



www.fdc.org.br

Para ser relevante.



Programa de Pós-Graduação em Gestão de Negócios

PROJETO APLICATIVO 2024

Prof. Marcos Eugenio Vale Leão

SEST SENAT

Serviço Social do Transporte
Serviço Nacional de
Aprendizagem do Transporte

ITL

Instituto de
Transporte
e Logística

FUNDAÇÃO DOM CABRAL

**GESTÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E COMPENSAÇÃO DE CO₂ NO
TRANSPORTE RODOVIÁRIO BRASILEIRO DE CARGAS**

Fabiola Dourado Fulgencio

Fernanda Gaban

Maria Eduarda Studart

Marcos Parente

Marcus Bertato

Tadeu Garcia Perazzo

William Ignacio

Salvador

2024

Fabiola Dourado Fulgencio

Fernanda Gaban

Maria Eduarda Studart

Marcos Parente

Marcus Bertato

Tadeu Garcia Perazzo

William Ignacio

**GESTÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E COMPENSAÇÃO DE CO₂ NO
TRANSPORTE RODOVIÁRIO BRASILEIRO DE CARGAS**

**Projeto apresentado à Fundação Dom
Cabral como requisito parcial para a
conclusão do Programa de Pós-
Graduação em Gestão de Negócios.**

**Professor Orientador: Marcos Eugenio
Vale Leão**

Salvador

2024

AGRADECIMENTOS

Aos nossos familiares, pelo apoio incondicional, paciência e compreensão em todos os momentos, especialmente nos desafios enfrentados ao longo deste curso. Sem o amor e a motivação de vocês, este momento não seria possível.

Aos nossos colegas de turma, com quem compartilhamos experiências, aprendizados e desafios. A amizade e o companheirismo de vocês tornaram essa caminhada mais leve e enriquecedora.

Aos professores da Fundação Dom Cabral, por transmitirem conhecimento com dedicação, sabedoria e paixão, contribuindo de forma significativa para o nosso crescimento profissional e pessoal.

A Carla Franca Souza, coordenadora do curso, pelo suporte e pela organização impecável do programa, garantindo que todos os detalhes fossem cuidadosamente planejados para proporcionar uma experiência de aprendizado de alta qualidade.

Ao nosso orientador, professor Marcos Eugenio Vale Leão, pela orientação precisa e pela disponibilidade em nos ajudar a desenvolver este trabalho, fornecendo feedbacks valiosos que contribuíram para a qualidade final deste projeto.

Por fim, agradecemos ao SEST SENAT e à Fundação Dom Cabral, por oferecerem uma estrutura de ensino e aprendizado excepcionais, que nos permitiram expandir nossos horizontes e desenvolver habilidades essenciais para as nossas carreiras.

RESUMO

Cada vez mais, a crescente preocupação com as mudanças climáticas e a sustentabilidade têm incentivado a busca por soluções que reduzam a emissão de gases de efeito estufa (GEE) nos setores econômicos, inclusive no setor de transportes. O presente projeto aplicativo investiga a gestão da eficiência energética nos transportes rodoviários no Brasil. Inicialmente, a pesquisa aborda o panorama atual do setor, destacando a relevância desse modal no contexto nacional e sua contribuição para as emissões de CO₂. Em seguida, são analisados conceitos sobre os compromissos mundiais firmados após o Acordo de Paris e ainda as principais políticas públicas e regulamentações voltadas para a eficiência energética e a redução de emissões, avaliando sua eficácia e impactos na prática. A metodologia adotada combina uma revisão bibliográfica extensa com a análise de dados quantitativos e qualitativos provenientes de fontes governamentais e de pesquisa aplicada a empresas do setor para este projeto. Também foram feitos estudos de iniciativas bem-sucedidas no mercado, fornecendo *insights* sobre melhores práticas e tecnologias emergentes. O trabalho apresentará uma proposta de aplicabilidade de uma ferramenta para gestão de emissões de GEE, principalmente para as empresas de pequeno e médio portes do setor rodoviário de cargas, contribuindo para a sustentabilidade ambiental e o cumprimento das metas ambientais assumidas.

Palavras-chave: controle de emissões de gases de efeito estufa; descarbonização; compensação de CO₂, eficiência energética; transporte rodoviário; ESG.

ABSTRACT

Increasing concerns about climate change and sustainability have been heading to the search for solutions to reduce greenhouse gas (GHG) emissions across various economic sectors, including transportation. This project investigates energy efficiency management in road freight transport in Brazil. Initially, the research examines the current landscape of the sector, highlighting the significance of this mode of transport in the national context and its contribution to CO₂ emissions. Subsequently, the research explores concepts related to global commitments established following the Paris Agreement, as well as key public policies and regulations aimed at energy efficiency and emission reduction, assessing their effectiveness and practical impacts. The adopted methodology combines an extensive literature review with the analysis of quantitative and qualitative data from government sources and applied research within the sector. Successful market initiatives were also studied, providing insights into best practices and emerging technologies. The work will present a proposal for the applicability of a tool for GHG emission management, including possibilities for compensation and carbon credit generation, primarily for small and medium-sized enterprises in the road freight sector, contributing to environmental sustainability and the achievement of environmental goals.

Keywords: greenhouse gas emission control; decarbonization; CO₂ compensation; energy efficiency; road transport; ESG.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Inventários de GEE.....	18
Figura 2 – Comércio de créditos de carbono entre agente emissor e agente que captura GEE.....	22
Figura 3 – Modelo <i>Book and Claim</i>.....	23
Figura 4 – Ilustração dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU	25
Figura 5 – Nuvem de palavras com tipo de item transportado pelos entrevistados.....	44
Figura 6 – Linhas de Ação do Despoluir.....	51
Figura 7 – Avaliação Veicular Ambiental.....	52
Figura 8 – <i>Framework</i> - Proposta de solução.....	71
Figura 9 – Telas principais do usuário com perfil administrativo.....	77
Figura 10 – Tela principal do usuário com perfil parceiro.....	78
Figura 11 – Tela principal do usuário com perfil de motorista.....	79
Figura 12 – Plano de implementação.....	88

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Matriz energética - Brasil X Mundo	28
Gráfico 2 – Consumo de energia nos setores do Brasil e distribuição de consumo do setor em % - 2022.....	35
Gráfico 3 – Consumo de óleo diesel do setor de transporte brasileiro por modo, em percentual (%) - 2022.....	36
Gráfico 4 – Consumo de óleo diesel no Brasil por setor, em mil toneladas equivalentes de petróleo (10³tep) e em percentual (%) - 2022.....	36
Gráfico 5 – Pretensão/Tempo de renovar a frota em 4 anos	39
Gráfico 6 – Análise dos respondentes que não vão renovar a frota em 4 anos.....	40
Gráfico 7 – % de gasto adicional para diminuir emissões de carbono	40
Gráfico 8 – Quantidade de veículos por empresa	42
Gráfico 9 – Número de empregados por porte da empresa	43
Gráfico 10 – Idade da frota por porte da empresa.....	44
Gráfico 11 – Controle e gestão de GEE nas empresas	45
Gráfico 12 – Interesse de clientes em gestão de GEE	46
Gráfico 13 – Interesse de clientes em gestão de GEE	46
Gráfico 14 – Interesse em investimento em tecnologia para gestão de GEE	47
Gráfico 15 – Iniciativa de compensação de emissões de GEE	48
Gráfico 16 – Empresas que têm iniciativa de compensação por porte	48
Gráfico 17 – Emissões totais por mês.....	64
Gráfico 18 – Eficiência energética por motorista	65
Gráfico 19 – Indicador exemplo de emissões totais por mês	75
Gráfico 20 – Indicador exemplo de emissões totais por motorista	76

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Tipos de gases que são considerados como GEE	19
Quadro 2 – Definição dos escopos.....	20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados de consumo de diesel	61
Tabela 2 – Cálculo de emissões	63
Tabela 3 – Demonstrativo exemplo de consumo de diesel ao longo dos meses e suas respectivas emissões totais.....	73
Tabela 4 – Informativo exemplo de consumo de diesel ao longo dos meses e as distâncias percorridas por cada veículo e possível motorista	74
Tabela 5 – Investimentos, custos e ganhos com a implementação da solução.....	86
Tabela 6 – VPL, TIR e <i>Payback</i>	87

LISTA DE ABREVIATURAS

ANP	Agência Nacional de Petróleo
ANTT	Agência Nacional de Transporte Terrestre
CBIO	Crédito de Descarbonização
CEBDS	Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável
CNT	Confederação Nacional de Transporte
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FENABRAVE	Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores
FGV	Fundação Getulio Vargas
GEE	Gases de Efeito Estufa
GHG	<i>Greenhouse Gas</i> – Gases de efeito estufa
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
ISE	Índice de Sustentabilidade Empresarial
ITA	Instituto Tecnológico de Aeronáutica
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NDC	Contribuição Nacionalmente Determinada
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PNMC	Política Nacional sobre Mudança do Clima
PROCONVE	Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores
PROMOT	Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos, Ciclomotores e Similares
SENAT	Serviço Nacional de Aprendizagem do Transporte
SEST	Serviço Social do Transporte
SINDIPEÇAS	Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores
WBCSD	<i>World Business Council for Sustainable Development</i>
WRI	World Resources Institute
WWF	<i>World Wildlife Fund</i> - Fundo Mundial da Natureza

SUMÁRIO

1 BASES CONCEITUAIS	13
1.1 Crédito de carbono e sua utilização prática	13
1.1.1 GHG Protocol.....	17
1.1.2 Relação com investidores	20
1.1.3 Legislação aplicável e requisitos governamentais	21
1.1.4 Métodos de compensação.....	21
1.2 Contribuições e Impactos da eficiência energética nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)	24
1.2.1. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável	24
1.2.2 Matriz Energética.....	27
1.2.1 O Transporte rodoviário e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável	28
2 METODOLOGIA DE PESQUISA	31
3 LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE INFORMAÇÃO.....	33
3.1 Análise do setor.....	33
3.1.1 Emissões de CO₂ no transporte terrestre brasileiro	34
3.1.2 Principais desafios e oportunidades na gestão de CO₂ pelas empresas de transporte rodoviário de carga brasileiras	37
3.1.2.1 A percepção das empresas do setor em relação à gestão de CO₂	42
3.1.3 Implicações regulatórias e exigências do ecossistema de negócio quanto à gestão da emissão de CO₂ para as empresas do setor de transporte rodoviário brasileiro	49
3.2 Benchmarking / realidades organizacionais	52
3.2.1 RS Logística.....	53
3.2.2 GOL Linhas Aéreas	55
3.2.3 Patrus Transportes Urgentes	56
3.2.4 Melhores práticas observadas	57
3.3 A ideia-conceito do modelo para a gestão eficiente de CO₂ no segmento de transporte rodoviário brasileiro	58
3.4 Percepção dos stakeholders sobre o projeto aplicativo	65
3.4.1 ANTT (Agência Nacional de Transporte Terrestre).....	66
3.4.2 CNT (Confederação Nacional do Transporte).....	67
3.4.3 Transportadora São Roque	68
4 DESENVOLVIMENTO - PROPOSTA DE SOLUÇÃO	70
4.1 O modelo de gestão da eficiência energética e compensação de CO₂ no transporte rodoviário brasileiro	70
4.2 Análise de viabilidade para o modelo.....	79

4.2.1 Viabilidade operacional	79
4.2.2 Viabilidade técnica	80
4.2.3 Viabilidade político-legal.....	81
4.2.4 Viabilidade estratégica.....	83
4.2.5 Viabilidade financeira.....	85
4.3 Plano de implementação	87
5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	91
5.1 Recomendações	92
5.2 Limitações do projeto	93
5.3 Aprendizagem.....	93
REFERÊNCIAS.....	94

1 BASES CONCEITUAIS

1.1 Crédito de carbono e sua utilização prática

Apesar de o Brasil ser um país de dimensões continentais, ser um grande exportador de produtos em granel (como grãos e minérios) e contar com muitos rios e vastas bacias hidrográficas, o que promoveria a participação dos modais ferroviário e hidroviário no transporte de cargas, observa-se hoje a dominância do transporte rodoviário para a movimentação de cargas: 65% de todas as cargas são transportadas em cima de caminhões. Para fins de comparação, a Rússia tem 200% da área do Brasil, e apenas 8% das cargas sobre caminhões (Observatório do Clima, 2018).

A histórica falta de investimentos em ferrovias, portos, e a grande utilização dos rios como fonte de energia hidráulica (a implantação de barragens em usinas hidroelétricas dificulta a navegação) são motivos que levam à utilização expressiva de caminhões para o transporte de cargas.

Os caminhões são a forma menos eficiente de transporte de cargas, sendo aquela que (excluindo o modal aéreo, que tem alto consumo de combustível associado) gasta a maior quantidade de combustível para transporte – a mesma quantidade de carga por uma determinada distância. Não é surpresa que o modal rodoviário, somente considerando o transporte de cargas, represente 9% das emissões globais de gases de efeito estufa, sendo maior do que o marítimo (3% incluindo passageiros e cargas) e o aéreo (3% incluindo passageiros e cargas) juntos (Shell, 2021).

A pandemia de Covid-19 alterou de forma significativa a maneira de fazer compras da população, agora de forma on-line muito mais do que antes, incentivando o transporte terrestre de cargas, especialmente aquele sobre veículos de pequeno porte.

No Brasil, os caminhões são um meio de transporte fundamental, rodando sobre estradas de baixa qualidade. O transporte rodoviário equivale a cerca de 34% de todo o gasto energético do país (CNT, 2023), e cerca de 50% devido ao transporte de cargas. Somado a isso, quase 67% das estradas brasileiras em condições regular, ruim ou péssima, fazem aumentar o consumo de combustível, devido ao alongamento de rotas, desvios, trajetos prejudicados, ou seja, aumentando as emissões de GEE

(Gases de Efeito Estufa). Em 2021, o transporte rodoviário de cargas foi responsável pela emissão de cerca de 102 milhões de toneladas de GEE.

Sobre a frota brasileira de caminhões, em recente pesquisa efetuada pela CNT (CNT, 2015) a idade média da frota das empresas é de 8,7 anos, e dos caminhões ligados a motoristas autônomos é de 21,5 anos. Esse é outro fator que reforça a ineficiência energética vinculada a motores antigos, seguramente movidos a combustão, neste caso, o diesel.

Frente a todos esses números, fica evidente a vertente mundial, e especialmente a brasileira, para priorizar os transportes de cargas pelo modal rodoviário. E considerando o iminente prazo de 2050, em que se comprometeu a neutralizar suas emissões de GEE, é fundamental haver uma gestão das emissões, através de controle das emissões de gases de efeito estufa e política para tentar reduzir ou compensar tal poluição. Hoje já existem inúmeras possibilidades de redução ou compensação, e o primeiro passo é ter o controle dessas emissões.

Segundo a sondagem CNT de Eficiência Energética no Transporte Rodoviário de Cargas (CNT, 2015), existem as modalidades de redução de emissões a seguir:

1) Adoção de práticas que visam à economia de combustível:

- Condução mais eficiente através de capacitação de motoristas, podendo reduzir em até 12% o consumo de combustível e emissões de GEE (Capacitação).
- Implementação de um programa de manutenção preventiva de equipamentos (Tecnologia).
- Planejamento de rotas para tráfego em maiores velocidades, trajetos mais curtos, sobre pavimentos de bom ou ótimo estado de conservação (Tecnologia).
- Implementação de sistemas de otimização de velocidade dos caminhões para alcançar a máxima economia de combustível (Tecnologia).
- Adoção de combustíveis de alta qualidade, especialmente aqueles que são transportados em trens ou dutos (reduzindo a emissão no transporte de combustíveis) ou uso de combustíveis que são produzidos de forma mais eficiente, os chamados *low carbon fuels*, através de processos mais eficientes nas refinarias (Tecnologia).

- Uso de caminhões elétricos, especialmente em trajetos urbanos para distribuição de pequenos ou médios volumes de cargas (Tecnologia).
 - Renovação constante da frota para remover os antigos motores menos eficientes das rodovias (Tecnologia).
- 2) Adoção de práticas que compensam as emissões de GEE, segundo o Programa RenovaBio (ANP, 2024):
- Uso de biodiesel através de políticas e incentivos governamentais, uma vez que parte do CO₂ emitido será incorporado pela vegetação, através do processo de fotossíntese, que irá servir de base para a produção do biodiesel (Incentivos).
 - Incentivos governamentais para a pesquisa de novos tipos de combustível para motores a combustão, para substituir o óleo diesel (Incentivos).
 - Compensação das emissões do CO₂ através do controle e ações para garantir a reabsorção do GEE da atmosfera, seja pelo plantio de árvores ou outra política que capture o CO₂ do ambiente (Gestão).

A modalidade de compensação é aquela que será a mais promissora dentre as opções descritas, pois ainda haverá muitos caminhões ativos e operacionais abastecidos com combustível fóssil nos próximos anos, e por mais que a frota se renove, que os motores e motoristas sejam mais eficientes, ainda lidaremos com as emissões, que deverão ser compensadas.

Segundo o GHG protocol (FGV, 2008), as emissões podem ser do escopo 1, 2, ou 3. Escopo 1 são aquelas emissões de GEE ocorridas na organização, no nosso caso as emissões dos motores a combustão. Escopo 2 são aquelas emissões associadas à produção de energia elétrica consumida pela transportadora, isto é, as emissões oriundas da produção de energia elétrica por uma usina de açúcar e álcool seriam escopo 1 para tal usina e escopo 2 para uma transportadora que usasse tal energia elétrica para alimentar seus veículos elétricos. Finalmente, o escopo 3 seriam as emissões que uma frota lança na atmosfera, sob a perspectiva de quem contrata os serviços de transporte responsáveis pela emissão. Nesse contexto, empresas que contratam transportes rodoviários de carga são responsáveis pela emissão de GEE, mesmo não tendo frota própria, sob o aspecto do escopo 3.

O primeiro passo para a neutralização, ou compensação, é ter uma gestão completa das emissões, sejam elas dos escopos 1, 2 ou 3. Começando pelo escopo 1, é necessário ter o controle dos abastecimentos realizados na frota, ou seja, a entrada e o consumo do combustível é um fator primordial para esse controle. De acordo com estudos do IPEA (2011), um litro de diesel queimado, em condições normais, produz 2,6 kg de CO₂ para a atmosfera. Com os controles dos abastecimentos, algo comum para as transportadoras de cargas, temos o volume de emissões. No caso do escopo 2, caberá à empresa geradora da energia elétrica prover esses números, ou seja, quantidade de CO₂ emitida para cada KWh de energia vendida. Por fim, no escopo 3 temos eventuais parceiros da transportadora com interesses de saber as emissões do seu escopo 1 (escopo 1 da transportadora equivale ao escopo 3 da contratante do transporte, ressalvadas as proporcionalidades de consolidações).

O segundo passo é compensar essas emissões: hoje não há metodologias geralmente aceitas para a quantificação de compensação de GEE. As incertezas que cercam a contabilização de projetos de GEE tornam muito difícil determinar se um *offset*/compensação equivale em magnitude às emissões internas para as quais ele serve de compensação. Esse é o motivo pelo qual as organizações devem sempre relatar suas próprias emissões internas em contas separadas dos *offsets* usados para cumprir a meta, em vez de fornecer um valor líquido. Também é importante avaliar com cuidado a credibilidade dos *offsets* usados para cumprir a meta e especificar a origem e a natureza dos *offsets* ao preparar o inventário. Informações necessárias incluem o tipo de projeto; a origem geográfica e organizacional; como os *offsets* foram quantificados; se eles foram reconhecidos por programas externos (Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, Chicago Climate Exchange, Implementação Conjunta etc.).

Uma forma importante de garantir a credibilidade dos *offsets* é demonstrar que a metodologia de quantificação trata adequadamente os principais desafios de contabilização de projetos. Levar esses desafios em conta visa aprimorar a consistência, a credibilidade e o rigor da contabilização de projetos. Além disso, é importante verificar se os *offsets* não foram contados para o cumprimento da meta de GEE de outra organização. Isso pode envolver um contrato entre o comprador e o vendedor que transfere a propriedade do *offset* (FGV, 2008).

Outra maneira de efetuar as compensações é o direito aos “créditos de carbono”. Determinada indústria pode capturar mais CO₂ da atmosfera do que emite,

então ela adquire direitos de venda de créditos, e assim uma transportadora pode comprar esses créditos e compensar suas emissões positivas de GEE (Ministério do Meio Ambiente, 2019).

1.1.1 GHG Protocol

Segundo o GHG protocol (FGV, 2008), conhecer os números e estatísticas é a primeira etapa para que uma instituição ou empresa possa contribuir para o combate às mudanças do clima. Ao conhecer suas emissões, uma empresa pode seguir o próximo passo, ou seja, estabelecer estratégias, planos e metas para redução e gestão das emissões de GEE, implementando ações para reduzir tais emissões e se engajar na solução desse desafio para a sustentabilidade global: esse é o objetivo do Programa GHG protocolo.

O GHG Protocol, ou GreenHouse Gas Protocol, lançado em 1998 e revisado em 2004, foi implementando no Brasil em 2008, é a ferramenta mais utilizada mundialmente pelas empresas e governos para entender, quantificar e gerenciar suas emissões. No Brasil, é administrado pela Fundação Getulio Vargas (FGV) e pelo World Resources Institute (WRI), em parceria com o Ministério do Meio Ambiente (MMA), o Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS) e o World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) (FGV, 2008).

Segundo GHG protocol (FGV, 2008), é fundamental a gestão dos riscos na medida em que conhecer suas emissões permite efetuar o diagnóstico das vulnerabilidades, e mesmo que a empresa emitindo tais relatórios de emissões de GEE não esteja, atualmente, passível desse tipo de controle, pode estar sujeita a tal regulamentação no futuro (ter esse controle nos dias atuais permite tomada de decisões estratégicas de forma mais rápida), e pode ser que a empresa venha a ter negócios com empresas passíveis de tal gestão, atendendo agora a questões contratuais e de auditoria sob a perspectiva do escopo 3 (será visto mais adiante esse conceito).

Na Figura 1 podem ser observadas as metas organizacionais fundamentadas em inventários de GEE (FGV, 2008).

Figura 1 – Inventários de GEE

CAIXA 1. Metas organizacionais fundamentadas em inventários de GEE
<p>Gestão de riscos de GEE e identificação de oportunidades de redução</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Identificação de riscos associados com restrições de GEE no futuro ■ Identificação de oportunidades custo-efetivas de redução através da busca por eficiência no uso de energia e outros recursos ■ Definição de metas de GEE, medição e relatório de desempenho
<p>Relatório público e participação em programas voluntários de GEE</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Inventário voluntário das emissões de GEE e do progresso quanto às metas de GEE, para o público interessado ■ Relatório a programas de governos e ONGs, incluindo registros de GEE ■ Rotulagem ambiental
<p>Participação em programas obrigatórios de inventário</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Participação em programas governamentais de inventário nos níveis nacional, regional e local.
<p>Participação em mercados de GEE</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Apoio a programas internos de comércio de GEE ■ Participação em programas externos de comércio de licenças de emissões ■ Cálculo de tributos sobre o carbono ou sobre GEE
<p>Reconhecimento por ação voluntária antecipada</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Fornecimento de informações para garantir uma linha de base ou para auferir créditos por ação antecipada

Fonte: FGV (2008).

A antecipação à obrigatoriedade e emissão voluntária e pública dos relatórios sobre controle de emissões de GEE traz uma possibilidade de impacto positivo, na medida em que deixa clara a investidores e *stakeholders* a intenção da empresa e para qual caminho está seguindo, também facilitando o controle e as auditorias de empresas parceiras e organizações externas, como órgãos fiscalizadores e avaliadores. Ainda, caso essa empresa que aderiu ao Programa GHG queira fazer parte de algum programa de incentivo governamental, presente ou futuro, de iniciativas de redução e compensação de emissões de GEE, o primeiro e fundamental passo já estaria dado (justamente o mapeamento e conhecimento das emissões). Por fim, o reconhecimento da sociedade, no que se refere a iniciativas de controle e redução das emissões, certamente trará impactos sociais, além dos ambientais, que

podem se manifestar em reconhecimento pela sociedade que interage com aquela empresa (FGV, 2008) Esse ponto será mais detalhado adiante.

