



CURSO DE GESTÃO DA PRODUÇÃO INDUSTRIAL

**HILLARY AYALA DI MASSIMO MOURA
SAMIRA FERREIRA DA SILVA PIETRANGELO**

**REDUÇÃO DE CARBONO NAS INDÚSTRIAS BRASILEIRAS DE
MANUFATURA: A APLICAÇÃO DO GHG PROTOCOL E SEUS
IMPACTOS NA COMPETITIVIDADE**

GUARULHOS – SP

2025

HILLARY AYALA DI MASSIMO MOURA – RA:1670772313009
SAMIRA FERREIRA DA SILVA PIETRANGELO – RA:1670772313017

**REDUÇÃO DE CARBONO NAS INDÚSTRIAS BRASILEIRAS DE MANUFATURA:
A APLICAÇÃO DO GHG PROTOCOL E SEUS IMPACTOS NA
COMPETITIVIDADE**

Projeto de Trabalho de Graduação apresentado
ao Curso de Gestão de Produção Industrial
como requisito parcial para obtenção do Título
de Tecnólogo em Produção Industrial.
Orientador (a): Prof. Dr. José Martino Neto

GUARULHOS – SP

2025

RESUMO

MOURA, Hillary Ayala Di Massmo; PIETRANGELO, Samira Ferreira da Silva. **Redução de Carbono nas Indústrias Brasileiras de Manufatura: A Aplicação do GHG Protocol e seus impactos na competitividade**. 2025. 33 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade de Tecnologia de Guarulhos, Guarulhos.

Este trabalho tem como objetivo analisar de que forma determinadas indústrias brasileiras de manufatura, especificamente do setor metalúrgico estão utilizando o GHG Protocol na gestão de suas emissões de gases de efeito estufa, compreendendo como essa prática impacta a competitividade delas no mercado. A escolha do tema se justifica diante da crescente pressão por práticas sustentáveis, exigências legais mais rigorosas e compromissos internacionais assumidos pelo Brasil para enfrentar as mudanças climáticas. Sendo assim, as ferramentas de mensuração se tornam fundamentais para que as empresas se mantenham no mercado de forma responsável e estratégica. A metodologia adotada foi qualitativa e documental, com base na análise de inventários de emissões publicados por duas empresas (X e Y) do setor metalúrgico no ano de 2022 e 2023. A análise permitiu compreender como funciona a estruturação dos inventários e de que forma são aplicados os métodos de verificação. Os resultados mostram que empresas que adotam metodologias reconhecidas internacionalmente para mensurar suas emissões, demonstram maior maturidade na gestão ambiental e vantagens competitivas no mercado. O estudo evidenciou que o uso de energia renovável, o aproveitamento de materiais recicláveis e o aprofundamento no escopo 3 são estratégias eficazes tanto para reduzir impactos ambientais quanto para agregar valor ao negócio.

Palavras-chave: GHG Protocol; Redução de Carbono; Indústria de Manufatura; Gestão Ambiental; Competitividade.

ABSTRACT

This study aims to analyze how Brazilian manufacturing industries, specifically in the metallurgical sector, are using the GHG Protocol to manage their greenhouse gas emissions, understanding how this practice impacts their competitiveness in the market. The choice of the topic is justified given the growing pressure for sustainable practices, stricter legal requirements, and international commitments assumed by Brazil to address climate change. Therefore, measurement tools become essential for companies to remain in the market in a responsible and strategic manner. The methodology adopted was qualitative and documentary, based on the analysis of emissions inventories published by two companies (X and Y) in the metallurgical sector in 2022 and 2023. The analysis allowed us to understand how the inventories are structured and how the verification methods are applied. The results show that companies that adopt internationally recognized methodologies to measure their emissions demonstrate greater maturity in environmental management and competitive advantages in the market. The study showed that the use of renewable energy, the use of recyclable materials and the deepening of scope 3 are effective strategies both for reducing environmental impacts and for adding value to the business.

Keywords: GHG Protocol. Carbon Reduction. Manufacturing Industry. Environmental Management. Competitiveness.

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;

ACV – Avaliação do Ciclo de Vida;

AIR – Aglomerações Industriais Relevantes;

CEBDS – Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável;

CQNUMC – Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima;

DEFRA – *Department for Environment, Food and Rural Affairs* (Departamento de Meio Ambiente, Alimentação e Assuntos Rurais);

EAF – *Electric Arc Furnace* (Forno Elétrico a Arco);

ESG – *Environmental, Social and Governance* (Ambiental, Social e Governança);

FGV – Fundação Getúlio Vargas;

FGVces – Centro de Estudos em Sustentabilidade de FGV;

GEE – Gases do Efeito Estufa;

GHG – *Greenhouse Gás* (Gases do Efeito Estufa);

IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change* (Painel Intergovernamental para a Mudança de Clima);

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

MDL – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo;

MMA – Ministério do Meio Ambiente;

NDC – Contribuição Nacionalmente Determinada;

ONU – Organização das Nações Unidas;

PBGHG – Programa Brasileira GHG Protocol;

PNMC – Política Nacional sobre Mudança do Clima;

PwC – *PricewaterhouseCoopers*;

RPE – Registro Público de Emissões;

SBTi – *Science Based Targets initiative* (Iniciativa de Metas Baseadas na Ciência);

SEEG – Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa;

tCO₂e – toneladas CO₂ equivalente

T&D – Transmissão e Distribuição;

WBSCD – *World Business Council for Sustainable Development* (Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável);

WRI – *World Resources Institute* (Instituto de Recursos Mundiais).

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	8
1.1	PERGUNTA NORTEADORA.....	9
1.2	OBJETIVO GERAL.....	9
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
1.4	JUSTIFICATIVA.....	10
2	REFERÊNCIAL TEÓRICO.....	11
2.1	SUSTENTABILIDADE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS.....	11
2.1.1	Acordos Internacionais.....	12
2.2	EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA E A RESPONSABILIDADE CORPORATIVA.....	13
2.2.1	Contexto das Emissões Industriais no Brasil.....	14
2.3	GESTÃO ESTRATÉGICA DE EMISSÕES.....	17
2.3.1	GHG Protocol.....	17
2.3.1.1	Estrutura de Funcionamento do GHG Protocol.....	18
2.3.2	Ferramentas e Indicadores para o Monitoramento de Emissões nas Empresas Brasileiras.....	20
2.4	IMPACTOS COMPETITIVOS DA REDUÇÃO DE EMISSÕES.....	21
3	METODOLOGIA.....	22
3.1	TIPO DE PESQUISA.....	22
3.2	MÉTODO DE COLETA DE DADOS.....	22
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	24
4.1	INVENTÁRIO DE EMISSÃO DE GASES DO EFEITO ESTUFA.....	24
4.2	VERIFICAÇÃO POR TERCEIRA PARTE E CREDIBILIDADE DOS DADOS.....	26
4.2.1	Aplicação de Metodologias Específicas.....	27
4.2.2	Uso de Fatores de Emissão Avançados.....	27

4.2.3 <i>Comprometimento com a Science Based Targets Initiative</i>	28
4.2.4 Impacto do Perfil Organizacional nas Emissões	28
4.2.5 Desempenho em Indicadores Setoriais e Competitividade	29
4.2.6 Aprofundamento no Escopo 3 e Gestão da Cadeia de Valor	29
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
REFERÊNCIAS	31

1. INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas representam um dos maiores desafios globais do século XXI, impulsionando empresas a adotarem medidas para reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE). Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), "as emissões de GEE resultantes das atividades humanas são responsáveis pelo aquecimento global observado desde a era pré-industrial" (IPCC, 2021, p.10). A industrialização, embora essencial para o crescimento econômico, é um dos principais setores responsáveis pela liberação de carbono na atmosfera. Dessa forma, torna-se fundamental que as indústrias adotem estratégias eficazes para medir e diminuir suas emissões, garantindo conformidade com normas ambientais e contribuindo para o desenvolvimento sustentável.

