

1 QUANTIFICAÇÃO DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO
2 ESTUFA DE UMA ORGANIZAÇÃO DO SETOR DE
3 TRANSPORTES
4 GREENHOUSE GAS EMISSIONS QUANTIFICATION OF A
5 COMPANY IN THE TRANSPORT SECTOR

6
7 Formas de reduzir as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) estão sendo amplamente
8 pesquisadas, visando mitigar os impactos causados pelas mudanças climáticas. O primeiro
9 passo para reduzir as emissões de GEE é conhecer o quanto está sendo emitido para a atmosfera.
10 Desta forma, o presente artigo aborda a elaboração de um Inventário de GEE através da
11 quantificação das emissões desses gases no ano de 2021, referente aos Escopos 1 e 2, de uma
12 empresa brasileira do setor de transporte rodoviário e hidroviário de cargas, seguindo as
13 especificações do Programa Brasileiro *GHG Protocol*. Foram identificadas fontes de emissão
14 de categorias como combustão estacionária, combustão móvel, emissões fugitivas e tratamento
15 de efluentes (Escopo 1) e aquisição de energia elétrica do Sistema Interligado Nacional (SIN)
16 e do Sistema Isolado de Boa Vista/RR (Escopo 2). A transportadora emitiu um total de
17 140.559,44 toneladas de CO_{2e} e de 5.165,02 toneladas de CO_{2biog} em 2021. O gás CO₂ foi o
18 GEE emitido em maior quantidade e a maior emissão foi gerada pelo Escopo 1 na categoria
19 Combustão Móvel, onde foi identificado o maior número de fontes de emissão, por ser uma
20 empresa que trabalha com transportes.

21
22 Ways to reduce greenhouse gas emissions are being widely researched, with a view to
23 mitigating the impacts caused by climate change. The first step to reduce GHG emissions is to
24 know how much is being emitted into the atmosphere. Thus, this article addresses the partial
25 preparation of a GHG Inventory through the quantification of 2021 Greenhouse Gases
26 emissions, referring to Scopes 1 and 2, of a Brazilian company in the road and waterway cargo
27 transport sector, following the specifications of the Brazilian GHG Protocol Program. Emission
28 sources were identified in Scope 1 categories, such as stationary combustion, mobile
29 combustion, fugitive emissions and effluent treatment, and in Scope 2 categories, such as the
30 purchase of electricity from the National Interconnected System and the Isolated System in Boa
31 Vista/RR. The Transportation company emitted 140,559.44 tons of equivalent CO₂ and
32 5,165.02 tons of biogenic CO₂ in 2021. The CO₂ gas was emitted in greater quantity and the

33 largest emission was generated by Scope 1 and the Mobile Combustion category, where the
34 largest number of emission sources was identified, as it is a company that work with transport.

35

36 **Palavras-chave:** inventário de gases de efeito estufa, gestão de emissões, dióxido de carbono,
37 CO₂, IGEE, GEE, gases de efeito estufa, emissões de gases de efeito estufa, emissões
38 atmosféricas.

39 **Keywords:** greenhouse gas inventory, transportation company, emissions management, carbon
40 dioxide, CO₂, GEE, greenhouse gases emissions, atmospheric emissions.

41

42 Quantificação de emissões de GEE de uma transportadora. Greenhouse gas emissions
43 quantification of a transportation company.

44

45 1 INTRODUÇÃO

46 De acordo com estudos científicos do Painel Intergovernamental sobre Mudanças
47 Climáticas (sigla em inglês IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change*), a
48 temperatura média global observada na superfície terrestre para a década de 2006 a 2015 foi
49 0,87°C mais alta que a média registrada no período entre 1850 e 1900 (IPCC, 2018). Ainda,
50 segundo esses estudos, o aquecimento global está aumentando em 0,2°C por década como
51 consequência das emissões atmosféricas antrópicas. Projeções indicam que existe a
52 probabilidade de a superfície terrestre continuar aquecendo caso a temperatura siga
53 aumentando, podendo atingir 1,5°C entre 2030 e 2052 (IPCC, 2018). Esse aumento na
54 temperatura está causando perturbações generalizadas em todas as partes do mundo, como
55 secas, calor extremo, inundações e tempestades catastróficas (LEVIN et al., 2022).

56 Formas de mitigação dos impactos causados pelas mudanças climáticas estão sendo
57 amplamente pesquisadas, discutidas e implementadas, sendo a redução das emissões de Gases
58 de Efeito Estufa (GEE) a principal delas. Conhecer o quanto de GEE está sendo emitido da
59 atmosfera é o primeiro passo a ser seguido na busca pela redução das emissões, seguido do
60 estabelecimento de metas de curto, médio e longo prazo e da implementação de ações de
61 redução e/ou compensação daquelas que não forem passíveis de redução. A quantificação das
62 emissões e reduções/compensações pode ser realizada através do estudo chamado de Inventário
63 de Gases de Efeito Estufa, por meio do levantamento das fontes de emissão e sumidouros
64 pertencentes a um setor ou uma entidade, sendo uma instituição, organização, cidade, estado
65 ou país.

