

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

BRUNA GORI PEDROSO

Plano de Compensação e Mitigação das Emissões de Carbono da Empresa
Biotiê

São Carlos

2023

BRUNA GORI PEDROSO

**Plano de Compensação e Mitigação das Emissões de Carbono da Empresa
Biotiê**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Ambiental, da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Ambiental.

Orientadora: Profa. Dra. Janaina Mascarenhas

VERSÃO CORRIGIDA

São Carlos
2023

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Dr. Sérgio Rodrigues Fontes da EESC/USP com os dados inseridos pelo(a) autor(a).

G372p Gori-Pedroso, Bruna
 Plano de compensação e mitigação das emissões
 de carbono da empresa Biotié / Bruna Gori-Pedroso;
 orientadora Janaina Mascarenhas; coorientador Raphael
 Cobra. São Carlos, 2023.

Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) --
Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de
São Paulo, 2023.

1. Inventário GEE. 2. GHG Protocol. 3. Mudanças
Climáticas. 4. Empresa de Cosméticos. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato(a): Bruna Gori Pedroso

Data da Defesa: 17/11/2023

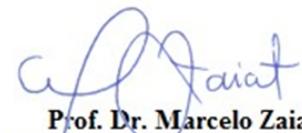
Comissão Julgadora:

Resultado:

Janaina Mascarenhas Hornos da Costa (Orientador(a)) _____ **aprovada**

Raphael Laraia Rocha de Barros Cobra _____ **aprovada**

Renata Jorge Tiossi _____ **aprovada**



Prof. Dr. Marcelo Zaiat

Coordenador da Disciplina 1800091- Trabalho de Graduação

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho aos meus pais, irmãos, familiares, amigos, professores, orientadores, minha médica, psicóloga e meus entes queridos que já faleceram por tornarem esse sonho de me tornar engenheira ambiental possível.

AGRADECIMENTOS

Agradeço meus pais por todas as vezes que precisei de ajuda, mesmo quando não pedi. Pelas broncas e conselhos, exigindo que nós, eu e meus irmãos, sejamos nossa melhor versão. Pela paciência com minha velocidade especial e com minhas manias (em todos os sentidos da palavra). Pelo exemplo de ser humano e profissional, sendo minha principal inspiração. Pela dedicação em oferecer tudo de melhor para nós. Pelo amor puro que recebemos. Por serem minha principal motivação na vida.

Sou grata pelos meus irmãos por toda ajuda, carinho e amor. Por terem feito minha vida mais alegre com situações que me fizeram evoluir muito como pessoa.

Também por todos eles novamente e meus familiares e amigos (da escola, faculdade e trabalho) que sempre torceram pela minha felicidade e comemoraram comigo todas minhas conquistas, além de todo apoio e paciência com meus desabafos.

Aos meus professores e orientadores pela importância em me ensinar não só as habilidades para ser uma engenheira ambiental, como ser uma pessoa que fizesse a diferença para o mundo.

Agradeço a Renata, Raphael e a Giselda, pela oportunidade, algo que não pude conhecer durante os estudos anteriores, abrindo muitas portas profissionais com esse diferencial e por toda atenção e dedicação que sempre tive durante a realização deste trabalho.

Grata pela minha médica, Elaine, e minha psicóloga, Isolina, cuidando da minha saúde e melhorando minha visão sobre as surpresas da vida.

Por fim, a Deus e aos meus familiares que faleceram, por sempre serem meu exemplo e me darem forças para continuar minha missão.

RESUMO

PEDROSO, BRUNA. GORI. **Plano de Compensação e Mitigação das Emissões de Carbono da Empresa Biotiê.** 2023. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2023.

Segundo as Nações Unidas, no ano de 2021, a temperatura média global aumentou em 1,1°C em comparação com o ano de 1880, e a maior parte desse aumento é decorrente das ações antrópicas. Com esse cenário, vários acordos foram criados, como o acordo de Paris, onde 195 países signatários apresentaram uma contribuição individual para a redução das emissões de GEE, a fim de limitar o aumento da temperatura global em 1,5°C. Com isso, a população tem se engajado cada vez nesse assunto. Um exemplo disso é a mudança no comportamento de consumo, que incentivou empresas como a Unilever, L'Oréal, Johnson & Johnson e Natura a adotarem estratégias de mitigação de suas emissões. Avaliando essa situação, o objetivo deste trabalho é realizar o inventário de Gases de Efeito Estufa e propor o plano de mitigação e compensação das emissões. A ferramenta utilizada para o cálculo do inventário foi o GHG Protocol e a coleta de dados foi feita através de reuniões com a executiva sênior da inventariante. A quantidade total de gases inventariados em 2021 foi de 22,748 tCO₂e, sendo 87% decorrentes do consumo de energia, em seguida da utilização de ar-condicionados e transporte de insumos e de funcionários. As ações de mitigação sugeridas foram a instalação de painéis fotovoltaicos, utilização de meio de transporte menos poluentes e neutralização das emissões.

Palavras-chave: Inventário GEE. GHG Protocol. Mudanças Climáticas. Empresa de Cosméticos.

ABSTRACT

PEDROSO, BRUNA GORI. Biotiê Company Carbon Emissions Compensation and Mitigation Plan. 2023. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2023.

According to the United Nations, in 2021, the global average temperature increased by 1.1°C compared to the year 1880, and most of this increase is due to human actions. With this scenario, several agreements were created, such as the Paris agreement, where 195 signatory countries presented an individual contribution to reducing GHG emissions, in order to limit the increase in global temperature to 1.5°C. As a result, the population has become increasingly engaged in this issue. An example of this is the change in consumer behavior, which encouraged companies such as Unilever, L'Oréal, Johnson & Johnson and Natura to adopt strategies to mitigate their emissions. Assessing this situation, the objective of this work is to create an inventory of Greenhouse Gases and propose an emissions mitigation and compensation plan. The tool used to calculate the inventory was the GHG Protocol and data collection was done through meetings with the inventory company's senior executive. The total amount of gases inventoried in 2021 was 22,748 tCO₂e, 87% of which resulted from energy consumption, followed by the use of air conditioning and transport of inputs and of employees. The suggested mitigation actions were the installation of photovoltaic panels, use of less polluting means of transport and neutralization of emissions.

Keywords: GHG inventory. GHG Protocol. Climate changes. Cosmetics Company.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1 Aquecimento Global.....	12
2.2 Panorama no Brasil.....	13
2.3 Adesão de empresas de cosméticos e consumidores.....	17
2.4 Metodologias para inventário de GEE.....	17
2.5 Estratégias de Mitigação e Neutralização das emissões.....	19
3 BIOTIÊ.....	22
4 METODOLOGIA.....	23
4.1 Escolha da calculadora.....	23
4.2 Definição do limite organizacional.....	23
4.3 Definição do limite operacional.....	23
4.4 Escolha do Ano Base.....	24
4.5 Coleta de Dados.....	24
4.6 Cálculos do inventário.....	24
4.6.1 Emissões Escopo 1.....	25
4.6.2 Emissões Escopo 2.....	25
4.6.3 Emissões Escopo 3.....	26
4.6.3.1 Transporte e Distribuição - Matéria Prima.....	26
4.6.3.1.1 Rodoviário.....	27
4.6.3.1.2 Hidroviário.....	28
4.6.3.1.3 Aéreo.....	29
4.6.3.2 Transporte e Distribuição - Produto Final.....	29
4.6.3.3 Resíduos Sólidos.....	29
4.6.3.4 Efluentes Líquidos.....	31
4.6.3.5 Viagens a Negócios.....	32
4.6.3.6 Deslocamento Casa-Trabalho.....	33
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	34
5.1 Escolha da calculadora.....	34
5.2 Definição do limite organizacional.....	34
5.3 Definição do limite operacional.....	34
5.4 Escolha do Ano Base.....	35
5.5 Coleta de Dados.....	35
5.6 Inventário.....	35
5.7 Plano de mitigação e compensação.....	38

6 CONCLUSÃO.....	42
REFERÊNCIAS.....	44
APÊNDICE A – Partes da calculadora GHG Protocol com o inventário.....	46
ANEXO A – Calculadora completa GHG Protocol.....	52

1 INTRODUÇÃO

Em 1979, a Organização Meteorológica Mundial realizou a primeira Conferência Mundial sobre o Clima, reunindo especialistas e criando o Programa Mundial do Clima, segundo Albuquerque em 2022. Nesse evento reconheceu-se a gravidade do problema no âmbito científico, mas não era possível decretá-lo em decorrência da falta de dados concretos.

Em 1988, criou-se o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, responsável pela divulgação de relatórios relacionados a mudanças climáticas, englobando dados científicos, impactos futuros e opções que auxiliam na redução do aumento da temperatura global (ALBUQUERQUE, 2022).

Em um dos relatórios apresentados, foi decretado a dimensão da influência humana no aquecimento global. O aumento da temperatura de 1,09°C em relação à era pré-industrial (1880), sendo 1,07°C tem origem apenas de ações antrópicas, como, queima de combustíveis fósseis e desmatamento (ALBUQUERQUE, 2022).

A partir desse relato, a Organização das Nações Unidas vem realizando vários encontros, como a Eco 92 e as 28 COPs (Conferências das Partes). Esses são formados por chefes de estado de vários países, para a negociação dos limites de emissões.

Em meio a essas discussões, alguns acordos importantes foram criados, como o Protocolo de Quioto, que exigia o compromisso dos países em reduzir a emissão de Gases de Efeito Estufa, acordo de Copenhague, acordo de Paris, onde 195 países signatários apresentaram uma contribuição individual para a redução das emissões de GEE, a fim de limitar o aumento da temperatura global em 1,5°C (ONU, 2022).

O Brasil, como um dos países signatários, comprometeu-se com a meta de reduzir em 50% suas emissões de 2005 até 2030 e neutralidade em 2050 (TOZETTI, 2022). Para isso, foi criado o Plano Nacional de Mudanças Climáticas que possui objetivos mais ousados que os apresentados na Conferências das Partes. Ademais, institui diretrizes que incentivam ações que reduzem as emissões de GEE, e estimulam produção e consumo de maneira sustentável (GOVERNO FEDERAL, 2014).

Para o cumprimento desse plano, o setor industrial possui um papel fundamental, pois além de reduzir os 4% das emissões do país oriunda de suas atividades, também pode auxiliar na redução do desmatamento, setor de maior impacto nas emissões.

Em decorrência desse cenário e da tendência das opções tomadas pelos consumidores, muitas empresas estão se engajando cada vez mais com o tema da sustentabilidade. No setor de cosméticos as ações são voltadas para produtos cruelty free, logística reversa das embalagens e neutralização das emissões carbônicas (ABIHPEC, 2018).

Devido a urgência do tema das mudanças climáticas, apresentado anteriormente no texto, também é possível evidenciar, nos relatórios de sustentabilidade, que o maior esforço das companhias desse setor estão relacionadas a esse tema (SANTANA, 2021).

Um exemplo disso é a Natura com a criação do programa Natura Carbono Neutro. Esse programa possui três fases principais, mensurar e mapear as emissões, reduzi-las, compensar as restantes.

