

Trabalho de Formatura

Curso de Graduação em Engenharia Ambiental

Proposta de indicadores de desempenho ambiental para empreendimento do transporte rodoviário de carga

Daniel Clemente Ferro

Prof. Dr. Marcus Cesar Avezum Alves de Castro

Rio Claro (SP)

2023

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Câmpus de Rio Claro

DANIEL CLEMENTE FERRO

PROPOSTA DE INDICADORES DE DESEMPENHO
AMBIENTAL PARA EMPREENDIMENTO DO TRANSPORTE
RODOVIÁRIO DE CARGA

Trabalho de Formatura apresentado ao Instituto
de Geociências e Ciências Exatas - Câmpus de
Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista
Júlio de Mesquita Filho, para obtenção do grau
de Engenheiro Ambiental.

Rio Claro - SP
2023

F395p

Ferro, Daniel Clemente

Proposta de indicadores de desempenho ambiental para
empreendimento do transporte rodoviário de carga / Daniel Clemente

Ferro. -- Rio Claro, 2023

43 f. : il., tabs., fotos

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia
Ambiental) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de
Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro

Orientador: Marcus Cesar Avezum Alves de Castro

1. Indicadores ambientais. 2. Transporte rodoviário de cargas. 3.
Sistema de gestão ambiental. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de
Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

DANIEL CLEMENTE FERRO

PROPOSTA DE INDICADORES DE DESEMPENHO AMBIENTAL PARA EMPREENDIMENTO DO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGA

Trabalho de Formatura apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas - Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para obtenção do grau de Engenheiro Ambiental.

Comissão Examinadora

Marcus Cesar Avezum Alves de Castro (orientador)

Jacqueline Zanin Lima

Vânia Silvia Rosolen

Rio Claro, 06 de julho de 2023.

DocuSigned por:
Daniel Clemente Ferro
F720386CEF32455...

Assinatura do aluno

Documento assinado digitalmente
gov.br MARCUS CESAR AVEZUM ALVES DE CASTR
Data: 24/07/2023 12:14:14-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do orientador

RESUMO

O modal rodoviário é fundamental para o sistema logístico do Brasil, movimentando mais da metade das cargas transportadas em território nacional e gerando continuamente vagas de emprego no setor (CNT – Confederação Nacional do Transporte). Em oposição a isto, os impactos ambientais gerados por este setor do transporte ganham cada vez mais atenção e preocupação por parte da população mundial. O estudo apresenta uma proposta para definição de indicadores de desempenho ambiental em uma organização do ramo de transporte rodoviário de cargas. Foram identificados os aspectos ambientais através da análise da matriz de atividades desenvolvida na organização para a posterior definição dos principais impactos associados as atividades utilizando-se uma adaptação da tabela de Levantamento de Aspectos e Impactos Ambientais (LAIA). Os principais aspectos ambientais identificados foram as emissões de gases do efeito estufa, geração de efluentes líquidos, emissão de ruídos, consumo de recursos naturais, geração de resíduos sólidos, líquidos e contaminantes, os quais foram monitorados e utilizados como parâmetros para definição dos indicadores de desempenho ambiental das operações em questão. Para a quantificação das emissões de gases do efeito estufa utilizou-se a metodologia do Programa Brasileiro GHG Protocol. Em seguida, foram propostos indicadores para acompanhar o desempenho ambiental da organização. Os indicadores obtidos pelo presente estudo mostram que o empreendimento analisado emite 2.834,41 tCO₂e/ano e que consome em média 0,864 litros de água por km rodado e 0,0027 kWh por km rodado pela frota. Os resultados demonstrados permitem à empresa analisar e otimizar o uso dos recursos naturais, gerir adequadamente os aspectos e impactos ambientais e agregar valor aos seus serviços.

Palavras chave: Gestão ambiental. Sustentabilidade. Monitoramento. Aspectos e impactos ambientais. Gases de efeito estufa. GHG Protocol. Objetivos do desenvolvimento sustentável.

ABSTRACT

The road modal is fundamental for Brazil's logistics system, moving more than half of the cargo transported in the national territory and continuously generating job openings in the sector (CNT – Confederação Nacional do Transporte). In contrast to this, the environmental impacts generated by this transport sector are gaining more and more attention and concern from the world's population. The study presents a proposal for defining environmental performance indicators in an organization in the field of road freight transport. The environmental aspects were identified through the analysis of the matrix of activities developed in the organization for the subsequent definition of the main impacts associated with the activities using an adaptation of the Survey of Environmental Aspects and Impacts table (LAIA). The main environmental aspects identified were greenhouse gas emissions, generation of liquid effluents, noise emissions, consumption of natural resources, generation of solid and liquid waste and contaminants, which were monitored and used as parameters for defining the indicators of environmental performance of the operations in question. To quantify greenhouse gas emissions, the methodology of the Brazilian GHG Protocol Program was used. Next, indicators were proposed to monitor the organization's environmental performance. The indicators obtained by the present study show that the analyzed enterprise emits 2,834.41 tCO₂e/year and consumes an average of 0.864 liters of water per km driven and 0.0027 kWh per km driven by the fleet. The demonstrated results allow the company to analyze and optimize the use of natural resources, adequately manage environmental aspects and impacts and add value to its services.

Keywords: Environmental management. Sustainability. Monitoring. Environmental aspects and impacts. Greenhouse gases. GHG Protocol. Sustainable development goals.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Emissão específica de CO ₂ por modo de transporte de carga no Brasil.....	8
Figura 2: Distribuição percentual dos modais de transporte de carga no Brasil.....	11
Figura 3: Etapas para implementação do sistema de gestão ambiental.....	14
Figura 4: Fluxograma da metodologia do estudo.....	22
Figura 5: Areia contaminada com óleos, graxas e resíduos sólidos gerada durante as lavagens de veículos.....	25
Figura 6: Caixa separadora de água e óleo conectada ao sistema de limpeza de peças e equipamentos	26
Figura 7: Filtros de óleo lubrificante utilizados e armazenados em barris.....	26
Figura 8: Pneus armazenados.....	27
Figura 9: Impactos ambientais relacionados às empresas do setor de transportes.....	27
Figura 10: Emissões relacionadas ao deslocamento de veículos em empreendimento genérico do setor de transportes, em toneladas de CO ₂ equivalente (tCO ₂ e)	34
Figura 11: Emissões relacionadas ao deslocamento de veículos em empreendimento genérico do setor de transportes, em toneladas de CO ₂ equivalente (tCO ₂ e)	34
Figura 12: Emissões relacionadas ao deslocamento de veículos em empreendimento genérico do setor de transportes, em toneladas de CO ₂ equivalente (tCO ₂ e)	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Legenda e escala numérica da tabela de relevância dos impactos ambientais	17
Tabela 2: Modelo de aplicação da tabela de relevância de impactos ambientais em uma atividade genérica	18
Tabela 3: Tabela de relevância de impactos ambientais.....	24
Tabela 4 Dados adquiridos para confecção de indicadores de desempenho ambiental.....	29
Tabela 5: Indicadores de desempenho ambiental baseados em distância percorrida pela frota, em quilômetros (km).....	29
Tabela 6: Indicadores de desempenho ambiental baseados no consumo de combustíveis, em litros (l).....	30
Tabela 7: Indicadores de desempenho ambiental baseados em número de pedidos executados pelo empreendimento.....	30
Tabela 8: Emissões de gases do efeito estufa do Escopo 1 pelo empreendimento estudado separadas por categoria, em toneladas de CO2 equivalente (tCO2e)	31
Tabela 9: Emissões de gases do efeito estufa de Escopo 2 pelo empreendimento estudado separadas por categoria, em toneladas de CO2 equivalente (tCO2e)	32
Tabela 10: Emissões de gases do efeito estufa pelo empreendimento estudado separadas por tipo de gás e escopos de classificação.....	33
Tabela 11: Emissões de gases do efeito estufa pelo empreendimento estudado, em toneladas de CO2 equivalente (tCO2e)	33
Tabela 12: Comparativo das emissões de gases do efeito estufa relacionadas ao deslocamento de veículos entre empreendimentos do setor de transporte rodoviário, em toneladas de CO2 equivalente por veículo (tCO2e/veículo)	35

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	8
2	OBJETIVOS.....	10
	2.1 Objetivos gerais.....	10
	2.2 Objetivos específicos.....	10
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
	3.1 Setor de transporte rodoviário.....	11
	3.2 Sistema de gestão ambiental.....	12
	3.3. Impactos ambientais associados ao setor.....	13
	3.4. Indicadores de desempenho ambiental.....	14
4	METODOLOGIA.....	16
	4.1 Levantamento bibliográfico.....	16
	4.2 Desenvolvimento do método para identificação dos aspectos ambientais.....	16
	4.3 Valoração dos impactos ambientais.....	17
	4.4 Proposição de indicadores de desempenho ambiental.....	18
	4.5 Inventário de gases do efeito estufa.....	19
	4.6 Fluxograma da metodologia.....	22
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
	5.1 Relevância dos impactos ambientais.....	23
	5.2 Indicadores de desempenho ambiental.....	29
	5.3 Inventário de Gases do Efeito Estufa.....	31
6	CONCLUSÃO.....	37
	REFERÊNCIAS.....	38

