes-de-producao">https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/paineis-dinamicos-da-anp/paineis-dinamicos-sobre-exploracao-e-producao-de-petroleo-e-gas/painel-dinamico-de-sustentabilidade-de-instalacoes-de-producao</a>). Empresas com inventários existentes podem fornecer seus dados à agência por meio de uma planilha fornecida pela ANP e disponibilizada para as empresas operadoras anualmente.</p>
Em que ano esse programa foi implementado?	<p>Em nível empresarial, especificamente na Petrobras, em 2003, os inventários começaram a ganhar força com o Sistema de Gestão de Emissões Atmosféricas (SIGEA)<sup>19</sup>, criado pela empresa. Apesar de não ser um sistema público, é muito robusto, consistente e informatizado com cerca de 10 mil fontes alimentadas.</p> <p>As demais empresas de petróleo também possuem um sistema de MRV implementado para seus inventários. Não há como precisar o ano que isso começou, mas certamente ganhou força com as discussões do artigo 6º do Acordo de Paris.</p> <p>Em nível internacional, a partir do ano de 2021, quando a <i>Oil and Gas Climate Initiative</i> (OGCI)<sup>20</sup> começou a reunir grandes empresas para realizar o MRV do segmento de E&amp;P.</p>
Qual foi o principal driver para a implementação do programa?	<p>No cenário empresarial, especialmente no caso da Petrobras, o principal impulsionador para a implementação do SIGEA foi a gestão abrangente de emissões, incluindo gases de efeito estufa e outros poluentes, em resposta a regulamentações internas voltadas à redução de impactos.</p> <p>Em nível internacional, o Acordo de Paris<sup>21</sup> foi o principal driver.</p>

19 Sistema de Informações de Gestão de Emissões Atmosféricas (SIGEA) é um sistema desenvolvido pela Petrobras que processa informações mensais de mais de 17 mil fontes de cem tipologias. Inventariamos os gases de efeito estufa: dióxido de carbono – CO<sub>2</sub>, metano – CH<sub>4</sub> e óxido nitroso – N<sub>2</sub>O (Relatório\_RS\_2018\_-digital.pdf - file:///C:/Users/carlos.victal/Downloads/Relatorio\_RS\_2018\_-digital.pdf).

20 *Oil and Gas Climate Initiative* (OGCI) é uma iniciativa liderada por algumas das maiores empresas de petróleo e gás do mundo. Foi criada em 2014 com o objetivo de reunir essas empresas, abordar desafios relacionados às mudanças climáticas e buscar soluções para reduzir as emissões de gases de efeito estufa.

21 O Acordo de Paris é um pacto global adotado em 2015 durante a COP-21, que busca combater as mudanças climáticas.

Perguntas sobre MRV setorial	Respostas obtidas em entrevista e sintetizadas
Como tem sido a adesão a esse programa? Qual é o número de empresas participantes e o percentual de participantes do setor?	Atualmente, 100% das empresas de petróleo e grandes companhias do segmento de bens e serviços fazem seus inventários e adotam a metodologia de MRV, mas o desafio está na ponta de uma cadeia de valor extensa, na qual esse percentual cai para de 30% a 40%. Além da Petrobras, outras empresas também têm usado práticas de MRV, em nível internacional, reportando para organizações como o <i>Global Reporting Initiative</i> – GRI <sup>22</sup> , <i>Carbon Disclosure Project</i> – CDP <sup>23</sup> e <i>Task Force on Climate Related Financial Disclosures</i> – TCFD <sup>24</sup> .
Existe algum sistema, plataforma ou tecnologia que esteja sendo utilizado para a implementação do programa?	Em nível empresarial, considerando o caso da Petrobras, existe o sistema SIGEA. Em âmbito setorial regulado, adicionalmente, existe o trabalho da ANP. A agência solicita, por meio de um ofício às empresas de E&P, os dados de emissão referentes ao ano anterior. A partir desses dados autodeclarados, a ANP realiza a consolidação e posterior divulgação do compilado, de forma pública, no Painel Dinâmico de Sustentabilidade no seu site ( <a href="https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/paineis-dinamicos-da-anp/paineis-dinamicos-sobre-exploracao-e-producao-de-petroleo-e-gas/painel-dinamico-de-sustentabilidade-de-instalacoes-de-producao">https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/paineis-dinamicos-da-anp/paineis-dinamicos-sobre-exploracao-e-producao-de-petroleo-e-gas/painel-dinamico-de-sustentabilidade-de-instalacoes-de-producao</a> ). Em nível setorial voluntário, principalmente o sistema do CDP.
Qual o formato de reporte, arquivamento e divulgação dos dados do programa?	Para a ANP, o formato de reporte é pela intensidade média de GEE (KgCO <sub>2</sub> eq/boe). Para os mecanismos voluntários varia, conforme apresentado na pergunta anterior.
Em qual protocolo, legislação e/ou metodologia o programa está baseado – GHG Protocol, EU ETS, EPA GHGRP (EUA), Sist. nacional de inventário (Japão), ISO 14064 ou parâmetros próprios?	GHG Protocol.
Quais os gases de efeito estufa considerados? Somente CO <sub>2</sub> ? Todos aqueles do Protocolo de Quioto?	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, CO <sub>2</sub> renovável.
Quais são os escopos de emissões (escopo 1, escopo 2 e escopo 3) requeridos para o cálculo e o reporte no âmbito do programa?	Escopos 1 e 2. Para o reporte à ANP, o escopo 3 pode ser relatado de forma voluntária.
Se o escopo 3 for requerido, qual é o maior desafio em termos de coleta de dados e relato?	Há dúvidas sobre o que é escopo 1 ou 3, especialmente quando existem empresas terceiras nos processos de operação de E&P e <i>downstream</i> . Portanto, o grande desafio é definir esses limites.
O programa estabelece ou incentiva a utilização de verificação por terceira parte (auditoria)?	Considerando as demandas da ANP, não há obrigatoriedade de verificação. A verificação de terceira parte, quando realizada, é feita de forma voluntária.

22 *Global Report Initiative (GRI)* é uma organização internacional que desenvolve diretrizes para a elaboração de relatórios de sustentabilidade. Essas diretrizes ajudam as empresas e organizações a medir, divulgar e comunicar seu desempenho ambiental, social e econômico de forma padronizada e transparente.

23 *Carbon Disclosure Project (CDP)* é uma iniciativa apoiada por investidores institucionais, que busca obter informações sobre políticas de mudanças climáticas, segurança hídrica e desmatamento das empresas por meio de um questionário, estimulando a divulgação transparente dessas informações, o monitoramento e gerenciamento de riscos e oportunidades relacionados às mudanças climáticas e incentivando ações sustentáveis.

24 *Task Force on Climate Related Financial Disclosures (TCFD)* é uma iniciativa de alcance global que busca aprimorar a transparência e a divulgação de informações financeiras relacionadas ao clima. Criada com o intuito de enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas, a TCFD incentiva empresas e instituições financeiras a comunicarem de forma mais abrangente e precisa os riscos e as oportunidades que o clima pode representar para suas operações, ativos e investimentos.

