

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**RENATA GENIPLO DZEMBATYI
LEONARDO LUÍS VIEIRA RAMOS**

**ANÁLISE DA PEGADA DE CARBONO DOS ALUNOS DE ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO DA UTFPR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PONTA GROSSA 2019

**RENATA GENIPLO DZEMBATYI
LEONARDO LUÍS VIEIRA RAMOS**

**ANÁLISE DA PEGADA DE CARBONO DOS ALUNOS DE ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO DA UTFPR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, do Departamento de Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Neves Puglieri

**PONTA GROSSA
2019**

	<p>Ministério da Educação UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ CÂMPUS PONTA GROSSA Departamento Acadêmico de Engenharia de Produção</p>	 <p>UTFPR UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ</p>
---	---	--

TERMO DE APROVAÇÃO DE TCC

ANÁLISE DA PEGADA DE CARBONO DOS ALUNOS DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA UTFPR

por

Renata Geniplo Dzembaty

Leonardo Luis Vieira Ramos

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 04 de julho de 2019 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. FABIO NEVES PUGLIERI
Prof. Orientador

Prof. Dr. DANIEL POLETTO TESSER
Membro titular

Prof. Dra. JOSEANE PONTES
Membro titular

AGRADECIMENTOS

Renata:

Agradeço primeiramente a Deus, por me manter forte perante todas as dificuldades.

Agradeço a minha família por todo o amor e carinho, e por todo o apoio nesses anos de caminhada.

Agradeço ao meu namorado Erick, por me incentivar e me apoiar em todas as minhas decisões, e por estar presente em todos os momentos de dificuldade.

Agradeço ao meu orientador, Profº Fabio Puglieri, por todo o apoio e conhecimento compartilhado.

E agradeço aos meus amigos, por todas as experiências vividas nesses anos de faculdade.

Leonardo:

Agradeço a Deus, por me dar forças para vencer as dificuldades.

Agradeço a minha família por todo amor e carinho que me deram ânimo para não desistir.

Agradeço aos meus professores pela dedicação e a meus amigos pelo companheirismo.

DZEMBATYI, Renata Geniplo; RAMOS, Leonardo Luis Vieira. **Análise da Pegada de Carbono dos Alunos de Engenharia de Produção da UTFPR.** 2019. 88f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2019.

RESUMO

O aquecimento global é um problema que tem se agravado devido a interação humana e atividades industriais, pois essas atividades emitem gases de efeito estufa e, por consequência, interferem na mudança do clima e no bem-estar do planeta. As mudanças climáticas geram graves consequências ao meio ambiente, por isso, diversas organizações têm se preocupado em reduzir suas emissões, seja através de políticas de redução, acordos internacionais, como o Protocolo de Quioto, ou por ações voluntárias. A proposta desta pesquisa é o cálculo de emissões de gases de efeito estufa provindo dos transportes utilizados pelos alunos de Engenharia de Produção da UTFPR, dos câmpus Londrina, Medianeira e Ponta Grossa, para frequentarem as atividades acadêmicas. Para isso foi utilizado um questionário disponibilizado para alunos dos três campus e posteriormente foi feito um inventário com o auxílio da ferramenta *GHG Protocol*. Através das respostas obtidas, foi possível a realização do cálculo da emissão de gases de efeito estufa e, com a média por aluno, foi possível estimar a emissão total de cada campus em relação aos transportes para compreender mais sobre o impacto que os transportes geram. A emissão total dos alunos de Engenharia de Produção dos três câmpus foi calculada e posteriormente foi possível simular o impacto de cenários mais sustentáveis e propor melhorias, como a mitigação por plantio de árvores, conscientização dos alunos e transportes mais sustentáveis.

Palavras-chave: Mudanças Climáticas, Pegada de Carbono, *GHG Protocol*, Sustentabilidade em Universidades

DZEMBATYI, Renata Geniplo; RAMOS, Leonardo Luis Vieira. **Analyzes of the carbon footprint issued by UTFPR production engineering students**. 2019. 88f. Work of Conclusion Course ((Graduation in Industrial Engineering) – Federal Technology University – Paraná, Ponta Grossa, 2019.

ABSTRACT

Global warming is a problem that has been aggravated by human interaction and industrial activities, as these activities emit greenhouse gases and, as a consequence, interfere with climate change and the well-being of the planet. Climate change has serious consequences for the environment, so a number of organizations have been concerned with reducing their emissions, whether through reduction policies, international agreements such as the Kyoto Protocol, or through voluntary actions. The proposal of this research is the calculation of emissions of greenhouse gases coming from the transport used by the students of Production Engineering of the UTFPR, from the Londrina, Medianeira and Ponta Grossa, to attend the academic activities. For this purpose a questionnaire was made available to students from the three campuses and an inventory was later made with the help of the GHG Protocol tool. Through the answers obtained, it was possible to calculate the emission of greenhouse gases and, with the average per student, it was possible to estimate the total emission of each campus in relation to transport to understand more about the impact that transport generates. The total emission of Production Engineering students from the three campuses was calculated and later it was possible to simulate the impact of more sustainable scenarios and propose improvements, such as tree planting mitigation, student awareness and more sustainable transport.

Keywords: Climate Changes, Carbon Footprint, GHG Protocol

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Principais Gases de Efeito Estufa, GWP e Fontes.....	18
Quadro 2: Dados obtidos pela RBS	46
Quadro 3: Total de Alunos de EP por Campus da UTFPR	49
Quadro 4: Consumo de Combustível (em litros) por Meio de Transporte Campus Londrina	58
Quadro 5: Consumo de Combustível (em litros) por Meio de Transporte Campus Medianeira	58
Quadro 6: Consumo de Combustível (em litros) por Meio de Transporte Campus Ponta Grossa	58
Quadro 7: Fatores de Emissão por Tipo de Combustível.....	59
Quadro 8: Consumo Total de Combustível e Emissões de GEE por tipo de combustível em cada campus	61
Quadro 9: Emissão Média por Aluno.....	62
Quadro 10: Emissão Total por Campus	62
Quadro 11: Soluções de Melhoria para minimizar os impactos causados pelas emissões	71

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Índice de Temperatura Terrestre Oceano Global.....	19
Figura 2: Índice de CO2 na Atmosfera	20
Figura 3: Escopo de Emissões de GEE pelo GHG Protocol	25
Figura 4: 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável	36
Figura 5: Classificação da Pesquisa	39
Figura 6: Etapas para realização da pesquisa	40
Figura 7: Etapas do Desenvolvimento Teórico.....	41
Figura 8: Modelo Para Condução da RBS	43
Figura 9: Procedimento iterativo da fase de processamento	46
Figura 10: Menu de categorias da planilha de cálculo GHG Protocol	53
Figura 11: Distância UTFPR Londrina – Centro	56
Figura 12: Distância UTFPR Medianeira - Centro	56
Figura 13: Distância UTFPR Ponta Grossa - Centro.....	57

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Total de respostas por campus obtidas através da aplicação do questionário.....	54
Gráfico 2: Meios de Transporte utilizados pelos alunos	55
Gráfico 3: Distância entre a residência dos alunos e o campus da UTFPR	59
Gráfico 4: Quantidade de veículos por tipo de combustível utilizado para deslocamento dos alunos.....	60
Gráfico 5: Resposta à pergunta “O que você sabe sobre Pegada de Carbono?”	63
Gráfico 6: Respostas à pergunta “Você se sensibiliza com questões relacionadas a Aquecimento Global e Mudanças Climáticas em âmbito mundial?”	65
Gráfico 7: Respostas à pergunta “Você já optou o uso de algum transporte levando em consideração a opção mais saudável para o meio ambiente?”	66
Gráfico 8: Pessoas por Tipo de Transporte referente ao campus de Medianeira.....	67
Gráfico 9: Respostas referente à pergunta “Se você vai de carro à universidade, em média quantas pessoas geralmente vão com você?”	69
Gráfico 10: Respostas referente à pergunta “Quantas vezes por dia você se deslocava à UTFPR durante o ano de 2018?”	70

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 PROBLEMA	12
1.2 JUSTIFICATIVA	13
1.3 OBJETIVO GERAL	15
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1.5 DELIMITAÇÃO DO TEMA	16
2 REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1 AQUECIMENTO GLOBAL	17
2.2 PEGADA DE CARBONO	23
2.2.1 Gerenciamento da Pegada de Carbono	24
2.2.2 Metodologias de Gerenciamento da Pegada de Carbono	27
2.2.2.1 Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)	27
2.2.2.2 <i>Greenhouse Gas Protocol</i>	28
2.2.2.3 ISO 14067	30
2.3 SUSTENTABILIDADE NA UNIVERSIDADE	30
2.3.1 AÇÕES DE SUSTENTABILIDADE NA UTFPR	34
3. METODOLOGIA	39
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	39
3.2 DESENVOLVIMENTO TEÓRICO DA PESQUISA	40
3.2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	41
3.2.1.1 Método Revisão Bibliográfica Exploratória	42
3.2.1.2 Método Revisão Bibliográfica Sistemática	42
3.3 APLICAÇÃO DA FERRAMENTA	47
3.3.1 Definição da Ferramenta de Cálculo	48
3.3.2 Definição da Amostra	48
3.3.3 Aplicação do Questionário	49
3.3.4 Aplicação da Ferramenta	50
3.3.5 Definição das ações de mitigação de CO ₂	51
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	53
4.1 ANÁLISE E APLICAÇÃO DOS DADOS	53
4.2 ANÁLISE DOS FATORES E AÇÕES AMBIENTAIS	63
4.3 PROPOSTAS PARA REDUÇÃO DE EMISSÕES	67
4.4 CÁLCULO DO PLANTIO DE ÁRVORES DE MITIGAÇÃO DE CO ₂	72
4.4.1 Cálculo Do Plantio De Árvores para Mitigação De Co ₂ Em Londrina	72
4.4.2 Cálculo Do Plantio De Árvores para Mitigação de Co ₂ Em Medianeira	72
4.4.3 Cálculo Do Plantio para Árvores De Mitigação De Co ₂ Em Ponta Grossa	73
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	74
REFERÊNCIAS	77

1 INTRODUÇÃO

Fenômenos como o Aquecimento Global, o Efeito Estufa e Mudanças Climáticas passaram a ter uma importância maior na mídia, devido a relevância que estes temas possuem quando se trata da vida do planeta. Muito se vem falando sobre isso, pois chegou-se à conclusão que para manter os recursos naturais da Terra, mesmo com o enorme crescimento populacional, é necessário buscar uma diversidade maior de meios de conservação, além de implantar uma cultura de "consumo consciente" (MUNIZ, 2010).

São vários os fatores que vêm causando o Aquecimento Global, porém, as mudanças na concentração de Gases de Efeito Estufa (GEE) ocorrem principalmente pelo aumento de atividades antrópicas e setores da economia, como agricultura, pecuária, transporte, uso de combustíveis fósseis, tratamento de dejetos de animais, entre outros. A principal evidência desse fenômeno é a mudança no clima, que causa por exemplo, aumento da temperatura média global do ar e dos oceanos, derretimento das geleiras, elevação do nível do mar e aumento na frequência de eventos climáticos, como furacões, chuva ácida, entre outros (BRASIL, 2018).

Devido ao aumento das mudanças climáticas e uso excessivo de recursos devido a atividades industriais e humanas, há uma preocupação maior com questões relacionadas a preservação do meio ambiente, geração de resíduos e demais conceitos de sustentabilidade. Essa preocupação surge por parte da sociedade e agentes envolvidos, desta forma, iniciou-se um aumento com a preocupação das instituições em relação aos impactos que suas atividades possam causar ao meio ambiente, seja pela emissão de GEE, geração de resíduos, transportes, ou demais atividades. Diversas organizações estão buscando minimizar impactos e com isso, tornar suas atividades mais sustentáveis, e para alcançar esse resultado, é necessário que todos os possíveis danos sejam identificados e gerenciados de maneira correta (STEPHANOU, 2013).

É fato que a gestão ambiental vem ganhando grande espaço no meio empresarial, porém não é apenas nesse setor que esta vem crescendo. O

desenvolvimento da consciência ecológica em diferentes camadas e setores da sociedade envolve também o setor da educação, um exemplo são as Instituições de Ensino Superior (IES). O papel das IES no processo de desenvolvimento tecnológico, preparação de estudantes e fornecimento de informações e conhecimento, deve também ser utilizado para construir o desenvolvimento de uma sociedade sustentável e justa (TAUCHEN; BRANDLI, 2006, p. 503).

Para facilitar a implementação de inventários de gases de efeito estufa, e desta maneira poder identificar e controlar a geração desses gases, algumas organizações, como o *World Resources Institute* (WRI), em parceria com a Fundação Getúlio Vargas (FGV). Foram criados métodos eficientes e generalizados para realização de inventários de gerenciamento de GEE que pode ser aplicado por qualquer instituição que tenha interesse. O *GreenHouse Gas* (GHG) *Protocol* é uma ferramenta que auxilia nessa implementação, além de possuir uma metodologia de fácil entendimento e que engloba todas as áreas onde ocorram possíveis emissões, auxiliando o gerenciador a tomar a melhor decisão possível para eliminar ou reduzir essas causas (FGV; WRI, 2008).

1.1 PROBLEMA

As IES atendem milhares de pessoas diariamente, o que faz com que provoquem vários impactos ambientais significativos, e mesmo não estando classificadas dentre as atividades reconhecidas como altamente poluidoras, de acordo com a legislação vigente, os efeitos negativos causados pelo elevado consumo de energia, de recursos naturais, de produtos industrializados renováveis e não renováveis, geração de resíduos sólidos e efluentes, incluindo GEE (gases de efeito estufa), do fomento de adensamento demográfico, que pode ou não facilitar ou induzir o uso de veículos de transporte particular, impactando o fluxo humano, o trânsito de pessoas e veículos, modifica a paisagem natural e causa grandes impactos negativos ao meio ambiente e a qualidade de vida da população (CÓFFANI-NUNES, 2012, p. 50).

O meio de transporte utilizado pelos alunos para se deslocar a universidade pode contribuir negativamente para emissão de GEE na atmosfera,

uma vez que utilizados de maneira não consciente, já que em muitos casos nota-se a utilização de veículos particulares com apenas um passageiro.

Em meio a esse contexto surge o seguinte problema se pesquisa: Qual o impacto ambiental causado pela emissão de gases de efeito estufa gerados pelo transporte dos alunos de Engenharia de Produção dos câmpus de Londrina, Medianeira e Ponta Grossa ao se deslocarem à UTFPR?

1.2 JUSTIFICATIVA

Por mais que as mudanças climáticas sejam um fenômeno natural, percebe-se que as atividades humanas estão influenciando essas mudanças, fazendo com que elas apresentem características distintas, como a concentração de dióxido de carbono, que excedeu as variações naturais dos últimos 650 mil anos. Praticamente todas as atividades humanas e setores da economia emitem gases de efeito estufa (GEE) colaborando para o aumento da temperatura média do planeta (BRASIL, 2018).

De acordo com o BNDES (1999) dados obtidos de amostras de árvores, corais e outros métodos indiretos sugerem que as temperaturas da superfície terrestre estão mais quentes do que nos últimos 600 anos. Em alguns casos o impacto causado pelo aumento da temperatura poderá ser irreversível. Cidades costeiras e países insulares são mais vulneráveis à essas mudanças climáticas, podendo sofrer inundações a médio e longo prazos.

Segundo o Ministério do Meio ambiente (2011) às consequências do aumento da temperatura são graves para os seres humanos e todos os outros seres vivos, podendo acarretar na intensificação dos eventos climáticos, elevação dos níveis dos mares e oceanos, impactos na agricultura, mudanças nos regimes das chuvas e impacto no bem-estar e na saúde das populações.

Alguns efeitos já foram percebidos como: alteração no suprimento de água doce, maior número de ciclones, forte e rápido ressecamento do solo, tempestades de chuva e neve fortes e mais frequentes, entre outros (BNDES, 1999).

O protocolo do Quioto estabeleceu, em 1997, metas de uma redução de 5% das emissões de GEE para 37 países desenvolvidos. O Brasil, mesmo não

estando dentre esses países, estabeleceu voluntariamente metas próprias para a redução das emissões de GEE no território nacional. O Brasil tem sido referência mundial no desenvolvimento de soluções para a mitigação de emissões e na construção de mecanismos de adaptação (BRASIL, 2011).

A Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), instituída pela Lei nº 12.187, de 2009, oficializa o compromisso voluntário do Brasil com a ONU de diminuir a emissão de GEE, tendo como meta cortar entre 36,1% e 38,9% as emissões até 2020. Essas medições são feitas a cada 5 anos, nos setores: uso da terra e florestas, agropecuária, processos industriais, tratamento de resíduos e energia (BRASIL, 2018).

As mudanças climáticas e seus impactos já são realidade em todo mundo, e causam grande preocupação para governos, organizações e sociedade em geral. Existem metas e desafios para reduzir as emissões de GEE em todo mundo, a fim de tentar combater o aumento da temperatura global nas próximas décadas. Porém, para iniciar qualquer medida, é necessário antes saber as principais fontes causadoras dessas emissões e as consequências que estas trazem, por isso, ressalta-se a importância da realização de inventários de GEE, para ter um controle maior das causas dessas emissões e abrir possibilidades de aprimorar a gestão de emissões pelas organizações, que tem um papel fundamental em relação a emissões de GEE, portanto, são um importante meio para que o Brasil possa atingir suas metas de redução de emissões (FREITAS, 2017).

Mesmo a indústria estando no centro das discussões sobre questões ambientais, uma vez que foi após a Revolução Industriais que os problemas ambientais se intensificaram, esses problemas não são causados apenas pelo setor produtivo, outros setores também contribuem com o impacto ao meio ambiente. Uma IES necessita, para seu funcionamento, de diversos insumos (materiais e energia), que pode apresentar subprodutos como resíduos sólido e emissões líquidas e gasosos, que podem gerar riscos e ameaçam o próprio sistema, logo, o que diferencia uma IES das demais organizações, no que diz respeito a gestão ambiental, é o ramo de atividade, desta forma, as instituições não podem e nem devem se esquivar se duas responsabilidades sociais e ambientais (BRITO, 2015, p.79).

Devido ao fato dos constates questionamentos relacionados a questões ambientais na comunidade acadêmica, esta ação será aplicada como forma de contribuir com a UTFPR, de maneira a implantar ações em áreas ambientais ainda pouco exploradas pelos câmpus de estudo. Sendo assim, este estudo mostra-se relevante ao fornecer informações sobre os impactos ambientais causados pelo transporte utilizado pelos alunos de engenharia de produção para se deslocarem a instituição. Os resultados deste trabalho abrem precedentes para outras áreas de pesquisa e aplicações de outras ações relacionadas a pegada de carbono e mudanças climáticas, além do fato, de ao identificar as principais causas de impactos, poderão ser implantadas ações imediatas a fim de reduzir o impacto causado ao meio ambiente.

1.3 OBJETIVO GERAL

Identificar e analisar os impactos causados pela emissão de gases de efeito estufa causados pelo transporte dos alunos de Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, dos câmpus de Londrina, Medianeira e Ponta Grossa gerados pelo deslocamento dos alunos até a universidade.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos para realização desta pesquisa são:

- i. Levantar a base teórica para realização e aplicação da pesquisa, como conceitos básicos e específicos relacionados a pegada de carbono e ferramentas, mudanças climáticas e gases de efeito estufa.
- ii. Identificar e compreender as etapas de aplicação da ferramenta *GHG Protocol*.
- iii. Levantar informações sobre o deslocamento dos alunos do curso de Engenharia de Produção em três campus da UTFPR.

- iv. Conhecer a pegada de carbono do deslocamento dos alunos do curso de Engenharia de Produção em três campus da UTFPR
- v. Sugerir oportunidades de melhoria para redução do impacto.
- vi. Realizar a mitigação de CO₂ através do cálculo do plantio de árvores.

1.5 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Esta pesquisa delimita-se em aplicar a ferramenta GHG *Protocol* na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, nos câmpus de Londrina, Medianeira e Ponta Grossa, com o objetivo de identificar o impacto causado pela emissão de gases de efeito estufa gerados pelo transporte dos alunos utilizados para deslocamento até a universidade e com isso sugerir melhorias para reduzir esses impactos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

O presente capítulo de revisão da literatura introduz os principais conceitos relacionados ao tema da pesquisa. Nesse sentido, serão apresentadas definições sobre aquecimento global, ferramentas de pegada de carbono e como essa questão vem sendo tratada por meio de ações de melhoria em campuses universitários.

2.1 AQUECIMENTO GLOBAL

Mesmo que durante os anos, as mudanças climáticas tenham apresentado variação no decorrer do tempo, nota-se que nos tempos atuais, essas variações ocorreram de forma mais distinta. Em 2005, por exemplo, a concentração de dióxido de carbono na atmosfera foi mais alta que nos últimos 650 mil anos. Outro fato que distingue dos tempos atuais de antigamente, é a origem dessas mudanças, uma vez que no passado, a maior parte da mudança era causada por fenômenos naturais, nos últimos 50 anos, essas mudanças devem em sua maioria, a atividades humanas (BRASIL, 2019).

Pode-se perceber as várias consequências que essas mudanças climáticas estão trazendo ao planeta, a principal evidência é o fenômeno chamado Aquecimento Global, que consiste no aumento da temperatura da média da Terra, do ar e dos oceanos, ocasionando por exemplo, o derretimento das geleiras, elevação no nível do mar, entre outros. Esse fenômeno é causado por vários fatores, sendo o principal deles, o aumento da concentração de Gases de Efeito Estufa (GEE) na atmosfera terrestre (BRASIL, 2019).