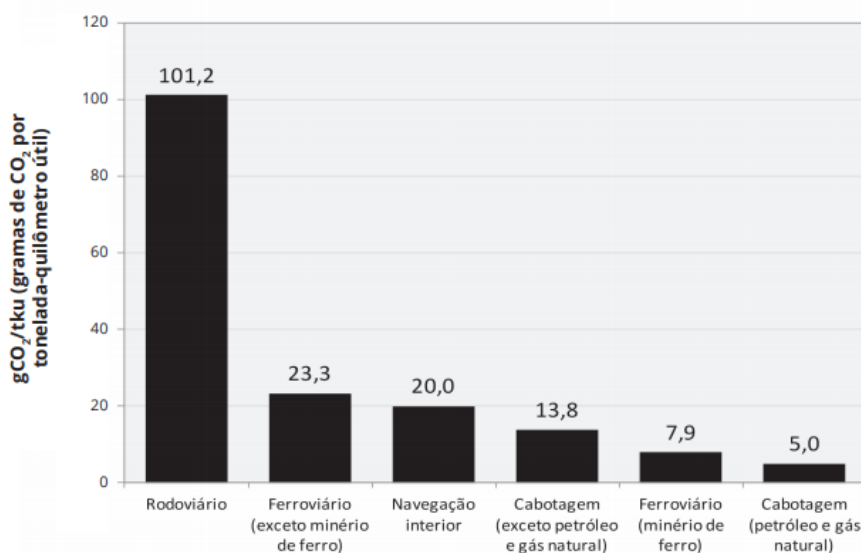
1. INTRODUÇÃO

O transporte rodoviário atualmente é responsável por movimentar cerca de 60% de todas as cargas transportadas dentro do país. O setor representa aproximadamente 6% do PIB nacional com um saldo de contratações de 50 mil novas vagas de emprego em 2021 (CNT – Confederação Nacional do Transporte).

O segmento do transporte de cargas apresenta paralelamente aos potenciais ganhos tecnológicos os impactos ambientais gerados pelas atividades relacionadas aos processos logísticos.

Segundo relatório publicado pelo Observatório do Clima, o qual se baseia em relatórios analíticos setoriais do SEEG – Sistema de Estimativas de Emissões de Gases, foi constatado que no Brasil, no ano de 2016, a frota de caminhões foi a principal fonte emissora de poluentes atmosféricos do setor de energia. O setor de transporte é responsável por cerca de 39% do total das emissões dos setores de Energia e Processos Industriais e Uso de Produtos, a figura a seguir (Figura 1) traz os valores comparativos entre os modais do transporte e suas respectivas quantidades de emissões de CO₂.

Figura 1- Emissão específica de CO₂ por modo de transporte de carga no Brasil, em gramas de CO₂ por tonelada-quilômetro útil (gCO₂/tku)



Fonte: Elaborado a partir do PSTM (MT e MCDI, 2013)

A demanda por combustíveis fósseis e derivados do petróleo no cenário de transporte rodoviário de cargas é crescente. Segundo a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) “Somente no ano de 2021 foram consumidos cerca de 57 milhões de metros cúbicos de diesel para caminhões e transporte público”.

Existem modelos matemáticos propostos pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas - IPCC que estimam as emissões de dióxido de carbono por rodovia. Tal equação leva em consideração o consumo de combustível do veículo e o fator de emissão para cada tipo de combustível usado, possibilitando a criação de indicadores de desempenho ambiental para diferentes alternativas de rotas rodoviárias.

A preocupação mundial acerca do consumo de recursos naturais só aumenta, juntamente a isso surgem ferramentas e conceitos, como o conceito do desenvolvimento sustentável, “desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender às suas próprias necessidades” (Brundtland, 1987, p. 6).

Um Sistema de Gestão Ambiental tem a característica de abarcar 3 diferentes esferas da sociedade, os benefícios sociais, ambientais e econômicos (Pinto et al., 2018, p. 1251-1252). Estes sistemas trazem elementos organizacionais para dentro das estruturas empresariais como forma de procedimentos formais e definições de atividades que podem auxiliar para que metas ambientais sejam atingidas (Khanna & Speir, 2013; Singh, Jain & Sharma, 2014; Bansal, Garg & Yadav, 2020). Paralelamente às metas ambientais, os sistemas de gestão visam atender as necessidades, interesses e imposições de órgãos reguladores, clientes e investidores (Bansal et al., 2020).

De acordo com os objetivos do desenvolvimento sustentável propostos pela ONU, é possível concluir que empreendimentos do setor de transporte rodoviário de cargas se relacionam diretamente com diversos ODS, como por exemplo o ODS 12 que trata do consumo e produção sustentáveis, o ODS13 que age conta as mudanças climáticas globais e com o ODS 9 que abarca as inovações para indústrias e infraestruturas.

O estudo tem como objetivo propor indicadores de desempenho ambiental para empresas do ramo de transporte rodoviário de carga, visando a otimização do consumo dos recursos envolvidos nas atividades e observando impactos ambientais envolvidos no decorrer das operações.

Para aplicação das metodologias propostas, foi utilizado como objeto de estudo um empreendimento do setor de transporte rodoviário de carga de médio porte, o qual conta com 50 veículos em sua frota, cerca de 70 colaboradores, entre motoristas, mecânicos e administrativos. O empreendimento se localiza na região metropolitana de Campinas e foi fundado no ano de 2004.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivos gerais

O estudo em questão tem como objetivo geral a proposição de indicadores de desempenho ambiental para uma transportadora rodoviária de cargas de médio porte.

2.2 Objetivos específicos

- Desenvolver metodologia para identificação e quantificação dos aspectos ambientais do empreendimento;
- Valorar os impactos ambientais relacionados aos principais aspectos identificados;
- Estimar as emissões de gases do efeito estufa utilizando-se o método do Programa Brasileiro GHG Protocol;
- Desenvolver indicadores de desempenho ambiental para acompanhamento do sistema.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

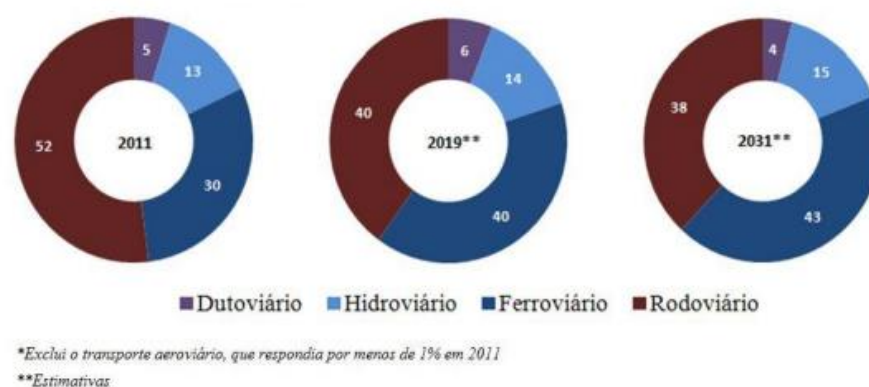
3.1 Setor de transporte rodoviário

De acordo com Bowersox e Closs (2001), o setor de transporte desempenha um papel significativo como consumidor direto e indireto de recursos naturais. Os recursos naturais envolvidos incluem as energias não-renováveis, como óleo diesel e óleo lubrificante, que desempenham um papel central na emissão de gases de efeito estufa, poluição do ar, ruídos e sobrecarga de sistemas de circulação. Esses exemplos ilustram o impacto indireto do transporte no consumo de recursos naturais.

Segundo a Associação Brasileira de Movimentação e Logística (ABML), a logística representa de 15 a 18% do Produto Interno Bruto brasileiro e quando o gerenciamento é realizado de maneira eficiente, as mercadorias transportadas podem ter a redução de até 25% do valor de comercialização (ALVES E FERRAZ, 2017). O transporte é o elemento de maior impacto dentre os custos logísticos em toda cadeia produtiva, representando mais de 60% dos custos (FLEURY, 2000).

A Figura 2 a seguir traz uma projeção ao longo dos anos para os diferentes modais de transporte dentro do Brasil, indicando um aumento na representatividade do modal ferroviário dentro do setor no país e colocando o modal rodoviário como a segunda categoria para transporte de cargas com maior representatividade.

Figura 2 - Distribuição percentual dos modais de transporte de carga no Brasil



Fonte: Ministério dos Transportes (2011)

Em comparação com o modal rodoviário, o custo do transporte de cargas por modal ferroviário custa em média \$20,50 por tonelada a cada quilômetro rodado (R\$/t/km), enquanto o transporte via modal rodoviário custa para a mesma distância média de R\$40,00 por tonelada (Castro, 2000).

Entretanto existem estruturas e motivos que permitem que o modal rodoviário seja um dos mais importantes ao redor do mundo e o mais importante dentro do Brasil, os aproximadamente 1,5 milhão de quilômetros de estradas construídas no nosso país permitem que este modal atenda as mais distintas regiões e demandas enquanto a capacidade de carregar distintos produtos, volumes e pesos o torna um dos mais versáteis no setor (FLEURY et al. 2000).

Os fatores de confiabilidade que o transporte rodoviário traz em relação aos outros modais também é tido como uma das razões para seu destaque nos cenários nacionais e globais, em comparação ao transporte ferroviário, os índices de danos e perdas são menores, enquanto que em comparação ao transporte aéreo as curtas distâncias se tornam a escolha mais eficaz (FLEURY et al. 2000).

3.2. Impactos ambientais associados ao setor

A NBR ISO 14001 define impacto ambiental como qualquer modificação no meio ambiente, prejudicial ou benéfica, resultado, total ou parcialmente, dos aspectos ambientais da organização. Aspectos ambientais são os elementos das atividades da organização que podem vir a interagir com o meio ambiente.