Perguntas sobre MRV setorial	Respostas obtidas em entrevista e sintetizadas
Na sua opinião, qual a maturidade das indústrias em termos de controle e autonomia para coleta, compilação e reporte das suas emissões de GEE (escala de 1 a 5, em que 1 representa pouco controle e autonomia; e 5, total controle e autonomia)?	Nota 4, considerando que as grandes empresas do setor e que respondem por mais de 90% das emissões possuem essa prática sob controle e autonomia. Entretanto, é considerada a nota 2, quando se fala na cadeia de valor como um todo, na qual o grande desafio é expandir a prática do inventário para pequenas e médias empresas.
Existem iniciativas de compensação ou remoção de emissões que são consideradas nos processos de reporte de emissões?	Sim. As empresas têm compromissos com <i>Nature-Based Solutions</i> (NBS) <sup>25</sup> .
Na experiência setorial, quais são os principais pontos de aprendizado a serem considerados? Quais são os aspectos positivos e negativos para atendimento à regulação (principalmente São Paulo e Rio de Janeiro, que possuem regulamentações)?	Atualmente, a regulação estadual não está focada nas emissões, mas sim nos resíduos, e a regulação isolada não tem efeito prático na redução das emissões. É fundamental que essas iniciativas estejam alinhadas ao menor custo marginal de abatimento para sociedade e a política nacional de mudança do clima. Acredita-se que a plataforma do Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro (INEA) deveria solicitar informações sobre todos os tipos de gases, não apenas GEE, pois isso poderia motivar a mitigação de outros gases. No entanto, o entrevistado acredita que os relatórios enviados ao INEA não estão relacionados ao processo de licenciamento ambiental, e as informações para o IBAMA são importantes para o sistema de gestão.

Fonte: Elaboração própria a partir da entrevista setorial.

#### 4.1.8 SETOR ELÉTRICO

O setor elétrico é responsável pela geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica. A principal fonte de geração de energia elétrica no Brasil é hidreletricidade, com capacidade instalada de mais de 150 GW (EPE, 2023).

O Fórum de Meio Ambiente do Setor Elétrico (FMASE), formada por 18 associações brasileiras do setor elétrico dos segmentos de geração, transmissão, distribuição, comercialização e consumo de energia, tem se preocupado com questões ambientais e sociais relativas à indústria da energia. A FMASE tem atuado na discussão e apresentação de sugestões técnicas e regulatórias socioambientais do setor junto a instituições conectadas à governança do setor (FMASE, 2023).

O setor elétrico foi responsável por aproximadamente 3% das emissões totais de CO<sub>2</sub> do Brasil em 2021. As principais emissões são associadas à queima de combustíveis fósseis durante o processo de geração de energia, visto que a geração por fontes renováveis é de baixa emissão. Apesar da oferta de energia renovável ter crescido de forma constante desde 2013, em 2021 houve uma quebra desse aumento. Em comparação com o ano de

<sup>25</sup> Nature-based solutions (NBS), ou soluções baseadas na natureza, referem-se a abordagens e estratégias que utilizam os ecossistemas e seus serviços para enfrentar desafios socioambientais, como a adaptação às mudanças climáticas, a conservação da biodiversidade e a promoção do desenvolvimento sustentável.

2020, a oferta de energia renovável caiu 4%, enquanto a oferta de energia não renovável aumentou 12% (SEEG, 2023).

Nesse contexto, o setor elétrico sofre algumas pressões para mitigação das emissões e os produtores de energia renovável têm uma contribuição importante para a transição de uma economia de baixo carbono. Seja por acordos internacionais, *frameworks* de mercado ou pressão de *stakeholders*, a produção de eletricidade tem caminhado rumo à descarbonização, tendo em vista ações para reduzir e mitigar impactos que gerem as mudanças climáticas. Para que isso ocorra, tanto empresas como usinas do setor elétrico têm se preparado para definir metas e compromissos de redução de emissões e investido em hidrogênio verde, por exemplo. Além disso, também há o investimento em medidas de adaptação climática, como em segurança de barragens e preparo de linhas de transmissão.

Cabe ressaltar que os resultados no quadro abaixo representam informações apresentadas pelo FMASE.

**TABELA 13 – Informações sobre as práticas de MRV - FMASE.**

Perguntas sobre MRV setorial	Respostas obtidas em entrevista e sintetizadas
O setor possui um programa de MRV estabelecido para a gestão das suas emissões de gases de efeito estufa?	<p>O setor elétrico brasileiro ainda não tem estabelecido um programa nacional de MRV específico para as empresas do setor lidarem com suas emissões de gases de efeito estufa. Na ausência de um programa unificado em nível nacional, cada empresa do setor elétrico pode lidar com a gestão de suas emissões de forma independente e aderir a iniciativas voluntárias existentes.</p> <p>Algumas empresas do setor elétrico podem optar por adotar boas práticas de sustentabilidade e responsabilidade ambiental, implementando suas próprias estratégias para reduzir as emissões de gases de efeito estufa. Isso poderia incluir investimentos em tecnologias mais limpas e eficientes, como fontes renováveis de energia (eólica, solar, hidrelétrica etc.), bem como melhorias na eficiência energética de suas operações.</p> <p>Além disso, algumas empresas podem participar de programas voluntários ou certificações relacionadas à sustentabilidade e às mudanças climáticas, como o "Programa Brasileiro GHG Protocol" e a "Iniciativa Empresarial em Clima" (IEC), que fornecem diretrizes para mensuração e gestão de emissões.</p>
Em que ano esse programa foi implementado?	Não informado.
Qual foi o principal driver para a implementação do programa?	Acordos internacionais, bem como frameworks de mercado e pressão dos stakeholders.
Como tem sido a adesão a esse programa? Qual é o número de empresas participantes e o percentual de participantes do setor?	As grandes empresas multinacionais de geração, transmissão e consumo de energia têm feito esse tipo de controle para apresentar resultados para suas matrizes no exterior.
Existe algum sistema, plataforma ou tecnologia que esteja sendo utilizado para a implementação do programa?	Não informado.
Qual o formato de reporte, arquivamento e divulgação dos dados do programa?	Não informado.



Perguntas sobre MRV setorial	Respostas obtidas em entrevista e sintetizadas
Em qual protocolo, legislação e/ou metodologia o programa está baseado – GHG Protocol, EU ETS, EPA GHGRP (EUA), Sist. nacional de inventário (Japão), ISO 14064 ou parâmetros próprios?	Não informado.
Quais os gases de efeito estufa considerados? Somente CO <sub>2</sub> ? Todos aqueles do Protocolo de Quioto?	Não informado.
Quais são os escopos de emissões (escopo 1, escopo 2 e escopo 3) requeridos para o cálculo e o reporte no âmbito do programa?	Escopo 1 e 2. (se todos os acima estão como “não informados”, melhor manter essa lógica aqui também)
Se o escopo 3 for requerido, qual é o maior desafio em termos de coleta de dados e relato?	Como o escopo 3 é muito amplo, definir o que seria dele neste momento pode soar especulação. Seria necessário estabelecer critérios e metodologia clara para poder exigir a obrigatoriedade do registro de escopo 3. Existe um grande desafio associado à coleta dos valores atrelados aos bens e serviços adquiridos, dado o nível diverso de maturidade dos fornecedores, por exemplo.
O programa estabelece ou incentiva a utilização de verificação por terceira parte (auditoria)?	Não informado.
Na sua opinião, qual a maturidade das indústrias em termos de controle e autonomia para coleta, compilação e reporte das suas emissões de GEE (escala de 1 a 5, em que 1 representa pouco controle e autonomia; e 5, total controle e autonomia)?	De 4 a 5 para grandes empresas do setor elétrico.
Existem iniciativas de compensação ou remoção de emissões que são consideradas nos processos de reporte de emissões?	Sim. Reflorestamento é um exemplo. Esse reflorestamento pode ser motivado por exigência de algum instrumento legal (por exemplo, em casos de recuperação de Áreas de Proteção Permanente e de Reservas Legais), ou pela necessidade de abatimento de emissões. Também há iniciativas vinculadas ao I-REC e de captura em projetos-piloto ( <i>Carbon Capture and Storage</i> – CCS).
Na experiência setorial, quais são os principais pontos de aprendizado a serem considerados? Quais são os aspectos positivos e negativos para atendimento à regulação?	Como oportunidade seria de o setor conseguir comprovar que a sua representatividade nas emissões é baixa, e que está conseguindo contribuir para o processo de descarbonização dos demais setores econômicos.  Um dos principais riscos seria a taxação ou a necessidades de compensações (o que é um caminho já provável que ocorra).