66 Nesse contexto, em 2016, o Brasil assumiu mundialmente o compromisso de reduzir suas
67 emissões de GEE por meio da assinatura do Acordo de Paris, o qual é um tratado internacional
68 sobre mitigação das mudanças climáticas firmado por diversos países do mundo na 21ª
69 Conferência das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (COP 21) (BRASIL, 2017). Os países
70 participantes estabelecem suas responsabilidades para reduzir suas emissões por meio de um
71 documento chamado NDC (*Nationally Determined Contribution* ou Contribuição
72 Nacionalmente Determinada em português), o qual é atualizado a cada 5 anos com metas mais
73 ambiciosas. Em 2022, após a 26ª Conferência das Nações Unidas sobre Mudança do Clima
74 (COP 26) ocorrida no ano de 2021 em Glasgow, o Brasil estabeleceu novas metas em sua NDC,
75 reforçando o compromisso de reduzir, em relação ao ano de 2005, 37% das emissões até 2025,
76 50% até 2030 e de ser carbono neutro até 2050 (BRASIL, 2022b).

77 Em 2009, o governo brasileiro instituiu a Política Nacional sobre Mudança do Clima por
78 meio da Lei Federal nº 12.187, dispondo sobre princípios, objetivos, diretrizes e instrumentos
79 para proteção do sistema climático, sendo, uma delas, a elaboração de inventários de emissões
80 de GEE (BRASIL, 2009). Mais recentemente, em 2022, houve o estabelecimento de
81 procedimentos para elaboração dos Planos Setoriais de Mitigação das Mudanças Climáticas e
82 a instituição do Sistema Nacional de Redução de Gases de Efeito Estufa através do Decreto nº
83 11.075, onde é disposto que a realização periódica de inventário de GEE é necessária para
84 monitoramento das metas de redução das emissões (BRASIL, 2022a).

85 Na esfera estadual, desde 2012, São Paulo obriga os empreendimentos de determinados
86 setores a elaborar e enviar periodicamente, o Inventário de GEE à Companhia Ambiental do
87 Estado de São Paulo – CETESB (CETESB, 2021). No Rio de Janeiro, desde 2012, também é
88 exigido de determinadas atividades a apresentação de Inventário de GEE como requisito do
89 processo de licenciamento ambiental no Instituto Estadual de Meio Ambiente – INEA (INEA,
90 2012).

91 A elaboração de Inventários de Gases de Efeito Estufa é regrada pelas diretrizes técnicas
92 estabelecidas pelo IPCC. Ainda, existe o *GHG (Greenhouse gas) Protocol*, que é um programa
93 internacional que desenvolve e fornece padrões, guias, ferramentas e treinamento para
94 organizações e governos quantificarem e gerirem as emissões de Gases de Efeito Estufa
95 (FREEMAN, 2022). No Brasil, em 2008, surgiu o Programa Brasileiro *GHG Protocol*, que
96 adaptou as metodologias internacionais do *GHG Protocol* para a realidade brasileira, onde são
97 quantificadas as emissões e remoções de gases de efeito estufa pertencentes ao Protocolo de
98 Quioto (FGV & WRI, 2008). Existem também as Normas da ABNT (Associação Brasileira de
99 Normas Técnicas) NBR ISO 14064 partes 1, 2 e 3 que especificam princípios, requisitos e

100 orientação técnica relativos à quantificação, monitoramento, relato de emissões e redução e
101 verificação (ABNT, 2007a, 2007b, 2007c).

102 As emissões são divididas entre diretas e indiretas. Emissões diretas são aquelas geradas
103 por fontes que pertencem ou são controladas pela organização inventariada, enquanto as
104 emissões indiretas são aquelas provenientes das atividades da organização, mas de fontes que
105 pertencem ou são controladas por outra organização, como exemplo pode-se citar a emissão de
106 viagens aéreas em que o avião é controlado pela companhia aérea e é utilizado por outras
107 pessoas jurídicas ou físicas para deslocamento (FGV & WRI, 2008). O Programa Brasileiro
108 *GHG Protocol* define três escopos para fins de contabilização e elaboração dos inventários de
109 GEE. O Escopo 1 trata sobre emissões diretas geradas por fontes próprias ou controladas pela
110 organização, e o Escopo 2 trata sobre emissões indiretas originadas pelo consumo de energia
111 elétrica. As emissões referentes ao Escopo 3 são provenientes de fontes de terceiros ou não
112 controladas pela organização, ou seja, indiretas. Segundo as especificações do Programa
113 Brasileiro *GHG Protocol*, o relato dos Escopos 1 e 2 é obrigatório, enquanto do Escopo 3 é
114 opcional (FGV & WRI, 2008).

