



Universidade de Brasília (UnB)

Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas Públicas  
(FACE)

Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais (CCA)

Curso de Graduação em Ciências Contábeis

**Igor Palmeira Frasão**

**Emissões de Carbono dos Veículos Motorizados do Distrito Federal**

Brasília - DF

2024

Igor Palmeira Frasão

## Emissões de Carbono dos Veículos Motorizados do Distrito Federal

Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia ou Artigo) apresentado ao Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de Brasília como requisito parcial de obtenção do grau de Bacharel em Ciências Contábeis.

Prof. Responsável: Paulo Roberto Barbosa Lustosa

Linha de pesquisa: Impactos da Contabilidade na Sociedade

Área: Contabilidade socioambiental

Brasília - DF

2024

### CIP - Catalogação na Publicação

PF841e Palmeira Frasão, Igor.  
Emissão de carbono / Igor Palmeira Frasão; orientador  
Paulo Roberto Barbosa Lustosa. -- Brasília, 2024.  
44 p.

Monografia (Graduação - Ciências Contábeis) --  
Universidade de Brasília, 2024.

1. Emissões de carbono. 2. Contabilidade socioambiental.  
3. Veículos motorizados. I. Barbosa Lustosa, Paulo Roberto,  
orient. II. Título.

Professora Doutora Márcia Abrahão Moura  
Reitora da Universidade de Brasília

Professor Doutor Enrique Huelva Unternbäumen  
Vice-Reitor da Universidade de Brasília

Professor Doutor Diêgo Madureira de Oliveira  
Decanato de Ensino de Graduação

Professor Doutor José Márcio Carvalho  
Diretor da Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas  
Públicas

Professor Doutor Sérgio Ricardo Miranda Nazaré  
Chefe do Departamento de Ciências Contábeis e Atuarias

Professor Doutor Alex Laquis Resende  
Coordenador de Graduação do curso de Ciências Contábeis - Diurno

Professor Doutor Wagner Rodrigues dos Santos  
Coordenador de Graduação do curso de Ciências Contábeis - Noturno

Igor Palmeira Frasão

Emissões de Carbono dos Veículos Motorizados do Distrito Federal

Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia ou Artigo) apresentado ao Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de Brasília como requisito parcial de obtenção do grau de Bacharel em Ciências Contábeis.

---

Prof. Paulo Roberto Barbosa Lustosa

Orientador

Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais

Universidade Brasília (UnB)

---

Prof.

Examinador

Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais

Universidade de Brasília (UnB)

Brasília - DF

2024

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus por todas as oportunidades e bênçãos na minha vida. Em segundo agradecer aos meus pais, por me proporcionarem uma vida confortável e por sempre me incentivarem a correr atrás do que desejo e me proporcionarem uma educação de qualidade. Também as minhas avós a quem eu amo muito e meu irmão por estar sempre comigo. Em especial nesse momento ao meu orientador Paulo pelo incentivo a encarar este assunto e a todos os colegas e amigos que fiz durante esses 5 anos na UnB. Por fim, quero agradecer às orações de todos da Basílica São Francisco e pelo apoio que tenho recebido dos meus amigos de lá e de todos os amigos que tenho e que acreditam em mim.

## Resumo

O presente trabalho de conclusão de curso aborda a emissão de carbono pelos veículos motorizados no Distrito Federal (DF), analisando as externalidades negativas causadas por essas emissões. A pesquisa foi estruturada sob a ótica de uma “empresa fictícia”, agrupando todos os veículos em um único balanço total de emissão, facilitando a análise contábil. Com o crescente foco das empresas em relatórios financeiros baseados na sustentabilidade, este estudo evidencia a importância de mensurar as emissões de carbono não apenas em termos sociais, mas também financeiros, demonstrando os direitos e obrigações ambientais das entidades empresariais.

A análise revelou que os veículos no DF contribuem de forma significativa para as emissões de carbono, com a frota rodoviária sendo uma das principais fontes de poluição atmosférica na região. O estudo identificou que categorias como caminhonetes e caminhões, embora menos numerosas, têm um impacto proporcionalmente elevado nas emissões totais. Estes resultados reforçam a necessidade de políticas públicas voltadas para a renovação da frota e a adoção de tecnologias mais limpas, como veículos elétricos, além de uma maior responsabilização contábil das empresas pelas suas emissões.

Conclui-se que a contabilidade desempenha um papel crucial na promoção da sustentabilidade, ao fornecer ferramentas para a quantificação e relato das emissões de carbono, influenciando diretamente as decisões estratégicas das empresas. O trabalho também aponta para a necessidade de estudos futuros que aprimorem a precisão das estimativas de emissões e explorem os impactos econômicos e sociais delas, além da aplicação prática das normas IFRS de sustentabilidade no Brasil.

Palavras-chaves: Emissões de carbono; Contabilidade socioambiental; Distrito Federal; Sustentabilidade; Veículos motorizados.

## **Abstract**

This undergraduate thesis addresses carbon emissions from motor vehicles in the Federal District (DF), analyzing the negative externalities caused by these emissions. The research is structured from the perspective of a "fictitious company," grouping all vehicles into a single total emission balance, facilitating accounting analysis. With the increasing focus of companies on sustainability-based financial reports, this study highlights the importance of measuring carbon emissions not only in social but also in financial terms, elucidating the environmental rights and obligations of business entities.

The analysis revealed that vehicles in the DF significantly contribute to carbon emissions, with the road fleet being one of the main sources of atmospheric pollution in the region. The study identified that categories such as pickup trucks and heavy vehicles, although less numerous, have a disproportionately high impact on total emissions. These results reinforce the need for public policies focused on fleet renewal and the adoption of cleaner technologies, such as electric vehicles, in addition to greater corporate accountability for emissions.

It is concluded that accounting plays a crucial role in promoting sustainability by providing tools for the quantification and reporting of carbon emissions, directly influencing companies' strategic decisions. The study also highlights the need for future research to improve the accuracy of emission estimates and explore the economic and social impacts, as well as the practical application of IFRS sustainability standards in Brazil.

**Keywords:** Carbon emissions; Environmental accounting; Federal District; Sustainability; Motor vehicles.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Projeção de emissões globais de GEE por fonte .....	16
Figura 2 - Emissões de CO2 por setor no Brasil .....	18
Figura 3 - Contribuição relativa de cada categoria de veículos na emissão de poluentes no Brasil .....	18
Figura 4 - Principais combustíveis consumidos no Brasil .....	19
Figura 5 - Frota de veículos registrados no Distrito Federal em circulação .....	22
Figura 6 - Características dos veículos registrados no DF em circulação por tipo de veículo .....	23

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação de emissão de CO2 por região nos automóveis .....	25
Tabela 2 - Relação de emissão de CO2 por região nas motocicletas .....	27
Tabela 3 - Relação de emissão de CO2 por região nas demais categorias .....	29
Tabela 4 – Estimativa da mensuração da emissão de carbono da frota de veículos em circulação no DF em 2023 .....	31

## SUMÁRIO

1. Introdução .....	11
2. Revisão de Literatura .....	12
2.1 A pegada do carbono e os gases de efeito estufa.....	12
2.2 Os escopos conforme o protocolo de emissão de gases do efeito estufa .....	14
2.3 Dados de emissões de carbono na atmosfera atualmente .....	16
2.4 Padrões de relatórios financeiros IFRS sobre sustentabilidade .....	18
2.5 Emissão do carbono pelos veículos .....	20
2.6 A precificação do carbono .....	21
3. Metodologia.....	23
3.1 Primeira estimativa da emissão de kg de CO <sub>2</sub> para o Distrito Federal .....	25
3.2 Segunda estimativa da emissão de kg de CO <sub>2</sub> para o Distrito Federal.....	32
3.3 Cálculo do custo para remoção do carbono na atmosfera.....	33
4. Resultados e Discussão .....	34
5. Considerações finais.....	39

## 1. Introdução

Atualmente, a preocupação com as emissões de carbono e seus impactos no meio ambiente e na qualidade de vida das pessoas tem se tornado cada vez mais perceptível. A pegada de carbono, que representa a quantidade de gases de efeito estufa emitidos direta ou indiretamente por uma atividade, produto ou algum evento, é uma medida de conhecimento fundamental para entender e mitigar os efeitos das mudanças climáticas.

No contexto urbano, onde os veículos motorizados desempenham um papel significativo nas emissões de carbono, calcular e analisar essa emissão torna-se importante para o planejamento urbano sustentável e para a redução da poluição atmosférica.

O intuito deste artigo é entender e calcular a emissão de carbono especificamente dos veículos motorizados do Distrito Federal (DF). Para isso, assumiremos a premissa de que todos os veículos motorizados são movidos a combustíveis fósseis (gasolina e óleo diesel). Além disso, haverá a separação dos veículos em categorias. Posteriormente, será estimada a quilometragem média percorrida por cada categoria de veículos ano a ano, chegando então ao custo social das emissões de carbono por quilômetro (externalidade negativa). Após isso, haverá uma análise dos resultados e uma comparação com as normas de contabilidade ambiental.

Os resultados indicam que as emissões de carbono pelos veículos representam um passivo significativo, e que quando adequadamente mensurado e relatado, pode alterar a percepção sobre a saúde financeira de uma empresa e influenciar suas decisões estratégicas. A partir desses resultados, fica claro a necessidade de políticas contábeis que incorporem critérios de sustentabilidade e responsabilização ambiental nas demonstrações financeiras.

A relevância do presente estudo é destacada tanto no âmbito acadêmico quanto no prático, uma vez que a mensuração precisa da emissão de carbono dos veículos motorizados fornece dados fundamentais para pesquisas futuras sobre mudanças climáticas e estratégias de mitigação. Além disso, a aplicação prática desse conhecimento é crucial para o desenvolvimento de políticas públicas eficazes que visem à redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) no setor de transportes, conforme apontado por Guimarães e Lee (2024).

Tais políticas não só contribuem para a melhoria da qualidade do ar e da saúde pública, mas também se alinham aos compromissos internacionais de sustentabilidade, como os estabelecidos pelo Protocolo de Quioto conforme Margarido (2008). Dessa forma, este estudo

se torna uma ferramenta vital para acadêmicos, legisladores e gestores ambientais na luta por um futuro mais sustentável.

A partir do cenário apresentado, definiu-se como objetivo deste trabalho a mensuração do quantitativo em massa das emissões de carbono na capital do Brasil seguida da interpretação do que os valores quantitativos significam na prática.

## **2. Revisão de Literatura**

### **2.1 A pegada do carbono e os gases de efeito estufa**

A pegada de carbono é um tema de relevância cada vez mais atual. Com diversas maneiras de impactar o ambiente e a sociedade, a pegada de carbono juntamente com o tema das alterações climáticas, afeta os mais diversos setores, como o empresarial e o automobilístico.

A pegada de carbono é comumente definida pela medição da quantidade de emissões de dióxido de carbono e outros gases do efeito estufa na atmosfera por parte das empresas, sendo expressa em quilogramas ou toneladas de CO<sub>2</sub> WIEDMANN et al., (2007). Conforme diz Pandey (2011, citado por Tayane, 2013), o termo “pegada de carbono” é um conceito abrangente que engloba todas as emissões de gases de efeito estufa (GEE) associadas ao ciclo de vida de um produto, desde a extração de matérias-primas, passando pela produção, transporte, uso e descarte final. Este conceito detalhado considera cada etapa e componente envolvido, refletindo a complexidade das emissões totais associadas a um produto.