Fonte: Elaboração própria a partir da entrevista setorial.

## 4.2 ANÁLISE DAS PRÁTICAS SETORIAIS

Os principais MRVs setoriais foram estabelecidos após o ano 2000 e, em média, o ano de implantação dos processos de MRV foi 2007. Em linhas gerais, para os setores entrevistados, a principal motivação para a implantação do MRV é a escala das emissões do seu setor em comparação aos demais, ou então a capacidade de redução de gás carbônico da atmosfera. Esses motivos foram frequentemente associados a circunstâncias que criavam necessidades de: maior transparência e confiabilidade no relato; dados e informações

que auxiliassem em processos de gestão do carbono e em tomadas de decisão; e atendimento a regulações estaduais brasileiras, como é o caso dos estados de São Paulo e do Rio de Janeiro.

Nesse sentido, as associações com programas de MRV significativamente consolidados também têm função de agregar e validar dados setoriais confiáveis de forma a subsidiar bancos de dados nacionais e/ou internacionais.

Desse modo, as associações setoriais tendem a buscar diretrizes e metodologias que são baseadas ou norteadas pelos protocolos internacionais já reconhecidos e difundidos, como GHG Protocol, ISO 14064, IPCC, assim como dar apoio à criação de guias metodológicos complementares às normas de relato já estabelecidas e utilizar-se de guias setoriais internacionais.

Em linhas gerais, os diferentes setores foram incentivados a adotar um MRV devido à demanda para obter maior conhecimento quanto ao acompanhamento e desempenho da indústria, promovendo um maior controle dos dados, transparência e melhor gestão das suas emissões.

Nota-se que alguns dos setores mais consolidados em termos de MRV (cimento, aço e químico) apresentam programas com metodologias próprias, porém baseados ou reconhecidos pelo GHG Protocol. Nesses casos citados, também são compatíveis e integrados com bancos de dados internacionais e possuem ferramentas próprias para a coleta das informações.

Já o setor de papel e celulose implantou, em 2015, um sistema de relato de emissões que tem levado em consideração questões setoriais relevantes, como a quantificação das remoções de GEE, permitindo o balanço de emissões, além do aperfeiçoamento das técnicas de MRV associadas à exportação de energia elétrica.

O setor defende que, quando se faz um estudo de uso da terra destinado ao exterior, essa temática tem um grande potencial de conferir vantagem competitiva ao Brasil, já que grande parte dos países não têm uma base florestal relevante ou não têm o setor regulamentado no mercado de carbono. Nesse sentido, o Brasil teria o potencial de ser protagonista do setor florestal, internacionalmente, criando e exportando regras/metodologias. Representantes do setor também sugerem que remoções de emissões deveriam ser tratadas como algo além do *offset*. O setor defende a contabilização das remoções no escopo 1 do inventário de emissões, de forma a contrabalancear as emissões de escopo 1. Além disso, o setor sugere o aprimoramento das técnicas de MRV nos casos de exportação de energia para a rede, de forma que essas atividades sejam devidamente reportadas e incluídas no balanço geral.

Apesar do Programa Brasileiro GHG Protocol ter sido mencionado, as maiores emissoras presentes nas associações são multinacionais. Portanto, há uma tendência a utilizar padrões internacionais para melhor adequação, reconhecimento e comparabilidade dos dados. Entretanto, é sabido que muitas indústrias utilizam internamente, para gestão dos seus dados, o GHG Protocol brasileiro, seja por obrigatoriedade legal ou por fatores de emissão apropriados para a realidade brasileira, entre outras razões.

Para os setores que possuem um programa de MRV, todos apresentam algum tipo de guia setorial específico, seja internacional (mais comum) ou próprio. Grande parte não estabelece a verificação por terceira parte.

Em linhas gerais, o perfil do padrão de MRV adotado pelas empresas e associações entrevistadas é:

- Produção como ponto regulador;
- Escopos de emissões: 1 e 2;
- Não avaliação de emissões de cadeia produtiva. Apenas o setor de papel e celulose monitora remoção de emissões de GEE por ativos florestais integrado com a parte industrial;
- Gases monitorados nos MRVs (ordem decrescente de frequência de monitoramento): CO<sub>2</sub> (as associações de cimento e de aço consideram exclusivamente o gás carbônico devido à representatividade nas suas emissões), Nox, SOx, gases refrigerantes, CH<sub>4</sub> e SF<sub>6</sub>;
- Processo voluntário para subsidiar *stakeholders* internacionais, nacionais e estaduais;
- Protocolo técnico mais adotado para relato: GHG Protocol (maior parte) e ISO 14064 (menor parte). A maioria dos setores apresenta guias internos específicos baseados em experiências internacionais e adotam o modelo do GHG Protocol brasileiro para atendimento às obrigações regulatórias; e
- Não estabelecimento de obrigatoriedade da verificação de terceira parte.

Os setores enxergam que o estabelecimento de um MRV nacional apresenta riscos e oportunidades que devem ser cuidadosamente avaliados. Os desafios regulatórios são uma das principais preocupações. A complexidade e incerteza regulatória podem surgir devido à possibilidade de coexistência de leis e metas de emissão concorrentes entre entes, como os estados brasileiros e a União. Além disso, a importação de normas internacionais, que não sejam representativas da realidade brasileira, pode dificultar a aplicação do MRV de forma eficiente e precisa.

Outro risco relevante é a falta de governança adequada. A ausência de mecanismos de verificação de premissas, bases de dados e metodologias pode comprometer a confiabilidade dos dados reportados. Sem uma estrutura sólida de governança, há o risco de

informações incorretas ou imprecisas influenciarem as decisões e políticas relacionadas ao MRV.

O planejamento também representa desafios significativos. A velocidade necessária de implementação das práticas de MRV pode não estar alinhada à velocidade de mudanças que o mercado pode absorver. Além disso, uma possível cobrança de relato do escopo 3, que inclui as emissões indiretas de uma organização, pode ser um desafio complexo de se abordar. Estabelecer um *baseline* único entre setores para a geração de metas de redução de emissões pode não considerar o histórico setorial de boas práticas, o que talvez se desdobre em metas injustas ou ineficazes. A exigência de dados retroativos também pode ser onerosa para as empresas e dificultar a adesão ao MRV.

Do ponto de vista econômico, a implementação do MRV pode acarretar o aumento de custos para as empresas, que precisarão estruturar seus sistemas de verificação e monitoramento.

Apesar desses riscos, o estabelecimento de um MRV nacional também oferece oportunidades significativas para o Brasil. Em termos de governança, a transparência aumentada em nível nacional, quanto às emissões setoriais de gases do efeito estufa, pode levar a uma maior conscientização e ações mais efetivas para combater as mudanças climáticas. Além disso, a divulgação do papel da indústria brasileira na descarbonização da economia pode fortalecer a reputação do país no cenário global e atrair investimentos sustentáveis.

No planejamento, o MRV pode gerar insumos valiosos para construir planos setoriais nacionais mais eficazes e alinhados com as metas de redução de emissões.