115 O Programa Brasileiro *GHG Protocol* estabelece duas abordagens de consolidação para
116 registrar e comunicar as emissões de GEE: controle operacional e participação societária. Na
117 participação societária, a organização responde de forma proporcional à porcentagem de posse
118 sobre a fonte, enquanto, no controle operacional, a organização responde por 100% das
119 emissões de fontes pelas quais possui controle e 0% de fontes pelas quais não estão sob seu
120 controle, independentemente de sua participação societária. Escolher a abordagem de
121 consolidação ocorre na etapa de definição dos limites organizacionais que é seguida da etapa
122 de definição dos limites organizacionais, onde ocorre a delimitação das operações da empresa.

123 O objetivo da presente pesquisa foi elaborar um Inventário de Gases de Efeito Estufa a
124 partir da quantificação das emissões de GEE de uma organização que atua no mercado nacional
125 realizando o transporte rodoviário e hidroviário de cargas. A quantificação das emissões
126 ocorreu de acordo com as especificações do Programa Brasileiro *GHG Protocol*, referente ao
127 ano de 2021 e aos Escopos 1 e 2.

128 **2 METODOLOGIA**

129 **2.1 Descrição do Empreendimento**

130 A organização inventariada opera com o transporte de cargas de diversas naturezas, como
131 vestuário, alimentos e mobiliário, com exceção de produtos e resíduos perigosos. Em 2021, a

132 transportadora contava com a matriz e mais 35 filiais espalhadas pelo Brasil, ocupando 19
133 unidades da federação.

134 **2.2 Definição dos Limites do Inventário**

135 Para dar início à quantificação das emissões de GEE da transportadora em 2021,
136 primeiramente, definiu-se os limites organizacionais e operacionais do inventário, seguindo as
137 especificações do Programa Brasileiro *GHG Protocol*. Em relação aos limites organizacionais,
138 a quantificação das emissões foi realizada de acordo com a forma de abordagem de Controle
139 Operacional, isto é, quando a transportadora é responsável por 100% das emissões geradas por
140 fontes pertencentes a ela ou controladas por ela. Nessa forma de abordagem, foram enquadradas
141 26 das 36 unidades da transportadora estabelecidas em diversos estados brasileiros. Quanto aos
142 limites operacionais, foram contabilizadas as emissões das operações ou atividades de
143 transporte (logística) tanto rodoviário quanto hidroviário, além das atividades de administração,
144 de manutenções prediais e de manutenção de veículos.

145 **2.3 Levantamento das Fontes de Emissão**

146 Após, foi realizado o levantamento das fontes de emissão em relação aos Escopos 1 e 2 e
147 a etapa de levantamento de dados dessas fontes por meio de documentos e/ou evidências, como
148 notas fiscais, faturas, recibos ou outras formas de registro. Foram coletadas informações sobre
149 consumo de combustíveis, de energia e de água, e sobre recargas de gás e de extintores. No
150 caso de inexistência de dados reais, estes foram estimados com base na experiência dos
151 colaboradores que operam os equipamentos e aparelhos (fontes de emissão). A coleta de dados
152 ocorreu de forma centralizada através de uma unidade filial.

153 **2.4 Quantificação das Emissões**

154 A etapa de realização dos cálculos de emissão de GEE ocorreu, principalmente, por meio
155 da ferramenta intersetorial elaborada, atualizada e disponibilizada pelo Programa Brasileiro
156 *GHG Protocol*, a qual utiliza os valores de Potencial de Aquecimento Global (chamado de
157 *Global Warming Potential – GWP*, em inglês) dos GEE e os fatores de emissão disponíveis na
158 literatura para o cálculo de toneladas de carbono equivalente emitidas para a atmosfera. Para
159 tanto, utilizou-se o arquivo da referida ferramenta na versão 2022.0.1. Os dados levantados para
160 as fontes de emissão foram inseridos na ferramenta de acordo com a categoria em que se
161 enquadraram.

162 Apenas a quantificação das emissões do Escopo 2, referentes ao Sistema Isolado de Boa
163 Vista, em Roraima (RR), foi realizada seguindo o disposto pela Nota Metodológica do Setor de

164 Energia – SEEG, devido à ferramenta de cálculo do Programa Brasileiro *GHG Protocol* não
 165 possuir o fator de emissão para esse caso especificamente (SEEG, 2015). A referida nota
 166 estabelece a fórmula de cálculo da emissão de CO₂ para sistemas isolados, a qual foi dividida
 167 por 1000 para obtenção do resultado em toneladas, conforme mostra a Equação 1. O consumo
 168 de combustível (Cons_{SI}), obtido em m³, foi transformado em kg de acordo com a massa
 169 específica deste. Por conseguinte, o resultado da Equação 1 (E_{SI}), obtido em tCO₂.ano⁻¹, foi
 170 dividido pela geração térmica total do Sistema Isolado de Roraima (GT_{SI}), em MWh, resultando
 171 no fator de emissão em tCO₂.ano⁻¹.MWh⁻¹ para este Sistema Isolado no ano de 2021 (FE_{SI}),
 172 conforme mostra a Equação 2. Este resultado, por sua vez, foi multiplicado pela energia
 173 adquirida pela transportadora no mesmo período (Cons_{organização}), resultando na emissão de 2021
 174 para a organização (E_{organização}), como mostra a Equação 3.