Em um empreendimento do setor de transporte rodoviário de cargas, temos diversos aspectos e impactos ambientais relevantes, como exemplo as emissões de gases do efeito estufa e os ruídos, geração de resíduos sólidos, efluentes líquidos, ocorrência de acidentes, emergências e o consumo de combustíveis fósseis (GONÇALVES, 2004).

Podemos identificar no modelo estrutural nas sociedades uma intensa dependência de combustíveis fósseis, principalmente os que são à base de petróleo, sendo parte fundamental de grande parte das economias mundiais (MUSPRATT, 2019).

Esta dependência configura uma situação insustentável do ponto de vista ambiental, uma vez que o setor de óleo e gás é responsável por três quartos de emissões de gases do efeito estufa no mundo (RITCHIE, 2017).

As atividades intrínsecas ao setor de transporte geram resíduos contaminantes, embalagens contaminadas com óleos lubrificantes, estopas utilizadas na manutenção de veículos, peças mecânicas inutilizáveis, entre outros. Para estas situações temos a logística reversa, que para Moura (Banas, 2000), é a “Logística Verde”, segmento logístico que leva em consideração medidas para a preservação do meio ambiente.

De acordo com Ramos (2013), os ruídos gerados pelo funcionamento dos veículos podem ter impactos em várias dimensões do ambiente. Esses ruídos podem causar uma série de efeitos negativos na saúde humana, conforme indicado pela Organização Mundial da Saúde

(OMS). A exposição a esses estímulos pode levar a respostas involuntárias e inconsistentes do organismo, resultando em alterações fisiológicas e bioquímicas, além de afetar o sistema cardiovascular. Além disso, os ruídos também podem afugentar a fauna presente nas proximidades.

3.3. Indicadores de desempenho ambiental

Um indicador, por definição, é uma ferramenta que nos possibilita obter informações sobre uma realidade específica. Sua característica principal reside na capacidade de sintetizar múltiplas informações, preservando apenas o significado essencial dos aspectos analisados (MITCHELL, 2004).

De acordo com Merico (1997, p.61) e Hammond et al. (1995, p.1), o termo "indicador" tem sua origem no Latim "indicare", que significa anunciar, tornar público e estimar. Segundo Adriaanse (1993, citado por Cunha, 2001), o objetivo dos indicadores é simplificar, quantificar, analisar e comunicar. Dessa forma, os fenômenos complexos são transformados em quantidades compreensíveis por diversos setores da sociedade, por meio dos indicadores.

É de suma importância que as empresas procurem estabelecer uma relação harmoniosa com o meio ambiente, por meio da implementação de práticas de controle relacionadas aos processos produtivos, bem como ao uso de recursos naturais renováveis e não renováveis (Cartilha FIESP, 2003).

A finalidade do indicador é outro aspecto importante a ser considerado. Eles são utilizados para avaliar o nível de sucesso na implementação de uma estratégia em relação ao alcance do objetivo estabelecido. No entanto, é crucial observar que "um indicador muito complexo ou difícil de mensurar não é adequado, pois o custo de obtê-lo pode inviabilizar sua operacionalização" (CORAL, 2002, p.159).

Kaplan e Norton (1997) destacaram a importância de medir para gerenciar, ao afirmarem que "o que não é medido não é gerenciado." Essa afirmação também recebe apoio de Tachizawa (2005, p. 353), que ressalta a premissa de que é impossível avaliar o que não pode ser mensurado, dificultando a tomada de decisões. Portanto, empresas que não acompanham um conjunto de indicadores de desempenho ambiental podem não estar efetivamente gerenciando sua performance.

3.4 Sistema de gestão ambiental

Um sistema de gestão ambiental define procedimentos, a ordem com que esses procedimentos serão realizados e quem serão os responsáveis por eles. Estes procedimentos buscam melhorar os índices de cada um dos aspectos ambientais identificados, trazendo uma

ordem hierárquica para os mesmos e visando a melhoria contínua da organização como um todo (GONÇALVES, 2004).

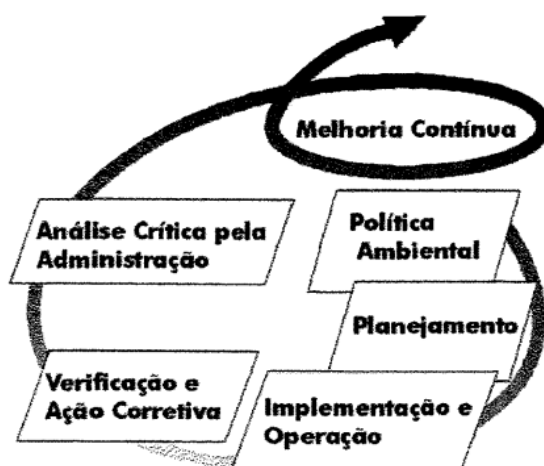
Existem diversas propostas e escopos para a implantação de um sistema de gestão ambiental dentro de um empreendimento, alguns exemplos são o Sistema Integrado de Gestão Ambiental desenvolvido pela empresa Ernest Winter & Sohn, o Programa Atuação Responsável proposto pela Associação Brasileira de Indústria Química – ABIQUIM (2002) e a publicação das Normas ISO 14001 e 14004 no Brasil pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1996) que apontam as diretrizes para um Sistema de Gestão Ambiental.

A ISO definiu sistema de gestão ambiental como: "a parte do sistema global que inclui estrutura organizacional, atividades de planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos para desenvolver, implementar, atingir, analisar criticamente e manter a política ambiental" (ABNT, 1996).

A norma brasileira NBR ISO 14001 é a única passível de certificação dentro da série ISO 14000, então é possível verificar o cumprimento e registrar as empresas que possuam um sistema de gestão ambiental adequado (ABNT, 1996).

A Figura 3 a seguir é um diagrama disponível na norma NBR ISO 14001:1996 o qual faz indicação às etapas de aplicação que um plano de gestão se baseia ao longo de sua implantação, passos estes como o planejamento, execução, verificação e a implementação.

Figura 3- Etapas para implementação do sistema de gestão ambiental



Fonte: Norma ABNT NBR ISO 14001 (1996)

A implementação de um Sistema de Gestão Ambiental adequado, depende do engajamento e participação efetiva de toda a equipe, o setor de gestão de pessoas pode contribuir profundamente na metodologia de coleta de dados por meio de entrevistas com

gestores e colaboradores-chave, além da observação in loco e análise de documentos (OLIVEIRA, 2010).

Uma definição trazida por Schein (1997) define cultura organizacional como “um sistema de normas, valores compartilhados e crenças que são entendidos e aceitos pelos membros da organização. Ela inclui regras formais e escritas, mas diz respeito principalmente às regras implícitas”.

A formação do comitê ambiental do empreendimento é um requisito da norma NBR ISO 14001, mas que pode ser melhor aproveitado caso “ele tenha um caráter multidisciplinar e integrado, pois isso proporciona uma melhor troca de informações e gera um número maior e melhor de ideias, dada a heterogeneidade do grupo” (OLIVEIRA, 2010).

4. METODOLOGIA

A proposta metodológica inicial está pautada na verificação da estrutura de atividades que já estão mapeadas dentro da organização e no acompanhamento de processos in loco. Por meio de consultas em literaturas consolidadas foram identificados e correlacionados os aspectos e impactos ambientais relativos à cada uma dessas atividades.

Os aspectos ambientais foram dispostos em forma de tabela e quantificados levando em consideração a abrangência, reversibilidade, cumprimento às legislações pertinentes e ocorrência dos impactos ambientais relacionados à cada atividade elencada.

Foram traçados indicadores de desempenho ambiental por meio da correlação de dados primários e secundários obtidos e desenvolvidos ao longo do estudo, para que seja realizado o monitoramento do empreendimento.

4.1 Levantamento bibliográfico

As literaturas utilizadas para embasamento teórico do presente estudo foram consultadas através das plataformas Scopus, CAPES e Google Acadêmico.

As palavras-chave utilizadas foram: transporte rodoviário de cargas, sistema de gestão ambiental, implementação de sistemas de gestão ambiental, aspectos e impactos ambientais do segmento de transportes, meio ambiente, indicadores de desempenho ambiental e GHG Protocol.

4.2 Desenvolvimento do método para identificação dos aspectos ambientais

A metodologia desenvolvida se divide em duas etapas, a obtenção e compilação de dados primários e a obtenção e compilação de dados secundários.

Os dados primários, como consumo de água e energia, são compostos por um período de 6 meses de análise, garantindo assim a confiabilidade dos resultados das médias das médias, e foram obtidos por meio da consulta em contas das companhias de distribuição da região (CPFL e SABESP respectivamente). O consumo de combustíveis, número de pedidos e quilômetros rodados pela frota foram levantados a partir do sistema interno do empreendimento, geradas por meio de relatórios de abastecimento no sistema CTF - Controle Teleprocessado de Frotas, sistema STC - Elemental e relatórios do sistema de rastreamento da CONFORCE.

Os dados secundários, como consumo de água para limpeza de veículos e infraestrutura, foram desenvolvidos para o estudo, sendo resultantes de acompanhamento in loco de processos ou por meio de softwares, compilando dados primários e obtendo novos dados direcionados para o estudo, como os indicadores ambientais traçados para o empreendimento.