Para a mensuração e mapeamento das emissões é preciso realizar o inventário de gases de efeito estufa. Ferramenta que quantifica as emissões associadas a uma empresa diretamente ou indiretamente, facilitando o planejamento da mitigação das mesmas (WAYCARBON, 2016).

As metodologias mais famosas para realização do inventário foram criadas pelo World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) e World Resources Institute (WRI), o protocolo GHG (Greenhouse Gas Protocol) e o IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change).

Portanto, nesse estudo optou-se em realizar o inventário de gases de efeito estufa da empresa Biotiê, através do protocolo GHG, e propor um plano de mitigação e compensação das emissões oriundas da inventariante.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Aquecimento Global

O efeito estufa é consequência da absorção parcial da radiação infravermelha, irradiada pela superfície terrestre, devido aos gases, como o vapor de água, clorofluorcarbono (CFC), ozônio (O_3), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) e o dióxido de carbono (CO_2). Ou seja, devido a esses gases, a energia fornecida pelo sol é parcialmente retida na atmosfera, mantendo o aquecimento da superfície terrestre, conforme a figura 1.

Figura 1 – Esquema do efeito estufa na Terra



Fonte: Adaptado de Efeito Estufa, U.S. Global Change Research Program.

O aquecimento global é o aumento da temperatura média terrestre, ocasionado por fatores naturais, como vulcanismo, composição atmosférica, ou fatores antropogênicos (SILVA, 2009).

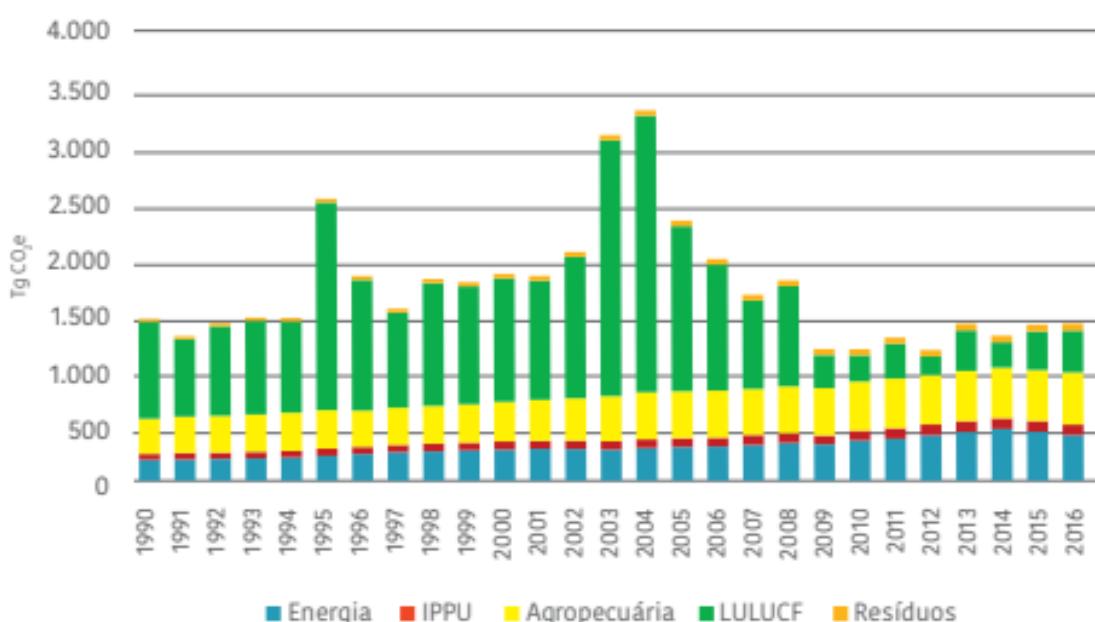
Nos últimos 100 anos, a temperatura média global dos continentes se elevou em $0,85^{\circ}C$, a dos oceanos $0,55^{\circ}C$ e a da Terra, $0,7^{\circ}C$. Essa variação gera o acréscimo do nível do mar implicando em impactos ambientais e socioeconômicos que exigem atenção. Como a possibilidade de submersão de ilhas planas, por exemplo, o arquipélago da Indonésia, portos e terrenos agrícolas; salinização das águas potáveis superficiais e subterrâneas; variações nos

regimes pluviométricos, ocasionando enchentes e secas, acelerando o fenômeno de desertificação; possível aumento de amplitude do fenômeno El Niño, acarretando a estiagem na Amazônia (Lefale 2002).

2.2 Panorama no Brasil

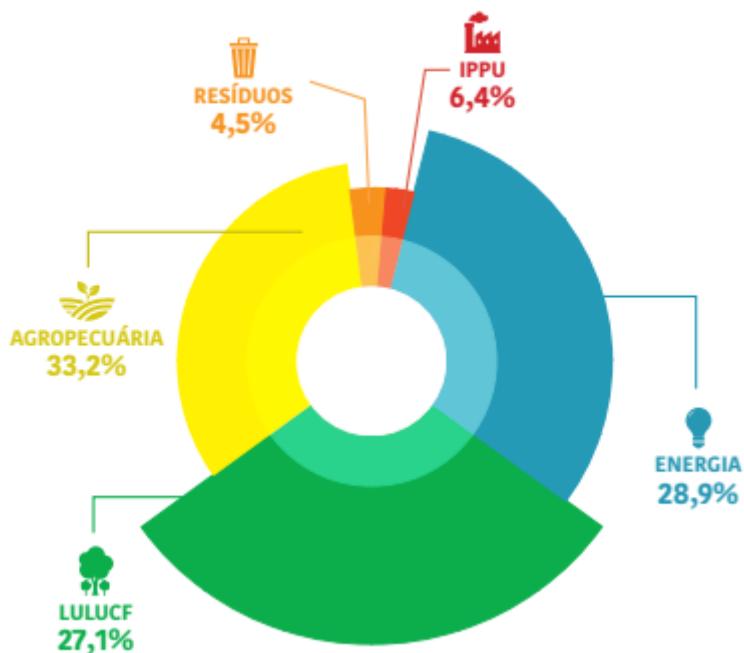
Segundo o último inventário nacional de emissões de gases de efeito estufa, publicado em 2021, e apresentado na figura 2, as emissões dos últimos 7 anos, no Brasil, tiveram uma redução em relação aos anos anteriores. Ademais, o setor Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas (LULUCF) era o mais impactante antes dos últimos dez anos, porém em seguida as gerações foram se equilibrando entre agropecuária, energia e LULUCF, respectivamente em ordem de quantidade de emissões (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES, 2021).

Figura 2 – Emissões e Remoções de GEE do Brasil por Setor em 2016



Fonte: (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES, 2021).

Figura 3 – Emissões de GEE do Brasil por Setor em 2016



Fonte: (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES, 2021).

Esclarecendo que as atividades consideradas do setor de energia são consumo de fontes de energia primária, transição de fontes de energia, transmissão e distribuição de combustíveis, e consumo de combustíveis a fim de geração de energia para instalações e equipamentos (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES, 2021).

Já o setor de Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas engloba os gases de efeito estufa oriundos do resultado da produção florestal madeireira, por exemplo o papel, madeira serrada, painéis de madeira, etc (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES, 2021).

Figura 4 – Atividades do setor uso da terra, mudança do uso da terra e florestas geradoras de gases



Fonte: (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES, 2021).

E o setor agropecuária são as emissões geradas pela fermentação entérica animal, utilização de solos agrícolas, em decorrência da inserção de fertilizantes nitrogenados, dejetos animais, plantação de arroz e a queima de resíduos agrícolas, por exemplo palha de cana-de-açúcar e algodão, além da calagem e a utilização da ureia no solo (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES, 2021).

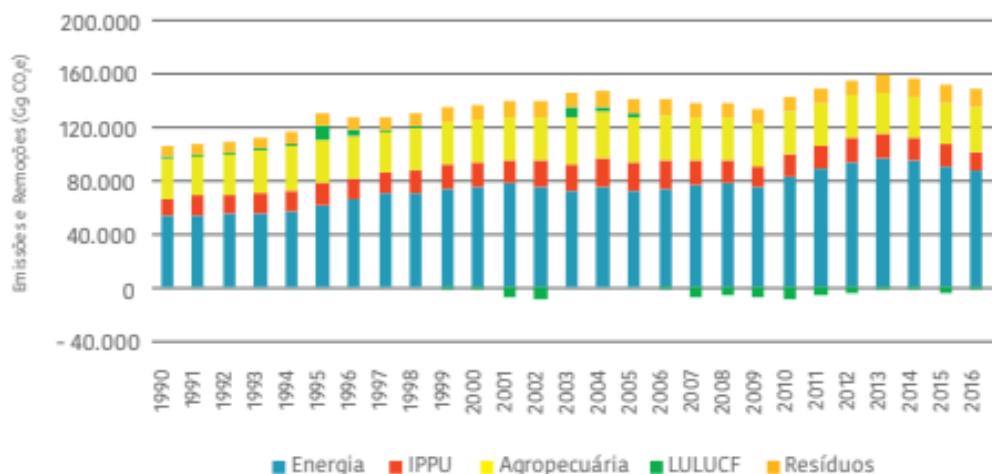
Figura 5 – Atividades agrícolas emissoras de gases



Fonte: (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES, 2021).

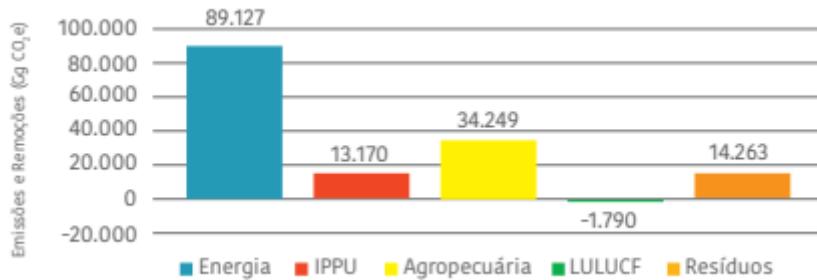
Já o estado de São Paulo apresenta um cenário diferente. As emissões dos últimos seis anos aumentaram 14% e os setores que mais geram, energia (50% relacionados ao transporte) e agropecuária (47% manejo de solos), (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES, 2021).

Figura 6 – Série histórica de emissões e remoções de GEE de São Paulo



Fonte: (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES, 2021).

Figura 7 – Emissões de GEE de São Paulo por Setor em 2016



Fonte: (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES, 2021).

2.3 Adesão de empresas de cosméticos e consumidores

Segundo o Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA), em 2021, o setor de energia e processos industriais é o segundo maior responsável pelas emissões, sendo abaixo apenas das mudanças de uso da terra.

O Brasil é o 3º maior país no mercado de cosméticos (SEBRAE, 2022). De acordo com o “Caderno de Tendências #2019-2020” elaborado pela ABIHPEC (Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos) e o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) cresce o número de consumidores que se preocupam com o meio ambiente, os “bioconsumidores”. Eles têm exigido cada vez mais produtos que evitem as mudanças climáticas e que sejam feitos por ingredientes naturais, vegetais e orgânicos.

Ademais, as companhias desse setor tem exercido mais os três pilares da sustentabilidade, como por exemplo, diminuição do consumo de água, redução das emissões de GEE, diminuição do consumo de energia, logística reversa, otimização de embalagens, combate ao desmatamento e proteção da biodiversidade (SANTANA,2021).