175

$$E_{SI} = (Cons_{SI} \times \rho_{energia} \times FE_{CO_2}) \div 1000 \quad \text{(Equação 1)}$$

$$FE_{SI} = E_{SI} \div GT_{SI} \quad \text{(Equação 2)}$$

$$E_{organização} = FE_{SI} \times Cons_{organização} \quad \text{(Equação 3)}$$

176

177 Onde:

- 178 E_{SI} – Emissão anual de CO₂ para o Sistema Isolado de Roraima (tCO₂.ano⁻¹)
 179 Cons_{SI} – Consumo final energético anual de combustível no Sistema Isolado de
 180 Roraima (unidade comercial.ano⁻¹)
 181 ρ_{energia} – Densidade energética da fonte de energia (TJ.unidade comercial⁻¹)
 182 FE_{CO₂} – Fator de emissão de dióxido de carbono por unidade de energia contida na fonte
 183 de energia (kgCO₂.TJ⁻¹)
 184 FE_{SI} – Fator de emissão de dióxido de carbono do Sistema Isolado de Roraima
 185 (kgCO₂.ano⁻¹.MWh⁻¹)
 186 GT_{SI} – Geração Térmica Total do Sistema Isolado de Roraima (MWh)
 187 E_{organização} – Emissão de CO₂ da transportadora em 2021 (tCO₂.ano⁻¹)
 188 Cons_{organização} – Energia elétrica adquirida pela transportadora em 2021 (MWh)

189

190 Os dados sobre o Sistema Isolado de Boa Vista/RR, como a forma de geração de energia,
 191 o combustível utilizado para geração de energia (óleo diesel), o consumo de combustível (Cons)
 192 e a Geração Térmica Total (GT), foram coletados do Plano Anual da Operação Energética dos
 193 Sistemas Isolados para 2021 (ONS, 2021). O Fator de Emissão de dióxido de carbono (FE_{CO₂})

194 foi consultado no Quarto Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de
195 Efeito Estufa (MCTI, 2020). A densidade energética do combustível (ρ_{energia}) e a massa
196 específica do combustível foram obtidas do Balanço Energético Nacional – BEN (MME, 2021).

197 Após a finalização de todos os cálculos, os dados foram transferidos para uma pasta de
198 trabalho do Excel para que os mesmos pudessem ser manipulados com maior facilidade e para
199 que uma melhor visualização dos resultados fosse possível.

200 **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

201 **3.1 Fontes de Emissão**

202 As fontes de emissão levantadas de acordo com os limites estabelecidos estão descritas a
203 seguir, conforme o escopo e a categoria.

204 **Escopo 1: emissões diretas de GEE**

205 a) Combustão Estacionária: As fontes de emissão levantadas nessa categoria foram
206 gerador de energia, fogão a gás, máquina de oxicorte, compressor de ar e motor. Os
207 cálculos de emissão foram realizados com base na quantidade consumida de
208 combustível em 2021, os quais são óleo diesel, Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) e gás
209 acetileno.

210 b) Combustão Móvel: Nessa categoria, foram levantadas tanto fontes rodoviárias quanto
211 hidroviárias da frota da organização, como diferentes modelos de caminhão, veículo de
212 passeio, ônibus, empilhadeira, escavadeira, retroescavadeira, pá carregadeira, rolo
213 compressor, trator, guindaste, motosserra, roçadeira, soprador, balsa, motor, lancha,
214 iate, empurrador, flutuante e voadoras. Os cálculos basearam-se no consumo de
215 combustível, como óleo diesel, gasolina, etanol, GLP e óleo combustível.

216 c) Emissões Fugitivas: As fontes de emissão levantadas na presente categoria foram
217 extintor de incêndio e máquina de solda MIG. A organização realizou o descarte de ar
218 *split* em 2021, porém o gás utilizado nesses equipamentos é o R22 (ou HFCF-22) e este
219 não faz parte do Protocolo de Quioto, portanto não foram contabilizados no presente
220 inventário. Para o cálculo, levantou-se a quantidade de recargas realizadas no caso dos
221 extintores, e de consumo de gás para máquinas de solda MIG.

222 d) Tratamento de Efluente: O único tipo de fonte identificado como tratamento de efluentes
223 foi a fossa séptica que trata o efluente sanitário oriundo das unidades que compõem a
224 organização, por meio de processos anaeróbios. As emissões foram calculadas de
225 acordo com o volume de efluente gerado, o qual foi estimado com base no consumo de
226 água e número de funcionários.

