

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

JÚLIO DIÓGENES SCHUQUEL TOMÉ

**INVENTÁRIOS DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA REFERENTES
AOS ANOS DE 2019 E 2020 DA UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO
PARANÁ - CAMPUS CAMPO MOURÃO**

CAMPO MOURÃO

2021

JÚLIO DIÓGENES SCHUQUEL TOMÉ

**INVENTÁRIOS DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA REFERENTES
AOS ANOS DE 2019 E 2020 DA UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO
PARANÁ - CAMPUS CAMPO MOURÃO**

**Inventories of greenhouse gas emissions for the years of 2019 and 2020 of the
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campo Mourão**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Ambiental da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR).

Orientadora: Prof^a Dra. Vanessa Medeiros Corneli

CAMPO MOURÃO

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

JÚLIO DIÓGENES SCHUQUEL TOMÉ

**INVENTÁRIOS DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA REFERENTES
AOS ANOS DE 2019 E 2020 DA UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO
PARANÁ - CAMPUS CAMPO MOURÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Ambiental da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR).

Data de aprovação: 29 de novembro de 2021

Vanessa Medeiros Corneli
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Morgana Suszek Gonçalves
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Thiago Morais de Castro
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

CAMPO MOURÃO

2021

AGRADECIMENTOS

A minha família por ter acreditado em mim e que apesar da distância, sempre esteve ao meu lado durante toda minha caminhada.

A todos os amigos que conquistei durante essa trajetória, cuja amizade e parceria foram minhas principais conquistas durante o período de graduação.

Aos meus colegas de Atlética Demônios do Campo, Centro Acadêmico de Engenharia Ambiental e Diretório Central dos Estudantes, cujas experiências compartilhadas nessas entidades foram de extrema importância para meu crescimento pessoal.

Ao meu colega de profissão Leandro Mai e sua família por todo suporte dado nessa reta final de graduação.

A minha namorada Bruna Marcia Turmina por todo companheirismo, cumplicidade e paciência durante essa reta final de trajetória.

A minha orientadora Prof^a. Dra. Vanessa Medeiros Corneli por toda orientação e conhecimento.

A todos os educadores e profissionais da UTFPR que passaram por minha trajetória, cuja dedicação em transmitir o conhecimento, serviu de inspiração e motivação para mim durante esse período.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR por ter me acolhido durante esse período e por ter cedido os dados para o presente trabalho.

Enfim, a todos os que contribuíram direta ou indiretamente durante esse importante período da minha vida.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo elaborar os inventários de gases de efeito estufa referentes aos anos de 2019 e 2020 para o Campus Campo Mourão da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, a partir da aplicação da ferramenta *GHG Protocol*. Visto que 2020 foi um ano atípico nas atividades da Universidade devido a pandemia da Covid-19 a análise entre inventários representa uma oportunidade de analisar os impactos da pandemia no padrão de emissões do campus. Dentre o somatório dos escopos 1 e 2, identificou-se que para o ano de 2019 houve a emissão de 91,332 tCO_{2e}, enquanto em 2020 a emissão foi de 30,09 tCO_{2e}, representando uma redução de 67% no número de emissões totais em relação ao ano anterior. É necessário que sejam pensadas medidas de mitigação para as emissões de gases de efeito estufa provenientes do Campus, assim como a continuidade de projetos em andamento como a estação de pesquisa solar.

Palavras-chave: emissões atmosféricas; *GHG Protocol*; inventário de gases de efeito estufa, mitigação

ABSTRACT

This work aimed to prepare the greenhouse gas inventories for the years 2019 and 2020 for the Campo Mourão Campus of the Federal Technological University of Paraná, using the GHG Protocol tool. As 2020 was an atypical year for the University's activities due to the Covid-19 pandemic, the cross-inventory analysis represents an opportunity to analyze the impacts of the pandemic on the campus emissions pattern. Among the sum of scopes 1 and 2, it was identified that for the year 2019 there was the emission of 91,332 tCO₂e, while in 2020 the emission was 30.09 tCO₂e, representing a reduction of 67% in the number of total emissions in relation to the previous year. It is necessary to think about mitigation measures for the emissions of greenhouse gases from the Campus, as well as the continuity of ongoing projects such as the solar research station.

Key words: atmospheric emissions; *GHG Protocol*; inventory of greenhouse Gases; mitigation.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 OBJETIVOS	9
2.1 Objetivo Geral	9
2.2 Objetivos Específicos	9
3 JUSTIFICATIVA	10
4 REVISÃO DE LITERATURA	11
4.1 Mudanças Climáticas	11
4.2 Intergovernmental Panel On Climate Changes (IPCC)	12
4.3 Inventário De Emissões Atmosféricas	12
4.3.1 Green House Gas Protocol	13
4.4 Medidas De Mitigação De Gases De Efeito Estufa	14
4.4.1 Sequestro De Carbono Pelo Plantio De Árvores	14
4.5 Impactos Da Covid-19 Nas Emissões Atmosféricas	15
5 MATERIAL E METÓDOS	16
5.1 Área De Estudo	16
5.2 Metodologia Ghg Protocol	17
5.3 Identificação Das Fontes De Emissões E Coleta De Dados	17
5.4 Contabilização E Quantificação Dos Gases De Efeito Estufa	18
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
6.1 Combustão Móvel	19
6.2 Combustão Estacionária	20
6.3 Emissões Fugitivas	22
6.4 Eletricidade	23
6.5 Exclusões	24
6.6 Emissões Totais	25
7 CONCLUSÃO	26
REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, as mudanças climáticas vêm gerando grande preocupação para a população, principalmente no que tange ao aumento da temperatura média superficial global e seus efeitos associados. Entre os gases responsáveis pelo efeito estufa, estão vapor de água, clorofluorcarbono (CFC), ozônio (O₃), metano (CH₄), óxido nitroso (NO₂) e o dióxido de carbono (CO₂), estes absorvem uma parcela da radiação infravermelha emitida pela superfície da Terra, e irradiam energia de volta para a superfície. Deste modo, a consequência é que a superfície recebe quase o dobro de energia da atmosfera em relação a energia proveniente do sol, deixando a superfície em torno de 30° C, essencial para a forma de vida como conhecemos (SILVA; PAULA, 2009).

Desde a era pré-industrial estima-se que as atividades humanas tenham causado cerca de 1,0°C de aquecimento global, com chances de atingir 1,5°C entre 2030 e 2052, caso continue a aumentar no ritmo atual (IPCC, 2018).

As mudanças climáticas, além de contribuírem para a desertificação e degradação do solo em muitas regiões, podem levar ao aumento da frequência de uma série de eventos climáticos como aumento na intensidade de chuva, inundações, períodos de seca e aumento do nível do mar (IPCC, 2019).

Segundo Confalonieri e Marinho (2007) as mudanças climáticas podem causar uma série de impactos na saúde pública, causando fenômenos que podem agravar situações-problema já existentes como doenças infecciosas endêmicas e acidentes por eventos climáticos extremos.

Nesse cenário os inventários de gases de efeito estufa surgem como importantes ferramentas para quantificação e mensuração de emissões atmosféricas, tomando por base conceitos de contabilidade ambiental, e são utilizados para o estabelecimento de metas e planos de ação para redução de emissões e mensuração dos resultados obtidos (ABREU et al., 2015).

A ferramenta *Greenhouse Gas Protocol* (GHG PROTOCOL) que foi originalmente desenvolvida nos Estados Unidos, em 1998, pelo *World Resources Institute* (WRI) é a mais utilizada mundialmente para a realização de inventários de Gases de Efeito Estufa (GHG PROTOCOL, 2017).