O Aquecimento Global é atualmente um dos fenômenos mais discutidos pela mídia e por estudiosos, desde 1990, quando começaram a surgir os primeiros relatórios do Painel Internacional de Mudanças Climáticas (IPCC) (MUNIZ, 2010).

O Efeito Estufa é conhecido como um fenômeno natural que se constitui do aumento da temperatura da atmosfera terrestre. Alguns gases, como o gás carbônico (CO₂) e o metano (CH₄), são considerados gases estufa pelo fato de reterem o calor do Sol na troposfera terrestre, o que causa um aumento médio na temperatura da Terra (MOZETO, 2001). O quadro a seguir apresenta uma

síntese dos principais gases que contribuem para o EE, seu potencial de aquecimento global (em CO₂ equivalente) e principais fontes geradoras.

Quadro 1: Principais Gases de Efeito Estufa, GWP e Fontes.

Gás	Potencial de aquecimento global (GWP¹) (CO₂ eq.)	Principais fontes
CO₂	1	Queima de combustíveis fósseis
CH₄	20 - 25	Pecuária, produção de combustíveis não renováveis e aterros
N₂O	310	Tratamento de efluentes
HFC e PFC	140 - 11700	Como gás refrigerante, solvente, em propulsores, espumas e aerossóis

Fonte: A autoria própria (2019)

O quadro 1 mostra que os gases de efeito estufa surgem a partir de várias atividades, como por exemplo atividades humanas, agricultura, pecuária, tratamento de resíduos, transporte, queima de combustíveis fósseis, desmatamento, entre outros. Dentro de todos os gases que são prejudiciais ao meio ambiente, há três principais gases e duas famílias de gases, que são regulamentados pelo Protocolo de Quioto, entre eles está o Dióxido de Carbono (CO₂), o mais abundante dos GEE, que é resultado de diversas atividades, como por exemplo a mudança do uso da terra. Suas emissões aumentaram em cerca de 35% desde a era industrial. O gás metano, que é resultante da decomposição da matéria orgânica, como aterros sanitários e lixões, possui GWP de 20 a 25 vezes maior que o CO₂. Outro gás é o óxido nitroso (N₂O), resultante por exemplo do tratamento de dejetos animais e uso de fertilizantes, cujo índice de aquecimento global é 310 vezes maior de o do CO₂. (BRASIL, 2018).

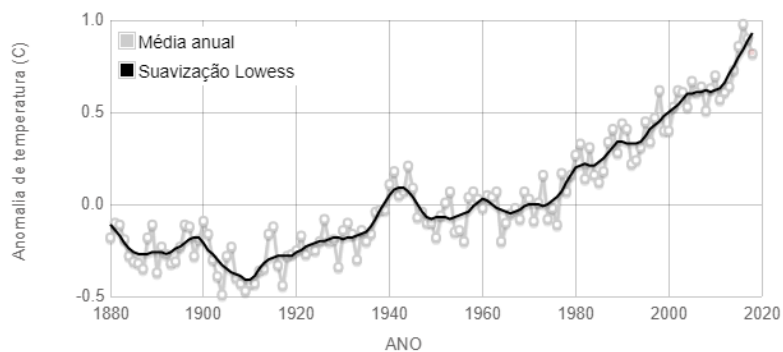
Existem também duas famílias de gases, a família dos hidrofluorcarbonos (HFCs), que são gases que não agredem a camada de ozônio, porém tem alto potencial de aquecimento global, variando de 140 a 11.700. E por fim, a família dos perfluorcarbonos (PFCs), cujo GWP varia de 6.500 a 9.200 e são utilizados

¹ Medida que relaciona o potencial de aquecimento global de uma grama de um gás a uma grama de CO₂

como gases refrigerantes, solventes, entre outros (BRASIL, 1999; HOUGHTON et al, 2001; BORTOLI et al. 2012; ECO, 2014; BRASIL, 2018; MARQUI, 2018).

A concentração de GEE na atmosfera vem sendo responsável pelo aumento da temperatura global nas últimas décadas (NASA, 2019), como é possível observar pelo gráfico representado pela figura 2.

Figura 1: Índice de Temperatura Terrestre Oceano Global

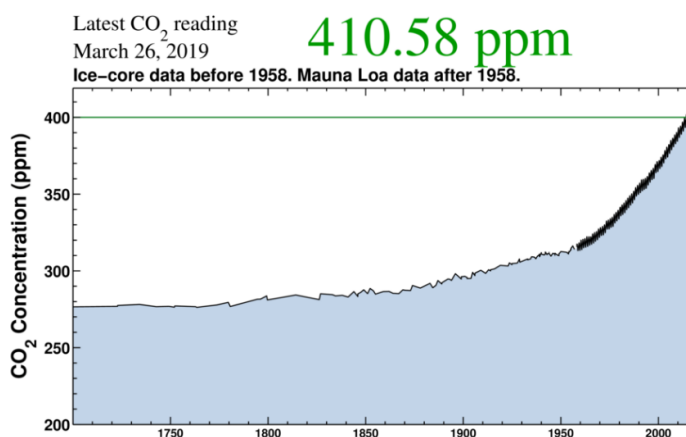


Fonte: Instituto Goddard da NASA para Estudos Espaciais (GISS) (2019).

De acordo com os dados da figura 1, desde meados da década de 1960, a temperatura global vem apresentando variações positivas. Também, de acordo com a NASA (2019), dezoito dos dezenove anos mais quentes ocorreram desde 2001, com exceção de 1998, sendo 2016 foi o mais quente já registrado até agora.

O CO₂ é um dos principais gases causadores do Efeito Estufa, e a cada ano o planeta ultrapassa cada vez mais os níveis de dióxido de carbono presentes na atmosfera. O ano de 2016, conhecido como o ano mais quente já registrado, também foi o ano em que um recorde foi quebrado, 400 partes por milhão de dióxido de carbono estavam presentes na atmosfera. Segundo Jones (2019), a Terra nunca teve tanta concentração de CO₂ assim na atmosfera desde milhões de anos atrás.

O gráfico representado pela figura 2 mostra a evolução da concentração de CO₂ presente na atmosfera, desde 1700 até os anos atuais.

Figura 2: Índice de CO₂ na Atmosfera

Fonte: Scripps Institution of Oceanography (2019).

Pode-se perceber que esse índice só vem aumentando com o decorrer dos anos, e com isso, a temperatura média da terra também irá aumentar, pois o ano de 2016 estava cerca de 1,1 grau Celsius mais quente que os níveis pré-industriais (JONES, 2019).

O aumento da temperatura ocorre pelo fato de haver o aumento da concentração de GEE na atmosfera, pois mesmo eles não sendo capazes de absorver a radiação solar, eles conseguem absorver a radiação de retorno. Isso faz com que a temperatura da Terra se mantenha 30°C mais elevada, dessa maneira possibilita a vida no planeta, pois sem o efeito estufa natural a Terra seria um enorme deserto congelado. (MENDONÇA; GUTIEREZ, 2000).

Consequências deste fenômeno já estão sendo percebidas, dentre as principais delas estão: o derretimento das geleiras, o aumento na frequência de eventos climáticos, como tempestades, furacões e chuva ácida, extinção de espécies, entre outros (MUNIZ, 2010).

Os GEE são danosos devido ao fato de alguns deles permanecerem até um século na atmosfera, retendo calor e aumentando a temperatura no planeta. O fato desses gases existirem de maneira natural é o que mantém o planeta aquecido suficientemente para manter vida na Terra, porém, devido principalmente a ação humana o número desses gases está se intensificando, o que gera o efeito estufa e causa o aquecimento global (VIANNA, 2007).

Todos esses fatos comprovam a necessidade de considerar o porquê dessas emissões ocorrem e como evitá-las. Os avanços tecnológicos e o

consumo da energia tendem a acompanhar o crescimento da população, por este motivo devem ser tomadas providências para suprimir essas emissões, pois a cada dia cria-se uma situação insustentável (VIANNA, 2007).

Várias nações já estão iniciando projetos a fim de diminuir essas emissões. A União Europeia é uma delas, possuindo como objetivo diminuir em cerca de 20% das emissões de GEE até o ano de 2020 (RADU; SCRIECIU; CARACOTA, 2013).

Um dos marcos importantes no combate ao aquecimento global foi a assinatura do Protocolo de Quioto, no Japão, em 1997. O objetivo principal deste acordo foi o de gerar um comprometimento de todos os países industrializados com o meio ambiente, a fim de reduzirem as emissões de GEE em cerca de 5% entre os anos de 1990 e 2012. (MUNIZ, 2010). No segundo período do protocolo as emissões deveriam ser reduzidas em 18% abaixo dos níveis de 1990 entre os anos 2013-2020 (MMA, 2018). Constitui um tratado complementar à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança de Clima, buscavam definir objetivos e metas para redução de emissão de GEE nos países em desenvolvimento, pois naquela época estes países estavam com sua economia em transição rumo ao capitalismo (BRASIL, 2018).

Já em dezembro de 2015, líderes mundiais realizaram a chamada COP21 (Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas), onde foi assinado o Acordo de Paris, na França. Esta teve por objetivo discutir questões fundamentais, onde os líderes trabalharam a fim de criar uma estrutura internacional, que fosse clara a qualquer um que quisesse participar, a fim de evitar a ameaça causada pelas mudanças climáticas e defenderem a ideia de um futuro de baixo carbono e resiliente ao clima (HERBSTEIN, 2016).

Como resultado do Protocolo de Quioto e do Acordo de Paris, muitas organizações, como grandes geradoras de GEE, passaram a monitorar e inventariar suas emissões ((SCIPIONI; MASTROBUONO; MAZZI; MANZARDO; 2010; COMYNS, 2018). Segundo Scipioni, Manzardo, Mazzi e Mastrobuono (2012), as organizações podem diminuir os impactos das mudanças climáticas adotando estratégias de redução de GEE. Para isso, elas podem desenvolver um sistema de apoio a reciclagem, recolhimento de embalagens, aumentar a eficiência de sua produção realizando a manutenção correta das máquinas, reduzir o desperdício, diminuir o uso e o volume das matérias-primas,

principalmente as auxiliares, e também reduzir o consumo de energia e combustíveis de fontes não renováveis.

Uma das abordagens adotadas pelas organizações em relação aos GEE consiste em realizar a pegada de carbono (carbon footprint) por meio de ferramentas de inventário e gestão. Essas ferramentas, além de permitir a organização a conhecer sua situação em relação às emissões de GEE e auxiliar na tomada de decisão, também são importantes instrumentos para quem deseja participar de mercados de carbono (DNV GL, 2018).

Cada tonelada não emitida ou retirada da atmosfera de CO₂e pode ser negociada nesse mercado, cada tonelada equivale a 1 crédito de carbono. Essa negociação geralmente é feita quando uma nação não consegue reduzir suas emissões, desta maneira ela pode obter esses créditos através de países em desenvolvimento e utilizá-los para cumprir suas obrigações. (BRASIL, 2018).

De acordo com Silva e Macedo (2012), o mercado de crédito de carbono também pode ser de grande importância para as empresas, visto que além de melhorar a imagem da empresa, pode ser muito lucrativo, pois além de afetar de forma positiva o retorno financeiro da empresa, também colabora com questões político-social.

O mercado de crédito de carbono evoluiu muito, sendo que em 2002 foi lançado o Fundo Protótipo de Carbono, que se tratava de uma parceria entre dezessete empresas e seis governos gerenciados pelo Banco Mundial. O objetivo deste fundo era de congregar o dinheiro dos participantes e projetos de MDL, dando assim, início a um mercado de carbono efetivo por meio de uma commodity comercializável para a redução de emissão de GEE (LOMBARDI, 2008; BRASIL 2019).

A evolução do mercado de crédito de carbono, juntamente com o cumprimento dos objetivos destacados no Protocolo de Quioto trará, de alguma forma, a geração de lucro para as empresas. Este é um sistema que permite as empresas atingirem suas metas através de um sistema de troca, ou seja, é um espaço internacional de negócios que consiste na comercialização de permissões de emissão e redução de créditos. A razão para este ser um negócio positivo é que ao mesmo tempo que se tem a redução da emissão global de GEE, há também o aumento da rentabilidade e do investimento em novas formas de produção sustentável (SILVA; MACEDO, 2012).

A próxima seção trata de apresentar os conceitos relacionados à pegada de carbono e ferramentas.

2.2 PEGADA DE CARBONO

Pegada de Carbono foi um termo que surgiu nos anos 90 baseado no conceito de "pegada ecológica", onde visava abordar fenômenos e medições de impactos relacionados a mudanças climáticas. O conceito refere-se aos impactos causados por atividades humanas no meio ambiente, principalmente se tratando de emissões de GEE (RADU; SCRIECIU; CARACOTA, 2013). Geralmente, este termo se refere ao total de emissões de GEE que ocorrem durante todo o ciclo de vida de um produto ou atividade e costumam ser expressas em unidades de dióxido de carbono equivalente (CO₂eq) (LIU; WANG; SU, 2016).

A fim de gerenciar e reduzir as emissões de GEE, pode-se realizar o cálculo da pegada de carbono, pois esta serve como uma ferramenta de avaliação e de gerenciamento de GEE para as empresas. Após realizado este cálculo, pode-se identificar os pontos fracos a serem eliminados ou melhorados, podendo agir também como um indicador de desenvolvimento sustentável (RADU; SCRIECIU; CARACOTA, 2013).

A pegada de carbono pode ser vista de duas maneiras, a primeira é a pegada de carbono de um produto, onde o rótulo de carbono é definido pela quantidade total de GEE emitidos ao longo de todo ciclo de vida do produto. A origem destas emissões pode estar na produção, no transporte, no consumo final, na eliminação de resíduos, entre outros. A segunda maneira é a pegada de carbono de uma empresa, que também avalia as emissões de GEE, mas no estágio da produção. Geralmente a pegada de carbono de um produto é mais utilizada, pois a maioria das empresas prefere colocar este rótulo nas embalagens e indicar as emissões de GEE em toda cadeia (LIU; WANG; SU, 2016).

O uso de pegada de carbono pelas empresas é uma ferramenta muito útil, principalmente pela divulgação de dados e comunicação com os *stakeholders*, uma vez que pode relatar questões relevantes para o público e fornecer aos

consumidores informações que venham a ser de cunho informativo na hora de escolherem seus produtos. (PETERS, 2010)

2.2.1 Gerenciamento da Pegada de Carbono

Dentro de uma organização existem vários fatores que causam grandes impactos ao meio ambiente, seja na forma de emissão de GEE ou uso inadequado de energia elétrica ou matéria-prima. O primeiro para contribuir com a redução de emissões e efeitos negativos ao ambiente, que são causas do aquecimento global e mudanças climáticas, é a elaboração de um inventário de gases de efeito estufa, pois dessa forma todas as emissões, sua origem e causas podem ser identificadas, reduzidas ou até mesmo extintas (YABUSHITA, 2013).

O relatório de emissão de gases de efeito estufa aborda uma série de áreas que são chave para o gerenciamento da pegada de carbono. Para que este relatório obtenha os melhores resultados são necessárias algumas ações, como definir os termos corretamente, engajamento das partes interessadas, gestão da informação em relação a pegada de carbono, entre outros. Este método é compatível com todas as organizações que possuem interesse em gerir estes índices, sempre com o objetivo de diminuir de alguma forma a emissão de GEE (IBM, 2018).

Quando uma organização se propõe a realizar esse gerenciamento de GEE muitas vantagens são apresentadas a ela, como por exemplo, fazer o gerenciamento e a realização das atividades de maneira correta, surgimento de oportunidades de melhoria e inovação, melhor relacionamento com as partes interessadas, melhoria da imagem da organização, além do fato da redução de impactos causados pela mesma (PINHO, 2009).

Ao realizar a criação de um inventário, deve-se ter em mente que este funciona como um processo contínuo, este documento é quem irá prover informações sobre pontos que podem estar causando problemas ao ambiente, desta forma ajudará a organização a tomar a melhor decisão possível em relação a esse problema. Para isso, existem ferramentas que podem auxiliar a adotar uma metodologia ou protocolo mais generalizados (YABUSHITA, 2013).

Segundo (PINHO, 2009), o gerenciamento de GEE pode ser feito seguindo as seguintes etapas:

(a) Conscientizar as partes interessadas sobre a importância do assunto;
 (b) Implementação de ferramentas para realização da coleta dos dados, além da gestão correta das informações sobre pegada de carbono para realização dos cálculos.

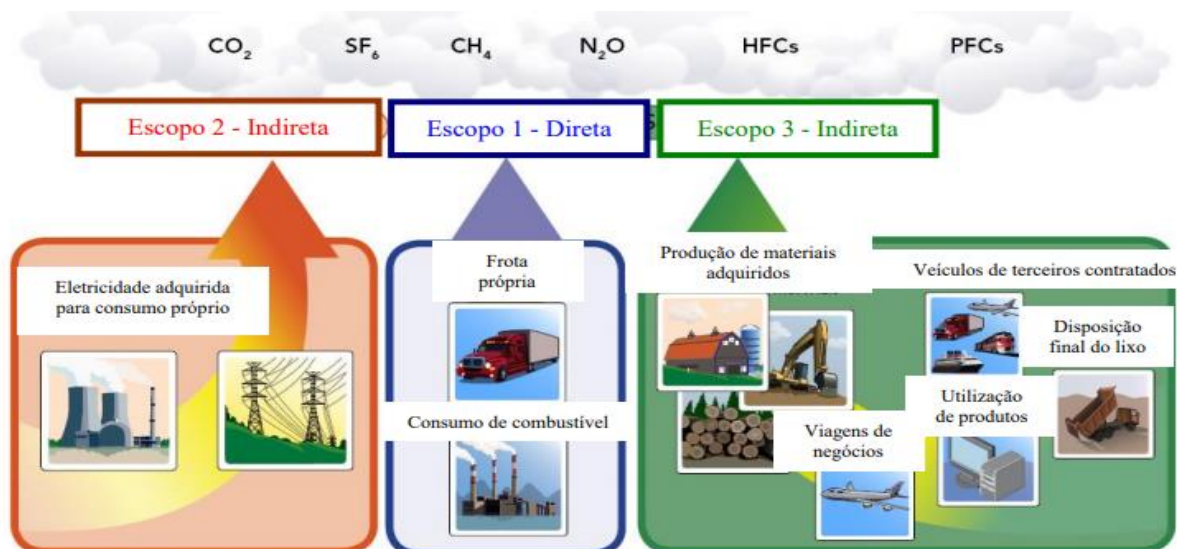
(c) Verificação dos dados a fim de comprovar a consistência dos dados;
 (d) Estabelecer objetivos, planos e metas de redução de emissão;
 (e) Execução das ações previamente estabelecidas sobre redução de emissões;

(f) Comunicação dos resultados para as partes interessadas e cumprimento das metas;

De acordo com o Programa Brasileiro GHG *Protocol* (2019), existem dois tipos de emissões: as emissões diretas, que não aquelas oriundas de fontes que são conhecidas ou controladas pela organização, e as indiretas, que são aquelas resultantes de atividades da organização que está realizando o inventário, porém controladas por outra organização.

Com o objetivo de ajudar a identificar as fontes diretas e indiretas, melhorar a transparência dos resultados para que outras organizações possam tomar o inventário como base foram definidos três escopos para fins de contabilização, conforme são apresentados pela figura a seguir e explicados na sequência (FGV; WRI, 2008):

Figura 3: Escopo de Emissões de GEE pelo GHG *Protocol*



Fonte: PINHO (2009)

No Escopo I, as fontes provenientes são aquelas que são controladas pela organização, como fornos, veículos, emissão de combustão de caldeiras, emissões de sistemas de ar, entre outros. Existe uma exceção nesse caso, que são as emissões diretas de CO₂ resultantes da combustão de biomassa, que devem ser comunicadas separadamente. As emissões do Escopo I são divididas em cinco categorias: Combustão estacionária resultante da geração de eletricidade, vapor, calor ou energia geradas pelo uso de equipamentos; Combustão móvel para transporte em geral; Emissões de processos físicos e químicos; Emissões fugitivas e Emissões Agrícolas.

No Escopo II, contabiliza-se as emissões provenientes da aquisição de energia elétrica e térmica consumidas pela empresa, ou seja, toda energia que é comprada ou trazida para dentro dos limites da empresa. Nesse item, as emissões ocorrem no local onde a energia é produzida, quando essa emissão ocorre fora dos limites da organização. As emissões do Escopo II também possuem uma categoria especial para emissões indiretas. Um dos maiores motivos para contabilização das emissões do Escopo II é o fato de que a energia, para muitas empresas, representa uma das principais fontes de emissão de GEE, além do fato de que as vezes essas informações podem ser obrigatórias para realização de alguns programas de gerenciamento de gases estufa.

Por fim, o Escopo III é uma categoria opcional, ela permite considerar todas as emissões indiretas que não foram identificadas nas demais categorias, as quais geralmente pertencem a empresa, mas são originadas ou são controladas por outras organizações. Exemplos desta categoria são extração de matéria prima, transporte de colaboradores, emissões relativas ao uso final de bens de consumo, entre outros. Neste item, a contabilização não precisa considerar uma análise completa do ciclo de vida, ela geralmente é articulada em alguns passos gerais, como: (i) determinar a cadeia de suprimentos, a fim de garantir transparência nas operações, (ii) determinar quais as operações desta categoria são mais relevantes, (iii) identificar parceiros dentro da cadeia de valor, (iv) quantificar as emissões.