227 Escopo 2: emissões indiretas de GEE pela compra de energia

228 a) Energia Elétrica: A maioria das emissões referentes à aquisição de energia em 2021 foi
 229 proveniente do Sistema Interligado Nacional (SIN). Apenas uma unidade da
 230 organização utiliza energia elétrica do Sistema Isolado de Boa Vista, localizado no
 231 estado de Roraima. A base dos cálculos de ambos os sistemas foi o consumo mensal de
 232 energia elétrica em MWh.

233 3.2 Emissões de GEE

234 Os resultados das emissões de Gases de Efeito Estufa da transportadora em 2021 estão
 235 apresentados na Tabela 1 por escopo e por categoria, expressos em CO_{2e} (dióxido de carbono
 236 equivalente) e CO_{2biog} (dióxido de carbono biogênico), enquanto a Tabela 2 apresenta os
 237 resultados por Gás de Efeito Estufa, expressos em de CO_{2e}. O CO_{2e} é uma medida utilizada
 238 internacionalmente que expressa a quantidade de GEE equivalente a uma unidade métrica de
 239 dióxido de carbono, de acordo com o Potencial de Aquecimento Global (*GWP*, do inglês *Global*
 240 *Warming Potential*) de cada GEE. As emissões de CO_{2biog} provêm tanto da queima de biomassa,
 241 quanto da queima de combustíveis compostos por uma parcela de biomassa e de origem fóssil.
 242 Estas devem ser reportadas separadamente e são consideradas neutras, pois, de acordo com
 243 FGV & WRI (2008), “o CO₂ liberado na combustão de biomassa é igual ao CO₂ retirado da
 244 atmosfera durante o processo de fotossíntese”. Os valores em CO_{2e} e CO_{2biog} foram calculados
 245 automaticamente pela ferramenta de cálculo do Programa Brasileiro *GHG Protocol*.

246 Tabela 1 – Emissões de GEE por escopo e por categoria

Escopo	Categoria	Emissão CO _{2e} (t)	Emissão CO _{2e} (%)	Emissão CO _{2biog} (t)	Emissão CO _{2biog} (%)
1	Combustão Estacionária	10.369,73	7,38	66,11	1,28
	Combustão Móvel	129.365,59	92,04	5.098,91	98,72
	Emissões Fugitivas	4,04	0,003	0,00	0,00
	Tratamento de Efluentes	107,35	0,08	0,00	0,00
Subtotal Escopo 1		139.846,71	99,49	5.165,02	100,00
2	Energia Elétrica do SIN	686,03	0,49	0,00	0,00
	Energia Elétrica do Sistema Isolado de BVB ¹	26,70	0,02	0,00	0,00
Subtotal Escopo 2		712,73	0,51	0,00	0,00
Total		140.559,44	100,00	5.165,02	100,00

247 ¹BVB: Boa Vista/RR

Fonte: Os próprios autores (2022).

248

249

Tabela 2 – Emissões de GEE por Gás de Efeito Estufa

Gás de Efeito Estufa	GWP	Emissão de CO _{2e} (ton)	Emissão de CO _{2e} (%)
CO ₂	1	138.520,45	98,55
N ₂ O	265	1670,82	1,19
CH ₄	28	368,17	0,26
Total		140.559,44	100,0

250

Fonte: Os próprios autores (2022).

251

252

253

254

255

256

257

Constatou-se que foi emitido um total de 140.559,44 toneladas de CO_{2e} e 5.165,02 toneladas de CO_{2biog.} Do total de CO_{2e}, evidenciou-se que a maior emissão foi do dióxido de carbono (CO₂), seguido do óxido nitroso (N₂O) e do gás metano (CH₄). Desses três gases, aquele que causa maior impacto no clima é o óxido nitroso (N₂O), sendo 265 vezes mais impactante que o dióxido de carbono (CO₂). Demais GEE – hidrofluorcarbonos (HFC_s), perfluorcarbonos (PFC_s), hexafluoreto de enxofre (SF₆), trifluoreto de nitrogênio (NF₃) – não foram emitidos pelas atividades operacionais da empresa no período de 2021.

258

259

260

261

Analisando as emissões por Escopo, a maior quantidade emitida ocorreu diretamente pela organização, ou seja, para o Escopo 1, totalizando 139.846,71 toneladas de CO_{2e} (99,49%), enquanto o Escopo 2 foi responsável por emitir um somatório de apenas 712,73 toneladas de CO_{2e} (0,51%).

