



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"**

Instituto de Ciência e Tecnologia  
Campus de Sorocaba

Gabriel Caique Dorsa da Cruz

AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO MODAL DE TRANSPORTE DOS  
COLABORADORES DE UMA EMPRESA DO SETOR FINANCEIRO SOBRE AS  
EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA DO ESCOPO 3

Sorocaba / SP

2023



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"**

Instituto de Ciência e Tecnologia  
Campus de Sorocaba

**Gabriel Caique Dorsa da Cruz**

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO MODAL DE TRANSPORTE DOS  
COLABORADORES DE UMA EMPRESA DO SETOR FINANCEIRO SOBRE AS  
EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA DO ESCOPO 3**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Instituto de Ciência e  
Tecnologia de Sorocaba, Universidade  
Estadual Paulista (UNESP), como parte  
dos requisitos para obtenção do grau de  
Bacharel em Engenharia Ambiental

Orientador: Gerson Araújo de Medeiros

Sorocaba / SP

2023

Cruz, Gabriel Caique Dorsa da

C957a

Avaliação do impacto do modal de transporte dos colaboradores de uma empresa do setor financeiro sobre as emissões de gases de efeito estufa do escopo 3 / Gabriel Caique Dorsa da Cruz. -- Sorocaba, 2023

36 p.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Ambiental) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba

Orientador: Gerson Araújo de Medeiros

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Teletrabalho. 3. Impacto ambiental. I.  
Título.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à minha família que sempre me incentivou e ajudou para que eu alcançasse os meus objetivos.

Agradeço aos meus colegas de universidade, que dividiram comigo momentos inesquecíveis e que me ajudaram muito nessa caminhada. Sobretudo, aos que dividiram o lar comigo.

Agradeço aos professores, que sempre fizeram o possível para trazer valores e conhecimentos que levarei para toda a minha vida. Em especial, ao meu orientador Prof. Dr. Gerson Araújo de Medeiros.

E, por fim, agradeço aos profissionais da UNESP Câmpus Sorocaba, que são essenciais para que o ambiente estudantil seja o mais acolhedor possível para a nossa formação.

## RESUMO

As mudanças climáticas são uma das categorias de impacto ambiental com maior visibilidade pela sociedade contemporânea, pois seus desdobramentos são os mais percebidos, incluindo secas, chuvas intensas, elevação da temperatura, dentre outros. Nesse contexto, a estimativa da geração de gases de efeito estufa (GEE) associada aos aspectos ambientais do setor empresarial permite a busca de alternativas para a sua redução. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o impacto do modal de transporte dos colaboradores de uma empresa do setor financeiro sobre as emissões de GEE do Escopo 3. A abordagem metodológica deste estudo adotou o princípio *top-down*, para estimar as emissões de GEE relativas a seis cenários de modal de transporte dos colaboradores para se deslocar a uma empresa do setor financeiro na região Metropolitana de São Paulo, no Estado de São Paulo. Uma pesquisa levantou os códigos de endereçamento postal (CEP) das residências dos colaboradores. Os cenários incluíram um deslocamento de 100% dos funcionários por automóvel a gasolina (Cenário 1), 100% dos funcionários se deslocando de ônibus (Cenário 5) e 100% se deslocando de automóvel a álcool (Cenário 6), além de três cenários envolvendo o deslocamento pelos três modais citados. Baseado nesse levantamento. As emissões de GEE foram estimadas pela metodologia Top Down recomendada pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas. Os resultados apontaram que o Cenário 1 foi aquele com as maiores emissões de GEE, correspondendo a 859 t CO<sub>2</sub>/ano. A troca de combustível de gasolina por álcool (Cenário 6) proporcionaria uma redução de 26% nas emissões de GEE do Escopo 3. Todavia, a maior redução ocorreria no Cenário 5, quando todos os colaboradores se deslocariam até a empresa de ônibus, representando uma redução de 90%, quando comparado ao Cenário 1. Os resultados indicam que diretrizes de política pública direcionada ao incentivo do transporte público e uso de combustíveis de fonte renovável impactariam positivamente as mudanças climáticas. No setor empresarial o *home office* também promoveria desdobramentos positivos quanto a redução do GEE.

**Palavras-chave:** impacto ambiental; *home office*; desenvolvimento sustentável.

## ABSTRACT

Climate change is one of the categories of environmental impact with greater visibility by contemporary society, as its consequences are the most perceived, including droughts, heavy rains, rising temperatures, among others. In this context, estimating the generation of greenhouse gases (GHG) associated with the environmental aspects of the business sector allows the search for alternatives for its reduction. The objective of this study was to evaluate the impact of the mode of transport used by employees of a company in the financial sector on Scope 3 GHG emissions. The methodological approach of this study adopted the top-down principle, to estimate GHG emissions related to six modes of transport scenarios for employees to travel to a company in the financial sector in the Metropolitan region of São Paulo, in the State of São Paulo. A survey collected the postal address codes (CEP) of employees' homes. The scenarios included a displacement of 100% of the employees by car using gasoline (Scenario 1), 100% of the employees traveling by bus (Scenario 5) and 100% traveling by car using alcohol (Scenario 6), in addition to three scenarios involving displacement by the three mentioned modes. Based on this survey, GHG emissions were estimated using the Top Down methodology recommended by the Intergovernmental Panel on Climate Change. The results showed that Scenario 1 was the one with the highest GHG emissions, corresponding to 859 t CO<sub>2</sub>/year. Changing fuel from gasoline to alcohol (Scenario 6) would provide a 26% reduction in Scope 3 GHG emissions. However, the greatest reduction would occur in Scenario 5, when all employees would travel to the company by bus, representing a 90% reduction, when compared to Scenario 1. The results indicate that public policy guidelines aimed at encouraging public transport and the use of fuels from renewable sources would positively impact climate change. In the business sector, the Home office would also promote positive developments in terms of GHG reduction.

**Keywords:** environmental impact; home office; sustainable development.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distância diária percorrida pelos funcionários da empresa .....	21
Figura 2 - Histograma das distâncias percorridas pelos funcionários da empresa financeira .....	22

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Consumo de combustível e de energia, quantidade de carbono e de CO2 emitida para cada cenário de modal para o deslocamento diário de 16.065 km por 180 funcionários de uma empresa do setor financeiro .....	22
---	----



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1 Objetivo geral .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2 Objetivos específicos .....</b>	<b>10</b>
<b>3 REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1 Mudanças climáticas .....</b>	<b>11</b>
<b>3.2 Pegada de Carbono .....</b>	<b>13</b>
3.2.1 Cálculo da pegada de carbono.....	15
<b>3.3 O exercício do teletrabalho (home office).....</b>	<b>16</b>
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>19</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>21</b>
<b>6 CONCLUSÕES .....</b>	<b>25</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>26</b>
<b>APÊNDICE A – Distâncias até o trabalho .....</b>	<b>32</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A intensificação do efeito estufa e as conseqüentes mudanças climáticas são um reflexo de um modelo de desenvolvimento baseado no uso intenso de recursos naturais, os quais são considerados inesgotáveis, associado a uma capacidade limitada do meio ambiente em tratar e reciclar os resíduos e efluentes, gerando um quadro de degradação e poluição ambiental. Um exemplo desse panorama refere-se ao modal de transporte da sociedade contemporânea, com expressiva dependência da queima de combustíveis fósseis.

Ritchie e Roser (2020) afirmaram que o setor energético era o maior responsável pela emissão de gases do efeito estufa na atmosfera, correspondendo a 73,2% do total mundial. Segundo esses autores, desse total cerca de 12% têm como fonte a queima de gasolina e diesel em veículos de transporte rodoviário, como carros e ônibus.

Portanto, a queima de combustíveis fósseis amplia-se para um contexto preocupante para a sociedade, especialmente para os habitantes das cidades, tanto pela poluição atmosférica relacionada à emissão de gases de efeito estufa (GEE), como pela poluição sonora e visual. Essa questão tem sido tratada na agenda dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU e estabelecida pela Organização das Nações Unidas, em 2015. Destaque deve ser dado para o ODS 13 (Ação contra a mudança global do clima), no qual se pretende integrar medidas da mudança do clima nas políticas, estratégias e planejamentos nacionais.