No entanto, é importante destacar que o foco do presente artigo está nas emissões de carbono provenientes do uso diário dos veículos automotivos no Distrito Federal, e não nas emissões relacionadas a todo o ciclo de vida desses veículos. Ou seja, o estudo limita-se a quantificar as emissões resultantes da queima de combustíveis fósseis durante a operação dos veículos, sem considerar as emissões associadas à fabricação, manutenção ou descarte dos mesmos.

Esta delimitação é crucial para evitar confusões e garantir que os resultados apresentados sejam claros e específicos ao objetivo do estudo. Toda essa complexidade também é citada por Ricardo Teixeira (2010), que afirma que os processos *upstream* e *downstream*, ou seja, os processos iniciais e finais de uma atividade que envolvem a emissão de carbono,

correspondem à maior parte dessas emissões e devem ser considerados ao se avaliar a efetiva pegada de carbono.

Ademais, a definição dos escopos das emissões desses gases de efeito estufa é essencial para uma melhor compreensão deste estudo. Conforme o The Greenhouse Gas Protocol (protocolo GHG), a definição dos escopos decorre da necessidade que uma empresa tem de identificar suas emissões de carbono de forma direta, ou seja, aquelas oriundas de atividades sob seu controle direto, e de forma indireta, que são as emissões decorrentes de suas operações, mas que não são diretamente controladas por ela.

Conforme as definições das Nações Unidas sobre as emissões de gases de efeito estufa, surge em 11 de dezembro de 1997 e com vigor a partir de 16 de fevereiro de 2005, o “Protocolo de Quioto”, que é um tratado internacional que tem como objetivo reduzir as emissões de gases de efeito estufa responsáveis pelo aquecimento global. O protocolo opera sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), comprometendo países industrializados e economias em transição a limitar e reduzir suas emissões de GEE de acordo com metas acordadas individualmente.

O Protocolo de Quioto é baseado no princípio da "responsabilidade comum, porém diferenciada", reconhecendo que os países desenvolvidos são os principais responsáveis pelos elevados níveis de GEE na atmosfera atualmente. Segundo Helena Margarido (2008), o Protocolo de Quioto representa uma grande oportunidade para os países começarem a agir em prol do meio ambiente e, ao mesmo tempo, conseguirem se desenvolver. O protocolo estabelece compromissos de redução de gases de efeito estufa, que são fundamentais tanto para o presente quanto para o futuro.

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), outra importante fonte, foi estabelecido pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e pela Organização Meteorológica Mundial em 1988. Ele desempenha papel crucial ao fornecer avaliações científicas sobre a mudança climática, suas implicações e potenciais riscos futuros, além de propor estratégias de adaptação e mitigação.

O IPCC destaca a importância de reduzir as emissões de GEE para evitar consequências severas, como o aumento do nível do mar, eventos climáticos extremos e a extinção de espécies. No contexto dos transportes urbanos e automóveis, a queima de combustíveis fósseis é uma das principais fontes de emissões de GEE, tornando fundamental a implementação de políticas que promovam a transição para tecnologias mais limpas e eficientes.

Conforme afirmado por Jeffrey (2021), a tendência de aumento da população humana resulta em maiores necessidades de energia, sendo que atualmente a maior parte da demanda

energética é suprida pela queima de combustíveis fósseis, que emitem enormes quantidades de gases de efeito estufa, principalmente dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e o metano (CH<sub>4</sub>). O dióxido de carbono, reconhecido como o principal causador do efeito estufa, está apresentando um rápido crescimento na sua concentração a nível mundial, levando ao crescimento da pegada de carbono.

Ainda segundo Jeffrey (2021), além da poluição ambiental, há a questão do esgotamento dos combustíveis fósseis, que tem aumentado devido à alta dependência. Os combustíveis fósseis requerem centenas de milhões de anos para sua formação, porém a taxa de consumo de energia está muito além de sua taxa de formação. Por isso, há tanta preocupação atualmente com a utilização de fontes de energia mais limpas e renováveis.

## **2.2 Os escopos conforme o protocolo de emissão de gases do efeito estufa**

Segundo o protocolo GHG (2004), existem três principais escopos, que definem e categorizam as emissões de gases do efeito estufa (GEE). Sendo eles, o escopo 1, que inclui as emissões diretas, o escopo 2, que abrange emissões indiretas provenientes da compra de energia elétrica e o escopo 3, que engloba outras emissões indiretas originadas por fontes não pertencentes ou controladas diretamente pela empresa. Conforme o protocolo GHG, o escopo 1 se define como:

“As emissões diretas de GEE ocorrem a partir de fontes que são de propriedade ou controlados pela empresa, por exemplo, emissões provenientes da combustão em instalações próprias ou controladas caldeiras, fornos, veículos etc.; emissões de produtos químicos produção em equipamentos de processo próprios ou controlados.” (Greenhouse Gas Protocol, 2004, p.25, tradução nossa).

A partir dessa definição, percebe-se que a importância do escopo 1 reside no fato de que essas emissões são diretamente influenciáveis pela empresa, permitindo uma abordagem ou análise mais direta e imediata para a redução das emissões. A medição precisa e a redução das emissões do escopo 1 são vistas como o pilar chave para que as empresas possam gerenciar sua pegada de carbono de maneira eficaz, uma vez que as emissões desse escopo são mais facilmente mensuráveis e quantificáveis.

Quando se discute o escopo 2, observa-se que ele abrange as emissões indiretas de GEE provenientes da geração de eletricidade adquirida e consumida pela empresa. Essas emissões ocorrem fisicamente nas instalações onde a eletricidade é gerada, mas são contabilizadas pela empresa que a consome.

Isso também é importante porque, embora a empresa não tenha controle direto sobre essas emissões, pode influenciar sua redução ao escolher fontes de energia mais limpas e implementar medidas de eficiência energética. A contabilidade das emissões de escopo 2 auxilia as empresas na identificação de oportunidades significativas para reduzir de emissões e a gerenciar melhor sua pegada de carbono.

O escopo 3 inclui todas as outras emissões indiretas que ocorrem na cadeia de valor da empresa e não são cobertas pelos escopos 1 e 2. Isso abrange uma ampla gama de atividades, como, por exemplo, a extração e produção de materiais adquiridos, o transporte de combustíveis comprados, e o uso de produtos e serviços vendidos.

A medição das emissões do escopo 3 é complexa devido à sua natureza indireta e à necessidade de dados detalhados de fornecedores e outras partes da cadeia de valor. Segundo Huang (2009, citado por Kucukvar, 2015), essas emissões frequentemente representam a maior parte da pegada de carbono de uma empresa, podendo corresponder a mais de 75% da pegada de carbono de um setor industrial. Além disso, pode haver problemas de dupla contagem nesse escopo, como será discutido a seguir.

Segundo Mônica Cavalcanti (2015), a empresa é responsável por 100% das emissões das operações que ela controla, porém se exime da obrigatoriedade de contabilizar as emissões das operações das quais participa, mas não possui controle direto. Isso frequentemente causa dificuldades na medição precisa da quantidade de carbono emitido na atmosfera pela empresa. Esse problema representa um grande desafio para obter números precisos de emissão, especialmente no escopo 3.

Para compreender melhor essa dificuldade de mensuração no escopo 3 imagine, por exemplo, uma empresa de fabricação de automóveis que adquire aço de um fornecedor. As emissões de carbono associadas à produção do aço são contabilizadas pelo fornecedor como escopo 1 e escopo 2. No entanto, quando a fabricante de automóveis contabiliza essas mesmas emissões como parte do seu escopo 3, as emissões de carbono do aço acabam sendo contadas duas vezes: uma vez pelo fornecedor e outra pela fabricante de automóveis.

Esse fenômeno de dupla contagem pode inflar artificialmente os totais reportados de emissões de carbono, prejudicando a precisão dos inventários de emissões e dificultando os



esforços globais para mitigar as mudanças climáticas. Segundo Nguyen (2023), a sofisticação dos investidores em relação ao risco climático está aumentando e, como parte disso, eles estão exigindo dados de emissões de escopo 3 cada vez mais abrangentes e de alta qualidade. No entanto, o autor conclui que os dados das emissões do escopo 3 são divergentes e nem sempre confiáveis, mesmo com os melhores modelos, além de que as empresas que não relatam têm “altos erros absolutos”.

### **2.3 Emissões de carbono na atmosfera atualmente**

Tendo em vista que o escopo 1 é a principal forma confiável de medição dos níveis de carbono na atmosfera, pois é mais facilmente controlado pelas empresas, parte-se para uma de suas formas de mensuração e análise, chamada de “partes por milhão” (ppm). De acordo com o relatório do IPCC (2023), em 2019 os números de dióxido de carbono emitidos na atmosfera já se atingiam 410 ppm, representando o maior crescimento em 100 anos.

Esses números são extremamente preocupantes, pois afetam diretamente a temperatura do planeta, e é evidente que a ação humana em atividades simples tende a aumentar mais ainda esse índice numérico. Hansen et al. (2008) argumentam que, para manter um clima ao qual a civilização está adaptada, os níveis de carbono atmosférico devem ser reduzidos de seus níveis atuais para, no máximo, 350 ppm.

Este objetivo pode ser alcançado por meio da eliminação gradual do uso de carvão, exceto onde o carbono é capturado, e pela adoção de práticas agrícolas e florestais que sequestram carbono, além de buscar fontes de energia além dos combustíveis fósseis. Esta redução é crucial para evitar impactos irreversíveis, como a acidificação dos oceanos e a mudança de zonas climáticas.

Outro dado importante sobre a preocupação com os gases de efeito estufa, refere-se à redução percentual necessária. Segundo o Fundo Monetário Internacional (FMI), é necessário reduzir de 25% a 50% ao longo desta década para seguir na trajetória correta para conter o aquecimento global dentro do limite de 1,5 a 2 graus Celsius.