De acordo com o acompanhamento in loco da limpeza de veículos, foi identificado que a água utilizada é obtida através de um sistema de captação de água da chuva e posterior armazenamento em tanque subterrâneo. Foi aferida a vazão da bomba d'água utilizando um vasilhame de volume conhecido e cronometrando o tempo para ter seu volume preenchido, o processo foi repetido três vezes e a média dessas amostragens foi considerada como a vazão do equipamento.

Em seguida foram acompanhados processos de limpeza da frota e cronometrado o tempo que a bomba d'água permanecia ligada para cada veículo, calculando-se a média de tempo ao final do dia e obtendo o tempo que o operador leva para cada limpeza com relação ao tipo de veículo.

4.3 Valoração dos impactos ambientais

A valoração dos aspectos ambientais foi realizada por meio da adaptação da tabela LAIA - Levantamento de Aspectos e Impactos Ambientais presente na Norma ISO NBR 14001, e denominada como Tabela de Relevância dos Impactos, definindo um limitante para análise dos aspectos relevantes, sendo as atividades com maiores somatórias finais as de maior relevância em relação aos seus impactos ambientais associados.

As atividades definidas foram identificadas através da análise de documentos pré-existent e acompanhamento in loco das atividades cotidianas e para a atribuição da pontuação para a abrangência, conformidade com a legislação, reversibilidade e ocorrência foram levados em conta os aspectos e impactos ambientais relativos a cada atividade elencada.

A Tabela 1 a seguir indica quais foram os itens levados em consideração para valoração dos impactos ambientais de cada atividade. Esta tabela também indica a escala quantitativa a qual os aspectos ambientais foram avaliados, a qual pode variar entre 0 e 3 pontos.

Tabela 1 - Legenda e escala numérica da tabela de relevância dos impactos ambientais

LEGENDA				
A = ABRANGÊNCIA	0 = NÃO SE APLICA	1 = LOCAL	2 = REGIONAL	3 = GLOBAL
L = CONFORMIDADE COM LEGISLAÇÃO	0 = CONFORME / NÃO SE APLICA	-	-	3 = NÃO CONFORME
O = OCORRÊNCIA	0 = NÃO SE APLICA	1 = RARAMENTE	2 = FREQUENTEMENTE	3 = CONSTANTEMENTE
R = REVERSIBILIDADE	0 = NÃO SE APLICA	1 = REVERSÍVEL	-	3 = IRREVERSÍVEL
*Observação: em casos de não conformidade com a legislação, a atividade se torna prioridade				

Fonte: Elaborada pelo autor

A Tabela 2 a seguir expõe um modelo da aplicação da tabela de Relevância de Impactos Ambientais para as atividades definidas do empreendimento. Na tabela a seguir temos a “Atividade 1” sendo avaliada pelos “Aspecto 1”, “Aspecto 2” e “Aspecto N”, os quais recebem pontuações acerca da sua representatividade dentro da atividade em questão. Ao final será obtido um valor de “Relevância dos Impactos”, sendo os números maiores relacionados com impactos de maiores relevâncias dentro da organização.

Tabela 2 – Modelo de aplicação da tabela de relevância de impactos ambientais em uma atividade genérica

TABELA DE RELEVÂNCIA							
ATIVIDADES	ASPECTO 1		ASPECTO 2		ASPECTO N		SOMATÓRIA: RELEVÂNCIA DOS IMPACTOS
ATIVIDADE 1	A = 0 a 3	O = 0 a 3	A = 0 a 3	O = 0 a 3	A = 0 a 3	O = 0 a 3	VALOR
	L = 0 ou 3	R = 0 a 3	L = 0 ou 3	R = 0 a 3	L = 0 ou 3	R = 0 a 3	

Fonte: Elaborada pelo autor

4.4 Proposição de indicadores de desempenho ambiental

Inicialmente, foram coletados os dados de consumo de água, energia elétrica, combustíveis fósseis, número de pedidos processados e distância percorrida pela frota. Esses dados foram obtidos a partir de registros internos da empresa ou por meio de fontes externas, como relatórios de consumo fornecidos pela companhia de distribuição de energia e água da região, conforme demonstrado no capítulo 5.2 por meio das Tabelas 5, 6 e 7.

Os dados coletados foram analisados para identificar possíveis correlações entre os diferentes indicadores. Por exemplo, pode-se verificar se o consumo de água está relacionado ao número de pedidos processados ou se o consumo de energia elétrica está relacionado à distância percorrida pela frota. Essa análise permite entender melhor as interações entre os diferentes aspectos do desempenho ambiental da empresa.

Com base nos dados coletados, foram definidos os indicadores de desempenho ambiental relevantes para o estudo. Esses indicadores envolvem o consumo de água, o consumo de energia elétrica, consumo de combustíveis fósseis, as emissões de gases de efeito estufa, distância percorrida e número de pedidos processados sob diferentes divisores comuns, conforme exposto no capítulo 5.2 por meio das Tabelas 5, 6 e 7.

De acordo com a análise de correlação e considerando também a tabela de relevância de impactos ambientais (indicada no capítulo 5.1 - Tabela 3), foram definidos os indicadores estratégicos. Esses indicadores são selecionados com o objetivo de monitorar e possibilitar a melhoria dos principais aspectos e impactos ambientais relacionados aos processos do empreendimento. Por exemplo, se a análise de correlação identificar uma relação significativa entre o consumo de energia elétrica e a produção de gases de efeito estufa, um indicador estratégico poderia ser a redução do consumo de energia elétrica por unidade de produção.

Os períodos de análise foram determinados com base nos períodos de medição de consumo de energia elétrica e água disponibilizados pela companhia de distribuição da região. Essa escolha permite que os dados sejam comparáveis ao longo do estudo.

Com os indicadores de desempenho ambiental e os indicadores estratégicos definidos, conforme indicado nas Tabelas 5, 6 e 7, realizou-se a análise dos dados para avaliar o desempenho ambiental da empresa. Essa análise pode envolver a comparação dos indicadores ao longo do tempo, a identificação de tendências, a detecção de áreas de melhoria e a definição de metas e ações para aprimorar o desempenho ambiental.

4.5 Inventário de gases do efeito estufa

O inventário de gases do efeito estufa teve como base metodológica o Programa Brasileiro Green House Gases Protocol (GHG Protocol), documentos de apoio acerca de fatores de conversão, metodologias e padrões corporativos para desenvolvimento de dados, os quais foram obtidos através da plataforma programa.

Para cada tipo de fonte emissora de gases do efeito estufa foram tomadas como referência as atividades desempenhadas pelo empreendimento estudado e em seguida mensuradas de acordo com as bases de dados disponíveis para análise.

O Programa Brasileiro GHG Protocol aborda as emissões de gases do efeito estufa com base em 3 escopos, os quais são definidos da seguinte forma:

Escopo 1: refere-se às emissões diretas de gases de efeito estufa provenientes de fontes de propriedade ou controladas pela organização. Isso inclui emissões provenientes de fontes estacionárias, como caldeiras e fornos industriais, veículos e equipamentos pertencentes à organização. Essas emissões são geradas internamente e estão sob o controle direto da organização. Este escopo deve ser obrigatoriamente incluído em inventários de gases do efeito estufa.

Escopo 2: abrange as emissões indiretas de gases de efeito estufa resultantes da produção de eletricidade, calor ou vapor adquiridos pela organização. Isso inclui emissões provenientes da queima de combustíveis fósseis nas usinas de geração de energia que fornecem

eletricidade para a organização, bem como fontes de eletricidade provenientes de fontes renováveis. Essas emissões são consideradas indiretas porque são geradas fora das instalações da organização, mas estão relacionadas ao consumo de energia da organização. Este escopo tem caráter obrigatório em projetos de emissões de gases de efeito estufa.

Escopo 3: abrange as emissões indiretas de gases de efeito estufa que ocorrem ao longo do ciclo de vida dos produtos ou serviços da organização, mas que estão fora do seu controle direto. Isso inclui emissões provenientes de atividades como transporte de mercadorias, produção de matérias-primas, disposição de resíduos, viagens de negócios, entre outros. Este escopo é tido como opcional em projetos de inventário de gases de efeito estufa, pois são as mais difíceis de quantificar e controlar, uma vez que envolvem várias etapas da cadeia de suprimentos e o comportamento dos consumidores.

O presente estudo considerou apenas as fontes de emissão de gases do efeito estufa constituintes dos escopos 1 e 2, os quais são de caráter obrigatório, e desconsiderou as fontes de emissão de escopo 3, as quais são opcionais para o estudo em questão e possuem maior dificuldade de quantificar e controlar devido sua complexidade.

Conforme definição da metodologia do GHG Protocol, o CO₂ biogênico é gerado a partir da queima de biomassa, que é composta por material biológico contendo carbono, hidrogênio e oxigênio.

A metodologia do GHG Protocol possui 13 categorias de classificação de fontes emissoras de gases do efeito estufa, são elas: combustão estacionária, combustão móvel, emissões fugitivas, processos industriais, atividades agrícolas, mudanças no uso do solo, resíduos sólidos, efluentes, eletricidade (localização), perdas T&D (localização), compra de energia térmica, eletricidade (escolha de compra) e perdas T&D (escolha de compra).

O presente estudo identificou e quantificou as emissões das fontes emissoras das categorias de combustões móveis, emissões fugitivas e eletricidade (localização). As demais categorias não se aplicaram para a tipologia do empreendimento estudado.