As emissões de GEE, relacionadas a padrão de consumo da população, como os modais de transporte, foram impactadas por uma crise sanitária de proporções globais no início de 2020. Nesse período, a Organização Mundial da Saúde (OMS) decretou como pandemia o novo Sars-Cov-2, pertencente à classe dos coronavírus. O vírus trouxe uma mobilização mundial pela alta capacidade de transmissão e, principalmente, pelo colapso hospitalar que causaria em determinadas regiões se não houvesse medidas efetivas para aumentar o número de leitos e a aptidão dos hospitais, aliado com medidas profiláticas da doença (NORONHA, 2020).

A partir disso, o *lockdown* foi instaurado para isolar a população e submetê-la a permanecer em casa, a menos que fosse para execução de atividades essenciais.

O efeito do isolamento social levou a uma menor circulação de pessoas nas ruas, pois a maior parte dos trabalhadores exerceu suas atividades de maneira remota (o *home office* ou teletrabalho), mantendo-se somente os serviços essenciais. Graças a essa estratégia, a pandemia desacelerou. Concomitantemente, o *home office* afetou aspectos ambientais das empresas, pela redução no tráfego de automóveis e redução na emissão de GEE, especialmente nas regiões metropolitanas.

Na avaliação das emissões de GEE no meio empresarial e governamental, três escopos são avaliados. O escopo 1 é relacionado às emissões diretas da empresa, como a infraestrutura do local, gasto de energia, gasto de água e geração de resíduos. O escopo 2 refere-se à energia fornecida pela concessionária, que depende do fator de emissão, pois em períodos mais secos esse fator é maior, pelo uso de fonte de energia gerada por termoelétrica. O escopo 3 está relacionado às emissões indiretas, como o deslocamento dos colaboradores, que será mais aprofundado no presente estudo, voltado a uma empresa do setor financeiro.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o impacto do modal de transporte dos colaboradores de uma empresa do setor financeiro sobre as emissões de GEE do Escopo 3.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Estimar a emissão de CO<sub>2</sub> pelo deslocamento de funcionários de uma empresa do setor financeiro;
- Avaliar o impacto de cenários de modais de deslocamento dos funcionários de uma empresa do setor financeiro sobre as emissões de GEE do Escopo 3.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 Mudanças climáticas

Segundo Souza e Corazza (2017), a problemática ambiental moderna possui atributos evidenciados pelas mudanças climáticas: há uma complexidade nas adversidades, pois são generalizadas, sem uma única razão, sempre se renovando na forma de ciclos; a responsabilização (indispensável na imposição de mais políticas ambientais exercendo o preceito do poluidor-pagador) com diferentes causas, tornam a tarefa ainda mais difícil. Ademais, o intervalo de tempo entre o estabelecimento das circunstâncias de origem e o reflexo das consequências, é fundamental para construir o vínculo causa-efeito. A partir da compreensão científica faz-se necessário analisar os marcos do que é antrópico e do que é natural, suscetível às ambiguidades da probabilidade destes riscos. Logo, o resultado pode ser definitivo para o âmbito socioeconômico e terrestre.

O aquecimento global é um efeito no clima em vasta dimensão, isto é, uma elevação da temperatura média no mundo, causado por condições internas e/ou externas. As condições internas se relacionam com eventos raros que são, em sua maioria, esporádicos e associam-se às atividades solares, atmosféricas, movimento de placas tectônicas e atividades vulcânicas. Já as condições externas são relacionadas às atividades humanas e que emitem gases-estufa através da queima de combustíveis fósseis, destacando-se carvão e derivados de petróleo em diversos meios, como automóveis, queimadas, refinarias, etc (SILVA; PAULA, 2009).

Para compor o efeito estufa são encontrados alguns elementos químicos gasosos, como vapor de água, clorofluorcarbono (CFC), ozônio ( $O_3$ ), metano ( $CH_4$ ), óxido nitroso ( $N_2O$ ) e o dióxido de carbono ( $CO_2$ ). Os GEE são responsáveis por reter uma parcela da radiação infravermelha refletida pela extensão terrestre e propagar uma fração da energia novamente para a superfície do planeta. Dessa forma, a superfície adquire o equivalente ao dobro do que receberia do Sol na extensão, convertendo em um aquecimento de aproximadamente  $30^\circ C$ , que garante a existência da vida (SILVA; PAULA, 2009). No entanto, o aquecimento global observado é potencializado pelas emissões antropogênicas.

O aquecimento global é indiscutível, uma vez que há dados evidenciando o crescimento de temperaturas do ar e do oceano em todo o mundo, derretimento de

neve e gelo e aumento da altura média dos mares (IPCC, 2007). Outras consequências desse crescimento na temperatura incluem alterações nos padrões de precipitação, levando a estiagens, chuvas intensas, ciclones tropicais (IPCC, 2007).

Pode-se mencionar o Protocolo de Quioto como um marco significativo na busca por compromissos socioambientais de maneira mais consolidada. Tal protocolo trouxe um maior entendimento do que deveria ser seguido pelos países e quais as metas a serem alcançadas, representando um avanço acentuado para reduzir a liberação de gases de efeito estufa (LACASTA; BARATA, 1999).

É importante salientar que há um paradoxo entre o pretexto que acarretou no plano do Protocolo de Kyoto e o cenário atual, em que o primeiro se baseou nas emissões liberadas pelas nações do denominado Anexo I (países desenvolvidos) e, recentemente, houve uma conduta de redução das emissões por outro grupo de nações, representado principalmente pelo BASIC (representado por Brasil, África do Sul, Índia e China), requisitando uma outra maneira de garantir o comprometimento com os objetivos, através de papéis mais claros (AFIONIS, 2017). No novo cenário, surge o Acordo de Paris, no qual os próprios envolvidos exibem, propriamente, os seus objetivos para reduzir as emissões de GEE, em novo modelo no qual há a presença de nações emergentes (Brasil), além dos países originalmente agrupados no Anexo I, reconhecendo deveres adicionais na forma das iNDCs (Intended Nationally Determined Contributions) na Conferência das Partes – COP 21, que ocorreu em Paris na segunda metade de 2015 (SOUZA; CORAZZA, 2017).

Os “Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM)” foram elaborados pela Organização das Nações Unidas (ONU), cuja fundação se deu por meio da Resolução nº 55/2 da Assembleia Geral da própria ONU. Na memorável ocasião do ano de 2000, líderes provenientes de diversas nações se congregaram na sede das Nações Unidas, localizada em Nova York, para a aprovação solene da "Declaração do Milênio da ONU". Essa declaração notável englobava um conjunto de oito metas abrangentes destinadas a combater veementemente a chaga da pobreza extrema, almejando sua redução substancial até o prazo estabelecido para o ano de 2015 (CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 2019). A partir da herança deixada pelos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), os países que são signatários da ONU se agruparam em uma reunião histórica na cidade de Nova York, em 2015. Nesse encontro, assumiram o compromisso com uma nova geração de metas

milenarios voltadas para o desenvolvimento sustentável, conhecidas como os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). Estes ODS estabelecem um conjunto abrangente de 169 metas a serem alcançadas até o ano de 2030 e compreendem uma série de ações globais que abarcam as esferas social, ambiental, econômica e institucional. Os 17 ODS são a seguinte lista de metas a serem perseguidas: Erradicação da pobreza (ODS 1); Fome zero e agricultura sustentável (ODS 2); Saúde e bem-estar (ODS 3); Educação de qualidade (ODS 4); Igualdade de gênero (ODS 5); Água potável e saneamento (ODS 6); Energia acessível (ODS 7); Trabalho decente e crescimento econômico (ODS 8); Indústria, inovação e infraestrutura (ODS 9); Redução das desigualdades (ODS 10); Cidades e comunidades sustentáveis (ODS 11); Consumo e produção responsáveis (ODS 12); Ação contra a mudança global do clima (ODS 13); Vida na água (ODS 14); Vida terrestre (ODS 15); Paz, justiça e instituições eficazes (ODS 16); Parcerias e meios de implementação (ODS 17) (CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 2019).

### **3.2 Pegada de Carbono**

O termo “pegada de carbono” tem sua origem através de outra ideia, que é da pegada ecológica, tendo como pioneiros, em meados de 1990, por William Rees e Mathis Wackernagel no artigo “*Urban Ecological Footprints – Why Cities Can Not Be Sustainable And Why They Are a Key To Sustainability*” (LI, 2018).

Segundo Wiedmann (2008), a pegada de carbono é o resultado total de emissões de dióxido de carbono, direta ou indiretamente, relativo a alguma incumbência ou a junção do que um item em seu ciclo de vida realiza.