Afinal, os GEEs que devem ser alvo de gestão pelo protocolo GHG (FGV, 2008) são aqueles gases internacionalmente reconhecidos como gases de efeito estufa regulados pelo Protocolo de Kyoto e que fazem a temperatura na atmosfera aumentar, reduzindo a capacidade de eliminação de calor na superfície terrestre. Dentre eles, no Quadro 1, são relacionados os gases que contribuem para o efeito estufa e a alteração climática no planeta.

Quadro 1 – Tipos de gases que são considerados como GEE

Fórmula	Nome Comum	GWP
CO ₂	Dióxido de Carbono	1
CH ₄	Metano	21
N ₂ O	Óxido Nitroso	310
SF ₆	Hexafluorido de Enxofre	23900
Hidrofluorcarbonos (HFCs)		
CHF ₃	HFC-23	11700
CH ₂ F ₂	HFC-32	650
CH ₃ F	HFC-41	150
C ₅ H ₂ F ₁₀	HFC-43-10mee	1300
C ₂ HF ₅	HFC-125	2800
C ₂ H ₂ F ₄	HFC-134	1000
C ₂ H ₂ F ₄	HFC-134	1300

Fonte: FGV (2008).

Considerando as definições a seguir do Programa Brasileiro GHG Protocol (FGV, 2008), uma empresa tradicional de transporte rodoviário de cargas tem seus veículos normalmente movidos a motores a combustão (chamada combustão móvel), seus escritórios e sede administrativa. De forma bem simplificada, temos, sob a perspectiva do escopo 1, as emissões de GEE nos escapamentos dos caminhões; sob a óptica do escopo 2, as emissões no momento da geração de energia elétrica para alimentar aparelhos eletrônicos, computadores, iluminação, aparelhos de ar-condicionado; e finalmente no escopo 3, as emissões relativas ao transporte do combustível para abastecer os caminhões, por exemplo, para o transporte das peças de reposição.

Existem os três escopos e seus principais agentes, ou fontes de emissão, esquematizados no Quadro 2.

Quadro 2 – Definição dos escopos

Escopo	Definição simplificada	Exemplos
1	Emissões diretas de GEE da organização relatora	<ul style="list-style-type: none"> • Combustão móvel para transportes em geral (frota operacional da empresa). • Emissões fugitivas: liberações não intencionais de substâncias que não passem por chaminés, drenos, tubos de escape ou outra abertura funcionalmente equivalente, tais como liberação de hexafluoreto de enxofre (SF6) em equipamentos elétricos, vazamento de hidrofluorcarbonos (HFCs) durante o uso de equipamento de refrigeração e ar-condicionado e vazamento de metano (CH4) no transporte de gás natural.
2	Emissões da organização relatora ligadas à geração de eletricidade, calefação ou refrigeração, ou vapor adquirido para consumo próprio	<ul style="list-style-type: none"> • A Companhia A instala um gerador e vende o excesso de energia para a companhia vizinha B, para consumo próprio. A Companhia A relata todas as emissões diretas do gerador no escopo 1. As emissões indiretas da geração de energia revendida a B são relatadas por A como informação opcional, fora do escopo 3. A Companhia B relata no escopo 2 as emissões indiretas relacionadas ao consumo da energia adquirida do gerador da Companhia A.
3	Emissões indiretas de uma organização não incluídas no escopo 2.	<ul style="list-style-type: none"> • Transporte de materiais ou bens adquiridos. • Transportes de combustíveis adquiridos em viagens de negócios de empregados. • Transporte de empregados de ida e volta ao trabalho. • Transporte de resíduos.

Fonte: FGV (2008).

1.1.2 Relação com investidores

Ainda segundo o estudo da FGV (2008), o Índice IBOVESPA de Sustentabilidade Empresarial (ISE) deve ser considerado, adicionalmente seus critérios e parâmetros, para que as empresas façam suas declarações de emissões e tenham um controle correto das emissões e compensações. Esse padrão de controle de emissões garante uma parametrização dos controles aos quais investidores, sociedade, órgãos públicos, e outras partes interessadas tenham acesso ao nível de maturidade da empresa em relação à questão da sustentabilidade, especificamente

das emissões, possibilitando comparação entre empresas e valorização das ações implementadas.

As empresas que publicam seus inventários e relatórios de emissões de GEE podem identificar oportunidades para redução de emissões e, dessa forma, realizar projetos de redução de tais emissões ou ainda de compensação delas, através, por exemplo, da obtenção de créditos comercializáveis no mercado de carbono.

1.1.3 Legislação aplicável e requisitos governamentais

Ter um controle das emissões e das compensações requer conhecer muito bem os equipamentos sendo usados, a origem das emissões, e se houver algum programa de compensação de emissões de carbono, ele deve ser muito bem gerido pelas razões que foram relacionadas anteriormente. Somado a isso, temos o ingresso, num breve futuro, de combustíveis sustentáveis no transporte rodoviário de cargas, que deverá ser regulamentado de forma a ser constituído por parcela de origem fóssil e parcela de origem de biomassa renovável, isto é, o diesel verde. Segundo o Projeto de Lei 4516/2023, ainda em tramitação na Câmara dos Deputados, Capítulo IV, prevê-se o uso do diesel verde, isto é, esse diesel renovável, a ser regulamentado pela Agência Nacional de Petróleo (ANP), que deverá, até 2037, definir a participação do diesel verde naquele comercializado aos consumidores finais, em cada Estado e no Distrito Federal (Câmara dos Deputados, 2023).

As empresas que tiverem seu controle das emissões e das compensações de carbono estarão aptas a usufruir do benefício que essa mistura, quando estiver em comercialização, trazer. Existe sim a expectativa de aumento do custo do diesel finalmente comercializado em 0,7% de custo maior, para cada ponto percentual de diesel verde adicionado à mistura, porém a empresa poderá se beneficiar da captura do carbono que o uso da biomassa renovável, usada na produção do diesel verde, garante (Câmara dos Deputados, 2023).

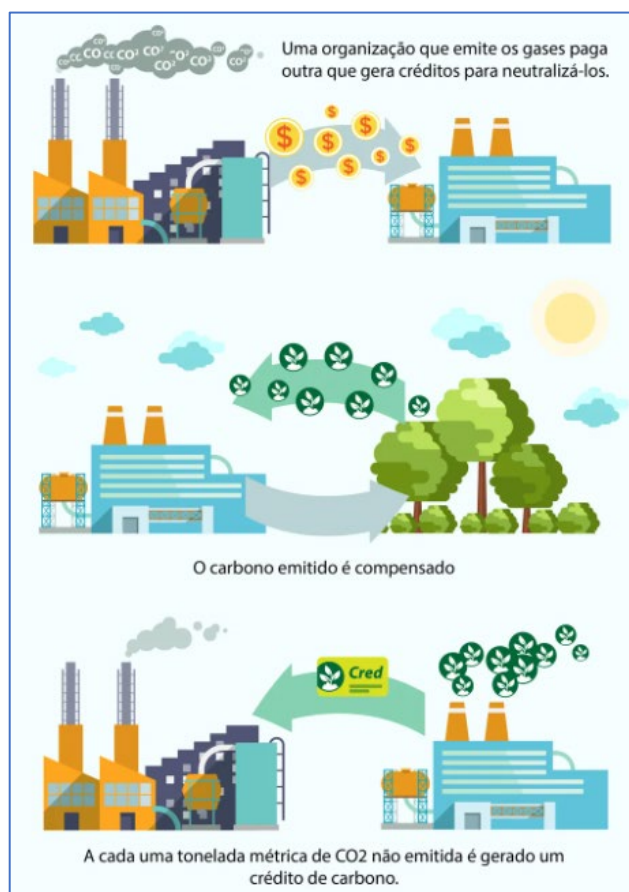
1.1.4 Métodos de compensação

Segundo a IBOVESPA, Manual de Normas, o Crédito de Descarbonização (CBIO) funciona como método de compensação de GEE ao permitir que os participantes (emissores, como transportadores rodoviários e agentes que capturam

GEE da atmosfera) do mercado compensem suas emissões de GEE por meio da aquisição e utilização desses créditos. Desta forma, as empresas podem contribuir para a redução das emissões e para a mitigação das mudanças climáticas, ficando conectadas e alinhadas com as metas de sustentabilidade que foram citadas.

O Programa RenovaBio (ANP, 2024) é uma política de Estado que reconhece o papel estratégico de todos os biocombustíveis (etanol, biodiesel, biometano, bioquerosene, segunda geração, entre outros) na matriz energética brasileira no que se refere à sua contribuição para a segurança energética, a previsibilidade do mercado e a mitigação de emissões dos gases causadores do efeito estufa no setor de combustíveis. Com isso, os biocombustíveis viabilizam uma oferta de energia cada vez mais sustentável, competitiva e segura. CBIO equivale a 1 tonelada de emissões evitadas, que equivale a 7 árvores em termos de captura de carbono. A Portaria 419, de 20 de novembro de 2019 (GOV.Br. Ministério do Meio Ambiente, 2019) regulamenta o registro, uso e comércio do CBIO.

Figura 2 – Comércio de créditos de carbono entre agente emissor e agente que captura GEE



Fonte: G1 (2024).

A Figura 2 mostra como acontece a transferência de crédito de carbono entre segmentos e empresas (G1, 2024).

Existe também a possibilidade de aplicação de biocombustíveis, e usar, ou não, os créditos de carbono associados a esse combustível de origem não fóssil. Caso a empresa utilize o combustível e se beneficie dessa emissão líquida reduzida, ela pode disponibilizar essa informação em suas demonstrações de sustentabilidade como compensação, mas se eventualmente não usa biocombustíveis por eventual falta de oferta na localidade, por exemplo, pode adquirir o crédito de carbono de alguma outra parte que usou, de fato, biocombustível e não se beneficiou do crédito de carbono, ou seja, não declarou tal emissão como evitada. A Figura 3 mostra como seria uma transferência de direitos de uso dos créditos de carbono, no método chamado *Book and Claim*, já usado por algumas empresas, principalmente fora do Brasil.

Figura 3 – Modelo *Book and Claim*



Fonte: RSB (2024).

1.2 Contribuições e Impactos da eficiência energética nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)

Nos tópicos a seguir, será feita uma abordagem sobre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e o papel do setor privado nesses compromissos. Será realizada uma breve reflexão de como as empresas estão adaptando-se às mudanças para dimensionar a Agenda ESG no setor privado e as estratégias traçadas para implementar práticas alinhadas ao cumprimento dos desafios sociais e climáticos dentro da Agenda 2030.

A reflexão feita será, principalmente, dos ODS ligados à eficiência energética e sobre a matriz energética do Brasil com o recorte a respeito do setor rodoviário, que nesse contexto utiliza predominantemente combustíveis fósseis, especialmente a gasolina e o diesel. Com isso é viável aprofundar a compreensão dos impactos e/ou contribuições do transporte rodoviário de cargas no cumprimento dos ODS.

1.2.1. *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável*

As premissas econômicas de uma “Sociedade Justa”, descrita pelo economista Jonh Kenneth Galbraith (1996), refletem sobre os desafios dos tempos atuais cada vez mais globais, mas que enfrentam o esgotamento de recursos naturais e busca com isso o equilíbrio para ter um planeta mais sustentável para as próximas gerações. Segundo Galbraith (1996):

A sociedade justa tem três exigências econômicas estreitamente relacionadas, cada qual com sua força independente: a necessidade de suprir os bens de consumo e serviços requeridos; a necessidade de assegurar que essa produção e seu uso e consumo não exerçam um efeito adverso sobre o atual bem-estar do público em geral; e a necessidade de assegurar que não afetem adversamente as vidas e o bem-estar das gerações futuras.

Diante desse cenário, em 2015, na Confederação das Nações Unidas (ONU), surgiram os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que são planos de ações atrelados a metas e indicadores para serem atingidos até 2030, visando acabar com a pobreza, proteger o planeta e assegurar que todas as pessoas tenham paz e prosperidade (ONU, 2015).

De acordo com site das Nações Unidas no Brasil, dentro dos temas abordados nos ODS, estão energia, mudança climática, desigualdade econômica, inovação, consumo sustentável, paz e justiça, entre outros. Os 17 objetivos são interligados, o desenvolvimento de um muitas vezes está associado a outro e vice-versa, ou muitas vezes um acaba impulsionando e sendo parte fundamental de outro, sendo que a maior parte deles tem relação direta ou indireta com o meio ambiente e as mudanças climáticas (ONU, 2015).

A Figura 4 ilustra quais são os ODS, que são integrados e mesclam as três dimensões do desenvolvimento sustentável: econômica, social e ambiental.

Figura 4 – Ilustração dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU



Fonte: ONU (2015).

Com isso, os ODS fazem parte da Agenda 2030, que é uma oportunidade para alinhamentos dos diversos atores importantes na promoção dessa mudança de comportamento da humanidade. A Agenda propõe uma pauta mundial unificada entre governos, empresa, sociedade organizada para alcançar o desenvolvimento sustentável (ONU, 2015).

A organização suíça World Wildlife Fund (WWF), considerada uma referência mundial em conservação ambiental, define desenvolvimento sustentável como capaz de suprir as atuais necessidades sem comprometer a capacidade das futuras gerações de satisfazerem suas próprias necessidades (wwf.org, 2023).

É importante entender que os esforços voltados para a implantação e melhoria dos indicadores dos ODS é uma exigência também de mercado. A Agenda 2030 faz um chamamento para que também as empresas utilizem práticas cada vez mais sustentáveis em torno do conceito de sustentabilidade, defendido amplamente pelo renomado escritor britânico John Elkington (2001), que discute o tema de forma mais intensa envolvendo o tripé econômico, social e ambiental.

No livro “Canibais com Garfo e Faca”, o escritor inseriu o conceito do “triple bottom line”, demonstrando como o capitalismo, através das empresas, pode e deve ajudar a humanidade a atingir três objetivos que devem estar interligados: prosperidade econômica, igualdade social e proteção ao meio ambiente. No livro, o autor ressalta como, cada vez mais, as empresas estarão em uma posição central na sociedade e, portanto, deverão se tornar mais responsáveis pelo impacto que causam (Elkington, 2001).

Com isso, os 17 objetivos funcionam como uma bússola para que o capitalismo reestruture seu modelo e migre para implantação de negócio sustentável. O argumento principal de Elkington (2001), considerado por muitos na academia como o “pai da sustentabilidade”, é que é essencial voltar o olhar das empresas para a sustentabilidade, para que ajam com responsabilidade e, ao tomarem decisões, sempre considerem o impacto final do que estão fazendo. Portanto, os ODS funcionam como pauta global com indicadores, conscientização e ações unificadas para promover a mudança mais profunda.

Compartilhando da mesma visão, para Guttilla (2023), no livro “Como implementar uma estratégia ESG: do propósito à ação”, a integração da sustentabilidade nas estratégias de negócio é fundamental para o desenvolvimento sustentável a longo prazo. Segundo o autor, quando as empresas adotam metas e práticas sustentáveis, não apenas contribuem para a preservação do meio ambiente e melhoria dos aspectos sociais, mas também podem obter vantagens competitivas no mercado (Guttilla, 2023).

A inovação e a sustentabilidade caminham juntas e podem impulsionar o crescimento das empresas de forma responsável e consciente. Para Guttilla (2023) é muito positivo ver esse movimento no setor privado.

O ESG tem que ser incorporado como um mindset de fazer negócio. De como crescer, lucrar, a partir de uma visão dos impactos sociais e ambientais que essa empresa produz. Quando isso se transforma em um modelo mental,

entra na cultura da empresa. Ela começa a inovar e criar produtos e serviços tendo isso como premissa. Avaliar e refletir sobre os impactos no berço da inovação, e não pensar nisso só depois. (Gutilla, 2023).

Na era do capitalismo de *stakeholders*, a responsabilidade da empresa é com todas as partes interessadas, da saúde mental dos empregados da fábrica à matriz energética que move a operação. Tudo deve ser levado em conta na hora de calcular o impacto, seja qual for o porte da empresa. Ações que contribuem para mitigar os impactos na agenda climática e os processos para buscar a redução das emissões devem ganhar cada vez mais espaço na agenda dos executivos que devem promover a transformação na cultura da empresa (Gutilla, 2023).

Na mesma defesa argumentativa, podemos citar a clássica carta da BlackRock, escrita em 2018 por Larry Fink, CEO da maior gestora de ativos do planeta, no controle de investimentos que superam 10 trilhões de dólares. No documento divulgado ao mercado, o CEO enfatiza que “uma empresa não pode alcançar lucros a longo prazo sem ter um objetivo e sem considerar as necessidades de uma ampla gama de partes interessadas” (Fink, 2018).

O CEO do fundo internacional ainda reflete, na mesma carta, que, com o passar do tempo, empresas e países que não atenderem às partes interessadas e enfrentarem os riscos da sustentabilidade encontrarão um crescente ceticismo por parte dos mercados e, por sua vez, um custo de capital mais elevado. Com esse posicionamento, a carta teve um impacto significativo no mundo dos negócios, incentivando as empresas a considerarem os aspectos ambientais, sociais e de governança nas estratégias empresariais para não correrem o risco de sucumbirem (Fink, 2018).

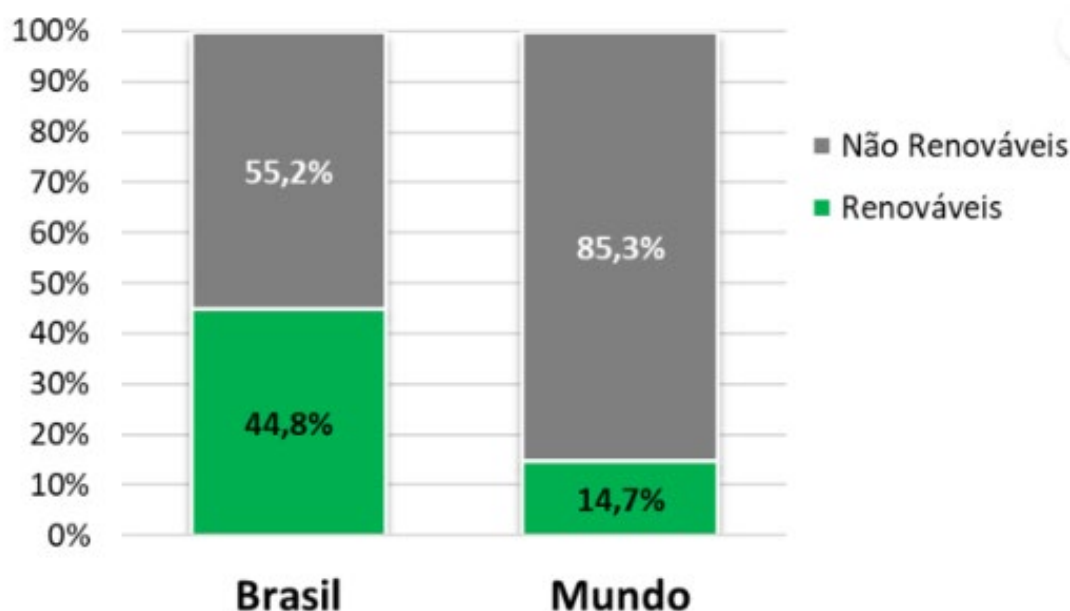
1.2.2 Matriz Energética

Atualmente, a matriz energética mundial é majoritariamente composta por fontes não renováveis, como carvão, petróleo e gás natural, o que significa que essas fontes podem se esgotar, pois são oriundas de recursos naturais que não são possíveis de serem produzidos, ao contrário das renováveis, que podem ser produzidas com facilidade. Além disso, as fontes não renováveis geram mais CO₂ quando entram em combustão, impactando diretamente as mudanças climáticas (Aneel, 2003).

O cenário no Brasil é um pouco diferente, a matriz energética brasileira é composta, em sua grande maioria, de fontes renováveis, o que traz um certo destaque quanto ao seu índice menor em relação ao mundo de geração de gases efeito estufa. Países dependentes de fontes não renováveis têm uma emissão maior devido à liberação de CO₂ durante a queima de combustíveis fósseis (Aneel, 2003).

No Gráfico 1, podemos observar que, na média mundial, somente 14,7% da energia vem de fonte renováveis. Já no Brasil, o percentual é três vezes maior, com 44,8% da matriz energética de base renovável, o que pode se tornar um ganho competitivo para cumprimento dos ODS ligados a essa temática.

Gráfico 1 – Matriz energética - Brasil X Mundo



Fonte: ANEEL (2003).

1.2.1 O Transporte rodoviário e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

Os indicadores envolvendo o transporte rodoviário ocupam um papel crucial na busca pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), uma vez que é parte vital da infraestrutura econômica e social em muitas regiões, bem como desempenha um papel importante nas metas que tangem energia, inovação, cidades sustentáveis, mudanças climáticas, saúde e trabalho decente (ONU, 2015).

De acordo com estudo desenvolvido pelo Instituto ILOS (2016), o transporte é a atividade logística mais custosa para as organizações, correspondendo a cerca de

54% dos custos logísticos das empresas brasileiras, e o transporte ainda causa impacto no meio ambiente.

Para mitigar esses efeitos negativos, os fabricantes vêm buscando elevar a produtividade dos caminhões, desenvolver projetos de eficiência energética cocriando soluções integradas com as empresas na tentativa de reduzir custos e diminuir o impacto social e ambiental do transporte rodoviário. Sendo assim, existem várias oportunidades e desafios para evolução do setor de infraestrutura e transporte que impactam diretamente a evolução dos ODS, e no Brasil isso é ainda mais forte, pois o transporte é feito majoritariamente através de rodovias (ILOS, 2016).

Analisando a Figura 1, dentre os 17 ODS, alguns são mais impactados pelo transporte rodoviário: (7) Energia acessível e limpa (9) Indústria, Inovação e Infraestrutura (11) Cidades e Comunidades sustentáveis; (12) Consumo e Produção Responsáveis; (13) Ação Contra a Mudança Global do Clima (3) Saúde e Bem-estar; (8) Trabalho Decente e Crescimento Econômico.

Apesar de o Brasil possuir uma matriz energética diferente da mundial, com cerca de 44% oriunda de fonte renovável, o transporte rodoviário ainda utiliza na sua grande maioria combustíveis fósseis naturais não renováveis, que estão cada vez mais escassos e não são possíveis de serem produzidos, o que não contribui com o ODS 7, que é garantir energia limpa para todos. Além disso, no processo de queima geram ainda mais CO₂, que é um gás poluente e também impacta as mudanças climáticas que são tratadas no ODS 13. Portanto, é emergente a transição energética das frotas de veículos tanto de cargas quanto de passageiro no Brasil, para que, assim, possa reforçar o compromisso do país com esses ODS, reduzir a geração de CO₂ e promover um transporte mais sustentável (IPEA, 2021).

O novo paradigma da competitividade global exige das empresas respostas rápidas com relação à inovação/tecnologia e melhor desempenho ambiental. É notório que a sociedade precisa usar os recursos financeiros, humanos e naturais de forma mais eficiente. Para Kotler e Keller (2006), o aumento da exigência do mercado consumidor, das leis em vigor e as pressões por parte dos governos e dos investidores em critérios e indicadores ligados à sustentabilidade são alguns dos principais motivos que levam as empresas a considerarem a sustentabilidade como estratégia empresarial. Empresas, principalmente as de capital aberto, chegam a divulgar compromissos públicos atrelados à Agenda 2030.

Portanto, o mundo vive a jornada que busca atender às premissas preconizadas por Elkington (2001) de que o capitalismo terá que se reestruturar para um modelo sustentável, em que as empresas assumem um protagonismo e tentam se tornar mais responsáveis pelo impacto que causam.

Relembrando a carta escrita pelo CEO da BlackRock Larry Fink (2018), é preciso colocar também os interesses da sociedade no propósito das empresas para deixar legado social. Segundo ele

É mais importante do que nunca que a sua empresa e gestão sejam orientadas pelo seu objetivo. Se você se mantiver fiel ao propósito de sua empresa e se concentrar no longo prazo, enquanto se adapta a esse novo mundo ao nosso redor, entregará retornos duradouros aos acionistas e ajudará a perceber o poder do capitalismo para todos. (Fink, 2018).

2 METODOLOGIA DE PESQUISA

Este estudo utilizará a metodologia de pesquisa descritiva, com estratégia mista, qualitativa e quantitativa.

A decisão de empregar uma abordagem de pesquisa mista neste estudo se baseia na necessidade de obter uma compreensão com maior abrangência de um tema com grande complexidade.