Devido aos impactos já existentes das mudanças climáticas, as ações de sustentabilidade estão dando maior importância para o tema.

2.4 Metodologias para inventário de GEE

Segundo estudo da Comissão Europeia (2010), mais de 80 metodologias foram criadas para a realização do inventário de GEE globalmente. Porém apenas 30 são mais relevantes e permitem comparações.

Tabela 1 – Metodologias de Inventário

Metodologia	Abrangência	Criação	Verificação externa	Escopos	Nível de aplicação
WBCSD/WRI GHG Protocol Corporate Standard	Internacional 2004 (edição revisada)	Fornece orientação básica	1; 2 e 3 (opcional)	Organizacional (grandes empresas)	
IPCC 2006 GHG Workbook	Internacional	2006	Verificado pelos requisitos do UNFCCC	1; 2 e 3 (dentro da fronteira nacional)	Inventário nacional/ Processos industriais
ISO 14064: 2006 (Parts 1 and 3)	Internacional	2006	Parte específica requisitos	3 1; 2 e 3 (não esta claro)	Organizacional (grandes organizações)
WBCSD/WRI GHG Protocol Scope 3 Reporting Standard	Internacional	2009 (rascunho)	Usa o termo "Assurance" e dá detalhada orientação.	3 (detalhado)	Organizacional (Setor privado)
French Carbone Bilan Nacional (França)		2007 (versão 5.0)	Não prescrito	1; 2 e 3 (cobre vasta gama de atributos)	Organizacional (grandes empresas)
UK Department for Environment, Food and Rural	Europa - UK	2009 (Inglaterra)	Suporta garantia	1; 2 e 3 (cobertura limitada)	Organizacional (Setor público e privado)

Affairs (DEFRA)			independentem en te			
USEPA GHG Rule	América do Norte - EUA	2009	EPA	1	Organizacional (setor público e privado)	
US EPA Climate Leaders Inventory Guidance	América do Norte - EUA	2005	Verificação independente recomendada	1; 2 e 3 (opcional)	Organizacional (Setor privado)	
US GHG Protocol Public Sector Standard	América do Norte - EUA	2010 (rascunho)	Verificação recomendada	1; 2 ; 3 (opcional)	Organizacional (Setor público)	

Fonte: Santos (2015)

O GHG Protocol é a ferramenta mais utilizada pelas empresas no mundo todo pois abrange empresas de diferentes setores, todos os gases do protocolo de Quioto, calcula as emissões e não a pegada de carbono e seu resultado pode ser aproveitado como iniciativas para o relatório do GRI (Global Reporting Initiative) e questionários do CDP (Carbon Disclosure Project) e ISE (Índice de Sustentabilidade Empresarial) (SANTOS, 2015).

2.5 Estratégias de Mitigação e Neutralização das emissões

A neutralização de CO₂e emitido é a captura do CO₂ atmosférico e conversão para biomassa devido a fotossíntese. Permitindo o desenvolvimento das árvores e dispersão de oxigênio (O₂) na atmosfera, sequestrando o carbono em troncos, galhos, folhas e raízes.

A compensação de carbono decorrente da neutralização pode se dar através do reflorestamento ou com ações de preservação florestal. É considerada uma estratégia relevante de redução do efeito estufa. Porém, essa ação não deve ser única, devendo ser feita concomitantemente com as iniciativas de redução das gerações de GEE (BRIANEZI et al., 2014).

Segundo o estudo de Santana (2021) as estratégias de mitigação mais utilizadas além da neutralização são o consumo de energia renovável, principalmente de origem fotovoltaica, e a substituição do transporte de insumos e produtos, para aqueles que emitem menos GEEs.

Figura 8 – Estratégia L'Oréal

L'OREAL
Redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) das fábricas e centros de distribuição foi de 78% em termos absolutos
Ingresso na iniciativa da ONU Ambição das Empresas para 1,5°C que se compromete a alcançar zero emissões de CO2 até 2050, iniciativa que busca manter o aquecimento global abaixo de 1,5°C, em comparação com os níveis pré-industriais.
Até o final de 2019, 35 instalações industriais do Grupo haviam atingido neutralidade de carbono, incluindo 14 fábricas.
Redução em 12% nas emissões ligadas ao transporte de produtos de suas fábricas aos seus distribuidores em comparação à 2011. Estratégias: redução do frete aéreo; a iniciativa GLAM (Green Last Mile), que propõe soluções que permitem ao grupo reduzir seu impacto ambiental nas áreas urbanas; e a implementação de uma iniciativa da Green Lanes que promove a redução de emissões de CO2

Fonte: Adaptado de Santana, 2021.

Figura 9 – Estratégia P&G

P&G
Redução absoluta de 25% das emissões de gases de efeito estufa em relação aos compromissos assumidos em 2010.
Utilizar 30% de energias renováveis nas fábricas até 2020.
Redução das emissões nas instalações operacionais global por meio de um portfólio diversificado de projetos de energia renovável focados em energia eólica, solar, geotérmica, hidrelétrica e uso de certificados de energia renovável
Parcerias com fornecedores e varejistas para otimizar o transporte dos produtos, como a redução do número de caminhões nas estradas. A empresa reduziu os quilômetros de transporte em mais de 25% desde 2010. A meta era redução de 20%.
Verificações independentes do programa interno de GEE de modo a garantir que ele atenda à intenção do Padrão de Relatórios e Responsabilidade Corporativa do Protocolo de GEE.

Fonte: Adaptado de Santana, 2021.

Figura 10 – Estratégia Natura

NATURA
Programa Natura Carbono Neutro mantém três principais eixos de atuação, com mapeamento das emissões em toda a cadeia de valor, busca constante de redução das emissões e neutralização daquelas que não foram evitadas.
Redução de 2% dos gases de efeito estufa (GEE) em 2019 e meta de redução de 33% dos GEE até 2020 em relação ao ano base de 2012.
Compensação de 100% das emissões através de projetos que geram impacto positivo para o clima.
Produtos de menor impacto, redução da exportação via transporte aéreo, maior eficiência na logística e diminuição dos materiais de comunicação impressos, foram implementadas.
Instalação do maior painel de Filme Fotovoltaico Orgânico (OPV na sigla em inglês) do mundo em um dos prédios da unidade de Cajamar (SP) com expectativa de redução de emissão de 37 toneladas de dióxido de carbono por ano.
Plataforma Compromisso pelo Clima - a iniciativa conecta empresas a projetos criteriosamente selecionados, criando um portfólio de iniciativas socioambientais geradoras de créditos de carbono.

Fonte: Adaptado de Santana, 2021.

Figura 11 – Estratégia O Boticário

O BOTICÁRIO
Ações relacionadas ao ciclo de vida dos produtos, logística, pontos de venda, preservação de áreas florestais e conservação e restauração da vegetação brasileira, por meio da Fundação Grupo Boticário, estão intrinsecamente relacionadas ao trabalho para redução de emissões.
A meta de redução de emissão de GEE para 2019 (tCO ₂ e/ MM unidades produzidas) era de 12,5 e o grupo obteve como resultado uma redução de 10,2 neste ano.

Fonte: Adaptado de Santana, 2021.

3 BIOTIÊ

A Biotiê produz cosméticos naturais com ingredientes da flora brasileira, com a proposta de trazer cuidados verdadeiros e experiências de qualidade. Fundado em 2018, a empresa tem sede em São Carlos, São Paulo.

A Biotiê tem base tecnológica e já fomentou projetos de pesquisa como o programa PIPE, Programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (PIPE) da FAPESP, e está bastante comprometida com pesquisas de inovação tecnológica.

A empresa possui certificação Petta internacional de cosméticos veganos e cruelty free e tem um perfil de negócio voltado ao mercado de cosméticos naturais e veganos. A sustentabilidade é um dos pilares da marca. A preocupação com a sustentabilidade na marca se mostra pelas políticas de seleção desde os ingredientes na composição, na forma dos produtos, em barra sempre que possível, nas embalagens, com materiais minimamente processados, recicláveis, compostáveis e frascos de vidros. A empresa também conta com um programa de logística reversa própria no qual os clientes trocam as embalagens vazias por produtos novos.

A marca é nativa digital e tem foco de vendas no consumidor final, cresceu em torno de 260 % no último ano e tem a meta de expandir o mercado no e commerce, triplicando o faturamento para o ano de 2024.

O presente trabalho surgiu da vontade da fundadora da Biotiê, Renata Fabiane Jorge Tiossi em contabilizar, mitigar e compensar os GEE da sua produção.

4 METODOLOGIA

No presente trabalho será realizado um plano de compensação e mitigação das emissões de carbono, em que foi utilizado o método de estudo de caso, Theory Testing, segundo Voss. Para isso foram realizados os seguintes passos:

4.1 Escolha da calculadora

Realizou-se um levantamento de artigos científicos, protocolos, guias e blogs que abrangiam o inventário de gases de efeito estufa (GEE).

4.2 Definição do limite organizacional

Ficou sob decisão da empresa as estruturas organizacionais que serão incluídas no cálculo.

Essa etapa foi realizada através de uma entrevista com a executiva sênior, durante a visita à fábrica de cosméticos.

4.3 Definição do limite operacional

Escolha, por parte da empresa, de quais atividades geram emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) direta, controladas pela empresa, e indiretamente, não controladas pela empresa. Auxiliando a escolha, o Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol) orienta que esses processos sejam divididos em três escopos:

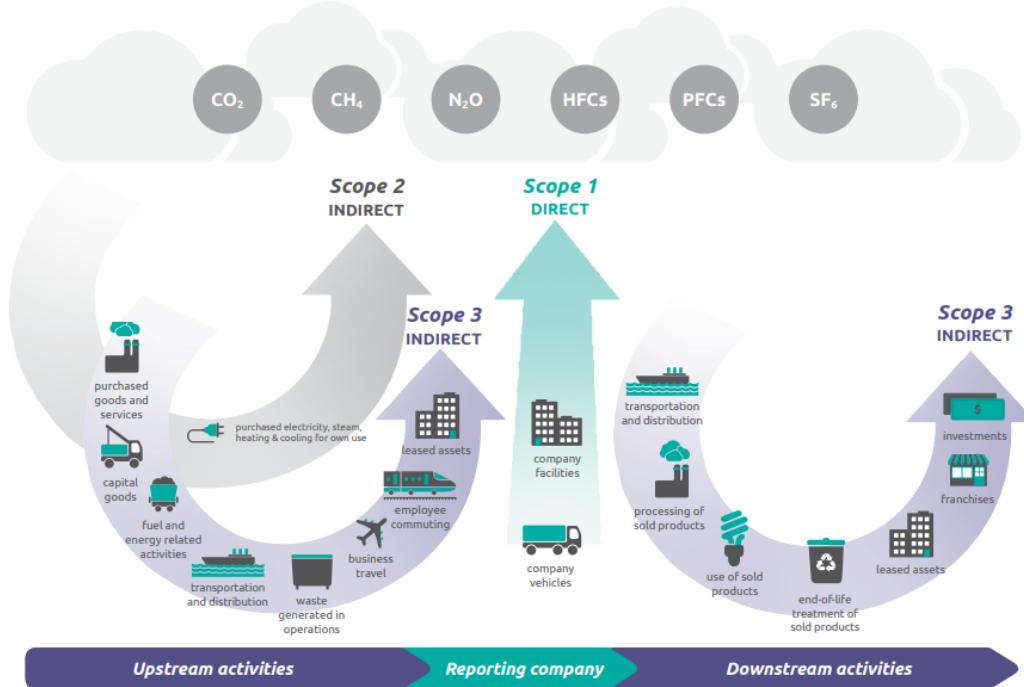
Escopo 1: Emissões de GEE diretas - Emissões (físicas) de GEE que a empresa gera diretamente na fabricação de seus produtos, por exemplo, vapor liberado por caldeiras e emissões fugitivas de ar-condicionados e refrigeradores.