2.2.2 Metodologias de Gerenciamento da Pegada de Carbono

Várias organizações estão tentando promover a produção sustentável, essa demanda por uma baixa pegada de carbono pode ser um fator fundamental para estimular a pesquisa e inovação. Nesse sentido, várias organizações estão desenvolvendo ferramentas para realização de inventários de GEE completas e eficientes, com intuito de tornar essa aplicação e utilização mais generalizada nas organizações (ALVAREZ et. al, 2016). A seguir serão apresentadas as principais ferramentas atuais para elaboração do inventário de GEE.

2.2.2.1 Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)

Um sério problema que a maioria das indústrias enfrenta atualmente é o fato da fabricação de alguns de seus produtos ou serviços serem prejudiciais ao meio ambiente, por isso deve ser feita uma mensuração de todos os possíveis impactos. A Avaliação do Ciclo de vida (ACV), ou no inglês, *Life Cycle Assessment* (LCA) é uma técnica desenvolvida com o objetivo de mensurar esses impactos, abordando de forma sistêmica todo ciclo de vida de um produto ou serviço do "berço ao túmulo", com isso podem ser gerados dados em todas as etapas da cadeia de valor e assim se torna possível verificar qual a consequência deles no meio ambiente (IBICT, 2018).

Esta técnica leva em consideração alguns fatores para avaliar os possíveis impactos, podendo ser aplicada mediante as etapas: Definição do Objetivo e Escopo, Análise de Inventário de entradas e saídas, Avaliação de Impactos potenciais e Interpretação dos resultados. Esta ferramenta pode ajudar em vários aspectos como, por exemplo, auxiliar a empresa a identificar possíveis impactos e quais melhorias podem ser feitas a fim de reduzi-los. Também é uma ferramenta de tomada de decisão e seleção de indicadores de desempenho ambiental, além do fato de proporcionar uma melhoria na imagem da empresa através do programa de rotulagem ecológica (NBR ISO 14040, 2009).

Mudanças climáticas e emissões de GEE são impactos discutidos internacionalmente devido a sua importância e causas no planeta, porém, estes não são os únicos fenômenos prejudiciais ao meio ambiente. Qualquer sistema produtivo pode causar danos graves, por isso, com o uso desta ferramenta,

através de uma metodologia em sua maior parte quantitativa, é possível identificar fluxos de matéria e energia de um processo ou produto em todo seu ciclo de vida, em diversas categorias de impacto, identificando pontos críticos, abrindo espaço para a identificação de possíveis danos ou benefícios causados na fabricação ou no uso de um produto ou serviço específico. Esta ferramenta é baseada na série de normas ISO 14040 onde são definidos todos os princípios, requisitos e diretrizes necessários para aplicação deste método (IBICT, 2018).

2.2.2.2 *Greenhouse Gas Protocol*

A ferramenta *GHG Protocol* foi criada em 1998, no Estados Unidos, pelo *World Resources Institute* (WRI) e revisado em 2004, com o objetivo de quantificar e gerenciar emissões de gases de efeito estufa. Atualmente, este método é o mais utilizado, tanto por governos como organizações, com a finalidade de realizar inventários de GEE. (FGV; WRI, 2008).

Ferramentas de controle, como o *GHG Protocol*, estão cada vez mais em alta, visto que diversas empresas estão sendo pressionadas para que adotem práticas mais sustentáveis, uma vez que os prejuízos causados pelas mudanças climáticas e desastres naturais trouxeram perdas significativas, além do fato de o custo econômico desses desastres terem aumentado em cerca de 10 vezes entre 1950 e o início do século XXI (MATIAS, 2014). A utilização dessas ferramentas é uma resposta às alterações causadas pela liberação de emissões de GEE que são motivo das recentes mudanças climáticas em diversos países do mundo (ABDI; TAGHIPOUR; KHAMOOSHI, 2017).

Algumas características destacam-se nesta ferramenta como, por exemplo, o fato dela oferecer uma boa estrutura para que os usuários possam fazer a contabilização de GEE, além de ser modular e flexível, ter neutralidade em seus termos e políticas e oferecer acesso a consulta pública (FGV; WRI, 2008).

No Brasil, o programa *GHG Protocol* foi inaugurado em 2008 através da participação da Fundação Getúlio Vargas (FGV) e do WRI, com o apoio do Ministério do Meio Ambiente (MMA), do Conselho Empresarial Brasileiro para Desenvolvimento Sustentável (CEBDS) e do Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (WBCCSD) (GUIMARÃES, 2016).

O programa visa facilitar a implementação da ferramenta pelas organizações brasileiras, através de uma compatibilidade de sua metodologia com as normas da *International Organization for Standardization* (ISO) e com as metodologias de quantificação do IPCC (FGV; WRI, 2008).

O principal objetivo desta ferramenta é promover uma cultura comum de elaboração e divulgação de inventários de GEE no Brasil. Também busca a capacitação das organizações brasileiras, para que possam além de implementar, também publicar seus resultados através de uma plataforma para publicação desses inventários e abrir a oportunidade para criação de fóruns para troca de informações (GUIMARÃES, 2016).

Para realização correta do inventário, os participantes do programa devem incluir todos os gases de efeito estufa internacionalmente reconhecidos pelo Protocolo de Quioto. Os gases que devem estar contidos no inventário são: Dióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxido Nitroso (N₂O), Hexafluoreto de Enxofre (SF₆), Hidrofluorcarbono (HFC) e Perfluorcarbono (PFC).

Para um melhor entendimento dos resultados, é necessário converter todas as emissões em uma só unidade. Isso é necessário, não apenas para o entendimento, mas também para que seja possível realizar comparações tanto a nível local como a nível global. A conversão adotada foi o CO₂e (dióxido de carbono equivalente) (GUIMARÃES, 2016).

O CO₂ equivalente trata-se de uma medida que é utilizada mundialmente para comparação de vários gases de efeito estufa, esta medida é baseada no potencial de aquecimento global de cada gás estudado. O CO₂e é o resultado da multiplicação das toneladas emitidas de GEE pelo potencial de aquecimento global (GWP), calculado pelo IPCC (BRASIL, 2018). O GWP é calculado a fim de quantificar o tempo de permanência do gás na atmosfera e quanto este absorve energia em forma de raios infravermelhos refletidos na terra (GUIMARÃES, 2016).

Existem dados que mostram o GWP dos gases de efeito estufa, e a partir disso, podem ser identificados o grau de dano que cada um deles causa na atmosfera da Terra, e o quanto contribuem para o aquecimento global e para o efeito estufa. Porém, como a porcentagem de alguns gases é muito baixa em relação os principais GEE, apenas os mais nocivos são apresentados na pesquisa.

2.2.2.3 ISO 14067

O Padrão ISO 14067 foi proposto em abril de 2008, sendo desenvolvido por mais de 100 especialistas de mais de 30 países, incluindo países em desenvolvimento. Este padrão foi desenvolvido baseado em normas já criadas anteriormente que incluíam fatos sobre rotulagem ambiental e gestão ambiental (WU; XIA; WANG, 2015).

Esta norma especifica princípios, requisitos e diretrizes para quantificação de comunicação da pegada de carbono. Possui suas bases nas normas para ACV (ISO 14040 e ISO 14044) que são específicas para quantificação e rótulos ambientais, e as normas (ISO 14020, ISO 14024 e ISO 14025), para comunicação. Também são fornecidos requisitos de orientação e quantificação para pegada de carbono parcial de um produto, todos os procedimentos são fornecidos a fim de apoiar a transparência e credibilidade das empresas (ISO / TS 14067: 2013).

Como princípios, a ISO 14067, incentiva as partes interessadas nos programas e comunicação, lembrando que esta ferramenta analisa apenas uma categoria de impacto ambiental, as alterações climáticas.

A ISO 14067 também fornece especificações e requisitos na ACV e auxilia na avaliação de GEE e nos aspectos de escolher limites a serem impostos nos sistemas de simulação para quantificar a pegada de carbono. Também apresenta um guia passo a passo de um modelo padronizado para comunicação dos índices de pegada de carbono, como relatórios de comunicação externa, relatório de monitoramento de desempenho, declaração de pegada de carbono e rotulagem ecológica, portanto, é uma ferramenta valiosa no auxílio da aplicação, quantificação e comunicação para o *GHG Protocol* em critérios de pegada de carbono (WU; XIA; WANG, 2015).

2.3 SUSTENTABILIDADE NA UNIVERSIDADE

Com o reconhecimento da importância que a sustentabilidade tem no âmbito mundial, nas últimas décadas tem se destacado o papel fundamental que as universidades podem desempenhar quando se trata de apoiar a transformação das sociedades em sustentáveis. Várias são as ações que podem

ser desempenhadas dentro das universidades, entre elas a institucionalização da sustentabilidade no ensino superior, visando a transição para um modelo que tem sido chamado de Universidade Sustentável (BIZERRIL; ROSA; CARVALHO, 2018).

Segundo Velazquez, Munguia, Platt e Taddei (2006, p. 811), a definição de Universidade Sustentável (US), pode ser dada por:

“Uma instituição de ensino superior, como um todo ou em parte, que busque a promoção, a nível regional ou global, da minimização de impactos negativos ambientais, sociais, econômicos e à saúde gerados pelo uso dos seus recursos quando do cumprimento de suas funções de ensino, pesquisa, extensão e manutenção de forma a ajudar a sociedade a fazer a transição para estilos de vida sustentáveis.”

Na visão de Disterheft, Caeiro, Ramos e Azeiteiro (2012), as universidades tem um papel fundamental de liderança quando se trata de questões de sustentabilidade, pois tem o papel de educar as próximas gerações e tomadores de decisão sobre o impacto que a sustentabilidade tem no mundo. No contexto universitário, a participação dos estudantes, professores e demais pessoas está em elevar o nível dos princípios sustentáveis, aplicando-os por exemplo, na vida acadêmica, pessoal e profissional, e envolver-se de tal maneira a trazer uma mudança institucional quando se trata deste assunto.

Com o acúmulo de conhecimento científico, da inovação e da elaboração de novas tecnologias, a natureza vem sendo cada vez mais explorada. Essa exploração consiste da globalização, e acredita-se que ao aderir a uma educação sustentável possa se despertar uma consciência sustentável. Embora as instituições, sejam elas de nível básico ou superior, apresentem essa preocupação com o meio ambiente, sozinhas não alcançarão o objetivo desejado. Ou seja, é fundamental na busca pela sustentabilidade a formação de um pensamento crítico sobre a exploração racional do meio ambiente, bem como a educação ambiental, onde as instituições trabalham em torno de um sistema integrado de gestão ambiental, que abrange impactos socioambientais causados pela própria atividade humana (LARA, 2012).

Nas últimas décadas já houve um grande avanço em relação a questões ambientais no setor educacional, por exemplo, em 1º de janeiro de 2005 foi instituída a Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável, uma proposta que teve como objetivo encorajar mudanças a fim de criar um futuro

sustentável em termos de integridade ambiental, viabilidade econômica e justiça social para as gerações atuais e futuras (BARBOSA et al, 2010).

Com isso, passou a ser fundamental que as Instituições de Ensino passem a aderir em seus programas, procedimentos administrativos e acadêmicos que incorporem a concepção do desenvolvimento sustentável, fazendo com que essas instituições se tornem o berço de iniciativas e ações que busquem o equilíbrio entre a produção de bens e serviços e a qualidade do meio ambiente, responsabilidades essas que são reforçadas pela Lei Brasileira 6.938/81 da Política Nacional do Meio Ambiente (BARBOSA et al, 2010).

Existem várias maneiras de implantar atividades benfeitoras ao meio ambiente dentro de uma universidade. Vários são os caminhos que podem ser estudados para melhorar a qualidade ambiental de uma instituição, seja para desenvolver projetos de conscientização ambiental, controlar o consumo de água, controle de efluentes, utilização de papel reciclado, separação do lixo, controle do uso de energia, redução da emissão de gases de efeito estufa, entre outros (LARA, 2012).

Mas não apenas atividades realizadas dentro do campus precisam ser contabilizadas, uma vez que toda atividade onde a universidade esteja diretamente envolvida, mesmo que ocorra fora do campus, conta para a contagem de emissão, como por exemplo, o transporte que os indivíduos utilizam para se deslocar até a universidade, uma vez que a pessoa pode ter uma alta emissão individual de GEE ao optar por se deslocar a universidade sozinha em um único veículo ao invés de um veículo coletivo, ou dividir o veículo com mais passageiros, por exemplo. Ou seja, com isso conclui-se que não apenas atividades que ocorram dentro do campus devem ser consideradas. Reduzir as emissões de indivíduos durante seu trajeto a instituição também é uma ótima alternativa para melhoria do meio ambiente e conscientização das pessoas sobre hábitos saudáveis (BARROS et al, 2017).

No Brasil, diversas universidades já estão implantando ações sustentáveis em suas instituições, melhorando diversas áreas a fim de reduzir os danos causados ao meio ambiente. Uma das universidades que realizaram tais atividades foi a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), dentre as ações adotadas pela universidade estão uma estação de tratamento de esgoto, onde com uma avançada tecnologia é feito o tratamento de águas residuárias.

Outra ação foi a implantação de um sistema de ar condicionado movido a energia solar, onde foi aproveitado o teto de um dos estacionamentos da universidade para implantação de painéis que utilizem luz e calor solar para geração de energia. Esses projetos foram realizados pelo Fundo Verde de Desenvolvimento e Energia para a Cidade Universitária, é um fundo que recebe recursos oriundos da isenção do imposto ICMS, cobrado pela prefeitura do Rio de Janeiro sobre o gasto com energia elétrica do campus da UFRJ (MAIO, 2017).

Outra universidade que também adotou medidas sustentáveis foi a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Um dos programas adotados pela instituição foi o Programa de Gestão Integrada de Resíduos (PROGGIRES), que se trata de um conjunto de projetos, planos e ações que têm como objetivo a regularização e implementação do gerenciamento dos resíduos gerados na UFRN, onde envolve atividades como coleta, armazenamento, tratamento e destinação final dos resíduos gerados pela universidade. Outro projeto foi o Programa de Controle de Qualidade da Água (ProÁgua), projeto que tem como objetivo monitorar a qualidade de água fornecida à comunidade universitária da UFRN através da coleta e análise periódica (MAIO, 2017).

Outra universidade que se destaca é a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), onde várias ações estão sendo feitas com o propósito de reduzir os danos causados ao meio ambiente. Desde 2009, as construções realizadas na UFSC passaram a adotar critérios relacionados a construção sustentável, onde são considerados fatores ambientais nas compras e contratações. Além disso, a universidade também pratica a reciclagem dos resíduos e possui pontos de coleta espalhados pelo campus para o descarte correto de pilhas e baterias (MAIO, 2017).

A Universidade Federal de Rondônia (UNIR) também está incluída nas instituições que se preocupam com o desenvolvimento sustentável, em 2015 criaram a Comissão Gestora dos Planos de Gestão de Logística Sustentável (CGPGLS), responsável por elaborar, monitorar, avaliar e revisar os planos de Logística Sustentável da UNIR, também tem o objetivo de instituir práticas de sustentabilidade, otimizar gastos, melhorar serviços, orientar para compras e contratações sustentáveis, uso racional de recursos, coleta seletiva e qualidade de vida do servidor. Em relação a outras ações implantadas na universidade, foi feita a construção de um ecoponto, onde atualmente é utilizado para armazenar

lâmpadas. Também existe no campus lixeiras de coleta seletiva e panfletos sobre orientação da realização correta da coleta seletiva de lixo e uso correto de copos descartáveis (MAIO, 2017).

Um dos melhores exemplos de Universidade Sustentável no Brasil é a Universidade Federal de Lavras (UFLA), que no ano de 2014 foi reconhecida como a instituição mais sustentável do Brasil segundo o ranking da *UI GreenMetric World University Ranking*. Após criar a Diretoria de Meio Ambiente (DMA) inúmeras ações foram tomadas, como a gestão de resíduos químicos, coleta seletiva de resíduos sólidos, instalação de bicicletários para incentivar o uso de bicicletas dentro do campus, além disso, a instituição também possui uma estação de tratamento de esgoto, onde são tratados aproximadamente 300 mil litros de esgoto todos os dias. Por fim, também possui um projeto de replantio que começou em 2011, criando áreas de preservação permanente (MAIO, 2017).

Além dos exemplos citados acima, outras ações relacionadas a pegada de carbono também já foram implantadas em algumas universidades, dentre uma das instituições que incorporaram ações em relação a isso está a Universidade Federal de Lavras (UFLA), que conta com a implantação de uma ciclovia para facilitar a movimentação das pessoas dentro do campus, de uma forma mais saudável ao meio ambiente (VIEGAS; CABRAL, 2014).

Um outro exemplo é o ônibus movido a hidrogênio da UFRJ e além desse programa também foi desenvolvido um bicicletário na cidade universitária, que aumentou em 200 o número de vagas para bicicletas na universidade (MAIO, 2017). Programas como esse, além de diminuir a emissão de gás carbônico na atmosfera, também incentiva os alunos e funcionários a utilizarem opções mais saudáveis ao meio ambiente, melhorando os índices de emissão futuramente.

2.3.1 AÇÕES DE SUSTENTABILIDADE NA UTFPR

A UTFPR iniciou suas atividades em 23 de setembro de 1909, com a criação das Escolas de Aprendizes Artífices, pelo presidente Nilo Peçanha em várias capitais do país. Já no Paraná, a escola foi inaugurada em 16 de janeiro de 1910, em um prédio da Praça Calos Gomes (UTFPR, 2018). Em 1936, a

Instituição foi transferida para a Avenida Sete de Setembro com a Rua Desembargador Westphalen, onde permanece até hoje (UTFPR, 2018).

Em 1988, a diretoria do Centro Federal de Educação Tecnologia do Paraná (Cefet-PR), como era conhecido na época, decidiu criar um projeto de transformação da Instituição em Universidade Tecnológica. Após sete anos, no dia 7 de outubro de 2005, o Cefet-PR passou então a ser chamado Universidade Tecnológica Federal Do Paraná (URFPR). Atualmente, conta com 13 câmpus, distribuídos entre as cidades de Apucarana, Campo Mourão, Cornélio Procópio, Curitiba, Dois Vizinhos, Francisco Beltrão, Guarapuava, Londrina, Medianeira, Pato Branco, Ponta Grossa, Santa Helena e Toledo (UTFPR, 2018).

Nos últimos anos, passou a ser exigido das IES a implantação de princípio e práticas sustentáveis em suas ações e foi por isso que diversas instituições começaram a incluir em seus planos, pesquisas e operações de cunho sustentável. A UTFPR campus Ponta Grossa não é diferente, pois vem adotando práticas relacionadas a integração da sustentabilidade, tanto em sua gestão quanto em seu espaço físico (KUCZYNSKI, 2018). Uma forma de colocar essas ações em prática é com a implantação dos ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável), que fornecem as instituições uma estrutura para traduzir as necessidades e ambições globais em soluções, permitindo que as IES consigam gerenciar melhor os riscos e encontrem oportunidades de investimento e pesquisa. (WBCSD, 2019).

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são um plano de ação, definidos em setembro de 2015 por líderes mundiais da ONU com o objetivo de erradicar a pobreza, proteger o planeta das mudanças climáticas e garantir que as pessoas alcancem a paz. No total são 17 objetivos que constituem uma ambiciosa lista de tarefas a serem cumpridas até 2030, estes são mostrados na Figura 4 (Agenda 2030; 2019).

A ações da UTFPR em relação aos ODS estão se desenvolvendo, mesmo ainda não possuindo uma ação relacionada ao objetivo 13, que combate especificamente ao combate às Alterações de Mudanças Climáticas, a universidade já é signatária dos ODS, com ações relacionadas a dois dos objetivos. Um dos ODS abordados pela instituição é o ODS 1 – Erradicar a pobreza, e neste caso, a universidade implementou ações como buscar fontes de recursos para o desenvolvimento humano e profissional, fomentar o

microempreendedor individual, oportunizar ações solidárias e voluntárias a causas sociais, participar de ações da extensão universitária que estimulem o empreendedorismo, fomentar os negócios sociais e a economia inclusiva e criar tecnologias acessíveis as populações mais pobres.

Figura 4: 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável



Fonte: Adaptado de Agenda 2030 (2019)

E o outro ODS adotado pela instituição é o ODS 2 – Fome Zero, neste caso, as ações da universidade para atingir ajudar a atingir este objetivo foram aumentar o consumo de alimentos saudáveis, fomentar a agricultura familiar e comunitária de subsistência, incentivar e promover ações que contribuam para segurança alimentar, promover cursos de nutrição sobre nutrição e alimentação saudável, promover estudos e pesquisar para criação de alimentos básicos e saudáveis e reduzir o desperdício de alimentos. Busca-se com a implantação de outras ações sustentáveis na instituição, poder implantar outros ODS, e desta forma, contribuir cada vez mais com uma universidade cada vez mais saudável e compromissada para melhorar a qualidade de vida da população acadêmica e do meio ambiente. (UTFPR, 2018).

Com o objetivo de atender as determinações do Governo Federal sobre práticas sustentáveis, uma iniciativa vem sendo implantada em todos os câmpus da UTFPR, esta é chamada de Comissão de Logística Sustentável (CLS), e por meio dela, a UTFPR vem realizando diversas ações relacionadas a economia de energia, uso racional da água, gerenciamento de resíduos, entre outras (UTFPR, 2018).