Conhecer o perfil das emissões, a partir do diagnóstico garantido pelo inventário pode auxiliar a organização a estabelecer estratégias, planos e metas para

redução e gestão das emissões de gases de efeito estufa, engajando-se na solução desse enorme desafio para a sustentabilidade global (GHG PROTOCOL BRASIL, 2008).

O desenvolvimento do inventário vai ao encontro com a Política de Sustentabilidade da UTFPR que tem como um de seus objetivos implementar a gestão adequada de resíduos, emissões e efluentes (UTFPR, 2019).

Sendo assim o presente trabalho teve como objetivo identificar e quantificar as emissões atmosféricas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus Campo Mourão, aplicando a ferramenta do Programa Brasileiro do *GHG Protocol* e elaborando os inventários de gases de efeito estufa referentes aos anos de 2019 e 2020.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Elaborar inventários de emissões de gases de efeito estufa referentes aos anos de 2019 e 2020 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus Campo Mourão.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar as diferentes fontes de emissões de gases de efeito estufa do campus;
- Realizar a coleta dos dados relativos às fontes de emissões junto aos departamentos responsáveis da Universidade;
- Aplicar a ferramenta *Green House Gas Protocol* para quantificar os gases de efeito estufa emitidos no campus;

3 JUSTIFICATIVA

As mudanças climáticas decorrentes do aumento da concentração de gases de efeito estufa na atmosfera geram consequências nas relações sociais, nos níveis populacionais, no estoque de alimentos, em novas doenças e expansão de algumas antigas e nos deslocamentos ambientais (BLANK, 2015). Tais impactos têm feito com que empresas e instituições tenham que adequar processos e tomar medidas visando à mitigação de impactos causados por suas emissões. Nesse contexto os inventários de gases de efeito estufa se destacam como ferramentas que possibilitam mensurar e diagnosticar o perfil das emissões das organizações.

O presente trabalho tem como objetivo realizar os inventários de emissões de gases de efeito estufa referente aos anos de 2019 e 2020 da UTFPR campus Campo Mourão utilizando a ferramenta *GHG Protocol*, traçando assim um panorama, o qual pode ser um instrumento norteador nas tomadas de decisão. O estudo vai ao encontro dos objetivos da Política de Sustentabilidade da UTFPR, evidenciando a Universidade como uma instituição ciente de sua responsabilidade socioambiental e engajada com o desenvolvimento sustentável.

O ano de 2020 foi um ano atípico nas operações da Universidade, visto que a pandemia do Covid-19 afetou o funcionamento de boa parte das atividades presenciais, influenciando no padrão de emissões de gases de efeito estufa da instituição, a análise entre inventários representa uma oportunidade de analisar os impactos da pandemia no padrão de emissões do campus.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Mudanças Climáticas

Nosso planeta é habitável devido a presença de certos gases que capturam a radiação de ondas longas emitidas pela superfície terrestre, proporcionando uma temperatura global média de 15°C. Esse fenômeno é popularmente conhecido como “Efeito Estufa”, sendo o vapor de água o mais abundante gás de efeito estufa. No entanto, existe uma substancial contribuição do dióxido de carbono (CO₂) e contribuições menores do Ozônio (O₃), Metano (CH₄) e Óxido Nitroso (N₂O) (MITCHELL, 1989).

As concentrações de dióxido de carbono, metano e óxido nitroso vem aumentando e em anos recentes outros gases de efeito estufa vêm sendo lançados na atmosfera em quantidades significativas. Existem muitas incertezas na dedução dos consequentes efeitos climáticos. Estima-se que o aumento das concentrações desses gases desde o ano de 1860 pode ter aumentado a temperatura média global da superfície em 0,5° C ou mais e as projeções apontam que essas concentrações podem produzir um aquecimento de cerca de 1,5° C nos próximos 40 anos (MITCHELL, 1989).

As mudanças climáticas resultantes do aumento do efeito estufa têm apresentado diversas consequências como aumento do nível do mar e possíveis inundações, derretimento de geleiras, mudanças nos padrões de precipitação tendo implicações em inundações e secas, além de mudanças na incidência de eventos climáticos extremos como, em especial os de altas temperaturas. Os efeitos das mudanças climáticas mostram impactos nos ecossistemas, na saúde e setores econômicos chave como a agricultura e os recursos hídricos (MGBEMENE, 2011).

Em 2015 foi firmado entre 196 países o “*Acordo de Paris*”, com o objetivo de frear o aumento de temperatura média global para abaixo de 2° C e preferencialmente próximo de 1,5° C acima dos níveis pré-industriais, sendo que cada país participante submeteu seus compromissos para contribuir na redução das emissões de gases de efeito estufa (UNFCCC, 2021).

4.2 Intergovernmental Panel on Climate Changes (IPCC)

Criado em 1988 pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), o objetivo do *Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas* (IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Changes*) é fornecer aos governos de todos os níveis as informações científicas para que eles possam desenvolver suas políticas climáticas (IPCC, 2020).

Em 1996 o IPCC publicou suas diretrizes revisadas para inventários nacionais de gases de efeito estufa onde são fornecidos métodos e premissas padrão para o cálculo das principais emissões e remoções de gases de efeito estufa no nível de detalhe mínimo aceitável. Os métodos padrões do IPCC foram desenvolvidos visando eficiência e se baseiam em dados que estão prontamente disponíveis e que devem ser facilmente aplicáveis a todos os países do mundo. Métodos mais detalhados também são discutidos nas diretrizes e os especialistas nacionais são incentivados a usá-los sempre que possível e com possibilidade de produzir estimativas nacionais mais precisas. Em alguns casos, os especialistas nacionais podem optar por usar uma metodologia totalmente diferente se acreditarem que isso reflete melhor sua situação nacional (IPCC, 2000).

4.3 Inventário de Emissões Atmosféricas

O inventário de emissões de gases de efeito estufa representa uma importante ferramenta para o desenvolvimento às ações de mitigação e adaptação as mudanças climáticas. Uma vez determinadas as fontes e seus potenciais de emissão é possível planejar métodos e ações para alcançar a redução desejada (CARVALHO; VAN ELK; ROMANEL, 2017).

Um inventário de gases de efeito estufa deve considerar premissas amplamente aplicadas, isto é, utilizadas também, em inventários de outras empresas, e as fontes devem também ser agrupadas sobre algum critério geral. Por meio da classificação das fontes em escopos, sejam de emissões diretas, indiretas ou associadas à geração de energia elétrica (incluindo calor e vapor), pode representar sempre uma excelente oportunidade para revisar procedimentos de medida de insumos, produtos e subprodutos (BRASIL; SOUZA; CARVALHO, 2008).

A realização da contabilidade de gases de efeito estufa pode trazer diversos benefícios para a instituição inventariante, como a promoção de uma melhor comunicação entre a organização e seus fornecedores, mais respeito e confiança dos clientes e comunidade em geral, assim como melhor compreensão dos efeitos ambientais da empresa (OTTE, 2008).

4.3.1 Green House Gas Protocol

Entre as diferentes metodologias existentes para a realização de inventários de gases de efeito estufa corporativos, o The Greenhouse Gas Protocol – *A Corporate Accounting and Reporting Standard* (O Protocolo de Gases de Efeito Estufa – Um Padrão Corporativo de Contabilização e Reporte), ou simplesmente *GHG Protocol*, lançado em 1998, é até hoje a ferramenta mais utilizada mundialmente pelas empresas e governos para entender, quantificar e gerenciar suas emissões (GHG PROTOCOL BRASIL, 2008).