Escopo 2: Emissões de GEE indiretas - Emissões líquidas relacionadas a importação e exportação de energia.

Escopo 3: Emissões de GEE indiretas (não relacionadas a energia) - Todas outras emissões que são geradas por atividades fora dos processos de fabricação da empresa.

Por exemplo, viagens a negócios, transporte dos funcionários de sua moradia ao trabalho, emissões de empresas terceiras e degradação dos resíduos e efluentes produzidos.

Figura 12 – Visão geral dos escopos e emissões do GHG Protocol em toda a cadeia de valor



Fonte: GrantThorton, 2023.

4.4 Escolha do Ano Base

Realizou-se uma reunião com a executiva sênior a fim de escolher o ano que será a base do inventário.

4.5 Coleta de Dados

Após a escolha da calculadora, estudou-se a fundo a planilha, entendendo quais dados ela requer e a maneira de explicar para a executiva sênior, para juntos decidirem a melhor forma para a coleta dos mesmos.

4.6 Cálculos do inventário

A seguir são apresentadas as metodologias de cálculo utilizadas na ferramenta escolhida GHG Protocol.

4.6.1 Emissões Escopo 1

Escopo 1 engloba as emissões diretas dos processos produtivos, no caso da inventariante deve-se abranger as emissões fugitivas dos equipamentos ar condicionado e refrigerador. Que existem três do primeiro e um refrigerador.

A calculadora apresentou três opções de cálculo:

Opção 1 - Abordagem por "Estágio do Ciclo de Vida": para usuários que contratam os serviços de manutenção dos sistemas de RAC ou de extintores de incêndio.

Opção 2 - Abordagem por Balanço de Massa (Compra): para usuários que mantêm seu próprio equipamento. É baseado na quantidade de gás comprada e utilizada.

Opção 3 - Triagem: estimativa baseada em fatores de emissão e taxas de vazamento padrão dos equipamentos.

As primeiras duas opções solicitaram dados mais específicos, que seriam difíceis de obter. Já a terceira, exigia apenas o gás ou composto do equipamento e a capacidade das unidades em operação em quilogramas de gases.

A escolha do gás do ar condicionado foi obtida através de sites de vendas do equipamento que especificaram o gás que tem como opção R-410A na calculadora. E a capacidade de operação foi de 9 kg segundo o manual do ar condicionado.

No caso dos refrigeradores os dados eram os mesmos exigidos, porém o gás do equipamento não estava na lista fornecida pela calculadora, por não ser um gás do Protocolo de Quioto, portanto essas emissões não foram consideradas no inventário.

4.6.2 Emissões Escopo 2

As emissões englobadas no escopo 2 são as líquidas relacionadas à importação e exportação de energia. Na empresa estudada, a energia é exportada da companhia fornecedora da região do interior paulista, CPFL.

Portanto, a abordagem utilizada pela calculadora é baseada na localização. Adotada pelo PBGHGP, considera o limite geográfico, um certo período de tempo e utiliza um fator de emissão oriundo da média das emissões para geração de eletricidade componentes do Sistema

Interligado Nacional (SIN). Esse fator é fornecido pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação (MCTIC).

Para essa abordagem foi utilizado o consumo anual de energia elétrica, 157 MWh, evidenciada na conta de luz do ano de 2021.

4.6.3 Emissões Escopo 3

O escopo 3 abrange todas outras emissões indiretas que são geradas por atividades causadas pelos processos da empresa, mas não controladas pela mesma.

4.6.3.1 Transporte e Distribuição - Matéria Prima

Calculou-se as emissões relacionadas ao transporte e distribuição de produtos separadamente de acordo com o meio de transporte utilizado.

Inicialmente calculou-se as emissões geradas pelo transporte das matérias-primas. Para isso, a executiva sênior da Biotié coletou os dados necessários e os organizou conforme a tabela 2.

Tabela 2 – Coleta de Dados Transporte Matéria-Prima

Fornecedor	Matéria - Prima em linha	Local de origem (fabricação)	Tipo de transporte	Local de distribuição	Tipo de Transporte até a fabricação
A	Matéria - Prima A	Pará	Rodoviário	São Paulo	Rodoviário
B	Matéria - Prima B	Alemanha	Hidroviário	Porto Alegre	Rodoviário
C	Matéria - Prima C	Pará	Aéreo	São Carlos	Rodoviário
D	Matéria - Prima D	Santa Catarina	Aéreo	São Paulo	Rodoviário
D	Matéria - Prima E	Alemanha	Hidroviário	São Paulo	Rodoviário
D	Matéria - Prima F	Estados Unidos	Aéreo	São Paulo	Rodoviário
E	Matéria - Prima G	São Paulo	Rodoviário	São Carlos	Rodoviário
E	Matéria - Prima H	Estados Unidos	Aéreo	São Carlos	Rodoviário
F	Matéria - Prima I	São Paulo	Rodoviário	Cravinhos - SP	Rodoviário
G	Matéria - Prima J	Vargem Grande	Rodoviário	São Carlos	-
H	Matéria - Prima K	Suíça	Hidroviário	São Paulo	Rodoviário
I	Matéria - Prima L	Itália	Hidroviário	Santos	Rodoviário
J	Matéria - Prima M	Estados Unidos	Marítimo	Pousos Alegre	Rodoviário
K	Matéria - Prima N	Espanha	Marítimo	Santos	Rodoviário
L	Matéria - Prima O	China	Marítimo	Santos	Rodoviário
M	Matéria - Prima P	Índia	Marítimo	Santos	Rodoviário
N	Matéria Prima Q	Alemanha	Marítimo	Santos	Rodoviário

Fonte: Biotiê (2021).

Obtendo essas informações foi possível calcular as emissões do transporte rodoviário, hidroviário e aéreo, tendo cada um, um modo específico de cálculo.

4.6.3.1.1 Rodoviário

Para o cálculo do tipo rodoviário, optou-se pela opção da calculadora menos precisa, porém que exigia a menor quantidade de dados dos fornecedores. Essa opção exigia o tipo de

veículo, a distância percorrida em quilômetros e a carga transportada em toneladas. Conforme a Figura 22 do Apêndice A.

As opções que a calculadora apresentou como tipo de veículos variam em três opções de van, caminhão refrigerado, articulado ou rígido e por capacidade do veículo em toneladas. A fim de obter o resultado de maneira mais simples, escolheu-se a opção “Caminhão-caminhão (média)” disponibilizada pela própria calculadora.

Com a escolha do tipo de veículo, a calculadora já prevê quais combustíveis eram consumidos, seus rendimentos em litros por quilômetro e quais gases emitem.

As distâncias percorridas nos trajetos foram obtidas por meio da média dos trajetos encontrados em aplicativos GPS, como Waze e Google Maps, utilizando o local de origem e de distribuição coletados conforme a tabela 2, e a distância do último até o local de produção da empresa comprador da matéria-prima.

Por fim, para a quantificação da carga transportada, contactou-se a executiva sênior, que sugeriu o valor médio de peso 8 kg para todos os trajetos e também que cada trajeto realizado duas vezes, pois essa é a média de recebimento de matéria-prima no ano.

4.6.3.1.2 Hidroviário

O cálculo das emissões geradas pelo transporte hidroviário se deu pela opção mais precisa, disponibilizada pela calculadora. Os dados exigidos eram o tipo de navio (cargueiro ou petroleiro), o subtipo de navio (carga geral, graneleiro, porta containers, porta veículos, Ro-Ro, cruzeiro, refrigerado), tamanho em TEU, distância percorrida e a carga transportada em toneladas. Conforme a Figura 23 do Apêndice A.

Após contato com a empresa de cosméticos, optou-se pelo tipo de navio cargueiro. Subtipo, porta containers. Tamanho, existia a opção médio, que foi a escolhida, pois exigiria muito esforço coletar o tamanho dos navios.

Já a distância pesquisou-se no google, qual o trajeto hidroviário percorrido de um país para o outro, descritos na tabela, escolhendo os portos que possuíam maior distância entre si.

A carga em toneladas foi a mesma utilizada para o transporte rodoviário, 8 quilogramas.

Por fim, multiplicou-se a distância em duas vezes, como foi realizado no item anterior.

4.6.3.1.3 Aéreo

Para o cálculo das emissões geradas pelo transporte aéreo da matéria-prima, escolheu-se a opção mais precisa e simples, disponibilizada pela planilha.

Foi necessário apenas a cidade de partida e chegada do avião, e a carga transportada em toneladas. Conforme a Figura 24 do Apêndice A.

A própria planilha já possui a base de dados de todos os aeroportos e faz o cálculo das distâncias dos trajetos.

4.6.3.2 Transporte e Distribuição - Produto Final

Dentro de Transporte e Distribuição também se encaixam as emissões geradas pelo transporte dos produtos aos clientes. Porém, seguindo a sugestão da empresa, optou-se por não calculá-las. Em decorrência da dificuldade que se encontraria na obtenção dos dados, pois é uma empresa terceirizada responsável por esse deslocamento.

4.6.3.3 Resíduos Sólidos

O cálculo das emissões decorrentes dos resíduos sólidos gerados pelo funcionamento da empresa, foi realizado, supondo que foram destinados ao aterro de São Carlos.

Em seguida a empresa estudada realizou uma pesagem dos resíduos gerados em uma semana, estimou-se a geração de um ano, 0,27 toneladas, e separou-os também nas classificações a seguir:

- A - Papéis/papelão
- B - Resíduos têxteis
- C - Resíduos alimentares
- D - Madeira
- E - Resíduos de jardim e parque
- F - Fraldas
- G - Borracha e couro
- H - Lodo de esgoto
- Outros materiais inertes

Essas classificações são da planilha do GHG Protocol, mas na empresa estudada separou-se os resíduos próprios que se enquadram nas categorias A, C e Outros materiais inertes. Calculou-se a porcentagem de cada material que compõe os resíduos. Sendo as

porcentagens de A 34,7%, B 28,02% e Outros materiais inertes 37, 2%. Conforme a Figura 25 do Apêndice A.

Outro dado que a calculadora exigia era a classificação do aterro conforme a figura 13.

Figura 13 - Classificação Aterro

-
- A : se não possui a classificação do aterro**
-
- B : se aterro com profundidade < 5m**
-
- C : se aterro com profundidade $\geq 5m$**
-
- D : se aterro sanitário**
-
- E : se aterro semi-aeróbio manejado**

Fonte: O Autor (2021).