No campus de Medianeira, através da PLS (Plano de Gestão de Logística Sustentável), várias ações sustentáveis já foram implantadas ao campus, sendo

estas separadas em sete áreas, material de consumo, onde buscou-se realizar ações como aquisição de materiais sustentáveis, inutilização de copos descartáveis, controle de estoque de materiais, entre outros; energia elétrica, onde buscou-se economia no uso de energia, aquisição de equipamentos sustentáveis, aproveitamento sustentável de recursos naturais, entre outros; água e esgoto, onde buscou-se diminuir o consumo de água no processo de destilação da água, diminuir o desperdício, rotular recipientes para acondicionamento dos resíduos, elaboração de planilhas de controle, entre outros; coleta seletiva, neste caso procurou-se armazenar adequadamente os resíduos, separação correta dos recicláveis, promover a implantação da coleta seletiva, coleta seletiva solidária, entre outros; qualidade de vida no ambiente de trabalho, onde buscou-se promover melhoria nas relações interpessoais proporcionar melhores condições de trabalho para os servidores, incentivar a realização de atividades físicas e sensibilizar e capacitar os servidores quanto à responsabilidade social; compras e contratações, onde procurou-se a realização de contratação de obras e serviços sustentáveis, diminuição dos gastos com contratação de serviços continuados e economia nas obras e compras sustentáveis e transporte (deslocamento pessoal), onde buscou-se incentivar a comunidade acadêmica a utilização de meios de transporte não motorizados, expandir as áreas destinadas a ciclistas, expandir o número de horários oferecidos pela prefeitura do transporte coletivo, conscientização por parte dos motoristas contratado na universidade, para optar por carros mais econômicos, entre outros (UTFPR, 2018).

Já no campus de Ponta Grossa, uma das ações implantadas é a distribuição de copos reutilizáveis a todos os alunos, professores e servidores, com o objetivo de eliminar a utilização de copos descartáveis em toda a UTFPR. A ação, além de ajudar a reduzir o impacto ambiental, também proporcionou uma conscientização da comunidade acadêmica sobre o uso consciente dos copos, uma vez que a partir do dia 12 de março de 2018, a distribuição de copos descartáveis no Restaurante Universitário da Universidade foi erradicada (UTFPR, 2018).

É importante lembrar, que antes de realizar uma ação é necessário fazer uma análise, para verificar se a substituição realmente é benéfica ao meio ambiente, ou seja, se o impacto final causado, e isso pode envolver diversos

fatores diversos fatores, não é maior que a anterior. No caso da substituição dos copos, foi realizada uma ACV, onde foi verificado que a etapa do ciclo de vida que mais causa impacto é a produção de matérias-primas, devido principalmente aos processos de produção de sabão e tratamento de água. Nesse caso, foram sugeridas algumas medidas para reduzir os impactos do sabão, como o controle da quantidade de detergente utilizada na lavagem, e também o uso de um detergente que apresente um rendimento alto, desta maneira, uma menor quantidade será utilizada. Em relação ao tratamento de água, sugeriu-se a conscientização da comunidade acadêmica sobre o consumo nas lavagens, dispositivos acoplados à torneira que controlem o fluxo de água, como arejadores e temporizadores, por exemplo, e a reutilização da água da lavagem dos copos para limpeza geral (KUCZYNSKI, 2018).

Outra ação implantada no campus e que trouxe resultados positivos foi a implantação de onze tomadas USB que funcionam através de energia solar. As placas solares que geram energia para as tomadas são instaladas na entrada do campus e seu sistema é composto por três painéis com potência de 40W cada, controladores de carga, baterias e inversores. Este projeto é denominado "UTFPR sustentável", e seu projeto existe desde 2017, porém somente em 2018 a instalação começou (UTFPR, 2018).

3. METODOLOGIA

Este capítulo é direcionado para apresentação da metodologia para condução do trabalho. Durante o andamento desta seção serão apresentadas informações como classificação da pesquisa, métodos utilizados e delimitação do tema.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Existem várias maneiras para classificar a pesquisa, porém algumas são mais clássicas e utilizadas de maneira mais generalizada. Para classificação desta pesquisa, foram considerados quatro métodos, cujo resultado está apresentado na figura 5:



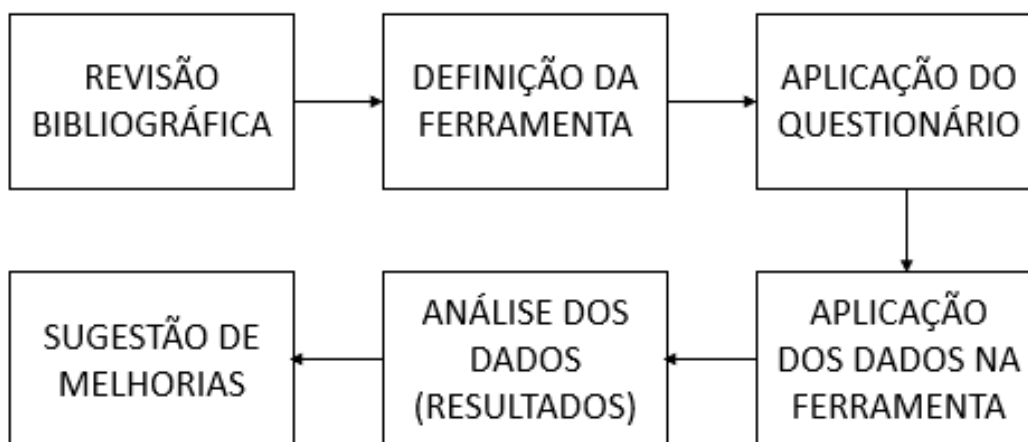
Fonte: Autoria Própria (2019).

Segundo Silva e Menezes (2005), a classificação de uma pesquisa, segundo a sua natureza, pode ser básica ou aplicada. Este trabalho se encaixa na categoria aplicada, pois envolve aplicação prática visando reduzir problemas de pegada de carbono em uma universidade do Paraná.

Quanto à abordagem, esta pesquisa é classificada como quantitativa, pois para Silva e Menezes (2005), todos os dados podem ser quantificáveis, ou seja, traduzir em números opiniões e informações para fins de análise.

Em relação a objetivos, esta pesquisa é classificada como explicativa, pois segundo Gil (2008), pesquisas explicativas buscam identificar fatores que contribuem para a ocorrência dos fenômenos, explicando a razão e o porquê das coisas. Por fim, em relação a procedimentos técnicos, esta pesquisa pode ser classificada como um Levantamento de Campo (*survey*), pois de acordo com Gil (2008), este tipo de pesquisa de caracteriza pela interrogação das pessoas acerca de um problema de estudo, geralmente utilizando um questionário, e em seguida, mediante análise quantitativa, pode-se obter conclusões dos dados coletados. Na maioria dos casos, a pesquisa não é feita com toda população estudada, antes deve-se selecionar, mediante procedimentos estatísticos, uma amostra significativa de um universo.

Figura 6: Etapas para realização da pesquisa

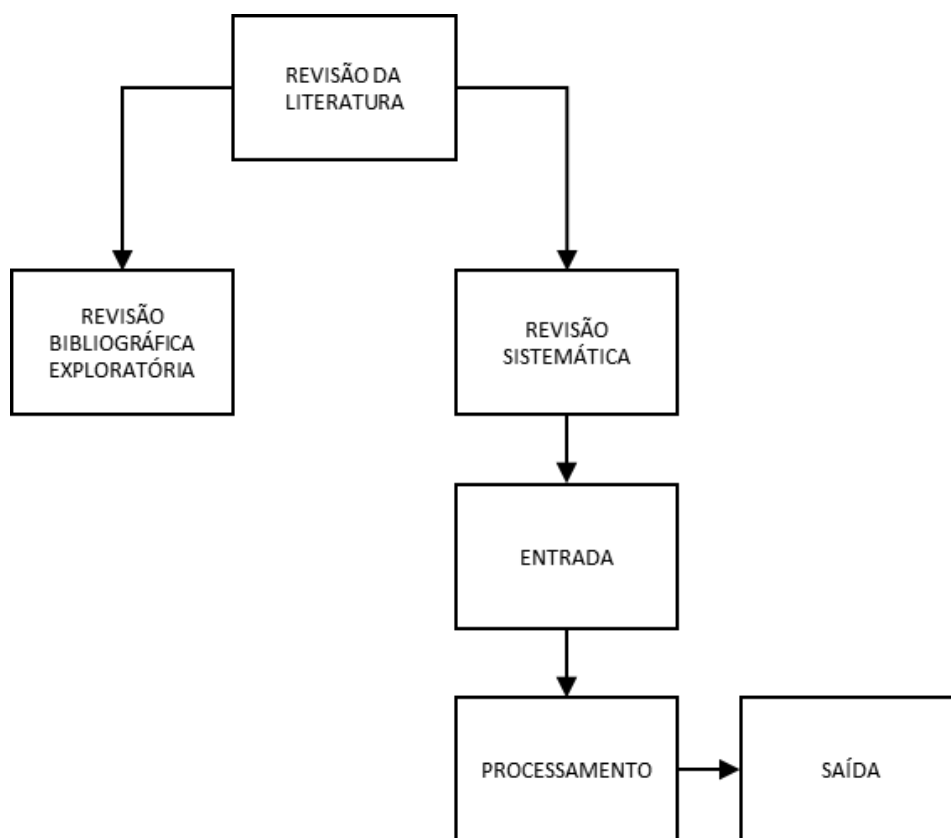


Fonte: Autoria Própria (2019)

A figura 6 representa todos os passos tomados para realização dessa pesquisa, cada etapa será detalhada no decorrer deste trabalho.

3.2 DESENVOLVIMENTO TEÓRICO DA PESQUISA

As etapas relacionadas a revisão da literatura da pesquisa são apresentadas na Figura 7.

Figura 7: Etapas do Desenvolvimento Teórico

Fonte: Autoria Própria (2019)

Para que a pesquisa tenha os resultados desejados, todas as etapas foram e devem ser seguidas segundo as instruções, para que não contenham divergências ou erros. Essas etapas são explicadas a seguir.

3.2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A primeira etapa para elaboração deste trabalho foi a delimitação do material utilizado na revisão bibliográfica. Para isso dois métodos foram utilizados, a Revisão Bibliográfica Exploratória e a Revisão Bibliográfica Sistemática. Essa separação foi considerada para que todos os métodos de pesquisa fossem considerados, tanto periódicos e publicações mais atuais, como livros e revisões mais antigas e clássicas.

3.2.1.1 Método Revisão Bibliográfica Exploratória

Nesta etapa da Revisão Bibliográfica foram procurados livros e artigos sobre o tema, principalmente sobre os conceitos mais básicos, como atmosfera, efeito estufa e aquecimento global.

As palavras chave utilizadas nesta etapa dependiam do que estava sendo buscado, na primeira parte foram utilizadas as palavras chave: efeito estufa, aquecimento global, mudanças climáticas e pegada de carbono.

Durante a realização desta busca foi utilizado a plataforma *Google Scholar* e *Science Direct*, onde foram encontrados artigos e outros materiais sobre os assuntos desejados. Foi por meio destes materiais, por meio de suas referências, que foram encontrados mais alguns materiais, como artigos ou sites específicos da área.

Também foram procurados por livros que abordassem os assuntos de interesse, e para isso foram utilizados o Google Livros e livros da Biblioteca Tecnológica da UTFPR Campus Ponta Grossa, onde há disponibilidade de trechos de livros ou livros na íntegra, desta forma facilitando a identificação dos livros que mais se adéquam a pesquisa.

3.2.1.2 Método Revisão Bibliográfica Sistemática

Na segunda etapa da revisão bibliográfica foi adotado o método de revisão bibliográfica sistemática, para obter artigos e periódicos de assuntos que vão dos mais básicos aos mais específicos.

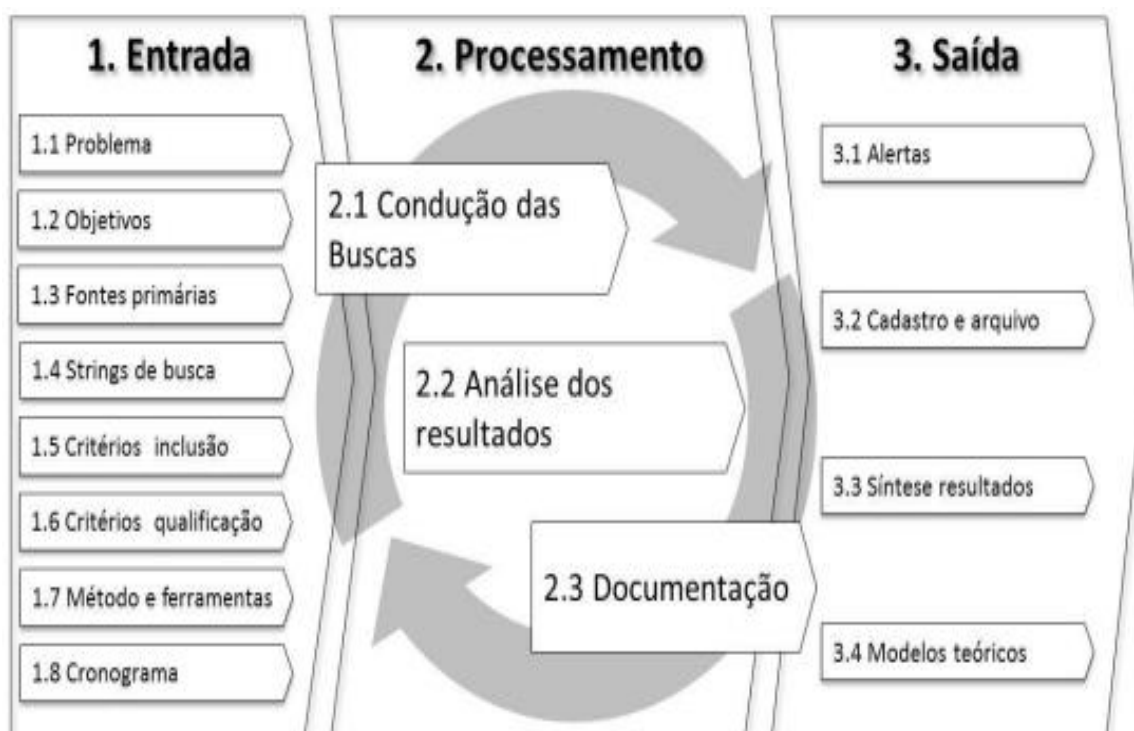
Segundo Conforto, Amaral e Silva (2011), o método de Revisão sistemática busca analisar artigos de uma determinada área da ciência, muito utilizada por exemplo na área de gestão de operações, onde é necessário analisar uma quantidade grande de artigos e informações para realização da pesquisa

Existem muitas formas de realizar a revisão bibliográfica sistemática, porém, em alguns casos a quantidade de material encontrada é muito grande, o que pode dificultar na escolha dos materiais mais adequados, ou até mesmo prejudicar a confiabilidade da pesquisa. Há maneira de obter uma maior confiabilidade e rigor nas pesquisas, que é a adoção de uma abordagem

sistemática, ou seja, implementar uma estratégia e um método sistemático na realização das buscas e na análise dos resultados, onde por meio de ciclos contínuos de verificação poderá chegar ao objetivo desejado (CONFORTO; AMARAL; SILVA, 2011).

A Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS), está dividida de 13 etapas, que são separadas em 3 fases: Entrada, Processamento e Saída. Para facilitar a visualização as fases, observe a figura 8.

Figura 8: Modelo Para Condução da RBS



Fonte: Adaptado de Conforto, Amaral e Silva (2011).

FASE 1 – ENTRADA

A entrada é composta por oito fases, como mostrado na figura 6, cada fase possui muita importância para que o método seja aplicado de maneira correta. Para Conforto, Amaral e Silva (2011), estas etapas são definidas como:

- ETAPA 1.1 Problema - Esta etapa refere-se ao ponto de partida da RBS, que é a definição do problema de pesquisa.

Nesta pesquisa, o problema a ser resolvido pela RBS era encontrar referências referente ao cálculo da emissão de GEE gerados por meios de transporte, para que desta forma fosse possível encontrar soluções para reduzir essas emissões causadas pelo deslocamento dos alunos de Engenharia de Produção dos câmpus Medianeira, Londrina e Ponta Grossa ao se deslocarem à universidade.

- ETAPA 1.2 Objetivos - Devem ser propostos objetivos para realização da RBS, e estes devem estar em consonância com os objetivos da pesquisa, além de serem claros e factíveis.

Neste caso, o principal objetivo da pesquisa refere-se em aplicar a ferramenta *GHG Protocol* para encontrar alternativas de redução de emissão de GEE causada pelos meios de transporte utilizados pelos alunos.

- ETAPA 1.3 Fontes Primárias - Constituem-se de artigos, periódicos ou bases de dados que serviram para definição de palavras-chave, identificação dos principais autores e artigos úteis sobre o assunto.

A base de dados utilizada na RBS foi a *Science Direct*, como esta supriu todas as necessidades da pesquisa, não houve necessidade de busca em demais bases. As principais fontes primárias desta pesquisa foram artigos, periódicos e teses.

- ETAPA 1.4 *Strings* de Busca - São palavras e termos referentes ao tema de pesquisa que auxiliaram na busca por artigos relevantes. As *strings* utilizadas para realização das buscas foram a pegada de carbono, mudanças climáticas e *GHG Protocol*, em inglês, *carbon footprint*, *climate changes* e *GHG Protocol*.

- ETAPA 1.5 Critérios de Inclusão - Para realização desta etapa é importante levar em conta os objetivos predefinidos na etapa 1.2, e a escolha dos artigos utilizados na pesquisa deverão atender a esses objetivos.

Na pesquisa, os critérios adotados foram que os artigos abordassem assuntos que além de estar de acordo com as *strings* selecionadas, também

contribuíssem com a pesquisa, com métodos ou estudos que auxiliassem no entendimento dos conceitos e na aplicação e metodologia da ferramenta.

- ETAPA 1.6 Critérios de Qualificação - Serviram para avaliar a importância do artigo para o estudo.

Os artigos foram qualificados após passarem pelos três filtros do método, e foram selecionados aqueles que mais se encaixaram nos critérios de seleção previamente definidos.

- ETAPA 1.7 Método e Ferramentas - Nesta etapa foram definidas as etapas para condução da busca, definição dos filtros de busca, como os resultados seriam armazenadas, e todas as outras atividades referentes à busca da RBS.

Os filtros foram definidos conforme sugeriu o método, os primeiros artigos foram selecionados após ler-se as palavras chave e o resumo, no segundo leu-se a introdução e a conclusão, e dos que restaram, leu-se o artigo completo. Os artigos selecionados foram armazenados em uma planilha do Excel, onde foram armazenadas as principais informações e um pequeno resumo do artigo para facilitar na elaboração da revisão bibliográfica.

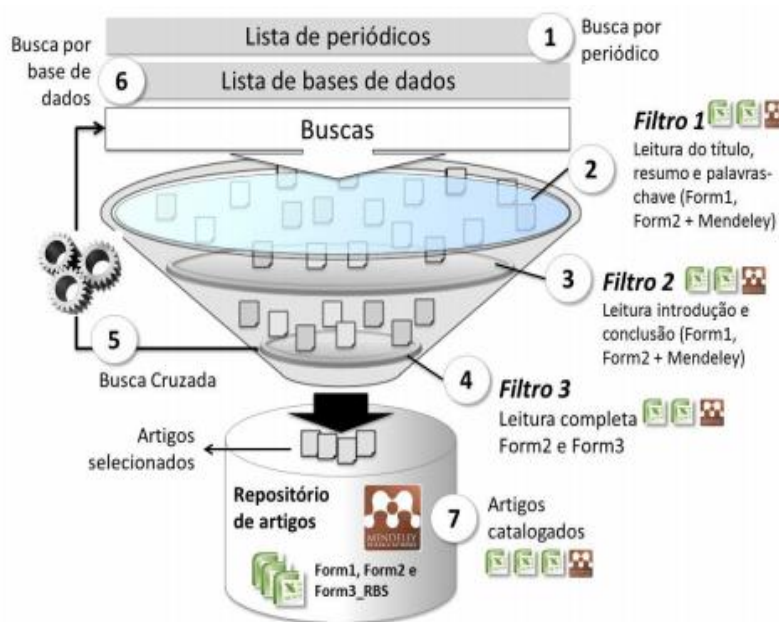
- ETAPA 1.8 Cronograma – Foi realizado o cronograma das atividades realizadas na RBS, quais equipamentos foram utilizados, entre outros.

A revisão sistemática foi um dos primeiros passos a serem realizados nesta pesquisa, sendo realizada em um período de duas semanas, e tendo uma semana após o início da realização da pesquisa.

FASE 2 – PROCESSAMENTO

A etapa de processamento seguiu um processo iterativo composto por 7 passos, mostrados pela Figura 8:

Figura 9: Procedimento iterativo da fase de processamento



Fonte: Adaptado de Conforto, Amaral e Silva (2011)

Na etapa “Busca”, foram realizadas as buscas para pesquisa, e compreendeu os passos 1, 5 e 6 na figura 8. Na etapa “Análise dos Resultados”, foi realizada a leitura e análise dos resultados, composto pelos passos 2, 3 e 4 na figura 8. E por fim, foi feita a documentação e arquivamento, definida pelos passos 2, 3, 4 e 7 na figura 8, onde as informações obtidas nesta etapa foram: quantidade de artigos encontrados na busca cruzada, quantidade de artigos excluídos, entre outros.