Considerando o tema deste projeto, que é a “Gestão da eficiência energética e compensação de CO₂ nos transportes terrestres brasileiros”, adotamos o método de pesquisa descritiva, que se mostra mais indicada para entendermos a real situação desse mercado e a forma como as empresas encaram esse cenário.

Segundo Gil (1998), o objetivo desse tipo de pesquisa é estudar as características de um grupo e demonstrar se existem associações entre as variáveis, mas pode ir além, demonstrando as relações e uma nova visão do problema. Para Mattar (1999), esse tipo de pesquisa responderá a questões como quem, o quê, quando e onde. Cita como exemplo o estudo do perfil do consumidor de um determinado produto.

A estratégia qualitativa permitirá uma exploração mais profunda das percepções, práticas e desafios enfrentados pelas empresas e sociedade nesse contexto.

De acordo com Gondim (2002), a pesquisa qualitativa valoriza a subjetividade e a interpretação dos sujeitos envolvidos, buscando compreender os contextos sociais e as relações interpessoais que influenciam seus comportamentos e percepções; em contrapartida, a pesquisa quantitativa permite ao pesquisador testar hipóteses, identificar associações entre variáveis e quantificar relações causais, fornecendo uma base sólida para a tomada de decisões e o desenvolvimento de políticas, conforme Minayo e Sanches (1993).

Como já antecipado, neste estudo ambas as estratégias foram utilizadas, sendo a quantitativa principalmente no levantamento de dados de emissões de CO₂, custos e demais dados do cenário atual.

Já a qualitativa foi amplamente utilizada no levantamento do cenário, percepção das empresas atualmente e também para entender as principais tendências.

Segundo Gil (1998), quando a pesquisa reúne tanto dados quantitativos como qualitativos também pode ser classificada como mista.

A utilização da estratégia qualitativa enriqueceu a compreensão sobre a eficiência energética e compensação de CO₂ nos transportes, fornecendo percepções, práticas, desafios e oportunidades de forma detalhada, enquanto a quantitativa forneceu dados objetivos valiosos e análises estatísticas para um amplo estudo.

Segundo Cervo e Bervian (2002), a metodologia de pesquisa é o principal alicerce para se erguer o edifício do conhecimento. Através dela que os pesquisadores organizam suas indagações, definem seus procedimentos e fundamentam suas conclusões. Assim, é destacada a importância fundamental da metodologia de pesquisa na construção do conhecimento, enfatizando que a metodologia não é apenas um aspecto da pesquisa, e sim o elemento que guia as etapas do estudo, desde o desenvolvimento do tema até a interpretação dos resultados.

3 LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE INFORMAÇÃO

Diante do desafio de combater a crise climática, o setor produtivo necessita de ações e esforços coletivos para contribuir para o desenvolvimento sustentável. As transportadoras deverão agir em conjunto com as políticas públicas para a redução nas emissões de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera, com serviços mais sustentáveis que impactarão positivamente o clima (Rede ACV, 2022).

Será apresentada, neste capítulo, uma análise estatística do setor para contextualizar os impactos do transporte rodoviário de cargas no Brasil quanto à questão das emissões de GEE. Serão utilizados na análise a pesquisa CNT em Rodovias de 2023, o relatório gerencial elaborado pela KPMG, que foi fruto de pesquisa realizada sobre caminhões e a matriz energética, e outra pesquisa elaborada por esse grupo e aplicada a 50 empresas/transportadoras de vários portes e regiões do país.

Ainda neste capítulo, serão ressaltadas as articulações dos governos sobre o tema com legislações e programas vigentes para minimizar os impactos das emissões e mostrado o nível de conhecimento das empresas sobre o tema para tentar reduzir ou compensar os gases de efeito estufa.

3.1 Análise do setor

A matriz de transporte no Brasil, um país continental, ser majoritariamente rodoviária deve-se, em grande medida, a uma decisão e planejamento político nas décadas de 1950 e 1960, durante o governo de Juscelino Kubitschek. Segundo Luedemann (2003), investir em rodovias foi cuidadosamente planejado no Governo JK. Naquele período, alocar recursos em estradas foi uma estratégia para integrar o território brasileiro e investir em industrialização. Afinal, ao desenvolver as rodovias, imediatamente as empresas internacionais viriam para o país.

No período de implantação do setor automotivo, o governo de Juscelino Kubitschek (1956-1960) teve influência significativa incentivando os investimentos através de alguns mecanismos, o que acabou por atrair várias montadoras para o país. (Luedemann, 2003).

O passar do tempo cuidou de amadurecer essa decisão política e, até hoje temos a alta circulação de cargas e pessoas pelo modal rodoviário no Brasil.

Segundo dados divulgados pela CNT (2023), o setor de transporte rodoviário de carga, que movimenta produtos e é fundamental para a economia do país, é responsável por quase 6% do PIB do país e cresce a cada dia mais.

Segundo dados da 26ª edição da “Pesquisa CNT de Rodovias”, divulgada em novembro de 2023, esse modal transporta, atualmente, 65% da carga no Brasil. O relatório gerencial divulgado também mostra que, atualmente, o Brasil, ocupa a quarta posição em relação à extensão de malha rodoviária, com 1,7 milhão de quilômetros, ficando atrás dos EUA, China e da Índia (CNT, 2023).

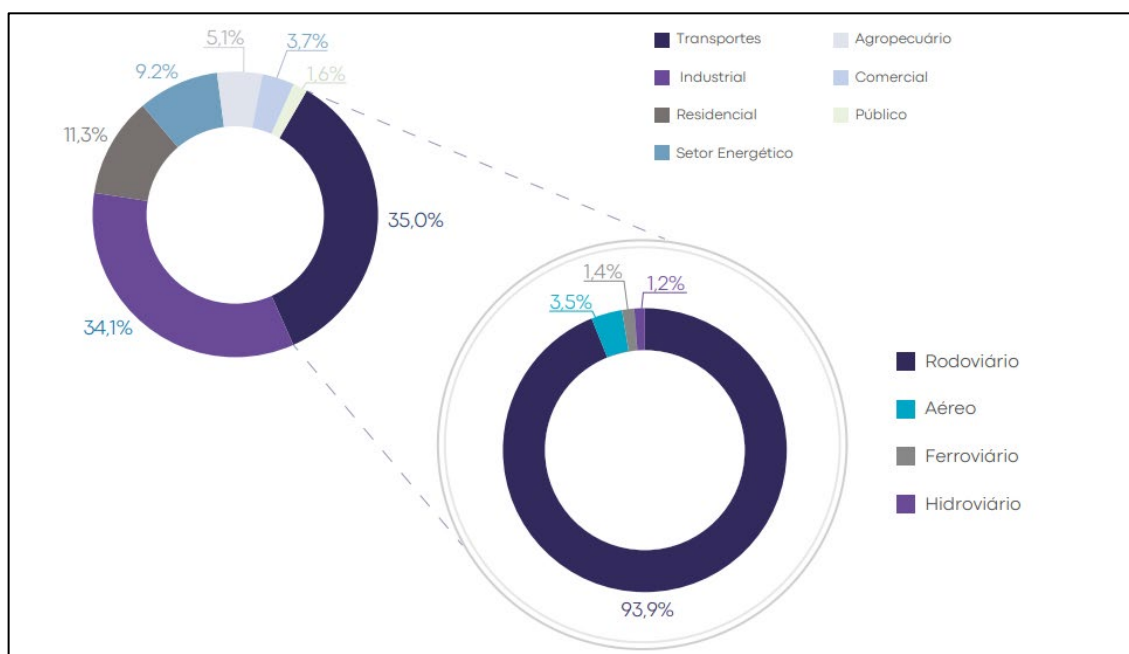
E a tendência para o curto/médio prazo é de mais cargas pelas rodovias no país. De acordo com dados da Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores (Fenabreve), que representa 7.800 concessionárias de veículos no país, somente em 2021 foram emplacados 127,4 mil novos caminhões (Fenabreve, 2022).

Diante desse cenário de volume de caminhões nas estradas, o que se pode fazer para reduzir as emissões de GEE e buscar atingir o atingimento de metas de descarbonização? Essa é uma questão central e importante que deve ser encarada com a união de esforços dos setores público e privado.

3.1.1 Emissões de CO₂ no transporte terrestre brasileiro

De acordo com dados da pesquisa CNT, o setor de transporte é considerado o maior consumidor de energia do país, atingindo o índice de 35% de toda a energia consumida em 2022, ficando à frente do agropecuário, como demonstra o Gráfico 2 (CNT, 2023).

Gráfico 2 – Consumo de energia nos setores do Brasil e distribuição de consumo do setor em % - 2022

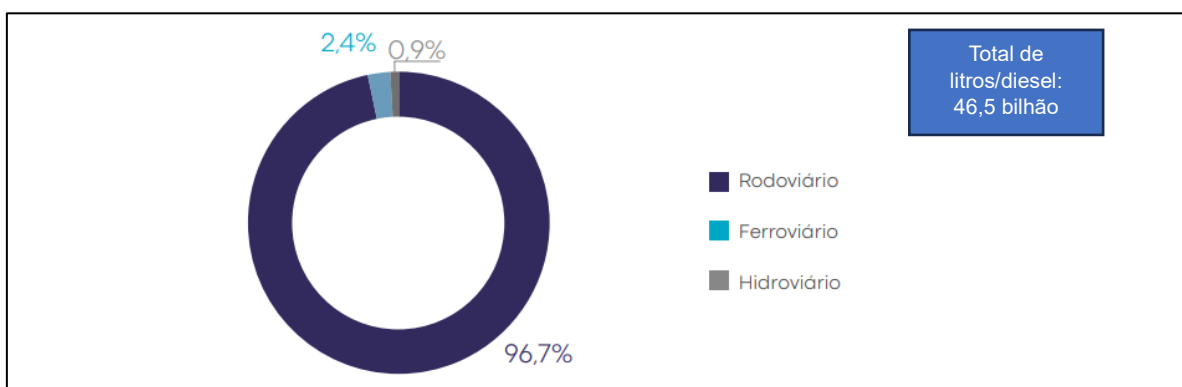


Fonte: CNT com dados da Empresa de Pesquisa Energética (2023).

Observa-se também, analisando o Gráfico 2, que os setores industrial e de transporte, somados, respondem por, aproximadamente, 70% de todo o consumo energético do país. Ainda sobre o mesmo gráfico, e considerando somente a parcela energética do transporte, constata-se que os veículos rodoviários consomem 93,9% de toda a energia disponibilizada ao setor, o que demonstra a relevância do transporte rodoviário quando o assunto é consumo de energia do Brasil (CNT, 2023).

Em 2022, de acordo com a pesquisa CNT de Rodovias 2023, registrou-se, no setor transportador, o uso de aproximadamente 46,5 bilhões de litros de diesel. A maioria dessa quantidade, 96,7%, foi consumida por veículos rodoviários, com 45 bilhões de litros do combustível fóssil, conforme Gráfico 3.

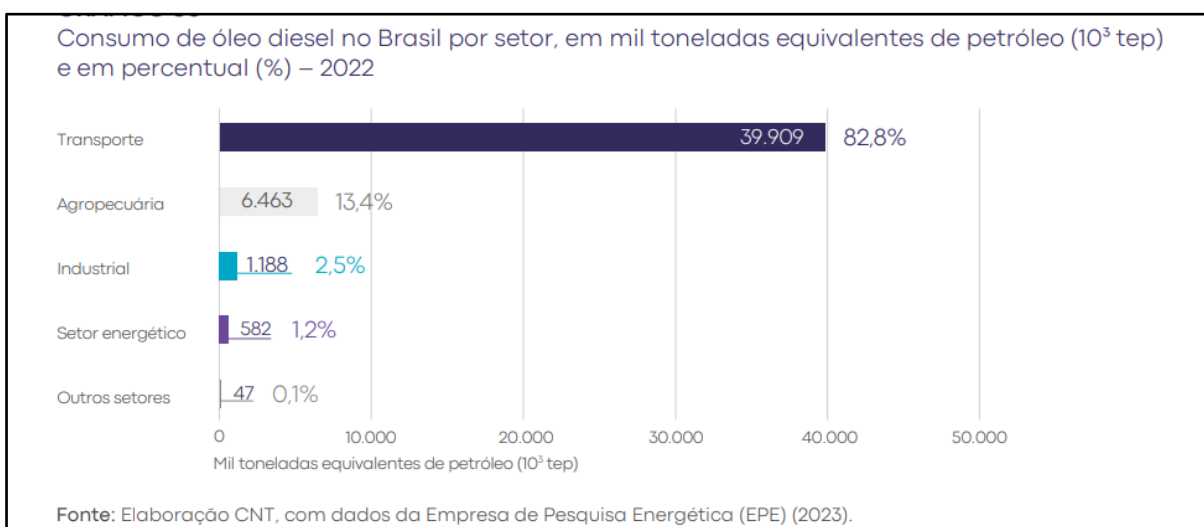
Gráfico 3 – Consumo de óleo diesel do setor de transporte brasileiro por modo, em percentual (%) - 2022



Fonte: CNT com dados da Empresa de Pesquisa Energética (2023).

Em comparação com os outros setores, o transporte é, disparado, o maior consumidor de óleo diesel, o que corresponde a aproximadamente 40,0 mil toneladas equivalentes de petróleo³⁹ (tep), totalizando, assim, 82,8% de toda a demanda de óleo diesel nacional, conforme Gráfico 4. Tal demanda é oriunda dos veículos que circulam pelo Brasil pelo setor. Observa-se ainda pelo Gráfico 4 que o segundo setor que mais consome é o da agropecuária, com 13,4%, para uso em máquinas agrícolas e tratores que trabalham nas propriedades rurais, um percentual bem mais baixo que o gasto em transporte (CNT, 2023).

Gráfico 4 – Consumo de óleo diesel no Brasil por setor, em mil toneladas equivalentes de petróleo (10³tep) e em percentual (%) - 2022



Fonte: CNT com dados da Empresa de Pesquisa Energética (2023).

Portanto, analisando o panorama, observa-se que o transporte terrestre brasileiro impacta muito o cenário de emissões de CO₂, e a idade da frota de caminhões no país é outro recorte relevante nesse tema, pois quanto mais antiga a frota mais impacta as emissões de GEE.

De acordo com relatório emitido pelo Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores (Sindipeças), a frota de caminhões avançou de maneira significativa em 2021, alcançando 2,1 milhões de veículos, com incremento de 2,9% em relação ao ano anterior. Esse crescimento, segundo o Sindipeças, se deve aos bons resultados do agronegócio, mineração e construção civil, às necessidades decorrentes das entregas do *e-commerce* e ao aumento de volumes das exportações (Sindipeças, 2022).

Com uma frota que varia em idade e condições, há impactos significativos na eficiência, segurança e impacto ambiental. Enquanto alguns caminhões são modernos e eficientes, outros são mais antigos e enfrentam problemas de manutenção e emissões. Os dados do Sindipeças reforçam a necessidade de modernização da frota para busca de maior eficiência e menos emissões de CO₂. O estudo indica que 20,2% dos caminhões apresentavam idade média de até 5 anos, 51,9% entre 6 e 15 anos de uso, e 28% ultrapassavam 16 anos de uso (Sindipeças, 2022).

Portanto, o setor de transporte contribui de forma considerável para o aumento de emissão de gases de efeito estufa pelas rodovias no Brasil, e demonstra-se latente a necessidade de políticas que incentivem a renovação da frota, como incentivos fiscais e linhas de créditos específicas, que podem contribuir para a modernização do setor, trazendo benefícios tanto econômicos quanto ambientais às empresas e ao país (CNT, 2023).

3.1.2 Principais desafios e oportunidades na gestão de CO₂ pelas empresas de transporte rodoviário de carga brasileiras

A quantidade de caminhões nas estradas brasileiras, os dados de consumo energético e a utilização de óleo diesel pelo modal rodoviário deixam clara a necessidade de investimento em tecnologias mais limpas e mitigação dos impactos ambientais das operações. Há uma demanda crescente por práticas mais sustentáveis, que podem gerar economia e melhorar a reputação das empresas que

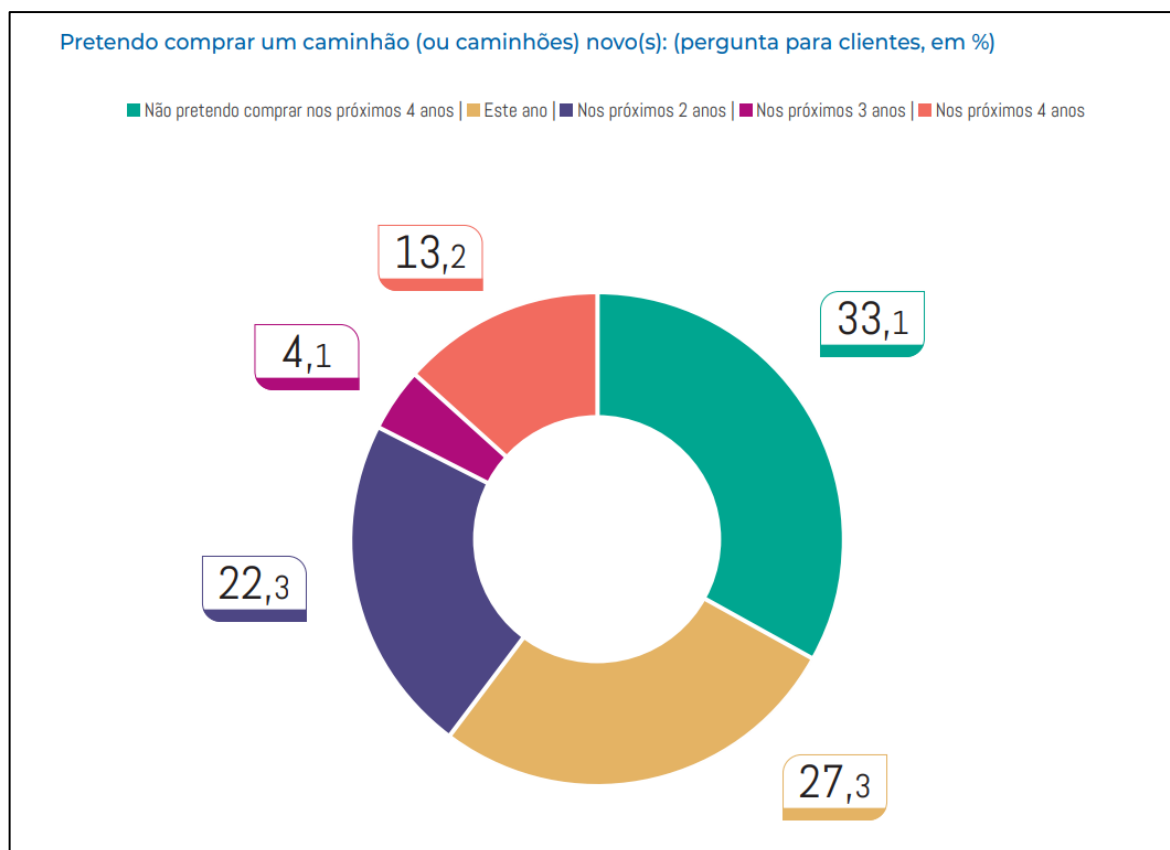
têm boas práticas da gestão da emissão de gases de efeitos estufa ou a sua compensação.

Uma pesquisa realizada pela KPMG e SAE Brasil, aplicada de abril a junho de 2022 em algumas centenas de participantes do setor de transporte de carga, revelou dados interessantes sobre a matriz energética e os desafios de uma agenda de descarbonização do setor. O grupo foi composto por 74% de entrevistados ligados à indústria fabricante de veículos leves e caminhões e 26% que trabalham na logística no setor. Foram recebidas respostas de todas as cinco regiões do país, mas 70% delas vieram da região Sudeste, seguida pela região Sul, com 20,5% (KPMG, 2022).

O estudo comprova que a motorização a diesel é predominante no setor de transporte rodoviário de carga e logística no país, e assim deve continuar por um bom tempo. Dos entrevistados que disseram estar propensos a comprar caminhões novos nos próximos 04 anos, 74,1% nem pensam em veículos dotados de propulsão alternativa e limpa. Esse comportamento sugere que há poucas opções viáveis e competitivas oferecidas no mercado, além dos veículos movidos a diesel. Os clientes mais propensos a comprar caminhões movidos a energia mais limpa estão entre embarcadores e gestores de frotas. Mesmo assim, apenas metade deles tem essa intenção. E quando há a intenção de renovar a frota para veículos de outra fonte de energia, a principal motivação apontada para comprar um caminhão com propulsão alternativa no Brasil é a economia em relação ao preço do diesel, mas também se leva em conta o benefício de uma operação menos poluente e alinhada a práticas ESG das empresas (KPMG, 2022).

No Gráfico 5, outro dado interessante que se pode observar é o comportamento do setor com relação à troca de caminhão, mesmo que movido a diesel, nos próximos 4 anos. 33,1% afirmam que não pretendem fazer a mudança de veículo nos próximos 4 anos; 27,3 afirmam que pretendem trocar o caminhão no ano da realização da pesquisa; 22% pretendem efetivar negócios em até dois anos. Isso mostra que mais de 50% dos entrevistados pretendem trocar de veículo nos próximos 2 anos. Com isso, mesmo que não seja por um caminhão movido por energia mais limpa, a renovação de frota, com caminhões mais novos e com mais tecnologia nas estradas, já pode emitir menos CO₂ e ajudar na agenda de descarbonização (KPMG, 2022).

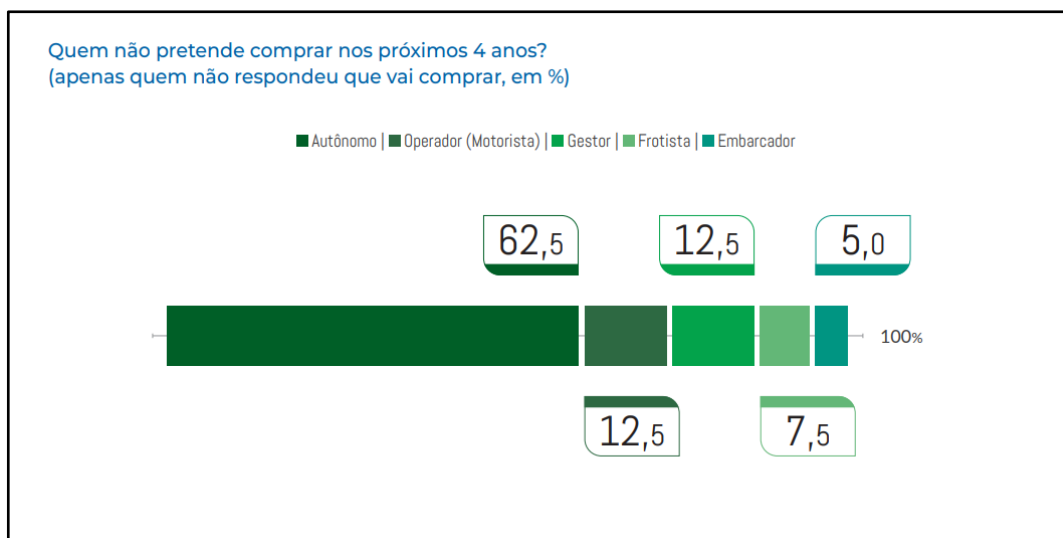
Gráfico 5 – Pretensão/Tempo de renovar a frota em 4 anos



Fonte: KPMG (2022).

Dentre os entrevistados que responderam que não vão renovar a frota nos próximos 4 anos, observa-se no Gráfico 6 a grande maioria de 62,5% de autônomos; seguido de 12,5% de operador (motorista); 12,5% de gestor, 7,5% de frentista e 5% de embarcador. Isso sugere que, quanto menor a empresa ou o motorista autônomo, menor é a tendência de o motorista rodar pelas estradas com veículos novos e menos poluentes (KPMG, 2022).