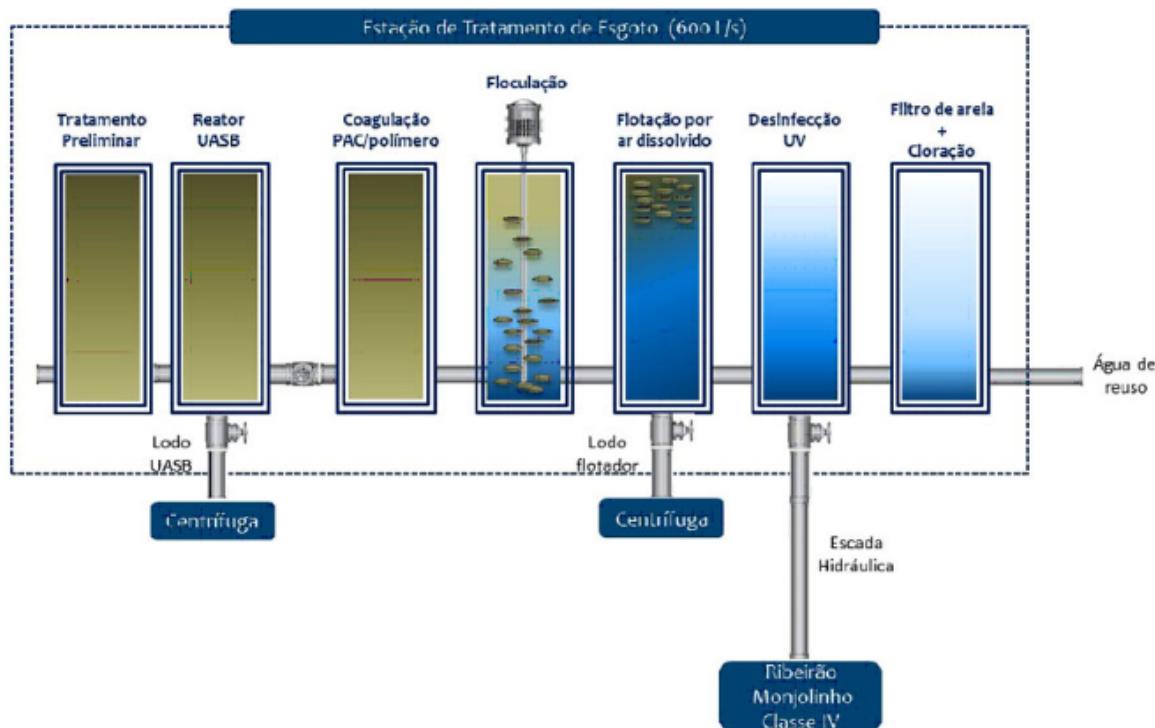
Para entender melhor a situação do aterro de São Carlos, para a escolha correta, contatou-se um ex-aluno do curso de engenharia ambiental da EESC. O mesmo trabalhou por vários anos na companhia que gerencia os resíduos da cidade. Indicou a opção D e afirmou que existe a recuperação de metano no aterro.

4.6.3.4 Efluentes Líquidos

Para o cálculo das emissões, oriundas da disposição final/tratamento dos efluentes líquidos decorrentes das operações da inventariante, foi preciso conhecer se há tratamento anaeróbio sequencial, o volume de efluente em metros cúbicos no ano, a carga orgânica degradável do efluente, quantidade de nitrogênio do efluente gerado e o tipo de tratamento aplicado. Conforme a Figura 32 e 33 do Apêndice A.

A informação sobre o tipo de tratamento e se é anaeróbio sequencial foi obtida no site da SAAE São Carlos.

Figura 14 - Estação de Tratamento de Esgoto de São Carlos



Fonte: SAAE, S.D.

O volume de efluente foi obtido a partir do consumo de água total (local de produção) subtraindo a quantidade de água utilizada na receita dos cosméticos, 2,73 metros cúbicos por ano. Esses dados foram fornecidos da conta de água da inventariante.

A carga orgânica degradável e a quantidade de nitrogênio do efluente foi estimada a partir do resultado do estudo do Prof. Carlos Emando da Silva - UFSM, em que descreve a composição do esgoto doméstico bruto. Sendo 0,35 quilograma de DBO por metro cúbico e 0,05 quilograma de nitrogênio por metro cúbico, respectivamente.

4.6.3.5 Viagens a Negócios

As emissões decorrentes do transporte de funcionários até as feiras, congressos e exposições foram obtidas pela opção cálculo por distância. Método menos preciso, disponibilizado pela calculadora, porém exigia um esforço menor na coleta de informações.

Portanto a empresa disponibilizou qual foi o meio de transporte utilizado, a quantidade dessas viagens e a distância percorrida.

Conforme foi sinalizado, esses deslocamentos foram feitos por automóveis, portanto foi necessário conhecer também o tipo e ano da frota dos veículos (automóvel a gasolina, 2019). Conforme a Figura 30 do Apêndice A.

Obtendo esses dados, a calculadora apresenta automaticamente o consumo mensal de combustível, e então as emissões geradas.

4.6.3.6 Deslocamento Casa-Trabalho

O cálculo de emissões do transporte de funcionários em seu deslocamento entre casa e trabalho, realizado em veículos particulares dos colaboradores, foi realizado de maneira similar ao relacionado às viagens de negócios.

A única diferença nessa categoria é que a distância solicitada é de uma viagem, e também foi preciso inserir a quantidade de dias trabalhados no ano. Conforme a Figura 28 e 29 do Apêndice A.

O cálculo e o resultado é realizado da mesma forma que o item anterior.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Escolha da calculadora

A partir da análise de outras pesquisas e contato com especialistas de sustentabilidade de empresas diversas, a calculadora escolhida foi a baseada pelo GHG Protocol criada pela Fundação Getúlio Vargas. A planilha completa pode ser encontrada no Anexo A.

5.2 Definição do limite organizacional

Para a escolha do limite organizacional, utilizou-se a abordagem de controlo, como citado na metodologia.

Pois, durante a entrevista, observou-se que a empresa estudada é responsável por todas as operações, portanto responde a 100% das emissões de GEE que controla.

5.3 Definição do limite operacional

Para a escolha dos limites operacionais, a executiva sênior optou pelos três escopos, para um cálculo mais preciso e transparente das emissões de GEE. Em seguida criou-se a tabela 3.

Tabela 3 – Atividades por escopo

Escopo	Categoría	Descrição
1	Combustão estacionária, móvel e fugitiva	Emissões fugitivas de ar condicionados e refrigeradores
2	Eletricidade (esc.compra)	Consumo anual de energia elétrica local para a fabricação dos produtos
3	Transporte & Distribuição	Transporte das matérias-primas do fornecedor até o local de fabricação Transporte do produto ao cliente
	Resíduos sólidos gerados	Resíduos gerados a partir da confecção dos cosméticos
	Efluentes gerados	Esgoto enviado pela rede de distribuição, ou seja, a quantidade de água que é consumida e não é retida durante a produção

Viagens a negócio	Viagens para a participação em feiras e congressos
Deslocamento casa-trabalho	Deslocamento dos dois funcionários de suas residências ao trabalho

Fonte: O Autor (2022).

5.4 Escolha do Ano Base

A partir da reunião com a executiva sênior decidiu-se fazer o inventário sobre o ano de 2021, pois a empresa tem poucos anos. E desde a fundação seu crescimento não está seguindo um padrão, portanto escolheu-se o ano mais próximo que tivesse todas as informações para inserção na calculadora.

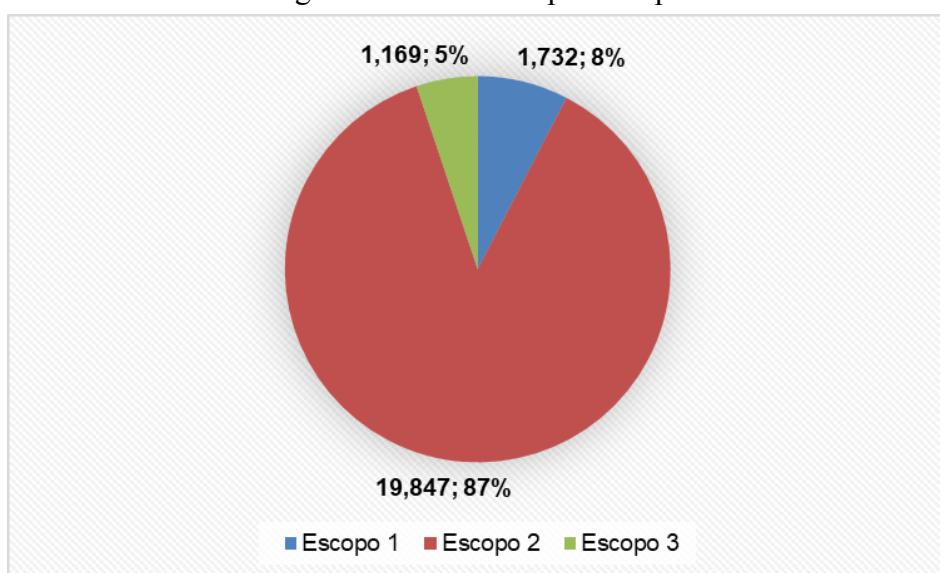
5.5 Coleta de Dados

Por fim, ficou a critério da inventariante a organização dos dados listados na metodologia e o contato com os fornecedores e prestadores de serviços.

5.6 Inventário

O total estimado de emissões de gases de efeito estufa decorrentes das atividades da empresa estudada no ano de 2021 foi de 22,748 tCO₂e. Conforme a Figura 15.

Figura 15 - Emissões por escopo



Fonte: O Autor (2023).

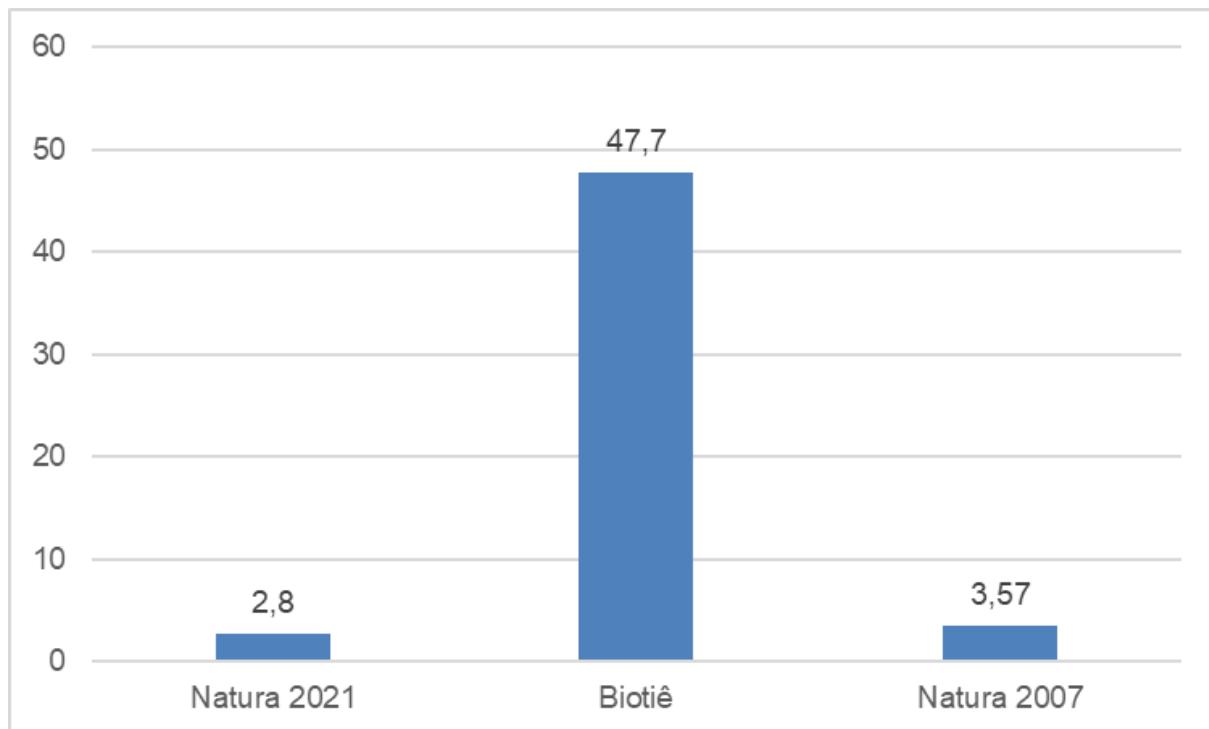
As emissões ocorreram 87% em decorrência do consumo de energia, escopo 2. Em seguida o escopo 1, com 8% causada pelos três ar condicionados. E por fim, os outros 5%, relacionados ao escopo 3, foram 4,75% oriundas do deslocamento casa - trabalho, 0,75% viagens a negócio e 0,5% transporte da matéria-prima.