Quadro 2: Dados obtidos pela RBS

STRINGS de Busca	<i>Carbon Footprint; GHG Protocol; Climate Changes</i>
Artigos Encontrados	1485
Artigos selecionados a partir do Filtro 1	77
Artigos selecionados a partir do Filtro 2	32
Artigos selecionados a partir do Filtro 3	14

Fonte: Autoria Própria (2019).

O total de artigos selecionados pela RBS foram 14, porém, a partir destes artigos outras referências foram utilizadas, pois como alguns conceitos estavam referenciados, procurou-se a fonte original.

FASE 3 – SAÍDA

Esta é a última etapa da RBS, nela foram definidas as saídas das buscas, e foi composta por 4 etapas.

- ETAPA 3.1 Alertas – Foram identificados os principais periódicos identificados durante a RBS, e as informações obtidas nesta etapa foram úteis para priorizar e identificar os principais artigos da área de estudo.
- ETAPA 3.2 Cadastro e arquivo - Nesta etapa os artigos selecionados nas buscas foram armazenados para que pudessem ser utilizados posteriormente.
- ETAPA 3.3 Síntese e Resultados – Foi elaborado um relatório para que servisse como uma síntese da bibliografia estudada.
- ETAPA 3.4 Modelos Teóricos – Definido o resultado final da RBS

Todas as etapas de saída foram organizadas pelo Excel, onde foram colocadas as informações pertinentes de cada artigo que poderia ser útil na pesquisa, dessa forma se tornou mais fácil identificar as informações e selecionar os mais qualificados.

3.3 APLICAÇÃO DA FERRAMENTA

Após a realização da etapa teórica, foi realizada a aplicação prática. Nesta etapa, o primeiro passo foi a definição da ferramenta de cálculo, e depois a definição do público alvo, e para esta pesquisa, o público definido foram os alunos do curso de Engenharia de Produção dos câmpus de Londrina, Medianeira e Ponta Grossa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

3.3.1 Definição da Ferramenta de Cálculo

O primeiro passo para o gerenciamento de GEE é a concepção de um inventário de emissões. Existem três instrumentos internacionalmente reconhecidos que são utilizados para este fim, sendo eles o *GHG Protocol*, a Norma ISO14.064-1 e o PAS 2050. No Brasil, os dois primeiros são mais recomendáveis (PINHO, 2009).

Segundo Pires e Colla (2015), a ferramenta de cálculo *GHG Protocol* Brasil é uma ótima escolha, visto que sua utilização assegura que os resultados estejam de acordo com as normas vigentes no Brasil, além do fato desta ferramenta possuir alta credibilidade, constando como sugestão de utilização pela resolução SEMA nº58 de 22/12/2014, que dispõe de implementação do Registro Público Estadual de emissões de GEE no Paraná. Além de ser uma ferramenta utilizada por grandes empresas do país.

A partir disso, a ferramenta escolhida para a realização do inventário de emissões de GEE gerados pelo transporte dos alunos de Engenharia de Produção da UTFPR foi a *GHG Protocol*, e a versão utilizada nesta pesquisa foi a 2019.3.

3.3.2 Definição da Amostra

De acordo com Barbetta (2001) diversos fatores podem impedir que se observe todos os elementos do grupo no qual deseja-se estudar, os mais comuns são o custo, o tempo, a confiabilidade e a operacionalidade, então quando se quer conhecer alguma característica da população é muito comum nas pesquisas científicas, observar apenas uma amostra de seus elementos e através dos resultados obter valores aproximados ou estimativas das características da população de interesse.

Vieira e Hoffmann (1988) alertam sobre a tendenciosidade das amostras, pois inúmeras vezes, pois quando se trata de questionários, as pessoas podem se recusar a responder e, por fim, acabar não representando a população total.

Segundo Downing e Clark (2011) a classificação de amostragem por conveniência é quando a escolha dos elementos de uma amostra é a mais conveniente, ou seja, é um método não puramente aleatório. Por se tratar de

uma amostra não aleatória é aconselhável não basear análises estatísticas para amostras que apresentam esse tipo de seleção.

Para Barbetta (2001) as técnicas de amostragem não aleatórias, como a amostragem de conveniência classificada por Downing e Clark (2001), procuram gerar de alguma forma elementos que representam a população.

Para isso primeiro foi necessário entrar em contato com os responsáveis de cada campus para conseguir o número exato de alunos, os resultados obtidos estão representados no quadro 3.

Quadro 3: Total de Alunos de EP por Campus da UTFPR

CAMPUS	Nº ALUNOS
Londrina	375
Medianeira	361
Ponta Grossa	439

Fonte: Autoria Própria (2019).

Como não era possível recolher os dados de toda população, por se tratar de um número grande de alunos e de diferentes localidades, a amostra foi selecionada utilizando a amostragem por conveniência que, segundo Santo (1992), essa amostragem ocorre quando devemos escolher os elementos que nos são disponíveis. Uma vez que mesmo que o questionário tenha sido enviado para todos os alunos de Engenharia de Produção dos três campus de estudo, apenas os alunos que desejaram, responderam o questionário.

3.3.3 Aplicação do Questionário

Após a escolha da técnica de amostragem por conveniência, iniciou-se a coleta de dados, e para isso foi utilizada a aplicação de um questionário, através da plataforma *Google Forms*. Antes do questionário ser enviado para os alunos dos três campus, foi realizada a aplicação de um questionário teste para um número seletivo de alunos. O objetivo da aplicação do teste foi de averiguar se as perguntas estavam fáceis de entender e se era possível obter os dados desejados, também foi solicitado aos alunos que responderam, dar um *feedback* sobre o questionário, e através de suas respostas, foi possível deixar o questionário mais claro e otimizado.

O objetivo deste questionário era além de obter dados sobre os meios de transporte que os alunos utilizaram para suas atividades acadêmicas durante o ano de 2018, também identificar o grau de conhecimento deles sobre questões relacionadas à pegada de carbono, efeito estufa e aquecimento global.

Para o desenvolvimento do questionário, foram utilizadas como base as referências encontradas na revisão bibliográfica, como também o embasamento em trabalho de Iniciação Científica desenvolvido no campus Ponta Grossa sobre emissão de GEE gerada pelo transporte dos docentes do campus².

Depois da aplicação do teste e da otimização do questionário, foi feito contato com coordenadores e professores dos três câmpus para que pudessem repassar o questionário via e-mail para os alunos, onde responderam o questionário via *Google Forms* (Anexo A). Como os autores da pesquisa também são do campus Ponta Grossa, mais respostas puderam ser obtidas.

Após isso, obteve-se um total de 134 respostas, sendo 86 de Ponta Grossa, 21 de Londrina e 27 de Medianeira, e os dados obtidos foram aplicados a ferramenta.

3.3.4 Aplicação da Ferramenta

Com a coleta dos dados concluída, as respostas foram aplicadas a ferramenta. Inicialmente foi definido o ano base, ou seja, o ano completo mais recente, no caso, o ano de 2018. Para a confecção do trabalho optou-se pela utilização da ferramenta metodológica do Programa Brasileiro GHG *Protocol*, cujo objetivo é identificar, calcular e elaborar inventários de emissão de GEE. A ferramenta é disponibilizada no site do programa GHG *Protocol* Brasil, onde é possível realizar o *download* de versões atualizadas. A versão utilizada no trabalho foi a 2019.3.

Esta ferramenta consiste em uma planilha, separada por abas de acordo com cada escopo, onde oferece uma visão geral do que a ferramenta oferece e onde os cálculos podem ser feitos de acordo com a disponibilidade de dados da atividade estudada e dos fatores de emissão específicos de cada local. Nesta

² **Pegada de Carbono Potencial do Transporte Urbano de Docentes da UTFPR Campus Ponta Grossa**, (BARROS et. al, 2018).

pesquisa foi utilizada apenas a aba "deslocamento casa-trabalho", localizada no Escopo 3. Por fim, a ferramenta possibilitou a conversão das emissões de cada GEE em toneladas equivalentes de CO₂, com base em seu potencial de aquecimento global.

3.3.5 Definição das ações de mitigação de CO₂

Segundo Pires e Colla (2015), uma das maneiras de mitigar a quantidade emitida de GEE na atmosfera pela instituição é através do cálculo e plantio de árvores na quantidade equivalente ao CO₂ gerado pelas atividades da instituição estudada. Uma plataforma de estudo passível para a mitigação é a ONG Iniciativa Verde, especializada em neutralização de emissões a partir do plantio de árvores nativas proporcional ao CO₂ emitido, então, podem ser feitos os cálculos, baseados nas condições de desenvolvimento de nativas na mata atlântica.

De acordo com Oliveira (2011) é possível determinar a quantidade de árvores necessárias para, durante seu crescimento, neutralizar o CO₂ emitido, sendo uma ação provisória para neutralizar o que já foi emitido. Cada espécie de árvore e tipo de floresta possui quantidades diferentes de carbono variando por hectare, quantidade, tamanho, composição, entre outros fatores. É preferível que o plantio de árvores seja de espécies nativas, pois essas são usualmente mais permanentes. Sendo assim foi definido que para cada tonelada emitida de CO₂, a necessidade de plantio de árvores para devida neutralização são em média 9 árvores. O número de mudas necessárias pode ser calculado pela seguinte equação:

$$n = tCO_2e \times 9$$

Onde: *tCO₂e* é a tonelada de CO₂ equivalente

Após a aplicação dos dados na ferramenta, foi possível obter a quantidade de CO₂e gerada pelos alunos ao se deslocarem ao campus, e a partir disso, foi possível calcular o número de mudas necessárias para mitigação desse CO₂.

Além disso, também é possível obter outros dados a partir do número de mudas, como a área necessária e o custo envolvido. A fim de simular esse custo

Nave (2007), definiu que é possível converter o número de mudas em área total, considerando que cada muda necessita de 6m² (3m x 2m) de área, através da seguinte fórmula:

$$A = n \times 6 \text{ m}^2 \times \frac{1 \text{ ha}}{10000 \text{ m}^2}$$

Segundo Nave (2007) o custo, no ano de 2007, o custo de implantação da área era de R\$8.832,00 por hectare plantado, esse valor apresenta uma estimativa para implementação e manutenção de um projeto de três anos, levando em consideração o preço das mudas, os insumos, equipamentos utilizados e a mão de obra.

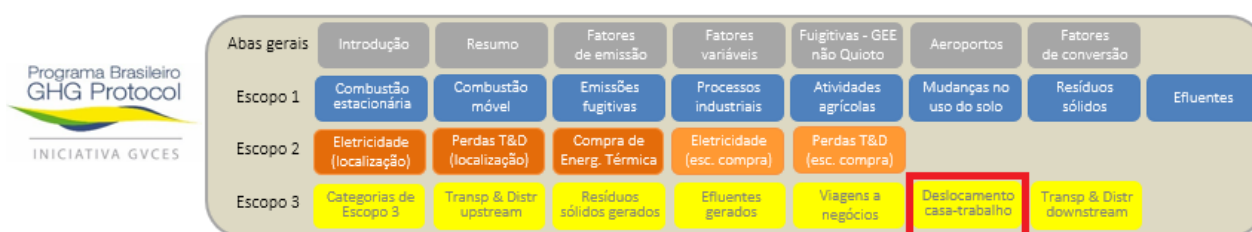
Como esta pesquisa está sendo realizada no ano de 2019, foi necessária uma correção para o ano atual, e para isso foi utilizada a ferramenta "Calculadora do Cidadão", disponível no site do Banco Central do Brasil, tendo como índice o IPCA (Índice de Preços ao Consumidor Amplo) (PIRES; COLLA, 2015). A partir disso, o valor foi corrigido para R\$ 15.644,09 por hectare. Sendo assim, o custo de implantação foi calculado pela equação:

$$\text{Custo R\$} = A \text{ ha} \times 15.644,09 \frac{\text{R\$}}{\text{ha}}$$

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta sessão serão abordados os resultados obtidos pelo trabalho. Para facilitar o entendimento, esta foi dividida em dois tópicos, sendo eles um sobre os resultados obtidos com a aplicação da ferramenta de cálculo GHG *Protocol* e outro sobre as propostas de neutralização de GEE e melhorias para redução das emissões. O foco deste trabalho está no transporte que os alunos utilizaram para se deslocar a seu respectivo campus da UTFPR no ano de 2018, como mostrado na figura 10.

Figura 10: Menu de categorias da planilha de cálculo GHG *Protocol*



Emissões por Deslocamento Casa - Trabalho

Ano do inventário: 2018

Esta categoria inclui o cálculo de emissões do transporte de funcionários em seu deslocamento entre casa e trabalho, realizado em veículos particulares dos colaboradores ou transporte público (trem, metrô urbano, ônibus municipal e de viagem). São considerados nesta categoria todos os funcionários de entidades e unidades operadas, alugadas ou de propriedade da organização inventariante. Podem ser incluídos nesta categoria funcionários de outras entidades relevantes (por exemplo, prestadores de serviços terceirizados), assim como consultores e outros indivíduos que não são funcionários da organização inventariante, mas que se deslocam às suas unidades.

Fonte: GHG *Protocol* Brasil (2019)

Todos os resultados obtidos foram expressos em toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO₂), e este tópico, denominado "deslocamento casa-trabalho", está presente no escopo 3 da ferramenta.

4.1 ANÁLISE E APLICAÇÃO DOS DADOS

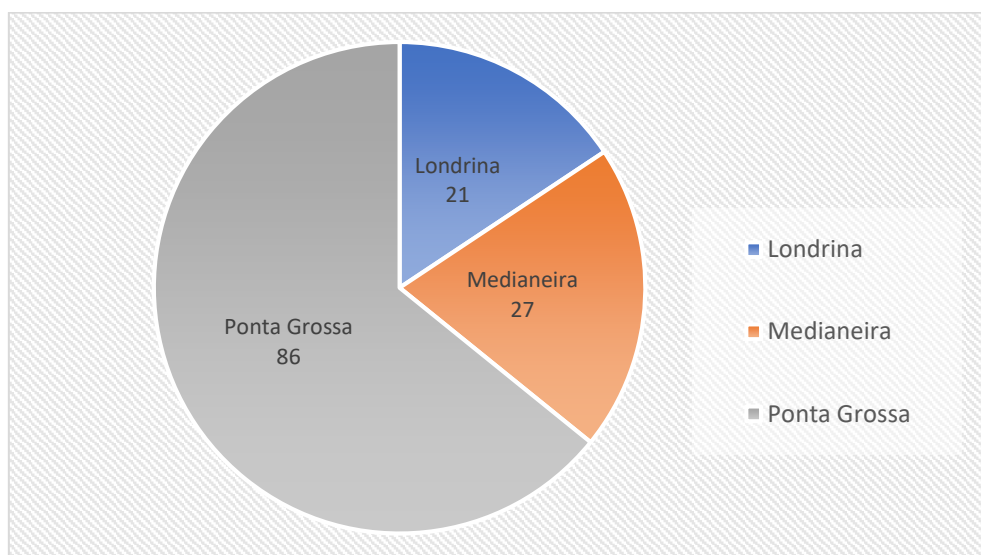
Inicialmente, como já citado anteriormente, foi solicitado aos alunos dos três campus que respondessem um questionário, onde foi abordado perguntas como o tipo de transporte que estes utilizaram para se deslocar a UTFPR no ano de 2018. No caso de veículos particulares, foi questionado qual o ano de seus

veículos, quantas vezes por dia se deslocavam ao campus e qual a distância de sua residência até a universidade.

Para aplicação do questionário nos câmpus de Londrina e Medianeira, contou-se com a ajuda de professores e coordenadores do curso de Engenharia de Produção, para que pudessem repassar aos alunos. No campus Ponta Grossa, além do envio via e-mail pela coordenadora do curso, também houve o envio pelos autores da pesquisa, o que resultou em um resultado maior de respostas em relação aos outros dois câmpus.

O total de respostas obtidas foi de 134 respostas, o que representa 11,4% do valor total da população dos três câmpus da UTFPR. O gráfico 1 representa o percentual de respostas obtidas em cada um dos câmpus.

Gráfico 1: Total de respostas por campus obtidas através da aplicação do questionário



Fonte: Aatoria Própria (2019).

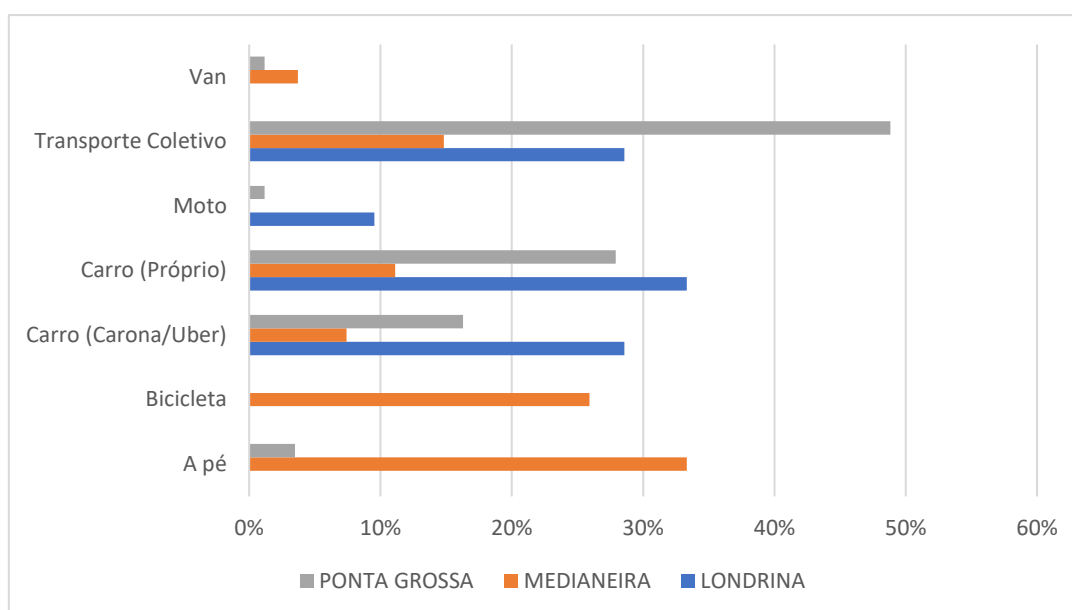
A aplicação do questionário foi feita em 15 dias, e a finalidade deste era obter as informações necessárias sobre os meios de locomoção dos alunos da UTFPR, e após o fim deste período, os dados foram utilizados como *input* para a ferramenta de cálculo.

Para a estimativa das emissões, assumiu-se que a distância é percorrida duas vezes, sendo ida e volta, isso multiplicada pelo número de vezes que o aluno se desloca até a universidade ao dia. Como cada campus tem seu próprio calendário, a quantidade de dias letivos considerada para cada um foi diferente,

logo, foram considerados 203 dias letivos para Londrina, 205 para Medianeira e 207 para Ponta Grossa, sendo estes dias baseados no calendário letivo oficial de cada campus.

Em relação aos meios de transporte, foram considerados carro (próprio), carro (carona), moto, transporte coletivo, bicicleta, van, transporte da empresa e a pé. O gráfico 2 mostra o percentual de pessoas por meio de locomoção, que os alunos mais utilizaram no ano de 2018, de acordo com cada campus.

Gráfico 2: Meios de Transporte utilizados pelos alunos



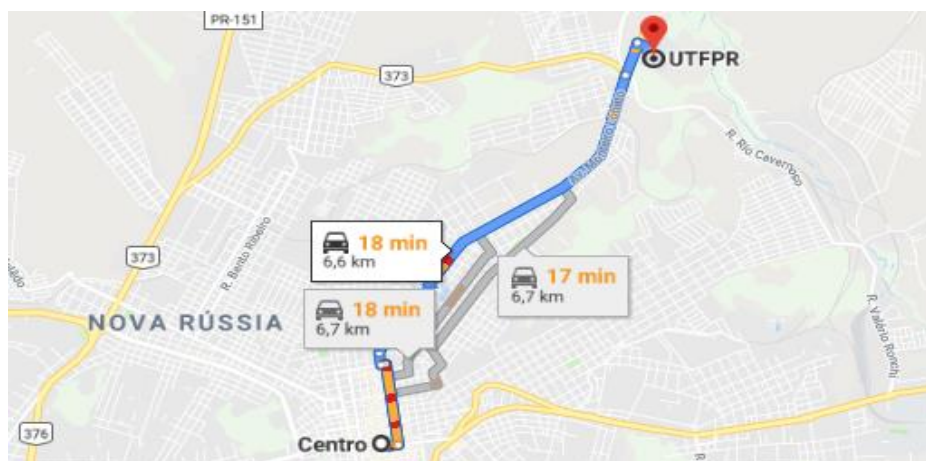
Fonte: Autoria Própria (2019)

Analisando o gráfico, pode-se perceber uma grande diferença de comportamento dos alunos em relação ao tipo de transporte utilizado quando se compara os três câmpus.

No Campus de Londrina, mesmo havendo um equilíbrio em relação ao meio de transporte utilizado, todas as respostas obtidas mostraram o uso de algum tipo de veículo automotor, sendo que nenhum dos alunos que respondeu, marcou a opção a pé ou bicicleta, que seriam as melhores opções ambientais.

No campus Medianeira pode-se perceber um comportamento bem diferente dos outros dois câmpus, ou seja, mais de 50% das pessoas que responderam o questionário vão a pé ou de bicicleta para o campus, o que seria considerada a opção mais ideal ao meio ambiente.