Dentre as metodologias utilizadas para mensuração e gestão das emissões de carbono, destaca-se o *GreenHouse Gás* (GHG) Protocol, um dos padrões mais reconhecidos e adotados globalmente. Esse protocolo estabelece diretrizes para a contabilização de emissões divididas em três escopos: emissões diretas (Escopo 1), emissões indiretas relacionadas ao consumo de energia (Escopo 2) e outras emissões indiretas na cadeia produtiva (Escopo 3) (WRI, 2004). No Brasil, a aplicação do GHG Protocol vem ganhando espaço entre empresas que buscam melhorar sua eficiência operacional e atender a demandas regulatórias e mercadológicas. Como afirmam Oliveira e Silva (2022, p. 45), "a adoção do GHG Protocol no Brasil tem se mostrado um fator determinante para a transição para uma economia de baixo carbono, proporcionando maior transparência nos inventários de emissões das empresas".

Além do GHG Protocol, iniciativas como o *Science Based Targets initiative* (SBTi) incentivam empresas a estabelecer metas de redução de carbono baseadas na ciência climática. Segundo a organização, "as metas baseadas na ciência oferecem às empresas um caminho claramente definido para reduzir as emissões" (SBTi, 2023). Esse alinhamento permite que indústrias não apenas relatem suas emissões de maneira padronizada, mas também tracem estratégias concretas para reduzi-las.

Outro fator relevante é a regulamentação ambiental, que tem se tornado cada vez mais rigorosa. No Brasil, políticas como o Programa Brasileiro GHG Protocol e a Política Nacional sobre Mudança do Clima reforçam a necessidade de monitoramento e redução das emissões industriais (MMA, 2020). De acordo com Lima e Rocha (2021, p. 58), "a adequação às normas ambientais não é mais uma opção, mas sim uma necessidade para que empresas garantam sua continuidade no mercado e evitem penalidades". Dessa forma, adotar metodologias como o GHG Protocol não apenas ajuda a reduzir impactos ambientais, mas também impulsiona o desenvolvimento econômico de longo prazo.

1.1 PERGUNTA NORTEADORA

Como determinadas indústrias do ramo metalúrgico estão utilizando o GHG Protocol na gestão das suas emissões de carbono e como o uso dessa ferramenta impacta para elas se manterem competitivas no mercado?

1.2 OBJETIVO GERAL

Entender o que está sendo cobrado de determinadas indústrias brasileiras de manufatura e como elas gerem a redução de carbono por meio da metodologia GHG Protocol. E então, a partir dos dados analisar a influência do uso da ferramenta para as indústrias se manterem competitivas no mercado.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Explicar a importância e a necessidade da redução de carbono na indústria brasileira de manufatura;
- Apresentar o funcionamento do GHG Protocol e aplicação;
- Identificar as ferramentas complementares utilizadas pelas empresas na gestão de emissão de carbono;
- Analisar os relatórios publicados no Registro Público de Emissões (RPE) das indústrias metalúrgicas X e Y.

1.4 JUSTIFICATIVA

A crescente preocupação com as mudanças climáticas e a pressão para que empresas adotem práticas sustentáveis tornam a redução de emissões de carbono um tema central nas discussões ambientais e econômicas. Como destaca Santos (2020, p. 87), "a implementação de políticas de mitigação nas indústrias brasileiras é essencial para que o país alcance suas metas climáticas e fortaleça sua posição no mercado global".

A escolha do GHG Protocol como foco deste estudo se justifica por sua ampla aceitação internacional e sua capacidade de fornecer um método padronizado e transparente para o cálculo de emissões. Além disso, muitas empresas brasileiras já utilizam esse protocolo em seus inventários de carbono, tornando essencial compreender como ele está sendo aplicado e quais são os desafios e benefícios dessa adoção contribuindo para um melhor entendimento sobre as práticas de descarbonização no setor industrial.

2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 SUSTENTABILIDADE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS

No cenário atual “as empresas estão enfrentando pressões para repensar suas operações e se enquadrar no contexto da sustentabilidade” (PwC BRASIL, s.d.), onde por muito tempo a sustentabilidade nas empresas era visto como um diferencial e uma forma de melhorar a sua imagem. Após tragédias causadas pela mudança climática, acordos internacionais e programas que auxiliam na mitigação foram estabelecidos, de acordo com o Protocolo de GEE (WBCSD; WRI, 2004, p.3) o objetivo desses programas é conseguir que as empresas compreendam e possam gerir convenientemente os seus riscos de GEE, se quiserem garantir o seu sucesso, a longo prazo.

O conceito de sustentabilidade, ao longo das últimas décadas, consolidou-se como um princípio norteador das políticas ambientais e das práticas empresariais conscientes. Segundo Calderoni (1998, p.54), a sustentabilidade implica “um processo de transformação no qual a exploração de recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações humanas”. Trata-se de uma abordagem que integra aspectos econômicos, sociais e ambientais, em resposta às crescentes preocupações com os impactos da atividade humana sobre os ecossistemas.

As mudanças climáticas representam uma das principais ameaças à sustentabilidade global, “Mudança do clima significa mudança de clima que possa ser direta ou indiretamente atribuída à atividade humana que altere a composição da atmosfera mundial e que se some àquela provocada pela variabilidade climática natural observada ao longo dos períodos comparáveis” (CONVENÇÃO-QUADRO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MUDANÇA DO CLIMA, art. 1, 1992). Elas decorrem, em grande parte, das emissões de gases de efeito estufa, associadas a atividades industriais, ao uso de combustíveis fósseis e ao desmatamento.

No Brasil, a agenda de sustentabilidade começou a ganhar força especialmente após a Conferência Rio-92, quando se consolidaram compromissos internacionais em torno da preservação ambiental. Segundo Moura (2008), o principal resultado dessa conferência foi a Convenção do Clima onde eles previram para os

países metas de redução de emissões impossíveis de serem realizadas. Por meio dessa percepção foi realizada outra reunião para poder estabelecer metas mais realísticas, ou seja, a relação entre mudanças climáticas e desenvolvimento sustentável é, portanto, indissociável de tão importante. A emergência climática impõe desafios que demandam soluções inovadoras e uma mudança estrutural nos modelos de produção e consumo. PWC BRASIL reforça que “os crescentes desafios ambientais exigem que as organizações repensem sua estratégia e transformem seus negócios, tudo isso enquanto relatam seu progresso de forma transparente”, assim, compreender a sustentabilidade sob o viés climático é essencial para propor estratégias corporativas realmente eficazes frente à crise ambiental contemporânea.

2.1.1 Acordos Internacionais

Diante dos desafios decorrentes das mudanças climáticas, foram firmados acordos internacionais que buscam reduzir os impactos ambientais causados pelas atividades humanas. Entre eles, destacam-se o Protocolo de Quioto e o Acordo de Paris, ambos vinculados à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC).

O Protocolo de Quioto, adotado em 1997 e vigente a partir de 2005, estabeleceu metas obrigatórias de redução de emissões de GEE para países desenvolvidos, reconhecendo que essas nações são historicamente as maiores responsáveis pelo aquecimento global (Ministério do Meio Ambiente, 2023). Apesar disso, países em desenvolvimento, como o Brasil, não tinham metas obrigatórias, mas podiam participar por meio de projetos de desenvolvimento sustentável, como o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

Em 2015 surgiu o Acordo de Paris como um avanço, estabelecendo que todos os países, desenvolvidos ou em desenvolvimento, se comprometem a adotar medidas para conter o aumento da temperatura global. O objetivo principal é manter o aquecimento bem abaixo de 2 °C, buscando limitar a 1,5 °C em relação aos níveis pré-industriais. Para isso, cada nação apresenta suas metas de redução de emissões através das Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs), que são revistas e atualizadas periodicamente (Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, 2017).

