

EMIÇÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA NA RECICLAGEM DO ALUMÍNIO SECUNDÁRIO PELO SOFTWARE CARBONSYS

André Ramos Rodrigues¹; Carlos Eduardo Moreira Guarido²; Gisele Dornelles Pires³;

¹ Aluno Graduação Engenharia de Engenharia Civil – ^{2,3} Professor Engenharia de Civil

^{1,2,3} Grupo de Pesquisa Engenharia e Sociedade Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Iguaçu - UNIG, Av. Abílio Augusto Távora, 2134 - Jardim Nova Era, 26275-580, Nova Iguaçu – RJ

180061039@aluno.unig.edu.br, 0136072@professor.unig.edu.br, 0149013@professor.unig.edu.br

Resumo - A pressão que as indústrias exercem ao meio ambiente, através de suas emissões de gases de efeito estufa, intensificam as mudanças climáticas, fazendo com que elas tenham maior responsabilidade diante da sociedade. A elaboração de inventários de gases de efeito estufa é o primeiro passo para que uma empresa ou instituição possa conhecer o perfil das suas emissões, e a partir do diagnóstico, pode estabelecer estratégias, planos e metas para a redução e gestão das emissões de gases de efeito estufa. O presente trabalho teve como objetivo avaliar e inventariar as emissões de GEE da empresa PPX Industria e Comercio de Alumínio Ltda, por meio do levantamento das fontes de emissão e contabilizá-los, para propor meios de mitigar e compensar os impactos gerados pela atividade. Os resultados mostraram que o consumo de energia elétrica foi o principal contribuinte para as emissões de gases de efeito estufa geradas pela empresa, seguido do consumo de combustíveis pelas fontes estacionárias, consumo de combustíveis pelas fontes móveis e resíduos gerados pelas operações. Medidas como tratamento de efluentes sanitário e industrial enviados para empresas terceirizadas, deslocamento casa e trabalho, e expansão das fontes de viagens a negócios foram algumas propostas para a diminuição das emissões.

Palavras Chaves: Mudança Climática; Gases de Efeito Estufa; Inventário de Emissões.

Abstract - The pressure that industries exert on the environment, through their greenhouse gas emissions, intensifies climate change, making them have greater responsibility towards society. The preparation of greenhouse gas inventories is the first step for a company or institution to be able to know the profile of its emissions, and based on the diagnosis, it can establish strategies, plans and goals for the reduction and management of greenhouse gas emissions. greenhouse effect. This work aimed to evaluate and inventory the GHG emissions of the company PPX Industria e Comercio de Alumínio Ltda, by surveying the emission sources and accounting for them, in order to propose ways to mitigate and compensate for the impacts generated by the activity. The results showed that electricity consumption was the main contributor to greenhouse gas emissions generated by the company, followed by fuel consumption by stationary sources, fuel consumption by mobile sources and waste generated by operations. Measures such as treatment of sanitary and industrial effluents sent to outsourced companies, commuting to and from work, and expanding sources of business travel were some of the proposals for reducing emissions.

Key Words: Climate Change; Greenhouse gases; Emissions Inventory.

1 Introdução

A elaboração de inventários de gases de efeito estufa (GEE) é o primeiro passo para que uma instituição ou empresa possa contribuir para o combate às mudanças climáticas. Conhecendo o perfil das emissões, a partir do diagnóstico garantido pelo inventário, qualquer organização pode

estabelecer estratégias, planos e metas para a redução e gestão das emissões de gases de efeito estufa (WRI, 2022).

As mudanças climáticas, bem como suas causas e consequências, representam um dos principais desafios que as diferentes sociedades ao redor do planeta enfrentam no século XXI. Aquecimento global é o aumento da temperatura média dos oceanos e da camada de ar próxima à superfície da Terra que pode ser consequência de causas naturais e atividades humanas. Isto se deve principalmente ao aumento das emissões de gases na atmosfera que causam o efeito estufa, principalmente o dióxido de carbono (CO₂) (SOARES, 2019).

O Efeito estufa corresponde a uma camada de gases que cobre a superfície da terra, essa camada composta principalmente por gás carbônico (CO₂), metano (CH₄), N₂O (óxido nitroso) e vapor d'água, é um fenômeno natural fundamental para manutenção da vida na Terra, pois sem ela o planeta poderia se tornar muito frio, inviabilizando a sobrevivência de diversas espécies (MARTIN & SIMBERLOFF, 2016). Normalmente parte da radiação solar que chega ao nosso planeta é refletida e retorna diretamente para o espaço, outra parte é absorvida pelos oceanos e pela superfície terrestre e uma parte é retida por esta camada de gases que causa o chamado efeito estufa. O problema não é o fenômeno natural, mas o agravamento dele. Como muitas atividades humanas emitem uma grande quantidade de gases formadores do efeito estufa (GEEs), esta camada tem ficado cada vez mais espessa, retendo mais calor na Terra, aumentando a temperatura da atmosfera terrestre e dos oceanos e ocasionando o aquecimento global.