O valor total das emissões de GEE é muito pequeno, quase não significativo, quando comparado com os inventários encontrados em outras pesquisas científicas de empresas do mesmo setor, em que os inventários apresentavam valores acima de centenas de milhares de toneladas.

Por isso, foi necessário avaliar o indicador de eficiência em carbono. Ele mede as emissões pela massa de produto faturado, incluindo o porte da empresa no cálculo.

Como apresentado na figura 16, comparou-se esse indicador da companhia estudada neste trabalho com a Natura, que possui forte participação no ramo de cosméticos.

Figura 16 - Emissões pela massa de produto faturado



Fonte: O Autor (2023).

Analizando esse índice é possível visualizar que as emissões de carbono são significativas, reforçando a importância de sua neutralização e mitigação, abordadas no seguinte item.

A eficiência em carbono da Biotiê é bem mais alta comparada à Natura, segundo o gráfico, mas isso é decorrente do cálculo ser feito em diferentes ferramentas e com diferentes premissas. Como o inventário de GEE é um assunto recente, não existem muitas exigências nas inserções dos dados, o que pode diferenciar bem o resultado final.

Além disso, a baixa produção da Biotiê em comparação com a Natura, que por ter uma grande escala, o divisor é bem maior e reduz significativamente o resultado.

O valor total obtido no inventário da Biotiê chamou a atenção, pois antes de realizar os cálculos, era esperado que o transporte de matéria-prima emitisse mais do que a própria produção. Porém com o resultado observou-se que o consumo energético foi o maior fator de emissão, como também dentre as emissões relacionadas ao deslocamento, o transporte casa-trabalho foi bem maior em relação a matéria-prima. E esse resultado é coerente quando analisamos a quantidade de dias que essas atividades são realizadas.

Além disso, quando calculou-se as emissões relacionadas ao deslocamento da matéria-prima, a carga transportada foi apenas a que era de posse da inventariante, e não do transporte como um todo. A escolha de utilizar o peso da carga apenas da inventariante foi um ponto que gerou dúvida, pois entrou-se em contato com empresas de grande escala que realizam esse cálculo com a carga total do transporte. Como a inventariante não utiliza o espaço total dos meios de transporte, por ser de porte menor, optou-se por utilizar a carga da matéria-prima. Além disso, a ferramenta GHG não apresenta nenhum direcionamento nesses casos.

Também foi desafiador calcular a distância do transporte marítimo, pois não existe uma rota única de um porto ao outro. Uma sugestão seria utilizar uma metodologia parecida do transporte aéreo, apenas inserir a cidade de partida e chegada, e a própria calculadora já faz o cálculo das distâncias, e consequentemente das emissões.

Outro ponto de atenção foi a quantidade de emissões do transporte aéreo em relação aos outros. O fator de emissão do transporte aéreo é muito maior que os outros meios de transporte. A tabela 4 comprova essa constatação.

Tabela 4 – Emissões por tipo de transporte

Tipo de transporte	Distância (km)	Emissões CO2e (t)
Aéreo	10730	0,07
Hidroviário	236060	0,03
Rodoviário	13730	0,01

Fonte: O Autor (2023).

Por fim, encontrou-se dificuldade no entendimento do cálculo das emissões do escopo 1, pois as informações solicitadas não são de fácil obtenção, foi preciso uma pesquisa de diversas fontes. Ademais, não fica tão detalhado o significado de capacidade em kg, acho que deveria ter um descritivo do significado e de onde obter a informação. Em todos os dados solicitados seria interessante o direcionamento de obtenção, evitando dados não confiáveis e disparidades de resultados de diferentes empresas.

Por fim, por ser um assunto muito recente, existem poucas publicações. Isso dificultou a realização do inventário em empresas desse setor e desse porte, pois não haviam nenhum exemplo que auxiliasse no fim das dúvidas.

5.7 Plano de mitigação e compensação

A partir das análises do inventário, foi possível observar que a maior atividade emissora de GEE é o consumo de energia (86%).

Portanto, a primeira ação para o plano é a que mais teria impacto positivo no total de emissões. Por isso, pensou-se na geração de energia de uma matriz que não emitisse gases, que fosse controlável pela própria empresa, e que mesmo se fosse de alto investimento, tivesse um retorno do investimento.

A matriz energética que se encaixa nesse perfil é a microgeração de energia solar, que poderia ser feita no próprio local de produção.

Para isso, contactou-se uma empresa fornecedora A desse serviço no município da inventariante.

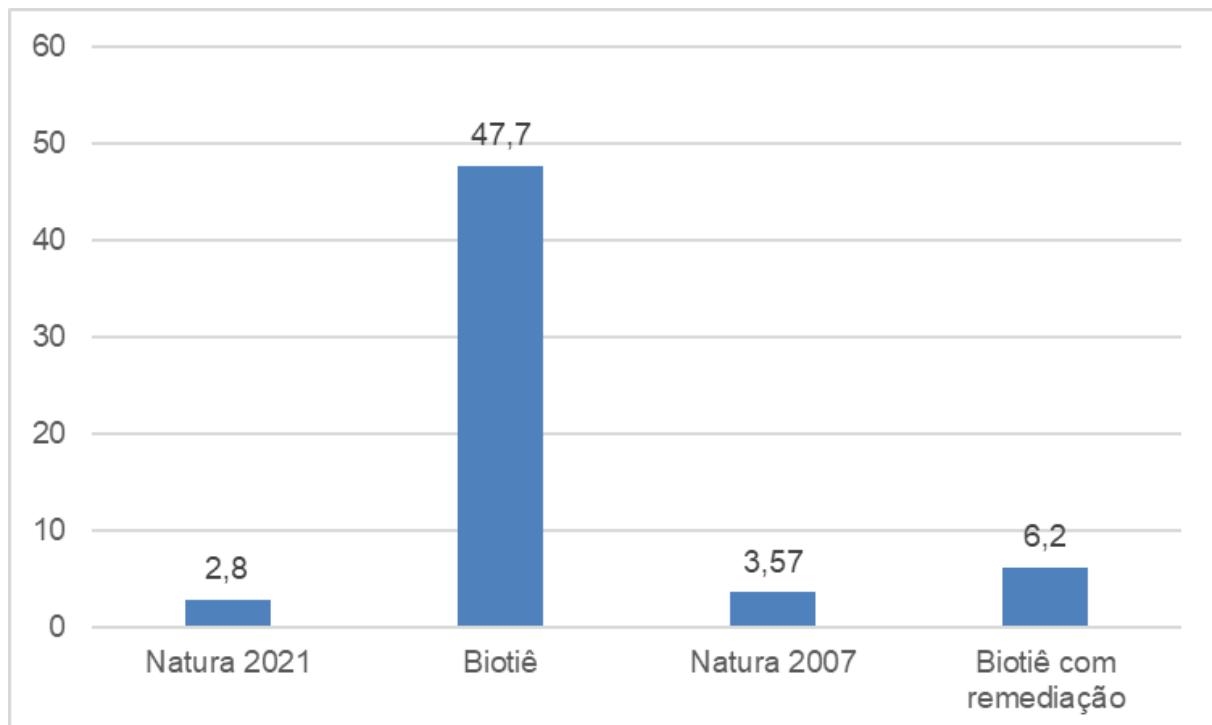
A companhia tem como etapas do projetos:

- A energia é gerada através da luz do sol que é convertida pelo inversor dentro dos módulos.
- A energia não consumida é inserida na distribuição para outros locais.
- Com essa inserção, o usuário recebe créditos energéticos.
- É possível usar esses créditos em até cinco anos.

O custo total desse projeto é de R\$ 20.254,62.

Se a implementação ocorrer, considerando que as emissões geradas pelo consumo de energia zeraram, o índice de eficiência energética seria de 2,65, conforme a figura 17.

Figura 17 - Emissões pela massa de produto faturado



Fonte: O Autor (2023).

Pode-se observar que apenas com essa medida mitigadora, a empresa já reduziria em 41,5% e se aproxima da concorrente, evidenciando a importância dessa ação.

Olhando para a segunda maior fonte de emissões são as fugitivas oriundas de ar condicionado. Nesse caso, não encontramos nenhuma substituição possível que reduza as emissões. Seria o caso de um estudo mais aprofundado das novas tecnologias.

A terceira maior emissão ocorre pelos transportes dos funcionários casa-trabalho, que é realizado por automóveis a gasolina, que poderiam ser substituídos por movidos a etanol ou híbridos, que emitem menos gases de efeito estufa.

Outra alternativa que não gera nenhum gás é a utilização de bicicletas. Porém, essa alternativa deve levar outros tópicos em consideração como a segurança dos funcionários durante o deslocamento.

Como essa atividade de mitigação é de menor impacto nas emissões seria interessante concentrar-se na implantação de painéis solares.

As duas propostas foram apresentadas para executiva sênior. A primeira exige um capital muito alto, no momento não é possível implementá-la, mas está sendo planejada para o futuro. A segunda não gera um resultado tão significativo e tem alto investimento.

Portanto, optou-se temporariamente pela compensação das emissões.

A fim de obter uma cadeia de produção carbono neutra, é preciso compensar as emissões que ainda não foram mitigadas.

Para isso, contactou-se o projeto Planta Mais, que realiza o plantio de árvores de acordo com as emissões da companhia que contrata seus serviços. Além disso, o projeto disponibiliza o acompanhamento do crescimento das mudas que a inventariante adquiriu pelo período de 2 anos.

Foi ressaltado com a Biotiê que será uma medida temporária devido a falta de aceitação por parte da Comissão Europeia apresentada na legislação que entrou em vigor em março de 2023.

6 CONCLUSÃO

Esse trabalho abordou a importância da execução do inventário de gases de efeito estufa como instrumento principal e inicial para implementação de ações visando a mitigação das mudanças climáticas, que já tem afetado a população global e com previsões mais catastróficas.