O *GHG Protocol* foi desenvolvido pelo Instituto de Recursos Mundiais (*WRI - World Resources Institute*) em associação com o Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (*WBCSD - World Business Council for Sustainable Development*), além de ter tido a participação de outras entidades como empresas, organizações não governamentais (ONGs), governos e outras instituições conveniadas ao WRI e ao WBCSD. Entre as propriedades da ferramenta destaca-se a plataforma estruturada para contabilização e quantificação de GEE, o caráter modular e flexível, a neutralidade em termos de políticas ou programas e o fato de ser baseada em um amplo processo de consulta pública (GHG PROTOCOL BRASIL, 2008).

O protocolo fornece conceitos que dividem as emissões em diferentes “escopos”. As emissões do escopo 1 são aquelas provenientes de fontes pertencentes ou controladas pela empresa. O escopo 2 inclui as emissões provenientes da eletricidade comprada. O escopo 3 inclui todas as outras indiretas, como transporte ou extração dos produtos comprados (GREEN, 2010).

A metodologia do GHG Protocol é compatível com as normas da *International Organization for Standardization* (ISO) e com as metodologias de quantificação do *Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática* (IPCC), e sua aplicação no

Brasil, a partir do início do Programa Brasileiro *GHG Protocol*, em 2008, acontece de modo adaptado ao contexto nacional (GHG PROTOCOL BRASIL, 2008).

4.4 Medidas de Mitigação de Gases de Efeito Estufa

Classifica-se como mitigação, as mudanças e substituições tecnológicas que venham a promover reduções no uso de recursos e as emissões nos meios de produção, bem como a implementação de medidas que reduzam as emissões de gases de efeito estufa e aumentem os sumidouros de carbono (BRASIL, 2008).

A diminuição dos impactos globais provindos das mudanças climáticas deve passar pela rigorosa avaliação das principais fontes de emissão e pelo estabelecimento de alternativas de mitigação dos gases de efeito estufa. O conhecimento da participação de cada fator, de emissão ou de mitigação, é de suma importância para avaliar o papel que estes exercem no meio em que estão inseridos (SANTI; IMAGO; DENARDIN, 2007).

4.4.1 Sequestro de Carbono pelo plantio de árvores

As árvores por meio de seu processo de crescimento atuam como sumidouros de carbono, logo seu plantio pode potencialmente diminuir o acúmulo de carbono na atmosfera, sendo assim gestores em áreas urbanas devem estar cientes do potencial das árvores na mitigação da poluição atmosférica, sendo esse um dos muitos benefícios derivados da arborização nos ambientes urbanos (NOWAK, 1993).

O plantio de vegetação está sendo cada vez mais utilizado como uma abordagem eficaz para reduzir a poluição do ar, pois se apresenta como um investimento de baixo custo para mitigação de efeitos estufa, sendo que o plantio estratégico de árvores além de capturar o dióxido de carbono na atmosfera auxilia na conservação de energia e a manter o conforto térmico sem o uso de aparelhos de ar condicionado (KUCHELMEISTER, 2000).

No início dos anos de 1990 o mecanismo florestal de sequestrar o carbono foi lançado na Convenção do Clima da ONU como um instrumento de flexibilização dos compromissos de redução das emissões de Gases Efeito Estufa (GEE) dos países com metas de redução. Trata-se de uma das modalidades dentro do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) do Protocolo de Kyoto para compensar os

compromissos de redução de emissão para mitigar as mudanças climáticas (YU, 2004).

O sucesso do plantio de árvores requer um planejamento cuidadoso, que começa com o trabalho de todas as partes interessadas para identificar claramente as metas do projeto, e para alcançar os resultados desejados, os esforços de plantio de árvores devem: ser integrados como parte de uma abordagem multifacetada para abordar problemas ambientais complexos e incluir um compromisso de longo prazo com a proteção, gestão e financiamento da terra (HOLL; BRANCALION, 2020).

4.5 Impactos da Covid-19 nas emissões atmosféricas

No dia 11 de março de 2021, a OMS (Organização Mundial da Saúde) decretou Pandemia de Covid-19, o rápido avanço da doença levou a paralisação das mais diversas atividades, inclusive a UTFPR anunciou em 15 de março de 2020 a suspensão de suas atividades letivas presenciais, tal medida se manteve durante todo o ano de 2020.

A partir do avanço da Covid-19, diversos países adotaram os “*Lockdowns*”, uma medida que restringe a circulação das pessoas, visando assim conter o contágio da doença. As emissões de carbono negro, proveniente da combustão incompleta de combustíveis fósseis, tiveram uma diminuição de 23% durante os períodos de *Lockdowns*, em relação ao mesmo período nos 5 anos anteriores (EVANGELIOU, 2021).

Segundo Liu *et al* (2020), no número global de emissões, o primeiro semestre de 2020 registrou uma queda de 8,8% em relação ao mesmo período no ano 2019, sendo que a relevância de tal diminuição é maior que os impactos da queda econômica global durante a segunda guerra mundial, já no Brasil foi registrada uma queda geral de 12% no primeiro semestre de 2020, em relação ao mesmo período no ano anterior.

5 MATERIAL E METÓDOS

5.1 Área de Estudo

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus Campo Mourão, localizada na Via Rosalina Maria dos Santos nº 1233, possui área total de 83.888,00m² com a área construída de 23.312,30 m² (UTFPR, 2018) e está localizada com as seguintes coordenadas geográficas do Sistema Universal Transversal de Mercator (UTM): 22 J, Longitude: 358928.99 m E, Latitude: 7338322.88 m S.

Figura 1 - Localização da Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus Campo Mourão



Fonte: Adaptado do Software Google Earth® (2020)

O Campus Campo Mourão é um dos treze Campi da UTFPR, em sua estrutura física há 8 blocos para o desenvolvimento das atividades acadêmicas, ginásio de esportes e restaurante universitário. Têm aproximadamente 2000 alunos divididos entre o Curso Técnico Integrado em Informática (nível médio), curso na modalidade Educação à Distância na área de eletrônica, oito cursos superiores: Ciências da Computação; Engenharia Ambiental; Engenharia de Alimentos; Engenharia Civil; Engenharia Eletrônica; Engenharia Química; Licenciatura em Química e Tecnologia de Alimentos. Além de sete cursos de pós-graduação, possui três em nível de

especialização: Aperfeiçoamento em Engenharia Elétrica com Ênfase em Eletrônica, Especialização em Matemática e Engenharia de Segurança do Trabalho. Quatro em nível de mestrado: Tecnologia de Alimentos, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Mestrado Profissional em Inovações Tecnológicas e o Mestrado profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (UTFPR, 2021).

5.2 Metodologia GhG Protocol

Para a quantificação das emissões assim como a elaboração do inventário de Gases de Efeito Estufa foi adotada a metodologia *GHG Protocol*, cujo programa brasileiro é adaptado ao cenário nacional. Para quantificação e contabilização as emissões foram categorizadas em dois diferentes escopos:

Escopo 1 – Emissões providas de fontes pertencentes ou controladas pela organização sendo classificadas em cinco categorias: Combustão estacionária, Combustão móvel, Emissões de processos físicos e químicos, Emissões fugitivas e Emissões agrícolas (GHG PROTOCOL, 2008).