Na escala global, as principais atividades que contribuem para emissões de gases de efeito estufa são (US EPA, 2022):

- Queima de combustíveis fósseis, principal contribuinte de emissão de CO₂;
- Agricultura e a disposição de resíduos sólidos, os quais contribuem para emissão de CH₄;
- Atividades agrícolas, principal fonte de emissão de N₂O;
- Processos industriais, principal contribuinte para emissão dos gases HFCs, PFCs e SF₆.

O WRI (2022) classifica as emissões de GEE em diretas e indiretas. As emissões diretas são aquelas provenientes de fontes que pertencem ou são controladas pela organização, como, por exemplo, as emissões de combustão em fornos, em veículos da empresa etc. Já as emissões indiretas são provenientes da consequência das atividades da empresa, mas ocorrem em fontes não pertencentes ou não controladas pela mesma, como, por exemplo, o consumo de combustíveis por empresas terceirizadas, emissões resultantes da consequência do uso de seus produtos por terceiros etc.

O Brasil, que figura entre os dez maiores emissores mundiais de GEE, segundo União Nacional de Bioenergia (2022), tem assumido diversos compromissos voluntários de controle de suas emissões perante órgãos internacionais. Por meio de sua mais recente iniciativa, o país se comprometeu a reduzir as emissões de GEE em 43% abaixo dos níveis de 2005 até 2030 (GONÇALVES, 2021).

A PPX é uma empresa que tem por atividade a fundição de alumínio secundário (reciclagem), a partir de diversos materiais (sucata), produzindo tarugos que são enviados as siderurgias. Utiliza como combustível em seus fornos o gás natural. O objetivo do trabalho foi avaliar e inventariar as emissões de GEE da empresa PPX Industria e Comercio de Alumínio Ltda, por meio do levantamento

das fontes de emissão e contabilizá-los, para propor meios de mitigar e compensar os impactos gerados pela atividade.

2 Metodologia

O Inventário de emissões de 2021 da PPX Industria e Comercio de Alumínio Ltda foi calculado através do software CarbonSys (GILSON, 2022). O software auxilia na gestão das informações relativas as fontes de emissões, observadas as atividades e necessidades específicas de cada atividade. Este software que possui um banco de dados com os fatores de emissão mais atuais disponíveis para cada tipo de fonte (por exemplo, Programa Brasileiro GHG Protocol para o Brasil e, quando não disponíveis, referências internacionalmente aceitas como GHG Protocol, IPCC, EPA e DEFRA).

As etapas conceituais utilizadas para a elaboração deste inventário são apresentadas no fluxograma abaixo (Figura 1):

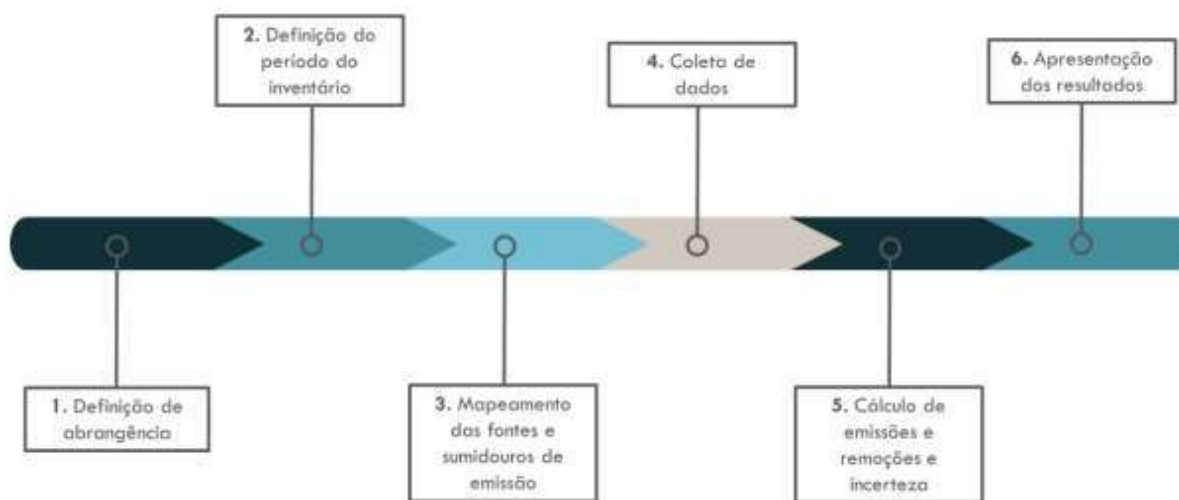


Figura 1 – Fluxograma de etapas metodológicas para a realização de inventários.