Figura 13: Distância UTFPR Ponta Grossa - Centro



Fonte – Google Maps (2019)

Existem vários fatores que podem interferir na escolha e no comportamento dos alunos em relação a escolha do tipo de transporte utilizado, a distância e a localização do Campus é uma delas. O campus de Ponta Grossa, por exemplo, que fica a uma distância média de 6,6 km do centro da cidade, se localiza em um lugar distante e isolado do centro da cidade, e em um local de pouca segurança para que os alunos se desloquem a pé em horários noturnos. Essa é a mesma situação do campus Londrina, que fica em média 6,6 km do centro da cidade, e como pode ser observado na figura, o campus se localiza distante do centro, e o acesso à universidade também é um local com pouca segurança.

O campus Medianeira se localiza em uma região mais perto do centro, cerca de 2,7 km, e com mais acessos para a universidade, com mais segurança e iluminação, o que facilita o uso de meios de transportes não motorizados, isso ficou claro com as respostas do questionário, pois o número de pessoas que vão a pé ou de bicicleta ultrapassou 50% das respostas.

De acordo com os dados obtidos, pode-se verificar que 85,4% das pessoas que responderam o questionário, contando a soma dos três campus, utilizam veículos automotores. Assim, para contabilização do consumo de combustível, apenas os dados dessas pessoas foram considerados. Como a opção própria para transporte público não dá a opção de calcular o consumo de combustível, foi utilizada outra aba para este cálculo, onde foi obtido o valor de total de consumo um ônibus e dividido pela sua capacidade máxima (46 sentados e 23 em pé), pois na maior parte dos horários o ônibus vai lotado. Com

isso, calculou-se o valor por pessoa, de acordo com a quantidade de quilômetros que cada uma percorreu. Os quadros 4, 5 e 6 representam esse consumo.

Quadro 4: Consumo de Combustível (em litros) por Meio de Transporte Campus Londrina

Campus	Tipo de Locomoção		Consumo Total de Combustível (Litros)
LONDRINA	Moto	Gasolina	43,79
		Flex (Gasolina)	37,91
			81,7
	Carro	Gasolina	637,36
		Flex (Gasolina)	2220,87
		Flex (Etanol)	1521,8
			4380,03
	Ônibus	Óleo Diesel	170,92

Fonte: Aatoria Própria (2019)

Quadro 5: Consumo de Combustível (em litros) por Meio de Transporte Campus Medianeira

	Tipo de Locomoção		Consumo Total de Combustível (Litros)
Campus	Carro	Flex (Gasolina)	688,93
MEDIANEIRA		Flex (Etanol)	723,1
			1412,03
	Ônibus	Óleo Diesel	11,49
	Micro-Ônibus	Óleo Diesel	89,91
	Van	Óleo Diesel	141,14

Fonte: Aatoria Própria (2019)

Quadro 6: Consumo de Combustível (em litros) por Meio de Transporte Campus Ponta Grossa

	Tipo de Locomoção		Consumo Total de Combustível (Litros)
Campus	Moto	Flex (Gasolina)	71,88
PONTA GROSSA	Carro	Gasolina	473,82
		Flex (Gasolina)	6975,98
		Flex (Etanol)	4469,55
			11919,35
	Ônibus	Óleo Diesel	1065,14
	Van	Óleo Diesel	178,14

Fonte: Aatoria Própria (2019)

Analisando de forma geral, observou-se que o maior gasto de combustível está na utilização de veículos de passeio, isso se deve ao fato do grande número de pessoas que usaram o carro como principal meio de transporte para se deslocar ao campus. Mesmo tendo um grande número de pessoas que utilizam o transporte público, vale ressaltar que o consumo de combustível é dividido

entre todas as pessoas que utilizam o meio de transporte, e como os ônibus muitas vezes vem lotados, o consumo por pessoa se torna bem menor em relação as pessoas que vão de carro. O quadro 7 mostra o fator de emissão por cada tipo de combustível.

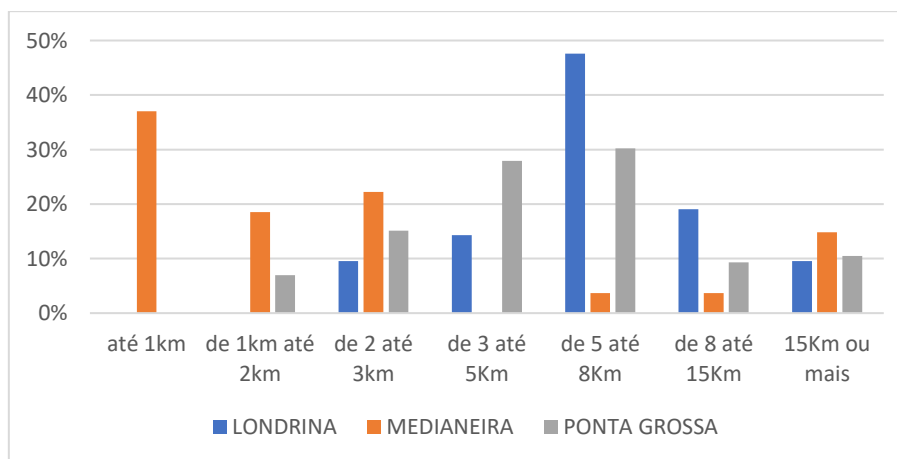
Quadro 7: Fatores de Emissão por Tipo de Combustível

Tipo de Combustível	Unidade	Tipo de Veículo	Combustível Fóssil	Biocombustível	Combustível Comercial	
			kg CO ₂ / litro	kg CO ₂ / litro	kg CH ₄ / litro	kg N ₂ O / litro
Etanol	litros	Veículo de passeio a flex	*	1,46	0,0003612	0,0001462
Gasolina	litros	Veículo de passeio a gasolina	2,21	1,53	0,0003591	0,00026334
		Veículo de passeio a flex			0,0001708	0,0002318
		Motocicleta a gasolina			0,0018545	0,00007418
		Motocicleta flex			0,0008568	0,00008568
Óleo Diesel	litros	Micro-Ônibus	2,6	2,43	0,000228	0,000114
		Ônibus Municipal			0,000126	0,000063
		Veículo Comercial Leve			0,000166	0,000166

Fonte: GHG Protocol (2019)

Como é possível observar no quadro 7, o combustível que possui o maior fator de emissão, em relação ao CO₂, é o óleo diesel. Mesmo sendo o maior, como geralmente é utilizado em ônibus, micro-ônibus e vans, que são veículos que carregam um número bem maior de pessoas por vez, essa emissão acaba sendo menor do que a gerada pela gasolina, pois a maior parte das pessoas que vão de carro para a universidade, vão sozinhas ou com menos da duas pessoas, o que faz a emissão média por pessoa ser bem maior.

Gráfico 3: Distância entre a residência dos alunos e o campus da UTFPR

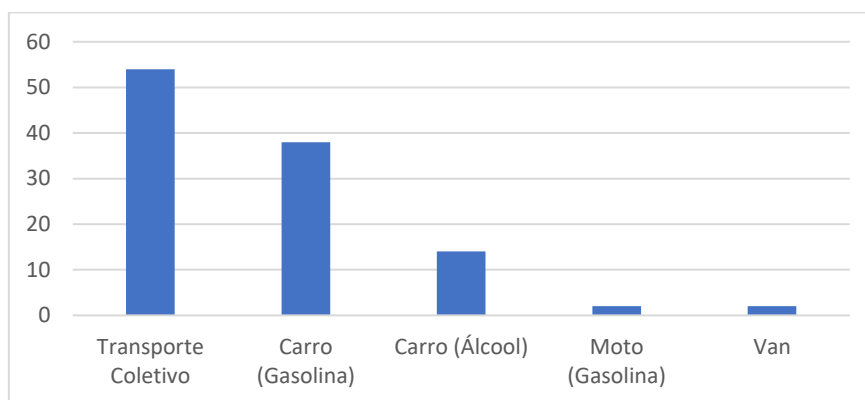


Fonte: Autoria Própria (2019).

De acordo com o gráfico 3, pode-se perceber que a maioria das pessoas entrevistadas mora a uma distância média de menor que 8 quilômetros, sendo assim, a distância até o campus não é muito grande. Um dos grandes problemas seria em relação ao tempo, visto que se a distância for muito grande, os alunos poderiam precisar utilizar mais de um ônibus para se deslocar ao campus, o que poderia fazer com que optassem pela opção mais cômoda e rápida, ou seja, os carros e também a segurança, que faz com que os alunos optem por veículos mais seguros, como carros ou ônibus.

O gráfico 4 representa a quantidade combinada de veículos automotores de acordo com tipo de combustível utilizados nos três câmpus.

Gráfico 4: Quantidade de veículos por tipo de combustível utilizado para deslocamento dos alunos



Fonte: Autoria Própria (2019).

Pode-se perceber então, que o transporte público é o meio de transporte automotor mais utilizado pelos alunos. Em seguida vem os veículos de passeio, seguido por motocicletas e vans.

De acordo com Cruz e D'Avila (2013), uma forma eficaz de se obter a redução das emissões de GEE, é através da melhoria da eficiência dos motores e catalizadores dos veículos, dessa maneira, pode ocorrer uma conversão total das emissões de CO e hidrocarbonetos em CO₂ e H₂O.

Para calcular o valor de combustível gasto por aluno, foi levando em consideração o número de passageiros dentro do meio de transporte. Em relação aos carros, foram utilizados os dados, obtidos pelo questionário, e em

relação aos ônibus de transporte público foi considerada a capacidade máxima do veículo, visto que na maioria das vezes o ônibus vem lotado.

Agora em relação a emissão de GEE gerada, através do quadro 8 é possível observar o consumo total de cada combustível, bem como a quantidade de GEE gerada pelos meios de transporte, em todo ano de 2018, em cada um dos três câmpus onde o questionário foi aplicado.

Quadro 8: Consumo Total de Combustível e Emissões de GEE por tipo de combustível em cada campus

	Tipo de Combustível	Consumo Anual	Unidade	Emissões de CO2 fóssil (t)	Emissões de CH4 (t)	Emissões de N2O (t)	Emissões Totais em CO2 (t)	Emissões de CO2 biogênico (tCO2)
LD	Gasolina	2939,931	Litros	4,248	0,001	0,001	4,442	1,084
	Etanol	1521,8	Litros	0,000	0,001	0,001	0,182	5,190
	Óleo Diesel	170,92	Litros	2,143	0,000	0,000	2,181	0,214
	TOTAL	*	*	6,391	0,002	0,001	6,804	6,489
MD	Gasolina	688,93	Litros	1,112	0,000	0,000	1,163	0,284
	Etanol	723,1	Litros	0,000	0,001	0,000	0,090	2,511
	Óleo Diesel	242,5383	Litros	2,107	0,000	0,000	2,144	0,211
	TOTAL	*	*	3,219	0,001	0,001	3,397	3,005
PG	Gasolina	7521,68	Litros	12,146	0,001	0,002	12,700	3,099
	Etanol	4469,55	Litros	0,000	0,001	0,001	0,218	6,512
	Óleo Diesel	1243,28	Litros	13,354	0,001	0,001	13,591	1,335
	TOTAL	*	*	25,499	0,003	0,003	26,508	10,946

Fonte: Autoria Própria (2019).

De todos os gases de efeito estufa emitidos pelos meios de transporte, o mais abundante é o CO₂, uma vez que tem um valor significativamente maior que os demais. O óleo diesel e a gasolina são os principais geradores desse gás, pois são os combustíveis presentes nos meios de transporte mais utilizados pelos alunos, além do fato do etanol possuir um índice de emissão de CO₂ bem menor em relação aos outros tipos de combustíveis.

A fim de comparar a emissão dos três câmpus, foi calculada a emissão média por aluno de cada câmpus, e para isso foi utilizado como base as respostas obtidas através da aplicação do questionário. Através do quadro 9 é possível observar os dados obtidos.

Quadro 9: Emissão Média por Aluno

Campus	Londrina	Medianeira	Ponta Grossa
Emissão Total da Amostra (tCO2e)	6,7817	3,3966	26,9083
Total de Respostas	21	27	86
Emissão Média por Aluno (tCO2e)	0,3229	0,1258	0,3129
Desvio Padrão	0,2167	0,2163	0,2439

Fonte - Autoria Própria (2019).

A partir desses cálculos, foi possível calcular a emissão total de acordo com o número de alunos de Engenharia de Produção de cada campus, onde foi multiplicada a emissão média pelo número total de alunos, onde a emissão total de cada campus pode ser obtida através da seguinte fórmula:

$$Emissão\ Total = Emissão\ Média \times n^{\circ}\ alunos$$

O valor final é dado em tCO2e, e os resultados obtidos com a equação foram:

Quadro 10: Emissão Total por Campus

	nº alunos	EMIÇÃO TOTAL (tCO2e)
Londrina	375	121,102
Medianeira	361	45,414
Ponta Grossa	439	137,357

Fonte - Autoria Própria (2019).

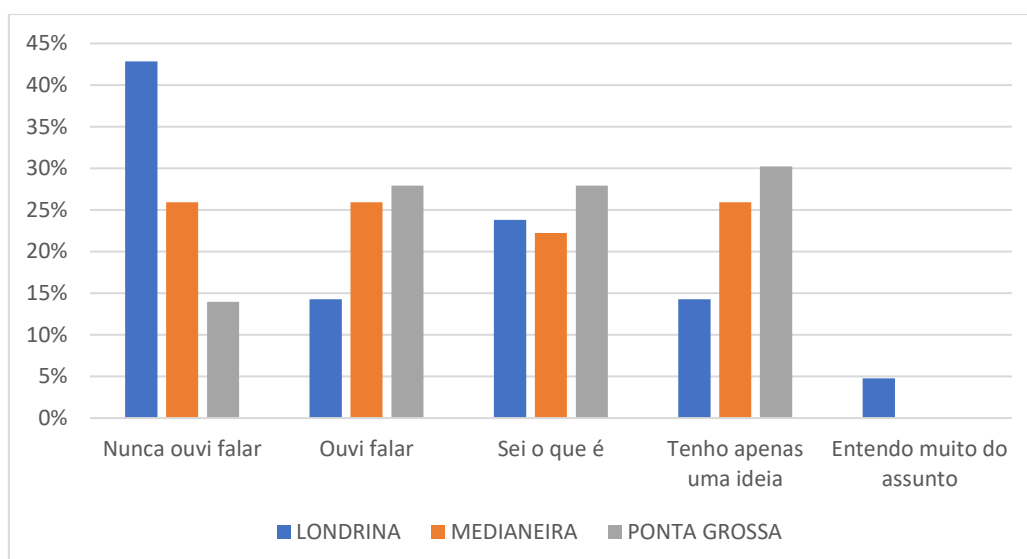
Com isso, é possível perceber como o comportamento dos alunos em relação a escolha do transporte interfere no valor da Emissão Total de cada campus. O campus Ponta Grossa render a maior emissão, isso se deve ao fato de possuir um número maior de alunos em relação aos outros dois câmpus. Nota-se a grande diferença que o campus Medianeira apresentou em relação aos demais, isso se deve ao fato da sua emissão média por aluno ser bem menor, visto que dos 27 alunos que responderam o questionário, apenas 10 utilizam algum tipo de meio de transporte automotor para se deslocar ao campus, os 17 outros optaram pela opção de ir de bicicleta ou caminhando, e como esses meios não geram emissões ao meio ambiente, isso fez com que a emissão média por aluno reduzisse muito.

4.2 ANÁLISE DOS FATORES E AÇÕES AMBIENTAIS

Além dos dados sobre o transporte utilizado para se deslocarem ao campus, também foi solicitado aos alunos que respondessem mais algumas perguntas ao fim do questionário, perguntas essas relacionadas ao conhecimento que eles têm ou não sobre pegada de carbono, se conhecem os programas ambientais presentes em seus câmpus e se eles se sensibilizam com questões relacionadas a Aquecimento Global e Mudanças Climáticas em um âmbito mundial.

Ao analisar o gráfico 5 é possível observar as respostas em relação ao conhecimento dos alunos sobre Pegada de Carbono.

Gráfico 5: Resposta à pergunta “O que você sabe sobre Pegada de Carbono?”



Fonte: Autoria Própria (2019).

Nota-se, que mesmo sendo um assunto muito discutido, tanto no dia a dia das universidades, como na mídia mundial, visto a importância que tem na vida da população e do planeta, ainda existem muitos alunos que nunca ouviram falar sobre Pegada de Carbono. Analisando separadamente, o campus Londrina é o que apresenta o maior percentual de alunos que desconhecem sobre o assunto, chegando a um total de 46% das amostras. Dessa forma, percebe-se a necessidade em desenvolver a temática dentro das instituições, de maneira a instruir toda população acadêmica da importância do assunto e das

consequências que podem trazer à vida do planeta e a qualidade de vida da população.

Outra questão abordada no questionário foi se os alunos tinham conhecimentos sobre projetos relacionados a questões ambientais em seus câmpus, principalmente focados em Aquecimento Global e Pegada de Carbono.

Em relação a pergunta “Você conhece algum projeto relacionado a Aquecimento Global ou Pegada de Carbono em seu campus?”, 93,3% dos entrevistados respondeu que não conhece nenhum projeto relacionado a ações ambientais em seus câmpus, lembrando que, como constado na Revisão Teórica desta pesquisa e, segundo algumas respostas do questionários, os três campus abordados possuem projetos que tem como objetivo a redução de impactos ambientais, seja pelo Gerenciamento de Resíduos, Projetos para melhorar a qualidade do ar, Projetos para incentivar o uso de bicicletas, troca do uso de copos plásticos por copos reutilizáveis, entre outros.

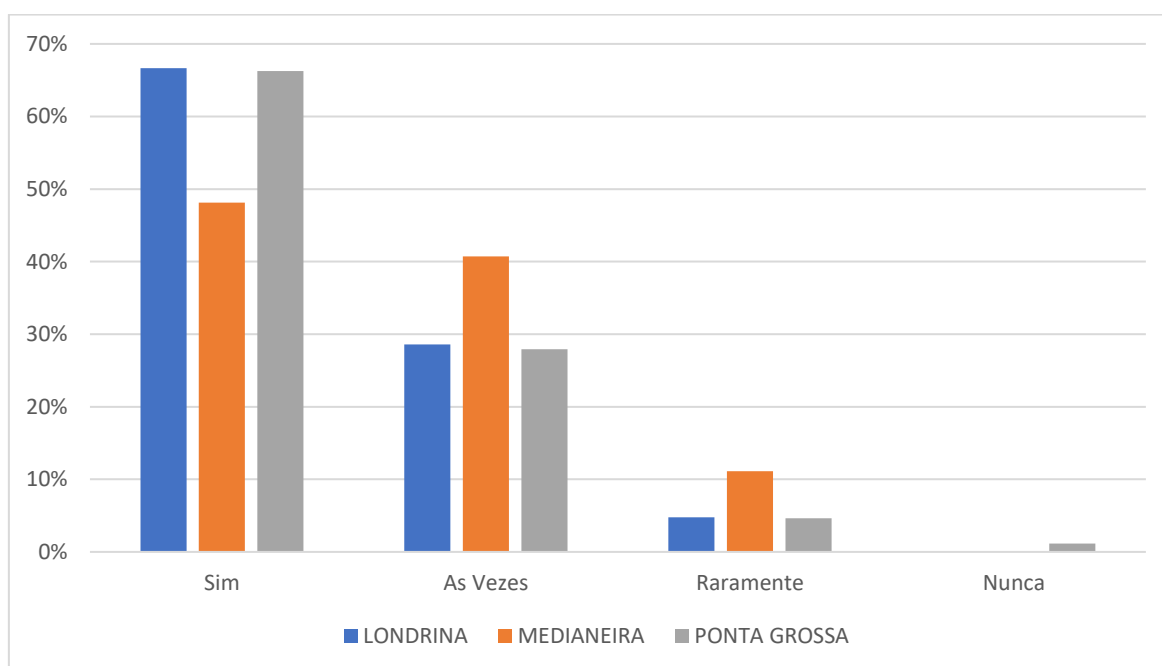
Essa falta de conhecimento pode ser pela falta de conhecimento suficiente dos alunos sobre questões ambientais, ou seja, muitos podem até conhecer os projetos, mas não tem conhecimento dos objetivos por trás dos mesmos, ou pode ser pela pouca visibilidade que as ações ambientais tem nas instituições, seja pela falta de incentivos, pela falta de apoio da instituição ou pelo pouco interesse da população universitária. A fim de resolver este problema, pode ser inserido no planejamento acadêmico de todas as instituições, ações, palestras, projetos ou workshops, que abordem temas que expressem a importância de se conhecer e de implantar ações relacionadas ao meio ambiente, o cumprimento das leis ambientais e as consequências que a negligência com esse assunto pode trazer ao planeta e a população.

Por fim, foi abordada qual a importância que os alunos dão a sua própria emissão, se sensibilizam-se com questões ambientais e se optam ou não por meios de transportes mais saudáveis ao meio ambiente. Ao serem perguntados “Você se sensibiliza com sua própria emissão de gases de efeito estufa? Cerca de 53% das respostas foram positivas, e 47% negativas, o que significa que mesmo tendo uma diferença muito pequena entre os resultados, o percentual de alunos que se preocupa com suas emissões é maior, mesmo muitos deles tendo respondido que não conhecem sobre conceitos e projetos sobre o assunto, o que pode-se concluir que o que falta nesse caso é divulgação e informação sobre

o assunto, pois a partir do momento que as pessoas passarem a conhecer mais sobre os efeitos do Aquecimento Global e Efeito Estufa, e o que acontece quando não se trata desses assuntos da maneira correta, acredita-se que o percentual de pessoas preocupadas com suas emissões tende a aumentar.