Conforme a mesma fonte, sem medidas adicionais de mitigação, espera-se que as emissões globais de gases de efeito estufa cresçam para 56 bilhões de toneladas de dióxido de carbono até o ano de 2030. Dentro desse total, o petróleo e o gás natural representam, respectivamente, 22% e 12% das emissões. Esses dados evidenciam a significativa contribuição desses combustíveis fósseis para as emissões globais, conforme ilustrado no gráfico 1 abaixo:

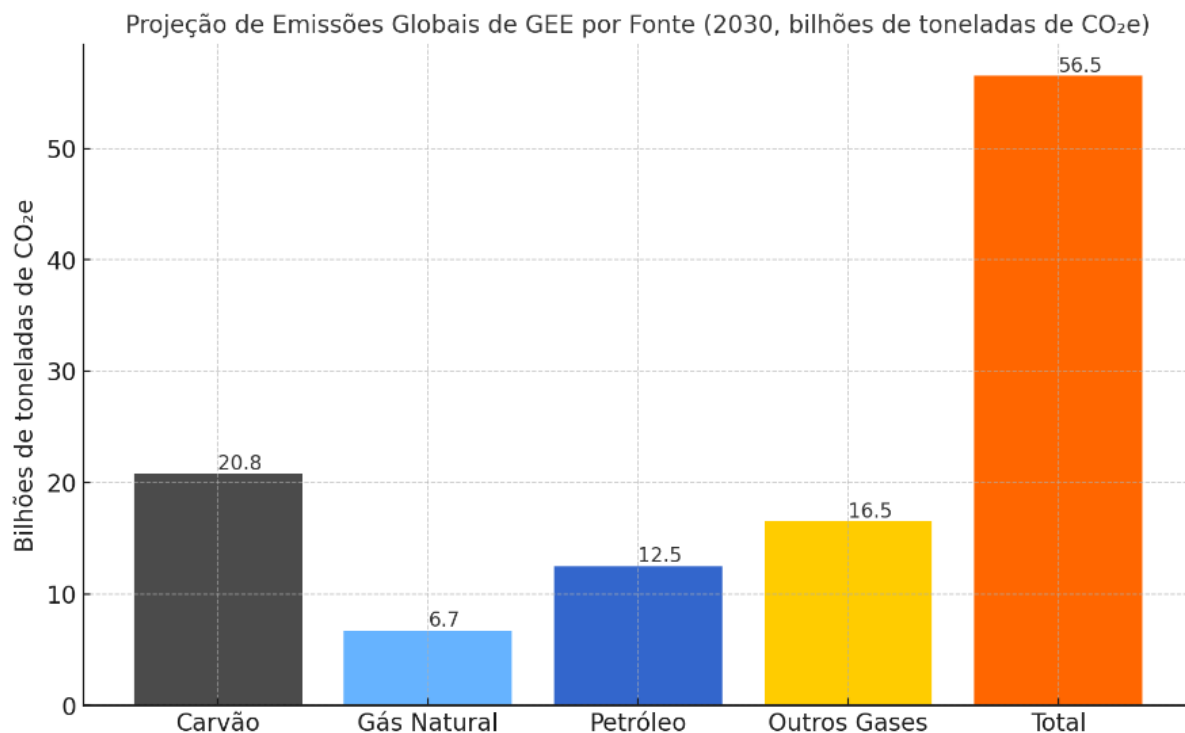


Figura 1 - Emissões globais de GEE

Fonte: Fundo Monetário Internacional (2022), adaptado.

A partir do relatório do IPCC (2023), é evidente que as emissões de carbono estão aumentando e continuam a representar um problema crítico para o clima global. As atividades humanas, especialmente a queima de combustíveis fósseis e as mudanças no uso da terra, têm sido responsáveis por esse aumento constante na concentração dos gases de efeito estufa na atmosfera.

Esses problemas de emissão causam toda uma externalidade negativa significativa à população e à natureza, afetando, de modo especial, as comunidades vulneráveis e os países menos desenvolvidos, que, apesar de historicamente terem contribuído menos para as emissões de GEE, são desproporcionalmente afetados pelas mudanças climáticas.

#### 2.4 Padrões de relatórios financeiros IFRS sobre sustentabilidade

Quando se discute sobre os relatórios financeiros e contábeis relacionados à sustentabilidade, o IFRS (2024)<sup>1</sup> é o principal parâmetro para a divulgação dessas normas. Em 3 de novembro de 2021, em Glasgow, Reino Unido, a Fundação IFRS anunciou a criação do International Sustainability Standards Board (ISSB), que tem desenvolvido padrões para uma base global abrangente e de alta qualidade de divulgações de sustentabilidade, com foco em investidores e mercados financeiros.

O ISSB traz a adoção de padrões de divulgação relacionados ao clima fundamentais para aumentar a transparência das empresas em relação às suas emissões de gases de efeito estufa (GEE) e estratégias de mitigação. A norma IFRS S2, emitida pelo ISSB, estabelece diretrizes claras para as empresas divulgarem informações sobre suas metas climáticas, incluindo as métricas utilizadas para definir essas metas e monitorar o progresso (IFRS S2 - junho 2023, p. 16).

Ao fornecer uma estrutura clara para a medição e divulgação dessas emissões, os padrões permitem que as empresas identifiquem, avaliem e gerenciem melhor seus riscos e oportunidades relacionados ao clima. Isso, por sua vez, auxilia os investidores a tomarem decisões mais informadas, promovendo maior transparência e responsabilidade corporativa em relação às estratégias de mitigação de carbono.

A norma também requer que as empresas detalhem se suas metas são absolutas ou baseadas na intensidade, e se abrangem emissões diretas (escopo 1), emissões indiretas de energia (escopo 2) ou outras emissões indiretas (escopo 3). Essa distinção se mostra, mais uma vez, crucial, especialmente no contexto dos veículos automotivos, classificados como escopo 1 (emissões diretas) para os propósitos deste trabalho.

Além disso, a futura obrigatoriedade de emissão de relatórios financeiros de sustentabilidade pelas empresas será um passo significativo em direção a um mercado financeiro mais sustentável e responsável.

A partir de janeiro de 2026, as empresas serão obrigadas a adotar os padrões IFRS S1 e S2, o que significa que terão que divulgar informações detalhadas sobre seus riscos e oportunidades climáticas, além de suas emissões de GEE. Essa exigência melhorará a qualidade e a comparabilidade das informações fornecidas aos investidores sobre suas práticas sustentáveis.

## 2.5 Emissão do carbono pelos veículos

Quando se discorre sobre a participação dos veículos nessas emissões, de acordo com a Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2024), o setor rodoviário brasileiro, que abrange todos os tipos de veículos desta pesquisa, é responsável por 20,9% das emissões de dióxido de carbono na atmosfera. Dessas emissões, quase 50% são atribuídos exclusivamente aos automóveis, conforme gráficos abaixo da própria CNT:

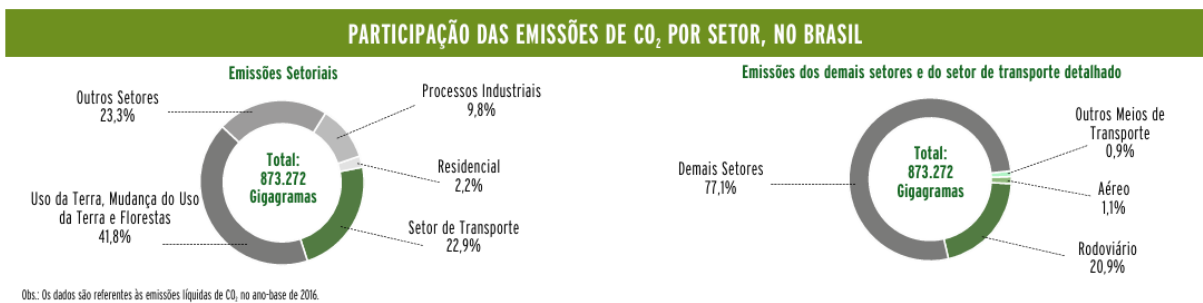


Figura 2 - Emissões de CO<sub>2</sub> por setor no Brasil

Fonte: Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2024)

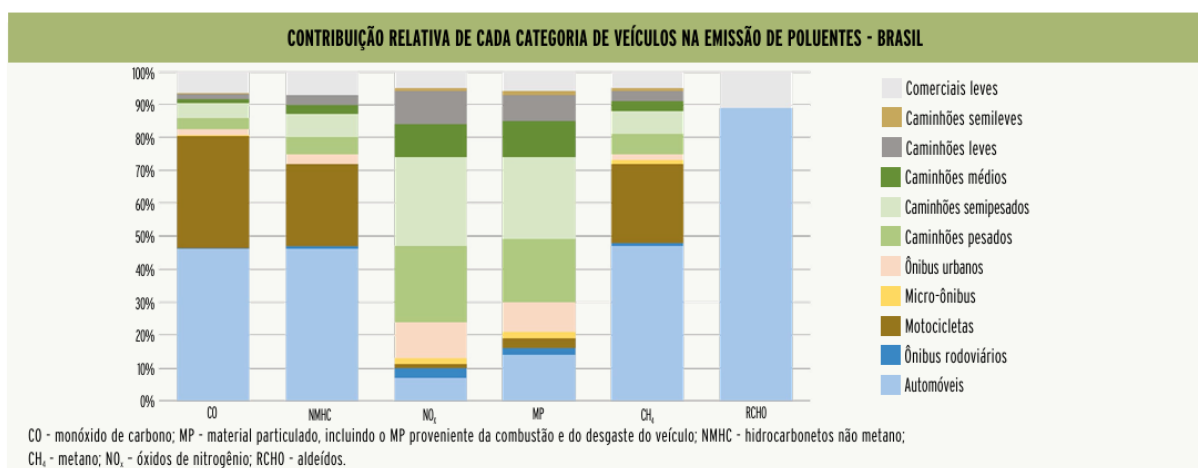


Figura 3 - Contribuição relativa de cada categoria de veículos na emissão de poluentes no Brasil

Fonte: Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2024)

Em seguida, vêm as motocicletas e os ônibus urbanos, que somados aos automóveis representam mais de 80% das emissões totais. Esses dados já começam a evidenciar na presente pesquisa, o impacto significativo que apenas essas três categorias podem ter nas emissões totais de veículos em uma cidade, no caso, no Distrito Federal.

Os principais combustíveis consumidos no Brasil, conforme dados da CNT, são provenientes de fontes fósseis e desempenham um papel significativo na contabilização das emissões de carbono, como ilustra o gráfico a seguir.



Figura 4 – Principais combustíveis consumidos no Brasil

Fonte: Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2024)

No primeiro trimestre de 2024, a gasolina comum, utilizada pela maioria dos veículos leves, e o óleo diesel, utilizado pela maior parte dos caminhões em circulação, juntos representam mais de 70% da queima de combustível no país. Esses dados provavelmente influenciarão os resultados das análises das emissões posteriormente.

## 2.6 A precificação do carbono

De acordo com o Fundo Monetário Internacional (FMI), a precificação do carbono pode ser feita por meio de duas principais abordagens: os impostos sobre o carbono (*carbon taxes*) e os sistemas de comércio de emissões (ETS - *Emissions Trading Systems*). Essas abordagens estão normalmente ligadas ao mercado de crédito de carbono, porém são um bom

parâmetro para o estudo por já possuírem preços de certa forma estabelecidos previamente no mercado de carbono.

Comparativamente, em suas formas puras, os impostos sobre o carbono fornecem certeza sobre os preços das emissões, enquanto as emissões são determinadas por fatores de mercado, e vice-versa para os ETSs.

Conforme o FMI (2024), os impostos sobre o carbono são taxas aplicadas diretamente sobre o conteúdo de carbono dos combustíveis fósseis, proporcionando uma maior certeza em relação ao preço do carbono, o que pode incentivar investimentos em tecnologias de baixo carbono. Além disso, esses impostos são mais simples de administrar, especialmente em países em desenvolvimento, e podem gerar receitas significativas para os governos, que podem ser utilizadas para financiar investimentos produtivos ou para reduzir outros impostos.

A partir dessa informação, para abordar a pegada de carbono dos veículos no Distrito Federal, conforme Parry (2022), a implementação de impostos sobre o carbono se apresenta como a forma mais adequada de precificação, uma vez são mais simples de administrar e aplicar, especialmente em contextos em que a estrutura regulatória pode ser menos desenvolvida, como frequentemente ocorre em países em desenvolvimento.

Além disso, um fator primordial é que o imposto sobre o carbono incide diretamente sobre os combustíveis fósseis, criando um incentivo econômico imediato para reduzir o consumo e promover a eficiência energética, além da adoção de tecnologias mais limpas. A previsibilidade de custos proporcionada pelos impostos sobre o carbono também facilita o planejamento financeiro de consumidores e empresas.