Primeiramente, definiu-se a abrangência do inventário (Etapa 1). Em seguida, definiu-se o período de referência e ano-base do inventário (Etapa 2). Foram identificadas as fontes da organização (Etapa 3) que foram, então, categorizadas e hierarquizadas. Em seguida, realizou-se o processo de coleta de dados (Etapa 4). Para a realização do cálculo das emissões (Etapa 5), foram utilizados os dados de atividades emissoras coletados, bem como os fatores de emissão. Por fim, os resultados foram compilados em um relatório anual (Etapa 6).

A definição de fronteiras operacionais considerou a identificação das fontes e sumidouros de GEE associadas às operações por meio de sua categorização em emissões diretas ou indiretas, utilizando-se o conceito de escopo. Abaixo, são definidas cada uma das três categorias adotadas pelo GHG Protocol e indicadas as opções contempladas neste inventário. Escopo 1: Emissões diretas de GEE provenientes de fontes que pertencem ou são controladas pela organização. Escopo 2: Emissões indiretas de GEE provenientes da aquisição de energia elétrica que é consumida pela organização. Escopo 3: Categoria de relato opcional, considera todas as outras emissões indiretas não enquadradas no Escopo 2. São uma consequência das atividades da organização, mas ocorrem em fontes que não pertencem ou não são controladas por ela.

3 Resultados

As fontes de emissão contempladas no inventário, de acordo com a hierarquização e organização estruturada, estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Fontes de emissão contempladas no inventário de acordo com escopo, categoria e dado controlado

Escopo	Categoria	Dado controlado
Escopo 1	Combustão estacionária	Consumo de GN em fontes estacionárias
		Consumo de Óleo Combustível em fontes estacionárias
		Consumo de Óleo Diesel nos geradores
	Combustão móvel	Consumo de Álcool - Frota Própria
		Consumo de Diesel - Frota Própria
		Consumo de Gasolina - Frota Própria
		Consumo de GNV - Frota Própria
	Fugitivas	Consumo de CO2 em extintores
		Perdas de Gás Natural no transporte
Escopo 2	Aquisição de Energia elétrica	Perdas do sistema de T&D
		Consumo de energia elétrica
Escopo 3	Cat. 1. Bens e serviços comprados	Consumo de GLP em empilhadeiras
	Cat. 4. Transporte e distribuição (upstream)	Consumo de Diesel em Caminhões Terceirizados (Baú, Truck e Carreta)
		Distância percorrida para o transporte de combustível até a unidade operacional
	Cat. 5. Resíduos gerados nas operações	Massa de resíduo enviado para a incineração
		Massa de resíduo enviado para o coprocessamento
	Cat. 6. Viagens a negócios	Viagens áreas
	Cat. 7. Deslocamento de funcionários (casa-trabalho)	Consumo de diesel para deslocamento de funcionários
	Cat. 9. Transporte e distribuição (downstream)	Consumo de Álcool
		Consumo de Diesel
		Consumo de Gasolina
		Consumo de GNV

Conforme observado na Tabela 1, os processos definidos para o inventário da PPX foram correlacionados com a categorização definida pelo Programa Brasileiro do GHG Protocol. Segundo este programa, as categorias foram definidas da seguinte maneira:

- Combustão estacionária (escopo 1): emissões de GEE provenientes da queima de combustível, que gera energia, geralmente, utilizada para produzir vapor de água ou energia elétrica. Essa energia não é utilizada para meio de transporte. Exemplos: fornos, queimadores, aquecedores e geradores.
- Combustão móvel (escopo 1): emissões de GEE provenientes da queima de combustível, que gera energia utilizada para produzir movimento e percorrer um trajeto. Exemplos: carros, motocicletas, caminhões, ônibus, tratores, empilhadeiras, aviões e trens.
- Fugitivas (escopo 1): escapes de GEE geralmente não intencionais que ocorrem durante a produção, processamento, transmissão, armazenagem ou uso do gás. Exemplos: extintores de incêndio (CO₂) e vazamento de equipamentos de refrigeração e ar-condicionado (HFC ou PFC).
- Aquisição de energia elétrica (escopo 2): emissões de GEE provenientes da geração de energia elétrica adquirida pela empresa inventariante ou relacionadas à parcela de energia elétrica perdida pelos sistemas de transmissão e distribuição.
- Categoria 1: Bens e serviços comprados (Escopo 3): Bens ou serviços comprados pela empresa de terceiros que gerem emissões de GEE.
- Categoria 4: Transporte e Distribuição Upstream (escopo 3): emissões de distribuição de produtos e transporte comprados ou adquiridos pela organização inventariante em veículos e instalações que não são de propriedade nem operados pela organização, bem como de outros serviços terceirizados de transporte e distribuição (incluindo tanto logística de entrada quanto de saída).
- Categoria 5: Resíduos gerados nas operações (escopo 3): inclui as emissões do tratamento e/ou disposição final dos resíduos sólidos e efluentes líquidos decorrentes das operações da organização inventariante controladas por terceiros. Esta categoria contabiliza todas as emissões futuras (ao longo do processo de tratamento e/ou disposição final) que resultam dos resíduos gerados no ano inventariado.
- Categoria 6: Viagens a negócios (escopo 3): emissões do transporte de funcionários para atividades relacionadas aos negócios da organização inventariante, realizado em veículos operados por ou de propriedade de terceiros, tais como aeronaves, trens, ônibus, automóveis de passageiros e embarcações. São considerados nesta categoria todos os funcionários de entidades e unidades operadas, alugadas ou de propriedade da organização inventariante. Podem ser incluídos nesta categoria funcionários de outras entidades relevantes (por exemplo, prestadores de serviços terceirizados), assim como consultores e outros indivíduos que não são funcionários da organização inventariante, mas que se deslocam às suas unidades.
- Categoria 7: Deslocamento de funcionários (escopo 3): As emissões dessa categoria incluem o transporte dos funcionários entre as suas casas até o seu local de trabalho. Incluem-se nessa categoria o transporte por carros, ônibus, trem e outros modais de transporte urbano.
- Categoria 9: Transporte e distribuição Downstream (escopo 3): Emissões do transporte e distribuição de produtos vendidos pela organização inventariante (se não for pago por esta) entre suas operações e o consumidor final, incluindo varejo e armazenagem, em veículos e instalações de terceiros.
- Categoria 11: Uso de bens e serviços vendidos (Escopo 3): Emissões advindas do uso de um bem ou serviço vendido pela empresa inventariante

1.1 Coleta de dados

O fluxo de informações para o desenvolvimento do inventário ocorreu com a seguinte sequência de atividades:

1. Os gestores corporativos identificaram os colaboradores que gerenciaram as informações necessárias para a construção do inventário de GEE;
2. Colaboradores que monitoraram as operações verificaram a melhor forma de obter os dados dos sistemas de gestão da empresa (Registros existentes no sistema ERP da PPX, Registro em sistemas operacionais e de controle, notas fiscais ou contratos);
3. As informações coletadas foram consolidadas pelos pontos focais e, por fim, foram enviadas para CarbonSys. A CarbonSys. desenvolveu uma planilha de coleta de dados específica para cada um dos pontos focais. Os pontos focais da PPX coletaram os dados ao longo de janeiro a agosto do ano e reportaram os dados consolidados para o CarbonSys.

1.2 Cálculo das Emissões

A Tabela 2 apresenta os resultados de emissões de GEE para o escopo 1, a categoria que possui maior representatividade foi Combustão Estacionária, com 62,7% das emissões desse escopo (32.859,33 tCO₂e).

Tabela 2 – Emissões de GEE divididas por escopo e categoria (Kyoto - tCO₂e).

Escopo	Categoria	Emissão em tCO ₂ e	Representatividade (%)
Escopo 1	Combustão estacionária	32. 859,33	62,8%
	Combustão móvel	10.978,56	28,3%
	Fugitivas	5.254,63	8,9%
	Total Escopo 1	49.092,52	-

Para emissões de Escopo 1 foram associadas ao consumo de gás natural utilizado nos fornos (emitindo 32.859,33 tCO₂e).

A Tabela 3 apresenta os resultados de emissões de GEE para o escopo 2. As emissões do escopo 2 estão relacionadas com Perdas de T&D (598.813,40 tCO₂e) e o consumo de energia elétrica (6.498,34 tCO₂e), sendo a contribuição dessas categorias de, respectivamente, 98,8% e 1,2%.

Tabela 3 – Emissões de GEE divididas por escopo e categoria (Kyoto – tCO₂e).