O setor de transporte responde por cerca de 9% das emissões globais de CO<sub>2</sub>, que é um dos principais gases causadores do efeito estufa, sem considerar a emissão de outros gases também nocivos ao meio ambiente (RITCHIE; ROSER, 2020). No Brasil, segundo informações do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), o setor de transporte responde por cerca de 9% das emissões totais de CO<sub>2</sub>, sendo que as queimadas respondem por mais de 70% delas (CNT, 2009).

Além disso, em um período de 10 anos, entre 2000 a 2010, houve um crescimento de liberação de GEE pelo globo em 10 GtCO<sub>2</sub>eq, onde o ramo de meios

de transporte foi o maior agravante, contribuindo em 11% do aumento e participando de 14% do total na esfera antropogênica de 2010. (IPCC, 2014).

Segundo Abreu, Albuquerque e Freitas (2015), o setor empresarial precisa reconhecer as emissões que são diretamente geridas por ela (diretas) e as que não são geridas diretamente (indiretas). Com isso, a definição de três tipos diferentes de escopos é importante para a segregação das fontes que causam as emissões de GEEs.

O escopo 1 representa as emissões diretas materiais que a companhia libera por processos internos para confeccionar os produtos, como combustão e logística de domínio empresarial. O escopo 2 representa as emissões indiretas fluidas para compra e saída de eletricidade e energia, por exemplo. Por fim, o escopo 3 são emissões indiretas que se relacionam com as operações da empresa, como logística de automotivos não alusiva à companhia ou despejos de resíduos fora da sede (ABREU; ALBUQUERQUE; FREITAS, 2015).

No contexto da classificação das emissões de gases de efeito estufa (GEE) no Escopo 3, podemos identificar duas categorias distintas: emissões Upstream (montante a montante) e emissões Downstream (montante a jusante). As emissões Upstream referem-se às emissões indiretas de GEE relacionadas aos bens e serviços adquiridos ou comprados, enquanto as emissões Downstream são as emissões indiretas de GEE relacionadas aos bens e serviços que não foram adquiridos ou comprados.

Existem diversas categorias de emissões upstream que podem ser mencionadas, a saber: as emissões relacionadas aos produtos adquiridos, desde a extração até a produção e o transporte, excluindo-se o próprio uso desses produtos (que seriam caracterizados no escopo 1 e 2); os resíduos gerados durante as operações; e ainda as emissões provenientes das viagens e deslocamentos dos funcionários, como o trajeto entre casa e local de trabalho. Já em relação às categorias de emissões downstream, é possível citar alguns exemplos como: o transporte, distribuição e processamento dos produtos intermediários após sua venda de outras organizações, uma vez que esses produtos já foram adquiridos e registrados pela organização inicial; emissões decorrentes das operações de investimentos e das operações de franquias, que têm um impacto indireto nos resultados das emissões de gases de efeito estufa (FGV-CES, 2018).



Referenciando o programa do Brasil especializado na área, o GHG Protocol (2010), define a somatória das emissões em 3 escopos e prevê da seguinte forma: escopo 1 refletem as emissões que partem diretamente das ações da companhia e de seu manuseio direto; as emissões de escopo 2 são advindas da obtenção de energia elétrica e térmica empregadas pela companhia; e o escopo 3 são indiretas que não possuem manuseio da companhia ou não são vinculadas.

### 3.2.1 Cálculo da pegada de carbono

A metodologia PAS 2050 emergiu em 2008, através da comissão britânica BSI British Standards. Essa abordagem oferece um procedimento para calcular as emissões de gases de efeito estufa (GEE) associadas a uma ampla gama de atividades. Além disso, ela também possibilita a avaliação interna abrangente das emissões desde a extração até a utilização de bens e serviços já estabelecidos (BSI, 2008).

O órgão Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA), promoveu em 2009 uma metodologia no Reino Unido, que tem como propósito apoiar as empresas no processo de mensuração e relato de suas emissões de gases de efeito estufa (GEE). Trata-se de um modelo abrangente que adota fatores de emissão específicos para o contexto britânico, proporcionando às organizações acesso a planilhas eletrônicas de cálculo, publicamente disponíveis, pleiteando o cálculo da pegada de carbono (DEFRA, 2009).

O método do GHG Protocol traz diretrizes e padrões que auxiliam na medição da pegada de carbono, oferecendo casos de como demonstrar os limites do inventário de emissões de gases de efeito estufa (GEE), orientando sobre quais tipos devem ser englobadas na amostragem. Além disso, ela dispõe atributos de cálculo para áreas específicas e áreas interligadas, permitindo o uso dos fatores de emissão em cada assunto (WBCSD/WRI, 2004). No que diz respeito aos limites ativos, o protocolo introduz uma nova definição que simplifica a elaboração do inventário das liberações de GEE a serem retratadas. Esta metodologia envolve a categorização das emissões de GEEs em três áreas e fragmenta as emissões em diretas, que são provenientes de fontes pertencentes ou gerenciamento da empresa (WBCSD/WRI, 2004), e em emissões indiretas, que são resultado de ações da companhia, porém relacionadas à terceiros, tanto em assumir isso como no manuseio (WBCSD/WRI, 2004)

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), que é vinculado à Organização das Nações Unidas (ONU), formulou uma metodologia para cálculo de emissões de CO<sub>2</sub> de forma prática para resultados equivalentes à realidade. Esta metodologia é denominada *top-down* e está presente no inventário nacional de gases poluidores (RODRIGUES; FILHO, 2016).

Este tipo de cálculo, é uma das metodologias mais consolidadas para emissões de poluentes em veículos. Sob outra perspectiva, o *top-down* calcula de maneira macro, utilizando-se principalmente para elaborar arquivos nacionais de emissões (FAMELI; ASSIMAKOPOULOS, 2015).

Segundo IPCC (2001), a metodologia *top-down* associa os dados históricos para inserir a tese macroeconômica com abordagens econométricas se utilizando da oscilação econômica envolvida. Para o âmbito dos transportes, é importante destacar que o *top-down* calcula a quantidade de GEE liberados através da energia utilizada de cada meio, com o auxílio de valores recorrentes estabelecidos pelo IPCC para cada fator de emissão (GONÇALVES, 2022). A partir disso, é realizado o cálculo multiplicando a demanda total energética com o valor genérico estabelecido na referência (GONÇALVES, 2022). Essa abordagem tem sido utilizada por diferentes autores como Korkmaz e Akgungor (2019) e Yu *et al.* (2020).

### **3.3 O exercício do teletrabalho (*home office*)**

O novo vírus Sars-Cov-2 afetou a convivência e os hábitos das pessoas de forma expressiva, no âmbito da saúde pública e até dos sistemas urbanos presentes em uma localidade (COLOMBO *et al.*, 2021). Primeiramente, o Sars-Cov-2 foi identificado como um causador de complicações no sistema respiratório (LIU; BACULINAO; HAGEN, 2020).

Segundo Correia, Luck e Verner (2020), quando há a necessidade de combater uma pandemia sem remédios ou vacinas voltadas para a doença, algumas soluções que podem ser tomadas são: interrupção de atividades escolares, teatrais e de cultos em geral, censura às aglomerações, ações higiênicas para conter o avanço da doença, como utilização de máscaras, afastamento de casos e desinfecção em ambientes comuns.

O distanciamento social era a forma mais efetiva até então, segundo às referências da saúde, para impedir que o novo Sars-Cov fosse difundido com mais

rapidez. Isso trouxe uma necessidade na adequação do modelo de trabalho de milhares de cidadãos, o chamado teletrabalho ou *home office*. De acordo com o IBGE-PNAD COVID 19, no mês de maio de 2020, havia mais de 8,5 milhões de funcionários neste modelo (BRIDI *et al.*, 2020)

Segundo o estudo de caso realizado por Bridi *et al.* (2020), há vantagens e desvantagens do teletrabalho. A flexibilidade dos horários de trabalho, o gasto de tempo menor para se deslocar e o conseqüente aumento de tempo com os parentes, são causas que contam a favor. Sobre desvantagens, está o afastamento de colegas de trabalho e, por uma parte social para as mulheres, percebeu-se uma aproximação e gasto maior de tempo com tarefas diárias e aproximação com os filhos, gerando desgaste maior da carga de trabalho e o compromisso com tarefas domésticas.