O FMI (2024) destaca que o Acordo de Paris, um tratado internacional sobre mudanças climáticas em 2015, discutiu a criação de um regime internacionalmente coordenado que envolveria um número reduzido de grandes emissores. Isso facilitaria as negociações e abrangeria a maior parte das emissões globais. Esse regime proporia a implementação de um preço mínimo do carbono, um parâmetro eficiente e facilmente compreensível, promovendo uma ação conjunta para resolver preocupações de competitividade.

As questões de equidade seriam abordadas por meio de preços diferenciados de carbono para economias desenvolvidas e em desenvolvimento, propondo pisos de preço de US\$ 75, US\$ 50 e US\$ 25 por tonelada para países de alta, média e baixa renda, respectivamente. Esses valores foram sugeridos como suficientes para alinhar as emissões globais de CO<sub>2</sub> em 2030 com a meta de manter o aquecimento global abaixo de 2° C. Países onde a implementação de precificação do carbono é desafiadora, poderiam buscar alcançar reduções equivalentes de emissões por meio de outras abordagens.

Ainda conforme o FMI, outro estudo relata que até 2030 o preço por tonelada pode encarecer e chegar até 150 Euros por tonelada de carbono emitido. Porém uma tabela atualizada do Banco Mundial (2024), mostra em tempo real o preço por cada tonelada de carbono no mundo, seja em “carbon taxes” ou “emissions trading systems”, e há uma certa variação dos valores conforme os países e regiões. Apesar de o mercado de crédito de carbono ser uma boa referência atual do valor efetivo de uma tonelada de carbono, o Brasil ainda não tem um valor definido para as negociações.

Então, neste trabalho adotaremos como parâmetro central uma base de valor de negociação do carbono de US\$ 50 por tonelada para nossas análises e projeções, fundamentado na classificação do Brasil como país de renda média pelo Banco Mundial (2024). Esta escolha visa assegurar uma precificação robusta e consistente que possa ser comparada e aplicada em diferentes cenários e modelos econômicos. A metodologia a ser empregada detalhará como este valor será agregado e operacionalizado ao longo das diversas fases do estudo.

### **3. Metodologia**

Para medir as emissões de carbono dos veículos do Distrito Federal, utilizaremos a premissa do Escopo 1 do Protocolo de Gases de Efeito Estufa (*GHG Protocol*). Esta abordagem considera todas as emissões diretas de fontes que são de propriedade ou controladas pela entidade, que neste estudo será tratada como uma "empresa fictícia" composta por todos os veículos registrados no Distrito Federal.

A categorização de todos os veículos sob a ótica de uma só empresa será crucial, pois permitirá uma avaliação com dados mais precisos e confiáveis das emissões diretas de CO<sub>2</sub> geradas pela combustão de combustíveis fósseis nos veículos.

Para a análise, foram utilizados os dados fornecidos pelo Departamento de Trânsito do Distrito Federal (Detran DF) referentes ao quarto trimestre de 2023. Esses dados revelam uma predominância de automóveis, que representam 67,5% do total, com um número absoluto de 1.367.453 unidades. Em seguida, as motocicletas, incluindo ciclomotores, motonetas, triciclos

e quadriciclos, compõem 13,1% do total, com 265.168 unidades. As caminhonetes e camionetas representam, respectivamente, 7,1% e 5,7%, totalizando 144.470 e 115.770 unidades.

Há também um número significativo de veículos classificados como "outra" categoria, representando 133.255 unidades, ou 6,6% do total. Dentre esses outros tipos de veículos estão os caminhões, ônibus, microônibus, utilitários, reboques e semirreboques. Caminhões e utilitários compõem uma menor proporção, com 1,6% e 2,3% do total, respectivamente.

Esses dados ilustram a diversidade da frota veicular no Distrito Federal, destacando a predominância de automóveis e a significativa presença de motocicletas. A frota de veículos registrada foi categorizada em diferentes tipos, incluindo automóveis, motocicletas, caminhonetes, camionetas, caminhões, utilitários, ônibus, microônibus e reboques. Todos esses dados, que incluem a quantidade total de veículos por categoria em circulação no DF, estão expostos nas tabelas a seguir:

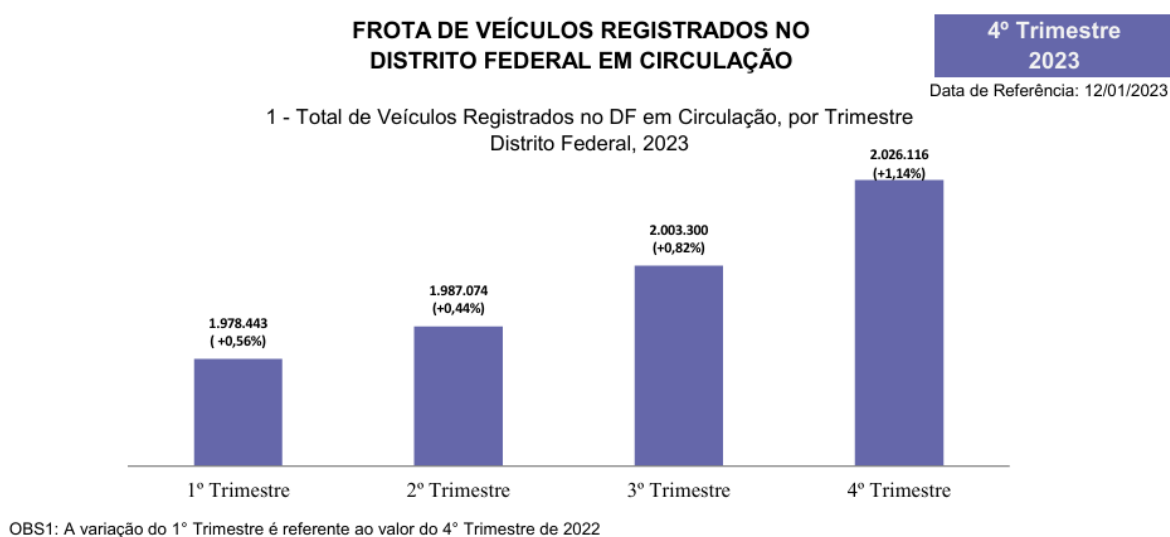
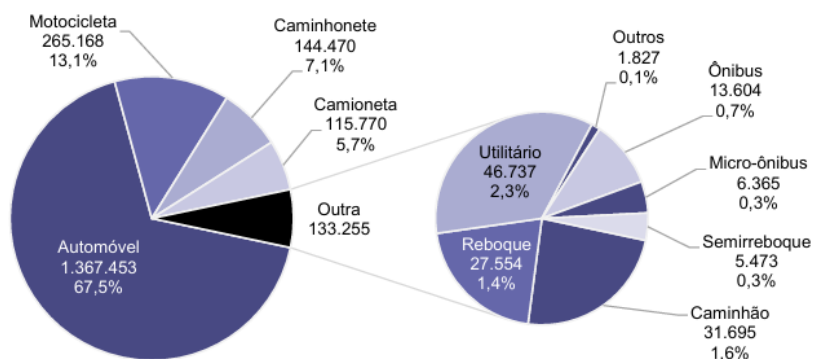


Figura 5 - Frota de veículos registrados no Distrito Federal em circulação

Fonte: Detran (2023)



2 - Características dos Veículos Registrados no DF em Circulação, por Tipo de Veículo  
Distrito Federal, 4º Trimestre de 2023



OBS1: Motocicleta inclui ciclomotor, motocicleta, motoneta, triciclo e quadriciclo.

OBS2: Caminhão inclui caminhão e caminhão trator.

Figura 6 - Características dos veículos registrados no DF em circulação por tipo de veículo

Fonte: Detran (2023)

### 3.1 Primeira estimativa da emissão de Kg de CO<sub>2</sub> para o Distrito Federal

O cálculo das emissões médias anuais por categoria de veículo será realizado utilizando o fator de emissão de CO<sub>2</sub> para cada tipo de combustível. Conforme os estudos de Carlos Carvalho (2011) e Canadá Recursos Naturais (2014), um litro de gasolina resulta em aproximadamente 2,28 kg de CO<sub>2</sub> equivalente. Porém, quando se considera todo o ciclo de produção, distribuição e queima do combustível, esse valor sobe para 2,8 kg de CO<sub>2</sub> equivalente. Já para o diesel, esse valor é de cerca de 2,6 kg CO<sub>2</sub>/L e 3,2 kg CO<sub>2</sub> considerando o ciclo de produção. Utilizaremos então os números de 2,28 e 2,6 quilogramas para o fator de emissão neste trabalho. Temos então a seguinte análise:

#### I. Primeira Etapa:

Para os veículos categorizados como automóvel, foi considerada uma autonomia de 10 quilômetros por litro conforme Carvalho (2011). Esse valor tenta representar a quilometragem para carros rodados no Brasil, desconsiderando algumas variáveis que podem alterar eficiência, como o excesso de peso, a calibragem dos pneus, o uso do ar-condicionado e a qualidade da própria gasolina.

## II. Segunda Etapa:

Após a premissa anterior, foi traçada a distância de 24 regiões administrativas do Distrito Federal, além do Plano Piloto até o centro de Brasília. Considerou-se o próprio Plano Piloto (Asa Norte e Asa Sul) como o centro, e que os carros desta área percorrem, em média, a distância entre a Asa Norte e a Asa Sul. Assim, foi assumido que um veículo de cada uma dessas regiões faz o percurso de ida e volta ao centro uma vez por dia. As distâncias entre as cidades foram calculadas utilizando a ferramenta Google Mapas (GOOGLE, 2024).

## III. Terceira Etapa:

Foi utilizada a seguinte fórmula para o cálculo das emissões de dióxido de carbono em quilograma por dia para um veículo:

$$E = (D \times C) \times F$$

- D = Distância diária de ida e volta em quilômetros (km)
- C = Consumo de gasolina em litros por quilômetro (litros/km)
- F = Fator de emissão de CO<sub>2</sub> em kg de CO<sub>2</sub> por litro de gasolina (kg CO<sub>2</sub>/litro)

