

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE QUÍMICA E BIOLOGIA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM PROCESSOS AMBIENTAIS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM QUÍMICA AMBIENTAL

BRUNO WILLYAN LUNELLI PIRES
DÉBORA CRISTINA COLLA

**ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DO INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE
GASES DE EFEITO ESTUFA DA UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA
FEDERAL DO PARANÁ (UTFPR) - CÂMPUS CURITIBA (CT)**

Trabalho de Conclusão de Curso

CURITIBA
2015

BRUNO WILLYAN LUNELLI PIRES
DÉBORA CRISTINA COLLA

**ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DO INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE
GASES DE EFEITO ESTUFA DA UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA
FEDERAL DO PARANÁ (UTFPR) - CÂMPUS CURITIBA (CT)**

Trabalho de Conclusão de Curso, do Curso Superior de Tecnologia em Processos Ambientais e Curso Superior de Tecnologia em Química Ambiental do Departamento Acadêmico de Química e Biologia – DAQBI – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo.

Orientadora: Profª Drª. Tamara Simone van Kaick.

CURITIBA
2015



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Curitiba
Diretoria do Câmpus Curitiba
Departamento Acadêmico de Química e Biologia
Curso Superior de Tecnologia em Processos Ambientais



TERMO DE APROVAÇÃO

ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DO INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA DA UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ - CÂMPUS CURITIBA (CT)

por

BRUNO WILLYAN LUNELLI PIRES
DÉBORA CRISTINA COLLA

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 24 de novembro de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Processos Ambientais O(s) candidato(s) foram arguidos pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof^a. Dr^a. Tamara Simone van Kaick
Orientador(a)

Prof^a. Dr^a. Jana Magaly Tesserolli de Souza
Membro Titular

Prof. Dr. Eloy Fassi Casagrande Junior
Membro Titular

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

RESUMO

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.

Frente ao crescimento da taxa de concentração de gases de efeito estufa (GEE) presentes na atmosfera iniciativas vêm sendo desenvolvidas e adotadas para reduzir as emissões destes gases. Neste contexto, o inventário de carbono é uma ferramenta que permite empresas e instituições identificarem as fontes localizadas de emissões. Para a realização do inventário da Universidade Federal Tecnológica do Paraná – Câmpus Curitiba (UTFPR-CT) utilizou-se a metodologia baseada na ferramenta de cálculo do Programa Brasileiro *GHG Protocol*. A ferramenta divide as emissões em três escopos: o escopo 1 mede as fontes diretas; o escopo 2 avalia as fontes indiretas relacionadas à compra e geração de energia; o escopo 3 refere-se a outras emissões indiretas, como resíduos sólidos. Através da ferramenta, estimou-se a quantidade de CO₂, CH₄ e N₂O gerados em 2014. O resultado indicou que a emissão total da UTFPR-CT foi de 2.641,1 toneladas de CO₂ equivalente (tCO₂e). O escopo 1, que abrangeu a frota de veículos oficiais da universidade e a compra de gás liquefeito de petróleo (GLP), gerou 188,8 tCO₂, o escopo 2 gerou 436 tCO₂e e o escopo 3, no qual foi considerado a geração de GEE emitidos a partir de resíduos sólidos enviados ao aterro sanitário, totalizou 2.014,1 tCO₂e. Após a análise dos resultados são indicadas alternativas para a redução das emissões de GEE e apresentados procedimentos para melhorias na elaboração de futuros inventários de carbono, assim como sugestões para trabalhos de pesquisa futuros que possam auxiliar o desenvolvimento de inovações no sentido de reduzir emissões.

Palavras chave: Gestão Ambiental. Mudanças Climáticas. Inventário de Emissões. Ferramenta de Cálculo. Programa Brasileiro *GHG Protocol*.

ABSTRACT

Facing the growing concentration of greenhouse gases (GHG) present in the atmosphere and looking forward to reduce those, initiatives are being developed and adopted. In this context, the GHG inventory is a resource that allows enterprises and institutions to identify the emission sources. The methodology used at Federal Technological University of Paraná – Campus Curitiba (UTFPR-PR) was based on the Brazilian Program GHG *Protocol* calculation tool. The tool is divided in three scopes: scope 1 measures direct sources; scope 2 evaluates the indirect sources related to power generation and consumption; scope 3 refers to other indirect emissions, such as solid waste. Through the tool, it was estimated the generated amounts of CO₂, CH₄ e N₂O in 2014. The results indicated that the emissions from UTFPR-CT summed 2,641.1 tons of CO₂ equivalent. Scope 1, which included the university's official vehicles and the purchase of Liquefied Petroleum Gas (LPG), generated 188,8 tCO₂e, scope 2 generated 436 tCO₂e and scope 3, in which was considered the GHG generation from solid waste sent to landfill site, totalized 2.014,1 tCO₂e. After the analysis of the results, alternatives are indicated to reduce the GHG emissions; it is presented procedures and improvements to help the development of future inventories, as well as suggestions for these that could assist the development of innovation towards emission reduction.

Keywords: Environmental Management. Climate Change. Emission Inventory. Calculation Tool. GHG Protocol Program.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Quadro comparativo da Matriz Energética Mundial	13
Figura 2 - Câmpus UTFPR.....	30
Figura 3 - Câmpus Curitiba	32
Figura 3 - Composição volumétrica dos resíduos (L) da UTFPR Câmpus Curitiba.....	44
Figura 5 - Gráfico comparativo de Emissões de Escopo 1.....	48
Figura 6 - Gráfico comparativo de emissões de Escopo2.	49
Figura 7 - Gráfico comparativo de emissões de Escopo 3.	50
Figura 8 - Gráfico Comparativo entre Escopos.	52
Figura 9 - Gráfico Comparativo entre Escopos.	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Composição da Atmosfera da Terra.....	19
Tabela 2 - Potencial de Aquecimento Global	21
Tabela 3 - Expansão na UTFPR.....	31
Tabela 4 - Emissões de GEE (t) por tipo de combustível.	40
Tabela 5 - Emissões de GEE e CO ₂ e a partir de GLP.	40
Tabela 6 - Consumo Anual de Energia Elétrica no Câmpus Curitiba.	43
Tabela 7- Conversão dos dados de volume dos resíduos para massa. ...	45
Tabela 8- Inserção dos dados referentes à composição do resíduo na UTFPR - CT	45
Tabela 9 - Comparativo de Consumo de Combustível e Emissões da Frota da UTFPR-CT.	47
Tabela 10 - Oferta Interna de Energia Elétrica por Fonte.....	49
Tabela 11 - Quadro Resumo das emissões por escopo e total.....	51

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
EE – Efeito Estufa
EPA – *Environmental Protection Agency*
GEE – Gases de Efeito Estufa
GHG Protocol – *Greenhouse Gas Protocol*
GLP – Gás Liquefeito de Petróleo
GNV – Gás Natural Veicular
GRI – *Global Report Initiative*
GWP – *Global Warming Potential*
IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Changes*
LED – *Light Emitting Diode*
PET – Politereftalato de etileno
RAC – Refrigeração de Ar Condicionado
UNFCCC – *United Nations Framework Convention on Climate Change*
UTFPR-CT – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Curitiba
WBCSD – *World Business Council for Sustainable Development*
WRI – *World Resource Institute*
WWF – *World Wildlife Fund*

LISTA DE ACRÔNIMOS

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente
COPEL – Companhia Paranaense de Energia
DACOC – Departamento de Construção Civil
DAMEC – Departamento Acadêmico de Mecânica
DAQBI – Departamento Acadêmico de Química e Biologia
DESEG – Departamento de Serviços Gerais
DIEFO – Divisão de Execução Financeira e Orçamentária
DISAU – Departamento de Serviços Auxiliares
FSC – *Forest Stewardship Council*
IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
ISE – Índice Bovespa de Sustentabilidade Empresarial
ISO – *International Organization for Standardization*
PAG – Potencial de Aquecimento Global
PGRS – Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
ONGs – Organizações Não Governamentais
OSB – *Oriented Strand Board*
SIN – Sistema Interligado Nacional

LISTA DE SÍMBOLOS

Ar – Argônio
Br - Bromo
CFCs – Clorofluorcarbono
CH₄ - Metano
Cl - Cloro
CO₂ – Dióxido de carbono
CO_{2e} – CO₂ equivalente
H₂ - Hidrogênio
HFCs - Hidrofluorcarbonos
H₂O_(g) – Vapor de água
N₂ – Nitrogênio
NH₃ - Amônia
NO_x – Óxidos de Nitrogênio
NO – Monóxido de Nitrogênio
NO₂ – Dióxido de Nitrogênio
N₂O – Óxido Nitroso
O₂ – Oxigênio
O₃ – Ozônio
PFCs – Perfluorcarbonos
SF₆ – Enxofre Hexafluorado
UV-B - Raios Ultravioleta

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	JUSTIFICATIVA	16
3	OBJETIVOS	18
3.1	OBJETIVO GERAL	18
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
4	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
4.1	ATMOSFERA	19
4.2	EFEITO ESTUFA	20
4.3	PRINCIPAIS GASES DO EFEITO ESTUFA	21
4.3.1	Dióxido de Carbono (CO ₂)	22
4.3.2	Metano (CH ₄)	22
4.3.3	Óxido Nitroso (N ₂ O)	23
4.3.4	Enxofre Hexafluorado (SF ₆)	23
4.3.5	Clorofluorcarbono	23
4.3.6	Hidrofluorcarbono	24
4.3.7	Perfluorcarbono	24
4.4	INVENTÁRIO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS	24
4.4.1	ISO 14064 - International Organization for Standardization (ISO)	25
4.4.2	<i>Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol)</i>	25
4.4.3	Limites Operacionais e Fontes de Emissão de Gases de Efeito Estufa	26
4.5	A UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ	28
4.5.1	Histórico	28
4.5.2	A UTFPR no ano de 2014	30
5	METODOLOGIA	33
5.1	DELIMITAÇÃO DOS LIMITES OPERACIONAIS	34
5.2	IDENTIFICAÇÃO DAS FONTES, DEFINIÇÃO DE ESCOPO E COLETA DE DADOS	34
5.2.1	Emissões Móveis	34
5.2.2	Emissões Estacionárias	35
5.2.3	Energia Elétrica	35
5.2.4	Resíduos Sólidos	36
5.3	ANÁLISE COMPARATIVA DOS INVENTÁRIOS REALIZADOS NA UTFPR-CT37	37
5.4	DEFINIÇÃO DAS AÇÕES DE MITIGAÇÃO DE CO ₂	37
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	39

6.1 ESCOPO 1: EMISSÕES DIRETAS	39
6.1.1 Veículos Oficiais da Universidade	39
6.1.2 Compra de Gás Liquefeito de Petróleo.....	40
6.1.3 Demais categorias do Escopo 1	40
6.2 ESCOPO 2: EMISSÕES INDIRETAS	42
6.2.1 Compra de Energia Elétrica.....	43
6.3 ESCOPO 3.....	43
6.3.1 Resíduos Sólidos.....	43
6.3.2 Demais categorias de Escopo 3	46
6.4 ANÁLISE COMPARATIVA DOS INVENTÁRIOS REALIZADOS NA UTFPR-CT	47
6.4.1 Escopo 1	47
6.4.2 Escopo 2.....	48
6.4.3 Escopo 3.....	49
6.4.4 Quantificação total de emissões	51
6.5 CÁLCULO DO PLANTIO DE ÁRVORES.....	52
6.6 SUGESTÕES PARA REDUÇÃO NAS EMISSÕES	53
6.6.1 Escopo 1	53
6.6.2 Escopo 2.....	54
6.6.3 Escopo 3.....	55
7 CONCLUSÃO	57
8 TRABALHOS FUTUROS.....	59
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
Anexo A - Informações sobre à frota de veículos oficiais da universidade.....	64
Anexo B - Consumo anual de energia elétrica (em KWh).....	65

1 INTRODUÇÃO

O sol irradia energia em direção à Terra e, de toda a energia que atinge o topo da atmosfera, em torno de um terço é refletida novamente para o espaço, a energia restante é absorvida, em sua maioria, pela superfície terrestre. Para que ocorra o equilíbrio de energia, a Terra irradia a mesma quantidade de energia de volta para o espaço, porém grande parte da radiação térmica emitida pelo solo e oceanos é absorvida pela atmosfera e é novamente irradiada para a superfície. A este fenômeno dá-se o nome de Efeito Estufa (EE) (*INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE*, 2014).