Escopo 2 – Neste escopo são contabilizadas as emissões de GEE providas da compra de energia elétrica e térmica que é consumida pela empresa. Neste escopo as emissões ocorrem fisicamente no local onde a energia é produzida, apesar da geração ocorrer fora do limite organizacional (GHG PROTOCOL, 2008).

5.3 Identificação das fontes de emissões e coleta de dados

Foram elaborados dois inventários, adotando 2019 e 2020 como anos base, sendo que em um primeiro momento foi feita a identificação das fontes de emissão dentro do campus conforme os escopos da metodologia *GHG Protocol*, para em seguida ser feito o levantamento de dados referentes à: combustão estacionária, combustão móvel, emissões fugitivas e eletricidade. O levantamento ocorreu de maneira remota através de contato via e-mail com os seguintes setores da Universidade: Assessoria de Planejamento e Administração, Departamento de Serviços Gerais, Diretoria de Graduação e Educação Profissional e Departamento de Registros Acadêmicos.

5.4 Contabilização e Quantificação dos Gases de Efeito Estufa

Para a contabilização e quantificação dos gases de efeito estufa foi utilizada a ferramenta de cálculo disponibilizada no website do Programa Brasileiro *GHG Protocol*. A ferramenta é composta por uma planilha de Microsoft® Office Excel dividida por abas contendo escopos e categorias de emissão, sendo incluído em cada aba os fatores de emissão e os cálculos de conversão de emissões.

Os dados coletados foram lançados na planilha para a realização dos devidos cálculos de emissão correspondentes as atividades do campus, sendo em seguida feito a análise comparativa entre os dois inventários, ano 2019 e 2020.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o segundo semestre de 2020 e o primeiro semestre de 2021 foi realizado a coleta de dados junto aos seguintes departamentos da universidade: Assessoria de Planejamento e Administração, Departamento de Serviços Gerais, Diretoria de Graduação e Educação Profissional e Departamento de Registros Acadêmicos. As fontes de emissão do campus, divididas por escopo e categoria foram classificadas conforme descrito no Quadro 1.

Quadro 1 - Fontes de emissão do campus

ESCOPOS	CATEGORIA	Fonte de emissão
ESCOPO 1	Combustão Estacionária	Consumo de Gás Liquefeito de Petróleo
	Combustão Móvel	Consumo de Combustível pela frota de veículos do campus.
	Emissões fugitivas	Recarga de extintor de incêndio, ar condicionado
ESCOPO 2	Eletricidade	Compra de energia elétrica

Fonte: UTFPR (2021)

6.1 Combustão Móvel

As emissões provindas de combustão móvel foram calculadas com base na frota de veículos do campus que é apresentada no Quadro 2.

Quadro 2 – Relação de veículos da UTFPR Campus Campo Mourão

VEÍCULO	TIPO DE VEICULO	ANO
Sprinter	Micro-ônibus a Diesel	2011
Cruze	Automóvel flex a gasolina	2013
Cruze	Automóvel flex a gasolina	2013
Cruze	Automóvel flex a gasolina	2014
Saveiro	Automóvel flex a gasolina	2008
Astra	Automóvel flex a gasolina	2007
Caminhonete	Veículo comercial leve a Diesel	2013
Kombi	Veículo comercial leve a gasolina	1995
Ônibus	Micro-ônibus a Diesel	2010
Etios	Automóvel flex a gasolina	2017
Duster Oroch	Automóvel flex a gasolina	2017
Trator	Veículo comercial leve a Diesel	2006

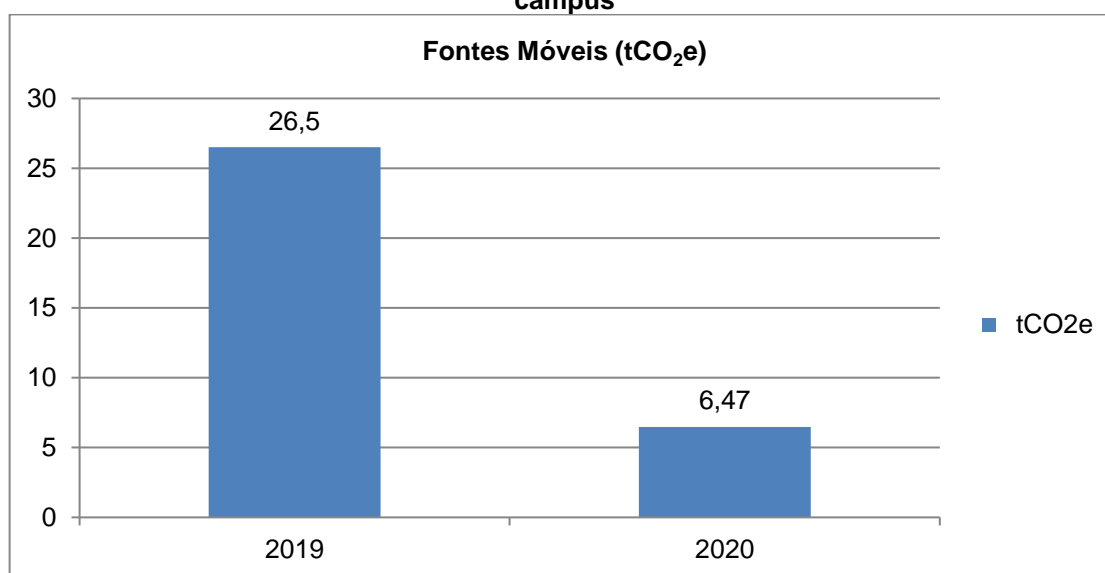
Fonte: UTFPR (2021)

O cálculo de emissões é feito a partir do tipo de veículo, ano e consumo de combustível.

O consumo de combustível no ano de 2019 foi de 7.931,06 litros de gasolina comum e 4.483,02 litros de óleo diesel, enquanto em 2020 o consumo foi de 1.102,46 litros de gasolina comum e 1.957,73 litros de óleo diesel.

As emissões provenientes das fontes móveis em 2019 emitiram um total de 26,502 toneladas de CO₂ equivalentes, que é representada pela sigla tCO₂e, enquanto em 2020 foram emitidas 6,47 tCO₂e, representando uma redução de 75,51% em relação ao ano anterior, conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2 - Quantidade emitida de tCO₂e das emissões provenientes das fontes móveis no campus