Esses acordos impactam diretamente as indústrias brasileiras, que passam a ser pressionadas a adotar práticas mais sustentáveis, reduzir suas emissões e investir em tecnologias limpas. Além disso, o atendimento às metas climáticas se torna fator de competitividade no mercado global, uma vez que fornecedores e clientes internacionais priorizam empresas alinhadas às práticas ambientais. O Ministério do Meio Ambiente (2023) destaca que esses compromissos refletem diretamente nas relações comerciais, na competitividade e na reputação das organizações no mercado nacional e internacional.

2.2 EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA E A RESPONSABILIDADE CORPORATIVA

As emissões de GEE configuram-se hoje como um dos principais indicadores de impacto ambiental das atividades empresariais. A crescente concentração de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera intensifica o efeito estufa e contribui diretamente para o aquecimento global. Nesse contexto, torna-se evidente a responsabilidade das organizações na mitigação desses impactos.

A responsabilidade corporativa perante as emissões de GEE é compreendida como um dever ético, legal e estratégico. Moura (2008, p. 66) afirma que “a empresa deve melhorar continuamente seu desempenho ambiental, porque está é a atitude correta, que deve fazer parte dos valores da organização.”. Essa postura implica o uso de práticas sustentáveis no cotidiano operacional, o monitoramento de impactos e a transparência na divulgação de resultados.

Nesse cenário, Cruz (2015), destaca que o GHG Protocol é uma ferramenta de contabilidade e tem ganhado grande destaque sendo utilizada por líderes governamentais e empresariais para entender, quantificar e gerenciar emissões de gases de efeito estufa.

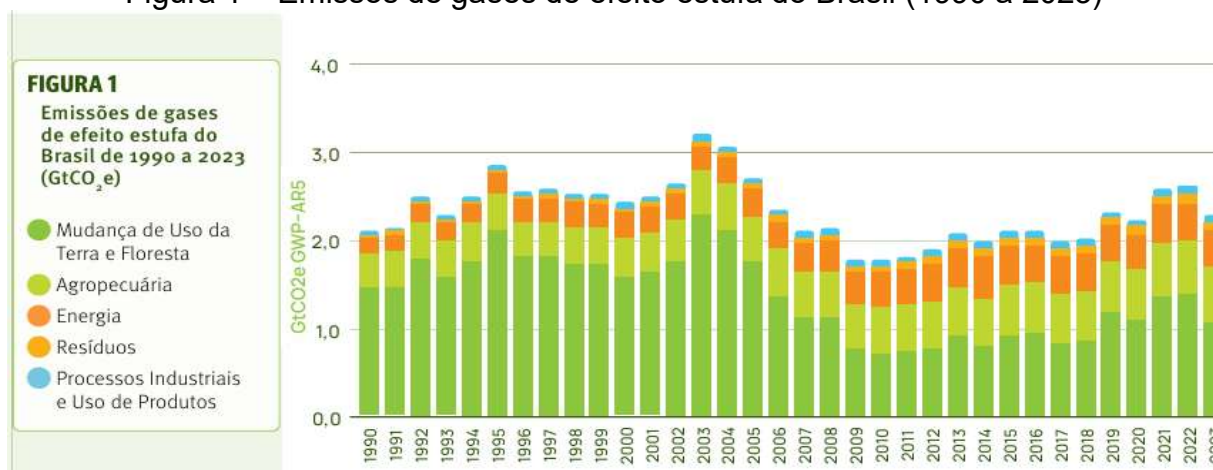
Além disso, a pressão dos stakeholders (investidores, consumidores, governos e sociedade civil), têm impulsionado uma nova cultura empresarial, pautada pela responsabilidade socioambiental. Como destaca Moura (2008, p.74), “passam a ser de cumprimento obrigatório, como por exemplo, leis estaduais que obriguem ao limite máximo de emissão de poluentes”. Nesse sentido, a redução de emissões não é mais uma escolha opcional, mas uma exigência de mercado.

Portanto, a responsabilidade corporativa no combate às mudanças climáticas transcende a esfera ambiental, alcançando dimensões sociais e econômicas. As empresas que compreendem essa dinâmica e agem proativamente na gestão de suas emissões tendem a alcançar maior legitimidade, vantagem competitiva e resiliência frente às transformações do século XXI.

2.2.1 Contexto das Emissões Industriais no Brasil

Segundo Moura (2008) na época da revolução industrial os cientistas avaliam que a concentração de CO₂ na atmosfera aumentaram significativamente, a industrialização no Brasil trouxe significativos avanços econômicos, mas também resultou em diversos impactos ambientais, entre eles o aumento das emissões de gases de efeito estufa. Ainda que o desmatamento e as atividades agropecuárias continuem sendo os principais vetores de emissão no país, o setor industrial também possui um papel relevante na contribuição para a poluição atmosférica e mudanças climáticas conforme demonstra a Figura 1, gráfico desenvolvido pelo Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG) em 2024:

Figura 1 – Emissões de gases de efeito estufa do Brasil (1990 a 2023)

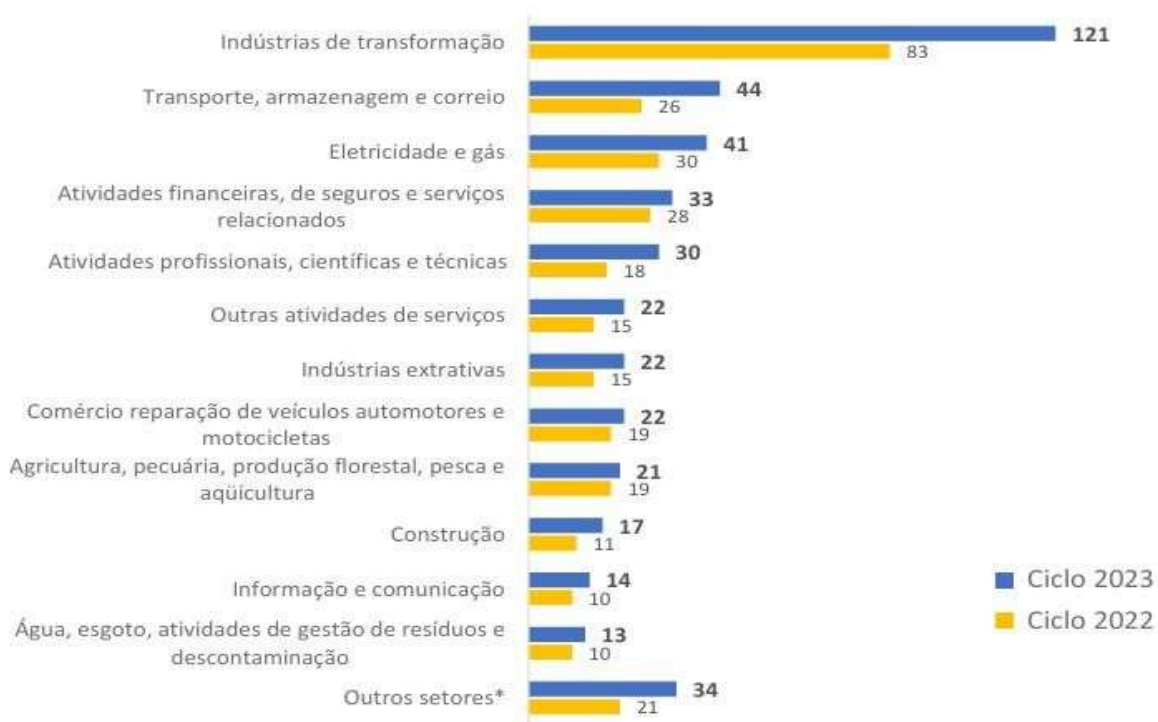


Fonte: SEEG, 2024

Partindo do princípio que de acordo com Moura (2008) a principal causa do aquecimento global é “a poluição da atmosfera por gases gerados pela queima de combustíveis fósseis, como o carvão e petróleo, sendo o principal desses gases o dióxido de carbono (Co₂)”. As emissões industriais brasileiras decorrem,