O EE é um fenômeno natural, sem o qual não haveria possibilidade de existência da vida como conhecemos na Terra, pois a temperatura média da superfície seria abaixo do ponto de congelamento da água. No entanto, as atividades humanas, desde a revolução industrial, tem intensificado consideravelmente o EE natural, causando o aquecimento global (CRUZ; D'ÁVILA, 2013).

As mudanças climáticas são o resultado do processo de acúmulo de Gases de Efeito Estufa (GEE) na atmosfera por causa da alteração das concentrações dos mesmos. Estas alterações começaram a ocorrer de forma mais acelerada a partir da Revolução Industrial, devido ao uso crescente de combustíveis fósseis (ANTUNES; QUALHARINI, 2008).

Os dois gases mais abundantes na atmosfera são o nitrogênio e o oxigênio, que juntos compõe aproximadamente 99% e não possuem quase nenhum efeito de estufa. Alguns outros gases encontram-se presentes no 1% restante, incluindo os conhecidos como GEE, que são formados por estruturas químicas mais complexas, responsáveis pela absorção e reflexão das ondas longas emitidas pela superfície terrestre. Dentre estes gases destaca-se o dióxido de carbono, vapor de água, metano, óxido nitroso, ozônio (CONFERÊNCIA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2008).

Desde o início das observações referentes ao clima, no início do século XX, visualizou-se que existia um aumento da temperatura, porém o mesmo não ocorria de forma contínua. Foi constatado um pequeno aumento entre 1910 e 1940 seguido de uma diminuição nas três décadas seguintes. Este fenômeno foi explicado devido ao aumento de material particulado de origem vulcânica, que dificultou a

penetração da radiação solar. Porém, a partir da década de 70 observaram-se períodos de aquecimento, que se mantém até o momento (BAIRD; CANN, 2011).

No final do século XX ocorreu então uma sensibilização global sobre as ações da humanidade que poderiam estar afetando o clima. Diversas nações passaram então a debater as possibilidades e metodologias para enfrentar os problemas do impacto antrópico no meio ambiente (SISTER, 2008). A mudança do clima foi identificada como um dos maiores desafios a ser enfrentados por nações, governos, empresas e cidadãos nas décadas futuras e tem implicações para os sistemas humano e natural podendo levar a mudanças significativas na utilização de recursos naturais, produção e atividade econômica (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007).

Padrões de produção e a matriz energética predominantemente formada por combustíveis fósseis, proveniente do petróleo e carvão vegetal e o consumo não sustentável, gerador de resíduos, são apontados como algumas das causas antrópicas mais significativas para as mudanças que estão ocorrendo no clima global. Como resultado, muitos ecossistemas poderão ser atingidos, entrando em colapso e com risco de variações negativas na produção agrícola, desvio de cursos de correntes marítimas e extinção de algumas espécies (BRANCO; MURGEL, 1995).

Ao observarmos a Figura 1 abaixo nota-se que mundialmente não ocorreram grandes mudanças na matriz energética desde 1973, permanecendo esta predominantemente fóssil (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2015)

Fonte	Brasil		OCDE		OUTROS		Mundo	
	1973	2014	1973	2014	1973	2014	1973	2014
Óleo	45,6	39,4	53,4	35,2	29,8	24,7	46,1	31,1
Gás natural	0,4	13,5	18,6	26,8	12,9	19,2	16,0	21,5
Carvão	3,2	6,3	22,2	18,6	31,1	38,1	24,6	29,0
Urânio	0,0	1,3	1,3	9,6	0,2	1,7	0,9	4,7
Hidro	6,1	11,5	2,1	2,3	1,2	2,4	1,8	2,5
Outras	44,8	28,0	2,5	7,4	24,8	13,8	10,6	11,3
<i>Biomassa sólida</i>	<i>44,3</i>	<i>21,9</i>	<i>2,3</i>	<i>4,2</i>	<i>24,7</i>	<i>12,7</i>	<i>10,5</i>	<i>9,3</i>
<i>Biomassa líquida</i>	<i>0,5</i>	<i>5,7</i>	<i>0,0001</i>	<i>1,2</i>	<i>0</i>	<i>0,03</i>	<i>0,004</i>	<i>0,6</i>
<i>Eólica</i>	<i>0</i>	<i>0,3</i>	<i>0,001</i>	<i>0,9</i>	<i>0</i>	<i>0,2</i>	<i>0,0008</i>	<i>0,5</i>
<i>Solar</i>	<i>0</i>	<i>0,0002</i>	<i>0</i>	<i>0,4</i>	<i>0</i>	<i>0,3</i>	<i>0</i>	<i>0,3</i>
<i>Geotérmica</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0,2</i>	<i>0,7</i>	<i>0,05</i>	<i>0,5</i>	<i>0,1</i>	<i>0,5</i>
Total (%)	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>dos quais renováveis</i>	<i>50,8</i>	<i>39,4</i>	<i>4,5</i>	<i>9,8</i>	<i>25,0</i>	<i>15,2</i>	<i>12,5</i>	<i>13,8</i>
Total - milhões tep	82	306	3.804	5.272	2.105	7.918	6.109	13.876
<i>% do mundo</i>	<i>1,3</i>	<i>2,2</i>	<i>62,3</i>	<i>38,0</i>	<i>34,4</i>	<i>57,1</i>		

Notas: a) estimativas NBE/MME para o último ano, a exceção do Brasil b) somente o Mundo inclui bunker: 2,7% da OIE em 2014; c) carvão inclui gases da indústria siderúrgica

Figura 1 - Quadro comparativo da Matriz Energética Mundial
Fonte: Ministério de Minas e Energia (2015)

Em resposta a estes problemas ambientais acima descritos, iniciativas internacionais, regionais, nacionais e locais estão sendo desenvolvidas e implementadas para limitar concentrações de GEE na atmosfera da Terra. Tais iniciativas contam com a quantificação, monitoramento, elaboração de relatórios e verificação das emissões e/ou remoções de GEE (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007).

A Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do estado do Paraná por meio da Resolução nº 58 de 22/12/2014, implementou o Registro Público Estadual de Emissões de Gases de Efeito Estufa, com a outorga de Selos de Reconhecimento Público com validade de um ano. Esta resolução estabelece que sejam seguidas as normas ABNT ISO 14064 e sugere como ferramenta de cálculo o programa GHG *Protocol* (SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO PARANÁ, 2014).

Para atendimento das exigências dos órgãos ambientais, a Universidade Tecnológica Federal do Paraná, vem desde, 2002 desenvolvendo Programas e Projetos de Desenvolvimento sustentável dentro da instituição (KOBISKI; MORAES, 2010). Dentre estes, um projeto importante é a realização de uma pesquisa voltada a avaliação sobre as emissões de GEE geradas pela instituição, para assim poder desenvolver futuramente um plano para reduzir suas emissões.

A UTFPR, segundo seu site institucional,

“(...) é a primeira assim denominada no Brasil e, por isso, tem uma história um pouco diferente das outras universidades. A Instituição não foi criada e, sim, transformada a partir do Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná (Cefet-PR). Como a origem deste centro é a Escola de Aprendizes Artífices, fundada em 1909, a UTFPR herdou uma longa e expressiva trajetória na educação profissional.

A UTFPR tem como principal foco a graduação, a pós-graduação e a extensão. Oferece 100 cursos superiores de tecnologia, bacharelados (entre eles engenharias) e licenciaturas. Como também atende à necessidade de pessoas que desejam qualificação profissional de nível médio, a UTFPR oferta 19 cursos técnicos em diversas áreas do mercado, como técnicos de nível médio integrado e cursos técnicos de nível médio subsequentes na modalidade a distância, com polos distribuídos pelos estados do Paraná e de São Paulo.

A consolidação do ensino de graduação incentiva o crescimento da pós-graduação, com a oferta de mais de 90 cursos de especialização, 40 programas de pós-graduação *stricto sensu*, com cursos de mestrado e doutorado, além de centenas de grupos de pesquisa.

Na área de relações empresariais e comunitárias, atua fortemente com o segmento empresarial e comunitário, por meio do desenvolvimento de pesquisa aplicada, da cultura empreendedora, de atividades sociais e extraclases, entre outros.

Com ampla abrangência no Paraná, a UTFPR tem 13 Câmpus no Estado e pretende ampliar essa atuação. Cada Câmpus mantém cursos planejados de acordo com a necessidade da região onde está situado. Uma parte deles oferta cursos técnicos e de graduação, e a maioria somente cursos de graduação e pós-graduação. Todos os cursos de graduação estão autorizados e a grande maioria já foi reconhecida pelo Ministério da Educação.

Atualmente, a força de trabalho da UTFPR é de 2.549 professores e 1.176 técnicos-administrativos. O número de estudantes regulares nos cursos técnicos, graduação e pós-graduação passa de 32 mil.

A UTFPR tem como missão desenvolver a educação tecnológica de excelência por meio do ensino, pesquisa e extensão, interagindo de forma ética, sustentável, produtiva e inovadora com a comunidade para o avanço do conhecimento e da sociedade. “E tem como visão ser modelo educacional de desenvolvimento social e referência na área tecnológica”. (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, 2015)

Assim sendo, para a realização do presente trabalho, tendo como base o ano de 2014 e inventariando as sedes Centro e Ecoville do Câmpus Curitiba, adotou-se a ferramenta de cálculo *GHG Protocol* e optou-se por contemplar as emissões por combustão móvel direta, compra de eletricidade do sistema interligado nacional, compra de gás liquefeito de petróleo e a geração e destinação de resíduos sólidos.