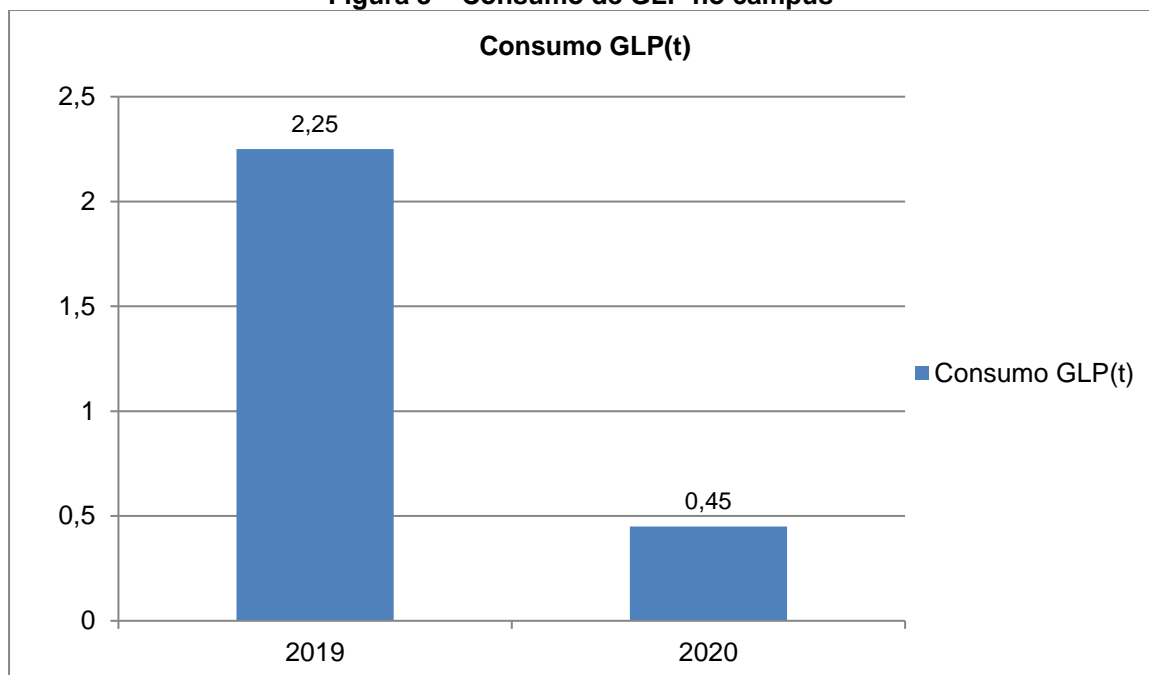


Fonte: Autoria Própria (2021)

Em inventário realizado no Campus por Yabushita (2013), as emissões de tCO₂e por combustão móvel no ano de 2012 foram de 25,99 toneladas, com uma frota de 8 veículos.

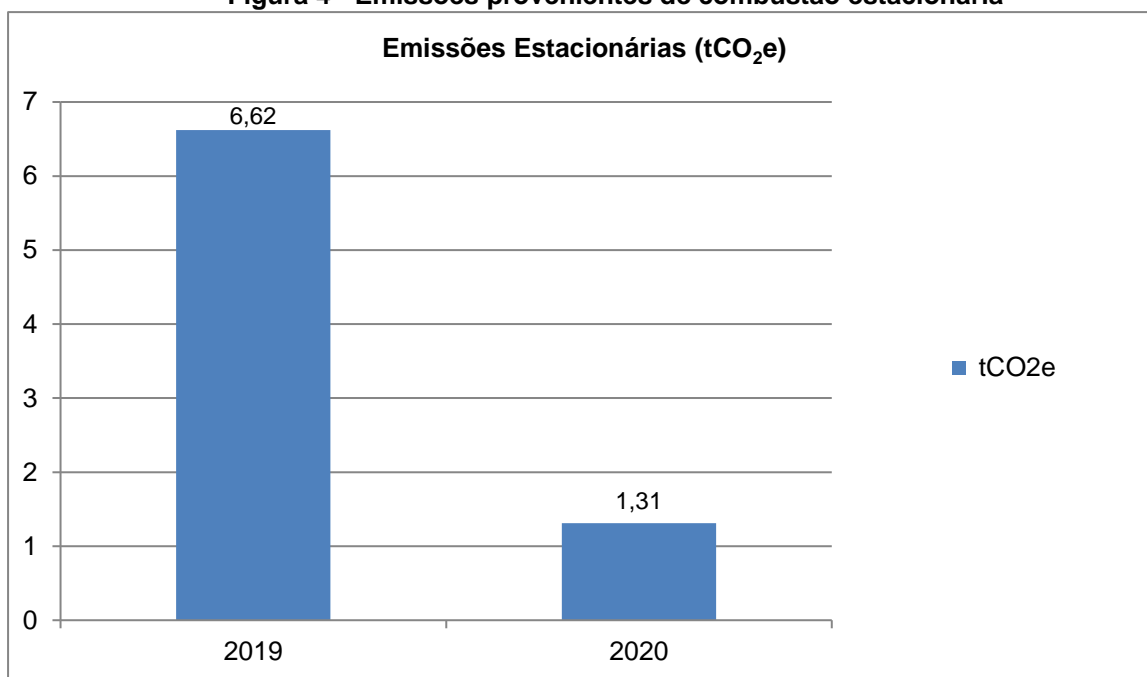
6.2 Combustão Estacionária

As emissões provindas de combustão estacionária são calculadas com base no consumo de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP), que é consumido em sua maioria nos laboratórios do Campus. O consumo foi de 2,25 tCO₂e em 2019 e 0,45 tCO₂e no ano de 2020, representando uma redução de 80% em 2020 em relação ao ano anterior (Figura 3).

Figura 3 – Consumo de GLP no campus

Fonte: UTFPR (2021)

As emissões provindas de fontes estacionárias do Campus em 2020 tiveram uma queda de 80% em relação ao ano de 2019, sendo emitidas 6,62 tCO₂e em 2019 e 1,31 tCO₂e em 2020 (Figura 4).

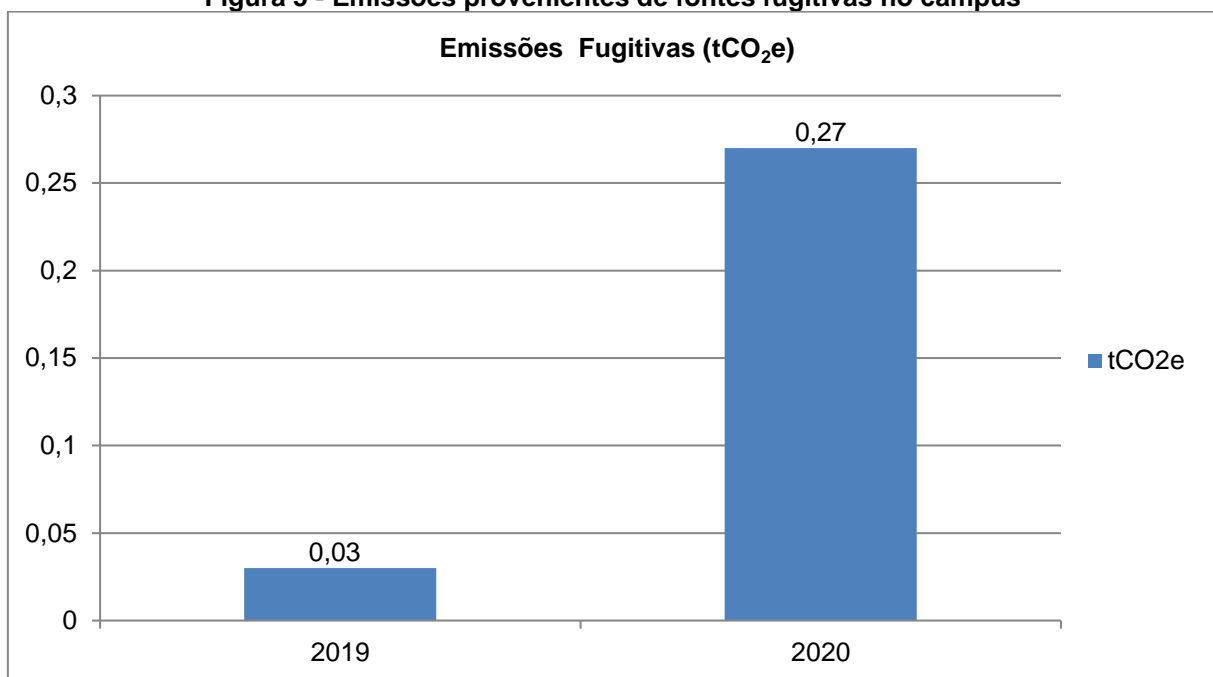
Figura 4 - Emissões provenientes de combustão estacionária

Fonte: Autoria Própria (2021)

6.3 Emissões Fugitivas

As emissões fugitivas foram calculadas a partir da recarga dos extintores de incêndio no campus, que possuem Dióxido de Carbono (CO₂) em sua composição, para o cálculo das emissões, foi enquadrada dentro da ferramenta *GHG Protocol*, a opção por abordagem de ciclo de vida, a qual leva em conta as recargas realizadas pelos fornecedores durante o período, assim como novas unidades instaladas, não sendo incluídas pré-cargas feitas pelos fabricantes.