Economicamente, a indústria brasileira intensiva em energia pode se tornar mais competitiva no mercado internacional, uma vez que adotará práticas sustentáveis e de baixo carbono. Além disso, a implementação de um MRV adaptado ao cenário brasileiro pode auxiliar nas negociações internacionais com a União Europeia e aumentar a competitividade da indústria brasileira em relação às importações.

Diante dos riscos e das oportunidades apresentados, é fundamental que o estabelecimento do MRV no Brasil seja conduzido de forma transparente, levando em consideração as particularidades do país e buscando sempre o equilíbrio entre as medidas de controle ambiental e o desenvolvimento econômico sustentável. A colaboração entre os setores público e privado, bem como a participação ativa de entidades setoriais, será essencial para o sucesso dessa iniciativa e para o avanço da pauta climática no Brasil.







# 5 AVALIAÇÃO DAS PRÁTICAS DE MRV NO BRASIL E NO MUNDO

Dada a heterogeneidade dos protocolos de MRV ao redor do mundo, uma das formas de compará-los é considerar a linha de corte para relato. Nesse sentido, a maior parte dos programas internacionais estudados é de relato obrigatório, nos quais os valores mais comuns são 10.000 e 25.000 tCO<sub>2</sub>e/ano (IETA, 2015).

A regulação no elo da produção, feita na parte da cadeia em que são gerados os GEE, é a mais comum. Esse tipo de regulação tende a apresentar menor custo por reduzir substancialmente o número de entes regulados. Ao mesmo tempo, essa regulação tem maior impacto sobre a indústria, principalmente a de base.

Nas fases iniciais de implementação dos programas de inventário, as regras costumam incluir um período de adaptação em que os protocolos de MRV são seguidos de forma menos rígida, que podem durar de dois a três anos.

As normas de MRV estudadas tendem a deixar algum grau de flexibilidade na escolha dos métodos de aferição das emissões. Em certos casos, as empresas podem propor métodos de acordo com as suas particularidades (disponibilidade de dados e de tecnologia). Frequentemente, as metodologias preveem mais de uma opção de *tiers*, ou seja, realizar o MRV com dados mais ou menos granulares. Em outros casos, a norma permite a opção entre dois ou mais métodos, mas não deixa espaço para a proposição de outros. De qualquer forma, não é comum haver uma única forma de aferição das emissões.

O início da operação do mercado de emissões da China deverá impactar a política climática global. É de se esperar que, no longo prazo, os protocolos de MRV do resto do mundo venham a se espelhar no sistema chinês. Até o momento, os parâmetros do sistema do país ainda não estão completamente definidos. Entretanto, o desenvolvimento desse mercado deverá facilitar a convergência em torno de um conjunto de práticas compartilhadas. Quando as práticas de MRV do China-ETS ficarem bem definidas, poderá ser importante que as empresas brasileiras fiquem cientes das particularidades desse novo sistema.



As entrevistas demonstraram que a indústria brasileira deu grandes passos no sentido da adoção de protocolos de MRV. Diversos setores já adotam esses protocolos há mais de uma década, quase sempre cobrindo emissões dos escopos 1 e 2 do GHG Protocol, e com uma ampla taxa de participação de empresas. Outros setores adotam iniciativas de reporte que ainda não estão amparadas em metodologias de MRV, mas que poderão vir a evoluir nesse sentido.

A adoção de MRV de forma voluntária no âmbito corporativo é um passo essencial na direção de uma economia de baixo carbono. No Brasil, o rápido avanço dessas práticas permite que as empresas estejam mais bem preparadas para o eventual avanço na direção de sistemas de relato obrigatório.

Todos os países avaliados nesse relatório têm protocolos de MRV associados a sistemas obrigatórios de relato e/ou de comércio de emissões há pelo menos oito anos. Por exemplo, nos Estados Unidos, o sistema de relato obrigatório da EPA coexiste com diversos programas de precificação estaduais. No Japão, o sistema nacional de relato obrigatório coexiste com um sistema de comércio de carbono, também obrigatório, existente nas regiões metropolitanas de Tóquio e de Saitama. Na União Europeia, o EU-ETS também opera em paralelo com sistemas de relato obrigatório em diferentes países. A existência desses sistemas obrigatórios, leva à adoção de protocolos de MRV pelas empresas.

Nesse sentido, o Brasil possui uma situação distinta, já que a maioria dos sistemas de relato existentes são voluntários. Por consequência, os protocolos de MRV têm avançado em grande medida de forma voluntária. As exceções a essa regra são o Programa RenovaBio, com um MRV próprio e regulamentar, e os sistemas de relato do Rio de Janeiro e de São Paulo. A instituição de um MRV nacional pressupõe condições para a instituição posterior da precificação de carbono.

Assim como na escala internacional, as práticas de MRV na indústria brasileira não seguem um padrão unificado. Essa heterogeneidade de protocolos é natural, pois reflete as diferentes demandas a que as empresas respondem. Enquanto alguns setores têm maior necessidade de compatibilizar as suas informações com as de outros países, outros setores têm maior nexos com entes reguladores domésticos.

Nas entrevistas, as associações demonstraram suas respectivas propostas e posicionamentos quanto à viabilidade e aos desafios na implantação de práticas nacionais de MRV.

De forma praticamente unânime, destacou-se a importância de um sistema uniforme de MRV nacional com a adoção de uma metodologia já consagrada que permita e facilite a comparabilidade das emissões de GEE. As associações citaram as metodologias do GHG Protocol, IPCC e ISO como modelos para uma futura padronização em maior escala.

A avaliação da situação internacional mostrou que a padronização é desafiadora. De fato, a situação mais comum é que, dentro de um mesmo país, diferentes programas adotem distintos protocolos de MRV. O Japão é um exemplo concreto: nos quatro programas avaliados neste estudo, há quatro tipologias diferentes de MRV. Da mesma forma, há disparidade na comparação entre os países. Na medida em que os grandes programas de precificação do carbono utilizam sistemas de MRV próprios, torna-se difícil o alinhamento às práticas vigentes nos diferentes países.

Apesar disso, os sistemas internacionais avaliados apresentam características comuns que podem ser relevantes para a indústria brasileira. Em primeiro lugar, é importante que haja a customização dos protocolos para cada setor, levando-se em conta a relevância das emissões e os métodos disponíveis para monitoramento e cálculo das emissões. Isso pode ser feito no quadro de uma estrutura de MRV que siga princípios homogêneos, mas que reconheça as diferenças intersetoriais.

Por exemplo, é possível permitir que as empresas proponham métodos de acordo com as suas particularidades (disponibilidade de dados e de tecnologia). A prática mais comum de flexibilização, no entanto, é permitir a opção entre dois ou mais métodos, sem permitir a proposição de outros métodos. De fato, não é comum haver uma única forma de aferição das emissões. Ademais, é importante priorizar fontes de emissão que sejam relevantes e que não apresentem grandes desafios técnico-metodológicos de monitoramento.

Em segundo lugar, verificou-se que as emissões indiretas provenientes da cadeia de fornecedores (escopo 3 do GHG Protocol) ainda não são o foco de regulação nacional ou internacional. Somente no caso do Japão é que o escopo 3 já está se tornando mandatário.

Em terceiro lugar, é importante que se trabalhe na construção de bases de dados que permitam acompanhar o histórico de esforços dos diferentes setores da indústria. Esse ponto permite contornar a realidade do mercado quanto ao desnivelamento da indústria em termos de tamanho das empresas, existência e maturidade dos seus relatos ao considerar os esforços históricos já realizados. Além disso, a existência de dados robustos é fundamental para que sejam fixadas metas realistas de mitigação, caso sejam implementados futuros mercados de carbono no Brasil.