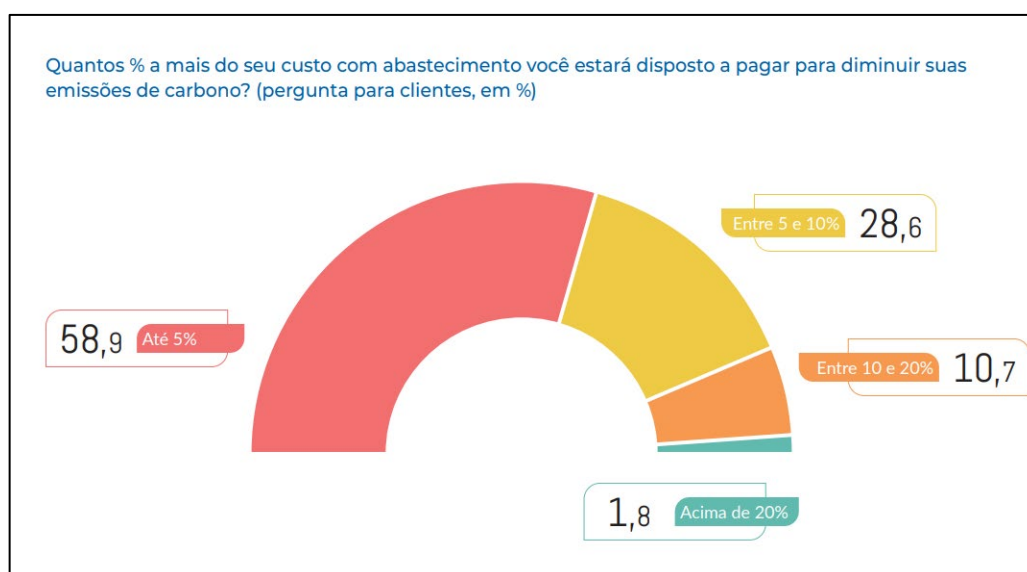
Gráfico 6 – Análise dos respondentes que não vão renovar a frota em 4 anos



Fonte: KPMG (2022).

A pesquisa revela ainda quanto cada um dos entrevistados estaria disposto a pagar a mais, como custo adicional com abastecimento, para diminuir as emissões de carbono e implantar uma tecnologia ou outra alternativa para redução de emissões. Veja-se que 58,9% estariam dispostos a investir somente até 5% para embarcarem em outra alternativa mais sustentável, conforme sinaliza o Gráfico 7. E somente 1,8% estaria disposto a fazer um investimento superior a 20% do custo praticado hoje para o abastecimento. (KPMG, 2022).

Gráfico 7 – % de gasto adicional para diminuir emissões de carbono



Fonte: KPMG (2022).

O relatório de pesquisa divulgou também trechos de entrevistas da indústria de veículos pesados para saber a tendência do mercado e as práticas de sustentabilidade para uma matriz energética mais limpa. Entre vários entrevistados da pesquisa Caminhões SAE Brasil, vale ressaltar o depoimento de Wilson Limann, presidente da Volvo Caminhões. Segundo ele, é preciso incentivo, como feitos em outros países, para que a agenda avance.

A sustentabilidade é o tema da década, e a indústria automotiva tem um papel chave, especialmente quanto às emissões de CO₂. Há uma clara convicção de todo o setor sobre esse imperativo. Os desafios são enormes. Muito se fala da eletromobilidade. Esse de fato é o futuro. Entretanto, a transição exige investimentos em várias tecnologias, inclusive nos próprios motores de combustão que continuam relevantes. Sobre a eletromobilidade, a velocidade de adoção passa por incentivos. É o que vemos nos mercados que já avançam. No Brasil pesa ainda a nossa base industrial, no desenho de políticas inteligentes que 1) desenvolvam a indústria local, ao mesmo tempo em que 2) integrem nossa cadeia globalmente. (KPMG, 2022).

Outra entrevista de destaque divulgada na pesquisa é a do presidente da Iveco para a América Latina, Mário Querinchelli. Ele resalta que uma frota com mais tecnologia é um caminho a ser adotado para reduzir as emissões.

Do ponto de vista da redução de emissões de poluentes, é necessário avançarmos em outras frentes e, nesse sentido, destaco a importância do programa de renovação de frota. Existem ao menos 500 mil caminhões com mais de 30 anos de uso circulando em nossas vias. Retirá-los de circulação seria muito positivo para a redução de emissão de poluentes. (KPMG, 2022).

Contudo, quando se observam os dados relatados sobre o comportamento do setor refletido na pesquisa, chega-se a algumas premissas importantes. Uma delas é que o governo e demais agentes da cadeia logística que auxiliam os transportadores devem agir em conjunto para contribuir de maneira efetiva para o atingimento de metas de descarbonização do país, que prevê neutralidade de emissões até 2050, com políticas voltadas para incentivo na renovação de frota e descontos para frotas com energia limpa. Resgata-se aqui também uma das grandes dores do setor, apontada nas conclusões da pesquisa Rodovias CNT (2023), que está relacionada a condições das estradas, sendo que somente 12,4% das rodovias do país são pavimentadas, aumentando a quantidade de emissões de CO₂ pelos veículos.

Outro dado obtido pela análise das pesquisas é que quanto menor o poder aquisitivo da empresa ou se o motorista de caminhão for autônomo, geralmente,

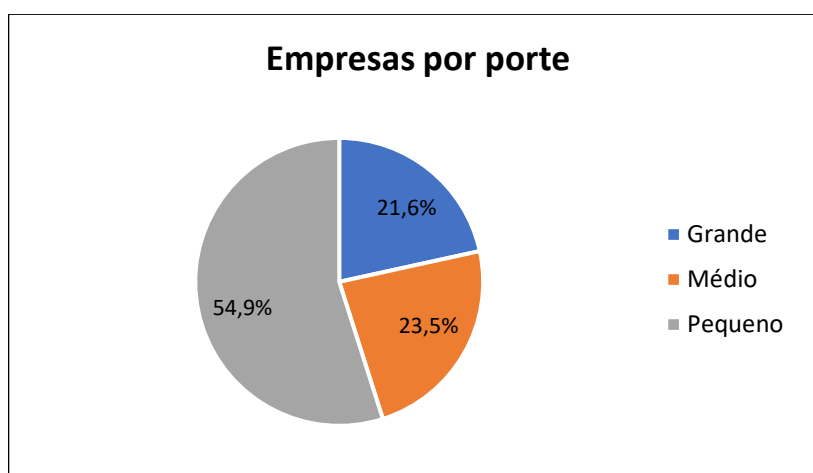
menor será a prática ESG e de ações adotadas para evitar as emissões de CO₂. Portanto, para ter um resultado mais expressivo e em menor tempo, será necessário investimento em políticas públicas com essa finalidade.

3.1.2.1 A percepção das empresas do setor em relação à gestão de CO₂

Para contribuir com o trabalho e investigar os principais desafios e oportunidades na gestão de CO₂ pelas empresas do setor, também foi elaborada e aplicada uma pesquisa, via forms, a 50 empresas de transporte rodoviário de cargas, entre os meses de março e abril de 2024.

Considera-se, para fim dessa amostragem, a divisão das empresas entrevistadas em pequeno, médio e grande portes – a divisão dessas categorias foi feita pela quantidade de veículos da frota de cada uma delas. Dentro dessa análise, majoritariamente, as empresas respondentes foram de pequeno porte, aquelas que têm de 1 a 50 caminhões, com 54,9% das respostas. Em seguida, estão os respondentes das empresas de médio porte, com 23,5%, que possuem frota de 51 a 200 caminhões; e com 21,6% das respostas estão as empresas de grande porte, que têm cima de 201 caminhões (Gráfico 8).

Gráfico 8 – Quantidade de veículos por empresa

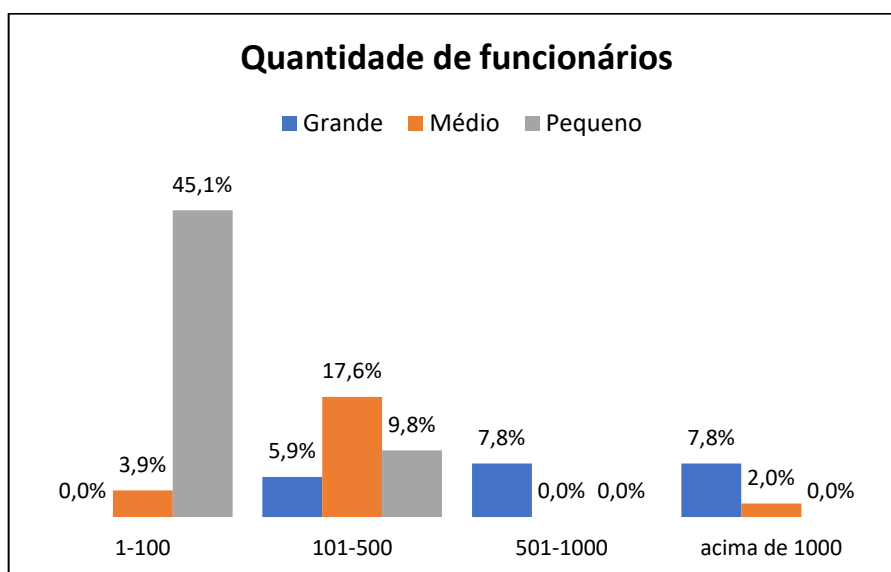


Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Dentro da análise da pesquisa, verifica-se que a maior parte das empresas que responderam ao questionário possuem menos de 100 funcionários, correspondendo a 49% do total, sendo 45,1% de pequeno porte e 3,9% de médio porte, conforme

Gráfico 9. Entre as empresas respondentes de 101 a 500 funcionários, temos percentuais mais equilibrados, com 17,6% de médio porte, 9,8 de pequeno porte e 5,9 de grande porte. Entre os respondentes de 501 a 1000 empregados, registraram-se 7,8% de empresas de grande porte, e em empresas acima de mil empregados há respondentes de grande porte com 7,8% e 2% de médio porte, conforme evidencia o Gráfico 9.

Gráfico 9 – Número de empregados por porte da empresa



Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

Entre os entrevistados, verifica-se uma diversidade no ramo de atuação. São vários produtos transportados pelas empresas respondentes, como demonstra a nuvem de palavras na Figura 5. Há empresas que atuam desde a distribuição de medicamentos, carga refrigerada, container, cosméticos, embalados, combustível, grãos, serviço de mudança e até produtos perigosos.

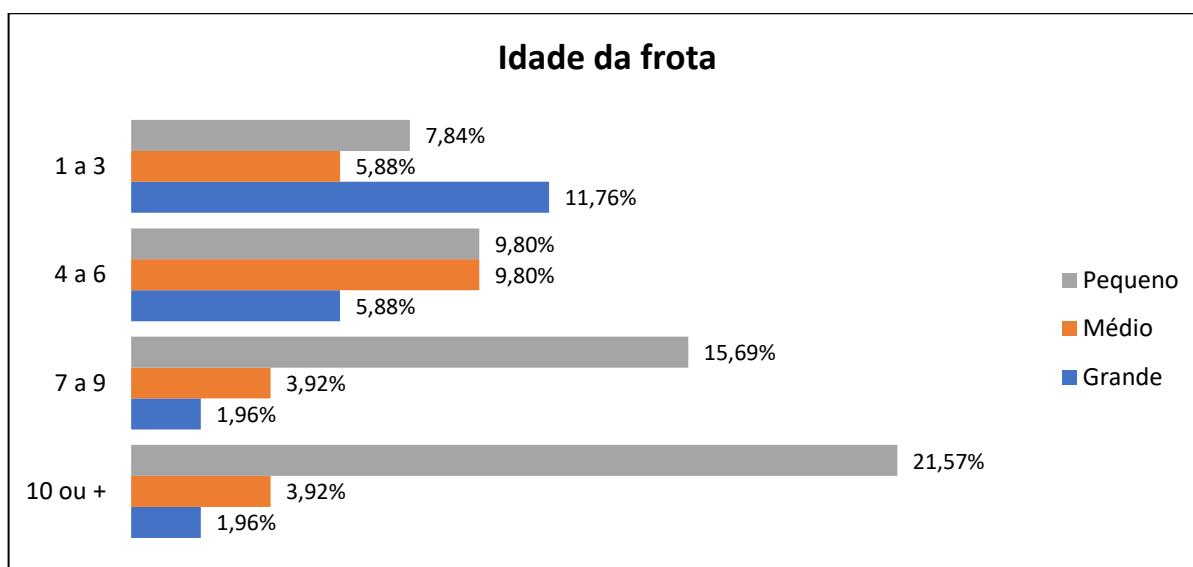
Figura 5 – Nuvem de palavras com tipo de item transportado pelos entrevistados



Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

Já no quesito de idade da frota, que é um dado considerado importante para o tema de emissões de CO₂, observa-se que as empresas com frotas mais recentes (1 a 3 anos) são da categoria das empresas de grande porte com mais de 80% do recorte dessa categoria. Ao mesmo tempo, os dados apontam que a frota mais antiga, com idade superior a 10 anos, é composta por empresas de menor porte, representando 21,57% dos entrevistados nessa categoria, conforme sinaliza o Gráfico 10, o que evidencia a relação clara de capacidade financeira das empresas com a renovação das frotas.

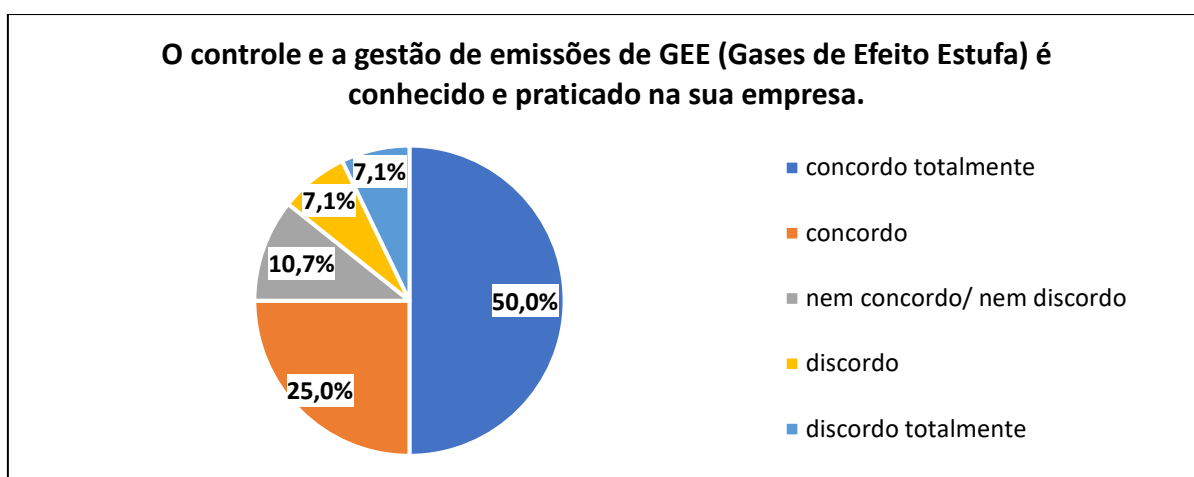
Gráfico 10 – Idade da frota por porte da empresa



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Já sobre o universo de emissões de carbono e práticas de descarbonização, verifica-se pela pesquisa que do montante entrevistado que concorda totalmente ou concorda que o controle e a gestão de emissões de GEE são praticados na sua empresa é a maioria com 75%, conforme Gráfico 11. Em seguida, temos o percentual de 10,7% que não concorda nem discorda, outros 7,1% que discordam, e outros 7,1% que discordam totalmente que a empresa tenha algum controle ou gestão de emissões. Entre os 11,8% que discordam parcialmente ou totalmente, 7,8% são pequenas empresas, com uma frota com idade média de 7,2 anos.

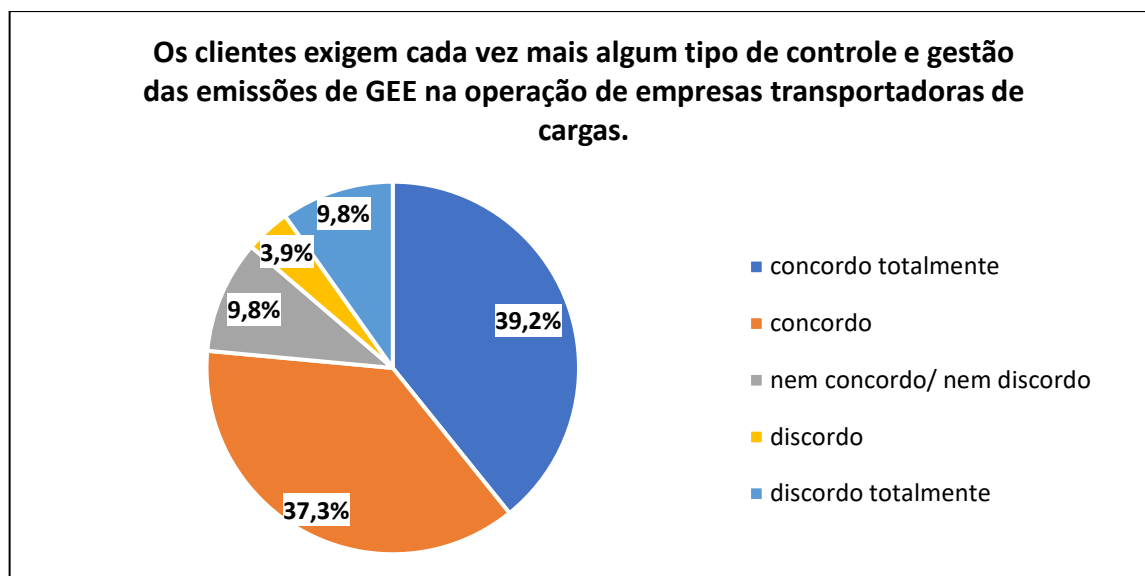
Gráfico 11 – Controle e gestão de GEE nas empresas



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Os dados da pesquisa também revelam que, quando a pergunta é sobre a exigência dos clientes, 76,5% concordam totalmente ou concordam que os clientes exigem cada vez mais das empresas algum tipo de controle e operações mais limpas e alinhadas a estratégias ESG, mundialmente divulgadas e muitas vezes atreladas a indicadores econômicos, conforme Gráfico 12.

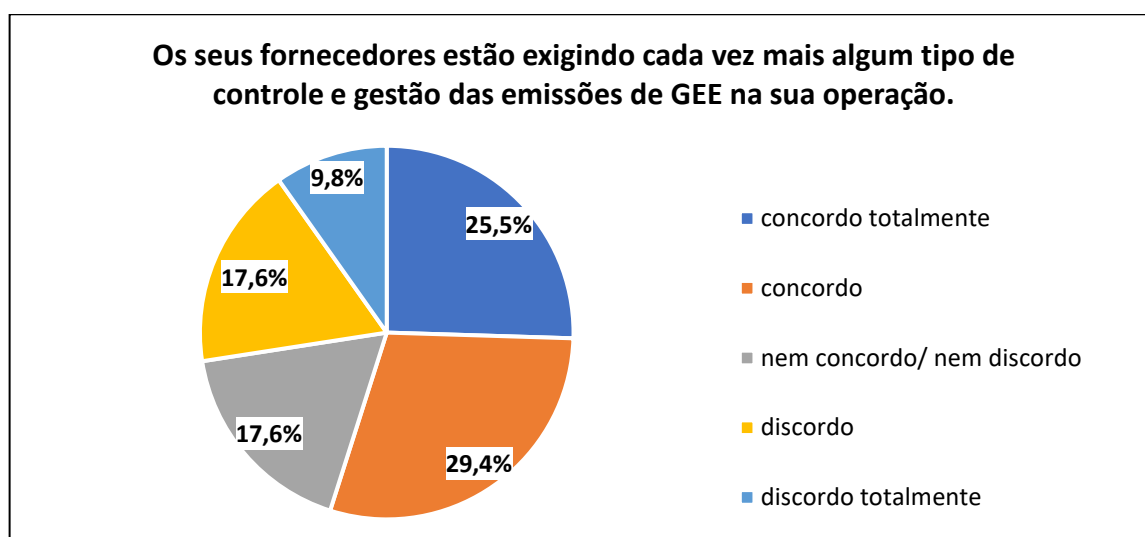
Gráfico 12 – Interesse de clientes em gestão de GEE



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Já quando o questionamento da pesquisa é com relação à exigência dos fornecedores, o percentual de exigência é mais baixo, apresentando 54,9%, o que demonstra que os clientes estão pressionando mais as empresas que os fornecedores pela agenda ESG, conforme Gráfico 13.

Gráfico 13 – Interesse de clientes em gestão de GEE

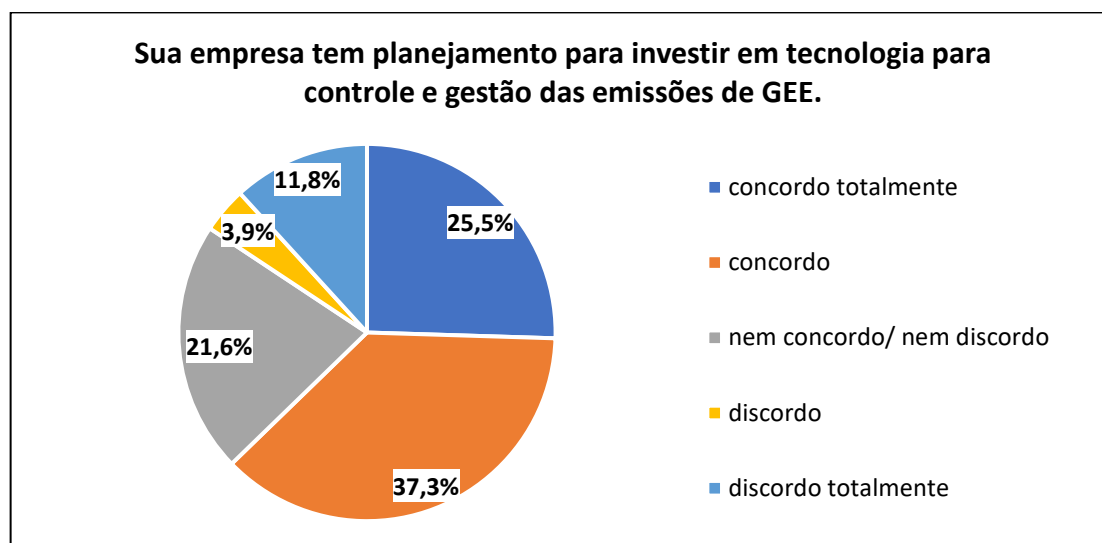


Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Sabe-se que, para aplicar a agenda ESG, é necessária uma série de investimentos e mudança cultural nas empresas, e que isso demanda processo,

tempo e recursos financeiros. A pesquisa traz também o dado sobre o planejamento das empresas respondentes para investir em tecnologia para controlar os gases de efeito estufa, e verifica-se que 62,8% dos entrevistados afirmam que as empresas estão se planejando para investir em tecnologia voltada para controle de GEE, conforme indica o Gráfico 14.

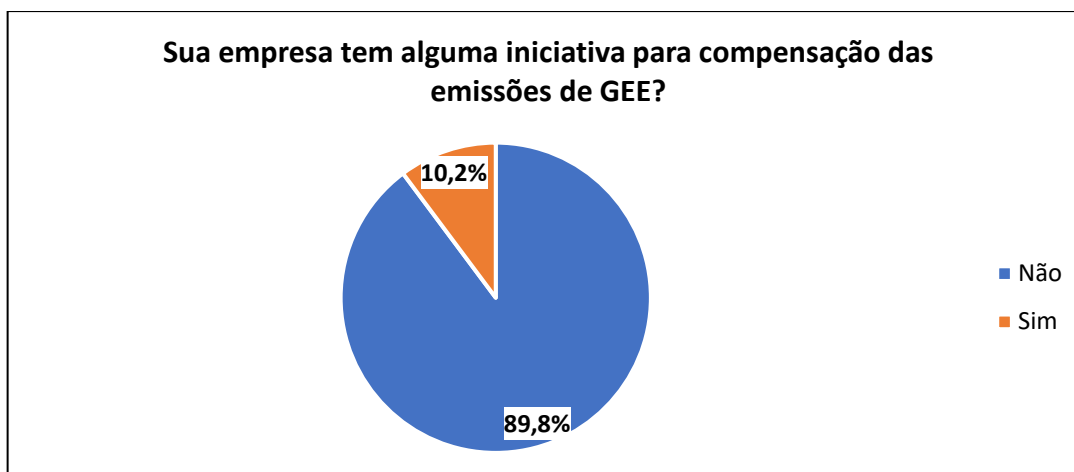
Gráfico 14 – Interesse em investimento em tecnologia para gestão de GEE



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Quando o assunto é compensação, surge um dado relevante. De acordo com a pesquisa, 89,8% dos entrevistados afirmam que a empresa não tem iniciativa para compensação das emissões de GEE, e somente 10,2% possuem alguma prática (Gráfico 15). Dentre as empresas que responderam que têm ações concretas, podemos citar a “Patrus Transportes”, que é signatária do compromisso Net Zero, da B corp, que estabelece a meta de ser neutra em carbono até 2030.