Abaixo, serão apresentados o gráfico 6, que representam dados referente a sensibilização dos alunos em relação aos Aquecimento Global e Mudanças Climáticas.

Gráfico 6: Respostas à pergunta “Você se sensibiliza com questões relacionadas a Aquecimento Global e Mudanças Climáticas em âmbito mundial?”

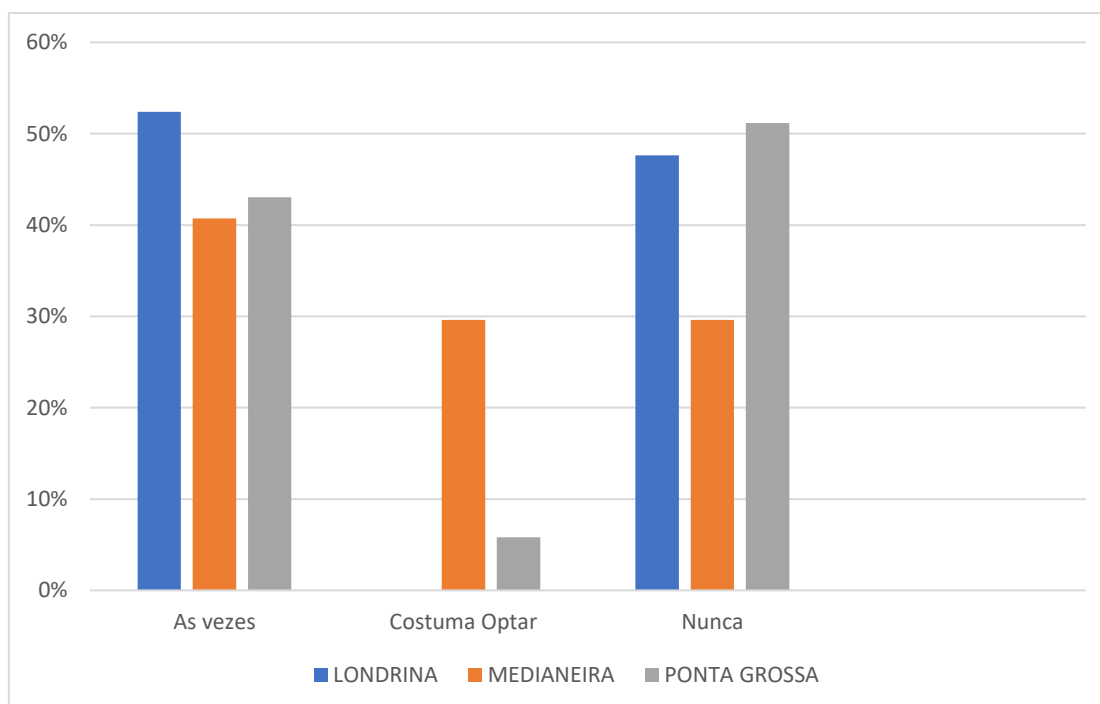


Fonte: Autoria Própria (2019).

O que se pôde analisar desses gráficos é que apesar da pouca informação e conhecimento sobre o assunto, em ambos os três câmpus demonstram preocupação com questões ambientais, sendo que nos três campus, ao serem perguntados sobre sua sensibilização com questões relacionadas a Aquecimento Global e Mudanças Climáticas, uma boa parte das respostas foram positivas.

No gráfico 7 foi possível analisar se os alunos costumam ou não optar por opções de meios de transporte que são considerados mais saudáveis ao meio ambiente.

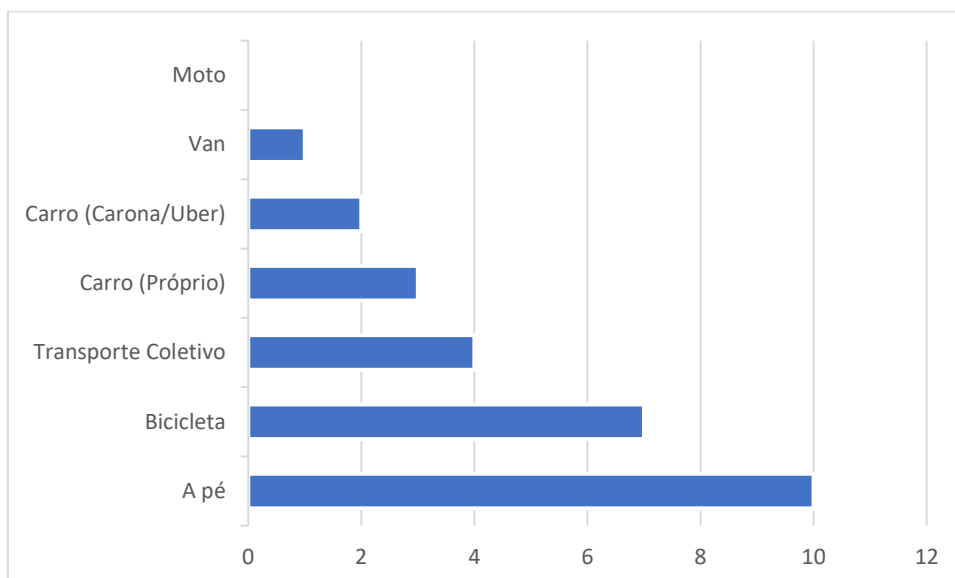
Gráfico 7: Respostas à pergunta “Você já optou o uso de algum transporte levando em consideração a opção mais saudável para o meio ambiente?”



Fonte: Autoria Própria (2019).

Ao analisar os dados, concluiu-se que poucas pessoas realmente consideram a opção mais saudável, o campus que teve o resultado mais positivo foi o campus Medianeira, pois muitos alunos escolhem opções saudáveis em todas, ou na maioria das vezes.

É possível melhorar esses índices com o aumento de informação e ações de incentivo ao uso consciente. Mesmo que as ações não tenham a divulgação e o alcance desejado, seus resultados podem ser vistos indiretamente. Um exemplo disso é uma ação implantada no campus Medianeira, que trouxe ótimos resultados ao meio ambiente por meio do aumento da área para ciclistas na instituição, e o incentivo para a utilização de meios de transportes não motorizados. Mesmo como mostra o resultado do questionário, alguns alunos não sabem o objetivo real da ação, que seria diminuir a poluição causada por meios de transporte. No entanto, o fato do campus investir e incentivar essa ação, fez com que os alunos, não só presentes, mas futuros, aderissem à ação. Revendo o gráfico 3 pode-se observar algumas estatísticas.

Gráfico 8: Pessoas por Tipo de Transporte referente ao campus de Medianeira

Fonte: Autoria Própria (2019).

O campus de Medianeira tem um ótimo índice de emissão, em relação aos outros dois, o motivo disso está representado no gráfico 3, onde mostra que mais de 50% dos alunos opta por opções mais saudáveis ao meio ambiente. A fato de o campus possuir ações de incentivo, de estar localizado em um local mais próximo ao centro da cidade, onde há mais iluminação e segurança facilita esses índices, o que pode ser motivo da maioria dos entrevistados morar em uma região próxima ao campus, mas, o que pode-se concluir com isso, é que com as condições necessárias, os alunos podem sim optar por meios de transporte que causam menos emissões de GEE ao meio ambiente.

4.3 PROPOSTAS PARA REDUÇÃO DE EMISSÕES

Nesta sessão foram sugeridas propostas para redução ou erradicação das emissões de GEE causados pelos problemas encontrados com a pesquisa.

Grande parte dos alunos entrevistados, sendo cerca de 85,4% da amostra, utilizam-se de meios de transporte automotores para se deslocarem até a universidade, desta maneira, a melhor forma de reduzir essas emissões, seria reduzir o consumo de combustível, ou a utilização de meios mais econômicos de transporte.

A situação ideal de meio de transporte seria o uso daqueles que não geram emissões de GEE ao meio ambiente, ou seja, a melhor opção seria o uso de bicicletas ou o deslocamento a pé, logo, uma das melhorias sugeridas seria realização de campanhas de incentivo ao uso da bicicleta como meio de transporte. A forma de execução de cada campus deve variar de acordo com sua realidade, pois cada cidade possui uma estrutura e cultura diferente. No caso dos câmpus Ponta Grossa e Londrina, a universidade encontra-se distante do centro da cidade, então é preciso analisar a viabilidade do melhor meio de transporte para cada caso. Uma forma de incentivar a utilização de bicicletas é aumentar a segurança do local, visto que em alguns câmpus o índice de assalto nos percursos de acesso à universidade é alto. Uma opção seria construir uma ciclovia segura e instalar câmeras de segurança no percurso de acesso à universidade. Como o percurso é pequeno o custo não seria muito alto.

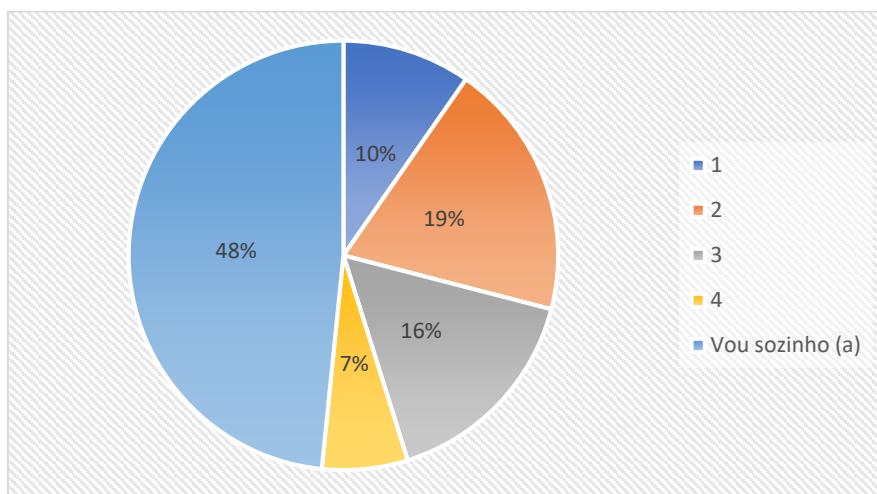
Outro ponto a ser melhorado é em relação ao consumo de combustível. De acordo com as respostas dos questionários, a maior fonte de emissão de GEE em relação ao transportes dos alunos é a gasolina, se considerar que mesmo o transporte público causando uma emissão parecida, e mesmo o óleo diesel sendo mais nocivo que a gasolina, o transporte público leva mais pessoas ao mesmo tempo, o que diminui os índices de emissão. Mesmo nesse caso, a emissão gerada por óleo diesel é alta, então é recomendado encontrar formas de tornar esse índice menor. Se considerar que na maior parte das vezes o ônibus faz a linha Terminal-UTFPR vem lotado, a emissão gerada é menor, diferente de que se o ônibus viesse com menos da metade de sua capacidade.

Analisando de forma geral, como o transporte público é o meio de transporte que carrega mais pessoas ao mesmo tempo, é o tipo de veículo automotor mais recomendado, porém, existem formas de reduzir essa emissão ainda mais. O óleo diesel, combustível mais comum utilizado nesse tipo de veículo é um grande gerador de GEE, porém atualmente há como opções o biodiesel e o biometano, combustíveis que utilizam-se de fontes renováveis em sua produção e geram menos GEE na atmosfera. Várias cidades do país já estão utilizando alguns ônibus a base de biodiesel, inclusive a capital paranaense Curitiba, logo, a troca dos carros após não poderem mais ser utilizados seria uma ótima opção para reduzir essa emissão causada.

Outro ponto, em alguns horários o fluxo de alunos é muito grande, principalmente nos horários de entrada da manhã e saída da tarde, o que faz com que as empresas de transporte público enviem mais de um carro para suprir a demanda. Uma opção para este caso, é enviar um carro articulado ao invés de dois carros convencionais, uma vez que a emissão gerada por pessoa seria menor, pois a capacidade dos ônibus articulados é maior do que a do convencional.

Como os carros de passeio são os que mais causam emissões, reduzir a emissão causada por eles é a principal ação a ser tomada. Diferente dos meios de transportes públicos, onde a emissão por passageiro é menor, a maior parte das pessoas vão de carro para a universidade vão sozinhas no veículo, contribuindo mais com emissões de GEE, como observado no gráfico 22.

Gráfico 9: Respostas referente à pergunta “Se você vai de carro à universidade, em média quantas pessoas geralmente vão com você?”



Fonte: Autoria Própria (2019)

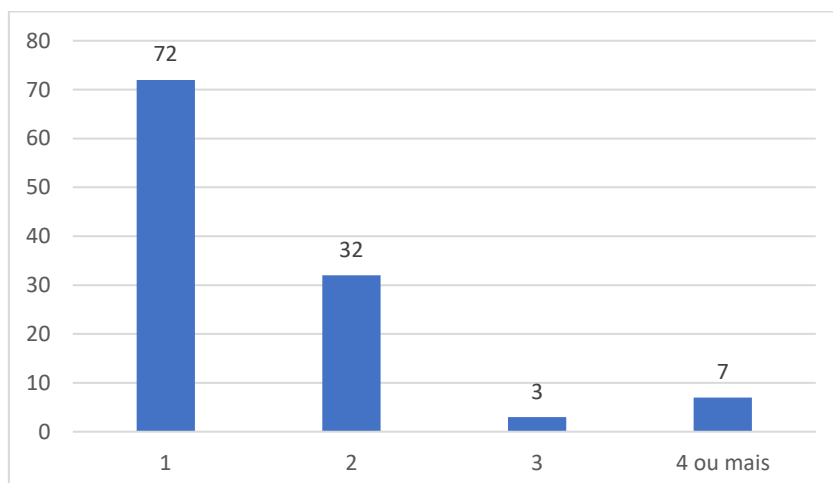
Devido a comodidade ou compromissos do dia a dia, as pessoas optam por ir de carro para a universidade, porém, o fato das pessoas irem sozinhas, ou levar apenas uma pessoa junto, faz com que o número de emissões aumente. Uma opção para reduzir essas emissões seria criar um sistema de caronas, como já existe em alguns câmpus, e, nos câmpus onde já existe, ampliar a divulgação para que mais pessoas se interessem a usar.

Outro ponto importante é em relação ao combustível dos carros de passeio. De acordo com as respostas obtidas, os mais utilizados são a gasolina

e o etanol. O etanol é muito menos prejudicial ao meio ambiente do que a gasolina, uma vez que o uso do etanol diminui em cerca de 89% a emissão de GEE. De acordo com as respostas do questionário, constatou-se que muitos possuem carros com motor flex, o que dá ao dono do veículo a possibilidade de escolher usar tanto o etanol quanto a gasolina. Logo, uma das ações sugeridas seria o incentivo ao uso do etanol, pelo menos como principal combustível utilizado, visto que muitas vezes, em decorrência da vantagem de rendimento, os motoristas preferem o uso da gasolina.

O gráfico 23 mostra outro ponto importante a ser analisado, o que pode ajudar a diminuir essas emissões.

Gráfico 10: Respostas referente à pergunta “Quantas vezes por dia você se deslocava à UTFPR durante o ano de 2018?”



Fonte: Autoria Própria (2019)

Como é possível notar pelas respostas do questionário vistas no gráfico 23, um grande número de pessoas deslocava-se mais de uma vez ao campus durante o dia, isso pode ocorrer pelo fato dos horários vagos entre as aulas. Porém, quanto mais vezes os alunos vão e voltam durante o dia, mais aumenta sua emissão de GEE, visto que estes utilizam-se de meios de transporte para se deslocar. Uma opção para essa questão, seria incentivar os alunos a irem apenas uma vez por dia para o campus, e criar áreas de estudo e descanso onde possam ficar no intervalo das aulas, evitando a necessidade de voltarem às suas casas no intervalo entre as aulas.

Além do intervalo de aulas, outro fator que causa o deslocamento dos alunos para o centro da cidade é o almoço/lanche, como na universidade não tem muitas opções de comida, o aluno precisa sair da universidade para comer, principalmente nos câmpus mais afastados do centro. Uma opção, seria conversar com as respectivas prefeituras para que haja a construção de locais de refeição, farmácias, supermercados, etc., mais perto dos câmpus, dessa forma evitaria que os alunos precisassem ir ao centro para realizar essas atividades.

O quadro 11 representa de maneira resumida as principais sugestões de melhoria sugeridas nesta pesquisa.

Quadro 11: Soluções de Melhoria para minimizar os impactos causados pelas emissões

SUGESTÕES DE MELHORIAS
Utilização de combustíveis renováveis, como o etanol ou GNV, sempre que possível.
Incentivo ao uso de meios de transporte que não necessite de combustível (ex: bicicleta).
Criação de uma ciclovia entre o centro da cidade e o campus.
Investimento em iluminação, cercas e câmeras nos locais de pouco movimento e pouca segurança nos trechos de acesso à universidade
Utilização de ônibus articulados nos horários de maior demanda.
Utilização de carros híbridos ou elétricos.
Investir na infraestrutura do campus, como locais de alimentação e de lazer, para que os alunos de desloquem menos vezes ao dia para o campus.

Fonte: Autoria Própria (2019)

Todas as mudanças ajudariam os câmpus estudados a reduzir as emissões causadas. Prova disso é o campus Medianeira, onde grande parte dos alunos utilizam meios de transporte não nocivos ao meio ambiente, o que fez com que a média de emissão do campus fosse bem menos que dos outros dois. Mas é importante ressaltar que isso também se deve ao fato do campus Medianeira estar localizado mais perto do centro da cidade, onde há mais segurança e melhores acessos a universidade.

4.4 CÁLCULO DO PLANTIO DE ÁRVORES DE MITIGAÇÃO DE CO₂

Seguindo as formulas citadas anteriormente no item 3.3.5, é possível calcular o custo e o número de árvores necessárias para mitigação das tCO_{2e} provindo dos transportes utilizados pelos alunos de engenharia de produção para frequentarem as atividades durante o período letivo nos três campus. Todos os dados gerados são para o período de um ano, mais precisamente, sobre a emissão gerada pelo ano de estudo, 2018.

4.4.1 Cálculo Do Plantio De Árvores para Mitigação De Co₂ Em Londrina

Como a emissão total de CO_{2e} no campus de Londrina foi de 121, 51 tCO_{2e} o número de árvores necessárias é de:

$$n = tCO_{2e} \times 9 = 121,51 * 9 = 1093,6$$

Será necessário um total de 1094 árvores, com isso podemos calcular a área necessária e o custo:

$$A = n \times 6m^2 \times \frac{1 ha}{10000m^2} = \frac{1094 \times 6}{10000m^2} = 0,656ha$$

$$Custo R\$ = A ha \times R\$15.644,09 = 0,656 \times R\$15.644,09 = R\$ 10.262,52$$

4.4.2 Cálculo Do Plantio De Árvores para Mitigação de Co₂ Em Medianeira

Como a emissão total de CO_{2e} no campus de Medianeira foi de 45,414 tCO_{2e} o número de árvores necessárias é de:

$$n = tCO_{2e} \times 9 = 45,414 * 9 = 408,726$$

Será necessário um total de 409 árvores, com isso podemos calcular a área necessária e o custo:

$$A = n \times 6m^2 \times \frac{1 ha}{10000m^2} = \frac{409 \times 6}{10000m^2} = 0,2454 ha$$

$$Custo R\$ = A ha \times R\$15.644,09 = 0,2454 \times R\$15.644,09 = R\$ 3.839,06$$

4.4.3 Cálculo Do Plantio para Árvores De Mitigação De Co2 Em Ponta Grossa

Como a emissão total de CO_{2e} no campus de Ponta Grossa fica em média de 137,3574 tCO_{2e} o número de árvores necessárias é de:

$$n = tCO_{2e} \times 9 = 137,3574 \times 9 = 1236,217$$

Será necessário um total de 1237 árvores, com isso podemos calcular a área necessária e o custo:

$$A = n \times 6m^2 \times \frac{1 ha}{10000m^2} = \frac{1237 \times 6}{10000m^2} = 0,7422 ha$$

$$Custo R\$ = A ha \times R\$15.644,09 = 0,7422 \times R\$15.644,09 = R\$11.611,04$$

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para concluir esta pesquisa, o resultado final em tCO₂e que os câmpus de Medianeira, Londrina e Ponta Grossa da UTFPR emitiram no ano de 2018, contando com uma amostra de cerca de 11% da população combinada dos três câmpus, tendo como base a aplicação na ferramenta de cálculo GHG *Protocol*, utilizando-se do item "deslocamento casa-trabalho" do Escopo 3.

Para calcular a emissão total de cada campus foi calculada a emissão média por aluno, onde a base dos dados foram as respostas obtidas através da aplicação do questionário. Com isso, as emissões totais encontradas em cada campus foi de 121,51 tCO₂e em Londrina, 45,41 tCO₂e em Medianeira e 137,36 tCO₂e em Ponta Grossa.

Esta pesquisa teve como objetivo analisar qual a emissão de GEE gerada pelos meios de transporte utilizados pelos alunos de Engenharia de Produção para irem até o campus da universidade. Os meios de transporte mais utilizados pelos alunos variam em cada campus, mas constatou-se que o maior índice de emissão é gerado pelo uso de veículos de passeio, sendo responsáveis por 51% das emissões totais (combinando os três câmpus).