2 JUSTIFICATIVA

O presente estudo visa realizar o Inventário de GEE da UTFPR Câmpus Curitiba (CT). Nos anos de 2010 e 2013 foram realizados inventários semelhantes a este, que resultaram em Trabalhos de Conclusão de Curso. A partir do ano de 2011 iniciaram-se as transferências de departamentos para a sede Ecoville da instituição, primeiramente com a transferência do Departamento de Construção Civil (DACOC), seguido do Departamento de Química e Biologia (DAQBI). Neste período ocorreu também um aumento no número total de vagas ofertadas e a ampliação e modernização de salas de aula e laboratórios. No ano de 2014 houve a aquisição de uma nova sede em Curitiba, ainda sem funcionamento, que alterará novamente a dinâmica organizacional.

Juntamente com as mudanças internas ocorreram mudanças no âmbito nacional como, por exemplo, o maior acionamento de termoelétricas em anos com poucas chuvas, o que torna a matriz energética mais poluente do que em anos com maior porcentagem de hidroelétricas na matriz energética nacional. Isto posto, entende-se que o inventário de gases de efeito estufa deve ser realizado periodicamente, para que se conheça o perfil e evolução das emissões e possa traçar um diagnóstico preciso, garantido pelo inventário, para então se estabelecer estratégias com planos e metas para a redução e gestão das emissões.

A utilização da planilha de cálculo do GHG *Protocol* Brasil para o inventário nos assegura que os resultados estejam de acordo com as normas vigentes no Brasil, pois o mesmo segue a norma ISO internacional, que servem como base para a norma ABNT ISO 14064. Esta ferramenta tem credibilidade, constando inclusive como sugestão de utilização pela resolução SEMA n 58 de 22/12/2014, que dispõe sobre a implementação do Registro Público Estadual de emissões de Gases de Efeito Estufa no estado do Paraná. Esta mesma ferramenta vem sendo utilizada por grandes empresas e contempla a criação de um Registro Público de Emissões GHG *Protocol*.

Por meio deste trabalho espera-se desenvolver um diagnóstico referente à gestão de dados relacionados ao inventário de carbono, possibilitando a inclusão dos inventários de carbono da UTFPR no Registro Público do programa GHG *Protocol* bem como a obtenção do Selo de Reconhecimento Público do Estado do Paraná. Busca-se também avaliar a evolução do perfil de emissões, quando

comparados com os inventários já realizados em 2009 e 2011, e propor estratégias de mitigação dos impactos causados pela emissão de GEE. Estas ações possibilitarão uma maior visibilidade da universidade como uma instituição de ensino preocupada em avaliar e propor melhorias quanto às questões de mudanças climáticas.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Elaborar o Inventário de Emissões Gasosas de Efeito Estufa da UTFPR Câmpus Curitiba (sede Centro e Ecoville) do ano de 2014.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar e quantificar as diferentes fontes de emissão de GEE da UTFPR-CT dentro dos padrões GHG *Protocol*;
- Realizar a análise comparativa com os inventários de anos anteriores;
- Propor alternativas de mitigação de impactos gerados pelas emissões de GEE;
- Levantar as dificuldades e sugerir melhorias para a realização periódica do inventário.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 ATMOSFERA

O ar, uma massa gasosa constituída de nitrogênio (N_2), oxigênio (O_2), argônio (Ar), dióxido de carbono (CO_2), além de outros gases como o hidrogênio (H_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), etc., é um recurso natural indispensável e essencial à manutenção da vida na Terra (BRAGA, 2004).

A composição dos gases presentes na atmosfera terrestre pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1- Composição da Atmosfera da Terra.

Substância	Composição
	Volume*
Nitrogênio	78,08%
Oxigênio	20,98%
Argônio	0,93%
Dióxido de Carbono	0,035%

Fonte: Barry (2013)

Nota: *composição em volume de ar seco

Na atmosfera, além das alterações por fenômenos naturais, acontecem também alterações e introdução de compostos pertencentes às atividades antropogênicas, destacando-se os processos de combustão, os resíduos orgânicos, a geração de energia e retirada de vegetação florestal. Alguns dos poluentes emitidos durante estes processos têm a capacidade de absorver parte da radiação infravermelha emitida pela Terra, favorecendo o Efeito Estufa e o Aquecimento Global (BRITO, 2005).

A legislação brasileira que aborda estes temas iniciou de maneira mais efetiva com a Portaria do Ministério do Interior nº 231, de 27 de abril de 1976, que visava estabelecer padrões nacionais de qualidade do ar, sendo na sequência substituída pela Portaria Normativa nº 348 de 14/03/90, do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), que estabeleceu e ampliou o número de parâmetros anteriormente regulamentados.

A Resolução CONAMA Nº 05 de 15/06/1989 instituiu o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar, o PRONAR, que determina a criação de uma Rede

Nacional de Monitoramento da Qualidade do Ar. A Resolução CONAMA Nº 03 de 28/06/1990, estabelece quais devem ser os padrões de qualidade do ar e a responsabilidade dos estados para o monitoramento do ar nos seus respectivos territórios. Além disso, destaca-se a Lei N.º 10.650/2003 que dispõe sobre o acesso público às informações ambientais existentes nos órgãos e entidades integrantes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (VORMITTAG *et al*, 2014).

Em janeiro de 2007 foi aprovada a Resolução CONAMA nº 382 de 2006, a qual regulamenta para todo o país o limite para o lançamento de gases nocivos à saúde humana, vindo a ser complementada pela Resolução nº 436 de 2011 (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2015).

4.2 EFEITO ESTUFA

A fonte primária de energia para a Terra é o Sol. Ele emite radiação eletromagnética principalmente nos comprimentos de onda entre 0,1 e 4,0µm, chamada radiação solar ou de ondas curtas. A maior parte destas passa através da atmosfera terrestre, sendo parte delas absorvida pela superfície, que se aquece. Pela Lei de Stefan-Boltzmann, um corpo aquecido emite radiação (energia) infravermelha térmica proporcionalmente à quarta potência de sua temperatura absoluta (Kelvin). Para a gama de temperaturas dos corpos, encontrados tanto na superfície como na atmosfera terrestre, os comprimentos de onda estão entre 4,0 e 50µm, e a radiação emitida é denominada radiação de ondas longas (MOLION, 2001).

A propriedade da atmosfera que permite a passagem das ondas curtas, provenientes do Sol, mas que aprisiona boa parte das ondas longas, emitidas pela superfície e pela atmosfera, é denominada efeito estufa; graças a ele, a temperatura média global do ar, próxima à superfície, é de cerca de 15°C. Caso não existisse, ela seria de -18°C, ou seja, o efeito estufa é responsável por um aumento de 33°C. Portanto, ele é benéfico para o planeta, pois gera condições que permitem a existência da vida, como se a conhece (COLLS, 1997).

A partir da revolução industrial, iniciada na Inglaterra no século XVIII, com a invenção da máquina a vapor, passou-se a utilizar grandes quantidades de carvão mineral e óleo combustível como fontes de energia e como resultado, a atmosfera

dos centros industriais passou a absorver mais calor elevando gradativamente a temperatura global do planeta (GREENPEACE, 2010).

4.3 PRINCIPAIS GASES DO EFEITO ESTUFA

Segundo o Programa Brasileiro *Greenhouse Gas Protocol* (GHG PROTOCOL), devem ser incluídos no inventário de emissões todos os gases internacionalmente reconhecidos como GEE, regulados pelo Protocolo de Quioto (GHG PROTOCOL, 2008):

- Dióxido de Carbono (CO₂);
- Metano (CH₄);
- Óxido Nitroso (N₂O);
- Enxofre Hexafluorado (SF₆);
- Hidrofluorcarbonos (HFCs);
- Perfluorcarbonos (PFCs);

O Potencial de Aquecimento Global (PAG), em inglês, *Global Warming Potential* (GWP) mensura o quanto determinado GEE contribui para o aquecimento global em relação ao CO₂ (GHG Protocol). Os valores de GWP dos gases considerados pela ferramenta GHG *Protocol* podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 2 - Potencial de Aquecimento Global

Espécie	Tempo de Vida (anos)	PAG (Horizonte Temporal)		
		20 anos	100 anos	500 anos
CO ₂	Variável	1	1	1
CH ₄	12 ± 3	56	21	6,5
N ₂ O	120	280	310	170
SF ₆	3200	16.300	23.900	34.900
HFCs	5 a 270	430 a 810	100 a 9.800	30 a 7.600
PFCs	10.000 a 50.000	5.000 a 8.000	7.000 a 12.000	11.000 a 18.000
CFCs	50 a 1.700	6.000 a 11.000	4.000 a 15.000	1.500 a 16.500

Fonte: Adaptado UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC) (2015).

A seguir, é feita uma breve apresentação de cada um destes gases.

4.3.1 Dióxido de Carbono (CO₂)

O dióxido de carbono (CO₂), também conhecido como anidrido carbônico, é o principal GEE devido ao volume produzido e lançado à atmosfera anualmente. É um gás gerado pelo processo natural de respiração dos seres vivos, sendo atóxico. Entretanto, o aumento na sua concentração total na atmosfera terrestre é o principal responsável pela intensificação do efeito estufa e, portanto, do aumento de temperaturas médias em escala global (CRUZ, 2002).

As moléculas de dióxido de carbono presentes na atmosfera absorvem praticamente metade da luz infravermelha térmica refletida que possui comprimentos de onda na região compreendida entre 14 e 16 micrômetros, assim como uma porção considerável da mesma, nos comprimentos de onda entre 12 e 14 micrômetros e 16 a 18 micrômetros (BAIRD, 2002).

Nós pólos, onde a temperatura é baixa, existe uma grande quantidade de calor que se propaga nos comprimentos de onda absorvíveis pelo dióxido de carbono, onde este é mais efetivo, fazendo com que a temperatura se eleve mais nas regiões polares (FLANNERY, 2007).

O dióxido de carbono, o metano e o óxido nitroso são os contribuintes gasosos da atmosfera que mais têm sido discutidos. No entanto, atenção prioritária tem sido dedicada ao dióxido de carbono, uma vez que o volume de suas emissões para a atmosfera representa algo em torno de 55% do total das emissões de gases de efeito estufa e o tempo de sua permanência na atmosfera é de pelo menos 1 século (MONZONI, 2001).

4.3.2 Metano (CH₄)

O metano é um gás inodoro, incolor, possui baixa solubilidade em água. Suas principais fontes são: decomposição de resíduos orgânicos, extração e produção de combustíveis e processos de digestão de animais herbívoros ruminantes (PRIMAVESI, 2004).

A reação do CH₄ com OH, Cloro (Cl), Bromo (Br) ou oxigênio atômico - principalmente com O₂ - produz o radical hidroxila e moléculas de H₂O_(g). O vapor de água estratosférico age como um gás estufa importante. Cerca de um quarto do aquecimento global total causado pelas emissões de CH₄ não é direto, ou seja,

decorre desse efeito na estratosfera, onde a quantidade de H₂O na região tem aumentado (BAIRD; CANN, 2011).

O metano (CH₄) tem eficiência maior que a do CO₂ como gás de efeito estufa. Como é um gás menos abundante na contribuição para o efeito estufa, tem recebido menor destaque no combate às mudanças climáticas, se comparado ao CO₂ (SCARPINELLA, 2002).

4.3.3 Óxido Nitroso (N₂O)

O óxido nitroso (N₂O), de acordo com Scarpinella (2002), é um dos gases de efeito estufa de importância; por isso, encontra-se no âmbito do Protocolo de Quioto.