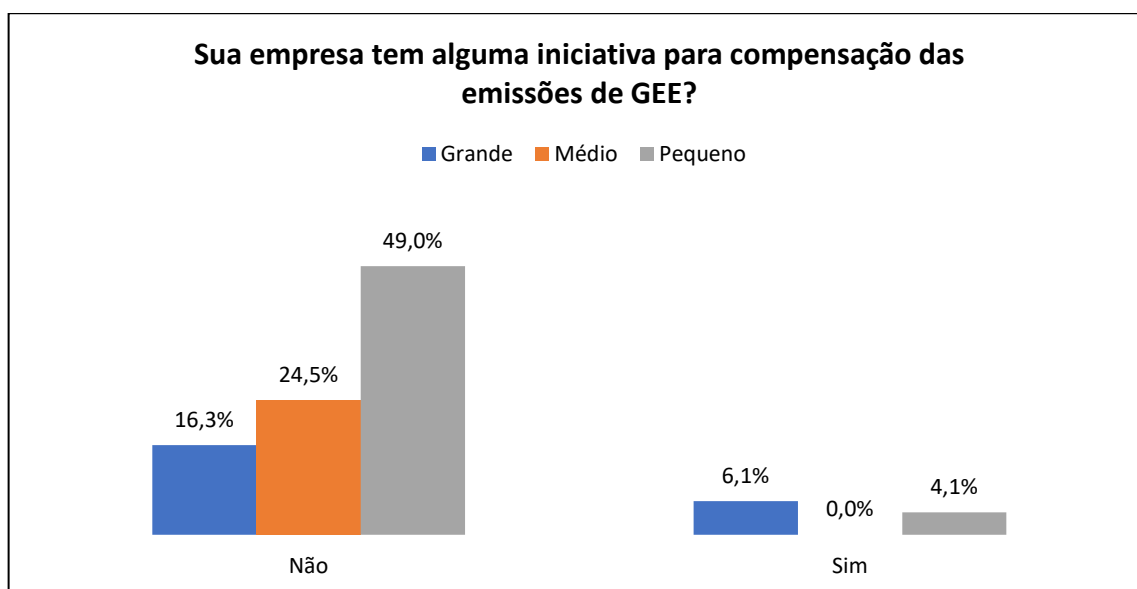
Gráfico 15 – Iniciativa de compensação de emissões de GEE



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Outro dado importante para análise revelado pela pesquisa é que, quando se relacionam as empresas que têm alguma prática de compensação com o porte das entrevistadas, verifica-se que a grande maioria, com 49% das empresas que não têm nenhuma prática, são empresas de pequeno porte, conforme indica o Gráfico 16.

Gráfico 16 – Empresas que têm iniciativa de compensação por porte



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Contudo, pela análise da pesquisa, avalia-se que quanto menor o poder aquisitivo da empresa, geralmente, menor será a prática ESG e de ações adotadas para evitar as emissões de CO₂.

3.1.3 Implicações regulatórias e exigências do ecossistema de negócio quanto à gestão da emissão de CO₂ para as empresas do setor de transporte rodoviário brasileiro

Em um mundo em constante desenvolvimento, em que os impactos ambientais desse crescimento são cada vez mais evidentes, especialmente considerando que o transporte no Brasil é predominantemente rodoviário, torna-se crucial a implementação de regulamentações eficazes para controlar as emissões de CO₂. Sem tais medidas, o problema da poluição apenas se intensificará, resultando em impactos devastadores para o planeta.

Nesse sentido, a sociedade está cada vez mais exigente quanto aos cuidados com o meio ambiente, porém ainda não existem legislações e regulamentações específicas sobre a gestão de CO₂, bem como a sua compensação, sendo assim, esta se torna uma jornada ainda mais complexa, uma vez que as empresas ainda não veem o valor desse processo na sua cadeia produtiva, pois demanda custos e grandes investimentos nas frotas.

Apesar disso, algumas normativas e iniciativas visam promover e contribuir com a redução do CO₂ nesse setor, tais como:

- **Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE):**

É um programa estabelecido pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), a partir da Resolução Conama nº 18, de 6 de maio de 1986, e tem como objetivo reduzir a emissão de poluentes atmosféricos através de veículos automotores, para atender aos padrões de qualidade do ar, especialmente nos centros urbanos; promover o desenvolvimento tecnológico nacional tanto na engenharia automobilística como em métodos e equipamentos para ensaios e medições da emissão de poluentes; criar programas de inspeção e manutenção para veículos automotores em uso. (Resolução Conama nº18, 1986).

Desde que o programa foi instituído, passou por diversas fases de implementação e atualização ao longo dos anos, com o estabelecimento de padrões progressivamente mais rigorosos de controle e emissão de poluentes, ruídos, bem como prazos e metas, para diferentes tipos de veículos, como automóveis, caminhões, ônibus e motocicletas. Com isso, a indústria

automobilística, está sempre sendo incentivada a investir em pesquisa e desenvolvimento, bem como em tecnologias mais verdes que visem à redução das emissões, logo, o atingimento dos padrões estabelecidos no programa.

As determinações da Resolução Conama foram reforçadas pela Lei 8.723, de 28 de outubro de 1993, que estabeleceu a redução dos níveis de emissão de monóxido de carbono, óxido de nitrogênio, hidrocarbonetos, álcoois, aldeídos, fuligem, material particulado e outros compostos poluentes nos veículos comercializados no país.

Sendo assim, fica claro que o Proconve desempenha um papel fundamental na jornada em busca da melhoria da qualidade do ar nas áreas urbanas e na redução dos impactos ambientais causados pelo transporte rodoviário, bem como da promoção da melhoria da qualidade de vida e saúde das pessoas nos centros urbanos.

- **Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos, Ciclomotores e Similares (PROMOT):**

Com o crescimento do segmento das motocicletas e veículos similares, tornou-se essencial ter um programa específico para esse segmento, portanto, em 2002, surgiu o Promot, para complementar o Proconve, sendo instituído através da Resolução Conama nº 297/2002.

As emissões de ruído, também observadas pelo Promot, já vinham sendo abordadas em outras normativas, como a Resolução Conama nº 02/1993. Somando-se a esse arcabouço legal, novas normas foram publicadas para reduzir paulatinamente a emissão de poluentes e de ruído.

Com a implementação do Proconve/Promot, observa-se uma redução na fonte móvel (veículo) de 98% na emissão de poluentes. Antes dos programas, a emissão média de monóxido de carbono (CO) de um veículo leve era de 54g/km, hoje em dia está em torno de 0,4g/km, o que demonstra uma redução significativa, mesmo com o aumento da frota brasileira de veículos automotores.

- **Programa Despoluir**

É uma iniciativa desenvolvida pela Confederação Nacional do Transporte (CNT) em parceria com o Serviço Social do Transporte (SEST) e o Serviço

Nacional de Aprendizagem do Transporte (SENAT), e tem como objetivos defender modelos avançados de gestão sustentável no setor de transporte e orientar e incentivar a utilização de tecnologias e energias limpas e reduzir as emissões de gases efeito estufa (Programa Despoluir, 2024).

O Programa Despoluir promove boas práticas de responsabilidade socioambiental no setor de transporte do Brasil e tem impulsionado os transportadores a alinharem suas atividades em busca da sustentabilidade. Nesse sentido, o Programa possui linhas de ação voltadas à redução das emissões de poluentes atmosféricos por veículos rodoviários, ao uso de tecnologias e energias limpas, à adoção da gestão ambiental no transporte (Figura 6).

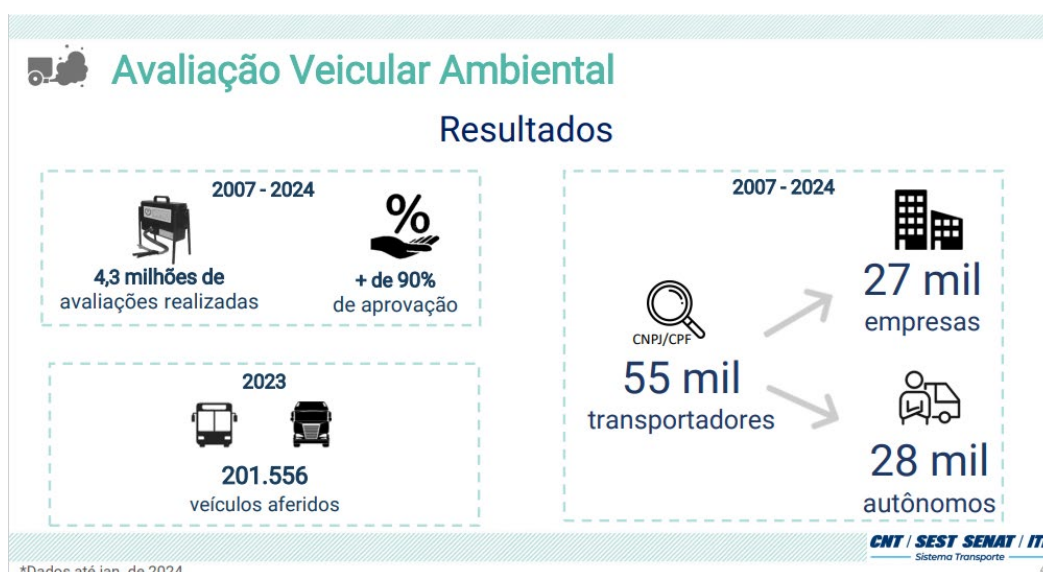
Figura 6 – Linhas de Ação do Despoluir



Fonte: Programa Despoluir (2024).

Uma das linhas de ação do Despoluir de maior destaque é a Avaliação Veicular Ambiental. Visando melhorar a qualidade do ar, especialmente em áreas urbanas, diminuir a exposição dos transportadores a substâncias nocivas e estimular o uso racional de combustíveis, a ação já atendeu a cerca de 55 mil transportadores e realizou mais de 4,3 milhões de avaliações veiculares, tendo um nível de aprovação das avaliações maior que 90% (Figura 7).

Figura 7 – Avaliação Veicular Ambiental



Fonte: Programa Despoluir (2024).

As três iniciativas visam contribuir com a redução do CO₂ no país e desempenham um papel fundamental na promoção da sustentabilidade no setor de transporte, contribuindo para a redução da poluição atmosférica e para a preservação do meio ambiente.

O tema da sustentabilidade bem como da redução das emissões de gases de efeito estufa tem sido pauta de uma agenda mundial, e cada dia mais ganha forças, portanto, é possível que em breve novas regulamentações nesse sentido devam surgir tanto no âmbito de parâmetros mais restritivos, relacionados também à gestão e compensação das emissões, pois o meio ambiente demonstra todos os dias para a sociedade que é urgente cuidar da natureza.

Além disso, como mencionado, o processo tanto de compensação como de transição para uma frota que gere menos CO₂ tem altos custos e investimentos para as empresas, portanto, é de suma importância que existam incentivos financeiros, através de políticas monetárias e linhas de crédito mais acessíveis para troca das frotas e outras iniciativas verdes que visam à redução dos gases de efeito estufa.

3.2 Benchmarking / realidades organizacionais

O *benchmarking* surgiu na década de 1970 como uma prática empresarial e evoluiu como uma estratégia importante para melhorar o desempenho e a competitividade das organizações. O termo "benchmarking" foi popularizado pela

empresa Xerox, que o desenvolveu como uma abordagem sistemática para identificar as melhores práticas de negócios e aplicá-las em seus processos.

Para Spendolini (1993), o *benchmarking* pode ser definido como “um processo contínuo e sistemático para avaliar produtos, serviços e processo de trabalho de organizações que são reconhecidas como representantes das melhores práticas, com a finalidade de melhoria organizacional”.

Segundo Araújo (2001), existem três tipos de *benchmarking*: o interno, o competitivo e o funcional ou genérico.

O interno é desenvolvido e praticado dentro da própria empresa. O que se espera com essa prática é identificar dentro da organização as melhores práticas com o objetivo de disseminá-las por todas as áreas da empresa. Já no competitivo as ações são diretamente orientadas para detectar as melhores práticas dos concorrentes.

No *benchmarking* funcional, não há ênfase na competição direta entre empresas. Os objetivos são identificar e aprender com técnicas utilizadas por outras empresas, mesmo que não sejam concorrentes diretas. Nessa abordagem, qualquer processo realizado por uma empresa pode servir como referência para identificar oportunidades.

Há na literatura algumas divergências quanto à questão dos tipos de *benchmarking* existentes, Camp (1993) usa a separação entre o funcional e o genérico. Ele descreve o primeiro como uma comparação entre organizações do mesmo tipo de indústria, enquanto o genérico compara as funções semelhantes, independentemente da indústria.

Neste estudo, foi utilizado *benchmarking* funcional com 3 empresas, que, embora atuem em diferentes nichos, estão inseridas no ramo de transportes.

Empresas:

MRS Logística – Operadora Logística ferroviária de transporte de cargas

GOL Linhas Aéreas – Transportadora aérea de pessoas

Patrus Transportes Urgentes – Transportadora rodoviária de cargas

3.2.1 MRS Logística

Realizado com Bruno Pinheiro, Gerente Sustentabilidade MRS e Milton Brovini, Coordenador de Meio Ambiente no dia 3 de abril de 2024.

A MRS Logística é uma empresa que se destaca no setor ferroviário, com sede em Juiz de Fora e uma vasta operação na região Sudeste do Brasil. Com uma equipe composta por mais de 7.000 funcionários, a MRS tem como foco o transporte de uma variedade de cargas, incluindo minério, grãos e produtos siderúrgicos, totalizando 194 milhões de toneladas transportadas em 2023, através de uma malha ferroviária com 1.643 km.

No que diz respeito à redução das emissões de gás carbônico, a MRS tem implementado medidas progressivas, apesar de ainda não ter uma política formal estabelecida. A empresa está atualmente na fase de controle de dados, monitorando de perto suas emissões. Um ponto importante a ser destacado é que 98.5% das emissões do escopo 1 e 2 são atribuídas ao consumo de diesel, com o restante relacionado ao consumo de energia elétrica e de combustível nos veículos de manutenção e transporte de funcionários. Além disso, a MRS tem adotado o uso de biodiesel, com uma proporção crescente em conformidade com o Programa RenovaBio, além de investir em veículos de baixa emissão e até mesmo em locomotivas totalmente elétricas.

No âmbito tecnológico, a empresa se destaca pelo uso de telemetria avançada e sistemas de gestão de desempenho de locomotivas, permitindo o monitoramento eficiente do consumo de combustível e otimização de rotas. Além disso, a MRS mantém um rigoroso controle de suas emissões de GEE, utilizando o GHG Protocol e contando com a contribuição de seu time de Engenharia para a seleção de máquinas mais eficientes.

As iniciativas da MRS têm apresentado resultados significativos, com uma redução percentual nas emissões de CO₂ nos últimos anos, passando de 9,30g em 2019 para 9,17g para o transporte de 1 tonelada por quilômetro útil. A empresa realiza anualmente o inventário de suas emissões nos três escopos, com auditorias externas para garantir a transparência e precisão dos dados.

No entanto, a MRS enfrenta desafios importantes, como a dispersão dos dados de suas operações, a geograficamente variada distribuição de locomotivas e o engajamento contínuo das áreas envolvidas. Por outro lado, esses desafios também representam oportunidades para a empresa, especialmente no que diz respeito ao desenvolvimento de práticas mais eficientes e à possibilidade de compensação de carbono.

A empresa está comprometida com a inovação e colaboração, participando de iniciativas setoriais para redução de CO₂ e investindo em pesquisa e desenvolvimento. Projetos em andamento e parcerias com instituições de pesquisa evidenciam o compromisso da empresa em buscar soluções sustentáveis para suas operações.

Em suma, embora a MRS Logística tenha demonstrado esforços significativos na gestão da eficiência energética e na redução das emissões de CO₂, ainda há espaço para o desenvolvimento e implementação de uma política oficial de sustentabilidade. Investimentos contínuos em tecnologias de baixa emissão e otimização operacional podem contribuir para uma redução ainda maior do impacto ambiental das operações ferroviárias da empresa.

3.2.2 GOL Linhas Aéreas

Realizado com Felipe Sobrinho, Gerente ESG, no dia 4 de abril de 2024.

Localizada em São Paulo, SP, a GOL opera na América do Sul, Central e Norte, transportando uma média de 90.000 passageiros por dia em seus 550 voos diários, operados por uma frota composta por 98 aeronaves Boeing 737 NG e 737 MAX-8.

Uma das características marcantes da abordagem da GOL é sua busca pela inovação. Embora ainda não tenha uma política oficial de redução de emissões de CO₂, a empresa está no processo de desenvolvimento de um inventário de Gases de Efeito Estufa (GEE), em conformidade com o protocolo GHG, e planeja alcançar a neutralidade de carbono até 2050, alinhando-se ao Acordo Global de Redução de Emissões (SBTI). A adoção do Boeing 737 MAX-8, que consome 15% menos combustível em comparação com a geração anterior, é um exemplo claro do compromisso da empresa com a eficiência energética e a redução de emissões.

A GOL também se destaca pelo uso de tecnologia avançada para monitorar e otimizar o consumo de combustível em suas operações. Seu sistema Aplanet permite o rastreamento detalhado do consumo de combustível em cada voo, rota e aeronave, facilitando a identificação de áreas de melhoria e a implementação de medidas para reduzir as emissões. Além disso, a empresa trabalha em estreita colaboração com sua equipe de engenharia de operações e fornecedores para desenvolver e implementar novas tecnologias que possam melhorar ainda mais a eficiência energética de suas operações.

No que diz respeito às metas futuras, a GOL tem como objetivo alcançar a neutralidade de carbono até 2050, com um foco específico na redução real das emissões em vez da simples compensação. Para isso, a empresa está investindo em certificações ambientais, como o padrão IENVA e o certificado da IATA estágios 1 e 2, e colaborando com organizações como a ONU, para desenvolver soluções inovadoras e compartilhar melhores práticas com outras empresas do setor. Além disso, a GOL está explorando iniciativas de compensação voluntária de carbono, como a parceria com a empresa MOSS, enquanto se prepara para possíveis mudanças regulatórias que possam tornar a compensação de emissões obrigatória no futuro.

O *benchmarking* com a GOL demonstra o compromisso da empresa com a sustentabilidade ambiental e também o foco em inovação e tecnologia; entretanto, apesar de já possuir uma meta estabelecida para os próximos anos, ainda trabalha no desenvolvimento de uma política oficial de redução de emissões de CO₂.

3.2.3 Patrus Transportes Urgentes

Realizado com Vinícius Braga, Gerente ESG e SESMT, no dia 26 de abril de 2024.

A Patrus Transportes Urgentes é uma empresa de grande porte com 800 carretas e 1.700 agregados. Tem sua sede localizada em Contagem e uma presença que abrange todo o território brasileiro. Especializada no transporte de cargas fracionadas variadas, a empresa adota uma abordagem proativa no que diz respeito às questões ambientais, sociais e de governança corporativa (ESG).

Na esfera ambiental, a Patrus estabeleceu uma política oficial de redução de emissões de CO₂, com uma meta ambiciosa de alcançar Net Zero até 2030. Para alcançar esse objetivo, a empresa implementou um programa de compensação, adquirindo créditos de carbono e investindo em tecnologias que promovem eficiência energética e redução de emissões. Além disso, a Patrus demonstrou seu compromisso com o uso de combustíveis alternativos, como veículos elétricos e gás, contribuindo para uma matriz energética mais sustentável.

A empresa também se destaca pela implementação de sistemas avançados de gestão de frota, incluindo GPS avançado e *software* de roteirização, que permitem a otimização de rotas e a redução do consumo de combustível. Tecnologias de

monitoramento, como telemetria avançada, são utilizadas para melhorar a eficiência do combustível e identificar oportunidades de economia.

Além das iniciativas tecnológicas, a Patrus investe na capacitação de seus motoristas, oferecendo programas de treinamento em condução econômica e manutenção preventiva. Essas iniciativas não apenas contribuem para a redução das emissões de CO₂, mas também promovem a segurança e o bem-estar dos colaboradores.

O impacto das iniciativas da Patrus é evidente na redução significativa das emissões de CO₂ nos últimos anos, especialmente nos escopos 2 e 3. No entanto, a empresa reconhece que ainda há desafios a serem superados, especialmente no que diz respeito ao escopo 1. Para isso, a Patrus estabeleceu metas de redução de emissões ano a ano até alcançar a neutralidade de carbono em 2030.

Além de suas realizações ambientais, a Patrus também obteve certificações ambientais, como o Programa Despoluir, e demonstrou seu compromisso com a responsabilidade social ao aderir ao Sistema B (iniciativa global que visa transformar a economia e os negócios para um modelo mais sustentável). Como uma empresa familiar com um forte viés social, a Patrus criou iniciativas importantes no campo do ESG, incluindo o Instituto Marum Patrus, que atua há 15 anos no controle de emissões e outras questões ambientais.

A parceria com clientes como a Natura impulsionou ainda mais as iniciativas da Patrus nos pilares E, S e G. Grandes clientes exigem e cobram práticas ESG, o que tem impulsionado a empresa a se tornar líder nesse aspecto. Com 10 postos próprios em todo o Brasil e uma abordagem inovadora para calcular e reduzir as emissões de CO₂ no transporte de cargas fracionadas, a Patrus vem se tornando ao longo dos anos referência em sustentabilidade no setor de transporte de cargas no Brasil.

3.2.4 Melhores práticas observadas

Ao analisar as estratégias adotadas pelas empresas, é possível identificar semelhanças e diferenças significativas em suas abordagens para enfrentar os desafios ambientais e sociais.

A MRS demonstra um compromisso progressivo com a redução das emissões de CO₂. Embora ainda não tenha uma política formal estabelecida, a empresa já possui monitoramento de suas emissões e está avançando na implementação de

algumas medidas, como o uso de biodiesel e a introdução de locomotivas elétricas. Ainda enfrenta desafios na organização de dados e distribuição de locomotivas.

A GOL também está comprometida e em fase de desenvolvimento de sua política de redução de emissões de CO₂, visando à neutralidade de carbono até 2050. Investe em tecnologia avançada para monitorar e otimizar o consumo de combustível em suas operações e segue explorando iniciativas de compensação voluntária de carbono.

Patrus já possui uma política oficial de redução de emissões de CO₂, com a meta ambiciosa de alcançar Net Zero até 2030. Implementou um programa abrangente, que inclui o uso de combustíveis alternativos, investimentos em tecnologias de eficiência energética e capacitação de seus motoristas, obtendo certificações ambientais e demonstrando forte compromisso com a responsabilidade social.

As 3 empresas reforçam o compromisso com a redução de CO₂, investindo em novas tecnologias, treinamentos e novos equipamentos. Todavia, podemos observar que enquanto a MRS e a GOL estão em fases iniciais de desenvolvimento de suas políticas de sustentabilidade, a Patrus já estabeleceu metas claras e implementou ações concretas para reduzir suas emissões de CO₂ e segue se consolidando como referência para o tema.

3.3 A ideia-conceito do modelo para a gestão eficiente de CO₂ no segmento de transporte rodoviário brasileiro

Considerando os dados obtidos na pesquisa realizada e nas entrevistas com empresas líderes do mercado em controle e gestão de GEE, foi observado que, especialmente entre os menores transportadores, essa preocupação com as emissões é praticamente nula. Esses transportadores em sua grande parte utilizam veículos com idade média maior, com veículos sem alta tecnologia embarcada e sem grande eficiência energética, considerando ainda que o "escopo 1" refere-se às emissões diretas de gases de efeito estufa que ocorrem a partir de fontes que são controladas ou operadas por uma organização, como a queima de combustíveis em veículos de uma empresa de transporte.