Em 2020, as emissões de carbono tiveram um decréscimo variando entre 4% e 7%, comparativamente com 2019, por conta da queda nas emissões de veículos em 50% (LE QUÉRÉ *et al.*, 2020). Além disso, segundo a Agência Espacial Europeia houve forte declínio na poluição na atmosfera no período de *lockdown* a partir de observações realizadas em 2020 (AMARAL, 2020).

Em suma, o transporte público passou a ser menos usado com a imposição da quarentena, tanto pelo pânico causado como por determinados decretos que surgiram no Brasil e no mundo (COUTO *et al.*, 2020). Segundo Colombo *et al.* (2021), o decreto 7.868 (PREFEITURA MUNICIPAL DE CUIABÁ, 2020c) de 03 de abril de 2020 no artigo 14º, instituiu que apenas 30% da frota da cidade estaria funcional, sendo 20% para funcionários de atividades consideradas essenciais e o restante com funcionários voltados para a saúde.

O comportamento dos estadunidenses em relação ao transporte público após a pandemia foi avaliado por Moovit (2021). Segundo esse autor, cerca de 50% passaram a usar o transporte público com menos frequência, enquanto 34% ainda usa como antes da pandemia.

Uma pesquisa realizada no Brasil, em maio de 2020, buscou entender as principais sensações dentro do período de quarentena provocado pela pandemia de Sars-Cov-2. Tal pesquisa foi realizada a partir de um ensaio amostral de pessoas presentes em redes sociais dos pesquisadores e a página do programa da Universidade de São Paulo (USP), programa USP Cidades Globais (XIMENES *et al.* 2020).

Como principal resultado, foi elucidado que o transporte individual seria a preferência após a pandemia de mais da metade dos entrevistados. Isso pode ocasionar maiores empecilhos para congestionamentos e emissões de GEE nos pólos urbanos (COUTO *et al.*, 2020).

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em uma empresa do setor financeiro localizada em Barueri, cidade do estado de São Paulo, que adotou o teletrabalho durante a pandemia Sars-Cov-2, e o manteve mesmo após o período de isolamento social. Levantou-se a informação dos endereços de 180 funcionários dessa empresa e elaborou-se uma planilha no programa *Google Sheets*. Com a informação dos endereços foi traçado a rota de automóvel de cada funcionário, até o local de trabalho, para se calcular a emissão de CO<sub>2</sub>.

Na metodologia *top-down* é necessário realizar três passos para estimar a emissão de CO<sub>2</sub> total de todo o ensaio amostral considerado no trabalho:

a) Primeiro passo: conversão do consumo de energia para uma unidade comum

$$CC = CA * Fconv * 41,868 * 0,001 * Fcorr$$

Em que, CC é o consumo de energia em Tera Joule (TJ); CA é o consumo de combustível (m<sup>3</sup>); Fconv é o fator de conversão da unidade física de medida da quantidade de combustível para tep (tonelada equivalente de petróleo), com base no poder calorífico superior (PCS) do combustível. Fcorr: fator de correção de PCS (poder calorífico superior) para PCI (poder calorífico inferior).

Segundo dados do MME (2022), os valores do Fconv para diferentes combustíveis correspondem a: gasolina (0,77 tep/m<sup>3</sup>); álcool hidratado (0,510 tep/m<sup>3</sup>); diesel (0,848 tep/m<sup>3</sup>); No BEN (Balanço Energético Nacional), o conteúdo energético tem como base o PCS, mas para o IPCC, a conversão para unidade comum de energia deve ser feita pela multiplicação do consumo pelo PCI. Para combustíveis sólidos e líquidos o Fcorr = 0,95 e para combustíveis gasosos, o Fcorr = 0,90, conforme Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT (RODRIGUES; FILHO, 2016).

b) Segundo passo: Cálculo da quantidade de Carbono (C)

$$QC = CC * Femissão$$

Em que, QC é a quantidade de carbono (tC); CC é o consumo de energia em TJ; Femissão é considerado para cada combustível (tC/TJ).

Segundo IPCC (1997), o “Femissão” pode ser: gasolina (18,9 tC/TJ); álcool anidro (14,81 tC/TJ); álcool hidratado (14,81 tC/TJ); diesel (20,2 tC/TJ); gás natural seco (15,3 tC/TJ).

c) Terceiro passo: Cálculo das emissões de CO<sub>2</sub>

$$ECO_2 = QC * (44/12)$$

Em que, E<sub>CO<sub>2</sub></sub> são as emissões de CO<sub>2</sub> (tCO<sub>2</sub>); QC é a quantidade de carbono em toneladas de Carbono (tC); 12 corresponde ao peso molecular do elemento Carbono (C); 44 peso molecular do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

A partir disso, obtém-se as emissões que cada funcionário tem em seu trajeto de ida e volta ao trabalho (em tCO<sub>2</sub>).

Entretanto, como não foi possível ter acesso à forma de deslocamento real de todos os funcionários, supôs-se na equação 1 que o consumo médio de combustível (em litros) atingisse 10 km/L para carro à gasolina, 7 km/L para carro à álcool e 3 km/L para ônibus movido à diesel, e considerou-se diferentes cenários para as formas de locomoção, escolhidos aleatoriamente:

Cenário 1: 100% se deslocando de carro movido à gasolina;

Cenário 2: 50% se deslocando de carro movido à gasolina e 50% de carro movido à álcool;

Cenário 3: 50% se deslocando de carro movido à gasolina e 50% se deslocando de ônibus, assumindo que o ônibus deve dispor de mais de 20 assentos. Assim, segundo a Portaria ARTESP nº 03, de 13 de abril de 2015, considerou-se 40 pessoas em média para dividir a emissão de CO<sub>2</sub> dessa parcela em todos;

Cenário 4: 25% se deslocando de carro movido à gasolina, 25% se deslocando de carro movido à álcool e 50% se deslocando de ônibus;

Cenário 5: 100% se deslocando de ônibus; e

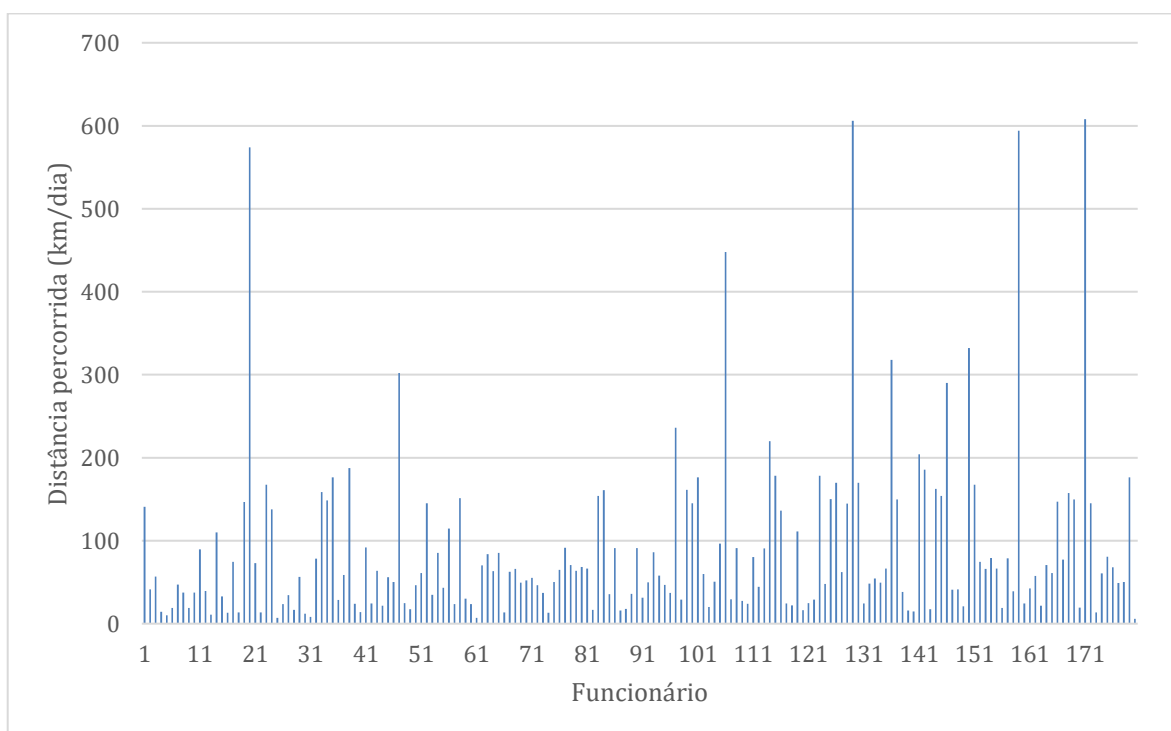
Cenário 6: 100% se deslocando de carro movido à álcool.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 1A do Apêndice apresenta a distância percorrida por cada um dos 180 funcionários, enquanto a Figura 1 expressa graficamente o panorama dessas distâncias. A distância média diária percorrida por cada funcionário atingiu 89,2 km, variando de um mínimo de 5,8 km a um máximo de 608 km, com um desvio padrão de 103,3 km e coeficiente de variação de 116%. Todavia, a maioria dos funcionários (104 ou 58% do total) percorre distâncias inferiores a 66 km/dia (Figura 2). Cerca de 26% dos funcionários da empresa (46) se deslocam diariamente mais de 100 km diariamente. A distância total percorrida diariamente pelos funcionários atingiu 16.065 km.