262

263

264

265

266

267

268

269

270

271

Das emissões relativas ao Escopo 1, 129.365,59 toneladas de CO_{2e} (92,04%) foram emitidas pela categoria de Combustão Móvel, categoria com maior número de fontes de emissão inventariadas, por se tratar de uma transportadora. Do restante, 10.369,73 toneladas de CO_{2e} (7,38%) das emissões foram emitidas pela Combustão Estacionária, 107,35 toneladas de CO_{2e} (0,08%) pelo Tratamento de Efluentes e apenas 4,04 toneladas de CO_{2e} por Emissões Fugitivas. Além disso, toda a emissão de CO_{2biog.} foi gerada pelo Escopo 1, sendo 5.098,91 toneladas (98,72%) pela combustão móvel e 66,11 toneladas (1,28%) emitidas pela combustão estacionária. Nesse caso, as emissões de CO_{2biog.} são relativas ao consumo de combustíveis fabricados a partir da biomassa, como o etanol, que, no Brasil, é produzido majoritariamente da cana-de-açúcar e está presente na gasolina.

272

273

274

275

276

277

Das emissões de CO_{2e} referentes à Combustão Móvel, categoria com maior quantidade de emissões, 43.938,79 toneladas (33,96%) foram originadas em fontes rodoviárias e 85.426,80 toneladas (66,04%) em fontes hidroviárias. Das fontes hidroviárias, os empurradores apresentaram a maior emissão (99,69%) e, das rodoviárias, foram os caminhões trator (88,61%). Com relação ao tipo de combustível na Combustão Móvel, o mais consumido foi o Óleo Diesel, representando 91,71% do consumo total de combustíveis nessa categoria. As

278 emissões de GEE geradas tanto por fontes rodoviárias quanto hidroviárias ocorreram, em sua
 279 maioria (90,09%), também pela combustão do Óleo Diesel. O uso do mesmo em empurradores
 280 foi responsável por 85,04% das emissões de GEE de fontes hidroviárias da empresa, enquanto
 281 sua utilização em caminhões do tipo trator foi responsável por 88,61% das emissões
 282 relacionadas às fontes rodoviárias. Os resultados para essa categoria estão na Tabela 3.

283

284

Tabela 3 – Emissões de GEE por fonte de emissão da categoria Combustão Móvel (Escopo 1)

Modal	Fonte de Emissão	Emissão de CO_{2e} (ton)	Emissão de CO_{2e} (%)	Emissão de CO_{2biog} (ton)	Emissão de CO_{2biog} (%)
Hidroviário	Balsa	17,18	0,02%	0,00	0,00%
	Motor	79,04	99,69%	0,00	0,00%
	Empurrador	85.160,84	0,02%	0,00	0,00%
	Flutuante	19,24	0,02%	0,00	13,71%
	Iate	16,18	0,12%	3,96	59,31%
	Lancha	102,47	0,09%	17,13	0,00%
	Voadoras	31,84	0,04%	7,79	26,98%
Rodoviário	Caminhão 3/4	996,44	2,27	115,22	2,27
	Caminhão Betoneira	1,10	0,00	0,14	0,00
	Caminhão Caçamba	10,16	0,02	1,14	0,02
	Caminhão Munck	71,73	0,16	8,26	0,16
	Caminhão Toco	1154,55	2,63	131,97	2,60
	Caminhão Trator	38.935,24	88,61	4.488,07	88,52
	Caminhão Truck	1.875,04	4,27	217,34	4,29
	Empilhadeira	78,31	0,18	0,08	0,00
	Flutuante	30,79	0,07	3,31	0,07
	Guindaste	3,88	0,01	0,47	0,01
	Kombi	1,00	0,00	0,24	0,00
	Motor	2,27	0,01	0,23	0,00
	Motosserras, roçadeiras e sopradores	9,23	0,02	2,26	0,04
	Ônibus	19,93	0,05	2,26	0,04
	Pá Carregadeira	165,98	0,38	19,08	0,38
	Retro Escavadeira	12,74	0,03	1,45	0,03
	Rolo Compressor	159,79	0,36	17,23	0,34
	Semi-reboque	1,14	0,00	0,14	0,00
	Trator	24,33	0,06	2,77	0,05
	Van	166,82	0,38	19,14	0,38
Veículo de Passeio	166,94	0,38	33,18	0,65	
Veículo Urbano de Carga (VUC)	44,85	0,10	5,14	0,10	

Modal	Fonte de Emissão	Emissão de CO_{2e} (ton)	Emissão de CO_{2e} (%)	Emissão de CO_{2biog} (ton)	Emissão de CO_{2biog} (%)
	Escavadeira	6,53	0,01%	0,74	0,01
	Subtotal Hidroviário	85.426,80	66,04	28,88	0,57
	Subtotal Rodoviário	43.938,79	33,96	5.069,85	99,43
	Total Combustão Móvel	129.365,59	100,00	5.098,91	100,00

285

Fonte: Os próprios autores (2022).