A concentração de óxido nitroso na atmosfera apresentou aumento da ordem de 17% desde 1750, e continua aumentando. Apenas a terça parte do óxido nitroso lançado na atmosfera é de responsabilidade antropogênica, como solos agricultados, alimentação para o gado e indústria química (NISHI, 2003).

4.3.4 Enxofre Hexafluorado (SF₆)

O enxofre hexafluorado (SF₆) é um gás estufa pouco conhecido, e como componentes totalmente fluorados é um composto perene na atmosfera (3200 anos) (BAIRD; CANN, 2011).

Utilizado como isolante térmico, condutor de calor e agente refrigerante, o hexafluoreto de enxofre (SF₆) é um dos gases de efeito estufa controlados pelo Protocolo de Quioto. Embora esteja presente na atmosfera em uma quantidade muito menor em relação ao CO₂, acredita-se que o seu potencial de aquecimento global seja 23.900 vezes maior que o do dióxido de carbono (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA *apud*. SCARPINELLA, 2002).

4.3.5 Clorofluorcarbono

O clorofluorcarbono (CFC) é uma substância artificial criada pelo homem na década de 30 do século passado e muito utilizada em refrigeradores e condicionadores. Possui uma molécula de cloro que reage com o O₃, destruindo

suas moléculas e possibilitando a passagem de raios ultravioleta (UV-B), nocivos ao homem, aos animais e às plantas. Percebeu-se a partir da década de 60 uma nítida diminuição dessa camada. Essa diminuição, segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), é, em média, de 4% por década. O Protocolo de Quioto não trata da redução de emissão dos gases CFC, pois estes já estão sob o âmbito do Protocolo de Montreal (NISHI, 2003).

4.3.6 Hidrofluorcarbono

O hidrofluorcarbono (HFC) está pouco presente na atmosfera; no entanto, possui um PAG considerável, tanto que é um dos três gases industriais controlados pelo Protocolo de Quioto. Gás criado pelo homem como alternativa de substituição aos produtos químicos que afetam a camada de ozônio, o HFC é usado para refrigeração, sistemas de ar condicionado, aerossóis, solventes e produção de espuma (NISHI, 2003).

4.3.7 Perfluorcarbono

O perfluorcarbono (PFC) é um gás artificial criado pelo homem como alternativa aos produtos químicos prejudiciais à camada de ozônio. É aplicado em refrigeração, solventes, propulsores, espuma e aerossóis. Assim como o clorofluorcarbono, é um dos três gases industriais controlados pelo Protocolo de Quioto, pelo seu potencial de aquecimento global (NISHI, 2003).

4.4 INVENTÁRIO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS

A elaboração de inventários é o primeiro passo para que uma instituição ou empresa possa contribuir para o combate às mudanças climáticas, fenômeno crítico que aflige a humanidade neste início de século. Conhecendo o perfil das emissões, a partir do diagnóstico garantido pelo inventário, qualquer organização pode dar o passo seguinte: o de 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).

4.4.1 ISO 14064 - International Organization for Standardization (ISO)

Foi adotado, em 2006, a ISO 14064, que especifica princípios e requisitos no âmbito da organização para a quantificação e para a elaboração de relatórios de emissões e remoções de GEE. Inclui determinações para o projeto, o desenvolvimento, o gerenciamento, a elaboração de relatórios e a verificação de um inventário de GEE da organização. No Brasil, esse padrão foi adotado pela Associação Brasileira de Normas e Técnicas (ABNT) em 2007 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS, 2007).

4.4.2 Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol)

O *GHG Protocol* foi desenvolvido pelo *World Resources Institute* (WRI) em associação com o *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD), além de ter sido resultante de parcerias *multi-stakeholder* com empresas, organizações não governamentais (ONGs), governo e outras instituições conveniadas ao WRI e ao WBCSD. Entre as características da ferramenta destacam-se o fato de oferecer uma estrutura para contabilização de GEE, o caráter modular e flexível, a neutralidade em termos de políticas ou programas e a questão de ser baseada em um amplo processo de consulta pública. (GHG PROTOCOL BRASIL, 2008).

A metodologia do *GHG Protocol* é compatível com as normas da 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. Além disso, as informações geradas podem ser aplicadas aos relatórios e questionários de iniciativas como *Carbon Disclosure Project*, Índice Bovespa de Sustentabilidade Empresarial (ISE) e *Global Reporting Initiative* (GRI) (GHG PROTOCOL BRASIL, 2008).

4.4.3 Limites Operacionais e Fontes de Emissão de Gases de Efeito Estufa

O GHG *Protocol* (2008) classifica as emissões em diretas e indiretas, subdividindo-as em diferentes escopos, descritos nos itens 4.4.3.1 a 4.4.3.3 abaixo, adaptando o texto presente no já referido documento.

4.4.3.1 Escopo 1: Emissões Diretas de GEE

Provenientes de fontes que pertencem ou são controladas pela organização, como, por exemplo, as emissões de combustão em caldeiras, fornos, veículos da empresa ou por ela controlados, emissões da produção de químicos em equipamentos de processos que pertencem ou são controlados pela organização, emissões de sistemas de ar condicionado e refrigeração, entre outros. O Escopo 1 é subdividido nas cinco categorias abaixo:

- Combustão estacionária para geração de eletricidade, vapor, calor ou energia com o uso de equipamento (caldeiras, fornos, queimadores, turbinas, aquecedores, incineradores, motores, fochos etc.) em um local fixo;
- Combustão móvel para transportes em geral (frota operacional da empresa) e veículos fora de estrada, tais como os usados em construção, agricultura e florestas;
- Emissões de processos físicos e químicos: emissões, que não sejam de combustão, resultantes de processos físicos ou químicos, tais como as emissões de CO₂ da calcinação na fabricação de cimento, as emissões de CO₂ da quebra catalítica no processamento petroquímico, as emissões de PFC da fundição do alumínio etc.
- Emissões fugitivas: (I) liberações da produção, processamento, transmissão, armazenagem e uso de combustíveis e (II) liberações não intencionais de substâncias que não passem por chaminés, drenos, tubos de escape ou outra abertura funcionalmente equivalente, tais como liberação de hexafluoreto de enxofre (SF₆) em equipamentos elétricos, vazamento de hidrofluorcarbonos (HFCs) durante o uso de equipamento

de refrigeração e ar condicionado e vazamento de metano (CH₄) no transporte de gás natural;

- Emissões agrícolas: (I) fermentação entérica (CH₄); (II) manejo de esterco (CH₄, NO₂); (III) cultivo do arroz (CH₄); (IV) preparo do solo (CO₂, CH₄, NO₂); (V) queima prescrita da vegetação nativa (CH₄, NO₂); (VI) queima dos resíduos agrícolas (CH₄, NO₂).

4.4.3.2 Escopo 2: Emissões Indiretas de GEE

Contabiliza as emissões de GEE provenientes da aquisição de energia elétrica e térmica que é consumida pela empresa. A energia adquirida é definida como sendo aquela que é comprada ou então trazida para dentro dos limites organizacionais da empresa.

As emissões de Escopo 2 constituem uma categoria especial de emissões indiretas. Para muitas organizações, a energia adquirida representa uma das principais fontes de emissões de GEE e a oportunidade mais significativa de reduzir tais emissões. Contabilizar emissões de Escopo 2 permite avaliar oportunidades e riscos associados à mudança nos custos da energia e das emissões de GEE. Outra razão importante para contabilização dessas emissões é que a informação pode ser obrigatória para alguns programas de gestão de GEE.

4.4.3.3 Escopo 3: Outras Emissões Indiretas de GEE

É uma categoria de relato opcional, que permite a consideração de todas as outras emissões indiretas. As emissões desse escopo são uma consequência das atividades da empresa, mas ocorrem em fontes que não pertencem ou não são controladas pela empresa. O relato dessas emissões é particularmente importante nos seguintes casos:

- Extração e produção de materiais e combustíveis adquiridos;
- Atividades relacionadas a transporte;
- Transporte de materiais ou bens adquiridos;
- Transportes de combustíveis adquiridos;

- Viagens de negócios de empregados;
- Transporte de empregados de ida e volta ao trabalho;
- Transporte de produtos vendidos;
- Transporte de resíduos;
- Atividades relacionadas à energia não incluídas no Escopo 2;
- Extração, produção e transporte de combustíveis consumidos na geração de energia (adquiridos ou gerados pela própria empresa que prepara o inventário);
- Aquisição de energia que é revendida para consumidores finais (relatada pela companhia de energia);
- Geração de energia que é perdida no sistema de Transmissão e Distribuição (relatada pelo consumidor final);
- Ativos arrendados, franquias e atividades terceirizadas;
- Uso de produtos e serviços vendidos;
- Descarte de resíduos;
- Descarte dos resíduos gerados nas atividades;
- Descarte dos resíduos gerados na produção de materiais e combustíveis adquiridos;
- Descarte de produtos vendidos ao fim de sua vida útil.

4.5 A UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

4.5.1 Histórico

A história da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR teve início no século XX. Sua trajetória começou em 16 de janeiro de 1910 com a criação da Escola de Aprendizes Artífices no Paraná. Com o ensino destinado a garotos de camadas menos favorecidas da sociedade teve início com 45 alunos matriculados, em um prédio da Praça Carlos Gomes (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, 2015).

Devido o crescimento da Escola e do aumento do número de alunos, em 1936, a Instituição foi transferida para a Avenida Sete de Setembro com a Rua Desembargador Westphalen, onde permanece até hoje. O ensino tornou-se cada

vez mais profissional até que, no ano seguinte (1937), a escola começou a ministrar o ensino de 1º grau, sendo denominado então Liceu Industrial do Paraná. (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, 2015).

Cinco anos depois (1942), a organização do ensino industrial foi realizada em todo o país, com o ensino passou a ser ministrado em dois ciclos. No primeiro, havia o ensino industrial básico, o de mestria e o artesanal. No segundo, o técnico e o pedagógico. Com a reforma o Liceu passou a chamar-se Escola Técnica de Curitiba onde tiveram início os primeiros cursos técnicos: Construção de Máquinas e Motores, Edificações, Desenho Técnico e Decoração de Interiores. (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, 2015).

Em 1959 o ensino técnico no Brasil foi unificado pela legislação permitindo à escola maior autonomia e passou alterando o nome para Escola Técnica Federal do Paraná. (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, 2015).

Em 1974, foram implantados os primeiros cursos de curta duração de Engenharia de Operação (Construção Civil e Elétrica) e Quatro anos depois (1978), a Instituição foi transformada em Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná (Cefet-PR), passando a ministrar cursos de graduação plena. (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, 2015).

Nos anos 90 o Programa de Expansão e Melhoria do Ensino Técnico fez com que o Cefet-PR se expandisse para o interior do Paraná, onde implantou unidades. Com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDBE), de 1996, que não permitia mais a oferta dos cursos técnicos integrados, a Instituição, tradicional na oferta desses cursos, decidiu implantar o Ensino Médio e cursos de Tecnologia culminando, em 1998, a uma decisão ousada da então diretoria do Cefet-PR: a criação de um projeto de transformação da Instituição em Universidade Tecnológica. (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, 2015).