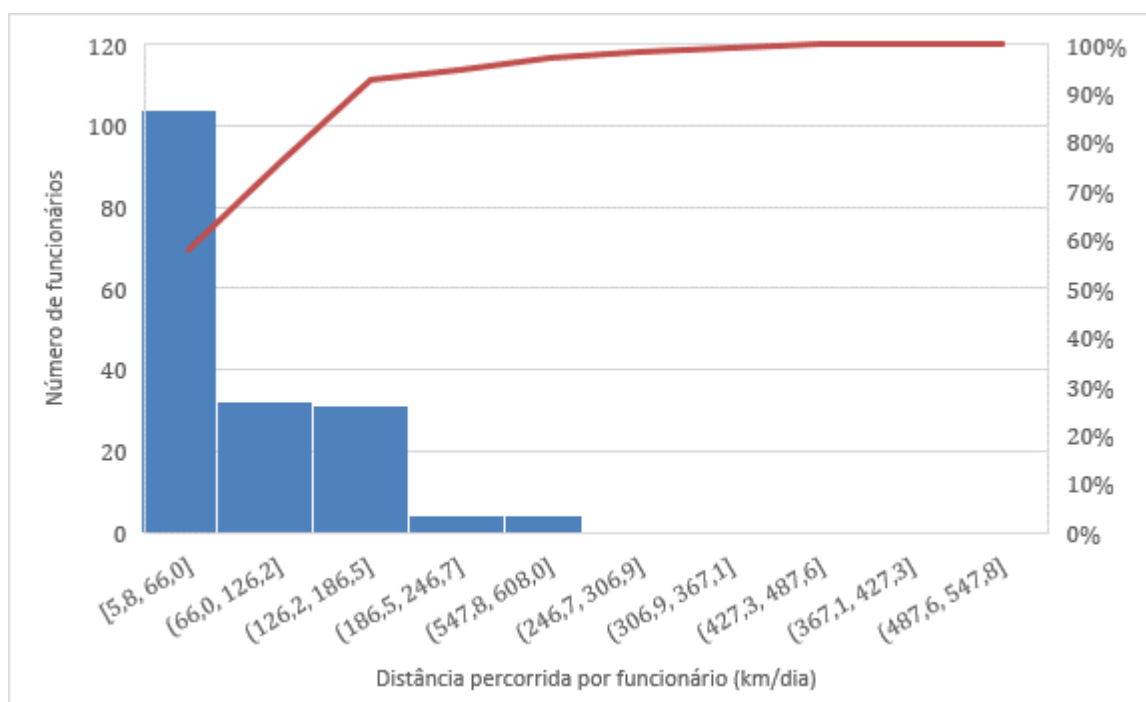
Na Tabela 1 são apresentados os resultados de emissões de GEE para cada cenário de modal avaliado, considerando que todos os funcionários se deslocam para a empresa.

Figura 1 - Distância diária percorrida pelos funcionários da empresa.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 2 - Histograma das distâncias percorridas pelos funcionários da empresa financeira.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 1 - Consumo de combustível e de energia, quantidade de carbono e de CO<sub>2</sub> emitida para cada cenário de modal para o deslocamento diário de 16.065 km por 180 funcionários de uma empresa do setor financeiro.

Cenário	Gasolina	Álcool	Diesel	CC	QC	ECO <sub>2</sub>
	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	TJ	tC	tCO <sub>2</sub>
1	1,61	0,00	0,00	0,04926	0,9311	3,41
2	0,62	1,42	0,00	0,04759	0,7818	2,87
3	0,62	0,00	3,30	0,13025	2,6066	1,51
4	0,32	0,42	3,30	0,12975	2,5622	1,35
5	0,00	0,00	5,35	0,18061	3,6484	0,33
6	0,00	2,29	0,00	0,04655	0,6890	2,53

Fonte: Elaborado pelo autor.

Gasolina: volume de gasolina consumida no cenário (m<sup>3</sup>); Álcool: volume de álcool consumido no cenário (m<sup>3</sup>); Diesel: volume de diesel consumido no cenário (m<sup>3</sup>); CC é o consumo de energia em Tera Joule (TJ); QC é a quantidade de carbono (tC); ECO<sub>2</sub> são as emissões diárias de CO<sub>2</sub> (tCO<sub>2</sub>).



A partir dos resultados da Tabela 1 é possível afirmar que o cenário com maior impacto de mudanças climáticas, relativo ao modal adotado pelos funcionários para o deslocamento até a empresa, correspondeu ao Cenário 1, quando todos utilizam carro movido a gasolina. O *home office* teria o maior impacto na redução das emissões de GEE do Escopo 3 da empresa do setor financeiro. Considerando 252 dias úteis em um ano, o impacto evitado corresponderia a 859 tCO<sub>2</sub>/ano. Com a ascensão de veículos de aplicativos que se tornam uma forma bastante comum de deslocamento, isso tenderia a diminuir, porém fica claro que o problema está no combustível fóssil citado.

O cenário correspondendo ao deslocamento de todos os funcionários por ônibus (Cenário 5) foi aquele que apresentou o melhor desempenho, correspondendo a uma redução de 90% em relação ao Cenário 1. No período de pandemia, o *home office* para esse cenário evitaria a 83 tCO<sub>2</sub>/ano. Os ônibus são a melhor opção, pois a pegada de carbono é dividida pelo número de pessoas que estão no veículo, mesmo que o diesel seja mais contaminante que a gasolina.

Sobre o álcool, uma opção bem utilizada no Brasil, as emissões de CO<sub>2</sub> são menores em relação às das da gasolina, representando uma redução de 26% somente pela troca de combustível, quando se compara os Cenários 1 e 6. Portanto, alternativas como maior uso de ônibus ou troca de combustível fóssil por renovável são alternativas para a redução das emissões de GEE, conforme apontado por autores do Brasil como Santos e Ferreira Filho (2017), os quais ressaltam o uso de etanol para trazer ganhos econômicos, além dos benefícios ambientais. Sanquetta e Mandalho (2015) reforçam a utilização do ônibus para diminuir as emissões de GEE do deslocamento casa-trabalho (entre 17% e 47%).

Autores estrangeiros também abordam a temática do transporte coletivo, como Yin *et al.* (2015) que discorre sobre os desafios do panorama atual da China em relação às emissões de GEE. Chang, Liao e Chang (2019) relatam que a substituição do combustível dos ônibus movidos a combustíveis fósseis por hidrogênio, em Taiwan, potencialmente reduziria as emissões em 227.832 tCO<sub>2</sub>. Em relação ao etanol, Tilman *et al.* (2009), examina os impactos ambientais e socioeconômicos dos biocombustíveis, incluindo o etanol, em relação à segurança alimentar e às emissões de gases de efeito estufa nos transportes dos Estados Unidos. Yan *et al.* (2013) realizaram uma análise minuciosa sobre os efeitos do etanol em relação à sua

eficiência e ciclo de vida, mensurando que há um ganho significativo comparativamente com combustíveis fósseis.

Entretanto, para esse caso, em uma empresa de 180 funcionários, a média de emissões de CO<sub>2</sub> levando em consideração os seis cenários, ficaram na média de 2tCO<sub>2</sub> por dia considerando ida e volta, o que traz uma média evitada por ano de aproximadamente 502 tCO<sub>2</sub> em 252 dias úteis no ano de 2020.