A quantidade de tCO₂e emitida em 2019 foi de 0,03 tCO₂e e em 2020 foi de 0,27 tCO₂e, representando um aumento de 900% de um ano para o outro (Figura 5). O aumento se deve ao maior número de recargas nos extintores em 2020, visto que foram feitas 39 recargas nos extintores de 6 kg, 6 recargas nos extintores de 4 kg e 1 recarga no extintor de 10 kg, contra apenas 5 recargas nos extintores de 5 kg no ano de 2019.

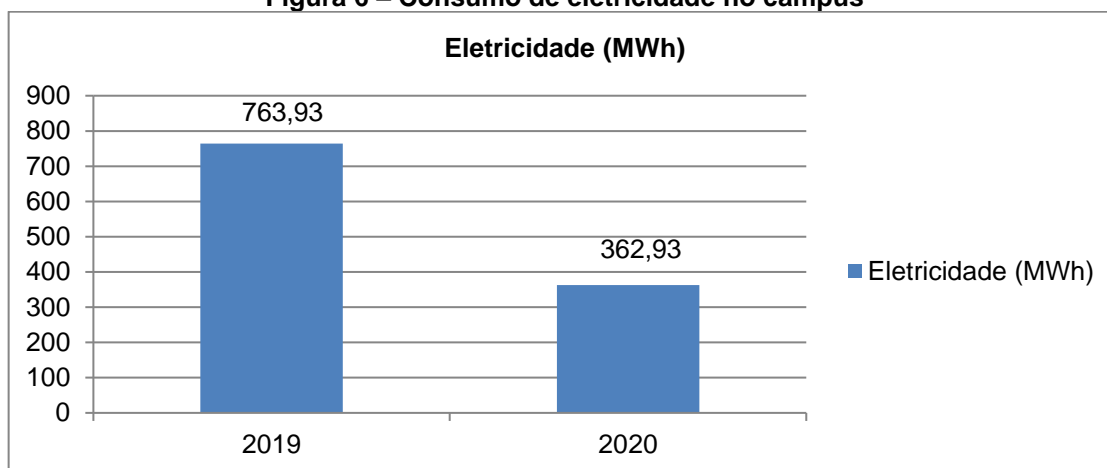
Figura 5 - Emissões provenientes de fontes fugitivas no campus

Fonte: Autoria Própria (2021)

6.4 Eletricidade

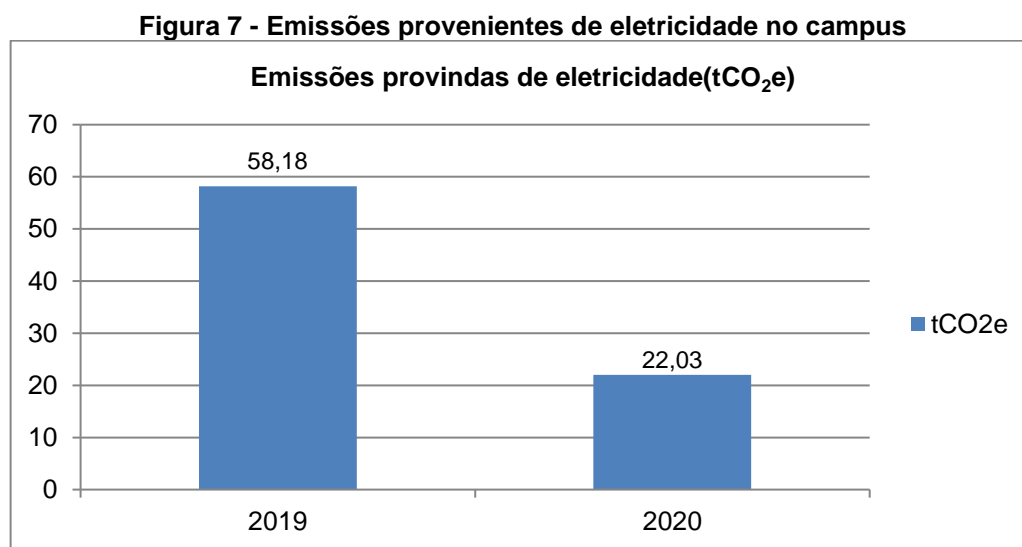
O levantamento do consumo de energia foi feito com base nos dados fornecidos pela concessionária responsável pelo fornecimento de energia elétrica no Campus.

Em relação ao consumo de energia, o ano de 2019 obteve um consumo de 763,30 Megawatts-hora (MWh), já em 2020 foram consumidos 362,93 MWh representando uma queda de 52,50% em relação ao ano anterior (Figura 6).

Figura 6 – Consumo de eletricidade no campus

Fonte: UTFPR (2021)

No ano de 2019 foram emitidos 58,18 tCO₂e, enquanto no ano de 2020 emitiu-se 22,03 tCO₂e, representando uma redução de 62,14 % de emissões em relação ao ano anterior (Figura 7).



Fonte: Autoria Própria (2021)

Yabushita (2013) constatou que no ano de 2012 houve a geração de 38,08 tCO₂e pela compra de eletricidade, tal valor é cerca de 20 tCO₂e a menos que o gerado no ano de 2019, tal aumento pode ser relacionado com o número de alunos visto que em 2012 havia uma média de 1726 alunos, contra 2252 alunos em 2019 segundo dados fornecidos pela universidade, assim como a expansão da infraestrutura do campus como a inauguração do Bloco H e a reinauguração do Ginásio Belin Carolo.