Para a quantificação da emissão por meio de combustão móvel, três opções são indicadas pela metodologia do GHG Protocol, a primeira é baseada no tipo e ano de fabricação da frota, a segunda é baseada no tipo de combustível consumido e em sua respectiva quantidade e a terceira tem como base as distâncias percorridas pela frota. Para este estudo foi escolhida a segunda opção, que utiliza os tipos de combustíveis e as quantidades consumidas, pois as informações já estavam disponíveis para consulta.

As emissões fugitivas levam em consideração a utilização de equipamentos de refrigeração e ar condicionado (RAC), extintores de incêndio e por utilização de hexafluoretano

de enxofre e trifluoretano de nitrogênio, e para o cálculo dessas emissões foram identificados quantos equipamentos de refrigeração existem e suas respectivas potências.

O cálculo das emissões de gases do efeito estufa advindas da aquisição de energia elétrica com base em localização utilizam como fator de emissão a média para geração de eletricidade em um determinado sistema elétrico, como por exemplo o Sistema Interligado Nacional (SIN), sistema ao qual o empreendimento analisado está inserido.

Seguindo por cada tipologia de fonte emissora identificamos que a combustão estacionária não é comum em transportadoras rodoviárias de carga, uma vez que essas empresas utilizam principalmente veículos movidos a motores de combustão interna para transportar suas cargas.

A categoria Emissões de Processos Industriais, no âmbito do Programa Brasileiro GHG Protocol, agrupa todas as emissões de GEE que não sejam de combustão, resultantes de processos físicos ou químicos, tais como as emissões de CO₂ da calcinação na fabricação de cimento, as emissões de CO₂ da quebra catalítica no processamento petroquímico, as emissões de PFCs da fundição do alumínio, etc. Para as atividades desempenhadas pela empresa em questão não foram identificados processos industriais geradores de gases do efeito estufa.

O GHG Protocol Agricultural Guidance define agricultura como o cultivo de animais, plantas, e fungos para alimentos, fibras, biocombustíveis, drogas ou outros fins, já o Programa Brasileiro GHG Protocol adotou essa definição e renomeou essa categoria para "Atividades de agricultura". Para as atividades desempenhadas pelo empreendimento estudado não foram identificadas atividades de agricultura.

A mudança no uso do solo ocorre quando são realizadas conversões entre as diferentes categorias de uso e que, conseqüentemente, pode gerar fluxos de CO₂ (emissões e remoções). Esta categoria agrupa, no âmbito do Programa Brasileiro GHG Protocol, por exemplo, as emissões relacionadas ao desmatamento de uma área florestal para construção de uma indústria ou supressão de vegetação para impermeabilização de área. Para as atividades desempenhadas pelo objeto de estudo não foram identificadas mudanças no uso do solo para o ano do inventário.

Esta seção da ferramenta calcula as emissões do tratamento de resíduos sólidos, ou seja, aquelas de propriedade ou controladas pela organização. Para os casos em os resíduos são gerados na operação, mas não são tratados pela organização, esta atividade é relacionada às emissões de Escopo 3. Para as atividades analisadas não foram identificados tratamentos dos resíduos sólidos, apenas geração de resíduos relacionadas às operações do empreendimento.

As emissões advindas do tratamento de efluentes líquidos operados ou de propriedade da organização inventariante também são calculadas. Em caso de efluentes gerados na operação e tratados por uma terceira parte, não se aplicam as ferramentas desta seção. Para as atividades

desempenhadas pela empresa não foram identificados tratamentos dos efluentes, apenas geração de efluentes relacionados às operações da empresa.

As emissões por perdas T&D (localização), só devem ser consideradas por empresas que são transmissoras e distribuidoras de energia elétrica, o que não se aplica ao empreendimento do estudo.

O empreendimento em questão não realiza compra de energia térmica, logo, não se aplicam os cálculos de emissões de gases do efeito estufa para esta categoria.

Esta abordagem é baseada nas emissões relacionadas à aquisição de eletricidade com escolha de compra, categoria a qual não se aplica ao empreendimento destacado que se encontra sob o Sistema Interligado Nacional.

As emissões por perdas T&D (escolha de compra) só devem ser consideradas por empresas que são transmissoras e distribuidoras de energia elétrica, o que não se aplica ao empreendimento do estudo.

Com a finalidade de comparar os resultados da presente pesquisa com empresas do segmento do transporte rodoviário, buscou-se resultados no registro público de emissões, na plataforma do Programa Brasileiro GHG Protocol, acerca de empreendimentos do setor de transporte rodoviário que utilizaram a quantificação das emissões de gases do efeito estufa levando em consideração o deslocamento dos veículos de sua frota.

4.6 Fluxograma da metodologia

A Figura 4 a seguir indica um fluxograma da metodologia aplicada no presente estudo, indicando as principais etapas e estruturas que o compõem.

Figura 4 – Fluxograma da metodologia do estudo



Fonte: Elaborado pelo autor

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi realizado o acompanhamento de processos e consulta de documentos do empreendimento e a partir desse diagnóstico inicial foram traçados os aspectos e impactos ambientais das atividades da empresa.

Após a definição da relevância dos impactos ambientais, foram propostos indicadores de desempenho ambiental baseados nos processos de maior relevância.

A seguir serão analisados os resultados das etapas de definição da relevância dos impactos ambientais, definição dos indicadores ambientais e confecção de inventário de gases do efeito estufa.

5.1 Relevância dos impactos ambientais

A partir da aplicação da tabela de relevância de impactos ambientais (Tabela 3) indicada a seguir foi possível identificar as principais atividades, aspectos e impactos ambientais envolvidos nas operações do empreendimento analisado.

Fonte: Elaborada pelo autor

Conforme indicado na Tabela 3, o deslocamento de veículos foi identificado como a atividade de maior relevância, com uma pontuação de 39, em relação aos impactos ambientais atrelados à sua execução. O consumo de recursos naturais não renováveis, geração de resíduos sólidos não perigosos e não recicláveis (Classe 2-A), emissão de gases do efeito estufa e emissão de ruídos foram os principais aspectos ambientais associados.

De acordo com a tabela de relevância de impactos ambientais (Tabela 3) a limpeza dos veículos foi identificada como a segunda atividade de maior relevância de impactos ambientais associados, com uma pontuação de 33. O consumo de água, energia elétrica, geração de efluente industrial e geração de resíduos perigosos (Classe 1) foram os principais aspectos ambientais associados. A figura a seguir (Figura 5) demonstra o resíduo perigoso (Classe 1) gerado durante as operações de limpeza de veículos ao longo do tempo.

Figura 5 – Areia contaminada com óleos, graxas e resíduos sólidos gerada durante as lavagens de veículos



Fonte: Fotografia tirada pelo autor

A troca de óleo lubrificante foi identificada como a terceira atividade de maior relevância, com uma pontuação de 31, de acordo com a tabela de relevância de impactos ambientais (Tabela 3) em relação aos impactos ambientais atrelados à sua execução. O consumo de recursos naturais não renováveis, a geração de efluente industrial e geração de resíduos perigosos (Classe 1) foram os principais aspectos ambientais associados. A figura a seguir (Figura 5) demonstra a caixa separadora de água e óleo conectada ao sistema de limpeza de peças contaminadas por óleo durante o processo de troca. A Figura 6 demonstra um barril armazenando filtros de óleo lubrificante retirados de veículos da frota do empreendimento.

Figura 6 – Caixa separadora de água e óleo conectada ao sistema de limpeza de peças e equipamentos



Fonte: Fotografia tirada pelo autor

Figura 7 – Filtros de óleo lubrificante utilizados e armazenados em barris



Fonte: Fotografia tirada pelo autor

A troca de pneus foi identificada como a quarta atividade de maior relevância em relação aos impactos ambientais, com uma pontuação de 28, atrelados à sua execução segundo a tabela de relevância de impactos (Tabela 3). O consumo de recursos naturais não renováveis, geração de resíduos sólidos recicláveis (Classe 2 B), consumo de energia elétrica e emissão de ruídos foram os principais aspectos ambientais associados. A figura a seguir (Figura 7) demonstra os pneus armazenados para serem utilizados nos veículos.

Figura 8 – Pneus armazenados



Fonte: Fotografia tirada pelo autor

De acordo com APARECIDA (2006) os principais impactos ambientais relacionados às atividades de empresas do setor de transportes são vazamentos de óleo decorrente da utilização do posto de abastecimento, emissão de poluentes decorrente do transporte e utilização de recursos naturais. A Figura 8 demonstra os principais impactos ambientais relacionados ao setor segundo APARECIDA (2006).

Figura 9 - Impactos ambientais relacionados às empresas do setor de transportes

Setor Transportes
Empresa 1 e 2
Vazamento de óleo decorrente da utilização do posto de abastecimento
Emissão de poluentes decorrente do transporte
Utilização de recursos naturais

Fonte: APARECIDA (2006)

Pode-se observar um alinhamento de informações do presente estudo para com APARECIDA (2006) acerca dos impactos ambientais relacionados às empresas do setor de transportes.

Além disso, o presente estudo trouxe aspectos ambientais como consumo de recursos naturais não renováveis, geração de resíduos sólidos não perigosos e não recicláveis (Classe 2-A), emissão de gases do efeito estufa e emissão de ruídos como outros fatores corroborantes para que o deslocamento da frota seja a atividade de maior impacto ambiental identificada.

De acordo com a tabela de relevância de impactos ambientais (Tabela 3) é possível identificar que a utilização de recursos naturais permeia a maioria das atividades desempenhadas por empreendimentos do setor de transporte rodoviário de cargas, reforçando a informação trazida por APARECIDA (2006) na Figura 8.