Após sete anos de preparo e o aval do governo federal, o projeto tornou-se lei no dia 7 de outubro de 2005. O Cefet-PR, então, passou a ser a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – *a primeira especializada do Brasil*. Atualmente, a Universidade Tecnológica conta com 13 Câmpus, distribuídos nas cidades de Apucarana, Campo Mourão, Cornélio Procópio, Curitiba, Dois Vizinhos, Francisco Beltrão, Guarapuava, Londrina, Medianeira, Pato Branco, Ponta Grossa,

Santa Helena e Toledo, conforme Figura 2. (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, 2015).

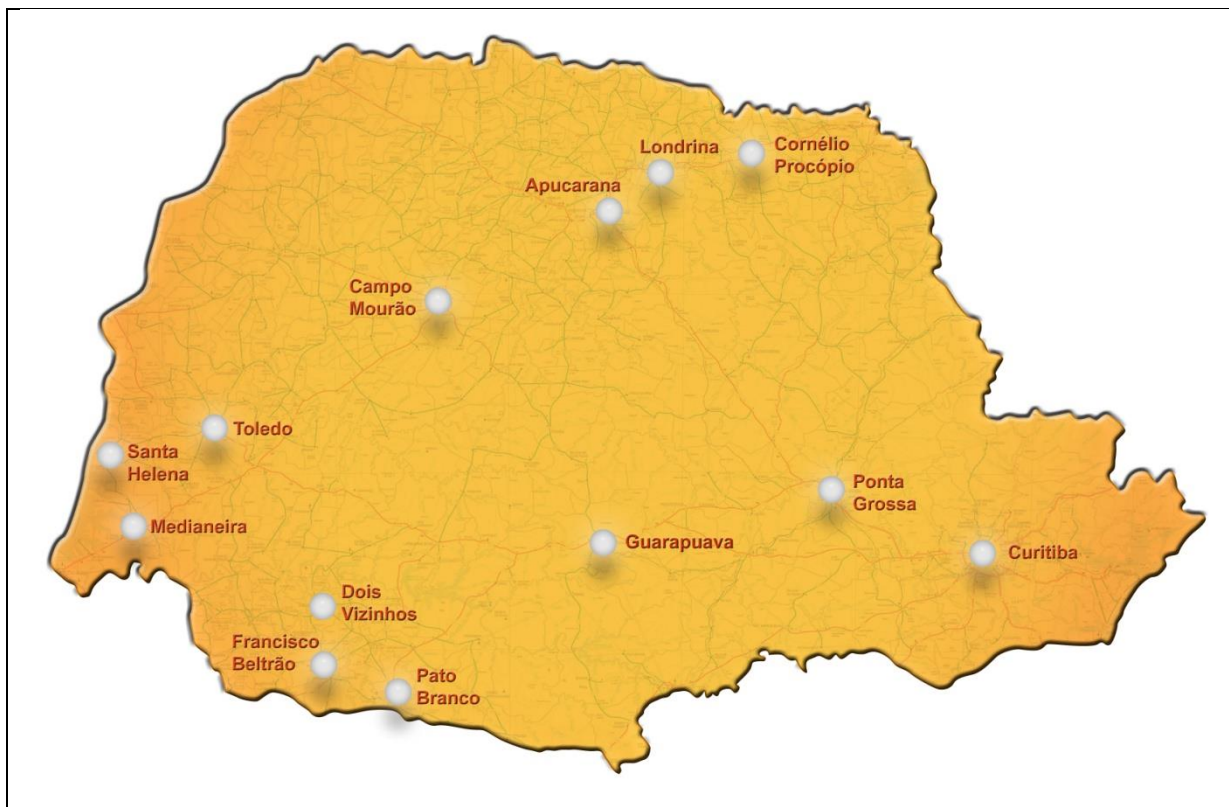


Figura 2 - Câmpus UTFPR
Fonte: UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ (2015).

4.5.2 A UTFPR no ano de 2014

Atualmente a UTFPR conta com 19 cursos de Educação Profissional Técnica de Nível Médio, com 1621 alunos matriculados; 24 Cursos de Tecnologia, com 4082 Estudantes matriculados; 78 cursos de Bacharelado e Licenciaturas, com 17918 estudantes; 91 Especializações que atende a 6013 estudantes e 47 pós-graduações *Stricto Sensu* (Mestrado e Doutorado), com 1373 estudantes. Para atender esta população de estudantes a universidade conta com o corpo docente de 2549 Professores e 1176 Técnicos-administrativo (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, 2015).

Além dos cursos regulares a Universidade também oferta cursos de formação continuada, atividades culturais, atividades esportivas, programas de responsabilidade social, centros acadêmicos de línguas estrangeiras modernas

acordos de intercâmbios Internacionais com 15 países, além de bolsas de extensão e inovação, projetos tecnológicos e programas de estágio, empreendedorismo e Inovação (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, 2015).

O ano de 2014 foi bastante significativo para a UTFPR, pois a instituição ofertou 8 novos cursos de graduação; concluiu 22 processos de reconhecimento de curso sendo em sua maioria com notas 4 e 5; Aprovou 6 novos programas de pós graduação; enviou quase 900 alunos para o programa Ciência sem Fronteiras; realizou 4 acordos de dupla-diplomação; manteve em funcionamento de 14 grupos Programa de educação Tutorial PET e de 18 subprojetos do Programa institucional de Bolsa de iniciação à Docência PIBID (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, 2015).

A infraestrutura da UTFPR compreende uma área de terreno de 4.045.791, 77 m², com 391.077,76 m² de área construída. Possui 458 salas de aula, com 32.822,32 m², 723 laboratórios, com 54.221,06 m², 13 bibliotecas com 133.516 títulos, 27 auditórios, compreendendo salas de videoconferência, teatros, mini auditórios e sala multimeios (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, 2015).

Em resumo, desde sua transformação para Universidade Tecnológica, em 2005, a UTFPR dobrou o número de câmpus e aumentou a quantidade de cursos ofertados, o número de alunos e vagas, conforme tabela abaixo (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, 2015).

Tabela 3 - Expansão na UTFPR

Ano	2005	2014
Câmpus	06	13
Docentes	1875	2549
Técnicos Administrativos	537	1176
Alunos	14118	34000
Estrutura Física	186.000	391.000
Cursos	80	176
Vagas	4111	8219

Fonte: UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ (2015).

O Câmpus Curitiba tem o espaço físico de 25 mil metros quadrados e está dividido em duas sedes, a sede Centro, situada na Av. Sete de Setembro, 3165, e sede Ecoville localizada na Rua Deputado Heitor Alencar Furtado, 5000; conforme FIGURA. Nelas são ofertados 2 cursos técnicos, 6 cursos de Tecnologia, 13 Bacharelados, 4 Licenciaturas, mais de 40 cursos de especialização e 14 programas de mestrado e doutorado (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, 2015).



Figura 3 - Câmpus Curitiba
Fonte: UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ (2015).

A UTFPR por ser uma universidade pública, precisa manter transparência em suas ações, e ter um inventário de GEE faz parte da sua política de Gestão Ambiental. Portanto, esta pesquisa auxilia no desenvolvimento de metodologias para compor o inventário da UTFPR Câmpus Curitiba, cujo desenvolvimento metodológico será apresentado no capítulo a seguir (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, 2015).

5 METODOLOGIA

A primeira etapa para a realização de um inventário de GEE é definir o ano base para esta atividade. Para o presente trabalho optou-se por utilizar o ano completo mais recente, 2014. Para a confecção do inventário optou-se pela metodologia do Programa Brasileiro GHG *Protocol*, que tem como objetivo promover uma cultura corporativa de caráter voluntário para a identificação, o cálculo e a elaboração de inventários de emissões de GEE.

Esta ferramenta de cálculo é disponibilizada no website do programa GHG *Protocol* Brasil, sendo possível realizar o download de versões regularmente atualizadas. Para este trabalho foi utilizada a versão 2014.0.

O método de quantificação desta ferramenta possui um caráter modular e flexível, de neutralidade em termos de políticas ou programas e é baseado em processos de consultas públicas (GHG PROTOCOL BRASIL, 2015).

A ferramenta de cálculo consiste de uma planilha que oferece uma visão geral do propósito e do conteúdo da ferramenta, o método de cálculo usado e uma descrição do processo. O mecanismo de cálculo está inserido em planilhas separadas por abas, de acordo com cada escopo.

Na metodologia de cálculo são descritos diferentes métodos de cálculo, dependendo da disponibilidade de dados da atividade e de fatores de emissão que sejam específicos para cada local. Nas ferramentas sugeridas foi possível inserir os dados de atividade na planilha e selecionar fatores de emissão adequados.

Fatores-padrão de emissão são fornecidos para os setores incluídos, mas também é possível inserir fatores de emissão personalizados que sejam mais representativos das operações da empresa alvo.

A metodologia de cálculo converte as emissões de cada GEE (CH₄, CO₂, N₂O, etc.) para toneladas equivalentes de CO₂ (tCO₂e) com base no seu potencial de aquecimento global (PAG).

Segundo as definições do GHG *Protocol* (2015), a empresa ou organização deve estabelecer os limites operacionais, envolvendo a identificação de fontes das emissões de GEE, classificá-las como emissões diretas ou indiretas, e selecionar o escopo para a contabilização e elaboração do inventário.

5.1 DELIMITAÇÃO DOS LIMITES OPERACIONAIS

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná está presente em 13 municípios distintos sendo estes: Apucarana, Campo Mourão, Cornélio Procopio, Curitiba, Dois Vizinhos, Francisco Beltrão, Guarapuava, Londrina, Medianeira, Pato Branco, Ponta Grossa, Santa Helena e Toledo (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, 2015).

Para a realização do inventário de GEE é bem importante deixar claro quais são os limites adotados para a realização do mesmo, pois estes podem de maneira significativa alterar o resultado do inventário. Esta pesquisa definiu como limite operacional o Câmpus Curitiba, incluindo na análise a sede centro e a sede Ecoville.

Outro fator importante desta pesquisa é a busca por um modelo padronizado de inventário para a UTFPR e seus 13 Câmpus. Para tanto os inventários já realizados tendo como ano base os anos de 2009 e 2011 e este de 2014 devem servir de subsídios para que a administração da UTFPR possa definir uma metodologia padrão para os demais Câmpus.

5.2 IDENTIFICAÇÃO DAS FONTES, DEFINIÇÃO DE ESCOPO E COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi feita primeiramente com os servidores da universidade, através de reuniões nos departamentos responsáveis, contato telefônico e eletrônico. Em um segundo momento, foi usado como suporte o Relatório de Gestão do Exercício da UTFPR de 2014.

5.2.1 Emissões Móveis

As informações referentes à frota de veículos oficiais da universidade foram obtidas no Relatório de Gestão. Nesse, é listado o tipo de veículo, placa, ano, tipo de combustível, quantidade de combustível consumido, quilometragem, despesas, média de consumo por quilômetro rodado e custo por quilômetro, conforme o Anexo A.