Também levando em conta que os transportadores centralizam grande parte de suas emissões totais no escopo 1 (vide exemplo da JSL que tem cerca de 56% das

suas emissões totais no escopo 1; exemplo da Patrus que concentra cerca de 99% das suas emissões no escopo 1), e que outra boa parte de grandes e pequenos transportadores sequer têm números divulgados sobre suas emissões totais de GEE, uma boa iniciativa seria controlar e conhecer as emissões de GEE para o escopo 1 no modal rodoviário de transporte de cargas, pelos seguintes motivos:

- Escopo 1 é o cerne da operação, com as emissões relativas à queima dos combustíveis, representando, em algumas vezes, a maior parcela das emissões totais.
- Escopo 1 representa diretamente o consumo de combustível usado para abastecer os veículos, sejam pesados, médios ou leves, o que, na maioria das vezes, já é controlado pelas empresas, independentemente do seu porte.
- Custo e quantidade de combustível usado são muito significativos no modal rodoviário, e sempre muito bem calculados.

Então, uma metodologia que consegue estimar as emissões, a partir dos dados de combustível usado, neste caso majoritariamente o óleo diesel, seria uma boa opção para o cálculo de emissões do escopo 1. Muitas empresas já têm forte controle sobre os custos e orçamentos com combustíveis, tendo iniciativas para reduzir esses custos, seja pela modernização da frota, treinamento dos motoristas, otimização de rotas, cargas, mas ainda não sabem como transformar essas reduções de consumo de diesel em redução de emissão de GEE.

Durante as entrevistas foi observado que mesmo grandes empresas têm muita dificuldade em calcular suas emissões dentro do escopo 1, seja pela necessidade de ratear as emissões numa carga fracionada, seja pela diversidade de tipos de combustíveis que abastecem os veículos, ou mesmo por simplesmente não encontrarem um sistema robusto o suficiente para atender a todas as suas expectativas quanto a controles, índices, relatórios, e acabam por vezes usando ferramentas caseiras e que sejam adaptadas a sua realidade, a sua necessidade.

Tomando como base todos esses pontos, foi criada uma solução que permitirá aos transportadores rodoviários, através dos dados de consumo de diesel, controlar e monitorar suas emissões de GEE para o escopo 1.

A calculadora, inicialmente, precisará dos dados de consumo de diesel, por caminhão, por mês. Adicionalmente, a empresa deverá inserir os dados de distância

total percorrida, por aquele veículo, naquele mês. Considerando que o veículo já estava previamente cadastrado na calculadora, com alguns dados básicos (placa, ano de fabricação, tem sistema ARLA ou não, capacidade de carga), basta que os dados de consumo e distância sejam inseridos para determinado mês (Tabela 1).

Tabela 1 – Dados de consumo de diesel

Placa veículo	Ano Fabricação	Idade [anos]	Motorista	Capacidade carga [ton]	ARLA [sim ou não]	JAN		FEV		MAR		ABR		Consumo anual veículo	Eficiência energética [Litros diesel por ton e por Km]
						Diesel [litros]	Distância percorrida [Km]	Diesel [litros]	Distância percorrida [Km]	Diesel [litros]	Distância percorrida [Km]	Diesel [litros]	Distância percorrida [Km]		
FHH4040	2018	6	Renato	60	Sim	100	50	100	50	100	50	100	50	1710	0,032
DFF4060	2011	13	Marcos	60	Não	110	50	110	50	110	50	110	50	1854	0,036
EFF4545	2000	24	Tadeu	45	Não	100	55	100	55	100	55	100	55	1749	0,039
EGG7080	2020	4	William	45	Sim	90	55	90	55	90	55	90	55	1677	0,036
GGG5050	2024	0	João	70	Sim	100	50	100	50	100	50	100	50	1726	0,028
GGG5050	2024	0	Jose	70	Sim	90	50	90	50	90	50	90	50	1630	0,026

Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

A Tabela 1 mostra que cada veículo pode ter, em cada mês, o consumo e a distância percorrida. A calculadora faz uma média, o que nos revela a eficiência energética, na última coluna, isto é, quantos litros de diesel foram necessários para que determinado veículo fizesse o transporte de uma tonelada a uma distância de 1 km. Exemplo: veículo placa EGG7080 é mais econômico, e, conseqüentemente, emite menos GEE do que o veículo placa EFF 4545, pois aquele tem uma eficiência melhor (0,036L/ton x km) do que este (0,039L/ton x km). Esse é um primeiro passo para controlar as emissões: menor consumo, menor emissão (Tabela 2).

Tabela 2 – Cálculo de emissões

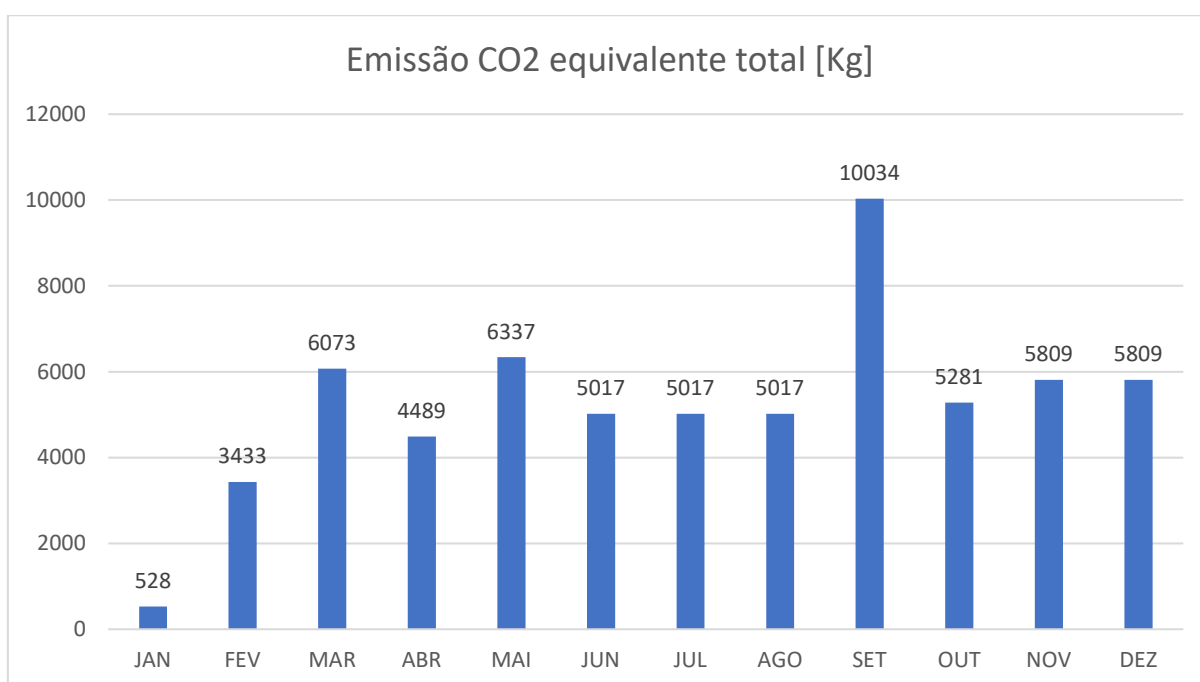
Período	COM ARLA	Consumo ARLA	SEM ARLA	Consumo diesel [litros]	Fração fóssil				Fração biodiesel				Mistura		Redução ARLA	Média emissão equivalente [Kg CO ₂ por litro de diesel]
					Emissão CO ₂ [Kg]	Emissão N ₂ O [Kg]	Emissão CH ₄ [Kg]	Emissão CO ₂ equivalente [Kg] -fóssil	Emissão CO ₂ [Kg]	Emissão N ₂ O [Kg]	Emissão CH ₄ [Kg]	Emissão CO ₂ equivalente [Kg] - bio	Emissão CO ₂ equivalente [Kg] - mistura	Emissão CO ₂ equivalente + ARLA [Kg] - mistura		
JAN	380	19	210	590	1319,24	0,07	0,07	1339,83	200,80	0,00	0,03	202,00	1541,83	1541,79	0,0027%	2,613203
FEV	380	19	210	590	1319,24	0,07	0,07	1339,83	200,80	0,00	0,03	202,00	1541,83	1541,79	0,0027%	2,613203
MAR	380	19	210	590	1319,24	0,07	0,07	1339,83	200,80	0,00	0,03	202,00	1541,83	1541,79	0,0027%	2,613203
ABR	380	19	210	590	1319,24	0,07	0,07	1339,83	200,80	0,00	0,03	202,00	1541,83	1541,79	0,0027%	2,613203
MAI	371	18,55	201	572	1278,99	0,07	0,07	1298,95	194,67	0,00	0,03	195,84	1494,79	1494,75	0,0027%	2,613203
JUN	371	18,55	201	572	1278,99	0,07	0,07	1298,95	194,67	0,00	0,03	195,84	1494,79	1494,75	0,0027%	2,613203
JUL	371	18,55	201	572	1278,99	0,07	0,07	1298,95	194,67	0,00	0,03	195,84	1494,79	1494,75	0,0027%	2,613203
AGO	371	18,55	201	572	1278,99	0,07	0,07	1298,95	194,67	0,00	0,03	195,84	1494,79	1494,75	0,0027%	2,613203
SET	371	18,55	201	572	1278,99	0,07	0,07	1298,95	194,67	0,00	0,03	195,84	1494,79	1494,75	0,0027%	2,613203
OUT	371	18,55	201	572	1278,99	0,07	0,07	1298,95	194,67	0,00	0,03	195,84	1494,79	1494,75	0,0027%	2,613203
NOV	371	18,55	201	572	1278,99	0,07	0,07	1298,95	194,67	0,00	0,03	195,84	1494,79	1494,75	0,0027%	2,613203
DEZ	371	18,55	201	572	1278,99	0,07	0,07	1298,95	194,67	0,00	0,03	195,84	1494,79	1494,75	0,0027%	2,613203

Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

Com base nos consumos da Tabela 1, a calculadora soma todos os veículos, separando aqueles mais modernos que utilizam Arla daqueles mais antigos que não utilizam Arla. Em determinado mês, todos os consumos de diesel dos modelos com e sem Arla são somados, e um cálculo é efetuado, considerando a parcela de biodiesel presente no diesel abastecido, e então a emissão total de gás carbônico equivalente é determinada, considerando também as contribuições das emissões de óxido nitroso e gás metano.

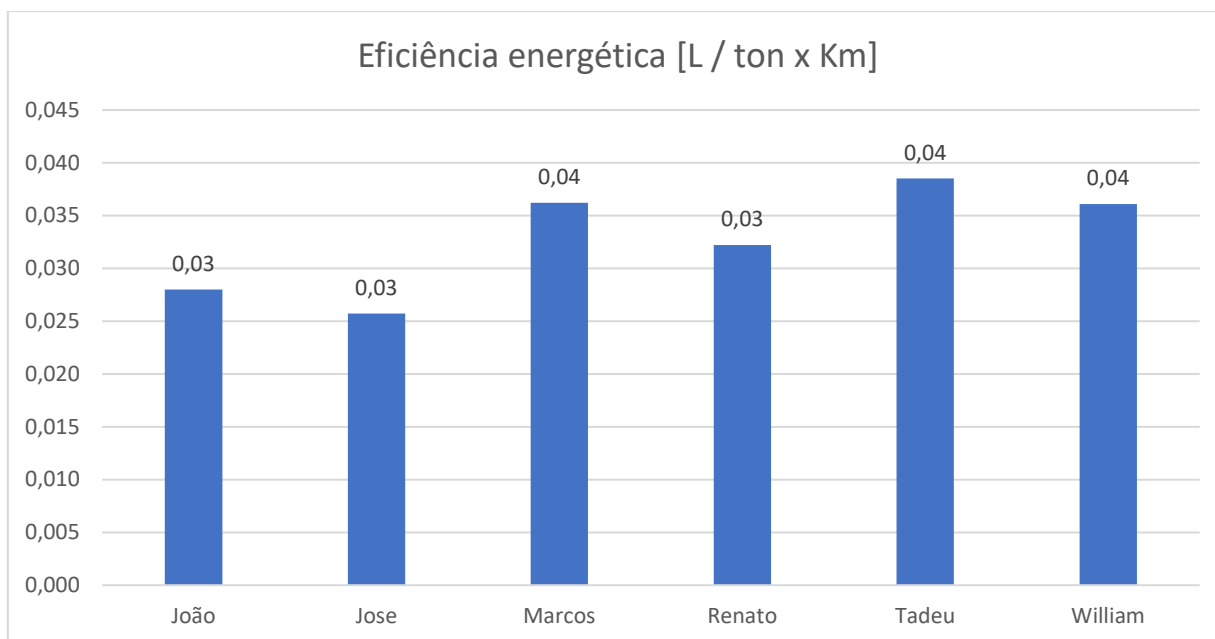
O Gráfico 17 indica o total de emissões, em Kg, de CO₂ equivalente que a frota emitiu para o escopo 1.

Gráfico 17 – Emissões totais por mês



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

O Gráfico 17 permite, ao longo do ano, que a empresa monitore como as emissões totais estão variando mês a mês e se há uma tendência de aumento, devido ao aumento de frota, envelhecimento de frota, uso ineficiente dos equipamentos, rotas, ou se há uma redução, fruto de alguma iniciativa estabelecida anteriormente, que se reflete em redução de consumo e redução de emissões.

Gráfico 18 – Eficiência energética por motorista

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

O Gráfico 18 mostra que se determinado motorista, ou veículo, tem comportamento diferente, que traz maior ou menor eficiência, esse número pode ser monitorado através do preenchido da calculadora (ver Tabela 1) e assim se pode comparar veículos de anos e modelos diferentes, para se determinar aquele mais econômico, com menores emissões, e melhores motorista quanto à economia de combustível, permitindo premiações, compartilhamento de melhores práticas ou simplesmente monitoramento de treinamentos já realizados com esses motoristas, para avaliação de eficácia.

Esse controle é o primeiro passo para avaliar ações e iniciativas já implementadas, quanto à sua eficácia, ter algum tipo de reconhecimento aos melhores veículos e condutores, e estabelecer metas de redução de consumo de diesel e emissões de GEE.

3.4 Percepção dos *stakeholders* sobre o projeto aplicativo

A avaliação da percepção dos *stakeholders* é de grande importância para o sucesso de qualquer projeto. Conforme destacado por Prado (2011), entrevistar os principais *stakeholders* é essencial para entender suas expectativas, preocupações e

necessidades, a fim de garantir que os interesses de todos os envolvidos sejam atendidos, aumentando as chances de sucesso.

Larson e Gray (2017) reforçam que a avaliação da percepção dos *stakeholders* através de entrevistas permite identificar e mitigar riscos, além de alinhar os objetivos do projeto com as expectativas dos envolvidos.

Como principais *stakeholders* do projeto, foram mapeados a Agência Nacional de Transporte Terrestre (ANTT), a Confederação Nacional do Transporte (CNT) e empresas do setor.

No intuito de avaliar suas expectativas, foram realizadas entrevistas com seus representantes no período de junho de 2024 a julho de 2024.

3.4.1 ANTT (Agência Nacional de Transporte Terrestre)

A entrevista foi realizada com Rafael Vitale Rodrigues, Diretor Geral da ANTT. Iniciou-se com uma breve apresentação sobre o projeto, sua proposta, benefícios e possíveis desafios. Foi também abordado o resultado da pesquisa executada com mais de 50 empresas de transporte, a qual revelou uma carência significativa de conhecimento e ferramentas práticas para a gestão das emissões de carbono entre essas empresas.

Rafael recebeu a proposta de forma positiva e reconheceu a relevância do projeto, especialmente no contexto da necessidade crescente de entender e gerenciar as emissões de carbono no setor. Ele sugeriu a monetização das emissões, ou seja, a criação de um sistema que possa quantificar economicamente as emissões de gases, aumentando o incentivo para as empresas adotarem práticas de descarbonização. Além disso, Rafael mencionou o Recurso de Desenvolvimento Tecnológico como uma possibilidade de apoio financeiro e técnico para o projeto. Esse recurso poderia ser utilizado para o desenvolvimento da ferramenta e para a disseminação da proposta, aumentando sua visibilidade e impacto.

Durante a conversa, Rafael também sugeriu que o projeto fosse apresentado a outros diretores da ANTT, para aprofundar a discussão e explorar a possibilidade de divulgar a ferramenta em eventos futuros organizados pela agência. Ele destacou a importância de integrar práticas ESG no setor de transporte e sugeriu que os resultados da pesquisa poderiam ser utilizados em audiências públicas e eventos da ANTT, contribuindo para a formulação de novas políticas e regulamentações.

Foi proposta ao Rafael a possibilidade de utilizar a agência como uma plataforma para a divulgação do projeto e para a apresentação da ferramenta em eventos relacionados à sustentabilidade e inovação tecnológica. A ideia de incluir a ferramenta de cálculo de emissões na tabela de fretes da ANTT foi mencionada como uma forma de incentivar a adoção de práticas sustentáveis no setor.

Ao final da entrevista, Rafael reafirmou a importância do tema e expressou seu apoio contínuo ao projeto, destacando que a ANTT está empenhada em promover práticas sustentáveis e apoiar inovações que possam beneficiar o setor de transporte rodoviário.

A conversa proporcionou um espaço valioso para discutir a importância do projeto, entender a visão da ANTT sobre o tema e também para explorar diversas possibilidades de colaboração e apoio.

3.4.2 CNT (Confederação Nacional do Transporte)

A entrevista foi realizada com Érica Vieira, Gerente Ambiental da CNT e Gestora do Programa Despoluir. Teve como principais objetivos apresentar o projeto e entender a visão da CNT sobre o tema e também as possíveis sinergias com o Programa Despoluir.

Durante a conversa, foi enfatizada a necessidade de uma abordagem que combine simplicidade, intuição e eficácia para garantir a adesão das empresas ao projeto.

Érica ressaltou a importância de um maior detalhamento na proposta e destacou que a seleção criteriosa dos motoristas é fundamental para a eficiência da ferramenta. Além disso, comentou sobre a relevância de conhecer as emissões e divulgar relatórios ESG, para promover a transparência e a sustentabilidade nas empresas de transporte.

Um ponto crucial levantado por Érica foi a distinção entre a redução e a neutralização das emissões. Ela argumentou que, embora a neutralização seja importante, deve ser considerada um complemento à principal estratégia de redução das emissões. Em suas palavras, "Neutralização é a cereja do bolo, não deveria ser o bolo", indicando que a prioridade deve ser a minimização das emissões na fonte.

Ela também destacou a importância da ferramenta em auxiliar as empresas na inventariação de suas emissões de carbono, permitindo que utilizem esses dados para a gestão de riscos e desenvolvimento de estratégias mais sustentáveis.

Automatizar os relatórios de emissões foi outro ponto enfatizado por Érica, pois isso atende às demandas dos clientes e diferencia as transportadoras no mercado. “Uma transportadora que comunica suas emissões é diferenciada”, afirmou, sugerindo que essa prática pode aumentar a competitividade.

A reunião concluiu com um compromisso em manter Érica atualizada sobre o progresso do projeto e um convite para um encontro futuro em Brasília, reforçando a importância da colaboração contínua e da escuta ativa dos usuários finais para aprimorar a proposta.

3.4.3 Transportadora São Roque

A entrevista ocorreu com Rodolfo Tomazini, Diretor de Transportes, e teve como objetivos apresentar e discutir a viabilidade técnica e operacional de uma nova ferramenta que calcula as emissões de carbono.

Durante a conversa, foi explicado que o modelo foi projetado para ser uma ferramenta intuitiva e fácil de usar, exigindo apenas informações básicas, como o volume de diesel consumido e a distância percorrida pelos caminhões. Ressaltamos a importância dessa ferramenta para as empresas de transporte, que poderiam utilizá-la para monitorar e divulgar suas emissões em relatórios ESG. Além disso, a ferramenta geraria indicadores que permitiriam às empresas estabelecerem metas de redução de emissões, contribuindo para a descarbonização do setor.

Rodolfo forneceu um *feedback* positivo sobre a proposta, destacando a relevância da ferramenta para a gestão e otimização das emissões em sua transportadora. Ele mencionou que as informações necessárias para preencher a calculadora estavam facilmente disponíveis em sua operação diária, o que facilitaria a adoção da ferramenta. Rodolfo também sugeriu que a planilha fosse adaptada para gerar relatórios mensais por motorista e por rota, tornando-a ainda mais útil para a gestão interna da empresa.

A discussão também abordou a possibilidade de auditoria das informações geradas pela calculadora por instituições como o GHG Protocol, o que aumentaria a credibilidade dos dados apresentados. Rodolfo falou também sobre a importância de

criar relatórios amigáveis e até mesmo um aplicativo para motoristas, facilitando o uso da ferramenta no dia a dia das operações de transporte.

No final da reunião, Rodolfo concordou em testar o modelo e explorar futuras colaborações para aprimorar a ferramenta e sua aplicação prática. Rodolfo solicitou que a planilha fosse compartilhada para uma análise mais detalhada.

A reunião foi concluída com a proposta de organizar uma visita à transportadora São Roque para conhecer a operação e testar a planilha com sua equipe, buscando validar ainda mais a viabilidade e a eficácia da ferramenta.

Essas entrevistas demonstraram a importância de envolver *stakeholders* relevantes no desenvolvimento de soluções práticas e eficazes para a descarbonização do transporte terrestre, ressaltando a necessidade de ferramentas acessíveis e adaptadas às operações diárias das empresas de transporte.

Entre os pontos abordados pelos entrevistados destacam-se a necessidade de monetização das emissões de carbono, com a criação de um sistema que quantifique economicamente as emissões de gases, aumentando o incentivo para que as empresas adotem práticas de descarbonização e também o desenvolvimento de uma solução eficaz, porém simples e automatizada, para facilitar a adesão, utilização e monitoramento.

4 DESENVOLVIMENTO - PROPOSTA DE SOLUÇÃO

A seguir será detalhada a proposta de solução para a questão de gestão da eficiência energética e das emissões de GEE no transporte rodoviário de cargas no Brasil. Também será feita uma análise de viabilidade, sob diferentes aspectos, para implementação desse modelo de gestão, conforme um cronograma sugerido de faseamento do plano de ação.

4.1 O modelo de gestão da eficiência energética e compensação de CO₂ no transporte rodoviário brasileiro

Considerando os pontos anteriormente avaliados, entrevistas e a proposta deste projeto, uma ferramenta simples e eficiente para quantificar as emissões de gases de efeito estufa no transporte rodoviário de cargas é uma solução cada vez mais necessária, mas pouco aplicada.

Entre os motivos da não aplicação se observa a falta de uma aplicação disponível no mercado, com funcionalidades voltadas para o transporte rodoviário, de fácil manuseio, e que permita a inserção em uma indústria, que atualmente é, em sua grande parte, tocada por pequenos empresários, com poucos recursos para aplicar em rotinas ainda não mandatórias e não regulamentadas.

A proposta deste projeto é que as empresas do setor rodoviário de cargas do Brasil tenham acesso a uma ferramenta de cálculo das emissões dos gases do efeito estufa referente ao escopo 1, a partir dos dados de consumo de combustível, nesse caso óleo diesel, e possam estabelecer índices e indicadores de suas emissões, por trajeto, por rota, por mês, por veículo, por quilômetro e tonelada transportada, e assim possam ter informações para sua gestão e eventuais relatórios externos.

Esses dados de consumo de combustível e distâncias percorridas já são parte do dia a dia de uma transportadora, e utilizá-los como base para o modelo de solução proposta é uma alternativa simples, que faz com que dados já existentes na empresa possibilitem essa gestão das emissões de GEE, sem maiores investimentos em captura ou coleta de dados.

O *Framework* a seguir (Figura 8) ilustra a interação entre os dados de entrada e os indicadores de saída e possíveis ganhos da implementação da solução proposta.

Figura 8 – *Framework* - Proposta de solução



Fonte: Elaborada pelos autores.

Premissas consideradas na solução:

- 1) A ferramenta de cálculo precisa ser simples, de fácil uso pelos funcionários da empresa.
- 2) A ferramenta de cálculo precisa usar dados já disponíveis na empresa e assim dispensar novas entradas, novas coletas e sistemas de capturas de parâmetros.
- 3) A ferramenta de cálculo precisa mostrar as emissões de GEE do escopo 1 de várias formas (por período, por motorista, por veículo, etc., conforme necessidade de cada transportador).
- 4) A ferramenta precisa ser de fácil implementação, de baixo custo, de forma a incentivar sua operação, principalmente em pequenos e médios transportadores, sem necessidade de grandes investimentos de capital e recursos humanos.
- 5) A ferramenta de cálculo precisa ser adaptável à legislação, e, em caso de novas misturas e composição do diesel usado nos abastecimentos, que os cálculos de emissões possam ser facilmente ajustados para refletir as novas emissões.