Ao utilizar por exemplo o Jardim Botânico para os cálculos da fórmula, temos o seguinte

$$E = (40 \text{ km} \times 0,1 \text{ litros/km}) \times 2,28 \text{ kg CO}_2/\text{litro}$$

$$E = (4 \text{ litros}) \times 2,28 \text{ kg CO}_2/\text{litro}$$

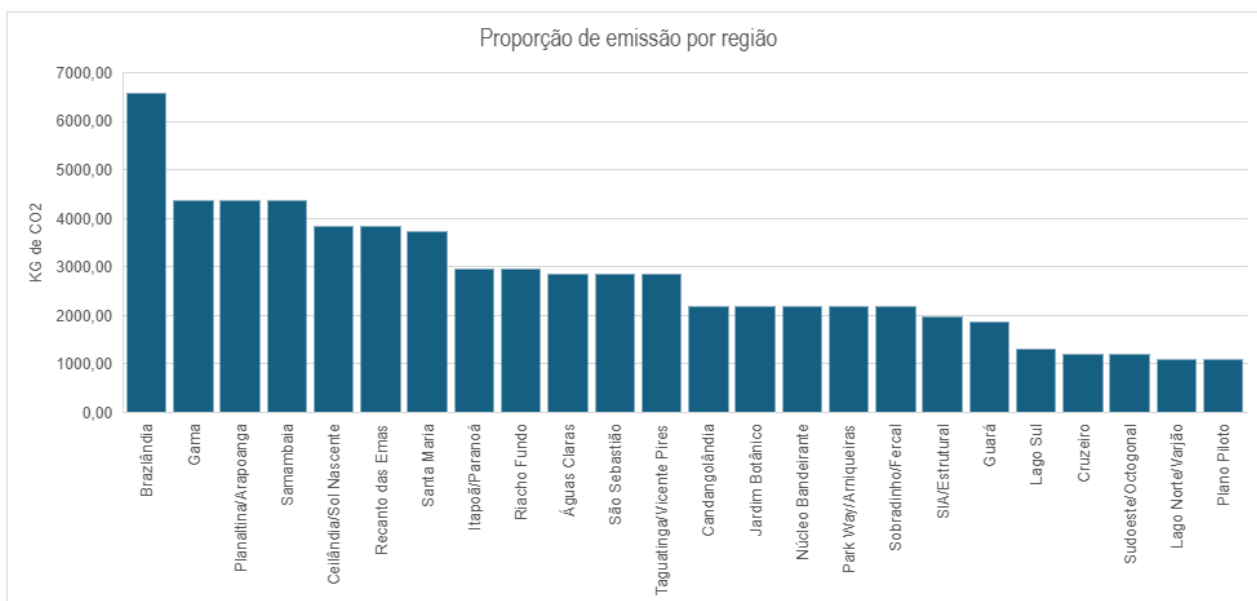
$$E = 9,12 \text{ kg CO}_2/\text{dia}$$

Considerando a autonomia de 10 km por litro para um veículo automóvel conforme a primeira etapa, as tabelas abaixo mostram a quantidade de quilograma de CO<sub>2</sub> emitido por um veículo por dia no DF para cada região administrativa entre a ida e a volta ao centro de Brasília. Além disso, a penúltima coluna do primeiro gráfico considera a emissão mensal, levando em conta que cada automóvel roda 20 dias úteis durante esse 1 mês e a última coluna a emissão anual, levando em conta 240 dias úteis anuais.

Tabela 1 - Relação de emissão de CO<sub>2</sub> por região nos automóveis

Região	Distância (ida e volta) em km	Consumo (l/dia)	Emissão (kg/dia)	Emissão (kg/mês)	Emissão (kg/ano)
Águas Claras	52,00	5,20	11,856	237,12	2845,44
Brazlândia	120,00	12,00	27,36	547,20	6566,40
Candangolândia	40,00	4,00	9,12	182,40	2188,80
Ceilândia/Sol Nascente	70,00	7,00	15,96	319,20	3830,40
Cruzeiro	22,00	2,20	5,016	100,32	1203,84
Gama	80,00	8,00	18,24	364,80	4377,60
Guará	34,00	3,40	7,752	155,04	1860,48
Itapoã/Paranoá	54,00	5,40	12,312	246,24	2954,88
Jardim Botânico	40,00	4,00	9,12	182,40	2188,80
Lago Norte/Varjão	20,00	2,00	4,56	91,20	1094,40
Lago Sul	24,00	2,40	5,472	109,44	1313,28
Núcleo Bandeirante	40,00	4,00	9,12	182,40	2188,80
Park Way/Arnieiras	40,00	4,00	9,12	182,40	2188,80
Planaltina/Arapoanga	80,00	8,00	18,24	364,80	4377,60
Plano Piloto	20,00	2,00	4,56	91,20	1094,40
Recanto das Emas	70,00	7,00	15,96	319,20	3830,40
Riacho Fundo	54,00	5,40	12,312	246,24	2954,88
Samambaia	80,00	8,00	18,24	364,80	4377,60
Santa Maria	68,00	6,80	15,504	310,08	3720,96
São Sebastião	52,00	5,20	11,856	237,12	2845,44
SIA/Estrutural	36,00	3,60	8,208	164,16	1969,92
Sudoeste/Octogonal	22,00	2,20	5,016	100,32	1203,84
Sobradinho/Fercal	40,00	4,00	9,12	182,40	2188,80
Taguatinga/Vicente Pires	52,00	5,20	11,856	237,12	2845,44

Fonte: elaboração própria



Fonte: elaboração própria

Após esse resultado, foi feita uma média da emissão anual entre todas as regiões para posteriormente multiplicarmos ao total de automóveis e finalmente chegar no resultado da emissão total de dióxido de carbono pelos veículos do DF. Segue abaixo o resultado:

**Média (X) = soma de todos os valores ( $\Sigma xi$ ) / Número total de valores (n)**

**Média (X) = 2.758,80 kg de CO<sub>2</sub> por ano**

**Emissão Total de Carbono (TC) = Média (X) \* Número de veículos (NV)**

**TC = 2.758,80 kg CO<sub>2</sub>/veículo/ano \* 1.367.453 veículos**

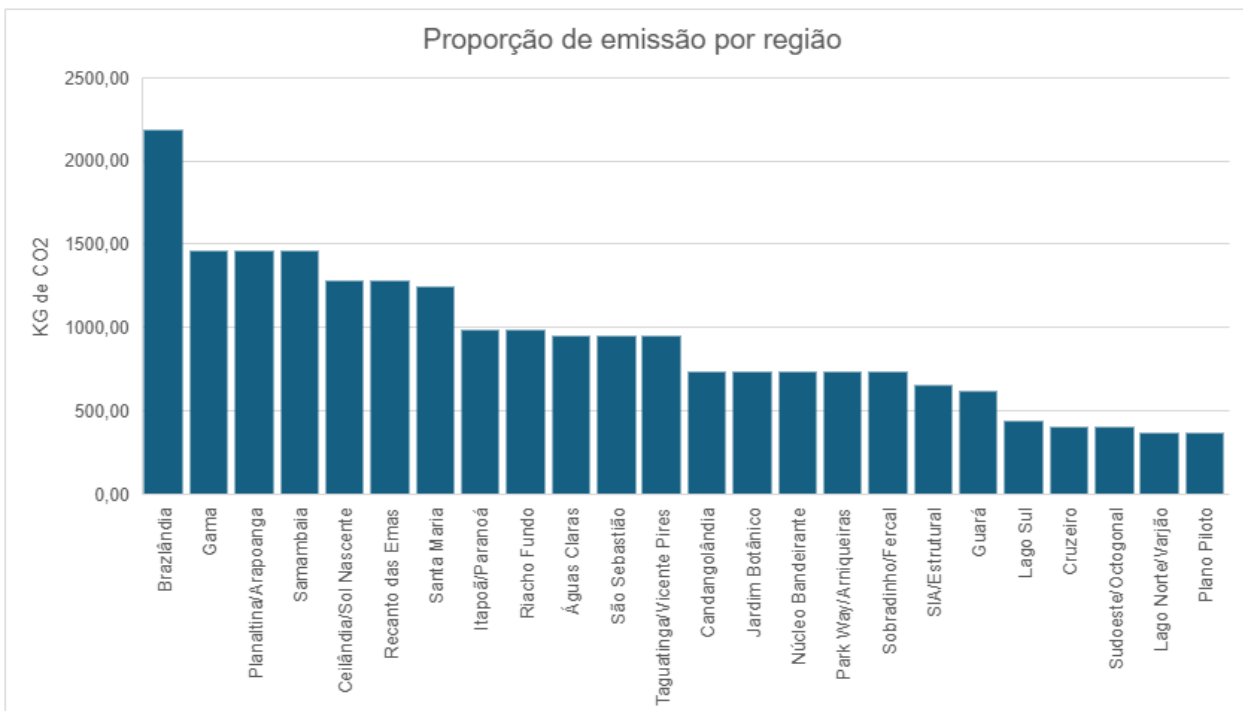
**TC = 3.773.831,764 Ton CO<sub>2</sub>/ano**

As motocicletas também foram consideradas, com uma autonomia média de 30 km por litro de gasolina, conforme Carvalho (2011). Utilizando as mesmas premissas de distância entre as regiões do DF e fator de 2,28 kg de CO<sub>2</sub> por litro de gasolina, apresentamos a seguir a tabela com as emissões:

Tabela 2 - Relação de emissão de CO<sub>2</sub> por região nas motocicletas

Região	Distância (ida e volta) em km	Consumo (l/dia)	Emissão (kg/dia)	Emissão (kg/mês)	Emissão (kg/ano)
Águas Claras	52,00	1,73	3,95	79,04	948,48
Brazlândia	120,00	4,00	9,12	182,40	2188,80
Candangolândia	40,00	1,33	3,04	60,80	729,60
Ceilândia/Sol Nascente	70,00	2,33	5,32	106,40	1276,80
Cruzeiro	22,00	0,73	1,67	33,44	401,28
Gama	80,00	2,67	6,08	121,60	1459,20
Guará	34,00	1,13	2,58	51,68	620,16
Itapoã/Paranoá	54,00	1,80	4,10	82,08	984,96
Jardim Botânico	40,00	1,33	3,04	60,80	729,60
Lago Norte/Varjão	20,00	0,67	1,52	30,40	364,80
Lago Sul	24,00	0,80	1,82	36,48	437,76
Núcleo Bandeirante	40,00	1,33	3,04	60,80	729,60
Park Way/Arniqueiras	40,00	1,33	3,04	60,80	729,60
Planaltina/Arapoanga	80,00	2,67	6,08	121,60	1459,20
Plano Piloto	20,00	0,67	1,52	30,40	364,80
Recanto das Emas	70,00	2,33	5,32	106,40	1276,80
Riacho Fundo	54,00	1,80	4,10	82,08	984,96
Samambaia	80,00	2,67	6,08	121,60	1459,20
Santa Maria	68,00	2,27	5,17	103,36	1240,32
São Sebastião	52,00	1,73	3,95	79,04	948,48
SIA/Estrutural	36,00	1,20	2,74	54,72	656,64
Sudoeste/Octogonal	22,00	0,73	1,67	33,44	401,28
Sobradinho/Fercal	40,00	1,33	3,04	60,80	729,60
Taguatinga/Vicente Pires	52,00	1,73	3,95	79,04	948,48