Nesse sentido, ressalta-se a necessidade de se aproveitar as ferramentas já existentes para gerar uma base única de dados, evitando sobreposição com sistemas estaduais e municipais. O setor privado indicou que a plataforma de reporte deve ser simples e acessível, para não gerar dificuldades no relato.



CO<sub>2</sub>

Ecology

75%

Eco

CO<sub>2</sub>



# 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação de um programa nacional de MRV pode ser realizada segundo duas lógicas: um programa independente visando gerar uma base de dados nacional de emissões corporativas, nos moldes do GHGRP (Estados Unidos) e do sistema nacional de inventário do Japão, ou então como movimento inicial da constituição de um mercado regulado de emissões de GEE, como foi o caso do EU-ETS e está sendo o caso do China ETS.

Em todos os casos, observa-se a necessidade de realização de estudos aprofundados, e de fortalecimento e sistematização dos conhecimentos técnicos para que se possa definir quais deveriam ser os setores, limites e critérios mínimos de inclusão, quantos atores (empresas e instalações) seriam abordados e qual a capacidade destes de cumprir com os requerimentos de um programa nacional de MRV.

O Brasil oficializou por meio do Decreto nº 9.172, de 17 de outubro de 2017, a atribuição em âmbito federal para disponibilizar os resultados de inventários de emissões e remoções de gases de efeito estufa (GEE), por meio do Sistema de Registro Nacional de Emissões (SIRENE), cuja responsabilidade pela implementação e manutenção foi conferida ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações – MCTI. Além dos Inventários Nacionais, o Decreto nº 9.172 também dispôs sobre a inserção voluntária de inventários organizacionais no sistema.

A plataforma SIRENE é um marco importante para o avanço na frente de protocolos de MRV padronizados nacionalmente. Atualmente, o sistema SIRENE Organizacionais encontra-se em fase final de desenvolvimento, com entrada em vigor ainda em 2023.

Uma estrutura consolidada de um Monitoramento, Relato e Verificação (MRV) nacional é fundamental para que o país desenhe políticas públicas e estratégias de redução de gases de efeito estufa de forma efetiva e adequada ao contexto brasileiro.

Uma vez iniciada a prática de MRV harmonizada em todo o setor, é natural que apareçam oportunidades de aprimoramento específicas do contexto industrial brasileiro. Essas oportunidades estão associadas às decisões operacionais e estratégicas não limitadas pela disponibilidade ou acessibilidade de técnicas de mensuração, relato e verificação.

Agradecemos a contribuição das associações setoriais na construção do diagnóstico:

Associação Brasileira da Indústria Química - Abiquim

Associação Brasileira das Indústrias de Vidro - Abividro

Associação Brasileira de Alumínio - Abal

Associação Brasileira dos Investidores em Autoprodução de Energia - Abiape

Fórum do Meio Ambiente e Sustentabilidade do Setor Elétrico - Fmase

Indústria Brasileira de Árvores - Ibá

Instituto Aço Brasil

Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás - IBP

Sindicato Nacional da Indústria do Cimento - Snic

# REFERÊNCIAS

ABAL. **Perfil da Indústria Brasileira do Alumínio**. 2023. Disponível em: <https://abal.org.br/estatisticas/nacionais/perfil-da-industria/>. Acesso em: 01 jul. 2023.

ABIAPE. **Quem somos**. 2023. Disponível em: <http://abiape.com.br/abiape/quem-somos/#:~:text=A%20Associa%C3%A7%C3%A3o%20Brasileira%20dos%20Investidores,dos%20autoprodutores%20de%20energia%20el%C3%A9trica>. Acesso em: 01 jul. 2023.

ABIQUIM. **Posicionamento Abiquim**. 2017. Disponível em: [https://www.abiquim.org.br/includes/comunicacao/apresentacao/precificacao\\_do\\_Carbono\\_fim.pdf](https://www.abiquim.org.br/includes/comunicacao/apresentacao/precificacao_do_Carbono_fim.pdf). Acesso em: 01 jul. 2023.

ABIQUIM. **Um outro futuro é possível**: Perspectivas para o setor químico no Brasil. 2018. Disponível em: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/br/Documents/energy-resources/Deloitte-Abiquim-Setor-Quimico-Relatorio.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2023.

ANDRETTI, F. V.; BELLO, L. (2023). Avaliação do clima organizacional entre áreas do setor de petróleo e gás. **Peer Review**, v. 5, n. 11, p. 119–135, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.53660/546.prw1507b>. Acesso em: 01 jul. 2023.

API – AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE. **Compendium of Greenhouse Gas Emissions Methodologies for the Oil and Natural Gas Industry**. 2009. Disponível em: [https://www.api.org/~media/Files/EHS/climate-change/2009\\_GHG\\_COMPENDIUM.pdf](https://www.api.org/~media/Files/EHS/climate-change/2009_GHG_COMPENDIUM.pdf). Acesso em: 01 jul. 2023.

BANCO DO JAPÃO. **J-Credit Scheme**. 2019. Disponível em: [https://japancredit.go.jp/english/pdf/credit\\_english\\_001\\_35.pdf](https://japancredit.go.jp/english/pdf/credit_english_001_35.pdf). Acesso em: 01 jul. 2023.

CEBRI. **Neutralidade de carbono até 2050**: cenários para uma transição eficiente no Brasil. 2023. Disponível em: [https://www.cebri.org/media/documentos/arquivos/PTE\\_Relatorio-Final\\_PT\\_Digital\\_.pdf](https://www.cebri.org/media/documentos/arquivos/PTE_Relatorio-Final_PT_Digital_.pdf). Acesso em: 01 jul. 2023.

CETESB. **Decisão de Diretoria nº 254/2012/V/I, 22/08/2012**. 2012. Acesso em: 01 jul. 2023.

COMISSÃO EUROPEIA. **Regulamento número 600**. 2012. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/HTML/?uri=CELEX:32012R0600&from=EN#d1e281-1-1>. Acesso em: 01 jul. 2023.



COMISSÃO EUROPEIA. **Regulamento número 601**. 2012a. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/HTML/?uri=CELEX:32012R0601&from=pt>. Acesso em: 01 jul. 2023.

CNI - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Estratégias corporativas de baixo carbono: setor do vidro**. 2016. Brasília: Confederação Nacional da Indústria, 2016.

DEPARTAMENTO DE DESENVOLVIMENTO E REFORMA. **The National Measures for the Administration of Carbon Emission Trading (Trial)**. 2013. Disponível em: [http://www.ndrc.gov.cn/zcfb/zcfbtz/201311/t20131101\\_565313.html](http://www.ndrc.gov.cn/zcfb/zcfbtz/201311/t20131101_565313.html). Acesso em: 01 jul. 2023.

DEPARTAMENTO DE DESENVOLVIMENTO E REFORMA. **The National Measures for the Administration of Carbon Emission Trading (Trial)**. 2014. Disponível em: [http://www.ndrc.gov.cn/gzdt/201502/t20150209\\_663600.html](http://www.ndrc.gov.cn/gzdt/201502/t20150209_663600.html). Acesso em: 01 jul. 2023.

DEPARTAMENTO DE DESENVOLVIMENTO E REFORMA. **The National Measures for the Administration of Carbon Emission Trading (Trial)**. 2015. Disponível em: [http://www.ncsc.org.cn/SY/tpfqjy/202003/t20200319\\_769747.shtml](http://www.ncsc.org.cn/SY/tpfqjy/202003/t20200319_769747.shtml). Acesso em: 01 jul. 2023.