principalmente, da queima de combustíveis fósseis pela geração de energia, dos processos produtivos em setores como siderurgia, cimento, papel e celulose, e da liberação de resíduos industriais. Nesse cenário, o setor de indústria de transformação, que inclui empresas metalúrgicas e siderúrgicas, destaca-se não apenas pela relevância de suas emissões, mas também pela participação em iniciativas de mensuração e transparência climática. De acordo com Relatório Anual do Programa Brasileiro GHG Protocol (PBGHG), resultados do Ciclo 2023, foi observada uma predominância de organizações inventariantes no setor da indústria de transformação (28%), seguindo pelos setores de transporte, armazenagem e correio (10%), eletricidade e gás (9%) e atividades financeiras, seguros e serviços relacionados (8%). Juntos, esses setores representam cerca de 55% do total de organizações que reportam seus inventários de emissões no ciclo analisado, conforma demonstrado na Figura 2, abaixo:

Figura 2 – Evolução dos membros por setor - PBGHG



Fonte: PBGHG, 2023

Essa informação evidencia que, embora o setor industrial e especialmente o metalúrgico seja um dos maiores emissores, consegue demonstrar engajamento com práticas ESG, com foco em monitoramento, contabilização e divulgação de suas

emissões de gases de efeito estufa, contribuindo para uma economia de baixo carbono e para o cumprimento das metas climáticas nacionais e internacionais.

Com base nos estudos de Diniz (1993), no Brasil destacam-se as regiões Sudeste e Sul do país, onde há maior concentração de parques industriais. Nota-se um impacto ambiental mais acentuado, tanto pelas atividades produtivas quanto pela menor proporção de áreas naturais preservadas, Lima e Plese (2023) destacam que as empresas estão “buscando um equilíbrio entre a geração de lucro e a preservação dos recursos naturais cada dia mais escassos”. A Tabela 1 demonstra em tabela as regiões do Brasil com o maior número de aglomerações industriais relevantes (AIR):

Tabela 1 – Evolução dos AIRs por região (1995-2015)

Regiões	Evolução verificada em cada ano					Subtotal	Total geral
	1995 (ano inicial)	2000	2005	2010	2015		
Norte	2 (2,3%)	+1	-	-	-	1 (1,3%)	3 (1,8%)
Nordeste	13 (15,3%)	+2	+6	+5	+1	14 (18,7%)	27 (16,9%)
Sudeste	44 (51,7%)	+4	+12	+8	+4	28 (37,3%)	72 (45,0%)
Sul	22 (25,9%)	+6	+7	+8	+2	23 (30,6%)	45 (28,1%)
Centro-Oeste	4 (4,7%)	+1	+2	+3	+3	9 (12,0%)	13 (8,1%)
Brasil	85	+14	+27	+24	+10	75	160

Fonte: IPEA, 2021

Com base nos valores totais de cada região em relação a evolução de AIRs, é evidente que as regiões do Sul e Sudeste possuem o maior número de concentração industrial, conseqüentemente se tornam os principais responsáveis pelas emissões de GEE em termos industriais do país.

Em resposta a esse cenário, o Brasil tem firmado compromissos internacionais, como o Acordo de Paris, além de implementar políticas públicas voltadas à sustentabilidade industrial e à promoção de tecnologias limpas, segundo o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2024), contudo se torna primordial a atuação do governo exercendo uma fiscalização ambiental rigorosa. De acordo Chen et al. (2023) dizem que os governos devem implementar medidas efetivas a fim de mitigar os efeitos das

mudanças climáticas. As alterações climáticas são em grande parte resultado da ação humana, as atividades industriais para oferta de bens e serviços em todas as suas dimensões têm ligação com as ações humanas e o aquecimento global (IPCC, 2022) logo, o enfrentamento das emissões industriais, exige esforços integrados entre governo, empresas e sociedade civil, promovendo um modelo de desenvolvimento que concilie crescimento econômico e preservação ambiental.

2.3 GESTÃO ESTRATÉGICA DE EMISSÕES

A gestão estratégica das emissões de gases de efeito estufa é um dos pilares da sustentabilidade corporativa no contexto das mudanças climáticas. Nesse cenário, o GHG Protocol consolida-se como a principal metodologia internacional para contabilização e gestão de emissões, oferecendo uma base técnica e padronizada para que as organizações desenvolvam inventários robustos e monitorem sua pegada de carbono de forma transparente e eficiente.

De acordo com Moura (2008, p. 34), a gestão ambiental estratégica deve estar alinhada ao planejamento da empresa, sendo necessária “um estudo cuidadoso de implementação gradual de padrões mais elevados de desempenho, de modo a adaptar os processos produtivos e gerenciais a orçamentos aceitáveis de médio e longo prazo”. Essa integração possibilita antecipar riscos, atender exigências legais e construir uma cultura organizacional comprometida com a mitigação de impactos climáticos.

O GHG Protocol colabora diretamente nesse processo ao classificar as emissões em três escopos distintos (diretas, indiretas por energia adquirida, e outras indiretas) permitindo uma análise detalhada e direcionada das fontes emissoras.

2.3.1 GHG Protocol

Entre as iniciativas realizadas com foco na mitigação das emissões de gases de efeito estufa, encontra-se o GHG Protocol, que permite a identificação das fontes e quantidades de emissão de GEE possibilitando, assim, o posterior direcionamento de ações de reduções. Campos (2009), destaca a elaboração do

inventário de emissões de GEE como etapa inicial e fundamental no enfrentamento das mudanças climáticas por parte de instituições e empresas.

O GHG Protocol surgiu em 1998, onde o WRI (Instituto de Recursos Mundiais) e o Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (WBCSD na sigla em inglês) se uniram entre ONGs e empresas para estabelecer metodologias padronizadas de contabilização, capazes de atender à necessidade de uma metodologia global comum (Aiuto; Huckins; Momblanco, 2024).

Em 2008 ocorreu a adaptação do GHG Protocol para a realidade do Brasil nomeado como Programa Brasileiro GHG Protocol (PBGHG), desenvolvido pelo Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas (FGVces) e WRI, em parceria com o Ministério do Meio Ambiente, Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS), WBSCD e 27 Empresas Fundadoras (Centro de Estudos em Sustentabilidade, 2025). Desde então a FGVces vem aprimorando as ferramentas de cálculo para estimativas de emissões de GEE, aplicando novas funcionalidades, com o principal objetivo de estimular a cultura corporativa de inventário de emissões de GEE no Brasil (Monzoni Neto et al., 2024).