Na ferramenta de cálculo, alguns desses dados foram inseridos na aba Combustão Móvel e no modal rodoviário. Através do tipo, ano do veículo e consumo anual de combustíveis em litros, pode-se obter os valores referentes as emissões totais, divididas em emissões totais em CO₂ equivalente e emissões totais em biomassa.

5.2.2 Emissões Estacionárias

O Departamento de Serviços Gerais (DESEG) forneceu um relatório discriminando mensalmente a compra de gás (em quilos) durante o ano de 2014. O gás é utilizado para os restaurantes, copa, lavanderia e aquecimento da caldeira da piscina.

Na aba de Combustão Estacionária, além da inserção dos dados de compra de gás (em tipo e toneladas), faz-se necessário a escolha do fator de emissão para o setor inventariado. Neste caso, optou-se por “Comercial ou Institucional”, por tratar-se de uma instituição de ensino.

5.2.3 Energia Elétrica

Os dados de consumo anual de energia elétrica (em KWh) foram obtidos a partir do Relatório de Gestão de 2014, como apresentado no Anexo B.

Na aba “Compra de Energia Elétrica”, as informações referentes ao registro e descrição da fonte, assim como eletricidade total comprada foram inseridas na planilha do Sistema Interligado Nacional (SIN), o qual é formado pelas unidades consumidoras das regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e parte da Região Norte. Quanto ao preenchimento dos dados nessa aba, a ferramenta oferece duas opções: relato mensal ou anual. Neste caso foi utilizada a segunda opção.

O total anual de emissões de CO₂ (em toneladas) para todas as unidades consumidoras de energia elétrica foram informadas na mesma planilha de cálculo.

5.2.4 Resíduos Sólidos

Para a contabilização dos resíduos sólidos, foi utilizado o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da UTFPR-CT (PGRS) elaborado em 2015 e disponibilizado pelo DESEG.

Os dados foram inseridos na aba “Resíduos sólidos da operação” e contemplam a quantidade de resíduos enviadas ao aterro no ano de 2014 (em toneladas) e sua respectiva composição, dividida em: papéis/papelão, resíduos têxteis, resíduos alimentares, madeira, resíduos de jardim e parque, fraldas e borracha e couro.

No PGRS, os dados de resíduos foram computados em volume (litros); então foi necessária a conversão para massa (t) através da equação:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Para tanto, foram utilizadas as seguintes densidades: 1.213 kg/m³ para a matéria orgânica, 338 kg/m³ para papel/papelão, 41 kg/m³ para madeira, 60 kg/m³ para tetra pak, 53 kg/m³ de metal, 135 kg/m³ para plástico rígido e 240 kg/m³ para outros (areia, rejeito, entre outros) (SILVA; SANTOS, 2009).

A fim de se obter os valores finais de CH₄, CO₂ equivalente e CO₂ de biomassa (t/ano), é necessário preencher os dados climáticos do local, bem como classificar o aterro em relação à qualidade da disposição de resíduos. Estes dados são importantes pois diversos fatores, como temperatura e umidade, influenciam na capacidade de geração de gases dentro de um aterro (CUNHA, 2009).

As condições de temperatura de um aterro influenciam as atividades enzimáticas das bactérias predominantes da degradação dos resíduos e no nível de produção de gás (ELK,2007), já as condições pluviométricas influenciam na quantidade de chorume produzido, este demandando tratamento e sendo um potencial emissor de GEE (SILVA; FERREIRA, 2005)

Neste caso, o aterro sanitário em questão é o Estre Ambiental, localizado na Cidade de Fazenda Rio Grande, localizada na Região Metropolitana de Curitiba, cuja temperatura anual média (°C) é menor ou igual a 20°C e a precipitação anual (mm/ano) é superior a 1.000 mm/ano (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2003).

5.3 ANÁLISE COMPARATIVA DOS INVENTÁRIOS REALIZADOS NA UTFPR-CT

Anteriores a este trabalho foram realizados dois inventários de carbono da UTFPR - Câmpus Curitiba, ambos utilizando como ferramenta de cálculo o Programa Brasileiro GHG *Protocol*.

O primeiro foi realizado no ano de 2009, por Kobiski e Moraes. Nele foi estimada a quantidade de gás carbônico provenientes da frota veicular, do gasto total de energia elétrica, da emissão da queima de gás liquefeito de petróleo e da decomposição de material orgânico advinda dos rejeitos gerados na sede Centro.

Em 2011, ano de início das atividades da sede Ecoville, foi elaborado por Cruz e D'Avila o segundo inventário de carbono. Neste, que contemplou as duas sedes (Centro e Ecoville), abordou-se as mesmas fontes de emissão do inventário de 2009 e foram estimadas as emissões provenientes de deslocamento de alunos e funcionários, por meio de um questionário.

Utilizando essas obras pode-se analisar o perfil das emissões durante este período, o qual é apresentado por meio de tabelas e discutido no item 6.4

5.4 DEFINIÇÃO DAS AÇÕES DE MITIGAÇÃO DE CO₂.

Uma das maneiras de mitigar a quantidade de GEE emitidos por instituições é com o cálculo e plantio de árvores na quantidade equivalente ao CO₂ gerado pela atividade da instituição.

O presente estudo utilizou-se da plataforma de cálculo da Iniciativa Verde, ONG especializada em neutralização de emissões a partir do plantio de árvores nativas proporcional a quantidade de CO₂ (t) emitida. Os cálculos são baseados nas condições de desenvolvimento de nativas na mata atlântica.

Para cada tonelada emitida de CO₂ foi estipulada a necessidade de plantio de 9 árvores, em média, para a devida neutralização (OLIVEIRA, 2011). O número de mudas necessário é calculado pela seguinte equação.

$$n = tCO_2e \times 9$$

Onde: tCO_2e é a tonelada de CO₂ equivalente.

A fim de simular o custo de plantio, utilizando os dados desenvolvidos pela USP/ESALQ (NAVE, 2007), converteu-se o número de mudas em área necessária para plantio com o espaçamento de 3 m x 2 m, ou seja 6 m² por muda, da seguinte maneira.

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

Segundo Nave (2007) o custo de implantação da área era de R\$ 8.832,00 por hectare plantado. Para obter-se um custo real para o ano de 2015 foi aplicada uma correção utilizando a ferramenta “Calculadora do Cidadão”, disponível no site do Banco Central do Brasil, tendo como índice o IPCA (Índice de Preços ao Consumidor Amplo), resultando num valor corrigido de R\$ 13.812,91 por hectare. Assim o custo de implantação final é calculado pela equação:

$$\text{Custo R\$} = A \text{ ha} \times 13.812,91 \frac{\text{R\$}}{\text{ha}}$$

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta sessão são abordados os resultados obtidos com a inserção dos dados na ferramenta de cálculo do Programa GHG *Protocol* em seus respectivos escopos, bem como os desafios encontrados para a obtenção dos dados e sugestões de melhorias para facilitar a criação da prática de realização de inventários anualmente.

6.1 ESCOPO 1: EMISSÕES DIRETAS

Enquadram-se neste escopo, como fontes de emissões de GEE, aquelas que são geradas pela instituição inventariada devido à sua atividade, por fontes por ela controlada e de responsabilidade da mesma. Neste inventário são quantificadas as emissões provenientes da frota de veículos oficiais da universidade e o serviço de fornecimento de GLP, ficando em falta de informações sobre as emissões fugitivas, assunto abordado na discussão destes.

6.1.1 Veículos Oficiais da Universidade

Através do Relatório de Gestão, obteve-se quase todas as informações necessárias para alcançar a exatidão nesta categoria.

No geral, a ferramenta de cálculo mostra-se flexível, conferindo diversas opções quanto ao preenchimento dos dados. Dentro do modal rodoviário, ela disponibiliza três diferentes planilhas para o cálculo de emissões de GEE: pode-se utilizar o tipo e ano de fabricação dos veículos, tipo de combustível e distância percorrida, respectivamente, junto ao consumo mensal ou anual da frota. Neste caso, foi utilizada a primeira opção com o consumo anual.

A informação faltante para uma compreensão completa da categoria é a quantidade e tipo de combustível que é usada nos carros flex. O DESEG, contudo, fornece a proporção aproximada de 80% de gasolina e 20% de álcool. Portanto, foi considerado para este trabalho o pior cenário, no qual todos os automóveis flex foram abastecidos com gasolina.

No período deste trabalho, a frota veicular da UTFPR conta com 22 veículos sendo que 15 são do tipo flex, um total de 68%. Ou seja, a ausência de um

registro oficial quanto ao tipo e quantidade de combustível é impactante no resultado final.

Tabela 4 - Emissões de GEE (t) por tipo de combustível.

Combustível	Quantidade de Veículos	Consumo Anual (litros)	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Emissões totais (tCO ₂ e)	Emissões totais (tCO ₂ e) (biomassa)
Gasolina	15	12790	21,219	0,0023	0,0030	22,16	4,87
Diesel	7	21522	52,847	0,0036	0,0023	53,63	2,96
TOTAL	22	34312	74,066	0,0059	0,0053	75,79	7,84

Fonte: GHG Protocol Corporate Standard (2015) adaptado pelos Autores.

Para que os próximos inventários realizados apresentem dados mais confiáveis, sugere-se à Divisão de Serviços Auxiliares – Setor de Transporte (DISAU) a implementação de sistemas de controle do combustível utilizado no abastecimento de cada veículo.

6.1.2 Compra de Gás Liquefeito de Petróleo

Os dados referentes à compra de GLP foram obtidos através do DESEG, que mantém registros mensais do fornecimento do gás para a UTFPR-CT, porém esses não constam no Relatório de Gestão.

O consumo total, durante o ano de 2014, foi de 38,45 toneladas de GLP. Na tabela a seguir é apresentada a quantidade de cada GEE gerado a partir dessa fonte, quantificado em kg de CO₂e.

Tabela 5 - Emissões de GEE e CO₂e a partir de GLP.

Consumo de GLP	Emissões de GEE (kg)			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e
38450	112.747,9	8,9	0,2	113.024,5

Fonte: GHG Protocol Corporate Standard (2015) adaptado pelos Autores.

6.1.3 Demais categorias do Escopo 1

No item 4.4.3.1 observamos que para a realização de um inventário completo são contempladas também neste escopo emissões de processos industriais, emissões agrícolas e emissões fugitivas. Para a atividade realizada na instituição e para os limites adotados para este inventário, constata-se não possuir

emissões que estejam enquadradas nas duas primeiras categorias listadas acima, porém caberia a quantificação de emissões fugitivas.

Essas são provenientes de liberações não intencionais que ocorrem no armazenamento e uso de combustíveis, equipamentos elétricos e de refrigeração. Por não ser uma emissão intencional e controlada a quantificação exata é bastante complexa sendo muitas vezes inviável, porém como muitos dos gases envolvidos no processo são impactantes para o aquecimento global, se faz necessária a tentativa de quantificação.

Para auxiliar na quantificação das emissões provenientes de Equipamentos de Refrigeração de Ar Condicionado (RAC) e Extintores de Incêndio a ferramenta de cálculo do GHG *Protocol* dá alternativas apresentadas nos itens 6.1.3.1 e 6.1.3.2 abaixo.