DEPARTAMENTO DE DESENVOLVIMENTO E REFORMA. **The National Measures for the Administration of Carbon Emission Trading (Trial)**. 2021. Disponível em: [https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk02/202101/t20210105\\_816131.html](https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk02/202101/t20210105_816131.html). Acesso em: 01 jul. 2023.

DINIZ, R. G. N. *et al.* Análise da dificuldade de reciclagem do vidro no Brasil e a logística reversa como alternativa para minimizar os impactos ambientais. **Revista Contemporânea**, v. 3, n. 5, p. 4226–4241, 2023. Disponível em: <https://ojs.revistacontemporanea.com/ojs/index.php/home/article/view/755>. Acesso em: 01 jul. 2023.

DONAS, Janaina. **O alumínio brasileiro e sua contribuição para os esforços de transição para uma economia de baixo carbono**. 2022. Disponível em: <https://industriaverde.com.br/noticias/o-aluminio-brasileiro-e-sua-contribuicao-para-os-esforcos-de-transicao-para-uma-economia-de-baixo-carbono/>. Acesso em: 01 jul. 2023.

DUAN, M. *et al.* Review of carbon emissions trading pilots in China. **Energy & Environment**, v. 25, n. 3/4, p. 527-549, 2014.

E-CFR. **Mandatory Greenhouse Gas Reporting**. 2019. Subpartes C-UU. Disponível em: [https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?c=ecfr&SID=be77ce6e756f0befaa0dd95743e3342e&tpl=/ecfrbrowse/Title40/40cfr98\\_main\\_02.tpl](https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?c=ecfr&SID=be77ce6e756f0befaa0dd95743e3342e&tpl=/ecfrbrowse/Title40/40cfr98_main_02.tpl). Acesso em: 01 jul. 2023.

E-CFR. **Mandatory Greenhouse Gas Reporting**. 2019a. Subparte A. Disponível em: [https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?c=ecfr&SID=be77ce6e756f0befaa0dd95743e3342e&tpl=/ecfrbrowse/Title40/40cfr98\\_main\\_02.tpl](https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?c=ecfr&SID=be77ce6e756f0befaa0dd95743e3342e&tpl=/ecfrbrowse/Title40/40cfr98_main_02.tpl). Acesso em: 01 jul. 2023.



E-CFR. **Mandatory Greenhouse Gas Reporting**. 2019b. Disponível em: [https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?c=ecfr&SID=be77ce6e756f0befaa0dd95743e3342e&tpl=/ecfrbrowse/Title40/40cfr98\\_main\\_02.tpl](https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?c=ecfr&SID=be77ce6e756f0befaa0dd95743e3342e&tpl=/ecfrbrowse/Title40/40cfr98_main_02.tpl). Acesso em: 01 jul. 2023.

EDF. **Japan: an Emissions Trading Case Study**. 2015. Disponível em: <https://www.edf.org/sites/default/files/japan-case-study-may2015.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2023.

EPA. **Greenhouse Gases Reporting Program Implementation Fact Sheet**. 2013. Disponível em: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-09/documents/ghgrp-overview-factsheet.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2023.

EPA. **Greenhouse Gas Reporting Program, Applicability Tool**. 2014. Disponível em: <https://www3.epa.gov/ghgreporting/help/tool2014/index.html>. Acesso em: 01 jul. 2023.

EPA. **Fluorinated Greenhouse Gas Emissions**. 2017. Disponível em: <https://www.epa.gov/ghgreporting/fluorinated-greenhouse-gas-emissions>. Acesso em: 01 jul. 2023.

EPE. **Balanco energético Nacional 2015**. 2015. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-127/topico-97/Relatório%20Final%202015.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2023.

EPE. **Balanco Energético Nacional 2023**. 2023. Disponível em <https://dashboard.epe.gov.br/apps/anuario-livro/>. Acesso em: 01 jul. 2023.

FENG, Xiaonan. **China's national ETS update: free allowances tightened but overall cost increase still limited**. 2023. Disponível em: <https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/ci/research-analysis/chinas-national-ets-update-free-allowances-tightened.html>. Acesso em: 01 jul. 2023.

GCCA. **Global Cement and Concret Association: concrete Future**. 2023. Disponível em: <https://gccassociation.org/concretefuture/>. Acesso em: 27 jul. 2023.

GHG Protocol. **Especificações de Verificação do Programa Brasileiro GHG Protocol**. 2011. Disponível em: [https://s3-sa-east-1.amazonaws.com/arquivos.gvces.com.br/arquivos\\_ghg/especificacoes-ghg2011.pdf](https://s3-sa-east-1.amazonaws.com/arquivos.gvces.com.br/arquivos_ghg/especificacoes-ghg2011.pdf). Acesso em: 01 jul. 2023.

GHG Protocol. **Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard**. 2011a. Disponível em: <https://ghgprotocol.org/standards/scope-3-standard>. Acesso em: 01 jul. 2023.

GLOWAKI. **Tier thresholds under the EU-ETS Monitoring and Reporting Regulation**. 2019. Disponível em: <https://www.emissions-euets.com/tier-thresholds-under-the-eu-ets-mar-regulation>. Acesso em: 01 jul. 2023.

GOULDER, L. *et al.* China's national carbon dioxide emission trading system: an introduction. **Economics of Energy & Environmental Policy**, v. 6, n. 2, p. 1-18, 2017.

GOVERNO METROPOLITANO DE TÓQUIO (2010). **Tokyo Cap-and-Trade Program**. Disponível em: [http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/en/climate/cap\\_and\\_trade/index.files/Tokyo-cap\\_and\\_trade\\_program-march\\_2010\\_T.pdf](http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/en/climate/cap_and_trade/index.files/Tokyo-cap_and_trade_program-march_2010_T.pdf). Acesso em: 01 jul. 2023.

GOVERNO METROPOLITANO DE TÓQUIO. **Tokyo Cap-and-Trade Program for Large Facilities**. 2015. Disponível em: [http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/en/climate/cap\\_and\\_trade/index.files/TokyoCaT\\_detailed\\_documents.pdf](http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/en/climate/cap_and_trade/index.files/TokyoCaT_detailed_documents.pdf). Acesso em: 01 jul. 2023.

HAMAMOTO, Mitsutsugu. **Impact of the Saitama Prefecture Target-Setting Emissions Trading Program on the Adoption of Low-Carbon Technology**. 2019. Disponível em: <https://www.waseda.jp/prj-rieem/dp/dp1909.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2023.

FMASE. **Apresentação**. 2023. Disponível em: <https://www.fmase.com.br/p4433.aspx>. Acesso em: 01 jul. 2023.

IABR - INSTITUTO AÇO BRASIL. **Relatório de Sustentabilidade 2020**. 2020. Disponível em: <https://www.acobrasil.org.br/relatoriodesustentabilidade/assets/pdf/PDF-2020-Relatorio-Aco-Brasil-COMPLETO.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2023.

IABR - INSTITUTO AÇO BRASIL. **Sobre o Instituto**. 2023a. Disponível em: <https://acobrasil.org.br/site/sobre-o-instituto/>. Acesso em: 01 jul. 2023.