Fonte: elaboração própria



Fonte: elaboração própria

Após a obtenção do resultado, foi feita uma média das emissões anuais entre todas as regiões para multiplicarmos posteriormente ao total de motocicletas, chegando assim ao resultado da emissão total de dióxido de carbono no DF para essa categoria. Segue abaixo o resultado:

$$\text{Média (X)} = \text{soma de todos os valores } (\Sigma x_i) / \text{Número total de valores (n)}$$

$$\text{Média (X)} = 919,60 \text{ kg de CO}_2 \text{ por ano}$$

$$\text{Emissão Total de Carbono (TC)} = \text{Média (X)} * \text{Número de veículos (NV)}$$

$$\text{TC} = 919,60 \text{ kg CO}_2/\text{veículo/ano} * 265.168 \text{ veículos}$$

$$\text{TC} = 243.865,532 \text{ Ton CO}_2/\text{ano}$$

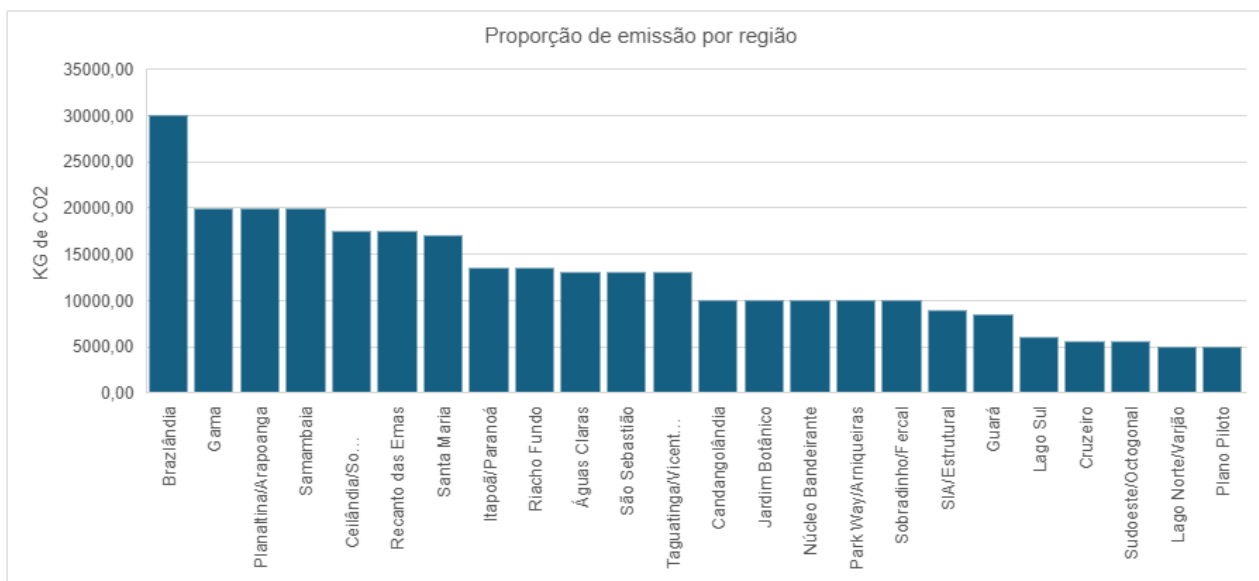
Por fim, realizou-se o cálculo para a soma das categorias de caminhonete, camioneta e outras, considerando uma autonomia média de 2,5 km por litro conforme a Fundação

Coppetec (2015) e Carvalho (2011). Além disso, foi utilizado o fator de emissão de 2,6 kg de CO<sub>2</sub> por litro de óleo diesel, conforme mencionado na metodologia. Os resultados estão expressos nas tabelas abaixo:

Tabela 3 - Relação de emissão de CO<sub>2</sub> por região nas demais categorias

Região	Distância (ida e volta) em km	Consumo (l/dia)	Emissão (kg/dia)	Emissão (kg/mês)	Emissão (kg/ano)
Águas Claras	52,00	20,80	54,08	1081,60	12979,20
Brazlândia	120,00	48,00	124,8	2496,00	29952,00
Candangolândia	40,00	16,00	41,6	832,00	9984,00
Ceilândia/Sol Nascente	70,00	28,00	72,8	1456,00	17472,00
Cruzeiro	22,00	8,80	22,88	457,60	5491,20
Gama	80,00	32,00	83,2	1664,00	19968,00
Guará	34,00	13,60	35,36	707,20	8486,40
Itapoã/Paranoá	54,00	21,60	56,16	1123,20	13478,40
Jardim Botânico	40,00	16,00	41,6	832,00	9984,00
Lago Norte/Varjão	20,00	8,00	20,8	416,00	4992,00
Lago Sul	24,00	9,60	24,96	499,20	5990,40
Núcleo Bandeirante	40,00	16,00	41,6	832,00	9984,00
Park Way/Arniqueiras	40,00	16,00	41,6	832,00	9984,00
Planaltina/Arapoanga	80,00	32,00	83,2	1664,00	19968,00
Plano Piloto	20,00	8,00	20,8	416,00	4992,00
Recanto das Emas	70,00	28,00	72,8	1456,00	17472,00
Riacho Fundo	54,00	21,60	56,16	1123,20	13478,40
Samambaia	80,00	32,00	83,2	1664,00	19968,00
Santa Maria	68,00	27,20	70,72	1414,40	16972,80
São Sebastião	52,00	20,80	54,08	1081,60	12979,20
SIA/Estrutural	36,00	14,40	37,44	748,80	8985,60
Sudoeste/Octogonal	22,00	8,80	22,88	457,60	5491,20
Sobradinho/Fercal	40,00	16,00	41,6	832,00	9984,00
Taguatinga/Vicente Pires	52,00	20,80	54,08	1081,60	12979,20

Fonte: elaboração própria



Fonte: elaboração própria

Também foi calculada a média anual de emissões para todas as regiões, a fim de multiplicá-la pelo total de caminhonetes, camionetas e outras categorias, para então, finalmente, obter o resultado total das emissões de dióxido de carbono no DF para essas categorias. Abaixo estão os resultados:

**Média (X) = soma de todos os valores ( $\Sigma xi$ ) / Número total de valores (n)**

**Média (X) = 12.584,00 kg de CO2 por ano**

**Emissão Total de Carbono (TC) = Média (X) \* Número de veículos (NV)**

**TC = 12.584,00 kg CO2/veículo/ano \* 393.495 veículos**

**TC = 4.951.741,080 Ton CO2/ano**

### 3.2 Segunda estimativa da emissão de Kg de CO2 para o Distrito Federal

A segunda forma de análise foi realizada utilizando os seguintes passos metodológicos:

I. Primeira Etapa:

Foi obtida a quantidade total de veículos em circulação no DF em 2023, divididos em três categorias: Automóveis, Motocicletas e Caminhonetes/Camionetas/Outros.

Foi estimada a quilometragem média anual percorrida por cada tipo de veículo. Os valores utilizados foram 15.000 km para automóveis, 15.000 km para motocicletas e 15.000 km para caminhonetes/camionetas/outros, conforme consultas realizadas no site da Webmotors (2024).

II. Segunda Etapa:

Foi multiplicada a quantidade de veículos pela quilometragem média anual para obter o consumo total de quilômetros percorridos por cada tipo de veículo ao longo do ano.

Utilizou-se também o mesmo consumo de combustível em quilômetros por litro para cada tipo de veículo conforme estimativa anterior. Os valores utilizados foram 10 km/L para automóveis, 30 km/L para motocicletas e 2,5 km/L para caminhonetes/camionetas/outros.

Posteriormente, o consumo total de quilômetros percorridos foi dividido pelo consumo de combustível (km/L) para determinar o consumo total de litros de combustível para cada categoria de veículo. Em seguida, consumo total de litros de combustível foi multiplicado pela emissão de CO<sub>2</sub> por litro para calcular a emissão total de CO<sub>2</sub> em quilogramas para cada categoria de veículo.

III. Terceira Etapa:

Os resultados da segunda estimativa aparecem na última coluna, e como apresentados na planilha abaixo, se mostram parecidos com os resultados da primeira estimativa. Eles serão mais bem correlacionados no tópico seguinte:

Tabela 4 – Estimativa da mensuração da emissão de carbono da frota de veículos em circulação no DF em 2023

Estimativa da Mensuração da Emissão de Carbono da Frota de Veículos em Circulação no DF em 2023							
Tipo de Veículo	Quantidade de Veículos	Km Média Anual	Consumo Total (km)	Consumo (km/litro)	Consumo (litros)	Emissão CO <sub>2</sub> (kg/litro)	CO <sub>2</sub> total (kg)
Automóvel	1.367.453	15.000	20.511.795.000	10,0	2.051.179.500	2,28	4.676.689.260
Motocicleta	265.168	15.000	3.977.520.000	30,0	132.584.000	2,28	302.291.520
Caminhonete/Camioneta/Outros	393.420	15.000	5.901.300.000	2,5	2.360.520.000	2,60	6.137.352.000
<b>Total</b>	<b>2.019.571</b>	<b>15.000</b>	<b>30.390.615.000</b>		<b>4.544.283.500</b>		<b>11.116.332.780</b>

Fonte: elaboração própria



### 3.3 Cálculo do custo para remoção do carbono na atmosfera

Nesse momento foi realizado um cálculo para saber o quanto custaria para remover o carbono emitido pelos veículos da atmosfera

Primeira etapa:

Primeiramente foi utilizado os US\$ 50,00 encontrados como parâmetro para remoção de 1 tonelada de CO<sub>2</sub> na atmosfera.

Custo para remoção de 1 tonelada de CO<sub>2</sub> na atmosfera = US\$ 50,00

Segunda etapa:

Foi realizada uma média entre a emissão total de todas as categorias nas duas estimativas realizadas.

**Média (X) = soma de todos os valores ( $\Sigma xi$ ) / Número total de valores (n)**

**Média (X) = (8.969.438.376,8 + 11.116.332.780,0) / 2**

**Média (X) = 10.042.885,578 Ton de CO<sub>2</sub>/ano**

Terceira etapa:

Foi feita a multiplicação entre o total de CO<sub>2</sub> emitido pelos veículos do DF em 2023 e o custo de remoção de 1 tonelada de CO<sub>2</sub>, para se chegar ao custo total de toda a remoção em valores monetários.

**Resultado = 10.042.885.578,4 kg = 10.042.885,578 Ton**

**Resultado = 10.042.885,578 / 50**

**Resultado = US\$ 200.857,71**

## **4.0 Resultados e discussões**

### **4.1 Resultados das emissões do DF e possíveis soluções na Capital.**

Primeiramente, é importante salientar que os resultados obtidos foram:

Um total de 3.773.831.764 kg de CO<sub>2</sub> para emissão de veículos automotivos de acordo com a primeira avaliação feita, e 4.676.689.260 kg de CO<sub>2</sub> conforme a segunda avaliação feita.

Essa diferença de 19,30% ( $3.773.831.764/4.676.689.260$ ) entre as duas formas de mensuração provavelmente aconteceu pela variação dos números estipulados nas premissas, em que a quilometragem média anual e o consumo em litros por quilômetro dos carros poderiam se ajustar a um total igual ou muito próximo das emissões.

Ainda tratando das diferenças de resultados antes das discussões e comparações, os valores das mesmas diferenças para motocicletas e ônibus/caminhões também ficaram em média parecidos, com 19,32% e 19,31% respectivamente. A conclusão possível de se chegar é que os valores das emissões reais de carbono na natureza se encontram entre esses dois resultados obtidos. Por isso, foi feita a média entre as duas estimativas, reduzindo a margem percentual para 9,65% de diferença caso a média fosse considerada como valor efetivo das emissões.

Outro resultado bem expressivo que se concluí ao analisar os resultados se remete a categoria de caminhonete, camioneta, ônibus, caminhões e “outros” emitirem mais do que os carros automóveis, apesar de possuírem uma porcentagem menor da frota total do DF. Essa categoria possui 19,5% do total da frota somado, comparado aos 67,5% dos automóveis. Essa diferença se deve principalmente pela quantidade de quilômetros por litro muito inferior ao dos automóveis por parte dos ônibus/caminhões/outros ao queimar o combustível. Estes acabam poluindo mais pois necessitam de mais combustível.

Além disso, foi visto que o fator de emissão do óleo diesel, utilizado pela categoria dos ônibus/caminhões/outros, é mais poluente quando comparado com a gasolina utilizada pelos carros automotivos e motocicletas. A categoria das motocicletas também acaba poluindo menos pelo mesmo motivo da quilometragem, ao conseguirem mais quilômetros por litro e utilizarem a gasolina que emite menos carbono ao ser queimada frente ao óleo diesel. É interessante destacar que não foi considerado o etanol junto ao combustível da gasolina, que normalmente compõem uma pequena parte em mistura ao entrarem nos tanques.