Ademais, foi possível entender o papel fundamental do setor industrial, aplicando ações viáveis, como mudança da matriz energética, reflorestamento e utilização de diferentes meios de transportes. Ademais, foi evidenciado a maneira como as políticas sustentáveis são um fator relevante para os consumidores.

O objetivo deste estudo de caso em amadurecer o tema de sustentabilidade na Biotiê através da realização do inventário e proposição do plano de mitigação e compensação das emissões foi atingido, pois além da realização dos mesmos, foi apresentado a relevância que esse instrumento possui como elemento competitivo e como é possível atuar da mesma maneira que grandes empresas do ramo.

Através do inventário observou-se que a principal emissão de GEE é oriunda do consumo de energia elétrica, sendo mitigada pela instalação de painéis fotovoltaicos.

Em terceira maior geração foi a utilização de transportes, que pode ser reduzida através da utilização de carros híbridos e flex e substituição de aviões, por opções menos poluentes.

Ademais, identificou-se que a neutralização é uma estratégia de mitigação das emissões eficaz e sendo a de menor custo, escolhida temporariamente pela inventariante, em decorrência da falta de aceitação dessa alternativa pela Comissão Europeia.

Observou-se que mesmo a Biotiê ser uma empresa de porte pequeno, ter controle de suas embalagens, utilizar de matéria-prima natural, ter iniciativas sustentáveis e ser cruelty-free, não garantiu a baixa eficiência de carbono, evidenciando a importância do plano e do inventário. Além disso, olhando para a sustentabilidade, com essas práticas, a inventariante se enquadra no mesmo patamar que as empresas mais conhecidas no ramo e se aproxima da neutralidade em carbono, objetivo da inventariada.

Apesar da ferramenta do GHG Protocol ser a mais conhecida e utilizada no mundo, para a empresa em questão, as instruções da planilha deveriam direcionar os apontamentos de acordo com o porte da empresa, evidenciando, por exemplo, a quantidade de peso que deve

ser inserida no setor de transporte de matéria quando o meio de transporte é utilizado por mais de uma empresa, e outras dúvidas que foram identificadas.

Outro fator que com o avanço das discussões do assunto ocorrerá evolução da bibliografia disponível, facilitando o entendimento da coleta de dados para a calculadora e melhorando a precisão do inventário.

Possíveis melhorias a serem aplicadas em projetos de continuação desse estudo, seria uma possível certificação do inventário e das ações de mitigação, garantindo a precisão dos resultados e da execução das mesmas. Ademais, essas certificações serão exigidas devido ao aumento da rigidez das legislações voltadas para mudanças climáticas.

Por fim, esse trabalho foi extremamente agregador na minha formação como Engenheira Ambiental, pois foi de um assunto não visto com tanta profundidade e que tem sido cada vez mais exigido no mercado de trabalho, sendo já aplicado na minha trajetória profissional.

REFERÊNCIAS

ABIHPEC, Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos. **Caderno de Tendências 2019-2020.** ABIHPEC, [S. l.], p. 01-106, 3 set. 2018. Disponível em: <https://abihpec.org.br/publicacao/caderno-de-tendencias-2019-2020/>. Acesso em: 9 ago. 2023.

ALBUQUERQUE, Thaynara Pereira. **Importantes Marcos Frente às Mudanças Climáticas.** [S. l.], 14 abr. 2022. Disponível em: <https://matanativa.com.br/importantes-marcos-frente-as-mudancas-climaticas/>. Acesso em: 1 maio 2023.

BRIANEZI, Daniel.; JACOVINE, Laércio Antônio Gonçalves; SOARES, Carlos Pedro Boechat; GONÇALVES, Wantuelfer; ROCHA, Samuel José Silva Soares. **Balanço de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa no Campus da Universidade Federal de Viçosa.** Floresta e Ambiente. v. 21, 2014.

COMISSÃO EUROPEIA. **Company GHG Emissions Reporting: a Study on Methods and Initiatives.** Environmental Resources Management, 2010.

ESTAÇÃO de Tratamento de Esgoto (ETE). In: SAAE (São Carlos, SP, Brasil). Serviço Autônomo de Água e Esgoto de São Carlos. Estação de Tratamento de Esgoto (ETE). [S. l.], S.D. 2015. Disponível em: <https://www.saaesaocarlos.com.br/saaesc/index.php/esgoto/e-t-e-s>. Acesso em: 14 mar. 2023.

GOVERNO FEDERAL (Brasil). Ministério do Meio Ambiente. **Política Nacional sobre Mudança do Clima.** [S. l.], 2014. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/clima/politica-nacional-sobre-mudanca-do-clima.html#:~:text=A%20Pol%C3%ADtica%20Nacional%20sobre%20Mudan%C3%A7a,das%20emiss%C3%B5es%20projetadas%20at%C3%A9%202020>. Acesso em: 11 jan. 2022.

GRANTTHORTON (Brasil). GrantThornton. **Sustentabilidade e o clima.** [S. l.], 2023. Disponível em: <https://www.grantthornton.com.br/insights/artigos-e-publicacoes/sustentabilidade-e-o-clima/>. Acesso em: 25 maio 2023.

Lefale P.F. 2002. **The vulnerability of Pacific Islands to climate change.** Pacific Ecologist, 1:19-22.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES (Brasil). Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **Resultados do Inventário Nacional de Emissões de Gases de Efeito Estufa Por Unidade Federativa.** [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/arquivos/LIVRORESULTADOINVENTARIO30062021WEB.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2023.

ONU (Brasil). Nações Unidas. **COP27: o que você precisa saber sobre a Conferência do Clima da ONU.** [S. l.], 2 nov. 2022. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/205789-cop27-o-que-voc%C3%AA-precisa-saber-sobre-confer%C3%A3o-do-clima-da-onu>. Acesso em: 10 maio 2023.

SANTANA, MARCELO DA SILVA. **GESTÃO AMBIENTAL: Análise das Práticas Adotadas por Empresas do Setor de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos.** Orientador: Sibelly Resch. 2021. TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (BACHAREL) - Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, [S. l.], 2021. Disponível em: https://repositorio.ufms.br/bitstream/123456789/4721/1/Marcelo%20Santana_vers%C3%A3o%20final%20p%C3%b3s-banca.pdf. Acesso em: 8 fev. 2023.

SANTOS, J. O.; ANDRADE, J. C. S.; MARINHO, M. M. O; NOYOLA, A.; GUERECA, L. P. **Greenhouse gas inventory of a state water and wastewater utility in Northeast Brazil.** Journal of Cleaner Production, 2015.

SANTOS, Jamile Oliveira. **Inventário das emissões de gases de Efeito Estufa (GEE) na Embrasa: oportunidades para o aprimoramento da gestão das emissões.** 2015. 162 f. Tese (Doutorado em Engenharia Industrial) - Universidade Federal da Bahia (UFBA), Salvador, BA, 2015.

SILVA Robson Willians Costa; PAULA Beatris Lima. **Causa do aquecimento global: antropogênica versus natural.** Terræ Didatica, v. 5, p. 42-49, 2009.

TOZZETTI, Rafael Brendli. **3 temas que interessam ao Brasil na COP27.** [S. l.], 27 out. 2022. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/3-temas-prioridades-brasil-cop27#:~:text=O%20Brasil%20chega%20nesta%20COP27,neutralidade%20de%20carbono%20at%C3%A9%202050>. Acesso em: 24 maio 2023.

U.S. Global Change Research Program. **Esquema do efeito estufa na Terra.** 1 jan. 2013. Fotografia. Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Esquema-do-efeito-estufa-na-Terra-Fonte-adaptado-de-Efeito-Estufa-US-Global_fig1_266374402. Acesso em: 15 dez. 2022.

WAYCARBON (Brasil). WayCarbon. **Como elaborar Inventários de GEE: o passo a passo.** [S. l.], 5 ago. 2016. Disponível em: <https://blog.waycarbon.com/2016/08/elaboracao-de-inventarios-gee/>. Acesso em: 15 jul. 2021.

APÊNDICE A – Partes da calculadora GHG Protocol com o inventário

Figura 18 - Resumo de todas as emissões da Biotiê

Resumo das emissões totais de GEE: Biotiê				Ano do inventário: 2021			
Emissões consolidadas, por tipo de GEE e escopos							
GEE (t)	Emissões em toneladas métricas, por tipo de GEE			Emissões em toneladas métricas de CO ₂ equivalente (tCO ₂ e)			
	Escopo 1	Escopo 2 (abordagem por "localização")	Escopo 2 (abordagem por "escolha de compra")	Escopo 3	Escopo 1	Escopo 2 (abordagem por "localização")	Escopo 2 (abordagem por "escolha de compra")
CO ₂	-	19,847	-	1,271	-	19,847	-
CH ₄	-	-	-	-	-	-	-
N ₂ O	-	-	-	-	-	-	-
HFCs	-			-	-	-	-
PFCs	-			-	-	-	-
SF ₆	-			-	-	-	-
NF ₃	-			-	-	-	-
Total						19,847	1,271

Fonte: Adaptado de FGV, 2022.

Figura 19 - Resumo das emissões do Escopo 3 da Biotiê, primeiras categorias

Emissões de Escopo 3							
	Categoria 1 Bens e serviços comprados	Categoria 2 Bens de capital	Categoria 3 Atividades relacionadas com combustível e energia não inclusas nos Escopos 1 e 2	Categoria 4 Transporte e distribuição (upstream)	Categoria 5 Resíduos gerados nas operações	Categoria 6 Viagens a negócios	Categoria 7 Deslocamento de funcionários (casa-trabalho)
CO ₂ (t)	-	-	-	0,11	-	0,16	1,00
CH ₄ (t)	-	-	-	-	-	-	-
N ₂ O (t)	-	-	-	-	-	-	-
HFC (t)	-	-	-				-
PFC (t)	-	-	-				-
SF ₆ (t)	-	-	-				-
NF ₃ (t)	-	-	-				-
CO ₂ e (t)	-	-	-	0,11	-	0,16	1,00
Emissões de CO ₂ biogênico (t)	-	-	-	0,00	-	0,04	0,26
Remoções de CO ₂ biogênico (t)	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Adaptado de FGV, 2022.

Figura 20 - Resumo das emissões do Escopo 3 da Biotiê, primeiras categorias

	Categoria 9 Transporte e distribuição (downstream)	Categoria 10 Processamento de produtos vendidos	Categoria 11 Uso de bens e serviços vendidos	Categoria 12 Tratamento de fim de vida dos produtos vendidos	Categoria 13 Bens arrendados (a organização como arrendadora)	Categoria 14 Franquias	Categoria 15 Investimentos	Emissões de Escopo 3 não classificáveis nas categorias 1 a 15	Total de emissões Escopo 3
CO ₂ (t)	-	-	-	-	-	-	-	-	1,27
CH ₄ (t)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N ₂ O (t)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HFC (t)			-	-	-	-	-	-	-
PFC (t)			-	-	-	-	-	-	-
SF ₆ (t)			-	-	-	-	-	-	-
NF ₃ (t)			-	-	-	-	-	-	-
CO ₂ e (t)	-	-	-	-	-	-	-	-	1,27
Emissões de CO ₂ biogênico (t)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,30
Remoções de CO ₂ biogênico (t)	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Adaptado de FGV, 2022.