Diante do exposto, um modelo está sendo proposto para essa finalidade, contemplando as premissas anteriormente relacionadas.

Pontos considerados no modelo de solução:

- Mistura e composição vigente do diesel, distribuído e fornecido nos postos de combustível: 14% de biodiesel na mistura, e outros 86% de diesel fóssil.
- Emissões de gases CO₂ (dióxido de carbono), CH₄ (metano), e N₂O (óxido nitroso) existem nas emissões nas proporções previstas pelo GHG protocol e estão parametrizadas para emissões equivalentes de CO₂.
- Veículos equipados com o sistema ARLA, que atenua a emissão de N₂O, podem ser configurados, e as emissões desse gás são reduzidas na proporção de 90%.

A Tabela 3 mostra como é efetuado o cálculo das emissões a partir do consumo de diesel, isto é, nesse formato selecionado, as linhas mostram os consumos de diesel em cada mês e as emissões de cada um dos três principais gases causadores do efeito estufa, e no final é calculada a emissão total para CO₂ equivalente, naquele mês.

Tabela 3 – Demonstrativo exemplo de consumo de diesel ao longo dos meses e suas respectivas emissões totais

Período	COM ARLA	Consumo ARLA	SEM ARLA	Consumo diesel [litros]	Fração fóssil				Fração biodiesel				Mistura		Média emissão equivalente [Kg CO ₂ por litro de diesel]
					Emissão CO ₂ [Kg]	Emissão N ₂ O [Kg]	Emissão CH ₄ [Kg]	Emissão CO ₂ equivalente [Kg] -fóssil	Emissão CO ₂ [Kg]	Emissão N ₂ O [Kg]	Emissão CH ₄ [Kg]	Emissão CO ₂ equivalente [Kg] - bio	Emissão CO ₂ equivalente [Kg] - mistura	Emissão CO ₂ equivalente + ARLA [Kg] - mistura	
JAN	380	19	210	590	1319,24	0,07	0,07	1339,83	200,80	0,00	0,03	202,00	1541,83	1541,79	2,613
FEV	380	19	210	590	1319,24	0,07	0,07	1339,83	200,80	0,00	0,03	202,00	1541,83	1541,79	2,613
MAR	380	19	210	590	1319,24	0,07	0,07	1339,83	200,80	0,00	0,03	202,00	1541,83	1541,79	2,613
ABR	380	19	210	590	1319,24	0,07	0,07	1339,83	200,80	0,00	0,03	202,00	1541,83	1541,79	2,613
MAI	371	18,55	201	572	1278,99	0,07	0,07	1298,95	194,67	0,00	0,03	195,84	1494,79	1494,75	2,613
JUN	371	18,55	201	572	1278,99	0,07	0,07	1298,95	194,67	0,00	0,03	195,84	1494,79	1494,75	2,613
JUL	371	18,55	201	572	1278,99	0,07	0,07	1298,95	194,67	0,00	0,03	195,84	1494,79	1494,75	2,613
AGO	371	18,55	201	572	1278,99	0,07	0,07	1298,95	194,67	0,00	0,03	195,84	1494,79	1494,75	2,613
SET	371	18,55	201	572	1278,99	0,07	0,07	1298,95	194,67	0,00	0,03	195,84	1494,79	1494,75	2,613
OUT	371	18,55	201	572	1278,99	0,07	0,07	1298,95	194,67	0,00	0,03	195,84	1494,79	1494,75	2,613
NOV	371	18,55	201	572	1278,99	0,07	0,07	1298,95	194,67	0,00	0,03	195,84	1494,79	1494,75	2,613
DEZ	371	18,55	201	572	1278,99	0,07	0,07	1298,95	194,67	0,00	0,03	195,84	1494,79	1494,75	2,613

Fonte: (FGV, 2008).

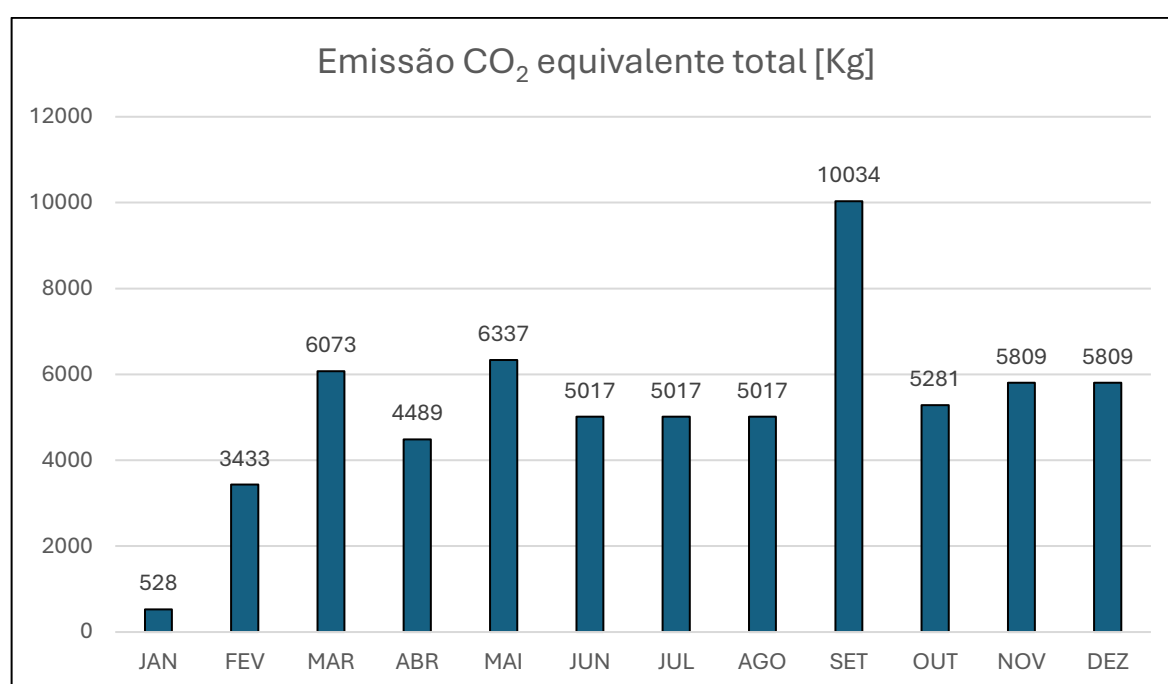
Tabela 4 – Informativo exemplo de consumo de diesel ao longo dos meses e as distâncias percorridas por cada veículo e possível motorista

Placa veículo	Ano Fabricação	Idade [anos]	Motorista	Capacidade carga [ton]	ARLA [sim ou não]	JAN		FEV		MAR		ABR		MAI	
						Diesel [litros]	Distância percorrida [Km]	Diesel [litros]	Distância percorrida [Km]	Diesel [litros]	Distância percorrida [Km]	Diesel [litros]	Distância percorrida [Km]	Diesel [litros]	Distância percorrida [Km]
FHH4040	2018	6	Renato	60	Sim	100	50	100	50	100	50	100	50	95	50
DFF4060	2011	13	Marcos	60	Não	110	50	110	50	110	50	110	50	108	50
EFF4545	2000	24	Tadeu	45	Não	100	55	100	55	100	55	100	55	93	55
EGG7080	2020	4	William	45	Sim	90	55	90	55	90	55	90	55	89	55
GGG5050	2024	0	João	70	Sim	100	50	100	50	100	50	100	50	97	50
GGG5050	2024	0	Jose	70	Sim	90	50	90	50	90	50	90	50	90	50
Total c ARLA						380		380		380		380		371	
Total s ARLA						210		210		210		210		201	

Fonte: (FGV, 2008).

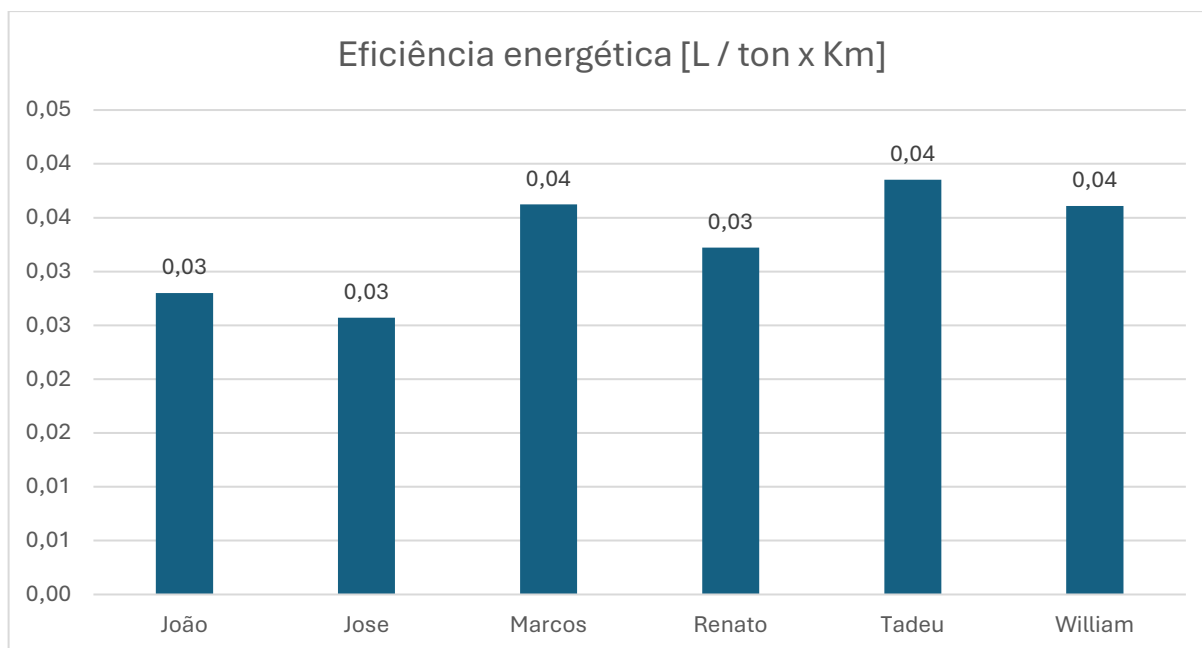
A Tabela 4 mostra como os usuários devem preencher os dados dos veículos (contendo placa, ano de fabricação, motorista – se aplicável, capacidade de carga, atuação do sistema ARLA ou não), consumo de diesel e distâncias percorridas. As informações dos veículos são inseridas uma única vez, e somente os dados de consumo de diesel e distâncias percorridas precisam ser atualizados periodicamente. Com base nesses dados, o modelo consegue identificar as emissões totais por frota, por veículo e por período.

Gráfico 19 – Indicador exemplo de emissões totais por mês



Fonte: (FGV, 2008).

O Gráfico 19 mostra como se pode indicar as emissões totais, por período. Esse indicador permite elaborar relatórios ESG, informar parceiros que eventualmente contratam os serviços do transportador e estabelecer metas de redução.

Gráfico 20 – Indicador exemplo de emissões totais por motorista

Fonte: (FGV, 2008).

O Gráfico 20 mostra um *ranking* de eficiência entre motoristas, ou seja, permite identificar aqueles que têm condução mais econômica, ou eficiente. De forma semelhante, é possível analisar a eficiência entre diferentes veículos e modelos. Esse indicador permite avaliar se medidas corretivas, como treinamentos de motoristas e manutenções em caminhões, são necessárias ou estão surtindo os efeitos esperados, melhorando a possibilidade da gestão da eficiência energética e das emissões de GEE.

Para consolidar esses dados, indicadores, gráficos e interação entre os diversos usuários, um aplicativo será lançado para tornar amigável o uso das informações e possibilitar que parceiros e clientes conheçam suas emissões junto à transportadora em questão, façam suas compensações e gerem visibilidade das ações em prol da descarbonização do setor.

A seguir, as telas do modelo de solução sob a perspectiva do aplicativo “Meu Diesel Compensa” permitirá a colaboradores da transportadora visualizarem seus números, eficiências, emissões, e também que parceiros contribuam com as compensações de maneira simples e rápida.

Esse aplicativo será desenvolvido em parceria com outras empresas (empresas de gestão de créditos de carbono, parceiros de soluções de tecnologia), que poderão usar a plataforma (aplicativo) como forma de publicidade e propaganda, fazendo o

aplicativo ter um custo reduzido de desenvolvimento e sustentação, ficando ainda mais viável financeiramente para os usuários finais.

Figura 9 – Telas principais do usuário com perfil administrativo



Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

Nas telas do aplicativo, conforme Figura 9, o usuário com perfil administrativo, fazendo a gestão dentro da transportadora, poderá visualizar as emissões por período, por veículo, por motorista, e inclusive verificar quais parceiros que contratam os serviços de transporte eventualmente compensaram parte das suas emissões, conforme demonstrado na Figura 8. Esses gráficos poderão ser utilizados para acompanhar evoluções, tendências e estipular metas quanto à eficiência energética e emissões de carbono.

Um ponto importante para a transportadora é identificar as ações que eventualmente tenham sido aplicadas e seus efeitos no aumento da eficiência e redução das emissões, já citados neste estudo.

Na tela da Figura 10 o usuário com perfil de parceiro, aquele que contrata os serviços de transporte da empresa em questão, pode examinar suas emissões sob a perspectiva do escopo 3, por frete, por veículo, emissões totais, para seus relatórios ESG, e ainda optar pela compensação de créditos de carbono, através do próprio

aplicativo e de parcerias com empresas que fazem a aplicação dos créditos e emissões dos certificados de compensação.

A Figura 11 trata da tela que o usuário com perfil de motorista pode acessar, mostrando seu desempenho, o quanto tem sido sua eficiência energética em comparação com a média da empresa.

Figura 10 – Tela principal do usuário com perfil parceiro



Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

Figura 11 – Tela principal do usuário com perfil de motorista



Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

4.2 Análise de viabilidade para o modelo

A seguir, as análises de viabilidade serão demonstradas conforme entrevistas realizadas com partes interessadas, um transportador (São Roque) e um órgão regulador (ANTT) e Confederação dos Transportes (CNT), conforme descrito no item 4.4.

4.2.1 Viabilidade operacional

A viabilidade operacional deste modelo de solução considera os fatores a seguir, de modo a garantir que seja implementada e operada, usada, de forma eficaz dentro da organização. Ela considera fatores como:

1. **Aceitação dos usuários:** durante as entrevistas, foi possível confirmar com ambas as partes interessadas que deve haver fácil aceitação devido à simplicidade de uso da ferramenta, que usa dados básicos de consumo de combustível e distâncias percorridas, de maneira mensal, que já estão disponíveis nas empresas, sem necessidade de maiores operações. O formato dos dados de saída é amigável, podendo ser tabela (Microsoft Excel) ou gráficos dinâmicos.
2. **Impacto organizacional:** os dados de *ranking* de veículos, de motoristas e emissões totais irão permitir a geração de indicadores, relatórios internos e externos e estabelecimento de metas de redução de consumo de combustível, mapeamento de tipos e modelos de veículos mais eficientes, e metas de redução de emissões.
3. **Recursos humanos:** a emissão de dados de eficiência energética por motorista pode permitir o estabelecimento de metas, bonificações para os motoristas mais econômicos, mapeamento da necessidade de treinamentos de capacitação, treinamentos corretivos e avaliação da condução eficaz dos veículos. Adicionalmente foi possível identificar que a mão de obra necessária para realizar o uso do modelo é praticamente a mesma que já existe nas empresas e faz a apuração dos dados de consumo de combustível. Mais adiante será mais bem detalhada essa questão da capacidade de recursos humanos para desempenhar essa função.
4. **Políticas e procedimentos:** a compatibilidade do modelo de solução com os sistemas das empresas é muito simples, especialmente considerando pequenos e médios transportadores. Dados de consumo de combustível e distância podem ser inseridos num Excel, e basta para se extrair os dados de emissões e eficiência energética. Em relação aos procedimentos, uma rápida adaptação das equipes e definição de procedimentos de alimentação do modelo permitem uma extração mensal simples e rápida dos dados de saída.

4.2.2 Viabilidade técnica

A viabilidade técnica avalia se é possível desenvolver e implementar o projeto do ponto de vista técnico. Ela envolve:

1. **Tecnologia:** como o modelo considera a elaboração de um aplicativo, que roda uma calculadora simples, que precisa dos dados dos veículos, consumo de combustível e distâncias percorridas, elementos já conhecidos e mapeados pelas empresas de transportes. Pouco investimento em tecnologia será necessário.
2. **Desenvolvimento:** uma rápida adaptação do aplicativo às necessidades da empresa irá garantir as emissões dos dados no formato desejado, com a periodicidade escolhida.
3. **Infraestrutura:** a infraestrutura atual das empresas pode suportar o aplicativo, e mesmo empresas que não possuem telemetria para transferência de dados de distância percorrida podem receber esses dados do próprio odômetro (distância) e das notas de abastecimento (combustível).
4. **Compatibilidade:** a integração do novo sistema com os sistemas e tecnologias existentes poderá ser feita, inclusive com a possibilidade de uma tela de simples visualização para motoristas, para que acompanhem seu respectivo desempenho, caso a gestão da empresa assim defina, através de um aplicativo que mostra dados de eficiência energética, conforme já ilustrado.

4.2.3 Viabilidade político-legal

Como demonstrado ao longo deste trabalho, o Brasil, como signatário do Acordo de Paris, comprometeu-se a reduzir suas emissões de gases de efeito estufa e incentivar a adoção de medidas que promovam a sustentabilidade ambiental. A adesão do país ao Acordo de Mudança Climática foi aprovada pelo Senado e pela Câmara em 2016. Nesse contexto, a análise das políticas e das normas jurídicas aplicáveis às emissões de CO₂ é crucial para entender os desafios e as oportunidades que o país enfrenta.

Segundo Guttilla (2023), a política ambiental brasileira tem sido um campo de intensa disputa política, com diferentes governos adotando abordagens divergentes sobre o equilíbrio entre desenvolvimento econômico e preservação ambiental. O cenário político atual, com novas diretrizes e compromissos internacionais, aponta para uma possível intensificação das políticas ambientais no país com a transição para uma economia de baixo carbono trazendo benefícios econômicos e sociais (Guttilla, 2023).

Do ponto de vista jurídico, já no artigo 255 da Constituição Federal Brasileira (1988), é dada a diretriz macro de que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, impondo ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (Constituição, 1988).

Com o objetivo de ter métricas e política pública voltada para combater a crise climática, em dezembro de 2009, foi criada a Lei da Política Nacional sobre Mudança do Clima (Lei nº 12.187/2009), que instituiu a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), que visa compatibilizar o desenvolvimento econômico-social com a proteção do sistema climático. A efetividade dessa política depende da coordenação entre diferentes setores, do compromisso com as metas estabelecidas e da capacidade de monitoramento e fiscalização das ações implementadas (Talanoa, 2020).

A criação do Plano Nacional sobre Mudança do Clima detalhou e acompanha ações estratégicas para a mitigação das emissões de CO₂, incluindo metas específicas para setores, como o setor de transportes e logística, debatido neste trabalho.

Entre os objetivos do plano destacam-se a necessidade de compatibilizar o desenvolvimento econômico-social com a proteção do sistema climático e reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) no Brasil bem como promover o desenvolvimento e a difusão de tecnologias, processos e práticas orientados para a redução das emissões de GEE, sendo essas tecnologias uma das propostas possíveis do projeto aplicativo proposto neste trabalho (Talanoa, 2020).

A Lei também cria o Conselho Nacional sobre Mudança do Clima, órgão consultivo que auxilia na formulação e implementação da PNMC (Política Nacional de Mudança Climática), composto por representantes do governo, setor privado e sociedade civil (Talanoa, 2020).

A implementação da PNMC envolve a participação de diferentes órgãos e entidades governamentais, bem como a cooperação com o setor privado e organizações não governamentais. A fiscalização é realizada por meio de relatórios periódicos, monitoramento contínuo das emissões e avaliações de impacto ambiental. Dentro dessa boa prática surge o Despoluir, programa ambiental da CNT que existe há 15 anos. O programa possui linhas de ação voltadas à redução das emissões de poluentes atmosféricos por veículos rodoviários, ao uso de tecnologias e energias

limpas, à adoção da gestão ambiental no transporte e à capacitação de motoristas e conscientização do setor privado (CNT, 2024)

Uma das linhas de ação do Despoluir de maior destaque é a Avaliação Veicular Ambiental, que estimula o uso racional de combustíveis e redução das emissões. Segundo o site do programa, a ação já atendeu a 55 mil transportadores e realizou mais de 4,4 milhões de avaliações veiculares (CNT, 2024).

Após o Brasil fazer parte do Acordo de Paris, as metas de redução de CO₂ são compromissos públicos e acompanhadas pelo governo e também iniciativa privada. Cada país ficou responsável por estabelecer os próprios compromissos a partir do cenário social e econômico local, chamados de Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC, na sigla em inglês). A NDC do Brasil é reduzir até 2025 as emissões de GEEs em 37% em relação aos níveis de 2005. Em 2030, a redução terá de ficar 43% abaixo dos níveis de 2005. Para atingir as metas, o país se comprometeu a aumentar a participação de bioenergia sustentável na matriz energética para cerca de 18% até 2030, chegar a uma participação de 45% de energias renováveis na composição da matriz e reflorestar 12 milhões de hectares de florestas.

Esses marcos legais e compromissos formam a estratégia brasileira para mitigar e adaptar-se às mudanças climáticas e reduzir as emissões, visando cumprir as metas internacionais e promover um desenvolvimento sustentável, bem como outros requisitos legais que tramitam no Congresso, como leis para ampliar o consumo de biocombustível, redução de impostos para veículos elétricos, etc.

Portanto, essa calculadora proposta pelo projeto aplicativo auxiliará o setor privado do transporte rodoviário de cargas a, baseado em dados de abastecimento e distâncias percorridas, entender a eficiência energética e estabelecer controles para medir e aplicar práticas internas para redução de emissões.

4.2.4 Viabilidade estratégica

Considerando a iminente evolução legal, com projetos de lei em processo de aprovação sobre o tema do combustível no futuro, biodiesel e metas de descarbonização do Brasil, incluindo o segmento do transporte, uma solução como esse modelo é fundamental para que empresas do modal rodoviário de cargas possam conhecer suas emissões, saber o impacto de medidas regulamentares em suas operações, custos, impactos ao meio ambiente, e, acima de tudo, poder,

minimamente, manter uma gestão sobre essas emissões e discutir, num ambiente de consulta pública, o tema com parceiros, governo e entidades de suporte ao tema da descarbonização, como compensação de carbono.

1. **Alinhamento com os objetivos estratégicos:** muitas empresas do transporte rodoviário de cargas já têm como objetivo estratégico a questão ambiental além da preocupação com as emissões de GEE. Essa ferramenta possibilita conhecer esses números e iniciar a sua gestão.
2. **Vantagem competitiva:** empresas com a capacidade de gerir e conhecer suas emissões são aquelas capazes de firmar acordos comerciais com empresas maiores, que são exigidas quanto ao reporte de emissões totais de GEE, incluindo aquelas do escopo 3. As emissões das empresas parceiras, sob a perspectiva do escopo 1, serão as emissões dos contratantes, sob a perspectiva do escopo 3, ou seja, de suma importância para haver uma parceria e geração de indicadores de emissões totais.
3. **Impacto no mercado:** seguramente, aquelas empresas com capacidade de gerir suas emissões terão uma visibilidade maior do que aquelas que não o fazem, mostrando sua preocupação com o meio ambiente e tomada de ações práticas em direção à rotina ESG.

A viabilidade estratégica é essencial para garantir que os recursos da organização sejam investidos em projetos que realmente contribuam para o sucesso a longo prazo. Ela ajuda a evitar a implementação de iniciativas que, embora possam ser viáveis técnica e operacionalmente, não trazem benefícios estratégicos ou até mesmo podem desviar a empresa de seu caminho estratégico.

A análise de viabilidade estratégica, portanto, garante que cada projeto não só tenha potencial de sucesso em termos operacionais e técnicos, mas também impulse a organização em direção aos seus objetivos estratégicos de maneira coerente e sustentável.