Uma possível solução para os veículos do DF emitirem menos carbono na atmosfera diz respeito ao possível investimento nos novos transportes elétricos, os quais não utilizam combustíveis fósseis, que emitem muito carbono como visto anteriormente. Além disso, é interessante que esse investimento comece a ser feito não somente para a categoria dos carros automotivos que estão em alta no DF, mas também para os ônibus e caminhões que emitem mais carbono na atmosfera como visto nos resultados.

#### **4.2 Resultados das externalidades e custos social e empresarial.**

A premissa da utilização do escopo 1 para emissões diretas e da consideração do quantitativo total da frota em circulação no Distrito Federal como uma empresa fictícia mostram dados interessantes para se falar das externalidades negativas. Ao começar a falar sobre a contabilidade imaginemos as emissões como parte do balanço patrimonial dessa empresa fictícia.

O chamado “ativo ambiental” seria composto recursos naturais e ambientais que possuem valor econômico e podem ser contabilizados nas demonstrações financeiras de uma empresa ou organização. Esses ativos incluem por exemplo as florestas, biodiversidade, solos férteis e outros elementos naturais que oferecem benefícios econômicos diretos ou indiretos, como fornecimento de matérias-primas e o sequestro de carbono.

A ótica do “passivo ambiental” compreenderia as obrigações financeiras e responsabilidades legais de uma empresa resultantes de impactos ambientais negativos causados por suas atividades, incluindo contaminação de solo, água, ar e a destruição de ecossistemas. As emissões de carbono, geradas pela queima de combustíveis fósseis e processos industriais, contribuem significativamente para esse passivo ao promover o aquecimento global e mudanças climáticas como visto.

Nesse momento se compreende melhor as externalidades negativas que o carbono emitido pelos veículos do DF pode proporcionar. Como por exemplo a poluição do ar da cidade, que trará problemas respiratórios aos habitantes. Além de futuros problemas com o clima e até mesmo desastres naturais pela mudança dessas concentrações de carbono.

Como é possível observar, o valor das emissões somente dos veículos do Distrito Federal são bastante altas e teriam um custo grande para remoção da atmosfera. É importante salientar que o DF tem quase o mesmo número de veículos e de habitantes, com 2.026.116 veículos e 2.817.381 pessoas conforme o IBGE (2022). Ou seja, é extremamente necessária

uma mudança para diminuir o quantitativo de veículos visto que a população tende a subir. Possivelmente com transportes coletivos mais eficientes, com melhores estruturas e menos impacto ambiental.

Quando se fala discorre sobre a ótica das empresas é interessante entender que elas são as maiores poluidoras de carbono. O aumento do número de pessoas no planeta altera sim a pegada de carbono, visto que cada uma delas emite certa quantidade somente em existir. Porém, o importante é compreender que a atual forma de vida é composta por empresas que buscam facilitar o cotidiano de cada indivíduo.

Por esse motivo, quando calculamos a emissão de carbono de todos os veículos do DF sob a ótica de uma empresa, primeiramente estamos tentando dizer que as emissões apesar de serem de cada um, também são fruto das emissões das empresas, visto que os veículos são produzidos por empresas e por isso refletem o quantitativo de emissões.

Se acaso as empresas, por exemplo de veículos, procurassem formas alternativas de locomoção sem alterar o lucro, como com os carros elétricos, isso seria refletido para a população, já que a população quem adquire esses veículos.

Por isso a importância do IFRS ambiental e o que essa corporação está fazendo ao solicitar relatórios com o quantitativo ambiental de emissões. Justamente para ressaltar em números o quantitativo que se poluí e alertar as empresas para que esses problemas futuros com a natureza não venham a acontecer, como as doenças, os desastres que atingem a população, e com a escassez de recursos naturais que as próprias empresas utilizam.

#### **4.3 Análise do custo de remoção de carbono**

A ideia da remoção do excesso de carbono da atmosfera visa o equilíbrio ambiental, gerando assim também a diminuição do passivo ambiental, ou seja, a diminuição das “despesas” com o meio ambiente.

O valor de US\$ 50 por tonelada de CO<sub>2</sub> utilizado neste estudo para estimar o custo de remoção das emissões de carbono foi baseado em diversas fontes, principalmente considerando as tendências do mercado de crédito de carbono. É importante ressaltar que este valor não visa propor um mecanismo de venda de direitos de poluição, mas sim estimar o custo potencial de remoção efetiva do carbono emitido pelos veículos do Distrito Federal. Por esse motivo é possível que o valor utilizado não seja exatamente o adequado, porém esse valor é real e leva em conta uma fonte já consolidada.

A escolha deste valor de referência resultou em uma estimativa de custo total de remoção de aproximadamente US\$ 200.857,71 por ano para as emissões dos veículos do DF. Este número significativo ilustra a magnitude do desafio econômico associado à mitigação das mudanças climáticas no contexto urbano.

No entanto, é crucial reconhecer que o custo real de remoção de carbono pode variar significativamente dependendo da tecnologia utilizada, da escala de implementação e de fatores geográficos e econômicos específicos. Alguns métodos de remoção, como o reflorestamento, podem ter custos menores, enquanto tecnologias mais avançadas, como a captura direta de ar, podem ser consideravelmente mais caras.

Além disso, a precificação de carbono é um campo ainda em constante evolução, influenciado por avanços tecnológicos, políticas governamentais e mudanças nas dinâmicas de mercado. Portanto, os valores utilizados neste estudo devem ser vistos como um ponto de partida para discussões mais amplas sobre o custo real das emissões de carbono e as estratégias para sua mitigação.

Este estudo destaca a necessidade de pesquisas adicionais para refinar e consolidar os valores de custo de remoção de carbono, especialmente no contexto brasileiro e, mais especificamente, no Distrito Federal. Futuros estudos poderiam investigar os custos específicos de diferentes métodos de remoção de carbono aplicáveis ao contexto urbano do DF, analisar as variações nos custos ao longo do tempo, e comparar os custos de remoção com os custos de prevenção, como investimentos em transporte público e infraestrutura para veículos elétricos.

## **5.0 Considerações finais**

Portanto este estudo trouxe uma contribuição relevante para a área da contabilidade ao integrar a análise das emissões de carbono dos veículos motorizados do Distrito Federal com práticas contábeis. Através da mensuração detalhada dessas emissões, foi possível não apenas quantificar o impacto ambiental da frota veicular, mas também demonstrar como esses dados podem ser incorporados aos relatórios contábeis e financeiros das empresas, destacando a importância de contabilizar passivos ambientais.

Os resultados indicam que as emissões de carbono pelos veículos representam um passivo significativo, e que quando adequadamente mensurado e relatado, pode alterar a percepção sobre a saúde financeira de uma empresa e influenciar suas decisões estratégicas. A partir desses resultados, fica claro a necessidade de políticas contábeis que incorporem critérios de sustentabilidade e responsabilização ambiental nas demonstrações financeiras.

Em síntese, o trabalho apresenta o papel crucial da contabilidade na promoção da sustentabilidade, isso se alinha com a evolução das normas internacionais, como as propostas pela IFRS, que demandam maior transparência e detalhamento das emissões de carbono nos relatórios financeiros. Dessa forma, a contabilidade não apenas mensura os impactos financeiros tradicionais, mas também passa a desempenhar um papel fundamental na gestão dos impactos ambientais das empresas ao fornecer as ferramentas necessárias para que as empresas quantifiquem, relatem e reduzam suas emissões de carbono.

A adoção dessas práticas se tornará uma exigência regulatória para as empresas, mas também deve ser vista como uma oportunidade para as empresas se posicionarem como líderes em responsabilidade ambiental e social, podendo até ter benefícios, além da boa visão de responsabilidade que passarão aos investidores e principalmente por ajudar o planeta.

Apesar das contribuições relevantes deste estudo, existem limitações que podem ser abordadas em pesquisas futuras. Um dos principais pontos fracos está na estimativa das emissões de carbono, que, apesar de basear-se em premissas sólidas, pode não refletir com total precisão a realidade das emissões devido à variabilidade no consumo de combustível e na quilometragem percorrida por exemplo. Além disso, o tamanho da frota e a consideração de diversos veículos pode variar esses resultados. Pesquisas futuras poderiam focar em métodos mais precisos e dinâmicos de mensuração dessas emissões, utilizando tecnologias avançadas de monitoramento em tempo real e considerando diferentes tipos de combustíveis e misturas.

Outro ponto a ser explorado é a análise de impactos econômicos e sociais das emissões, além do aspecto ambiental. Estudos futuros poderiam investigar como esses passivos ambientais influenciam a avaliação das empresas no mercado financeiro e como a inclusão de critérios de sustentabilidade pode afetar a tomada de decisões pelos investidores. Também seria de grande valor explorar as consequências da internalização dos custos ambientais para as pequenas e médias empresas, que podem enfrentar desafios diferentes em comparação às grandes corporações. Além disso, a análise com base em leis vigentes de limite de poluentes por veículos na atmosfera, como a LEI Nº 8.723, DE 28 DE OUTUBRO DE 1993, pode ser uma boa fonte de comparação para futuros trabalhos.

Finalmente, uma área promissora para futuras pesquisas envolve a aplicação prática das normas IFRS de sustentabilidade no contexto brasileiro. Seria importante analisar como as empresas locais estão se adaptando a essas exigências e quais os desafios específicos enfrentados na implementação desses padrões, especialmente no que diz respeito à medição e reporte de emissões de carbono no setor de transportes.

## REFERÊNCIAS

Abreu, M. C. S. (2024). Uso do Greenhouse Gas Protocol para mensurar emissões de gases do efeito estufa e desenvolver projetos de mitigação. Revista PRETEXTO. Disponível em: <http://revista.fumec.br/index.php/pretexto/>. Acesso em: 22 maio 2024.

Andrade, R. T. G., & Mattos, K. M. C. (2011). A pegada de carbono da unidade sede da Petrobras em Natal-RN. ResearchGate. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/>. Acesso em: 13 abr. 2024.

Carvalho, C. H. R. de. (2011). Emissões relativas de poluentes do transporte urbano. Boletim Regional, Urbano e Ambiental, Ipea, (5), 123-129.

Confederação Nacional do transporte. (2024). Boletins. Disponível em: <https://cnt.org.br>. Acesso em: 3 abr. 2024.

Conselho de Padrões Contábeis de Sustentabilidade (SASB). Disponível em: <https://ifrs.org>. Acesso em: 11 de junho de 2024.

Conselho Internacional de Padrões de Responsabilidade. IFRS - International Sustainability Standards Board. Acesso em 28 de Maio de 2024.

Fundação Coordenação de Projetos, Pesquisas e Estudos Tecnológicos - COPPETEC. (2015). Disponível em <200.98.64.76/wp-content/uploads/2018/08/5-Estudo-consumo-diesel.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2024.

GDF/SSP/DETRAN/DG/DIRTEC. (2023). Frota de Veículos Registrados no DF em Circulação. 4º trimestre. Disponível em: <https://www.detran.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/06/Frota-de-Veiculos-Registrados-no-DF-em-Circulacao-3o-trimestre-2023.pdf>. Acesso em: 28 maio 2024.

Greenhouse Gas Protocol. (2004). A Corporate Accounting and Reporting Standard (Revised Edition). Disponível em: <https://ghgprotocol.org/corporate-standard>. Acesso em: 28 maio 2024.

Hansen, J., Sato, M., Kharecha, P., Beerling, D., Berner, R., Masson-Delmotte, V., Pagani, M., Raymo, M., Royer, D. L., & Zachos, J. C. (2008). Target Atmospheric CO<sub>2</sub>: Where Should Humanity Aim? NASA/Goddard Institute for Space Studies.