286

287

288

289

290

291

292

293

294

295

Tabela 4 – Emissões de GEE por fonte de emissão da categoria Combustão Estacionária (Escopo 1)

Fonte de Emissão	Emissão de CO_{2e} (ton)	Emissão de CO_{2e} (%)	Emissão de CO_{2biog} (ton)	Emissão de CO_{2biog} (%)
Compressor de Ar	6,59	0,06	0,77	1,16
Fogão	52,02	0,50	0,00	0,00
Gerador	670,06	6,46	48,74	73,52
Máquina de Oxicorte	9522,84	91,83	0,00	0,00
Motor	118,22	1,14	16,79	25,32
Total Combustão Estacionária	10.369,73	100,00	66,30	100,00

296

Fonte: Os próprios autores (2022).

297

298

299

300

301

302

303

304

Ainda para o Escopo 1, mas na categoria de Emissões Fugitivas, foi possível verificar que 75,04% do total desta categoria foram emitidos pela utilização de CO₂ em máquinas de solda MIG, totalizando 3,03 toneladas de CO_{2e}. Os 24,96% desse total foram emitidos através da recarga de extintores de incêndio, contabilizando a emissão de 1,01 toneladas de CO_{2e}.

Para a categoria Tratamento de Efluentes, 100% das emissões ocorreram pela utilização de sistema de tratamento anaeróbio de efluente sanitário composto por fossa séptica, contribuindo com 107,353 toneladas de CO_{2e}.

305 Com relação às emissões de Escopo 2, 96,25% (686,03 toneladas de CO_{2e}) ocorreram
306 pelas emissões da aquisição de energia elétrica do SIN e 3,75% (26,70 toneladas de CO_{2e}) da
307 aquisição do Sistema Isolado de Boa Vista/RR.

308 **4 CONCLUSÕES**

309 A partir da quantificação das emissões de GEE da transportadora em 2021, foi possível
310 concluir que foram emitidas 140.559,44 toneladas de CO_{2e} e que a maior emissão ocorreu para
311 o Escopo 1 e para a categoria Combustão Móvel (Escopo 1). Além disso, a maior emissão de
312 GEE pela categoria Combustão Móvel (Escopo 1), no modal rodoviário, ocorreu pela utilização
313 de óleo diesel em caminhões trator, e, no modal hidroviário, foi pela utilização de óleo diesel
314 em empurradores. No Escopo 1, as emissões fugitivas e do tratamento de efluentes, assim como
315 as emissões da aquisição de energia elétrica no Escopo 2, não foram significativas em relação
316 ao total, representando menos de 1% cada. As emissões de CO_{2biog} totalizaram 5.165,02
317 toneladas, e estas são consideradas neutras, ou seja, sem necessidade de redução ou
318 compensação.

319 A realização da quantificação das emissões de gases de efeito estufa de 2021 da
320 transportadora possibilitou a identificação de quais os escopos, categorias e fontes emitiram
321 mais GEE para a atmosfera. Além disso, com a quantificação das emissões, será possível
322 realizar o aprimoramento dos mecanismos de coleta de dados e evidências para realização do
323 estudo dos próximos anos.

324 Vale ressaltar que a gestão das emissões atmosféricas e a busca pela sua redução, devem
325 ser contínuas e constantemente aperfeiçoadas. Desta forma, os Inventários de Gases de Efeito
326 Estufa devem ser elaborados todos os anos e comparados com um ano base, para que a
327 organização consiga controlar se suas atividades estão emitindo mais ou menos gases de efeito
328 estufa para a atmosfera.

329 Ainda, é possível perceber que reduzir as emissões será um grande desafio para a
330 empresa, visto que a maior parte delas é gerada por fontes utilizadas em sua atividade principal
331 que é o transporte rodoviário e hidroviário de cargas. Como sugestão de ações de redução das
332 emissões, pode-se citar a troca da matriz energética da empresa por fontes renováveis de
333 energia, como placas solares, a substituição de combustíveis fósseis por outros mais
334 sustentáveis, a substituição de veículos movidos à combustíveis fósseis por veículos movidos à
335 eletricidade. Entretanto toda ação de melhoria deve ser escolhida com base em análises prévias
336 de viabilidade técnica, econômica e ambiental, visando verificar os prós e os contras que podem
337 ser gerados à empresa e ao meio ambiente no caso de serem implementadas.