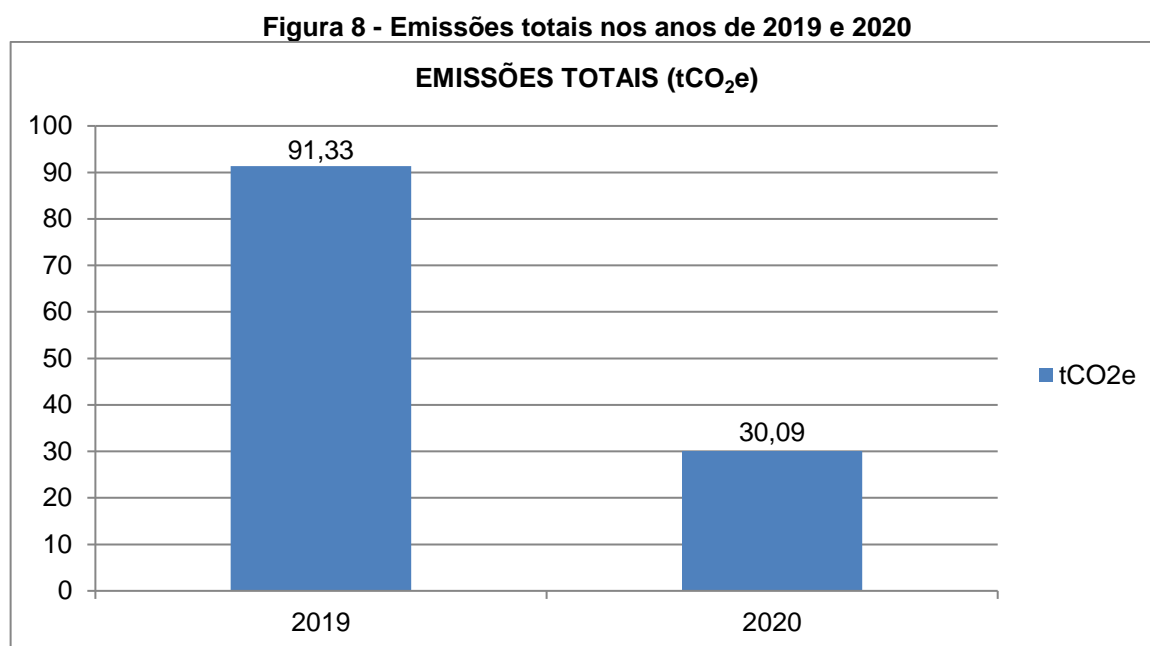
6.5 Exclusões

O interior do campus conta com uma unidade de compostagem aeróbia para tratamento dos resíduos orgânicos provenientes do restaurante universitário, porém as emissões provindas desse tratamento não foram contabilizadas visto que a ferramenta possui aba de cálculo apenas para unidades de compostagem anaeróbia. Os demais resíduos gerados pela Universidade são encaminhados para tratamento fora dos limites operacionais do campus.

Durante os anos de 2019 e 2020 foram feitas aquisições de aparelhos de ar – condicionado, porém pré-cargas feitas pelo fabricante não são incluídas no cálculo.

6.6 Emissões Totais

O número de emissões totais no ano de 2019 foi 91,33 tCO₂e, enquanto 2020 foi de 30,09 tCO₂e, apresentando uma redução de 67% (Figura 8).

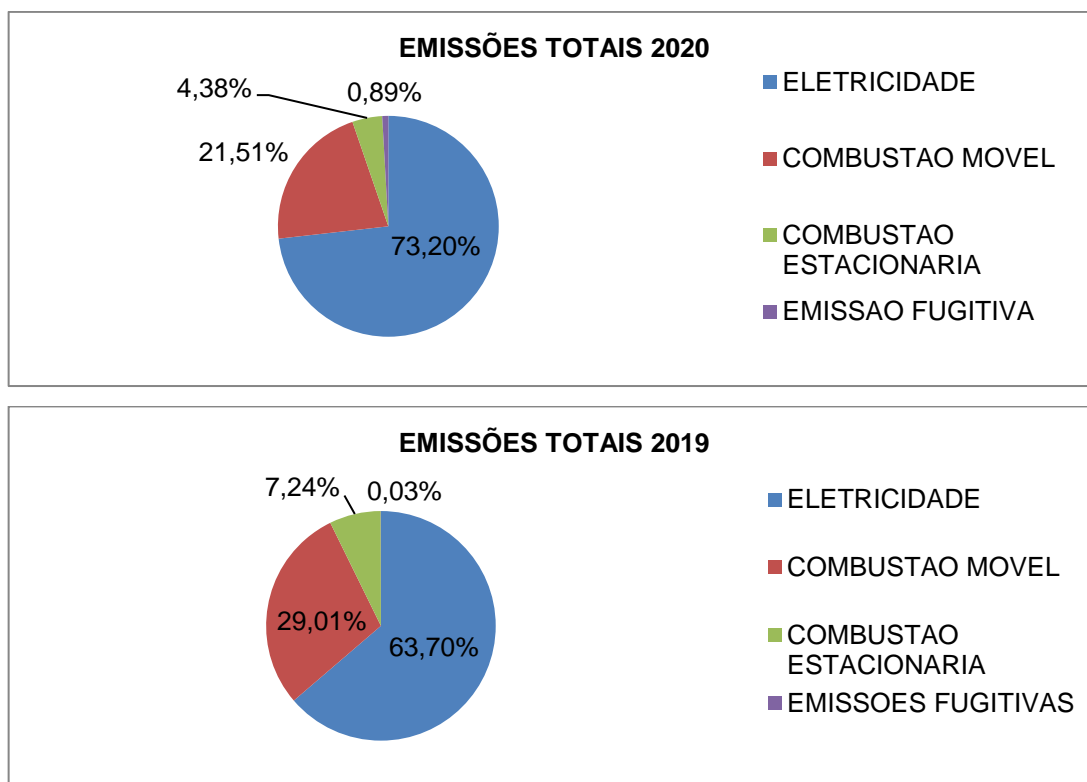


Fonte: Autoria Própria (2021)

Yabushita (2013) apurou que a geração de total de CO₂ equivalente no Campus para o ano de 2012 foi de 954,82 tCO₂e, porém o mesmo aponta que 2012 foi atípico, devido a expansão da malha asfáltica do campus, se desconsiderado tal fator a emissão seria de 79,11 tCO₂e.

Em ambos os anos inventariados, 2019 e 2020, as emissões provindas da eletricidade representaram o maior número de emissões de GEE com 63,70% e 73,20% respectivamente, seguido da combustão móvel com 29,01% e 21,51% (Figura 9).

Figura 9 – Número total de emissões por categoria



Fonte: Autoria Própria (2021)

A UTFPR juntamente com a Companhia Paranaense de Energia (COPEL) inaugurou em dezembro 2019, o projeto de rede de estações de pesquisa de em energia solar, que conta uma estação solarímetrica e módulo de avaliação instalado no campus Campo Mourão (COPEL, 2019). O avanço dessas pesquisas no campus pode vir nos próximos anos a levar a diminuição das emissões geradas pelo consumo de eletricidade e que em ambos os anos inventariados representaram a maior parcela do número total de emissões.

A implantação de reuniões inter campus através de videoconferências, podem levar a diminuição do deslocamento da frota de automóveis do campus causando a queda nas emissões causadas por combustão móvel.

7 CONCLUSÃO

A elaboração de inventários de gases efeito estufa a partir da metodologia GHG *Protocol* representam uma excelente oportunidade para quantificar e identificar as emissões de uma instituição.

A pandemia do Covid-19 trouxe diversas alterações nas atividades da UTFPR Campus Campo Mourão, como a paralisação das atividades letivas presenciais.

As restrições nas atividades presenciais da UTFPR durante o ano de 2020 ocasionaram uma redução de 67% nas emissões totais de CO₂ equivalente em relação ao ano anterior.

Nos dois anos inventariados, 2019 e 2020, a compra de energia elétrica representou a causa da maior parcela de emissões do campus, com 63,70% em 2019 e 73,20% em 2020, sendo que a estação solarimétrica instalada no campus em parceria com a Copel pode trazer no longo prazo, uma redução nesses números, por representar o avanço de uma alternativa sustentável de geração de energia.

O período de distanciamento social trouxe mudanças como as reuniões por videoconferências, em uma volta integral das atividades presenciais sugere-se a adoção de reuniões remotas intercampus, levando a diminuição dos deslocamentos dos automóveis a consequente queda nas emissões causadas pelo consumo dos combustíveis.