Figura 21 - Resumo das Emissões do Escopo 2 da Biotiê

Emissões de Escopo 2							
	Abordagem baseada em localização			Total de emissões Escopo 2 (abordagem de localização)	Abordagem baseada em escolha de compra		
	Eletricidade (abordagem de localização)	Perdas por transmissão e distribuição (abordagem de localização)	Compra de energia térmica		Energia elétrica (abordagem de escolha de compra)	Perdas por transmissão e distribuição (abordagem de localização)	Compra de energia térmica
CO ₂ (t)	19,85	-	-	19,85	-	-	-
CH ₄ (t)	-	-	-	-	-	-	-
N ₂ O (t)	-	-	-	-	-	-	-
HFC (t)							
PFC (t)							
SF ₆ (t)							
NF ₃ (t)							
CO ₂ e (t)	19,847	-	-	19,847	-	-	-
Emissões de CO ₂ biogênico (t)	-	-	-	-	-	-	-
Remoções CO ₂ biogênico (t)							

Fonte: Adaptado de FGV, 2022.

Figura 22 - Dados de transporte rodoviário da matéria-prima

Registro da frota	Descrição da frota	Tipo de veículo	Distância percorrida (km)	Carga transportada (tonelada)
Frota-12H	Caminhões-Unidade NT	Caminhão - rígido (acima de 17 toneladas)	500	20,00
EMBACAPS	Caminhão - caminhão (média)		2.672,00	0,01
AGROPALMA	Caminhão - caminhão (média)		5.380,00	0,01
AGROPALMA	Caminhão - caminhão (média)		400,00	0,01
TERRAMATER	Caminhão - caminhão (média)		1.210,00	0,01
TERRAMATER	Caminhão - caminhão (média)		478,00	0,01
Biovital	Caminhão - caminhão (média)		500,00	0,01
Ely martins	Caminhão - caminhão (média)		242,00	0,01
Ferquima	Caminhão - caminhão (média)		474,00	0,01
MAPRIC	Caminhão - caminhão (média)		504,00	0,01
Hallstar	Caminhão - caminhão (média)		622,00	0,01
Hallstar	Caminhão - caminhão (média)		320,00	0,01
Symbios	Caminhão - caminhão (média)		622,00	0,01
Synthite	Caminhão - caminhão (média)		306,00	0,01

Fonte: Adaptado de FGV, 2022.

Figura 23 - Dados de transporte hidroviário da matéria-prima

Registro da embarcação	Tipo de navio	Subtipo	Tamanho	Distância percorrida (km)	Carga transportada (tonelada)
Navio-Blue Ocean	Navio cargueiro	Navio graneleiro	60.000 a 99.333 dwt	1.500	1.000
EMBACAPS	Navio cargueiro	Navio porta containers	Média	21.706,00	0,01
Beraca	Navio cargueiro	Navio porta containers	Média	21.706,00	0,01
Synthithe	Navio cargueiro	Navio porta containers	Média	29.550,00	0,01
Symbios	Navio cargueiro	Navio porta containers	Média	33.264,00	0,01
Silver Citrate	Navio cargueiro	Navio porta containers	Média	15.700,00	0,01
Inolex	Navio cargueiro	Navio porta containers	Média	22.000,00	0,01
Hallstar	Navio cargueiro	Navio porta containers	Média	18.138,00	0,01
Mapric Suíça	Navio cargueiro	Navio porta containers	Média	18.086,00	0,01
Mapric Tailândia	Navio cargueiro	Navio porta containers	Média	34.204,00	0,01
Sarfam	Navio cargueiro	Navio porta containers	Média	21.706,00	0,01

Fonte: Adaptado de FGV, 2022.

Figura 24 - Dados de transporte aéreo da matéria-prima

Registro da viagem	Partida	O aeroporto de partida é válido?	Chegada	O aeroporto de chegada é válido?	Distância do trecho (km)	Carga transportada (tonelada)
PRessessa	GIG	SIM	GRU	SIM	337	20
AMAZONOL	Belém	SIM	VCP	SIM	2.407	0,01
	chicago	SIM	vcp	SIM	8.323	0,01

Fonte: Adaptado de FGV, 2022.

Figura 25 - Dados sobre a composição dos resíduos

Composição do resíduo	Ano	2021
A - Papéis/papelão	A / Total [%]	34,7%
B - Resíduos têxteis	B / Total [%]	0,0%
C - Resíduos alimentares	C / Total [%]	28,0%
D - Madeira	D / Total [%]	0,0%
E - Resíduos de jardim e parque	E / Total [%]	0,0%
F - Fraldas	F / Total [%]	0,0%
G - Borracha e couro	G / Total [%]	0,0%
H - Lodo de esgoto	H / Total [%]	0,0%
Outros materiais inertes	[%]	37,32%
DOC - Carbono Orgânico Degradável no ano	[tC/tMSW]	0,18072

Fonte: Adaptado de FGV, 2022.

Figura 26 - Dados sobre o município do aterro e os resíduos da Biotiê

Passo 1. Dados do local de disposição final dos resíduos

Estado (UF): SP
Município: São Carlos

Características climáticas do local de disposição do resíduo

Temperatura anual média [°C]:

20,6

Precipitação anual [mm/ano]:

1.518

Potencial de evapotranspiração [mm/ano]:

-

Referência: INMET, 2018.

Passo 2. Dados de atividade da organização inventariante

Preencha com a quantidade de resíduos aterrada, para o ano inventariado.

Quantidade de resíduos enviados ao aterro no ano	Ano	2021
	[t/ano]	0,27

Fonte: Adaptado de FGV, 2022.

Figura 27 - Dados sobre o aterro sanitário

Ano	2021
Classificação para cada ano (A, B, C, D ou E)	D
Fator de correção de metano (MCF)	1
Fator de oxidação (OX)	0,1

Concentração do Biogás

Fração de CH ₄ no biogás	
-------------------------------------	--

Entre com o dado, entre 0 e 1. Sendo que 1 corresponde a um biogás com 100% de metano (CH₄). Caso não possua este dado, deixe em branco. Será adotado o default do IPCC (2006), que é igual a 0,5.

Passo 5. Recuperação de CH₄

Há a recuperação de metano (CH₄) no aterro onde é depositado o resíduo?

Existe recuperação de metano no aterro em que foram depositados os resíduos?	Sim
--	-----

*CH₄ Recuperado - Metano gerado e que é recuperado, ou seja não é emitido, é queimado em um queimador ("flare") ou utilizado para geração de energia (eletricidade, calor, etc). Esta ferramenta considera, neste caso, que todo o metano gerado a no será recuperado.

Independentemente da utilização do metano recuperado (queima em flare ou geração de energia) considera-se que o mesmo se transforma em CO₂ biogênico.

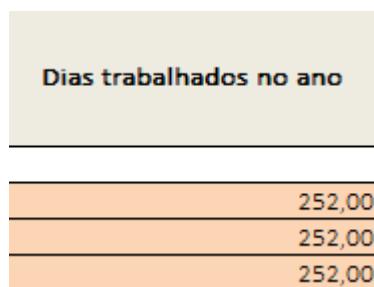
Fonte: Adaptado de FGV, 2022.

Figura 28 - Dados sobre o transporte casa-trabalho

Registro do colaborador	Descrição do percurso	Tipo da frota de veículos	Ano da frota	Distância média / dia (km)
Colaborador 1	Empresa ao bairro residencial Flora	Motocicleta flex a etanol	2011	20
Renata Fabiane Jorge Tiossi		Automóvel a gasolina	2019	12
Giovana Maria Albertim		Automóvel a gasolina	2019	8
Camila Apréia		Automóvel a gasolina	2019	7

Fonte: Adaptado de FGV, 2022.

Figura 29 - Dias de trabalho em um ano para o deslocamento casa-trabalho



Fonte: Adaptado de FGV, 2022.

Figura 30 - Dados sobre viagens a negócios

Registro da frota	Descrição do passageiro	Tipo da frota de veículos	Ano da frota
GNA-002	Gerente de Meio Ambiente	Motocicleta flex a etanol	2014
Feira Jardim secreto e MBNE		Automóvel a gasolina	2019
Feira coletivo		Automóvel a gasolina	2019
Feira da fábrica		Automóvel a gasolina	2019
Beathy fair		Automóvel a gasolina	2019
Feira vegana		Automóvel a gasolina	2019

Fonte: Adaptado de FGV, 2022.

Figura 31 - Quilometragem de cada viagem de negócio

mai	jun	jul	ago	set	out	nov
20.000	30.000	24.000	300	2.500	28.000	1.000
476,00		39,00				
			106,00		234,00	
						234,00

Fonte: Adaptado de FGV, 2022.

Figura 32 - Dados da rota tecnológica do tratamento dos efluentes

Passo 1. Tratamentos sequenciais aplicados aos efluentes

São aplicados, sequencialmente, dois tipos de tratamentos anaeróbicos ao efluente gerado?	<input checked="" type="checkbox"/> Não
- Caso exista tratamento anaeróbico sequencial, preencha os Passos 1 a 5 e também os Passos 6 a 9.	

Passo 2. Dados da geração de efluentes líquidos

Quantidade de efluente líquido gerada no ano do inventário	2,73	[m ³ /ano]
--	------	-----------------------

Passo 3. Dados da composição orgânica do efluente

- Preencha os dados relativos à carga orgânica degradável do efluente.
- Escolha se a unidade do dado é DBO (Demanda Biológica de Oxigênio) ou DQO (Demanda Bioquímica de Oxigênio).

Componente orgânico degradável do efluente	Unidade
0,35	[kgDBO/m ³]

Fonte: Adaptado de FGV, 2022.

Figura 33 - Dados do tratamento dos efluentes

Quantidade de nitrogênio no efluente gerado	0,05	[kgN/m ³]
Fator de emissão de N _O pela descarga de efluente	-	[kgN,O-N/kgN]
Nitrogênio removido com o lodo no ano do inventário		[kgN/ano]

Passo 4. Tipo de tratamento aplicado ao efluente

Escolha o tipo de tratamento aplicado ao efluente	Reator anaeróbio
Fator de conversão de metano (MCF ⁻¹)	0,8

Passo 5. Recuperação de CH₄

- Se houver, preencha a quantidade de metano (CH₄) recuperado* no tratamento de efluentes, no ano inventariado.

Quantidade de CH ₄ recuperada do tratamento	[tCH ₄ /ano]	-
--	-------------------------	---

*Metano Recuperado - Metano gerado que é recuperado, ou seja não é emitido, e queimado em um queimador ("flare") ou utilizado para geração de energia (eletricidade, calor, etc.) Independente da utilização do metano recuperado (queima em flare ou geração de energia) considera-se que após a queima todo CH₄ se transforma em CO₂ biogênico, oriundo do biogás.

Fonte: Adaptado de FGV, 2022.

ANEXO A – Calculadora completa GHG Protocol

Link de acesso da planilha GHG Protocol usada com calculadora no trabalho:

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1pGU2S2AkTkvCCYY2XhWDbmFHCrhTYzIT/edit?usp=sharing&ouid=108865349466084515834&rtpof=true&sd=true>