4.2.5 Viabilidade financeira

Para implementação da solução do modelo de gestão de emissões de GEE, investimentos iniciais e anuais serão necessários, como já visto, especialmente no primeiro ano de implementação.

Um mapeamento das necessidades de cada empresa, integração com sistemas atuais de coleta de abastecimentos e distâncias percorridas, treinamento de pessoal e otimização de relatório farão parte de etapa inicial. Em seguida apenas uma sustentação básica deverá permanecer.

Esses investimentos serão pagos pela transportadora à empresa detentora da solução, e outros custos também deverão existir, sob responsabilidade da transportadora, com relação à mão de obra, para que seja treinada, e periodicamente faça emissões dos relatórios e inserção dos dados na ferramenta.

Para o total de despesas e ganhos, há necessidade de dividir entre ano 1, primeiro ano de implementação, e os outros anos, segundo em diante. No primeiro ano uma série de custos devem existir para customizar e implementar o modelo de solução em cada empresa, mas a partir do segundo ano esses custos ficam nulos, e apenas pequenos custos de sustentação do sistema devem perdurar, bem como um pequeno escopo de horas de trabalho do pessoal administrativo da empresa contratante.

Seguem premissas utilizadas para este estudo de caso quanto à viabilidade financeira:

- cada homem-hora (hh) com custo associado de R\$50,00, para custos com pessoal administrativo da transportadora;
- treinamento inicial para 2 funcionários, durante 2 dias;
- transportador com 30 veículos, que têm eficiência energética de 3km/litro de diesel, rodando 500km por dia, 30 dias por mês;
- custo médio de R\$7,00 para o litro diesel;
- custo para compensar uma tonelada de carbono (um crédito de carbono) é de USD 30,00, ou seja, R\$ 165 (considerando a cotação do dólar em JUL24 de U\$ 1.00 = R\$ 5,50);

- início dos *savings* (ganhos) a partir do 5º mês, no primeiro ano, para maturação dos processos e implementação das ações para aumento da eficiência energética;
- considerado o custo de capital como 12% ao ano, para cálculos financeiros.

Tabela 5 – Investimentos, custos e ganhos com a implementação da solução

Investimento				Reduções de custos	
Item	Descrição	Mão de obra (hh)	Valor	Saving	Valores
Investimento inicial	Custo de aquisição, treinamento, integração e preparação relatórios	N/A	R\$ 40.000,00	Redução consumo combustível	1%
Investimento mensal	Mensalidade por uso calculadora, com parâmetros atualizados de emissões e sustentação por até 10hh de desenvolvimento	10	R\$ 5.000,00	Consumo mensal (litros de diesel)	150000
	Treinamento inicial pessoal	32	R\$ 1.600,00	Custo mensal diesel	R\$ 1.050.000,00
	Mão de obra inicial (cadastro veículos e motoristas)	16	R\$ 800,00	Possível redução mensal custos abastecimento	R\$10.500,00
Custos internos	Mão de obra mensal (lançamento de consumos e distâncias)	4	R\$ 200,00	Emissões GEE mensais (ton de CO ₂ equivalente)	391,5
	Análise de relatórios e indicadores	4	R\$ 200,00	Possível redução compensações mensais de carbono (1%) em R\$	R\$ 645,98
	Ano 1		R\$107.200,00	Saving total anual (primeiro ano)	R\$ 89.167,80
Total	Ano 2 em diante		R\$ 64.800,00	Saving total anual (segundo ano em diante)	R\$ 133.751,70

Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

Considerando os valores da Tabela 5, temos o VPL acumulado ao final de cada ano de implementação, ficando negativo no primeiro ano, e já positivo ao final do segundo ano de implementação. Após 3 anos já é possível verificar um ganho efetivo, acumulado, a valor presente líquido de quase R\$100.000,00, e um retorno do investimento em 1,3 ano.

Tabela 6 – VPL, TIR e Payback

	Saldo	Fluxo futuro	VPL	TIR	Payback (anos)
Saldo ano 1	-R\$18.032,20	-R\$ 18.032,20	-R\$ 18.032,20	365%	1,3
Saldo ano 2	R\$ 68.951,70	R\$ 61.564,02	R\$ 43.531,82		
Saldo ano 3	R\$ 68.951,70	R\$ 54.967,87	R\$ 98.499,69		

Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

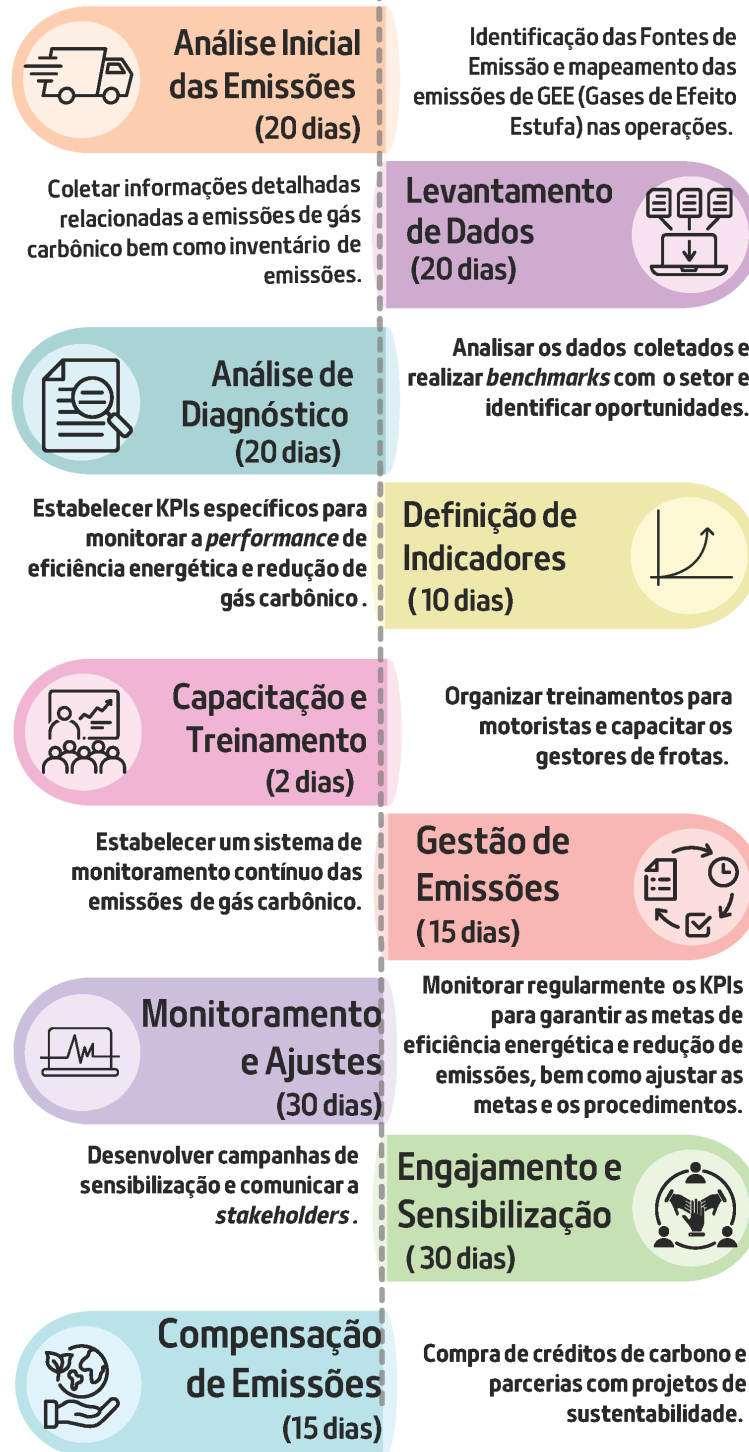
A Tabela 6 mostra os principais parâmetros financeiros adquiridos ao longo da aplicação do projeto.

4.3 Plano de implementação

O plano de implementação do projeto (Figura 12) será executado em 9 etapas, considerando o tempo necessário a cada uma delas, bem como a premissa de que algumas podem ser iniciadas em paralelo com outras.

Figura 12 – Plano de implementação

PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO



Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

1. Análise Inicial das Emissões – 20 dias

- Identificação das fontes de emissão: mapear as emissões de GEE nas operações, especialmente nas fontes diretas (escopo 1), como a combustão de diesel nos caminhões.

2. Levantamento de Dados – 20 dias

- Coletar informações detalhadas sobre o consumo de combustível, emissões de CO₂, idade e estado da frota, rotas utilizadas e práticas de gestão ambiental já em vigor.
- Inventário de emissões: implementar um sistema de monitoramento contínuo para documentar as emissões de CO₂ e outros gases. Usar ferramentas como o GHG Protocol para assegurar que os dados estejam alinhados com padrões internacionais.

3. Análise de Diagnóstico – 20 dias

- Analisar os dados coletados para identificar áreas críticas que necessitam de melhorias.
- Realizar uma análise comparativa com benchmarks do setor para identificar lacunas e oportunidades.

4. Definição de Indicadores de *Performance* – 10 dias

- Estabelecer KPIs específicos para monitorar a eficiência energética (ex: consumo médio de combustível por quilômetro) e a redução de emissões de CO₂.
- Definir metas intermediárias e finais para cada KPI.

5. Capacitação e Treinamento – 2 dias

- Organizar treinamentos para motoristas focados em técnicas de condução eficiente e práticas de manutenção preventiva que reduzam o consumo de combustível.
- Incluir a capacitação dos gestores de frota para a implementação e monitoramento das novas tecnologias e práticas.

6. Gestão de Emissões – 15 dias

- Estabelecer um sistema de monitoramento contínuo das emissões de CO₂, utilizando ferramentas como o GHG Protocol.

7. Monitoramento e Ajustes – 30 dias

- Monitorar regularmente os KPIs estabelecidos para garantir que as metas de eficiência energética e redução de emissões estejam sendo alcançadas.
- Utilizar os dados coletados para avaliar a eficácia das ações implementadas.
- Revisar as estratégias e ações com base nos resultados dos monitoramentos e auditorias.
- Ajustar as metas e procedimentos conforme necessário para melhorar continuamente o desempenho.

8. Engajamento e Sensibilização – 30 dias

- Educação corporativa: desenvolver campanhas de sensibilização dentro da empresa para engajar todos os níveis hierárquicos na importância da redução de emissões.
- Comunicação com *stakeholders*: informar clientes, fornecedores e investidores sobre as iniciativas de sustentabilidade e os impactos positivos alcançados, reforçando o compromisso da empresa com a agenda ESG.

9. Compensação de Emissões – 15 dias

- Compra de créditos de carbono: para compensar as emissões que não podem ser eliminadas, investir em créditos de carbono reconhecidos, contribuindo para projetos de captura de carbono ou reflorestamento.
- Parcerias com projetos de sustentabilidade: engajar-se em parcerias com iniciativas que promovam a compensação de CO₂, como o uso de biodiesel certificado e o apoio a projetos de energia renovável.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

No cenário atual, a histórica falta de investimentos em ferrovias e portos, além da grande utilização dos rios como fonte de energia hidráulica (implantação de barragens em usinas hidrelétricas que dificultam a navegação), leva à expressiva utilização de caminhões para o transporte de cargas. Mesmo sendo um grande exportador de produtos como grãos e minérios, o Brasil observa uma dominância do transporte rodoviário para a movimentação de cargas: 65% de todas as cargas são transportadas por caminhões. Outro fator limitante é o fato de a malha ferroviária brasileira passar pelo interior das cidades, resultando em uma velocidade média dos trens de carga de apenas 12 km/h, conforme estudo do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA-2023).

Os caminhões são a forma menos eficiente de transporte de cargas, sendo a que gasta a maior quantidade de combustível para transportar a mesma quantidade de carga por uma determinada distância (excluindo o modal aéreo). Não é surpresa que o transporte rodoviário de cargas represente 9% das emissões globais de gases de efeito estufa, superando os setores marítimo (3%, incluindo passageiros e cargas) e aéreo (3%, incluindo passageiros e cargas) juntos (Shell, 2021). No Brasil, os caminhões operam em estradas de baixa qualidade, aumentando ainda mais o consumo de combustível. Em 2021, o transporte rodoviário de cargas foi responsável pela emissão de cerca de 102 milhões de toneladas de gases do efeito estufa GEE.

Fica evidente a tendência, especialmente brasileira, de priorizar o transporte de cargas pelo modal rodoviário. Considerando o iminente prazo de 2050, no qual o Brasil se comprometeu a neutralizar suas emissões de GEE, é fundamental haver uma gestão dessas emissões, através do controle e políticas para reduzir ou compensar tal poluição. Atualmente, já existem inúmeras possibilidades de redução ou compensação, sendo o primeiro passo de qualquer proposta para abordar o problema a mensuração dessas emissões.

Diante do desafio de combater a crise climática, o setor produtivo necessita de ações e esforços coletivos para contribuir para o desenvolvimento sustentável. As transportadoras devem agir em conjunto com políticas públicas para reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE), oferecendo serviços mais sustentáveis que impactarão positivamente o clima (Rede ACV, 2024). O Projeto Aplicativo aqui proposto evoluiu a partir da constatação de uma lacuna: a maioria das empresas de

transporte rodoviário de cargas no Brasil não possui estimativas de suas emissões, interesse em mensurá-las ou recursos financeiros para minimizá-las.

Na fase de pesquisas de opinião com os principais *stakeholders*, ficaram claros o interesse e a possibilidade de utilização da solução proposta. No entanto, há necessidade de estudos mais aprofundados sobre sua operacionalização, uma vez que o diagnóstico sobre as emissões é apenas o primeiro passo. É essencial oferecer alternativas para modificar o cenário diagnosticado. Sugere-se, como explicitado a seguir, que o aplicativo possa contar com outras funcionalidades capazes de estimular sua utilização e conferir-lhe aplicabilidade para além do diagnóstico das emissões.

5.1 Recomendações

Para não fugir do tema central delineado, o trabalho em questão não avançou sobre uma análise mais aprofundada em relação à compensação. Recomenda-se que estudos futuros explorem essa área mais detalhadamente, investigando maneiras de incentivar as empresas a adotarem práticas de compensação de emissões de GEE.

Para despertar interesse nesse mercado e promover o uso de ferramentas importantes para o meio ambiente, recomenda-se a realização de parcerias com órgãos representativos, como a CNT, para que o instrumento de incentivo proposto tenha amparo legal e plena consecução dos objetivos do projeto.

Uma limitação apontada por um dos entrevistados é que boas políticas não se consolidam sem medidas concretas de incentivo e efetivação. É necessário um incentivo financeiro ou reputacional para que as empresas avancem na direção de uma transição energética mitigadora de carbono. A criação de um mecanismo no aplicativo que permita o cálculo da pegada de carbono, sobretudo a compra e venda de créditos de carbono, em concordância com o artigo 7º da Convenção de Paris, é essencial. Isso uniria oferta e demanda, potencialmente viabilizando os investimentos necessários para as pequenas empresas de transporte rodoviário no Brasil.

Outra fonte de renda para o aplicativo, que o tornaria gratuito para o usuário, é a inserção de publicidade relacionada ao setor de transporte rodoviário de cargas. Simulações financeiras evidenciaram um retorno do investimento em 1,3 ano, sem considerar o mercado de crédito de carbono.

5.2 Limitações do projeto

Ficou claro que, embora as empresas enfrentem problemas e limitações semelhantes, há um certo desconhecimento das boas práticas e soluções já adotadas por outras. Além disso, os vieses legais e políticos representam as principais amarras para a efetivação de políticas eficazes junto às empresas do setor. A limitação temporal na realização deste trabalho não permitiu avançar em duas direções: um estudo mais aprofundado do mercado de créditos e descarbonização e um estudo mais aprofundado que levasse à proposição de um fórum digital para compartilhamento de boas práticas, por exemplo.

5.3 Aprendizagem

O desenvolvimento deste projeto possibilitou aos integrantes do grupo um aprofundamento com relação à história e funcionamento das empresas estudadas, conhecendo suas visões, objetivos, desafios e limitações. O estudo trouxe a percepção de que é possível motivar o estreitamento das relações entre as empresas participantes, atuando como impulsionadores de novos negócios e promovendo movimentos colaborativos no setor.

Ressalta-se que o projeto está alinhado com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 7, 9, 11, 12, 13 e 17, que fazem parte da Agenda 2030. Essa agenda propõe uma pauta mundial unificada entre governos, empresas e sociedade para alcançar o desenvolvimento sustentável (ONU, 2015).

Portanto, o setor de transporte contribui significativamente para as emissões de gases de efeito estufa pelas rodovias no Brasil. Há uma necessidade urgente de políticas que incentivem a renovação da frota, como incentivos fiscais e linhas de crédito específicas, que podem modernizar o setor e trazer benefícios econômicos e ambientais às empresas e ao país. O mercado de créditos de descarbonização é uma solução potencial para viabilizar financeiramente essa transição, sendo o aplicativo ora proposto um passo relevante e necessário no cenário brasileiro presente.

REFERÊNCIAS

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas do Brasil**. Caderno 3. 2003.

ANP. AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO. Ministério de Minas e Energia. **RenovaBio**. Disponível em: <https://antigo.mme.gov.br/web/guest/secretarias/petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis/acoes-e-programas/programas/renovabio>. Acesso em: 11 mar. 2024.

ARAUJO, Luis César G. de. **Benchmarking**: ser o melhor entre os melhores. 2001.

B3. Manual de Normas - **CBIO**. 27/04/2020. Disponível em: <https://www.b3.com.br/data/files/8A/56/57/CC/E0EA1710CF51CE07AC094EA8/Manual-de-Normas-CBIO.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2024.

BRASIL. **Constituição (1988)**. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente**. Portaria nº 419, de 20 de novembro de 2019.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Projeto de Lei nº 4516/2023**. Dispõe sobre a promoção da mobilidade sustentável de baixo carbono, o Programa Nacional de Combustível Sustentável de Aviação, o Programa Nacional de Diesel Verde e o marco legal da captura e da estocagem geológica de dióxido de carbono. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/propostas-legislativas/2388242>. Acesso em: 11 mar. 2024

CAMP, Robert C.; **Benchmarking**: Caminho da qualidade total. Tradução Nivaldo Montingelli Júnior. São Paulo. Ed.Cengage Learning. 1993.

CERVO Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino. **Metodologia Científica**, 2002.

CNT. Confederação Nacional do Transporte. **Pesquisa CNT de Rodovias**. 2023.

CNT. Confederação Nacional do Transporte. **Sondagem CNT de Eficiência Energética no Transporte Rodoviário de Cargas**. 2023.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução Conama**. 2024. Disponível em: conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=41. Acesso em: 11 maio 2024.

ELKINGTON, John. **Canibais com garfo e faca**. São Paulo: Makron Books, 2001.

FENABRAVE. Federação Nacional de Distribuição de Veículos Automotores. **Anuários**. São Paulo. SP. 2022. Disponível em: <https://www.fenabrave.org.br/portalv2/Conteudo/>

FGV. FUNDAÇÃO GETUÍLIO VARGAS. **Contabilização, Quantificação e Publicação de Inventários Corporativos de Emissões de Gases de Efeito Estufa**. 2.ed. 2008.

FINK, Larry. **Carta aos CEOs**. BlackRock, 2018. Disponível em: <http://www.blackrock.com/corporate/investor-relations/2018-larry-fink-ceo-letter>, Acesso em: 6 mar. 2024.

G1. **Crédito de carbono não adianta mirar em mercado de compensação se desmatamento na Amazônia continuar, alertam especialistas**. 2024. Disponível em: <https://g1.globo.com/natureza/amazonia/noticia/2021/03/06/credito-de-carbono-nao-adianta-mirar-em-mercado-de-compensacao-se-desmatamento-na-amazonia-continuar-alertam-especialistas.ghtml>. Acesso em: 29 fev. 2024.

GALBRAITH, John Kenneth. **A sociedade justa: uma perspectiva humana**. Rio de Janeiro: Campus, 1996.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 1998.

GONDIM, José Souto. **Pesquisa qualitativa: um instrumento para a exploração de realidades**, 2002.

GOV.BR. Ministério de Minas e Energia. **Portaria n. 419, de 20 de novembro de 2019**. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/acao-a-informacao/legislacao/portarias/2019/portaria-n-419-2019.pdf/view>

GOV.BR. **Proconve. Programa de controle de emissões veiculares**. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/emissoes-e-residuos/emissoes/programa-de-controle-de-emissoes-veiculares-proconve>. Acesso em: 11 maio 2024.

GUTTILLA, Rodolfo Witzig. **Como implementar uma estratégia ESG: do propósito à ação**. São Paulo: Editora Aberje, 2023.

ILOS. **Consultoria Brasil**. 2016. Disponível em: <https://ilos.com.br/> Acesso em: 26 fev. 2024.

IPEA. INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Emissões relativas de poluentes do transporte motorizado de passageiros nos grandes centros urbanos brasileiros**, 2021.

IPEA. INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Relatório econômico**. Brasília: 2019. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/>, Acesso em: 07 mar. 2024.

JSL. **Relatório anual integrado**. Disponível em: <https://jssl.com.br/wp-content/uploads/2023/12/JSL-Relatorio-Anual-Integrado-2022.pdf>

KOTLER, Philip; KELLER, Kevin L. **Administração de marketing**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

KPMG. **Pesquisa Caminhões SAE Brasil** - Os caminhos para uma matriz energética diversificada e sustentável. 2022. Disponível em: <https://kpmg.com/br/pt/home/insights/2022/09/setor-caminhoes-explora-melhoria-eficiencia-energetica.html/>

LARSON, Erik; GRAY, Clifford. **Gestão de Projetos: Análise, Planejamento e Controle**. 2017.

LUEDEMANN, M. D. S. **Transformações na indústria automobilística mundial: o caso do complexo automotivo no Brasil - 1990-2002**. 2003. 321 f. Tese (Doutorado em Geografia Humana) – Universidade de São Paulo. SP. Programa de Pós-Graduação Geografia Humana. São Paulo, 2003.

MATTAR, Fauze Najib. **Pesquisa de marketing: metodologia e planejamento**, 1999.

MCTIC. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. 2015. **Acordo de Paris**. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/acordo-de-paris-e-ndc/arquivos/pdf/acordo_paris.pdf. Acesso em: 15 mar. 2024.

MINAYO, Maria Cecília; SANCHES, Margarida. **Cad. Saúde Públ.** Rio de Janeiro, 1993.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. **Caminhões são maiores emissores de carbono no setor de energia**, 2018. Disponível em: <https://www.oc.eco.br/caminhoes-sao-maiores-emissores-de-carbono-no-setor-de-energia/> Acesso em 12 fev. 2024.

ONU. NAÇÕES UNIDAS. **Adoção do Acordo de Paris.2015**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/wp-content/uplo-ads/2016/04/Acordo-de-Paris.pdf>>. Acesso em: jul. 2024.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**. 2015.

PATRUS. **Relatório ESG**. 2024. Disponível em: https://patrus.com.br/wpontent/uploads/2023/06/Relatorio_-ESG_2022.pdf

PRADO, Darci. **Como competir e inovar em um mundo globalizado**. 2011.

PROGRAMA DESPOLUIR. CNT SESC SENAT. **Transporte Rodoviário e Meio Ambiente**. Disponível em: <https://www.despoluir.org.br/> Acesso em: 11 maio 2024.

REDE ACV. Avaliação de Ciclo de Vida. 2022. **Mudanças climáticas**. Disponível em: [redeacv.org.br / secretaria@redeacv.org.br](https://redeacv.org.br/secretaria@redeacv.org.br). Acesso em: 15 mar. 2024.

RSB. Roundtable on Sustainable Biomaterials. **Book and Claim**. 2024. Disponível em: <https://rsb.org/programmes/book-and-claim/>. Acesso em: 29 fev. 2024.

SHELL. **Decarbonising Road Freight: Shell's route ahead**, 2021. Disponível em: www.shell.com/DecarbonisingRoadFreight. Acesso em: 12 fev. 2024.

SINDIPEÇAS, 2022. Disponível em <https://www.sindipecas.org.br/home/>

SPENDOLINI, Michael J. **Benchmarking**. São Paulo: Makroon Books, 1993.

TALANOA. **A política nacional de mudança do clima em 2020**: estado de metas, mercados e governança assumidos na Lei 12.187/2009. Rio de Janeiro, Brasil. 2020.

WWF BRASIL. Disponível em: <<http://www.wwf.org.br>> Acesso em: 19 jan. 2024.