A elaboração desse trabalho possibilitou a realização do inventário de emissões de GEE gerado pelo transporte dos alunos de Engenharia de Produção dos Câmpus de Medianeira, Londrina e Ponta Grossa, item esse, inserido no Escopo 3 da planilha de cálculo GHG *Protocol*. Como muitas das informações necessárias para esses cálculos são incertas, se tornam uma das mais difíceis de serem calculadas por esta ferramenta.

As principais incertezas encontradas na realização dessa pesquisa foram: a quantidade exata de quilômetros percorridos, visto que não é possível saber a rota exata que cada um faz, e em relação aos transportes públicos, as rotas mudam muitas vezes durante o ano. Como a maioria dos carros possui motor flex, foi solicitado ao aluno que respondesse o tipo de combustível mais utilizado, pois não é possível fazer um controle de etanol e gasolina abastecidos durante todo o ano. Como muitos alunos marcaram a opção "carona (apps)", que seriam caronas com outras pessoas, ou a utilização de aplicativos (Uber, 99pop, etc.), como o meio de transporte mais utilizado, não foi possível fazer uma análise exata do tipo de combustível utilizado por essas pessoas, sendo utilizado para

realização da pesquisa o cenário mais comum entre as respostas do questionário, no caso a gasolina.

O percurso realizado via transporte público é muito difícil de ser controlado, e como é o meio de transporte cujo combustível é mais danoso ao meio ambiente, quanto mais otimizada for a rota e cada linha, chegando ao destino por um percurso menor e pegando mais passageiros pelo caminho, mais essas emissões serão reduzidas.

Outros pontos de incerteza foram em relação a utilização da ferramenta, principalmente referente em relação ao transporte público, visto que na aba própria para inserção de dados para quem utiliza este meio de transporte existe uma limitação de campos, espaço de cálculos limitado, e no caso desta aba, não permite o cálculo de alguns fatores, como o cálculo de combustível consumido, sendo necessária a utilização de outra aba, ou até mesmo, planilhas separadas no *Microsoft Excel*. Também não existem abas separadas para outros tipos de transporte populares quando se trata de transporte de alunos e funcionários em grande escala, que são as vans e micro-ônibus.

Para estudo de trabalhos futuros, podem ser estudados: rotas otimizadas de transporte coletivo, aplicação de projetos que permitam a mitigação dos impactos causados pela emissão de GEE, a realização de um inventário de GEE considerando todos os aspectos de cálculo disponíveis na ferramenta e a realização desta pesquisa de maneira a coletar os dados de todos os alunos do campus desejado, a fim de ter uma análise mais completa. Outra sugestão é criar simulações que possibilitem nortear o quanto impactaria na redução de GEE caso fossem tomadas algumas medidas para minimizar os impactos. Por fim, sugere-se que este trabalho seja aplicado para outros cursos, e nos demais campus da UTFPR ou de outras universidades, podendo também comparar o comportamento entre os cursos.

O objetivo com a realização desta pesquisa é mostrar a importância de se ter consciência de como os hábitos do dia a dia, como o deslocamento para o trabalho ou para a universidade, pode ser prejudicial ao meio ambiente se realizada de maneira descuidada. Também tem como objetivo servir de exemplo para que outros trabalhos relacionados a questão ambiental sejam realizados em todas as instituições de ensino superior, não apenas inventários de emissão

de GEE, mas outras ações que tragam melhores a qualidade ambiental do planeta.

Por fim, conclui-se que a criação de inventários de GEE vai além de fatores ambientais, conhecer e reduzir os impactos também influencia aspectos econômicos, já que evita desperdícios e promove meios alternativos mais produtivos e eficientes. Influencia também em aspectos sociais, pois melhorando a saúde do planeta, impacta positivamente na qualidade de vida de todos. Outro ponto positivo é que influencia nos aspectos acadêmicos, pois possibilita estudos e pesquisas relacionadas.

REFERÊNCIAS

ABDI, A.; TAGHIPOUR, S.; KHAMOOSHI, H. *A model to control environmental performance of project execution process based on greenhouse gas emissions using earned value management*. **International Journal of Project Management**, v.36, p. 377-413, abr. 2018.

AGENDA 2030 - Plataforma Agenda 2030, acesso em maio de 2019. Disponível em <<http://www.agenda2030.com.br/>>.

ALVAREZ, S.; et al. *Strengths-Weaknesses-Opportunities-Threats analysis of carbon footprint indicator and derived recommendations*. **Journal of Cleaner Production**, v. 121, p. 238-247, 10 mai. 2016.

BARBETTA, P. A. **Estatística aplicada às ciências sociais**. 4. ed. Florianópolis: Atlas: UFSC, 2001.

BARBOSA, V; BASSETTO, L; GALLI, A; CHAVES, A; MUZI, J; REMER, M; LEME, S. Sustentabilidade na Universidade. In: EDS-2010 – **International Conference on Education for Sustainable Development**. Regional Centre of Expertise – RCE CRIE Curitiba – UFPR – PUC-PR - Sistema FIEPR, Curitiba, Brazil, May, 2010. Disponível em: Acesso em: mai. 2017.

BARROS, M.; SILVA, B. P. A.; PIEKARSKI, C. M., YOSHINO, R. T., TESSER, D. P.; Pegada de Carbono Potencial do Transporte Urbano de Docentes da UTFPR Campus Ponta Grossa. **XXXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**. Joinville, SC, Brasil, 10-13 OUT.2017.

BIZERRIL, M. X. A.; ROSA, M. J.; CARVALHO, T.; **Construindo uma universidade sustentável: uma discussão baseada no caso de uma universidade portuguesa**. Avaliação, Campinas; Sorocaba, SP, v.23, n.2, p.424-447, jul.2018

BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social Área de Planejamento). **Efeito estufa e a convenção sobre mudança do clima**. set 1999. Disponível em: <<http://livroaberto.ibict.br/bitstream/1/822/1/Efeito%20Estufa%20e%20a%20Conven%C3%A7%C3%A3o%20Sobre%20Mudan%C3%A7a%20do%20Clima.pdf>>. Acesso em: 17 abr. 2018.

BORTOLI, M.; et al. Emissão de óxido nitroso nos processos de remoção biológica de nitrogênio de efluentes. **Eng. Sanit. Ambient.**, vol.17, no.1, p.01-06, mar. 2012.

BRANDER, M. *Transposing lessons between different forms of consequential greenhouse gas accounting: lessons for consequential life cycle assessment, project-level accounting, and policy-level accounting*. **Journal of Cleaner Production**, v. 112, part. 5, p. 4247-4256, 20 jan. 2016

BRASIL; Ministério do Meio Ambiente. **Efeito estufa e aquecimento global**. 2018. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/component/k2/item/195-efeito-estufa-e-aquecimento-global>>. Acesso em: 16 abr. 2018.

BRASIL; Ministério Do Meio Ambiente. **Emissões de gases de efeito estufa**. 2018. Disponível em:< <http://www.mma.gov.br/mma-em-numeros/emiss%C3%B5es-de-gee>>. Acesso em 1 maio 2018.

BRASIL; Ministério Do Meio Ambiente. **Entenda como funciona o mercado de crédito de carbono**. 2018. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2012/04/entenda-como-funciona-o-mercado-de-credito-de-carbono>>. Acesso em: 16 abr. 2018.

BRASIL; Ministério Do Meio Ambiente. **Indicadores nacionais**. 2018. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/pnia/Arquivos/Temas/Atmosfera_e_Mudancas_Climaticas_AMC/1_Mudancas_Climaticas/AMC_1_1/Metadado_AMC_1_1.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2018.

BRASIL; Ministério Do Meio Ambiente. **Mudanças Climáticas**. 2011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/smcq_climaticas/_publicacao/141_publicacao12012012100135.pdf>. Acesso em 20 abr. 2018.

BRASIL; Ministério Do Meio Ambiente. **Oficina "Pegada de Carbono"**. ago. 2011 Disponível em <http://www.mma.gov.br/estruturas/255/_arquivos/2_o_que_e_pegada_de_carbono_255.pdf>. Acesso em 25 de abr. de 2018.

BRASIL; Ministério Do Meio Ambiente. **Protocolo de Quioto**. 2018. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/protocolo-de-quioto>>. Acesso em: 17 abr. 2018.

BRITO, J. S.; **Proposta De Gestão Ambiental Para Instituto Federal De Educação**, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central, Tese de Doutorado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas Campus de Rio Claro. Universidade Estadual Paulista, USP, Campus Rio Claro. 2015

Geociências e Ciências Exatas Campus de Rio Claro. Universidade Estadual Paulista, USP, Campus Rio Claro. 2015

CÓFFANI-NUNES, K. **Sustentabilidade Ambiental das Universidades: Avaliação de seis Universidades do Estado de São Paulo à partir da análise das informações em seus websites**. Dissertação de mestrado. Faculdade de Engenharia de Bauru, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Campus Bauru, 2012.

COMYNS, B. *Climate change reporting and multinational companies: insights from institutional theory and international business*. **Accounting Forum**, v. 42, n. 1, p. 65-77, mar. 2018.

CONFORTO, E.C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO. 8., 2011. **Anais...** Porto Alegre, 2011.

CRUZ, Flávia Alves; D'AVILA, Sarita Lopes. **Inventário De Emissões De Gases De Efeito Estufa Da Universidade Tecnológica Federal Do Paraná - Câmpus Curitiba – Sede Central e Ecoville**. 2013. 84 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Processos Ambientais) – Departamento Acadêmico de Química e Biologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2013.

DISTERHEFT, A; CAEIRO, S. S. F. S.; RAMOS, M. R.; AZEITEIRO, U. M. M. Environmental Management Systems (EMS) implementation processes and practices in European higher education institutions - Top-down versus participatory approaches. **Journal of Cleaner Production**, v. 31, p. 80-90, 2012.

DNV GL. **Elaboração de inventários de gases de efeito estufa e pegada de carbono**. 2018. Disponível em: <<https://www.dnvgl.com.br/services/elaboracao-de-inventarios-de-gases-de-efeito-estufa-e-pegada-de-carbono-77006>>. Acesso em: 28 abr. 2018.

DOWNING, D.; CLARK, J. **Estatística aplicada** 3. ed. Saraiva, 2011.

FGV, GVces. **Especificações do programa brasileiro GHG Protocol: contabilização, quantificação e publicação de inventários corporativos de emissões de gases de efeito estufa**. 2008. Disponível em: <https://s3-sa-east-1.amazonaws.com/arquivos.gvces.com.br/arquivos_ghg/152/especificacoes_pb_ghgprotocol.pdf> Acesso em: 14 abr. 2018.

FREITAS, O. F. **Empresas brasileiras avançam na gestão de emissões de carbono.** 16 ago. 2017. Disponível em: <<https://www.ghgprotocolbrasil.com.br/empresas-brasileiras-avancam-na-gestao-de-emissoes-de-carbono?locale=pt-br>>. Acesso em: 28 abr. 2018.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo: Atlas S. A, 2008.

GUIMARÃES, C. S. **Controle e monitoramento de poluentes atmosféricos.** 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 13 jul. 2016.

HERBSTEIN, T. **Climate change: now's the time to look outside, to take action within.** 14 set. 2016. Disponível em: <<https://www.cisl.cam.ac.uk/news/blog/climate-change-nows-the-time-to-look-outside-to-take-action-within>>. Acesso em: 16 abr. 2018.

HOUGHTON, J.T.; et al. **Climate change 2001: the scientific basis.** Syndicate Of The University Of Cambridge. 2001.

IBICT (Instituto Brasileiro de Informação em Ciências e Tecnologia). **O que é Avaliação do Ciclo de Vida.** 2018. Disponível em: <<http://acv.ibict.br/acv/o-que-e-o-acv/>>. Acesso em: 16 abr. 2018.

IBM. **Making advances in carbon management: best practice from the carbon information leaders.** 2018. Disponível em: <https://www-05.ibm.com/innovation/uk/green/pdf/joint_cdp_and_ibm_study.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2018.

ISO (International Organization for Standardization). **ISO/TS 14067:2013: Greenhouse gases -- Carbon footprint of products -- Requirements and guidelines for quantification and communication.** Disponível em: <<https://www.iso.org/standard/59521.html>>. Acesso em 01 mai. 2018.

KUCZYNSKI, Oksana. **Avaliação do Ciclo de Vida do copo plástico reutilizável adotado na UTFPR câmpus Ponta Grossa.** 2018. 83 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2018.

LARA, P. T. R.; Sustentabilidade em Instituições de Ensino Superior. **Monografias Ambientais.** v(7), nº7, p.1646–1656, MAR-JUN,2012.

LIU, T.; WANG, Q.; SU, B. A review of carbon labeling: Standards, implementation, and impact. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 53, p. 68-79, jan. 2016.

LOMBARDI, Antonio. **Créditos de Carbono e Sustentabilidade**. São Paulo: Lazuli, 2008.

MAIO, Fonteles Gabriela. **Práticas de Gestão Sustentável na Universidade Federal de Rondônia (Unir)**. Dissertação Mestrado Profissional em Administração Pública em Rede (PROFIAP), Universidade Federal de Rondônia, 93 p. Porto Velho.

MARQUI, L. **Composição atmosférica**. 2018. Disponível em: <<http://www.seja-ead.com.br/1-ensino-fundamental/ava-ead-ef/6-ano/04-cc/aula-ead/21-24.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2018.

MATIAS, E. F. P. **A humanidade contra as cordas: a luta da sociedade global pela sustentabilidade** – 1. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2014

MENDONÇA, M. J. C.; GUTIEREZ, M.B. S. **O efeito estufa e o setor energético brasileiro**. Rio de Janeiro: IPEA, 2000 (Texto para discussão).

MOZETO, A. A. **Química atmosférica: a química sobre nossas cabeças**. Ed. Especial. Mai. 2001. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/01/atmosfera.pdf>>. Acesso em: 17 abr. 2018.

MUNIZ, R. M.; **Aquecimento global: uma investigação das representações sociais e concepções de alunos da escola básica**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

NAVE, A.G. **Pacto para restauração ecológica da mata atlântica**. São Paulo 2007. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – USP.

NASA - GISS Surface Temperature Analysis (GISTEMP v3). Acesso em maio de 2019. Disponível em <<https://data.giss.nasa.gov/gistemp/>>.

NBR ISSO 14040: 2009: ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **NBR ISO 14040: gestão ambiental - avaliação do ciclo de vida - princípios e estrutura**. Rio de Janeiro, 2009.

OLIVEIRA, Edilson Batista de et al. **Determinação da quantidade de madeira, carbono e renda da plantação florestal**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011.

PETERS, G.P. Carbon footprints and embodied carbon at multiple scales. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 2, n. 4, p. 245-250, out. 2010.

PINHO, I. P. R. e. **Inventário e gerenciamento de emissões de gases de efeito estufa na indústria de bebidas**: um estudo de caso no Brasil. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético) 2009. 126 f. – Universidade Federal do Rio de Janeiro / COPPE/ Programa de Planejamento Energético, Rio de Janeiro, abr. 2009.

PIRES, Bruno; COLLA, Débora. **Elaboração E Avaliação Do Inventário De Emissões De Gases De Efeito Estufa Da Universidade Tecnológica Federal Do Paraná - Câmpus Curitiba (CT)**. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Processos Ambientais) – Departamento Acadêmico de Química e Biologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2015.

RADU, A. L.; SCRIECIU, M. A.; CARACOTA, D. M. Carbon footprint analysis: towards a projects evaluation model for promoting sustainable development. **Procedia Economics and Finance**, v.6, p. 353-363, 2013.

SANTO, A. E. **Delineamentos de metodologia científica**. 1 ed. São Paulo: Loyola, 1992.

SCIPIONI, A.; et. al. Monitoring the carbon footprint of products: a methodological proposal. **Journal of Cleaner Production**, v. 36, p. 94-101, nov. 2012.

SCIPIONI, A.; et. al. Voluntary GHG management using a life cycle approach: a case study. **Journal of Cleaner Production**, v. 18, n. 4, p. 299-306, mar. 2010.

SCRIPPS INSTITUCION OF OCEANOGRAPHY. Acesso em maio de 2019. Disponível em <<https://scripps.ucsd.edu/programs/keelingcurve/>>

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005

SILVA, L. F.; MACEDO, A. H.; **Um Estudo Exploratório Sobre o Crédito de Carbono como Forma de Investimento**. Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental. V.8, nº 8, p. 1651-1669, SET-DEZ, 2012

STEPHANOU, J. **Sustentabilidade**: resultados das pesquisas do PPGA/EA/ UFRGS. 29 abr. 2013. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/sustentabilidade/?cat=15>> Acesso em: 27 abr. 2018.

TAUCHEN, J; BRANDLI, L. L.; A Gestão Ambiental em Instituições de Ensino Superior: Modelo para Implementação em Campus Universitário. **Gestão & Produção**, v.13, n.3, p.503-515, set.- dez. 2006.

UTFPR – De Escola de Aprendizizes à Universidade Tecnológica. Acesso em dezembro de 2018. Disponível em < <http://www.utfpr.edu.br/a-instituicao/historico>>.

UTFPR – ODS 1 – Acesso em dezembro de 2018. Disponível em < <http://www.utfpr.edu.br/curitiba/estrutura-universitaria/assessorias/ascom/ods-1/ods-1>>

UTFPR – ODS 2 – Acesso em dezembro de 2018. Disponível em < <http://www.utfpr.edu.br/curitiba/estrutura-universitaria/assessorias/ascom/ods-2/ods-2>>.

VIANNA, A. E. P. B. **Aquecimento global**: diálogo ciência e mídia: por uma análise do fenômeno e sua repercussão no jornalismo impresso. Monografia de conclusão do curso de Comunicação Social – UFRJ, Rio de Janeiro, 2007.

VELAZQUEZ, L; MUNGUIA, N.; PLATT, A.; TADDEI, J. Sustainable university: what can be the matter? **Journal of Cleaner Production**, v.14, p.810-819, 2006.

VIEGAS, S. F. S. V.; CABRASL, E. R.; Práticas de Sustentabilidade em Instituições de Ensino Superior: Evidências de Mudanças na Gestão Organizacional. **Revista Gestão Universitária na América Latina**. Florianópolis, v.8, n.1, p.236-259, jan.2015

VIEIRA, S.; HOFFMANN, R. **Elementos de estatística**. 1. ed. 2. triagem. Ed. Atlas. 1988.

WBCSD - SDGs at WBCSD. Acesso em Maio de 2019. Disponível em <<https://sdghub.com/sdgs-wbcd/>>.

WU, P.; XIA, B.; WANG, X. The contribution of ISO 14067 to the evolution of global greenhouse gas standards—A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 47, p. 142-150, jul. 2015.

YABUSHITA, E. E. R. **Inventário e proposta de gerenciamento de gases de efeito estufa (gee) na utfpr**: estudo de caso do Câmpus Campo Mourão. Trabalho de Conclusão de Curso – UTFPR, Campo Mourão,2013

APENDICE A

Questionário aplicado aos alunos de Engenharia de Produção da UTFPR

Questionário de Contabilização de Gases de Efeito Estufa causados por meios de transporte utilizados por alunos de Engenharia de Produção da UTFPR em 2018.

O objetivo dessa pesquisa é contabilizar as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) provenientes de transportes veiculares utilizados pelos estudantes de Engenharia de Produção da UTFPR, durante o ano de 2018. OS dados serão utilizados na realização do TCC de Engenharia de Produção e serão coletados dentre os alunos dos Campus de Ponta Grossa, Medianeira e Londrina.

*Obrigatório

Endereço de e-mail *

Qual seu Campus? *

- Londrina
- Medianeira
- Ponta Grossa

Qual meio de transporte você mais utilizou para se deslocar até a UTFPR durante o ano de 2018? *

- Carro (Próprio)
- Carro (Carona/Uber)
- Moto
- Transporte Coletivo
- Bicicleta
- Van
- Transporte da Empresa
- A pé
- Outro:

Quantas vezes por dia você se deslocava à UTFPR durante o ano de 2018? *

- 1
- 2
- 3

4 ou mais

Qual era a distância da sua moradia até a UTFPR em 2018? *

- até 1Km
- de 1 até 2Km
- de 2 até 3km
- de 3 até 5Km
- de 5 até 8Km
- de 8 até 15Km
- 15Km ou mais

Qual a marca/modelo do veículo que você utilizou para ir até a UTFPR em 2018?

Qual o ano do veículo que você utilizou para ir para a UTFPR em 2018?

Qual o tipo de combustível que você mais utilizou em seu veículo durante o ano de 2018?

- Gasolina
- Álcool
- Diesel
- Biodiesel
- GNV (Gás Natural Veicular)
- Outro

Quantas pessoas em média costumavam ir com você para a UTFPR em 2018?

- 1
- 2
- 3
- 4
- Vou sozinho (a)

O que você sabe sobre pegada de carbono? *

- Nunca ouvi falar
- Ouvi falar
- Tenho ideia
- Sei o que é
- Entendo muito do assunto

Você conhece ou conheceu algum projeto que abordassem temas como Aquecimento Global e Pegada de Carbono em seu Campus? *

- Sim
- Não

Caso a pergunta acima seja afirmativa, explique resumidamente sobre o que se trata este projeto.

Você se considera preocupado com a sua própria emissão de carbono? *

- Sim
- Não

Você se sensibiliza com questões relacionadas a Aquecimento Global e Mudanças Climáticas em âmbito mundial? *

- Sim
- Às vezes
- Raramente
- Nunca

Você já optou o uso de algum transporte levando em consideração a opção mais saudável para o meio ambiente? *

- Costuma optar
- Às vezes
- Nunca