2.3.1.1 Estrutura de Funcionamento do GHG Protocol

Conforme descrito no Protocolo GHG (2003), a partir da identificação das fontes emissoras vinculadas às atividades da organização, é necessário definir os limites operacionais. Isso envolve a distinção entre emissões diretas e indiretas, além da determinação do escopo apropriado para o registro e relato das emissões indiretas. Esses limites são organizados em três escopos: escopo 1, escopo 2 e escopo 3, conforme abaixo:

Escopo 1: emissões diretas de GEE. São provenientes de fontes que pertencem ou que são controladas pela empresa. As emissões diretas de GEE são resultados geralmente das seguintes atividades:

- Geração de eletricidade, calor ou vapor, sendo emissões que resultam da combustão em fontes estacionárias como caldeiras, fornos e turbinas;

- Processamento químico ou físico. Resultam da fabricação ou processamento de produtos químicos e materiais (ex. cimento, ácido adípico, alumínio, amoníaco e processamento de resíduos);
- Transporte de materiais, produtos, resíduos e colaboradores. São resultados da combustão em fontes móveis controladas pela empresa, como veículos pesados, barcos, aviões, carros;
- Fuga de emissões. Resultam de descargas, intencionais ou não (ex. fugas nas ligações dos equipamentos, tampas, embalagens, emissões de metano em minas de carvão, emissão de hidrofluorcarbonos com a utilização de equipamentos de refrigeração e de ar condicionado, fugas de metano devido ao transporte de um gás).

Escopo 2: emissões indiretas de GEE pelo uso da eletricidade. As emissões do escopo 2 são de uma categoria especial de emissões indiretas. As emissões decorrentes da geração da eletricidade adquirida, para muitas empresas, representam uma das maiores fontes de emissão de GEE e também uma oportunidade potencial para redução de emissões. Então, o relato das emissões do escopo 2 separado das demais emissões, também permite às empresas avaliarem os riscos e oportunidades associadas a alterações na aquisição, incluindo fornecedor e quantidade, de eletricidade.

Escopo 3: outras emissões indiretas de GEE. O escopo 3 é considerado opcional, pois as empresas podem escolher registrar apenas as atividades que são pertinentes ao seu negócio e aos seus objetivos. Exemplos de atividades que se enquadram no escopo 3 incluem: transporte de materiais ou produtos adquiridos; extração e produção de matérias-primas; combustíveis comprados; viagens corporativas dos funcionários; deslocamento dos funcionários entre sua residência e o trabalho; transporte de produtos comercializados; manejo de resíduos; atividades relacionadas à eletricidade que não se enquadram no escopo 2, como a extração, produção e transporte de combustíveis para a geração de eletricidade comprada ou produzida pela empresa; aquisição de eletricidade para revenda ao consumidor final; geração de energia elétrica em sistemas de transmissão e distribuição (T&D); serviços terceirizados; uso de produtos e serviços vendidos; e a destinação final de resíduos e produtos vendidos ao final de seu ciclo de vida útil.

2.3.2 Ferramentas e Indicadores para o Monitoramento de Emissões nas Empresas Brasileiras

O monitoramento das emissões de gases de efeito estufa (GEE) é um componente fundamental da gestão ambiental empresarial, especialmente no contexto de compromissos voluntários e exigências regulatórias. Ferramentas como o GHG Protocol, a ISO 14064 tem ganhado destaque entre empresas brasileiras que buscam maior controle sobre seus impactos ambientais e mais transparência perante investidores e sociedade civil.

A norma ISO 14064:2018 também fornece diretrizes específicas para a quantificação, monitoramento e verificação de emissões. Além da ISO 14065:2020, que, serve como manual para organismos que verificam e auditam, trazendo maior confiabilidade nas validações para gases do efeito estufa. De acordo com Moura (2008, p. 30), "pela própria exigência das sociedades, são os países mais ricos que vêm trabalhando mais intensamente na elaboração das novas normas da gestão ambiental, da série ISO 14000.". Ele enfatiza que empresas com sistemas estruturados de medição de emissões tendem a apresentar maior eficiência na aplicação de políticas sustentáveis, além de melhor aceitação no mercado e em processos de auditoria e certificação.

Outra ferramenta normativa relevante para o monitoramento ambiental nas organizações é a ISO 14040:2009, que integra o conjunto de diretrizes para a realização da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV). Essa norma estabelece os princípios e a estrutura metodológica para avaliar os impactos ambientais associados a um produto, processo ou serviço ao longo de todo o seu ciclo de vida. No contexto das emissões de gases de efeito estufa, a aplicação da ISO 14040 permite que as empresas identifiquem pontos críticos de emissão, quantifiquem o impacto potencial de diferentes estágios produtivos e direcionem esforços para reduzir a pegada de carbono. Dessa forma, a norma complementa ferramentas como o GHG Protocol ao fornecer uma visão sistêmica e comparativa, contribuindo para decisões mais sustentáveis e alinhadas às exigências ambientais nacionais e internacionais (ABNT, 2009).

Por fim, a adesão a plataformas como o *Science Based Targets initiative* (SBTi, 2024) tem estimulado a padronização dos relatórios e ampliado a pressão por compromissos climáticos mais rigorosos. Moura (2008) destaca que essas ferramentas não apenas orientam tecnicamente o monitoramento, mas atuam também como mecanismos de reputação e diferenciação competitiva. No contexto brasileiro, embora ainda em desenvolvimento, a adoção dessas plataformas sinaliza um avanço na maturidade de gestão ambiental empresarial e contribui para a integração das empresas nacionais aos padrões globais de reporte climático.

2.4 IMPACTOS COMPETITIVOS DA REDUÇÃO DE EMISSÕES

Organizações que adotam práticas sustentáveis e investem na descarbonização de suas operações conquistam não apenas ganhos reputacionais, mas também operacionais e financeiros.

Moura (2008) argumenta que com o passar do tempo as pessoas começaram a se preocupar mais com a qualidade de vida, ou seja, a preocupação com a sustentabilidade do negócio é um indicador indireto de melhor qualidade de gestão empresarial, tornando esse tipo de empresa mais qualificada que dos concorrentes que veem o investimento em melhorias ambientais como uma despesa inútil. Além disso, empresas com baixos níveis de emissão estão mais preparadas para lidar com legislações ambientais rigorosas e pressões de investidores e consumidores.

Moura (2008, p. 32), enfatiza que “as empresas que se adaptarem aos novos tempos terão vantagens competitivas, já que a preocupação ecológica é hoje vista como um fator estratégico de competitividade.”. Assim, a redução de emissões não é apenas um ato de responsabilidade, mas uma estratégia de sobrevivência e diferenciação em mercados cada vez mais exigentes.

3. METODOLOGIA

A presente pesquisa adota uma abordagem qualitativa, com base na análise documental. Segundo Minayo (2001), a pesquisa qualitativa trabalha com o universo dos significados, das motivações, das aspirações, das crenças e dos valores, não pretendendo quantificar os dados, mas interpretá-los. A análise documental, por sua vez, permite examinar registros e materiais produzidos de forma institucional, buscando identificar padrões, diretrizes e estratégias relevantes ao objeto de estudo.

No contexto deste trabalho, os documentos analisados referem-se à gestão de emissões de gases de efeito estufa por indústrias do setor metalúrgico, com foco na utilização do GHG Protocol, principal ferramenta internacionalmente adotada para quantificação e reporte dessas emissões (WRI; WBCSD, 2004). A análise foi orientada por categorias definidas a partir dos objetivos da pesquisa, com base na técnica de análise de conteúdo, conforme proposta por Bardin (2016), a qual possibilita o tratamento sistemático dos dados, permitindo inferências válidas e reproduzíveis.

3.1 TIPO DE PESQUISA

Esta investigação caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa, de caráter exploratório e descritivo. De acordo com Gil (2010), a pesquisa exploratória tem como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, proporcionando uma visão geral sobre determinado fenômeno. Já a pesquisa descritiva visa observar, registrar, analisar e correlacionar fatos ou fenômenos sem manipulá-los.

Adicionalmente, a pesquisa é classificada como documental, pois utiliza fontes secundárias previamente produzidas como relatórios, inventários e publicações institucionais para análise (Lakatos; Marconi, 2003). Esses documentos, embora não tenham sido criados para a presente investigação, são fundamentais para a compreensão da aplicação do GHG Protocol no setor estudado.