Um estudo da pegada de carbono realizado pelo grupo TRACAR em 2010, trouxe dados em relação à categoria do escopo 3 que analisa a viagem “casa-trabalho-casa”. Com um ensaio analisado bem menor, de 20 veículos, sendo 15 a gasolina e 5 à “gasóleo”, chegaram a um total de 8,4 tCO<sub>2</sub> anuais (TEIXEIRA, 2011).

O Relatório Síntese Origem Destino (OD) 17 (PESQUISA ORIGEM DESTINO, 2017), com margens de erro inferiores a 6% e intervalo de segurança de 92%, estudou o trabalho nas 517 zonas OD na região Metropolitana de São Paulo. Segundo essa referência, nota-se um aumento de localidades com concentrações superiores a 100 empregos/ha em Barueri, Guarulhos, Santo André e zona sul de São Paulo. Isso mostra que a área da empresa avaliada neste trabalho pertence a uma região bastante movimentada e que só vem crescendo como um pólo relevante para geração de empregos.

## 6 CONCLUSÕES

Os resultados permitiram concluir que o trabalho à distância contribui significativamente para uma diminuição na pegada de carbono de uma empresa do mercado financeiro.

Dependendo do modal de transporte utilizado pelos funcionários, essa redução anual poderia chegar a 859 tCO<sub>2</sub>, considerando o cenário de maior impacto do Escopo 3, quando todos se deslocam por automóveis a gasolina. A simples troca do combustível desses automóveis (gasolina por álcool) já promoveria uma redução de 26% nas emissões de GEE do Escopo 3. Todavia, o cenário de melhor desempenho corresponderia a um deslocamento de todos os funcionários de ônibus ao trabalho, representando uma redução de 90% das emissões de GEE do Escopo 3, quando comparado ao deslocamento de automóvel a gasolina. Tais resultados direcionam políticas públicas para potencializar o uso de transporte público associado a combustíveis de fontes renováveis, como o álcool. No meio empresarial o *home office* emerge como outra alternativa para a redução dos impactos das mudanças climáticas.

## REFERÊNCIAS

AFIONIS, STAVROS. *The European Union in International Climate Change Negotiations*. Taylor & Francis, 2017. Disponível em: <[https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=ekYIDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=The+European+Union+in+International+Climate+Change+Negotiations&ots=q0GARZY7Kz&sig=v\\_XL3v3YUmmAkDJTwwFOCUBo0Gs#v=onepage&q=The%20European%20Union%20in%20International%20Climate%20Change%20Negotiations&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=ekYIDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=The+European+Union+in+International+Climate+Change+Negotiations&ots=q0GARZY7Kz&sig=v_XL3v3YUmmAkDJTwwFOCUBo0Gs#v=onepage&q=The%20European%20Union%20in%20International%20Climate%20Change%20Negotiations&f=false)>. Acesso em: 22 jun. 2023.

AMARAL, A. C. **Queda na poluição inspira busca por soluções sustentáveis pós-pandemia**. Folha de São Paulo. 04 de junho de 2020. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/ambiente/2020/06/queda-na-poluicao-inspira-busca-por-solucoes-sustentaveis-pos-pandemia.shtml>>. Acesso em 14 abr. 2023.

ARTESP. GIOVANNI PENGUE FILHO. **PORTARIA Nº 03, DE 13 DE ABRIL DE 2015**. p. 1-98, 13 abr. 2015. Disponível em: <<http://www.artesp.sp.gov.br/TransporteColetivoDocumentos/portaria-artesp-03-2015.pdf>>. Acesso em 11 abr. 2023.

BRIDI, M.A. *et al.* **O trabalho remoto/home-office no contexto da pandemia COVID-19**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Grupo de Estudos Trabalho e Sociedade (2020). Disponível em: <[https://www.eco.unicamp.br/remir/images/Artigos\\_2020/ARTIGO\\_REMIR.pdf](https://www.eco.unicamp.br/remir/images/Artigos_2020/ARTIGO_REMIR.pdf)>. Acesso em 07 abr. 2023.

BUENO RUBIAL, M. D. P. El Acuerdo de París: *¿Una nueva idea sobre la arquitectura climática internacional?*. *Relaciones Internacionales*, 33, 75-95. 2016. Disponível em: <<https://revistas.uam.es/relacionesinternacionales/article/view/6728/7061>>. Acesso em: 29 mar. 2023.

CARVALHO, Carlos Henrique. **EMISSÕES RELATIVAS DE POLUENTES DO TRANSPORTE MOTORIZADO DE PASSAGEIROS NOS GRANDES CENTROS URBANOS BRASILEIROS**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). 1606. ed. Brasília, abr. 2011. Disponível em: <[https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1578/1/td\\_1606.pdf](https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1578/1/td_1606.pdf)>. Acesso em: 8 jun. 2023.

CHANG, Ching-Chih; LIAO, Yi-Ting e CHANG, Yu-Wei. **Life cycle assessment of carbon footprint in public transportation-a case study of bus route no. 2 in Tainan city, taiwan**. *Procedia Manufacturing*, v. 30, p. 388-395, 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978919300848>>. Acesso em: 22 jun. 2023.

COLOMBO, *et al.* **O impacto da pandemia do Covid-19 no transporte coletivo no município de Cuiabá-Mato Grosso**. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 5, p. 53225-53240, 2021. Disponível em:

<<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/30481/23983>>.

Acesso em: 12 abr. 2023.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). **Oficina Nacional: transporte e mudança climática**. Brasília, 2009. Disponível em: <<http://www.cnt.org.br/>>. Acesso em: 22 jun. 2023.

CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, X., 2019, Fortaleza. **AGENDA 2030 E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICO-DIALÓGICA COM A OFICINA CONHECENDO OS 17 ODS**. 2019. 6 p. Disponível em: <<https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2019/VII-094.pdf>>. Acesso em: 29 mar. 2019.

CORREIA, Sergio; LUCK, Stephan; VERNER, Emil. *Pandemics depress the economy, public health interventions do not: Evidence from the 1918 flu*. *The Journal of Economic History*, v. 82, n. 4, p. 917-957, 2022. Disponível em: <<https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-economic-history/article/abs/pandemics-depress-the-economy-public-health-interventions-do-not-evidence-from-the-1918-flu/5902CC4230B6B10805C89E374BBE89A6>>. Acesso em 22 jun. 2023.

COUTO, *et al.* **A pandemia da covid-19 e os impactos para a mobilidade urbana**. 34º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte da ANPET. Anais. Fortaleza. 2020. Disponível em: <[http://www.anpet.org.br/anais34/documentos/2020/Gest%C3%A3o%20de%20Transportes/Gest%C3%A3o%20de%20Transporte%20I/6\\_258\\_AC.pdf](http://www.anpet.org.br/anais34/documentos/2020/Gest%C3%A3o%20de%20Transportes/Gest%C3%A3o%20de%20Transporte%20I/6_258_AC.pdf)>. Acesso em 14 abr. 2023.

ABREU, Mónica Cavalcanti Sá de; ALBUQUERQUE, Aline Mota; FREITAS, Ana Rita Pinheiro de. **Uso do Greenhouse Gas Protocol para mensurar emissões de gases do efeito estufa e desenvolver projetos de mitigação**. *Revista Pretexto*, v. 16, n. 2, p. 11-30, 2015. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5153221>>. Acesso em: 22 jun. 2023.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS: CENTRO DE ESTUDOS EM SUSTENTABILIDADE (FGV-CES). **Nota técnica: definição das categorias emissões de gases de efeito estufa (GEE) de Escopo 3: versão 2.0**. 2º. ed., 5 mar. 2018. Disponível em: <[https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/30251/2%20GHG%20Protocol\\_Nota%20t%c3%a9cnica\\_categoria\\_Escopo%203\\_v2.pdf?sequence=5&isAllowed=y](https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/30251/2%20GHG%20Protocol_Nota%20t%c3%a9cnica_categoria_Escopo%203_v2.pdf?sequence=5&isAllowed=y)>. Acesso em: 22 jun. 2023.

GONÇALVES, Daniel Neves Schmitz. **ELABORAÇÃO DE CENÁRIOS PROSPECTIVOS PARA O USO DE ENERGIA E PARA EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA DO SETOR DE TRANSPORTES BRASILEIRO-UMA ABORDAGEM MULTINÍVEL**. Julho, 2022. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em: <[https://www.pet.coppe.ufrj.br/images/documentos/teses/Tese\\_DanielGoncalves\\_Final.pdf](https://www.pet.coppe.ufrj.br/images/documentos/teses/Tese_DanielGoncalves_Final.pdf)>. Acesso em: 14 jun. 2023.