IABR - INSTITUTO AÇO BRASIL. **A Indústria do Aço está e continuará colaborando para minimizar os impactos sobre a mudança do clima**. 2023b. Disponível em: [https://acobrasil.org.br/site/wp-content/uploads/2021/09/ACOBASIL\\_Position\\_Paper\\_Mudan%C3%A7as\\_Climaticas.pdf](https://acobrasil.org.br/site/wp-content/uploads/2021/09/ACOBASIL_Position_Paper_Mudan%C3%A7as_Climaticas.pdf). Acesso em: 01 jul. 2023.

IBÁ (2021). Indústria Brasileira de Árvores. Relatório Anual, 2021. Disponível em: <https://www.iba.org/quem-somos>. Acesso em: 01 jul. 2023.

IBÁ - INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Mudanças Climáticas**. 2023. Disponível em: <https://iba.org/mudancas-climaticas>. Acesso em: 01 jul. 2023.

IBP. **Relatório do Inventário de Emissões de GEE 2020**. 2022. Relatório não divulgado.

IBP. **Quem somos**. 2023. Disponível em: <https://www.ibp.org.br/quem-somos/>. Acesso em: 01 jul. 2023.

ICAP. **EU-ETS factsheet**. 2019. Disponível em: [https://icapcarbonaction.com/en/?option=com\\_etsmap&task=export&format=pdf&layout=list&systems%5B%5D=43](https://icapcarbonaction.com/en/?option=com_etsmap&task=export&format=pdf&layout=list&systems%5B%5D=43). Acesso em: 01 jul. 2023.

ICAP. **Japan - Tokyo Cap-and-Trade Program Fact Sheet**. 2019a. Disponível em: [https://icapcarbonaction.com/en/?option=com\\_etsmap&task=export&format=pdf&layout=list&systems%5B%5D=51](https://icapcarbonaction.com/en/?option=com_etsmap&task=export&format=pdf&layout=list&systems%5B%5D=51). Acesso em: 01 jul. 2023.

ICAP. **China National ETS Fact Sheet**. 2019b. Disponível em: [https://icapcarbonaction.com/en/?option=com\\_etsmap&task=export&format=pdf&layout=list&systems%5B%5D=55](https://icapcarbonaction.com/en/?option=com_etsmap&task=export&format=pdf&layout=list&systems%5B%5D=55). Acesso em: 01 jul. 2023.

ICAP. **Japan - Saitama Target Setting Emissions Trading System**. 2023. Disponível em: <https://icapcarbonaction.com/en/ets/japan-saitama-target-setting-emissions-trading-system>. Acesso em: 01 jul. 2023.

ICAP. **Japan**. 2023a. Disponível em: <https://icapcarbonaction.com/en/ets/japan>. Acesso em: 01 jul. 2023.

ICAP. **China National ETS**. 2023b. Disponível em: <https://icapcarbonaction.com/en/ets/china-national-ets>. Acesso em: 01 jul. 2023.

ICAP. **México**. 2023c. Disponível em: <https://icapcarbonaction.com/en/ets/mexico>. Acesso em: 01 jul. 2023.

IETA. **Greenhouse gas Measurement, Reporting and Verification (MRV)**. 2015. Disponível em: <https://www.ieta.org/resources/Resources/101s/ghg-mrv-apr2015.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2023.

INEA-RJ. **Resolução INEA/PRES nº 64, 12/12/2012**. Dispõe sobre a apresentação de inventário de emissões de gases de efeito estufa para fins de licenciamento ambiental no Estado do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=248481>. Acesso em: 01 jul. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO. **Acuerdo por el que se establece la metodología para la medición directa de emisiones de bióxido de carbono**. 2015. Disponível em: <https://www.gob.mx/inecc/documentos/acuerdo-por-el-que-se-establece-la-metodologia-para-la-medicion-directa-de-emisiones-de-bioxido-de-carbono>. Acesso em: 01 jul. 2023.

IPCC. **2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. 2006. Disponível em: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>. Acesso em: 01 jul. 2023.

IPIECA – INTERNATIONAL PETROLEUM INDUSTRY ENVIRONMENTAL CONSERVATION ASSOCIATION. **Petroleum industry guidelines for reporting greenhouse gas emissions**. 2011. Disponível em: [https://www.api.org/~media/Files/EHS/climate-change/GHG\\_industry-guidelines-IPIECA.pdf](https://www.api.org/~media/Files/EHS/climate-change/GHG_industry-guidelines-IPIECA.pdf). Acesso em: 01 jul. 2023.

JAPÃO. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Japan's Voluntary Emissions Trading Scheme (JVETS)**. 2009. Disponível em: <https://www.env.go.jp/en/earth/ets/jvets090319.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2023.

JAPÃO. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MINISTÉRIO DA ECONOMIA. **Basic Guidelines on Accounting for Greenhouse Gas Emissions Throughout the Supply Chain**. 2012. Disponível em: [https://www.env.go.jp/earth/ondanka/supply\\_chain/gvc/en/files/GuideLine.pdf](https://www.env.go.jp/earth/ondanka/supply_chain/gvc/en/files/GuideLine.pdf). Acesso em: 01 jul. 2023.

JAPÃO. MINISTRY OF ECONOMY, TRADE AND INDUSTRY (s.d.). **GX League**. Disponível em: [https://gx-league.go.jp/aboutgxleague/document/GX\\_League\\_Overview.pdf](https://gx-league.go.jp/aboutgxleague/document/GX_League_Overview.pdf). Acesso em: 01 jul. 2023.

KAUFFMANN, C. *et al.* (2012). **Corporate Greenhouse Gas Emission Reporting: A Stock-taking of Government Schemes. OECD Working Papers on International Investment**, 2012/01, OECD Publishing. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1787/5k97g3x674lq-en>. Acesso em: 01 jul. 2023.

MÉXICO. **Ley General De Cambio Climático**. 2012. Disponível em: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2023.

MÉXICO. **Acuerdo que establece las particularidades técnicas y las fórmulas para la aplicación de metodologías para el cálculo de emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero. DOF**, 03 set. 2015. Disponível em: [https://www.dof.gob.mx/index\\_113.php?year=2015&month=09&day=03](https://www.dof.gob.mx/index_113.php?year=2015&month=09&day=03). Acesso em: 01 jul. 2023.

MÉXICO. **México ante el cambio climático**. 2023. Disponível em: <https://cambioclimatico.gob.mx/inventario-nacional-de-emisiones-de-gases-y-compuestos/>. Acesso em: 01 jul. 2023.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES – MCTIC. **Modelagem Setorial de Opções de Baixo Carbono para o Setor de Papel e Celulose**. 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/cgcl/arquivos/opcoes-de-mitigacao-de-emissoes-de-gee-em-setores-chave/modelagem-setorial-de-opcoes-de-baixo-carbono-para-o-setor-de-papel-e-celulose.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2023.

NCASI - NATIONAL COUNCIL FOR AIR AND STREAM IMPROVEMENT. **Calculation Tools for Estimating Greenhouse Gas Emissions from Pulp and Paper Mills**. 2005. Disponível em: [https://www.ncasi.org/wp-content/uploads/2019/02/GHG\\_Calc\\_Tools\\_PandP\\_report.pdf](https://www.ncasi.org/wp-content/uploads/2019/02/GHG_Calc_Tools_PandP_report.pdf). Acesso em: 01 jul. 2023.

PARLAMENTO EUROPEU. **Diretiva 87**. 2003. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/HTML/?uri=CELEX:32003L0087&from=FR>. Acesso em: 01 jul. 2023.

ROLDAO, R. **China's national ETS: it's not how it starts, but how it ends**. 2016. Disponível em: [https://www.ieta.org/resources/Resources/GHG\\_Report/2016/GHG%20Report%202016%20Chinas%20National%20ETS%20RR.pdf](https://www.ieta.org/resources/Resources/GHG_Report/2016/GHG%20Report%202016%20Chinas%20National%20ETS%20RR.pdf). Acesso em: 01 jul. 2023.