3.2 MÉTODO DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada por meio da seleção e análise de documentos públicos e institucionais relacionados à aplicação do GHG Protocol por

indústrias do setor metalúrgico. Entre os materiais considerados estão: relatórios de sustentabilidade corporativa; inventários de emissões de GEE elaborados com base no GHG Protocol; diretrizes metodológicas do Programa Brasileiro GHG Protocol (FGV, 2023); documentos técnicos do WRI e WBCSD, além de artigos científicos e publicações setoriais. Em específico será analisado os resultados dos inventários de emissões de GEE publicados no RPE, dos anos 2022 e 2023 das empresas de manufatura X e Y.

Os critérios utilizados para a seleção dos documentos foram: (i) pertinência temática ao setor metalúrgico; (ii) adoção explícita do GHG Protocol como ferramenta de gestão; (iii) priorizar publicação entre os anos de 2018 e 2024; e (iv) autenticidade das fontes. A análise dos dados foi conduzida com base na análise de conteúdo temática, conforme Bardin (2016), possibilitando a identificação de categorias, padrões e inferências relevantes para os objetivos da pesquisa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 INVENTÁRIO DE EMISSÃO DE GASES DO EFEITO ESTUFA

No Brasil, a Fundação Getúlio Vargas (FGV) disponibiliza gratuitamente uma ferramenta baseada na metodologia internacional do GHG Protocol, que permite que qualquer organização realize a contabilização de suas emissões de GEE. Essa ferramenta consiste em uma planilha estruturada, que orienta as empresas no processo de quantificação de suas emissões, de forma padronizada e acessível.

Paralelamente, o Programa Brasileiro GHG Protocol, em parceria com o WRI, oferece às empresas a possibilidade de participar de um processo mais robusto e transparente. As organizações que aderem ao programa optam por preencher um inventário mais completo e detalhado, que é submetido a uma análise técnica criteriosa conduzida pela equipe da FGV. Após essa avaliação, os inventários aprovados são publicados no RPE, uma plataforma aberta e gratuita que disponibiliza esses dados para consulta pública, promovendo transparência e credibilidade na gestão de emissões corporativas no Brasil.

Para este estudo, foram analisados os inventários das empresas metalúrgicas X e Y, considerando exclusivamente os dados relacionados às suas atividades industriais. A análise abrange os anos de 2022 e 2023 e inclui as emissões dos Escopos 1, 2 e 3, conforme definidos pela metodologia do GHG Protocol, permitindo observar como essas organizações estão gerindo suas emissões ao longo do tempo.

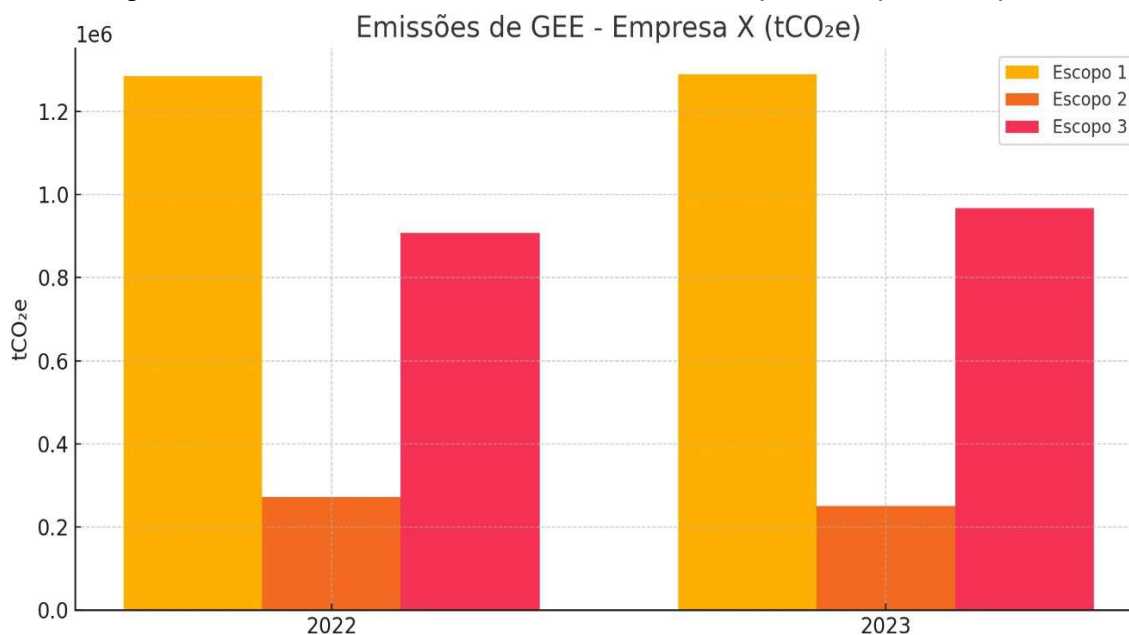
A indústria X é uma empresa do setor metalúrgico, atua de forma verticalizada na cadeia do alumínio, abrange desde a mineração da bauxita, refino, produção de alumínio primário e transformado, até operações de reciclagem e geração própria de energia. Já a indústria Y é uma empresa metalúrgica especializada na fundição de aços, dedicada à fabricação de componentes industriais de alta resistência.

A seguir pode-se observar o inventário das atividades industriais em toneladas CO₂ equivalente (tCO₂e) da empresa metalúrgica X obtido por meio do Registro Público de Emissões conforme apresentado na Tabela 2 e Figura 3:

Tabela 2 – Emissões de GEE em tCO₂e da Empresa X por escopo

Ano	Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3
2022	1.285.588,065	272.203,598	907.854,209
2023	1.288.972,000	251.041,419	967.887,842

Fonte: RPE (2022 e 2023)

Figura 3 – Emissões de GEE em tCO₂e da Empresa X por escopo

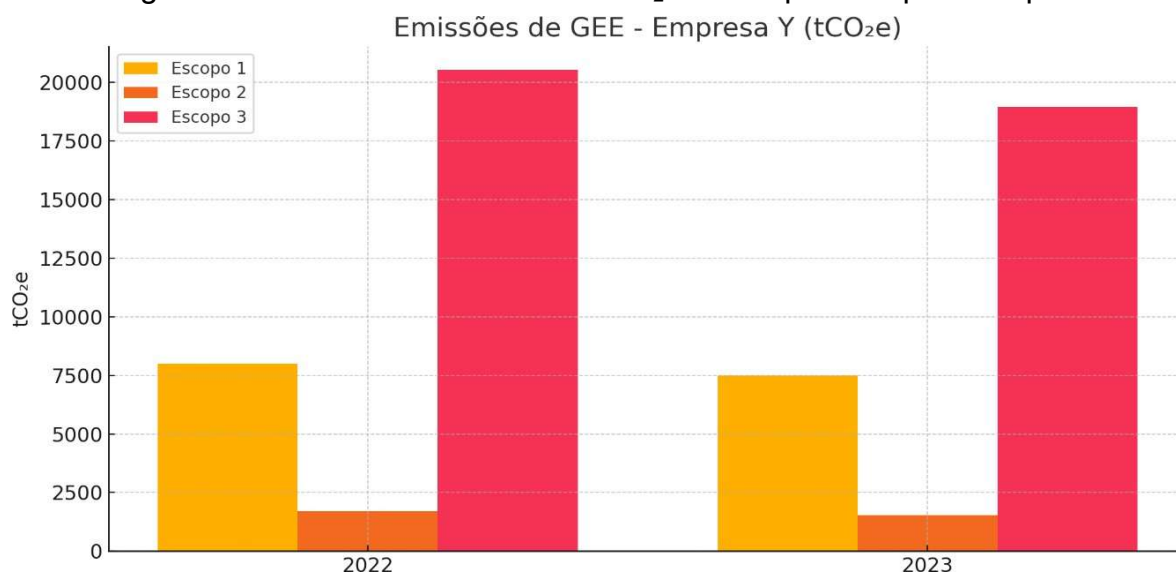
A indústria X apresenta um perfil de emissões bastante elevado, o que é coerente com seu porte e segmento (indústria de alumínio, altamente intensiva em energia). Observa-se entre 2022 e 2023: estabilidade no Escopo 1, com pequeno aumento de aproximadamente 0,26%; redução no Escopo 2, com uma queda de cerca de 7,8%, sinalizando o reflexo da otimização do consumo de energia elétrica; aumento de aproximadamente 6,2% no Escopo 3, demonstrando maior impacto na cadeia logística, fornecedores ou transporte.