Entretanto, diferentemente do estudo de APARECIDA (2006) o impacto ambiental relacionado ao vazamento de combustíveis decorrentes da utilização de postos de abastecimento não configurou entre os impactos ambientais mais relevantes no presente estudo estando na quinta colocação com 24 pontos, conforme indicado na tabela de relevância de impactos (Tabela 3). Este fato pode ser explicado devido à política interna do empreendimento destacado neste estudo, a qual define que todos os abastecimentos em postos externos à empresa devam ser realizados em postos de combustível com infraestrutura adequada, além do treinamento aplicado aos colaboradores responsáveis pelos abastecimentos em postos dentro das dependências da empresa e o cumprimento dos requisitos definidos pelas seguintes normas pertinentes aos postos de combustíveis:

ABNT NBR 15428:2006 - Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis - Manutenção de unidade de abastecimento;

ABNT NBR 15456:2007 - Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis - Construção e ensaios de unidades de abastecimento;

ABNT NBR 14606:2013 - Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis - Entrada em espaço confinado em tanques subterrâneos e em tanques de superfície.

5.2 Indicadores de desempenho ambiental

A partir da Tabela 4, onde estão dispostos os dados de consumo de água, consumo de energia elétrica, distância percorrida pela frota, quantidade de pedidos processados e consumo de combustíveis pela frota foi possível traçar diferentes indicadores de desempenho ambiental da organização.

Tabela 4 – Dados adquiridos para confecção de indicadores de desempenho ambiental

Período analisado	Consumo de água (administrativo e lavagem de veículos) em metros cúbicos (m³)	Consumo de água administrativo em metros cúbicos (m³)	Consumo de energia elétrica em quilowatt-hora (kWh)	Distância percorrida em quilômetros (km)	Quantidade de pedidos executados (pedidos)	Consumo de combustível em litros (l)
18/05/22 - 14/06/22	128,00	20,00	677,00	268011,00	6644,00	82667,00
15/06/22 - 17/07/22	129,00	21,00	736,00	340744,00	7300,00	109445,00
18/07/22 - 14/08/22	137,00	29,00	763,00	187926,00	6040,00	57858,00
16/08/22 - 13/09/22	132,00	24,00	717,00	269008,00	6238,00	86155,00
14/09/22 - 14/10/22	133,00	25,00	757,00	290636,00	7191,00	95702,00
15/10/22 - 13/11/22	132,00	24,00	883,00	297329,00	6231,00	102743,00
Médias	131,80	23,80	755,50	275609,00	6607,00	89095,00

Fonte: Elaborada pelo autor

De acordo com a Tabela 5, a qual demonstra um grupo de indicadores de desempenho ambiental baseados na quilometragem percorrida pela frota, foi possível identificar a distância percorrida pela frota como sendo uma métrica adequada para as operações de um empreendimento do setor de transporte logístico de cargas, pois representa adequadamente o cenário de atuação da empresa e representa uma unidade de medida adequada.

Tabela 5 – Indicadores de desempenho ambiental baseados em distância percorrida pela frota, em quilômetros (km)

Período analisado	Litros de água consumida por quilômetros rodados (l/km)	Quilowatt-hora de energia elétrica consumida por quilômetro rodado (kWh/km)	Litros de combustível consumido por quilômetro rodado (l/km)	Pedidos executados por quilômetro rodado (pedidos/km)
18/05/22 - 14/06/22	0,0746	0,0025	0,3084	0,0248
15/06/22 - 17/07/22	0,0616	0,0022	0,3212	0,0214
18/07/22 - 14/08/22	0,1543	0,0041	0,3079	0,0321
16/08/22 - 13/09/22	0,0892	0,0027	0,3203	0,0232
14/09/22 - 14/10/22	0,0860	0,0026	0,3293	0,0247
15/10/22 - 13/11/22	0,0807	0,0030	0,3456	0,0210
Médias	0,0864	0,0027	0,3233	0,0240

Fonte: Elaborada pelo autor

O segundo grupo de indicadores de desempenho ambiental, indicado na Tabela 6, foi baseado no consumo de combustível pela frota, entretanto este indicador faz uma associação indireta à operação realizada pelo empreendimento, mas também foi identificado como uma métrica adequada para se medir o desempenho de uma empresa do ramo de transportes rodoviários.

Tabela 6 – Indicadores de desempenho ambiental baseados no consumo de combustíveis, em litros (l)

Período analisado	Litros de água consumida por litro de combustível consumido (l/l)	Quilowatt de energia elétrica consumida por litro de combustível consumido (kWh/l)	Pedidos executados por litro de combustível consumido (pedidos/l)	Quilômetros rodados por litros de combustível consumido (km/l)
18/05/22 - 14/06/22	0,2419	0,0082	0,0804	3,2421
15/06/22 - 17/07/22	0,1919	0,0067	0,0667	3,1134
18/07/22 - 14/08/22	0,5012	0,0132	0,1044	3,2481
16/08/22 - 13/09/22	0,2786	0,0083	0,0724	3,1224
14/09/22 - 14/10/22	0,2612	0,0079	0,0751	3,0369
15/10/22 - 13/11/22	0,2336	0,0086	0,0606	2,8939
Médias	0,2671	0,0085	0,0742	3,0934

Fonte: Elaborada pelo autor

Um terceiro grupo de indicadores de desempenho ambiental, o qual está demonstrado na Tabela 7, foi baseado em número de pedidos processados pelo empreendimento, entretanto este indicador não representava adequadamente as diferentes características de cada pedido, o qual pode ter distintos destinos, rotas, pesos de cargas, distâncias a serem percorridas, entre outras características específicas de cada pedido executado.

Tabela 7 – Indicadores de desempenho ambiental baseados em número de pedidos executados pelo empreendimento

Período analisado	Litros de água consumida por pedido executado (l/pedidos)	Quilowatt-hora de energia elétrica consumida por pedido executado (kWh/pedidos)	Litros de combustível consumido por pedido executado (l/pedidos)	Quilômetros rodados por pedidos executados (km/pedidos)
18/05/22 - 14/06/22	3,0102	0,1019	12,4424	40,3388
15/06/22 - 17/07/22	2,8767	0,1008	14,9925	46,6773
18/07/22 - 14/08/22	4,8013	0,1263	9,5791	31,1136
16/08/22 - 13/09/22	3,8474	0,1149	13,8113	43,1241
14/09/22 - 14/10/22	3,4766	0,1053	13,3086	40,4166
15/10/22 - 13/11/22	3,8517	0,1417	16,4890	47,7177
Médias	3,6022	0,1143	13,4849	41,7147

Fonte: Elaborada pelo autor

Os indicadores ambientais descritos nas Tabelas 5, 6 e 7 auxiliarão o empreendimento a monitorar o desempenho ambiental dos processos, para que sejam propostas ações de melhoria na gestão dos impactos ambientais associados às atividades desenvolvidas.

5.3 Inventário de Gases do Efeito Estufa

A partir da aplicação da ferramenta de cálculo desenvolvida pelo Programa Brasileiro GHG Protocol, verificou-se as principais categorias do empreendimento responsáveis pela emissão de gases do efeito estufa. De acordo com esta metodologia também foi possível identificar as quantidades emitidas de CO₂ equivalente (CO₂e) ao longo de um ano.

Segundo a metodologia do GHG Protocol, o CO₂ biogênico é proveniente da queima de biomassa (material biológico feito de carbono, hidrogênio e oxigênio), especialmente nas atividades produtivas relacionadas ao setor agrícola. Essa queima resulta em emissões consideradas neutras em termos de impacto climático, pois este CO₂ é gerado através de um ciclo biológico (e não um ciclo geológico, como no caso do CO₂ de origem fóssil). No caso da queima do diesel comercial, o qual é composto em partes de óleo diesel puro e em partes de biodiesel, existe uma parcela das emissões acerca desta combustão que é classificada como emissões de CO₂ biogênico.

A tabela a seguir (Tabela 8) indica as quantidades de gases do efeito estufa do Escopo 1 separadas por categoria emitidas pelo empreendimento estudado. A unidade de medida para estas emissões foram toneladas de CO₂ equivalente (tCO₂e) e toneladas de CO₂ biogênico (tCO₂ biogênico).

Tabela 8 – Emissões de gases do efeito estufa do Escopo 1 pelo empreendimento estudado separadas por categoria, em toneladas de CO₂ equivalente (tCO₂e)

Categoria	Emissões tCO ₂ e	Emissões de CO ₂ biogênico
Combustão móvel	2.830,933	307,294
Combustão estacionária	-	-
Processos industriais	-	-
Resíduos sólidos e efluentes líquidos	-	-
Fugitivas	1,213	-
Atividades agrícolas	-	-
Mudança no uso do solo	-	-
Total de emissões Escopo 1	2.832,146	307,294

Fonte: Elaborada pelo autor

A tabela a seguir (Tabela 9) indica as quantidades de gases do efeito estufa do Escopo 2 separadas por categoria emitidas pelo empreendimento estudado. A unidade de medida para estas emissões foram toneladas de CO₂ equivalente (tCO₂e) e toneladas de CO₂ biogênico (tCO₂ biogênico).