6.1.3.1 Cálculo de Emissões Baseadas no Estágio do Ciclo de Vida.

Utilizado por instituições que contratam os serviços de manutenção dos sistemas de RAC ou de extintores de incêndio.

Este cálculo é o mais preciso e necessita do controle dos registros de todas as unidades de RAC e extintores da instituição inventariada. Requer dados de quantidade e caracterização do GEE utilizado para carregar novos equipamentos durante a instalação, bem como a capacidade destes equipamentos. Há também a necessidade de quantificação dos gases utilizados para a recarga dos equipamentos em operação e a capacidade e recuperação de GEE durante o descarte final de equipamentos em desuso. Os dados requeridos devem ser preenchidos em unidades mássicas.

6.1.3.2 Cálculo das Emissões por Balanço de Massa.

Utilizado por instituições que realizam os serviços de manutenção dos sistemas de RAC ou de extintores de incêndio.

O balanço de massa é feito baseado na quantidade de gás comprada e utilizada na manutenção dos equipamentos em operação. Estes dados encontram-se normalmente nos registros de compra e serviços de manutenção de RAC e extintores. Faz-se necessário o controle na variação do gás em estoque (em kg),

sendo esse a diferença entre a quantidade de gás no início e no fim do período inventariado, podendo resultar em valores negativos; também o controle da quantidade transferida, sendo essa a diferença entre o gás comprado e o gás vendido/dispensado no período.

Gás comprado inclui: gás comprado para armazenagem, como parte de manutenção de equipamento não proveniente do armazém (inventário), como parte de equipamento comprado (que vem dentro do equipamento novo) e gás recebido de volta após reciclagem em outro local.

Gás vendido/dispensado: devolvido ao fornecedor, vendas ou dispensas (incluindo dentro de equipamentos), e gás enviado para outro local para reciclagem, regeneração ou destruição.

Esta quantidade será positiva se houver mais compras do que vendas/dispensas ao longo do ano.

6.1.3.3 Realidade da UTFPR

O setor responsável pela manutenção desses equipamentos é o DICOBEM. Foram realizados contatos telefônicos e obteve-se a informação de que os controles de manutenção de RAC e extintores não são realizados pela mesma, e sim por terceiros. Sugere-se a criação de um controle de informações, conforme o item 6.1.3.1, e no caso da universidade implementar um programa de manutenção próprio esse deve enquadrar-se no item 6.1.3.2.

6.2 ESCOPO 2: EMISSÕES INDIRETAS

Neste escopo são quantificadas as emissões equivalentes devido o consumo de energia elétrica e térmica adquiridas de terceiros. No entanto, constatou-se que a universidade adquire energia apenas da Companhia Paranaense de Energia – COPEL.

6.2.1 Compra de Energia Elétrica

Os dados da compra de energia elétrica foram obtidos através do Relatório de Gestão, onde constam listadas as quantidades fornecidas anualmente para cada Câmpus da UTFPR.

Para o Câmpus Curitiba, no qual abrange-se a sede Centro e Ecoville, foi fornecido um total de 3.219.180 kWh. Inserindo esse valor na ferramenta de cálculo, obtiveram-se os valores para emissões totais em CO₂ equivalente conforme a Tabela 6.

Tabela 6 - Consumo Anual de Energia Elétrica no Câmpus Curitiba.

Eletricidade total consumida (kWh)	Emissões de CO ₂ (t)
3.219.180	436,45

Fonte: GHG Protocol Corporate Standard (2015) adaptado pelos Autores.

Ao que tange este escopo, as informações fornecidas foram suficientes para gerar-se o resultado desejado. Porém, com a expansão do Câmpus Curitiba, sugere-se que os dados sejam relatados de forma individual, caso haja interesse na realização de inventários por sede.

6.3 ESCOPO 3

Neste escopo são abordadas as demais emissões inerentes à atividade da instituição, porém que ocorrem fora de seus limites e fora de fontes controladas pela mesma, mas que são geradas devido à sua atividade.

Neste trabalho é abordada apenas a questão da destinação dos resíduos sólidos gerados na instituição, pois estes são os dados que estão disponíveis. Pertence a este escopo também quantificação de transporte de pessoas, efluentes e viagens a negócio.

6.3.1 Resíduos Sólidos

Verificou-se através do Plano de Gestão de Resíduos Sólidos do Câmpus Curitiba (PGRS) que a maioria dos resíduos gerados pela instituição são encaminhados para a reciclagem, conforme mostra a Figura 4.

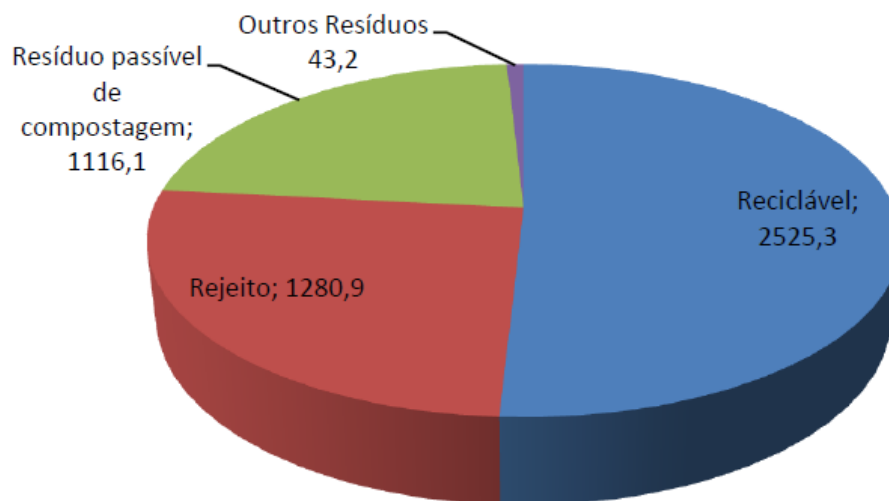


Figura 4 - Composição volumétrica dos resíduos (L) da UTFPR Câmpus Curitiba
 Fonte: Plano de Gestão de Resíduos Sólidos do Câmpus Curitiba (2015).

O primeiro passo para que fosse possível quantificar as emissões de GEE através da planilha de cálculo foi converter os dados de volume para massa, utilizando a equação conforme o memorial de cálculo abaixo:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$338 \text{ kg/m}^3 = \frac{m}{0,9588 \text{ m}^3}$$

$$m = 324,0744 \text{ kg} \times \frac{1t}{1000kg} = 0,324 \text{ t}$$

Aplicou-se essa metodologia de cálculo para os resíduos listados no PGRS e foram gerados resultados apresentados na Tabela 7:

Tabela 7- Conversão dos dados de volume dos resíduos para massa.

Resíduo	Volume (L)	Densidade (kg/m^3)	Volume (m^3)	Peso (t)
Papel Higiênico	958,8	338	0,9588	0,324
Papel toalha	968,4	338	0,9684	0,327
Plástico	1222,6	135	1,2226	0,165
Papel	888	338	0,888	0,300
Madeira	30,6	41	0,0306	0,001
Entulho	132,6	240	0,1326	0,031
Isopor	194,6	75	0,1946	0,014
Tetrapak	15,2	60	0,0152	0,001
Rejeito	322,1	240	0,3221	0,077
Orgânico	147,7	1213	0,1477	0,179
Metal	204,9	53	0,2049	0,011
TOTAL				1,43

Fonte: PGRS UTFPR-CT 2014 adaptado pelos Autores (2015).

Após esta etapa, foi necessário relatar a composição do resíduo, ilustrado na Tabela 8 abaixo. A caixa “Outros materiais inertes” preenche-se automaticamente, através da diferença entre o total e a soma dos valores utilizados nos itens A-G.

Tabela 8- Inserção dos dados referentes à composição do resíduo na UTFPR - CT

Composição do resíduo	Anos		2014
A - Papéis/papelão	A / Total	[%]	45,5%
B - Resíduos têxteis	B / Total	[%]	0,0%
C - Resíduos alimentares	C / Total	[%]	12,5%
D - Madeira	D / Total	[%]	0,1%
E - Resíduos de jardim e parque	E / Total	[%]	0,0%
F - Fraldas	F / Total	[%]	0,0%
G - Borracha e couro	G / Total	[%]	0,0%
Outros materiais inertes		[%]	41,95%
DOC - Carbono Orgânico Degradável no ano		[tC/tMSW]	0,200974

Fonte: GHG *Protocol Corporate Standard* (2015) adaptado pelos Autores.

Após a análise dos dados pôde-se notar algumas incoerências na composição de alguns resíduos, devido à incompatibilidade das informações fornecidas no PGRS e as requeridas pela ferramenta GHG *Protocol*.

O PGRS relata a ocorrência dos resíduos de varrição e poda e de resíduos têxteis, além de seus respectivos destinos e tratamentos. Contudo, os dados de volume e/ou massa, não se encontram disponíveis no referido documento.

De acordo com o PGRS, 26% do peso total dos resíduos correspondem a rejeitos. Porém, sua composição é indefinida, sendo que para a aplicação da ferramenta essa informação é primordial para a quantificação de GEE.

É necessário, ainda, classificar o aterro em relação à qualidade da disposição de resíduos. Para este trabalho foi considerado o Fator D, utilizado quando a destinação final é um aterro sanitário.

Para este escopo, as emissões totais em CO₂ equivalente compreenderam 2.014,103 t.

6.3.2 Demais categorias de Escopo 3

Neste escopo pode-se quantificar todas as emissões não contempladas anteriormente, permitindo considerar as emissões do ciclo de vida de diversos materiais, transporte de bens, transporte de pessoas, viagens a negócio, e qualquer emissão que venha a ser identificada.

Este escopo apresenta uma complexidade grande de quantificação devido ao fato dos processos não serem controlados pela instituição inventariada. Assim, poucas são as empresas que conseguem contabilizar estas emissões pela dificuldade na coleta de dados descentralizados e não controlados (*GHG Protocol 2015*).

Alguns dos itens que podem ser de alguma maneira contabilizados para o caso da UTFPR são as viagens a negócio e transporte de pessoas. O primeiro é de fácil contabilização pois cabe apenas manter um registro das viagens realizadas por funcionários utilizando os recursos da empresa. Todavia, o segundo se torna um grande desafio uma vez que depende do fornecimento dos dados de veículos, combustíveis utilizados e distância percorrida por cada aluno e funcionário da UTFPR. Uma alternativa seria fazer um estudo estatístico para verificar qual a amostragem necessária para possuir uma representatividade relevante do todo, e aplicar questionários a fim de atingir este montante de dados.

6.4 ANÁLISE COMPARATIVA DOS INVENTÁRIOS REALIZADOS NA UTFPR-CT

Para uma maior compreensão da evolução das emissões da GEE na universidade, foram comparados os resultados obtidos com os inventários de carbono realizados nos períodos de 2009 e 2011. Para tanto, optou-se por fazer uma análise de escopo a escopo.

6.4.1 Escopo 1

No que se refere às emissões móveis, observa-se que em comparação com o ano de 2009 houve um decréscimo nas emissões. Isto deve-se principalmente à renovação da frota, a qual é composta atualmente por veículos flex e mais recentes. Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2013), os veículos mais novos emitem aproximadamente 30% menos poluentes. Também foi vendido o trator e o ônibus rodoviário de 1985 está sendo menos utilizado, devido à aquisição de um novo.