Escopo	Categoria	Emissão em tCO ₂ e	Representatividade (%)
Escopo 2	Consumo de Eletricidade	6.498,34	1,2%
	Perdas T&D	598.813,40	98,8%
	Total Escopo 2	605.311,74	-

As emissões do Escopo 2 foram, principalmente, associadas às Perdas de Transmissão e Distribuição (perdas técnicas e não técnicas). A Tabela 4 apresentam os resultados de emissões de

GEE para o escopo 3. As emissões de escopo 3 totalizaram 3.347,20 tCO₂e, em que a categoria de Uso de Bens Vendidos representou 63,4% de toda emissão de GEE do escopo 3.

Tabela 4 – Emissões de GEE divididas por escopo e categoria (Kyoto - tCO₂e).

Escopo	Categoria	Emissão em tCO ₂ e	Representatividade (%)
Escopo 3	Deslocamento de funcionários (casa-trabalho)	198,04	1,9%
	Resíduos gerados nas operações	2.798,89	22,7%
	Uso de bens e serviços vendidos	5.645,11	61,6%
	Viagens a negócios	676,08	13,8%
	Total Escopo 3	9.318,12	-

As emissões do escopo 3 foram associadas apenas a comercialização do alumínio reciclado e resíduos gerados, como os de maior representatividade, respectivamente.

A PPX começou a contabilizar a partir do ano. Dessa forma, a série histórica se iniciou no ano de 2021/2022. Assim, a partir do próximo ano será possível analisar as reduções e/ou aumentos das categorias nos escopos. Embora a evolução contabilizada ao longo dos meses permitirá tomar as medidas necessárias para mitigar, caso haja aumento na categoria analisada.

Ciente de seu compromisso na mitigação de suas emissões de gases que contribuem para a mudança global do clima, a PPX definiu uma meta corporativa de redução das emissões diretas em 7% para o ano de 2023.

4 Conclusões

Para as empresas se adaptarem à economia de baixo carbono, deve ser desenvolvido um ciclo virtuoso de análise e melhorias dos processos. Esse conjunto de atividades, quando detalhado e organizado, compõem o plano corporativo para gestão das emissões de GEE. O caminho inicia-se com o diagnóstico da situação atual, ao reunir o conhecimento técnico sobre a temática de mitigação da Mudança do Clima e a sua aplicação à organização. Uma vez mapeados os impactos da organização na Mudança do Clima e seus riscos e oportunidades para o negócio, é possível avaliar alternativas de processo e selecionar projetos que reduzam a intensidade em carbono (emissões de GEE por produção). Em sequência, deve ser estruturado um processo para acompanhamento contínuo do desempenho climático da organização, de forma a verificar o impacto dos projetos implantados e, com base nos resultados, atualizar o diagnóstico.

O inventário de GEE é a primeira etapa do diagnóstico e deve ser continuamente aprimorado. As recomendações de melhoria para a PPX foram:

- ✓ Expansão das fontes de emissão monitoradas – calcular as emissões de outras categorias de escopo 3, como tratamento de efluentes sanitário e industrial enviados para empresas terceirizadas, deslocamento casa e trabalho e expansão das fontes de viagens a negócios;
- ✓ Estruturação de um fluxo de informações mensal e acompanhamento do impacto em Mudança do Clima mês a mês como forma de gestão ambiental.

5 Referências

GILSON, S. *Software para Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa - G.E.E.* Publicado em 10/08/2022. Disponível em: <https://www.gestaodeemissoes.com.br/>

GONÇALVES, A. *Brasil é 4º no mundo em ranking de emissão de gases poluentes desde 1850.* Publicado em 28/10/2021. Disponível em: <https://www.udop.com.br/noticia/2021/10/28/brasil-e-4-no-mundo-em-ranking-de-emissao-de-gases-poluentes-desde-1850.html>

MARTIN, J. L.; MARIS, V.; SIMBERLOFF, D. S. *The need to respect nature and its limits challenges society and conservation science.* PNAS, 113, n. 22, p. 6105-6112, 2016

WRI – World Resources Institute. *Contabilização, Quantificação e Publicação de Inventários Corporativos de Emissões de Gases de Efeito Estufa.* 2ª ed. Disponível em: < <http://www.ghgprotocolbrasil.com.br>>. Acesso em: 27 dez. 2022.

SOARES, Thiago C.; CUNHA, Dênis A. *Emissões de gases de efeito estufa e eficiência ambiental no Brasil.* Scielo, v.29, n.2, p.429-458, 2019.

US EPA – United States Environmental Protection Agency. *Global Emissions.* Disponível em: <<http://www.epa.gov/climatechange/ghgemissions/global.html>>. Acesso em: 07 dez. 2022.