338 **5 REFERÊNCIAS**

- 339 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14.064-1 - Gases de efeito**
340 **estufa - parte 1: especificação e orientação a organizações para quantificação e**
341 **elaboração de relatórios de emissões e remoções de gases de efeito estufa.** Rio de Janeiro:
342 ABNT, 2007a.
343
- 344 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14.064-2 - Gases de efeito**
345 **estufa - parte 2: especificação e orientação a projetos para quantificação,**
346 **monitoramento e elaboração de relatórios das reduções de emissões ou da melhoria das**
347 **remoções de gases de efeito estufa.** Rio de Janeiro: ABNT, 2007b.
348
- 349 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14.064-3 - Gases de efeito**
350 **estufa - parte 3: especificação e orientação para a validação e verificação de declarações**
351 **relativas a gases de efeito estufa.** Rio de Janeiro: ABNT, 2007c.
352
- 353 BRASIL. **Lei Federal nº 12187, de 29 de dezembro de 2009.** Institui a Política Nacional
354 sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências.
355
- 356 BRASIL. **Decreto nº 9073, de 5 de junho de 2017.** Promulga o Acordo de Paris sob a
357 Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, celebrado em Paris, em 12
358 de dezembro de 2015, e firmado em Nova Iorque, em 22 de abril de 2016.
359
- 360 BRASIL. **Decreto nº 11.075, de 19 de maio de 2022.** Estabelece os procedimentos para a
361 elaboração dos Planos Setoriais de Mitigação das Mudanças Climáticas, institui o Sistema
362 Nacional de Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa e altera o Decreto nº 11.003, de
363 21 de março de 2022. 2022a.
364
- 365 BRASIL. **Nationally Determined Contribution (NDC).** 2022b. Disponível em:
366 [https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/Updated%20-%20First%20NDC%20-](https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/Updated%20-%20First%20NDC%20-%20FINAL%20-%20PDF.pdf)
367 [%20-%20FINAL%20-%20PDF.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/Updated%20-%20First%20NDC%20-%20FINAL%20-%20PDF.pdf). Acesso em: 26 de Agosto de 2022.
368
- 369 COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Decisão de diretoria nº**
370 **035/2021/p, de 13 de abril de 2021.** São Paulo: CETESB, 2021.
371
- 372 FREEMAN, MOLLIE. About us: What is GHG protocol. 2022. Disponível em:
373 <https://ghgprotocol.org/about-us>. Acesso em 30 de agosto de 2022.
374
- 375 INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. **Resolução INEA/PRES nº 64 de 12 de**
376 **dezembro de 2012.** Dispõe sobre a apresentação de inventário de emissões de gases de efeito
377 estufa para fins de licenciamento ambiental no estado do rio de janeiro. Rio de Janeiro: INEA,
378 2012.
- 379 LEVIN, KELLY; BOHEM, SOPHIE; CARTER, REBECCA. 6 Big Findings from the IPCC
380 2022 Report on Climate Impacts, Adaptation and Vulnerability. World Resources Institute
381 (WRI). 2022. Disponível em: [https://www.wri.org/insights/ipcc-report-2022-climate-impacts-](https://www.wri.org/insights/ipcc-report-2022-climate-impacts-adaptation-vulnerability)
382 [adaptation-vulnerability](https://www.wri.org/insights/ipcc-report-2022-climate-impacts-adaptation-vulnerability). Acesso em: 16 de novembro de 2022.
383
- 384 MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES. Quarto Inventário Nacional
385 de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa. Brasília: MCTI, 2020.
386

- 387 MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Balanço energético nacional ano base 2020. Brasil.
388 MME, 2021.
389
- 390 FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS (FGV); WORLD RESOURCES INSTITUTE (WRI).
391 **Contabilização, Quantificação e Publicação de Inventários Corporativos de Emissões de**
392 **Gases de Efeito Estufa**. Segunda edição. Centro de Estudos em Sustentabilidade da
393 Fundação Getúlio Vargas (FGV) e World Resources Institute (WRI), 2008. Disponível em:
394 <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/15413/Especificaca%c3%a7%c3%b5es%20do%20Programa%20Brasileiro%20GHG%20Protocol.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 30 de agosto de 2022.
396
397
- 398 OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. Plano anual de operação energética
399 dos sistemas isolados para 2021. Brasil. ONS, 2021.
400
- 401 PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. **Sumário**
402 **para Formuladores de Políticas**. IPCC, 2018. Disponível em:
403 <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/07/SPM-Portuguese-version.pdf>. Acesso em 29
404 de agosto de 2022.
405
- 406 SISTEMA DE ESTIMATIVA DE EMISSÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA. **Nota**
407 **Metodológica Setor de energia**. Instituto de Energia e Meio Ambiente. Atualização:
408 novembro de 2022. SEEG, 2015. Disponível em: [https://seeg-](https://seeg-br.s3.amazonaws.com/Notas%20Metodologicas/SEEG%2010%20%282022%29/SEEG10_Nota_Metodologica_ENERGIA_20221028.pdf)
409 [br.s3.amazonaws.com/Notas%20Metodologicas/SEEG%2010%20%282022%29/SEEG10_N](https://seeg-br.s3.amazonaws.com/Notas%20Metodologicas/SEEG%2010%20%282022%29/SEEG10_Nota_Metodologica_ENERGIA_20221028.pdf)
410 [ota_Metodologica_ENERGIA_20221028.pdf](https://seeg-br.s3.amazonaws.com/Notas%20Metodologicas/SEEG%2010%20%282022%29/SEEG10_Nota_Metodologica_ENERGIA_20221028.pdf). Acesso em: 03 de novembro de 2022.