SEEG. **Análise das emissões de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas climáticas do Brasil: 1970-2021**. 2023. Disponível em: <https://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2023/03/SEEG-10-anos-v4.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2023.

SEKIYA, Takashi. **Mandatory Greenhouse Gas Accounting and Reporting System**. 2007. Disponível em: <https://ww3.arb.ca.gov/research/seminars/japan/japan2.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2023.

SEMARNAT. **Carbon Tax in Mexico**. 2014. Disponível em: <https://www.thepmr.org/system/files/documents/Carbon%20Tax%20in%20Mexico.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2023.

SINGH, Neelam *et al.* **Guide for Designing Mandatory Greenhouse Gas Reporting Programs**. 2015. Disponível em: <https://www.wri.org/publication/guide-designing-mandatory-greenhouse-gas-reporting-programs>. Acesso em: 01 jul. 2023.

SIRENE. **Emissões em dióxido de carbono equivalente por setor**. 2018. Disponível em: [https://sirene.mctic.gov.br/portal/opencms/paineis/2018/08/24/Emissoes\\_em\\_dio\\_xido\\_de\\_carbono\\_equivalente\\_por\\_setor.html](https://sirene.mctic.gov.br/portal/opencms/paineis/2018/08/24/Emissoes_em_dio_xido_de_carbono_equivalente_por_setor.html). Acesso em: 01 jul. 2023.

SNIC - SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DO CIMENTO. **Relatório Anual**. 2021. Disponível em: [http://snic.org.br/assets/pdf/relatorio\\_anual/rel\\_anual\\_2021.pdf](http://snic.org.br/assets/pdf/relatorio_anual/rel_anual_2021.pdf). Acesso em: 01 jul. 2023.

SNIC - SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DO CIMENTO. **Quem somos**. 2023a. Disponível em: <http://snic.org.br/quem-somos.php>. Acesso em: 01 jul. 2023.

SNIC - SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DO CIMENTO. **Sustentabilidade**. 2023b. Disponível em: <http://snic.org.br/sustentabilidade-mudanca-climatica.php>. Acesso em: 01 jul. 2023.

SWARTZ, J. China's National Emissions Trading System: Implications for Carbon Markets and Trade. **ICTSD Global Platform on Climate Change, Trade and Sustainable Energy. Climate Change Architecture Series**, n. 6. Geneva: International Centre for Trade and Sustainable Development, 2016. Disponível em: [www.ictsd.org](http://www.ictsd.org). Acesso em: 01 jul. 2023.

TANG, R., *et al.* Key challenges for the establishment of the monitoring, reporting and verification (MRV) system in China's national carbon emissions trading market. **Climate Policy**, n. 18, sup. 1. p. 106-121, 2018.

TIMPERLEY, J. **Q&A**: how will China's new carbon trading scheme work? 2018. Disponível em: <https://www.carbonbrief.org/qa-how-will-chinas-new-carbon-trading-scheme-work>. Acesso em: 01 jul. 2023.

WALTER, A. Emissões de gases de efeito estufa no setor de energia, no Brasil. **Revista Brasileira de Energia**, v. 27, n. 3, ed. Esp. 1, 2021.

ZHANG, J. *et al.* Lessons learned from China's regional carbon market pilots. **Economics of Energy & Environmental Policy**, v. 6, n. 2, p. 19-38, 2017.

# APÊNDICE A

Atividades incluídas na Tabela 12 do Programa de Relato de Gases do Efeito Estufa da Agência de Proteção do Meio Ambiente dos Estados Unidos (GHGRP):

- Geração de eletricidade;
- Produção de ácido adípico;
- Produção de alumínio;
- Manufatura de amônia;
- Produção de cimento;
- Produção de HCFC-22;
- Processos de destruição de HFC-23;
- Manufatura de cal;
- Produção de ácido nítrico;
- Produção petroquímica;
- Produção de ácido fosfórico;
- Produção de carboneto de silício;
- Produção de carbonato de sódio;
- Uso de equipamentos de transmissão e distribuição elétrica em plantas cujos equipamentos que contenham SF6 e PFC tenham capacidade superior a 17.820 libras;
- Produção de dióxido de titânio;
- Sequestro geológico de dióxido de carbono;
- Produção ou reforma de equipamento de transmissão e distribuição de energia;
- Injeção de dióxido de carbono;
- Refinarias de petróleo; e
- Aterros municipais de dejetos sólidos gerando CH4 acima de 25 mil tCO<sub>2</sub>e.



# APÊNDICE B

Atividades incluídas na Tabela 13 do Programa de Relato de Gases do Efeito Estufa da Agência de Proteção do Meio Ambiente dos Estados Unidos (GHGRP):

- Manufatura de eletrônicos;
- Produção de ferroligas;
- Produção de gás fluorado;
- Produção de vidro;
- Produção de hidrogênio;
- Produção de ferro e aço;
- Produção de chumbo;
- Produção de magnésio;
- Sistemas de petróleo e gás natural;
- Manufatura de papel e celulose;
- Produção de zinco; e
- Tratamento industrial de águas residuais em atividades de: manufatura de papel e celulose; processamento de alimentos; produção de etanol; ou produção de refino de petróleo; e
- Aterros sanitários de dejetos industriais.



**CNI**

*Antonio Ricardo Alvarez Alban*  
Presidente

**Gabinete da Presidência**

*Danusa Costa Lima e Silva de Amorim*  
Chefe do Gabinete - Diretora

**DIRETORIA DE RELAÇÕES INSTITUCIONAIS**

*Roberto de Oliveira Muniz*  
Diretor de Relações Institucionais

**Gerência Executiva de Meio Ambiente e Sustentabilidade**

*Davi Bomtempo*  
Gerente Executivo de Meio Ambiente e Sustentabilidade

**Gerência de Clima e Energia**

*Juliana Borges de Lima Falcão*  
Gerente de Clima e Energia

*Rafaela Aloise*  
*Erica Vilarinho*  
*William Bach*  
Equipe Técnica

**DIRETORIA DE COMUNICAÇÃO - DIRCOM**

*Ana Maria Curado Matta*  
Diretora de Comunicação

**Superintendência de Publicidade e Mídias Sociais**

*Mariana Caetano Flores Pinto*  
Superintendente de Publicidade e Mídias Sociais

*Sarah de Oliveira Santana*  
*Marcela Louise Moura Santana*  
Produção Editorial

**DIRETORIA DE SERVIÇOS CORPORATIVOS – DSC**

*Cid Carvalho Vianna*  
Diretor de Serviços Corporativos

**Superintendência de Administração - SUPAD**

*Alberico Carlos Morais de Amorim*  
Superintendente Administrativo

*Alberto Nemoto Yamaguti*  
Normalização

---

*Felipe Bottini*  
*Peterson Molina Vale*  
*Daniela Godoy Falco*  
*Ana Carolina de Godoy Silva*  
*Priscila Carlon*  
*Caroline Cichoski*  
*Green Domus, part of Accenture*  
Consultores

*Renata Portella*  
Revisão Gramatical

*Editorar Multimídia*  
Projeto Gráfico e Diagramação



 .cni.com.br

 /cniBrasil

 @CNI\_br

 @cniBr

 /cniweb

 /company/cni-brasil



9 788579 573064

**giz** Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Euroclima 

**CNI**

Confederação Nacional da Indústria  
**PELO FUTURO DA INDÚSTRIA**