A seguir pode-se observar o inventário das atividades industriais da empresa metalúrgica Y obtido através do Registro Público de Emissões apresentados na Tabela 3 e Figura 4:

Tabela 3 – Emissões de GEE em tCO₂e da Empresa Y por escopo

Ano	Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3
2022	8.000,736	1.720,615	20.525,041
2023	7.493,665	1.524,466	18.950,027

Fonte: RPE (2022 e 2023)

Figura 4 – Emissões de GEE em tCO₂e da Empresa Y por escopo

Fonte: RPE (2022 e 2023)

A indústria Y começou a reportar seus inventários em 2022, apresenta uma redução geral nas emissões em todos os escopos entre 2022 e 2023: escopo 1 reduziu em cerca de 6,3%, indicando controle sobre emissões diretas (queima de combustíveis na operação, processos industriais); escopo 2 teve uma redução de aproximadamente 11,4%, que pode estar associada à redução do consumo de eletricidade ou à escolha de fontes menos emissoras; escopo 3 também apresentou queda de cerca de 7,7%, sugerindo melhor gestão na cadeia de suprimentos, transporte, viagens ou materiais adquiridos.

4.2 VERIFICAÇÃO POR TERCEIRA PARTE E CREDIBILIDADE DOS DADOS

Os inventários de emissões de GEE das empresas analisadas, Indústria X e Indústria Y foram submetidos ao processo de verificação por terceira parte, etapa que garante a credibilidade e a qualidade dos dados publicados no RPE. Este procedimento assegura que os inventários estejam em conformidade com os princípios da metodologia GHG Protocol, reforçando o compromisso das organizações com a transparência e a governança climática.

Esse fator se torna um diferencial competitivo, uma vez que empresas que adotam práticas robustas de mensuração e verificação de suas emissões estão mais preparadas para atender às demandas do mercado, dos clientes e dos investidores

que priorizam organizações comprometidas com critérios ambientais, sociais e de governança (ESG).

4.2.1 Aplicação de Metodologias Específicas

Ambas as empresas demonstram elevado nível de maturidade na elaboração de seus inventários, adotando não apenas as diretrizes gerais do GHG Protocol, mas também metodologias voltadas as atividades setoriais específicas.

A Indústria Y, no ano de 2023, utilizou a norma ISO 14040-2, uma metodologia voltada para o cálculo das emissões no processo de produção de aço utilizando forno elétrico a arco (EAF). Este procedimento proporciona uma visão melhor sobre a realidade operacional do setor metalúrgico, gerando resultados mais precisos e confiáveis.

Da mesma forma, a Indústria X aplica metodologias reconhecidas globalmente no setor de alumínio, especialmente aquelas recomendadas pelo International Aluminium Institute, além de protocolos desenvolvidos pelo IPCC para contabilização das emissões relacionadas ao uso do solo e atividades agrícolas.

O uso dessas ferramentas específicas demonstra um avanço significativo além do uso básico do GHG Protocol, permitindo que os inventários reflitam com mais precisão os impactos reais das operações industriais.

4.2.2 Uso de Fatores de Emissão Avançados

Outro ponto de destaque na construção dos inventários das empresas é a adoção de bases de dados internacionais robustas, como DEFRA (Reino Unido), Ecoinvent e Exiobase. O uso desses fatores de emissão, especialmente na contabilização do Escopo 3, proporciona um nível de detalhamento superior, contribuindo para a geração de diagnósticos mais precisos e para a definição de estratégias efetivas de mitigação das emissões.

Esse aprimoramento não apenas fortalece a gestão interna, como também posiciona as empresas de forma mais competitiva frente às exigências crescentes por parte do mercado e de stakeholders, que demandam compromissos claros com a redução de carbono ao longo de toda a cadeia de valor.

4.2.3 Comprometimento com a *Science Based Targets Initiative* (SBTi)

Ambas as empresas analisadas demonstram comprometimento formal com a SBTi, iniciativa global que orienta a definição de metas de redução de emissões baseadas na ciência climática, em alinhamento com os princípios do Acordo de Paris. A Indústria X aderiu formalmente à SBTi e, no momento da publicação do inventário, se encontra no processo de desenvolvimento e validação de suas metas, aguardando aprovação oficial pela iniciativa. Entre seus compromissos públicos, destacam-se a meta de reduzir 40% das emissões dos produtos fundidos até 2030, tomando como referência o ano de 2019, e a busca pela neutralidade de carbono até 2050.

De forma semelhante, a Indústria Y também formalizou sua adesão à SBTi e está aguardando a validação de suas metas de curto e longo prazo, bem como dos respectivos planos de ação. Além disso, a empresa já demonstra resultados concretos, tendo reportado uma redução de 4.931,09 tCO₂e nas emissões totais entre 2022 e 2023, o que reflete o engajamento com a mitigação de suas emissões e a melhoria contínua de seu desempenho ambiental.

4.2.4 Impacto do Perfil Organizacional nas Emissões

Ao observar os resultados das emissões, é necessário contextualizar o perfil de cada organização. A Indústria X possui um modelo de negócios verticalizado, abrangendo desde a mineração da matéria-prima até a produção final, incluindo também geração própria de energia e operações de reciclagem. Esse modelo naturalmente gera maiores volumes de emissões absolutas, sobretudo nas etapas mais intensivas em energia, como eletrólise e fundição.

Por outro lado, a Indústria Y é uma empresa de porte menor, com foco na fundição de aço, sem atividades integradas de mineração ou geração de energia, o que resulta em emissões significativamente menores.

É importante ressaltar que, portanto, a análise realizada não tem como objetivo a comparação direta dos volumes de emissões entre as organizações, mas

sim compreender como ambas utilizam o GHG Protocol para mapear, monitorar e gerir suas emissões dentro de suas realidades operacionais e estratégicas.

4.2.5 Desempenho em Indicadores Setoriais e Competitividade

A Indústria X apresenta desempenho expressivo no que diz respeito aos seus indicadores de intensidade de carbono. Com uma média de 3,03 tCO₂e por tonelada de alumínio líquido produzido, a empresa se posiciona muito abaixo da média global do setor, que é de 12,6 tCO₂e/t, segundo dados do International Aluminium Institute.

Esse desempenho é atribuído principalmente à utilização de energia 100% renovável, bem como ao aumento do uso de sucata reciclada nos processos produtivos, demonstrando que estratégias alinhadas à redução das emissões podem, simultaneamente, gerar ganhos em competitividade, eficiência operacional e reputação no mercado.

4.2.6 Aprofundamento no Escopo 3 e Gestão da Cadeia de Valor

Ambas as empresas demonstram elevado grau de comprometimento na gestão das emissões indiretas (Escopo 3). Seus inventários contemplam diversas categorias, incluindo:

Bens e serviços adquiridos;

- Transporte e distribuição (*upstream e downstream*);
- Processamento de produtos vendidos (no caso da Indústria X);
- Resíduos gerados nas operações;
- Viagens a negócios;
- Deslocamento de funcionários (casa-trabalho).