IPCC. *Intergovernmental Panel on Climate Change (1997). Revised 1996 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change.* Disponível em: <<https://www.ipcc-ngqip.iges.or.jp/public/ql/invs1.html>>. Acesso em: 22 jun. 2023.

IPCC INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. *DRAFT REPORT OF THE NINETEENTH SESSION OF THE INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC).* Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2003/02/doc2.pdf>>. Acesso em: 22 jun. 2023.

IPCC (2001). *Climate change 2001: The scientific basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Disponível em: <<https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/joc.763>>. Acesso em: 22 jun. 2023.

IRIGARAY, Hélio Arthur Reis; STOCKER, Fabricio. **ESG: novo conceito para velhos problemas.** EDITORIAL • Cad. EBAPE.BR 20 (4), 16 set. 2022. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cebape/a/YKyfRmPDHhtGm3LG8jW6DQM/?lang=pt>>. Acesso em: 07 abr. 2023.

LACASTA e BARATA 1999. **O PROTOCOLO DE QUIOTO SOBRE ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS: Análise e Perspectivas.** Disponível em: <[https://www.ecoreporter.abae.pt/docs/apoio/Protocolo\\_de\\_Quito.pdf](https://www.ecoreporter.abae.pt/docs/apoio/Protocolo_de_Quito.pdf)>. Acesso em: 27 mar. 2023

LE QUÉRÉ *et al.* **Temporary reduction in daily global CO2 emissions during the Covid-19 forced confinement.** 18 de maio de 2020. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/s41558-020-%200797-x>>. Acesso em: 22 jun. 2023.

LI, Yi Hui. **PEGADA DE CARBONO: O CASO DA CIDADE DO PORTO.** 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2018. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/115874/2/290496.pdf>>. Acesso em: 07 abr. 2023.

LIU, Dawn; BACULINAO, Eric; HAGEN, Isobel van. **Casos de coronavírus aumentam na China à medida que o vírus se espalha.** NBC NEWS, 20 jan. 2020. Disponível em: <<https://www.nbcnews.com/news/world/coronavirus-cases-surge-china-virus-spreads-n1118701>>. Acesso em: 8 jul. 2020.

LUFFIEGO GARCIA, M.; RABADÁN VERGARA, J.M. **La evolución Del concepto de sostenibilidad y su introducción en la enseñanza.** Enseñanza de las ciencias, España, 2000. Disponível em: <<https://ensciencias.uab.cat/article/view/v18-n3-luffiego-rabadan>>. Acesso em: 22 jun. 2023.

LUNA, Cacilda. **TAXAÇÃO DE CARBONO PODE REDUZIR EMISSÕES EM ATÉ 4,2% NO PAÍS.** FEA USP, 11 fev. 2021. Disponível em:

<<https://www.fea.usp.br/fea/noticias/taxacao-de-carbono-pode-reduzir-emissoes-em-ate-42-no-pais>>. Acesso em: 13 abr. 2023.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA - MME, 2022. Balanço Energético Nacional 2022 - ano base 2021. Disponível em: <[https://www.mme.gov.br/SIEBRASIL/App\\_Content\\_User/archivos-publicos/qe03w0pz.1k420221013000000.pdf?or=322&ss=3&v=1](https://www.mme.gov.br/SIEBRASIL/App_Content/User/archivos-publicos/qe03w0pz.1k420221013000000.pdf?or=322&ss=3&v=1)>. Acesso em: 09 abr. 2023.

MJV INNOVATION. **O que é ESG e como conectar finanças ao desenvolvimento sustentável.** 09 ago. 2022. Disponível em: <<https://www.mjvinnovation.com/pt-br/blog/o-que-e-esg/>>. Acesso em: 7 abr. 2023.

MJV INNOVATION. **Pegada de carbono: o que é, como calcular e reduzir os impactos.** 18 abr. 2022. Disponível em: <<https://www.mjvinnovation.com/pt-br/blog/pegada-de-carbono/#:~:text=Pode%20ser%20calculada%20por%20pessoa,%C3%A0s%20atividades%20humanas%20no%20planeta>>. Acesso em: 7 abr. 2023.

MOOVIT (EUA). **Moovit Unveils its 2020 Global Public Transport Report.** 2020 *Global Public Transport Report*. São Francisco, 2021. Disponível em: <<https://moovit.com/press-releases/2020-global-public-transport-report/>>. Acesso em: 22 jun. 2023.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL [s.d.]. **O que são as mudanças climáticas?** Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/175180-o-que-s%C3%A3o-mudan%C3%A7as-clim%C3%A1ticas#:~:text=Sobre%20a%20campanha,As%20mudan%C3%A7as%20clim%C3%A1ticas%20s%C3%A3o%20transforma%C3%A7%C3%B5es%20a%20longo%20prazo%20nos%20padr%C3%B5es,de%20vari%C3%A7%C3%B5es%20no%20ciclo%20solar>>. Acesso em 16 abr. 2023.

NORONHA, Kenya Valeria Micaela de Souza *et al.* **Pandemia por COVID-19 no Brasil: análise da demanda e da oferta de leitos hospitalares e equipamentos de ventilação assistida segundo diferentes cenários.** *Cadernos de Saúde Pública*, v. 36, p. e00115320, 2020. Disponível em: <<https://www.scielosp.org/article/csp/2020.v36n6/e00115320/pt/>>. Acesso em: 22 jun. 2023.

PESQUISA ORIGEM DESTINO. **Relatório Síntese OD 17.** Disponível em: <<https://transparencia.metrosp.com.br/dataset/pesquisa-origem-e-destino/resource/b3d93105-f91e-43c6-b4c0-8d9c617a27fc>>. Acesso em 13 abr. 2023.

RITCHIE, H.; ROSER, M. **CO<sub>2</sub> and Greenhouse Gas Emissions.** *OurWorldInData.org*. 2020. Disponível em: <<https://ourworldindata.org/emissions-by-sector#energy-electricity-heat-and-transport-73-2>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

RODRIGUES, P. M. S.; FILHO, P. A. Silva. **QUANTIFICAÇÃO DAS EMISSÕES DE DIÓXIDO DE CARBONO (CO<sub>2</sub>) POR VEÍCULOS AUTOMOTORES NA CIDADE DE BOA VISTA/RR – 2005 a 2015.** Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento



Urbano, Regional, Integrado e Sustentável, Contrastes, Contradições e Complexidades, Maceió, Brasil, ano 7º, p. 1-12, 5 a 7 out. 2016. Disponível em: <<https://fau.ufal.br/evento/pluris2016/files/Tema%203%20-%20Mobilidade%20e%20Transportes/Paper1612.pdf>>. Acesso em: 22 jun. 2023.

SANQUETTA, Carlos Roberto; MANDALHO, Luiz Gustavo Haisi. **EMISSIONES DE GASES DE EFEITO ESTUFA DE VEÍCULOS EM DESLOCAMENTO CASA-TRABALHO E A SERVIÇO NO MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE.** *Holos Environment*, v. 15, n. 2, p. 130-138, 2015. Disponível em: <<https://cea-unesp.org.br/holos/article/view/9871/7210>>. Acesso em 22 jun. 2023.

SANTOS, Jeronimo Alves dos; FERREIRA FILHO, Joaquim Bento de Souza. **Substituição de combustíveis fósseis por etanol e biodiesel no Brasil e seus impactos econômicos: uma avaliação do Plano Nacional de Energia 2030.** 2017. Disponível em: <[https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8231/1/PPE\\_v47\\_n03\\_Substitui%a7%a3o.pdf](https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8231/1/PPE_v47_n03_Substitui%a7%a3o.pdf)>. Acesso em: 22 jun. 2023.

SILVA R. W. C., Paula B. L. 2009. **Causa do aquecimento global: antropogênica versus natural.** *Terra e Didática*, 5(1):42-49. Disponível em: <[https://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/v5/pdf-v5/TD\\_V-a4.pdf](https://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/v5/pdf-v5/TD_V-a4.pdf)>. Acesso em: 27 mar. 2023.

SILVA, Emanuel Mateus. **O PAPEL DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NAS AÇÕES DE COMBATE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS.** *Revista Brasileira de Educação Ambiental*, São Paulo, ano 2019, v. 14, ed. 2, p. 388-397, 2 abr. 2023. Disponível em: <<https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/2629/6991>>. Acesso em 02 abr. 2023.