Tabela 9 – Emissões de gases do efeito estufa de Escopo 2 pelo empreendimento estudado separadas por categoria, em toneladas de CO₂ equivalente (tCO₂e)

Abordagem baseada na localização	Emissões tCO ₂ e	Emissões de CO ₂ biogênico
Aquisição de energia elétrica	2,267	-
Aquisição de energia térmica	-	-
Perdas por transmissão e distribuição	-	-
Total de emissões Escopo 2 (localização)	2,267	-

Fonte: Elaborada pelo autor

Observa-se que, de acordo com as Tabelas 8 e 9, as combustões móveis são as principais fontes de emissões, fato que se relaciona diretamente às atividades desempenhadas pela empresa. A aquisição de energia elétrica também foi identificada como importante fonte de emissões, entretanto este tipo de emissão é correlacionado a diversos ramos de atividades. Emissões fugitivas, compostas principalmente por equipamentos de refrigeração, ar condicionado e extintores de incêndio, também são fontes de emissão presentes em diversas atividades comerciais, incluindo o empreendimento destacado no presente estudo.

De acordo com a Tabela 10 é possível observar que o CO₂ é o principal gás envolvido nas emissões de gases do efeito estufa, totalizando 2.782,356 t/ano. Em seguida o CH₄ com uma taxa de emissão de 0,210 t/ano, o N₂O com 0,153 t/ano e por fim os HFC's com uma taxa de 0,001 t/ano.

Tabela 10 - Emissões de gases do efeito estufa pelo empreendimento estudado
separadas por tipo de gás e escopos de classificação

GEE (t)	Escopo 1	Escopo 2 (abordagem por "localização")	Escopo 2 (abordagem por "escolha de compra")	Escopo 3
CO ₂	2.780,089	2,267	-	-
CH ₄	0,210	-	-	-
N ₂ O	0,153	-	-	-
HFCs	0,001			-
PFCs	-			-
SF ₆	-			-
NF ₃	-			-

Fonte: Elaborada pelo autor

A ferramenta de cálculo de emissões de gases do efeito estufa do Programa Brasileiro GHG Protocol, traz consigo uma funcionalidade em que as quantidades de gases do efeito estufa contabilizadas sejam convertidas em toneladas de CO₂ equivalente (tCO₂e). De acordo com a Tabela 11 é possível identificarmos as a quantidade total de emissões já com as taxas de conversão dos gases aplicada, resultando em um total de 2.834,413 tCO₂e/ano.

Esta quantidade total de gases emitidos em toneladas de CO₂ equivalente, são compostas por 5,250 tCO₂e provenientes da conversão de CH₄, 45,594 tCO₂e provenientes da conversão de N₂O e 1,213 tCO₂e advindas da conversão dos HFC's.

Tabela 11 – Emissões de gases do efeito estufa pelo empreendimento estudado, em toneladas de CO₂ equivalente (tCO₂e)

	Emissões em toneladas métricas de CO ₂ equivalente (tCO ₂ e)			
GEE (t)	Escopo 1	Escopo 2 (abordagem por "localização")	Escopo 2 (abordagem por "escolha de compra")	Escopo 3
CO ₂	2.780,089	2,267	-	-
CH ₄	5,250	-	-	-
N ₂ O	45,594	-	-	-
HFCs	1,213			-
PFCs	-			-
SF ₆	-			-
NF ₃	-			-
Total	2.832,146	2,267	-	-

Fonte: Elaborada pelo autor

Com o objetivo de comparar os resultados desta pesquisa com empresas do setor de transporte rodoviário, foram obtidos dados no registro público de emissões disponíveis na plataforma do Programa Brasileiro GHG Protocol. Esses dados referem-se aos

empreendimentos do setor de transporte rodoviário, fornecendo informações relevantes para a análise comparativa.

A Figura 9, logo abaixo, indica os valores de emissões de gases de efeito estufa de um empreendimento do setor de transportes rodoviário de cargas e o respectivo ano de cada inventariado realizado. Este empreendimento de médio porte indicou a combustão móvel como sendo a única fonte de emissão de gases do efeito estufa relacionada ao deslocamento dos veículos.

Figura 10 – Emissões relacionadas ao deslocamento de veículos em empreendimento genérico do setor de transportes, em toneladas de CO2 equivalente (tCO2e)

	2012	2013
Combustão móvel	34.878,67	37.894,85

Fonte: Registro Público de Emissões – GHG Protocol

A Figura 10, a seguir, indica a quantidade de gases do efeito estufa emitida nos anos de 2019, 2020 e 2021. Este empreendimento de grande porte e tem como principal atividade o transporte de veículos zero-quilômetro e listou a combustão móvel, o transporte e distribuição (upstream) e o transporte e distribuição (downstream) como fontes emissoras de gases do efeito estufa.

Figura 11 - Emissões relacionadas ao deslocamento de veículos em empreendimento genérico do setor de transportes, em toneladas de CO2 equivalente (tCO2e)

	2019	2020	2021
Combustão móvel	5.770,35	3.729,89	2.102,18
4. Transporte e distribuição (upstream)	137.224,59	98.354,68	136.713,48
9. Transporte e distribuição (downstream)	7,48	7,33	0,00

Fonte: Fonte: Registro Público de Emissões – GHG Protocol

De acordo com a Figura 11, onde são trazidas as emissões de gases do efeito estufa de um empreendimento de médio porte voltado à locação e venda de implementos para veículos de carga, é possível identificar que a combustão móvel, o transporte e distribuição (upstream) e o transporte e distribuição (downstream) são as fontes emissoras de gases do efeito estufa quando se trata da movimentação da frota.

Figura 12 - Emissões relacionadas ao deslocamento de veículos em empreendimento genérico do setor de transportes, em toneladas de CO₂ equivalente (tCO₂e)

	2010	2011	2012	2013	2014
Combustão móvel	301,26	1.069,64	682,57	695,87	597,56
4. Transporte e distribuição (upstream)	0,00	55.276,34	0,00	63.558,65	44.611,35
9. Transporte e distribuição (downstream)	0,00	0,00	60.318,27	0,00	0,00

Fonte: Fonte: Registro Público de Emissões – GHG Protocol

Em posse das informações da Tabela 8 e das Figuras 9, 10 e 11, comparou-se os resultados obtidos entre o IGEE desenvolvido para o empreendimento estudado para com outros empreendimentos do setor de transporte logístico de cargas disponibilizados na aba de Registros Públicos de Emissões no portal do Programa Brasileiro GHG Protocol, evidenciado na Tabela 12. A Tabela 12, indica o valor de toneladas de CO₂ equivalente emitidas anualmente dividido pelo número de veículos da frota das respectivas empresas.

Tabela 12 – Comparativo das emissões de gases do efeito estufa relacionadas ao deslocamento de veículos entre empreendimentos do setor de transporte rodoviário, em toneladas de CO₂ equivalente por veículo (tCO₂e/veículo)

Empreendimento	Emissão de transportes em toneladas de CO ₂ equivalente (tCO ₂ e)	Número de veículos da frota	Toneladas de CO ₂ equivalente por número de veículos da frota (tCO ₂ e / veículo)
Empreendimento do estudo	2.830,93	50	56,62
Empreendimento 1	34.878,67	700	49,83
Empreendimento 2	143.002,42	2500	57,20
Empreendimento 3	45.208,91	700	64,58

Fonte: Elaborada pelo autor

De acordo com a Tabela 12, observou-se que o empreendimento em questão tem um bom desempenho em relação às emissões de gases do efeito estufa relacionadas ao deslocamento de seus veículos. Com uma taxa de 56,62 tCO₂e/veículo, colocando-o em segunda posição no ranking comparativo entre os indicadores de desempenho ambiental relacionados à emissão de gases do efeito estufa em empreendimentos do setor do transporte rodoviário.

Foram analisados empreendimentos com diferentes situações em relação ao número de veículos da frota, e este pode ser um fator determinante para o desempenho ambiental do empreendimento em relação às emissões de gases do efeito estufa.

O empreendimento estudado é o que possui a menor quantidade de veículos em sua frota, o que permite um acompanhamento mais dinâmico do desempenho dos veículos. Outro

fato relevante é a idade média da frota, já que veículos mais antigos possuem a tendência de emitirem mais gases do efeito estufa durante sua utilização.

Em contraponto, empresas com muitos veículos em sua frota provavelmente possuem sistemas de controle, manutenção, operação e gestão mais robustos que empresas menores, e isto pode implicar em melhores índices de desempenho ambiental.

As emissões de gases do efeito estufa no setor de transporte, podem estar relacionadas com a região em que o empreendimento atua, tanto quanto na qualidade das vias percorridas quanto nas variações de altitudes das rotas desempenhadas, mas principalmente na qualidade do combustível utilizado no veículo.

O resultado demonstrado pela tabela de comparativos ressalta a complexidade de se analisar o desempenho ambiental da empresa já que existem diversas variáveis e fatores que devem ser elencados. Por exemplo, empreendimentos com menos veículos não necessariamente possuíram o melhor desempenho e tampouco os empreendimentos com mais veículos apresentaram os piores índices, e até mesmo frotas com a mesma quantidade de veículos possuíram quantidades de CO₂ equivalentes diferentes entre si.

6. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos na presente pesquisa, pode-se concluir que:

- Com relação a metodologia proposta para identificação e quantificação de aspectos ambientais do empreendimento pode-se afirmar que se mostrou adequada para o empreendimento em questão. O consumo de recursos naturais renováveis e não renováveis, emissão de gases do efeito estufa e geração de resíduos sólidos contaminantes foram identificados como os principais;

- De acordo com a valoração dos impactos ambientais relacionados aos principais aspectos ambientais identificados, as atividades de maior relevância foram o deslocamento de veículos, em seguida da limpeza dos veículos, a troca de óleo lubrificante e em quarta posição a troca de pneus;

- Através da ferramenta de cálculo de emissões de gases do efeito estufa do Programa Brasileiro GHG Protocol o empreendimento analisado pelo presente estudo emite 2.834,413 tCO₂e/ano e 307,294 tCO biogênico/ano.