O aprofundamento na contabilização das emissões de Escopo 3 reflete não apenas a preocupação com a mitigação dos impactos diretos, mas também o comprometimento com a sustentabilidade em toda a cadeia de valor, alinhando as empresas às tendências globais de descarbonização exigidas por mercados internacionais e investidores institucionais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho buscou compreender de que forma determinadas indústrias brasileiras de manufatura, com foco no setor metalúrgico, estão utilizando o GHG Protocol na gestão de suas emissões de gases de efeito estufa e como essa prática impacta sua competitividade no mercado atual. Com base nos dados analisados, considera-se que a pergunta norteadora, o objetivo geral e os objetivos específicos foram plenamente atendidos.

A partir da análise dos inventários das empresas Indústria X e Indústria Y, foi possível observar que ambas demonstram um elevado grau de comprometimento com a mensuração, gestão e mitigação de suas emissões, adotando metodologias reconhecidas internacionalmente, bem ferramentas robustas de monitoramento.

Os resultados indicam que a adoção do GHG Protocol não se limita à elaboração de inventários, mas representa uma estratégia integrada à gestão ambiental e à busca pela sustentabilidade, agregando valor às organizações. O comprometimento formal de ambas as empresas com a *Science Based Targets Initiative* reforça a seriedade na definição de metas baseadas na ciência, alinhadas aos princípios do Acordo de Paris e aos desafios da transição para uma economia de baixo carbono.

Com a exigência do mercado em ações sustentáveis observou-se que práticas como o uso de energia renovável, aumento do reaproveitamento de materiais e o aprofundamento na contabilização das emissões de Escopo 3 não apenas contribuem para a redução dos impactos ambientais, mas fortalecem significativamente a competitividade das empresas. Isso se reflete na melhoria da eficiência operacional, na conformidade com legislações ambientais e na valorização da imagem corporativa perante investidores, clientes e sociedade.

Diante do contexto analisado, conclui-se que o uso do GHG Protocol constitui uma ferramenta essencial para contabilização das emissões de GEE, ajudando as empresas do setor metalúrgico a mapearem suas emissões com maior precisão e facilitar na traçagem de metas e ações de mitigação, considerando que os clientes também se preocupam com a contabilização do escopo 3 (cadeia de valor) é primordial que as indústrias possuam suas emissões contabilizadas para atenderem a necessidade dos clientes e se manterem competitivas no mercado.

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR ISO 14040: Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura**. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

ABNT. **NBR ISO 14064: Gases de efeito estufa : Especificação com orientação, a nível organizacional, para quantificação e elaboração de relatórios de emissões e remoções de gases de efeito estufa**. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ABNT. **NBR ISO 14065: Gases de efeito estufa – Requisitos para organismos que realizam validação e verificação de gases de efeito estufa**. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

AIUTO, Kyla; HUCKINS, Sarah; MOMBLANCO, Hannah. **Entenda o que é GHG Protocol, seus três escopos e como evoluíram os inventários corporativos**. WGI Brasil, 6 mar. 2024.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Acordo de Paris**. Brasília, 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Protocolo de Quioto**. Brasília, [s.d.].

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC)**. Brasília, 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Brasil entrega à ONU nova NDC alinhada ao Acordo de Paris**. Brasília: MMA, 2024.

CALDERONI, Sabetai. **Os bilhões perdidos no lixo**. 2. ed. São Paulo: Humanitas, 1998.

CAMPOS, Sônia Maria da Silva. **O impacto do inventário de emissões de gases de efeito estufa (GEE) nos desempenhos operacional e financeiro das empresas participantes do programa brasileiro GHG Protocol**. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

CENTRO DE ESTUDOS EM SUSTENTABILIDADE – FGVces. **Programa Brasileiro GHG Protocol: Ciclo 2023**. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, 2025.

CHEN, Pin-Han; LEE, Cheng-Han; WU, Jun-Yi; CHEN, Wei-Sheng. **Perspectives on Taiwan's Pathway to Net-Zero Emissions**. Sustainability, [S.l.], v. 15, n. 6, p. 5587, 2023.

CONVENÇÃO-QUADRO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MUDANÇA DO CLIMA. **Convenção-quadro das Nações Unidas sobre mudança do clima**. Rio de Janeiro: ONU, 1992.

CRUZ, T. S. **Evidenciação de informações de enfrentamento às mudanças climáticas e desempenho econômico-financeiro: um estudo com as empresas listadas no ISE da BM&Fovespa**. Dissertação (Mestrado em ciências contábeis) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.

DINIZ, C. C. **Desenvolvimento poligonal no Brasil: nem desconcentração, nem contínua polarização**. Nova Economia, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 77-103, 1993.

FGV. **Registro Público de Emissões – Resultados 2022 e 2023**. Programa Brasileiro GHG Protocol. São Paulo: FGV, 2024.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. **Atlas da produtividade industrial brasileira: aglomerações industriais relevantes**. Brasília: IPEA, 2021.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers**. Geneva: IPCC, 2021.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change**.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LIMA, T. F.; ROCHA, M. D. **Conformidade ambiental e desempenho corporativo nas indústrias brasileiras**. Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 55-64, 2021.

LIMA, T.; PLESE, L. **Responsabilidade socioambiental como estratégia de gestão e diferencial competitivo para as organizações**. Revista Inova Ciência & Tecnologia, Uberaba, v. 9, 2023.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 8. ed. São Paulo: Hucitec, 2001.

MONZONI NETO, Mario Prestes; OSÓRIO, Guarany Ipê do Sol; LEFÈVRE, Guilherme Borba; SOUZA, Lucas Cesilla de Souza de; BASTOS, Carolina Palazzini. **Relatório Anual do Programa Brasileiro GHG Protocol: resultados do ciclo 2024**. São Paulo: FGV EAESP, 2024.

MOURA, L. A. A. de. **Qualidade e gestão ambiental: sustentabilidade e implantação da ISO 14.001**. 5. ed. São Paulo: Juarez de Oliveira, 2008.

OLIVEIRA, J. L.; SILVA, M. G. **O papel das empresas na transição para uma economia de baixo carbono: estudo de caso sobre o uso do GHG Protocol**. Revista Brasileira de Gestão Ambiental, v. 16, n. 1, p. 43-56, 2022.

PROTOCOLO GHG, **Normas Corporativas de Transparência e Contabilização do Protocolo de Gases de Efeito Estufa**, *World Business Council for Sustainable Development e World Resources Institute, Greenhouse Gas Protocol Initiative*, edição revisada, 2003.

PWC BRASIL. **Sustentabilidade nas empresas: riscos, oportunidades e transformação**. [S.l.]: PwC Brasil, [s.d.]. Disponível em: [\[https://www.pwc.com.br\]](https://www.pwc.com.br)(<https://www.pwc.com.br>). Acesso em: 7 jun. 2025.

SANTOS, V. M. *Políticas públicas ambientais e mitigação nas indústrias brasileiras. *Revista de Sustentabilidade e Desenvolvimento, v. 3, n. 2, p. 83-89, 2020.

SBTi – *Science Based Targets initiative*. **Defina metas de redução baseadas na ciência**. 2024. Disponível em: [\[https://sciencebasedtargets.org/\]](https://sciencebasedtargets.org/)(<https://sciencebasedtargets.org/>).

SEEG – Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa. **Emissões totais por setor no Brasil**. Observatório do Clima, 2024. Disponível em: [\[https://seeg.eco.br/\]](https://seeg.eco.br/)(<https://seeg.eco.br/>).

WRI – World Resources Institute; WBCSD – World Business Council for Sustainable Development. **The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard**. Revised edition. Washington, DC, 2004.