SOUZA, M. C. O.; CORAZZA, R. I. 2017. **Do Protocolo Kyoto ao Acordo de Paris: uma análise das mudanças no regime climático global a partir do estudo da evolução de perfis de emissões de gases de efeito estufa.** Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/made/article/view/51298/34446>>. Acesso em 29 mar. 2023.

TEIXEIRA, Filipa Alexandra Marques. **Pegada de Carbono do Grupo TRACAR.** 2010. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 2011. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/61510/1/000148937.pdf>>. Acesso em 07 abr. 2023.

TILMAN, David *et al.* **Beneficial biofuels—the food, energy, and environment trilemma.** *Science*, v. 325, n. 5938, p. 270-271, 2009. Disponível em: <<https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.1177970>>. Acesso em: 22 jun. 2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS. **UFPEl apresenta resultados do estudo sobre Covid-19 no RS. Publicado em 15/04/2020.** UFPEL, 2020. Disponível em: <<https://ccs2.ufpel.edu.br/wp/2020/04/15/ufpel-apresenta-primeiros-resultados-do-estudo-sobre-covid-19-no-rs/>>. Acesso em 19 jun. 2020.



WIEDMANN, Thomas; MINX, Jan. **A definition of 'carbon footprint**. *Ecological economics research trends*, v. 1, n. 2008, p. 1-11, 2008. Disponível em: <[https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=GCKU1p\\_6HNwC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Wiedmann+\(2008\).+Wiedmann,+T.+and+Minx,+J.+A+Definition+of+%27Carbon+Footprint%27.+In:+C.+C.+Pertsova,+Ecological+Economics+Research+Trends:+Chapter+1,+pp.+1-11,+Nova+Science+Publishers,+Hauppauge+NY,+USA.+&ots=D1G0JM8hQl&sig=mpvcfmBrILDvqCdKZCYGJwULWEQ](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=GCKU1p_6HNwC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Wiedmann+(2008).+Wiedmann,+T.+and+Minx,+J.+A+Definition+of+%27Carbon+Footprint%27.+In:+C.+C.+Pertsova,+Ecological+Economics+Research+Trends:+Chapter+1,+pp.+1-11,+Nova+Science+Publishers,+Hauppauge+NY,+USA.+&ots=D1G0JM8hQl&sig=mpvcfmBrILDvqCdKZCYGJwULWEQ)>. Acesso em: 22 jun. 2023.

WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (WBCSD). **GREENHOUSE GAS PROTOCOL: A CORPORATE ACCOUNTING AND REPORTING STANDARD**, 2004. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/333671022\\_WBCSDWRI\\_2004\\_Greenhouse\\_Gas\\_Protocol\\_a\\_Corporate\\_Accounting\\_and\\_Reporting\\_Standard](https://www.researchgate.net/publication/333671022_WBCSDWRI_2004_Greenhouse_Gas_Protocol_a_Corporate_Accounting_and_Reporting_Standard)>. Acesso em 08 abr. 2023.

WHO. **Novel Coronavirus (2019-nCoV): Situation report -1**. World Health Organization, EUA, jan./2020. Disponível em: <<https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/situation-reports/>>. Acesso em: 8 jul. 2020.

XIMENES *et al.* **Emoções momentâneas: comportamentos e hábitos cotidianos pós-pandemia**. Centro de Síntese USP Cidades Globais do IEA/USP. 2020. Disponível em: <<http://www.iea.usp.br/pesquisa/projetos-institucionais/usp-cidades-globais/emoco-es-momentaneas-comportamentos-e-habitos-cotidianos-pos-pandemia>>. Acesso em: 13 jun. 2023

YAN, Xiaoyu *et al.* **Effects of ethanol on vehicle energy efficiency and implications on ethanol life-cycle greenhouse gas analysis**. *Environmental science & technology*, v. 47, n. 11, p. 5535-5544, 2013. Disponível em: <<https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es305209a>>. Acesso em: 22 jun. 2023.

YIN, Xiang *et al.* **China's transportation energy consumption and CO2 emissions from a global perspective**. *Energy Policy*, v. 82, p. 233-248, 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421515001275>>. Acesso em: 22 jun. 2023.

**APÊNDICE A - Distâncias até o trabalho**

Índice	Dist. até o trabalho (Km)	Dist. ida e volta (Km)
1	70,4	140,8
2	20,6	41,2
3	28,4	56,8
4	7,2	14,4
5	5	10
6	9,4	18,8
7	23,6	47,2
8	18,8	37,6
9	9,4	18,8
10	18,7	37,4
11	44,8	89,6
12	19,7	39,4
13	5,4	10,8
14	55	110
15	16,5	33
16	6,6	13,2
17	37,2	74,4
18	6,8	13,6
19	73,3	146,6
20	287	574
21	36,4	72,8
22	6,8	13,6
23	83,7	167,4
24	68,8	137,6
25	3,4	6,8
26	11,7	23,4
27	17,2	34,4
28	8,4	16,8
29	28,1	56,2
30	6	12
31	4	8
32	39,2	78,4
33	79,3	158,6
34	74,2	148,4
35	88,1	176,2
36	14,2	28,4
37	29,4	58,8
38	93,7	187,4
39	12	24

40	7	14
41	45,9	91,8
42	12,2	24,4
43	31,8	63,6
44	10,8	21,6
45	27,9	55,8
46	25	50
47	151	302
48	12,3	24,6
49	8,6	17,2
50	23,1	46,2
51	30,5	61
52	72,5	145
53	17,3	34,6
54	42,6	85,2
55	21,7	43,4
56	57,2	114,4
57	11,7	23,4
58	75,6	151,2
59	15	30
60	11,7	23,4
61	3,4	6,8
62	35,1	70,2
63	41,9	83,8
64	31,6	63,2
65	42,7	85,4
66	6,8	13,6
67	31,3	62,6
68	32,9	65,8
69	24,7	49,4
70	26,1	52,2
71	27,5	55
72	23,2	46,4
73	18,6	37,2
74	6,5	13
75	25	50
76	32,4	64,8
77	45,7	91,4
78	35,3	70,6
79	31,9	63,8
80	34,1	68,2
81	33,2	66,4

82	8,4	16,8
83	77	154
84	80,5	161
85	17,8	35,6
86	45,6	91,2
87	8	16
88	8,9	17,8
89	18	36
90	45,5	91
91	15,7	31,4
92	24,8	49,6
93	43,1	86,2
94	29	58
95	23,4	46,8
96	18,6	37,2
97	118	236
98	14,5	29
99	80,7	161,4
100	72,5	145
101	88,2	176,4
102	30	60
103	10,1	20,2
104	25,3	50,6
105	48,3	96,6
106	224	448
107	14,6	29,2
108	45,6	91,2
109	13,7	27,4
110	12	24
111	40,2	80,4
112	22,1	44,2
113	45,4	90,8
114	110	220
115	89,2	178,4
116	68	136
117	12,1	24,2
118	11,1	22,2
119	55,5	111
120	8,1	16,2
121	12,4	24,8
122	14,4	28,8
123	89,1	178,2

124	23,9	47,8
125	75,1	150,2
126	84,9	169,8
127	31,1	62,2
128	72,4	144,8
129	303	606
130	84,9	169,8
131	12,1	24,2
132	24,1	48,2
133	27,2	54,4
134	24,7	49,4
135	33,1	66,2
136	159	318
137	74,9	149,8
138	19,1	38,2
139	8	16
140	7,3	14,6
141	102	204
142	92,8	185,6
143	8,6	17,2
144	81,2	162,4
145	77	154
146	145	290
147	20,5	41
148	20,6	41,2
149	10,5	21
150	166	332
151	83,7	167,4
152	37,3	74,6
153	33	66
154	39,5	79
155	33,2	66,4
156	9,5	19
157	39,3	78,6
158	19,5	39
159	297	594
160	12,1	24,2
161	21,3	42,6
162	28,7	57,4
163	10,8	21,6
164	35,3	70,6
165	30,4	60,8

166	73,4	146,8
167	38,5	77
168	78,7	157,4
169	74,9	149,8
170	9,6	19,2
171	304	608
172	72,6	145,2
173	6,8	13,6
174	30,2	60,4
175	40,3	80,6
176	33,9	67,8
177	24,6	49,2
178	25	50
179	88,2	176,4
180	2,9	5,8
Soma	8032,3	16064,6

Fonte: Elaborado pelo autor.