- Os indicadores de desempenho ambiental podem ser baseados em diversos fatores presentes na composição da atividade do empreendimento estudado. Foram propostos indicadores baseados em número de pedidos executados, litros de combustível consumido e quilômetros rodados pela frota. Os indicadores de desempenho ambiental mais adequados para o empreendimento em questão foram baseados em quilômetros percorridos pela frota, por representarem diretamente a operação desempenhada pela empresa analisada.

Pode-se aqui sugerir algumas recomendações para trabalhos futuros. Como a pesquisa foi aplicada apenas para uma empresa, a sugestão é que seja realizada também em outros empreendimentos, baseando-se nos mesmos indicadores de desempenho ambiental para que seja possível estabelecer uma comparação sólida entre as mesmas.

REFERÊNCIAS

ADRIAANSE, A. **Environmental policy performance indicators. General of Environment of the Dutch Ministry of Housing**, VROM, The Hague, 1993.

ALVES, Camila e FERRAZ, Thaís. **Análises do sistema de gestão ambiental de uma empresa de logística de grande porte – indicadores de conforto ambiental e emissões atmosféricas nos corredores ferroviários de Minas Gerais**. Trabalho de conclusão de curso em Engenharia ambiental e sanitária - CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS. Belo Horizonte, p. 120. 2017.

APARECIDA, D. **Indicadores de Desempenho Ambiental: um estudo sobre a utilização dos indicadores nos Sistemas de Gestão Ambiental (SGA) em empresas catarinenses certificadas pela NBR ISO 14001**. Tese Mestrado – Curso de Administração, Universidade do Vale do Itajaí. Biguaçu, p. 200. 2006.

BITENCOURT, Guilherme. Transporte rodoviário: quais são as principais vantagens? Mutuus, 2022. Disponível em: <https://www.mutuus.net/blog/transporte-rodoviario/#:~:text=ou%20mais%20eixos.-,Qual%20%C3%A9%20a%20import%C3%A2ncia%20do%20transporte%20rodovi%C3%A1rio%20no%20Brasil%3F,red%C3%A7%C3%A3o%20do%20manuseio%20das%20cargas.> Acesso em: 10/11/2022.

BOWERSOX, D. J; CLOSS, D.J. **Logística Empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento**, São Paulo: Atlas, 2001.

Campanha nacional do SEST SENAT faz alerta sobre a importância da reutilização e reciclagem do material. SEST SENAT, 2019. Disponível em: <https://www.sestsenat.org.br/noticia/cerca-de-450-mil-toneladas-de-pneus-sao-descartados-por-ano-no-brasil> Acesso em 10/11/2022.

Cartilha FIESP-CIESP. Indicadores de desempenho ambiental da indústria. 2003. Disponível em: <http://www.ciesp.com.br/wp-content/uploads/2012/11/Indicadores-de-desempenho-ambiental-na-ind%C3%BAstria.pdf> Acesso em: 28/06/2023

CORAL, E. **Modelo de planejamento estratégico para a sustentabilidade empresarial**. 2002. 275 f. Tese de Doutorado – Engenharia da Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

CUNHA, R. S. **Avaliação do desempenho ambiental de uma indústria de processamento de alumínio**. 2001. 100 f. Dissertação – Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

Dados de Mercado. Gov.br, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/distribuicao-e-revenda/lubrificantes>. Acesso em: 25/11/2022.

DIONIZIO, P. **O desempenho da gestão ambiental e as fronteiras planetárias no setor de óleo e gás**. Tese (Mestrado) – Departamento de administração da faculdade de economia, administração, contabilidade e atuária da Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 114, 2022.

FLEURY, F.; WANKE, P.; FIGUEREDO, K. F. (Org.). **Logística empresarial: A perspectiva brasileira**, São Paulo: Atlas, 2000.

GONÇALVES, A. **Proposta de sistema de gestão ambiental para empresa prestadora de serviços logísticos do transporte rodoviário de carga**. Dissertação de mestrado – Engenharia Civil. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, p. 160. 2004.

GONELLI, Wanderley. Redução da emissão de carbono no transporte: montadoras de caminhões e usuários já enfrentam os desafios. LogWeb, 2022. Disponível em: <https://www.logweb.com.br/reducao-da-emissao-de-carbono-no-transporte-montadoras-de-caminhoes-e-usuarios-ja-enfrentam-os-desafios/#:~:text=No%20Brasil%2C%20o%20setor%20energ%C3%A9tico,%25%2C%20com%20tend%C3%Aancia%20de%20aumento>. Acesso em 10/11/2022.

HAMMOND, A. et al. **Environmental indicators: a systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development**. Baltimore: World Resources Institute Publications, 1995. 302p.

JARDIM, R. **Metodologia de avaliação de emissões de dióxido de carbono no transporte intermodal: um estudo de caso da soja de exportação brasileira**. Tese (Mestrado) – Escola Politécnica de São Paulo, São Paulo, p. 176, 2015.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. *Organização Orientada para a Estratégia*. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

MATRIZ DE TRANSPORTE NO BRASIL: QUAIS SÃO E QUAL É A MAIS IMPORTANTE? Truckpad, 2022. Disponível em: <https://www.truckpad.com.br/blog/matriz-de-transporte-no-brasil-quais-sao-e-qual-e-a-mais-importante/> Acesso em: 10/11/2022.

MERICO, L. F. K. **Proposta metodológica de avaliação do desenvolvimento econômico na região do Vale do Itajaí (SC) através de indicadores ambientais**. Revista Dynamis, v. 5, n.19, p. 59-67, abr/jun 1997.

MITCHELL, G. Problems and Fundamentals of sustainable development indicators. Disponível em: <http://www.lec.leeds.ac.uk/people/gordon.html> Acesso em 28/06/2023

MOURA, Reinaldo A. Reduzir, reutilizar, reciclar e substituir. Revista Banas Ambiental, São Paulo, n. 7, p. 30-43, ago. 2000.

MUSPRATT, A. (2019). Introduction to Oil and Gas Industry. Oil & Gas IQ. Disponível em: <https://www.oilandgasiq.com/strategy-management-and-information/articles/oil-gas-industry-an-introduction>. Acesso em 10/12/2022.

NBR ISO 14004:1996: Sistemas de gestão ambiental- Diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio, Rio de Janeiro: ABNT, 1996b.

Norma ABNT NBR 14606:2013 - Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis -Entrada em espaço confinado em tanques subterrâneos e em tanques de superfície. Rio de Janeiro. ABNT, 2013.

Norma ABNT NBR 15428:2006 - Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis -Manutenção de unidade de abastecimento. Rio de Janeiro. ABNT, 2006

Norma ABNT NBR 15456:2007 - Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis -Construção e ensaios de unidades de abastecimento. Rio de Janeiro. ABNT, 2007.

Norma NBR ISO 14001:1996: Sistemas de gestão ambiental- Especificações e diretrizes para uso. ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS., Rio de Janeiro. ABNT, 1996.

OLIVEIRA, Otávio e MUNIZ, Camila. **Implantação de sistemas de gestão ambiental ISO 14001: uma contribuição da área de gestão de pessoas**. CAPES, São Carlos. V. 17, N. 1, p. 51 – 61, fevereiro de 2010.

Painel CNT do Emprego no Transporte. CNT – Confederação Nacional do Transporte, 2021. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/painel-emprego-transporte>. Acesso em 10/12/2022.

PATRUS TRANSPORTES. Patrus Transportes, 2019. Disponível em: <https://patrus.com.br/quem-somos/apresentacao/> Acesso em: 24/06/2023.

PELEGI, Alexandre. Caminhões no Brasil emitem mais carbono que todo setor de energia do país. Diário do Transporte, 2018. Disponível em: <https://diariodotransporte.com.br/2018/06/13/caminhoes-no-brasil-emitem-mais-carbono-que-todo-o-setor-de-energia-do-pais/> Acesso em 10/11/2022.

Presidente eleito terá de retomar trilha da responsabilidade climática e enfrentar retrocesso. Observatório do clima, 2018. Disponível em: <https://www.oc.eco.br/presidente-eleito-tera-de-retomar-trilha-da-responsabilidade-climatica-e-enfrentar-retrocesso/> Acesso em: 25/11/2022

RAMOS, Bruno Eugênio. **Avaliação do Ruído Ambiental e Ocupacional em uma Fábrica de Papel Kraft Extensível**. 2013. 96 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

Reaproveitamento de óleo usado ou contaminado. Gov.br, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/distribuicao-e-revenda/lubrificantes>. Acesso em: 25/11/2022.

RITCHIE, H. (2017). Fossil Fuels. Disponível em: <https://ourworldindata.org/fossil>. Acesso em 10/12/2022.

SALLES, Stéfano. Brasil tem recorde na série histórica de venda de diesel. CNN Brasil, 2022. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/business/brasil-tem-recorde-na-serie-historica-de-venda-de-diesel/> Acesso em 10/11/2022.

TACHIZAWA T. Gestão Ambiental e responsabilidade social corporativa. Atlas, 2005.

VELOCE LOGÍSTICA. Veloce Logística, 2021. Disponível em: <https://velocelog.com.br/sgi/> Acesso em 24/06/2023.