IPCC. (2023). Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, Switzerland.

IFRS Foundation. (2023). IFRS S2 Climate-related Disclosures. Junho.

Jeffrey, L., Ong, M., Nomanbhay, S., Mofijur, M., Mubashir, M., & Show, P. (2021). Greenhouse gases utilization: A review. *Fuel*, 301, 121017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016236121008942>. Acesso em: 10 jun. 2024.

Konradt, M., McGregor, T., & Toscani, F. G. (2024). Preços do carbono e inflação na área do euro. Documentos de trabalho do FMI, 2024(031), A001. Disponível em: <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2024/02/02/Carbon-Pricing-and-Inflation-in-the-Euro-Area-541275>. Acesso em: 13 ago. 2024.

Kucukvar, M., Egilmez, G., Onat, N., & Samadi, H. (2015). A global, scope-based carbon footprint modeling for effective carbon reduction policies: Lessons from the Turkish manufacturing. *Sustainable Production and Consumption*, 1, 47-66. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.SPC.2015.05.005>. Acesso em: 11 jun. 2024.

Lei 8723, de 28 de Outubro de 1993. Disponível em: <https://planalto.gov.br>. Acesso em 24 de junho de 2024.

Levantamento do perfil e avaliação da frota de veículos de passeio brasileira visando racionalizar as emissões de dióxido de carbono. SciELO Brasil. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sn/a/wpqWbc9cxtGnQfrnZWYKFbR/>. Acesso em: 3 abr. 2024.

Nguyen, Q., Diaz-Rainey, I., Kitto, A., McNeil, B., Pittman, N., & Zhang, R. (2023). Scope 3 emissions: Data quality and machine learning prediction accuracy. *PLOS Climate*. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pclm.0000208>. Acesso em: 10 jun. 2024.

Parry, I., Black, S., & Zhunussova, K. (2022). Carbon Taxes or Emissions Trading Systems?: Instrument Choice and Design. IMF Staff Climate Note 2022/006, International Monetary



Fund, Washington, DC. Disponível em: <https://www.imf.org/en/Publications/staff-climate-notes/Issues/2022/07/14/Carbon-Taxes-or-Emissions-Trading-Systems-Instrument-Choice-and-Design-520240>. Acesso em: 3 jun. 2024.

Protocolo de Quioto e as possibilidades de inserção do Brasil no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo por meio de projetos em energia limpa. SciELO Brasil. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cint/a/9RkZZcmTbc6mm8wRHHc5j3Q/>. Acesso em: 8 jun. 2024.

Santos, T. L., Barros, V. S., Figueirêdo, M. C. B., Nunes, A. B. A., Gondim, R. S., Silva, E. O., Aragão, F. A. S., & Sousa, J. A. (2013). Pegada de Carbono de Produtos Agrícolas: Estudo de Caso do Melão. Embrapa. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/982137/1/DOC13011.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2024.

UNFCCC. (2024). What is the Kyoto Protocol? Disponível em: <https://unfccc.int/sites/default/files/guideconvkp-p.pdf>. Acesso em: 8 jun. 2024.

Wiedmann, T., & Minx, J. (2008). A Definition of 'Carbon Footprint'. In: Pertsova, C. C. Ecological Economics Research Trends: Chapter 1. Nova Science Publishers, Hauppauge NY, USA, pp. 1-11. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/247152314\\_A\\_Definition\\_of\\_Carbon\\_Footprint](https://www.researchgate.net/publication/247152314_A_Definition_of_Carbon_Footprint). Acesso em: 03 jun. 2024.

Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/sn/a/wpqWbc9cxtGnQfrnZWYKFbR/>> <SciELO - Brasil - Levantamento do perfil e avaliação da frota de veículos de passeio brasileira visando racionalizar as emissões de dióxido de carbono Levantamento do perfil e avaliação da frota de veículos de passeio brasileira visando racionalizar as emissões de dióxido de carbono>. Acesso em 3 de abril de 2024.

Protocolo de Quioto e as possibilidades de inserção do Brasil no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo por meio de projetos em energia limpa<<https://www.scielo.br/j/cint/a/9RkZZcmTbc6mm8wRHHc5j3Q/>>

Wiedmann, T. and Minx, J. (2008). A Definition of 'Carbon Footprint'. In: C. C. Pertsova, Ecological Economics Research Trends: Chapter 1, pp. 1-11, Nova Science Publishers, Hauppauge NY, USA. <[https://www.researchgate.net/publication/247152314\\_A\\_Definition\\_of\\_Carbon\\_Footprint](https://www.researchgate.net/publication/247152314_A_Definition_of_Carbon_Footprint)> Acesso em 03 de Junho de 2024.

Pegada de Carbono de Produtos Agrícolas: Estudo de Caso do Melão, Tayane et al. 2013 <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/982137/1/DOC13011.pdf>>

ANDRADE & MATTOS (2011) A PEGADA DE CARBONO DA UNIDADE SEDE DA PETROBRAS EM NATAL-RN Ricardo Teixeira Gregório de Andrade Mestre em Engenharia de Produção – UFRN, Linha de Gestão Ambiental; Tecnólogo em Gestão Ambiental – IFRN. Email: rtnatal@gmail.com Karen Maria da Costa Mattos Dra em Agronomia (Irrigação e Drenagem) – UNESP; Engenheira Agrônoma – UFSCAR. Email: karenmattos@yahoo.com.br (PDF) A PEGADA DE CARBONO DA UNIDADE SEDE DA PETROBRAS EM NATAL-RN (researchgate.net) acesso em 13 de Abril de 2024 A Corporate Accounting and Reporting

Standard REVISÉD EDI T ION Corporate Standard | GHG Protocol acesso em 24 de abril de 2024

What is the Kyoto Protocol? | UNFCCC acesso em 8 de junho de 2024. O que é o protocolo de Quioto?

IPCC\_AR6\_SYR\_LongerReport.pdf Relatório de Síntese sobre Mudanças Climáticas 2023

Jeffrey, L., Ong, M., Nomanbhay, S., Mofijur, M., Mubashir, M., & Show, P. (2021). Greenhouse gases utilization: A review. *Fuel*, 301, 121017. <https://doi.org/10.1016/J.FUEL.2021.121017>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016236121008942>) acesso em 10 de junho de 2024

Kucukvar, M., Egilmez, G., Onat, N., & Samadi, H. (2015). A global, scope-based carbon footprint modeling for effective carbon reduction policies: Lessons from the Turkish manufacturing. *Sustainable Production and Consumption*, 1, 47-66. <https://doi.org/10.1016/J.SPC.2015.05.005>. Acesso em 11 de Junho de 2024

## USO DO GREENHOUSE GAS PROTOCOL PARA MENSURAR EMISSÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA E DESENVOLVER PROJETOS DE MITIGAÇÃO

Mônica Cavalcanti Sá de Abreu USO DO GREENHOUSE GAS PROTOCOL PARA MENSURAR EMISSÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA E DESENVOLVER PROJETOS DE MITIGAÇÃO | Revista PRETEXTO (fumecc.br) acesso em 22 de Maio de 2024

Nguyen, Q., Diaz-Rainey, I., Kitto, A., McNeil, B., Pittman, N., & Zhang, R. (2023). Scope 3 emissions: Data quality and machine learning prediction accuracy. *PLOS Climate*. <https://doi.org/10.1371/journal.pclm.0000208>. Acesso em 10 de Junho de 2024

Carbon Taxes or Emissions Trading Systems?: Instrument Choice and Design. Ian W.H. Parry ; Simon Black ; Karlygash Zhunussova. 2022 Carbon Taxes or Emissions Trading Systems?: Instrument Choice and Design (imf.org)

Conselho Internacional de Padrões de Responsabilidade. IFRS - International Sustainability Standards Board . Acesso em 28 de Maio de 2024

ifrs-s2-comparison-tcf-d-july2023.pdf

Conselho de Padrões Contábeis de Sustentabilidade (SASB) SASB Standards overview - SASB (ifrs.org)automobiles-standard\_en-gb.pdf (d3flraxduht3gu.cloudfront.net). Acesso em 11 de junho de 2024.

Carvalho, C. H. R. de. (2011). Emissões relativas de poluentes do transporte urbano. Boletim Regional, Urbano e Ambiental, Ipea, (5), 123-129.

GDF/SSP/DETRAN/DG/DIRTEC. Frota de Veículos Registrados no DF em Circulação. 4º trimestre de 2023. Disponível em: link. Acesso em: 28 maio 2024.

Google Maps

Greenhouse Gas Protocol, 2004. A Corporate Accounting and Reporting Standard (Revised Edition). Disponível em: link. Acesso em: 28 maio 2024.

HANSEN, J., SATO, M., KHARECHA, P., BEERLING, D., BERNER, R., MASSON-DELMOTTE, V., PAGANI, M., RAYMO, M., ROYER, D. L., & ZACHOS, J. C. Target Atmospheric CO<sub>2</sub>: Where Should Humanity Aim? NASA/Goddard Institute for Space Studies, 2008.

<https://www.detran.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/06/Frota-de-Vei%CC%81culos-Registrados-no-DF-em-Circulac%CC%A7a%CC%83o-3%C2%B0-trimestre-2023.pdf>

IFRS SUSTAINABILITY DISCLOSURE STANDARDS. IFRS S2 CLIMATE-RELATED DISCLOSURES—JUNE 2023. IFRS Foundation, 2023.

IPCC, 2023. Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland

PARRY, Ian; BLACK, Simon; ZHUNUSSOVA, Karlygash. Carbon Taxes or Emissions Trading Systems? Instrument Choice and Design. IMF Staff Climate Note 2022/006, International Monetary Fund, Washington, DC, 2022.

PARRY, Ian; BLACK, Simon; ZHUNUSSOVA, Karlygash. Carbon Taxes or Emissions Trading Systems? Instrument Choice and Design. IMF Staff Climate Note 2022/006, International Monetary Fund, Washington, DC, 2022. Disponível em: <link>. Acesso em: 3 jun. 2024.

UNFCCC. What is the Kyoto Protocol? Disponível em: <<https://unfccc.int/sites/default/files/guideconvkp-p.pdf>>

Konradt, M., McGregor, T., & Toscani, F. G. (2024). Preços do carbono e inflação na área do euro. Documentos de trabalho do FMI, 2024(031), A001. Acesso em 13 de agosto de 2024. Disponível em: <Preços do Carbono e Inflação na Área do Euro em: Documentos de Trabalho do FMI Volume 2024 Edição 031 (2024) (imf.org)>

<Google Maps>

Estado e tendências do painel de precificação de carbono, 2024. Acesso em 13 de agosto de 2024. Disponível em: <Detalhe do Instrumento | Painel de Precificação de Carbono (worldbank.org) >

Quilometragem de carro para modelo antigo: saiba as informações (webmotors.com.br)

Brasília (DF) | Cidades e Estados | IBGE

Confederação Nacional do transporte, 2024, disponível em: <Boletins (cnt.org.br)> . Acesso em 3 abr. 2024.

Webmotors. Quilometragem de carro para modelo antigo: saiba as informações (webmotors.com.br) Acesso em 24 de junho de 2024

Brasília (DF) | Cidades e Estados | IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Acesso em 26 de Junho de 2024

L8723 (planalto.gov.br) Lei 8723, de 28 de Outubro de 1993. Acesso em 24 de junho de 2024.