REFERÊNCIAS

ABREU, M. C. S., *et al.* Uso do Greenhouse Gas Protocol para mensurar emissões de gases do efeito estufa e desenvolver projetos de mitigação. **Revista Pretexto, Belo Horizonte**, v. 16, n. 2, p. 11-30, abr./jun. 2015. Disponível em: <http://www.fumec.br/revistas/pretexto/article/view/1190>. Acesso em: 13 abr. 2020.

BLANK, D. M. P. The context of climate changes and its victims. **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, [S.L.], v. 14, n. 02, p. 157-172, 20 jul. 2015.

BRASIL, G. H.; SOUZA, P. A. S.; CARVALHO; J. A. C. Inventário corporativos de gases de efeito estufa: métodos e usos. **S&G Revista Eletrônica**, p.12, 2008. Disponível em: <https://www.revistasg.uff.br/sg/article/view/SGV3N1A2>. Acesso em: 07 out. 2021.

BRASIL. Plano Nacional sobre Mudanças do Clima - PNMC - Brasil. **Decreto nº 6.263, de 21 de novembro de 2007**. Comitê Interministerial sobre Mudanças do Clima. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2008. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/smcq_climaticas/_arquivos/plano_nacional_mudanca_clima.pdf. Acesso em: 25 mai. 2020

CARVALHO, J. P. A. F.; VAN ELK, A. G. H. P.; ROMANEL, C. **Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Campus Gávea da PUC-Rio**. Engenharia Sanitária e Ambiental, [S.L.], v. 22, n. 3, p. 591-595, maio 2017.

CONFALONIERI U.E.C.; MARINHO D.P. Mudança Climática Global e Saúde: perspectivas para o Brasil. **Revista Multiciência**, v.8, p.48-64, 2007.

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA. **Copel e UTFPR inauguram estações de pesquisa em energia solar**. 2019. Disponível em: <https://www.copel.com/hpcweb/copel-e-utfpr-inauguram-estacoes-de-pesquisa-em-energia-solar/>. Acesso em: 12 nov. 2021.

EVANGELIOU, N., *et al*; **Changes in black carbon emissions over Europe due to COVID-19 lockdowns**. Atmospheric Chemistry And Physics, [S.L.], v. 21, n. 4, p. 2675-2692, 23 fev. 2021. Copernicus GmbH. <http://dx.doi.org/10.5194/acp-21-2675-2021>.

GHG Protocol, GHG Protocol Brasil. **O Programa Brasileiro GHG Protocol**. 2017. Disponível em: <https://www.ghgprotocolbrasil.com.br/o-programa-brasileiro-ghg-protocol?locale=pt-br>. Acesso em: 15 abr. 2020.

GHG Protocol Brasil. **Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol: Contabilização, Quantificação e Publicação de Inventários Corporativos de Emissões de Gases de Efeito Estufa**. GVCES, 2 ed. 2008. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/15413/Especifica%c3%a7%c3%b5es%20do%20Programa%20Brasileiro%20GHG%20Protocol.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 17 abr. 2020

GREEN, J. F. Private Standards in the Climate Regime: the greenhouse gas protocol. **Business and Politics**, v. 12, n. 3, p. 1-37, out. 2010.

HOLL, K. D.; BRANCALION, P. H. S. Tree planting is not a simple solution. **Science**, [S.L.], v. 368, n. 6491, p. 580-581, 7 maio 2020

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **Global warming of 1.5°C**: An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. Geneva: World Meteorological Organization, 2018. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/sr15/>. Acesso em: 11 abr. 2020.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate change and land 2019**: An IPCC Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/08/4.-SPM_Approved_Microsite_FINAL.pdf. Acesso em: 11 abr. 2020

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). **About the IPCC**. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/about/>. Acesso em: 20 maio 2020.

Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC. OECD, IEA. **Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. Workbook: Bracknell, UK, 2000.

KUCHELMEISTER, G. Trees for the urban millennium: urban forestry update. **Unasyiva**, v.51, p. 49–55, 2000. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/282499018_Trees_for_the_urban_millennium_Urban_forestry_update. Acesso em: 30 maio 2020.

LIU, Z. C. P., *et al.* Near-real-time monitoring of global CO₂ emissions reveals the effects of the COVID-19 pandemic. **Nature Communications** p.11, 5172 (2020). DOI:<https://doi.org/10.1038/s41467-020-18922-7>. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41467-020-18922-7>. Acesso em: 19 maio 2021.

MITCHELL, J. F. B. The greenhouse effect and climate change. **Reviews in Geophysics**, v. 24, p. 15–139, 1989. Disponível em: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/RG027i001p00115>. Acesso em 31 abr. 2020.

MGBEMENE, C. A. The effects of industrialization on climate change. In: A FULBRIGHT ALUMNI ASSOCIATION OF NIGERIA 10TH ANNIVERSARY CONFERENCE DEVELOPMENT, ENVIRONMENT AND CLIMATE CHANGE: CHALLENGES FOR NIGERIA, 2011, Ibadan. **Anais eletrônicos[...]** Ibadan: FAAN, 2011. p. 49-61. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/318888520_THE_EFFECTS_OF_INDUSTRIALIZATION_ON_CLIMATE_CHANGE. Acesso em: 25 set. 2020.

NOWAK, D. J. Atmospheric carbon reduction by urban trees. **Journal of Environmental Management**, v.37, p.207-217, 1993. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479783710170>. Acesso em: 23 set. 2020.

OTTE, G. GHG Emissions Accounting. **Accounting, Organizations and Society**, v.27, p. 687-708, 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/journal/accounting-organizations-and-society/vol/33/issue/7>. Acesso em 22 out. 2020.

SANTI, A.; DALMAGO, G. A.; DENARDIN, J. E. **Potencial de seqüestro de Carbono pela agricultura brasileira e a mitigação do efeito estufa**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do78.htm. Acesso em: 27 set. 2020.

SILVA R.W.C., PAULA B.L. 2009. Causa do aquecimento global: antropogênica versus natural. **Terræ Didática**, Campinas, v.5, n. 1, p.42-4, 2009. Disponível [online] em <http://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/>. Acesso em: 11 Set. 2020.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE. **The Paris Agreement**. Disponível em: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>. Acesso em: 07 nov. 2021.

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ. **Política de Sustentabilidade da UTFPR**. 2019. Disponível em: https://sei.utfpr.edu.br/sei/publicacoes/controlador_publicacoes.php?acao=publicacao_visualizar&id_documento=947697&id_orgao_publicacao=0. Acesso em: 17 mai. 2020.

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ. **UTFPR - Câmpus Campo Mourão**. 2016. Disponível em: <http://www.utfpr.edu.br/campus/campomourao/sobre>. Acesso em: 11 nov. 2020.

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ. **.UTFPR - Campus Campo Mourão**. 2021. Disponível em: <http://www.utfpr.edu.br/campus/campomourao/sobre>. Acesso em: 08 nov. 2021

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ. **Estrutura física e obras**. 2018. Disponível em: <http://www.utfpr.edu.br/campus/campomourao/sobre>. Acesso em: 11 nov. 2020.

YABUSHITA, E. E. R. **Inventário e proposta de gerenciamento de gases de efeito estufa (GEE) na UTFPR: estudo de caso do Câmpus Campo Mourão**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013.

YU, C. M. **Sequestro Florestal De Carbono No Brasil**: dimensões políticas, socioeconômicas e ecológicas. 2004. 279 f. Tese (Doutorado) - Curso de Meio Ambiente e Desenvolvimento,, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004. Disponível em: <https://iieb.org.br/wp->

content/uploads/2019/01/trab_tese_chang_sequestro_florestal.pdf. Acesso em: 20 out. 21.