Analisando o período de 2011, pode-se observar através da Tabela 9 que, além de possuir a menor frota, houve um consumo de diesel aproximadamente 50% menor em relação aos outros inventários.

No que tange a emissão de CO₂, o diesel emite mais do que a gasolina, pois seu fator de emissão, segundo o Ministério do Meio Ambiente (2013), é de 2,603 kgCO₂ por litro queimado contra 2,212 kgCO₂ por litro de gasolina, apresentando então 15% mais emissão de CO₂. Em relação ao álcool emite aproximadamente 45% a mais, já que o fator de emissão do álcool é mais baixo, 1,457 kgCO₂/L.

Tabela 9 - Comparativo de Consumo de Combustível e Emissões da Frota da UTFPR-CT.

	2009		2011		2014	
	Número de veículos	Quantidade de combustível anual (l)	Número de veículos	Quantidade de combustível anual (l)	Número de veículos	Quantidade de combustível anual (l)
Veículos a gasolina	11	10158,23	10	11117	15	16815,18
Veículos a diesel	5	25742,8	4	10833	7	21522,1
tCO ₂ e	95,4		47,7		75,79	

Fonte: Kobiski e Moraes; Cruz e D'Avila; adaptado pelos Autores (2015).

Analisando todas as categorias abordadas no escopo 1 foi elaborada a Figura 5 abaixo. Nela nota-se uma redução das emissões estacionárias pela instituição no ano de 2011 e um aumento quando comparado a 2009. Estas diferenças ocorreram exclusivamente por alterações no consumo direto do GLP.

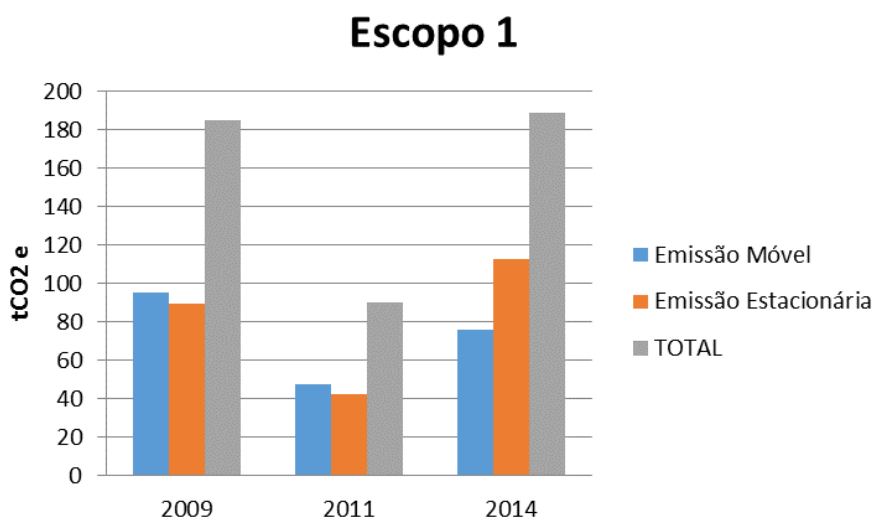


Figura 5 - Gráfico comparativo de Emissões de Escopo 1.
 Fonte: Kobiski e Moraes; Cruz e D'Avila adaptado pelos Autores (2015).

Por fim, foi possível constatar que em 2014 ocorreu um acréscimo de 2% e 109% do total de emissões para este escopo, comparando com os inventários de 2009 e 2011, respectivamente.

6.4.2 Escopo 2

Ao comparar os inventários realizados nota-se que entre os anos de 2009 e 2011 ocorreu um acréscimo de 39% nas emissões de GEE advindos da aquisição de energia elétrica, que pode ser explicado pelo início das atividades no Câmpus Curitiba na sede Ecoville.

Conforme consta no relatório de gestão da Universidade (Anexo B), o consumo de energia elétrica em 2011 foi de 2.300.245 kWh e de 3.219.180 kWh em 2014, um acréscimo de 40%. Porém as emissões de GEE foram 683% superiores. Essa aparente inconsistência é explicada devido a variação dos fatores de emissão que em 2011 era de 0,0292 tCO₂/MWh e em 2014 de 0,1355 tCO₂/MWh (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2015)

A Figura 6 abaixo ilustra a emissão de tCO₂e nos três períodos.

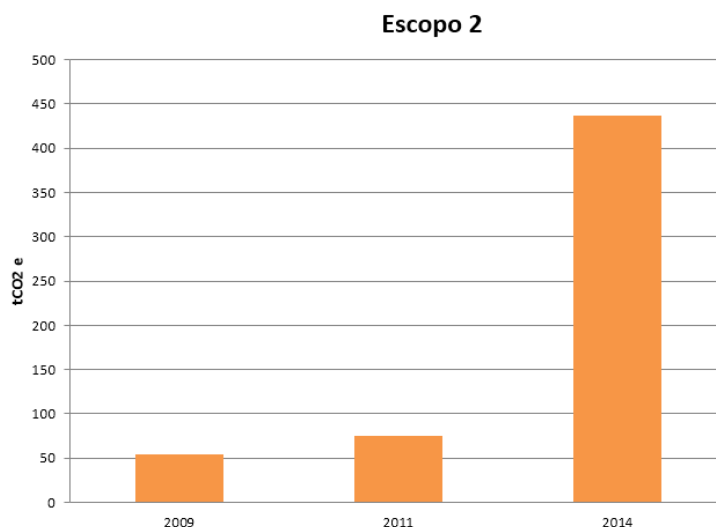


Figura 6 - Gráfico comparativo de emissões de Escopo2.
Fonte: Kobiski e Moraes; Cruz e D'Avila adaptado pelos Autores (2015).

O aumento significativo dos fatores de emissão são explicados por meio de mudanças da matriz energética nacional, com maior participação de fontes não renováveis (gás natural, derivados de petróleo e carvão e derivados), conforme consta na Tabela 10.

Tabela 10 - Oferta Interna de Energia Elétrica por Fonte

Fonte	Oferta Interna de Energia Elétrica Por Fonte		
	Ano		
	2009	2011	2014
Hidroelétrica	76,9%	81,9%	65,2%
Biomassa	5,4%	6,6%	7,3%
Eólica	0,2%	0,5%	2,0%
Gás Natural	2,6%	4,4%	13,0%
Derivados de Petróleo	2,9%	2,5%	6,9%
Nuclear	2,5%	2,7%	2,5%
Carvão e Derivados	1,3%	1,4%	3,2%
Importação	8,1%		

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética, adaptado pelos Autores (2010; 2012; 2015).

6.4.3 Escopo 3

Nos três inventários realizados, foi feito um levantamento dos resíduos sólidos enviados ao aterro para a contabilização das emissões de GEE. Porém,

apenas no inventário de 2011 foram contempladas as emissões a partir do transporte e deslocamento de alunos e funcionários.

No gráfico abaixo, pode-se visualizar as emissões em tCO₂e geradas apenas pelos resíduos.

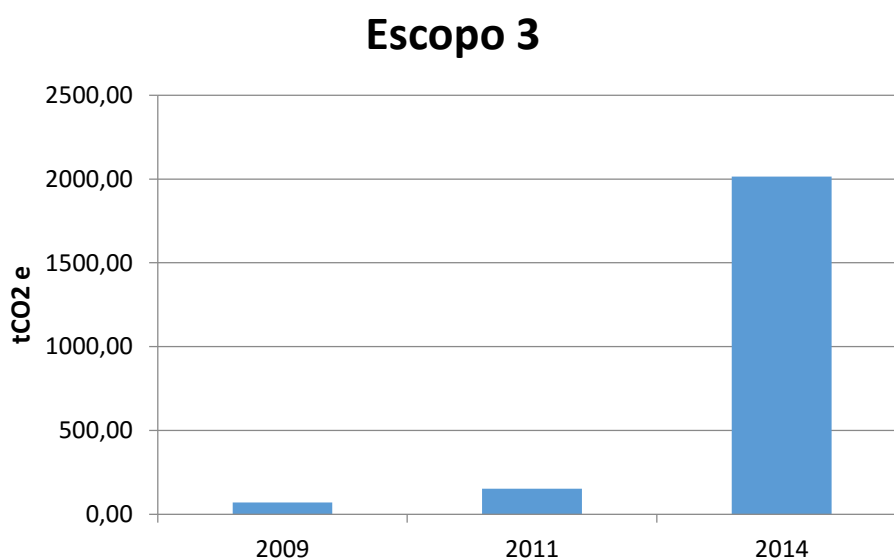


Figura 7 - Gráfico comparativo de emissões de Escopo 3.
Fonte: Kobiski e Moraes; Cruz e D'Avila adaptado pelos Autores (2015).

Esta discrepância nos resultados pode ser explicada pela divergência na escolha da categoria do aterro na ferramenta GHG *Protocol*, discutida no item 6.3.1, podendo, para os dados de 2014, acarretar em diferenças de até 150% nas emissões.

Outra possibilidade está relacionada à composição dos resíduos inseridos na ferramenta GHG *Protocol*. No caso dos inventários de 2009 e 2011, a parcela de papel e papelão foi considerada reciclável, sendo que a partir do PGRS de 2015 foi constatado que parte é destinado ao aterro sanitário, conforme apresentado nas Tabela 7 e Tabela 8 **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

Outras hipóteses a serem verificadas abrangem o aumento do número de alunos e funcionários, assim como a expansão do Restaurante Universitário da sede Ecoville, além do aprimoramento da própria ferramenta GHG *Protocol* que têm possibilitado a inserção de dados mais precisos e aprimorado seus parâmetros e cálculos a cada atualização.

6.4.4 Quantificação total de emissões

Na finalização do inventário, a ferramenta gerou uma tabela comparativa de cada escopo e das emissões, em toneladas, dos diferentes gases contemplados no Protocolo de Quioto e junto a essa, foi gerada outra tabela com os valores de emissão, em toneladas de CO₂ equivalente, ambas apresentadas na Tabela 11.

Tabela 11 - Quadro Resumo das emissões por escopo e total

GEE (t)	Toneladas Métricas			Toneladas de CO ₂ equivalente		
	Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3	Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3
CO ₂	188,819779	436,145237	0,000000	188,819779	436,145237	0,000000
CH ₄	0,015033	0,000000	80,564132	0,375825	0,000000	2.014,103300
N ₂ O	0,005480	0,000000	0,000000	1,633040	0,000000	0,000000
Total	-	-	-	190,828644	436,145237	2.014,103300
Total de Emissões		-			2.641,077181	

Fonte: GHG Protocol e adaptado pelos autores (2015)

Para que a conversão de toneladas métricas para emissão em CO₂ equivalente seja possível utiliza-se o valor do PAG de cada um dos GEE. Esse artifício é importante para que se possa fazer um comparativo das emissões de cada escopo considerando seu real impacto para o aquecimento global.

Por fim, foi gerado um gráfico (Figura 8) comparando as quantidades emitidas por cada escopo e também o mesmo comparativo dos inventários de anos anteriores conforme Figura 9.

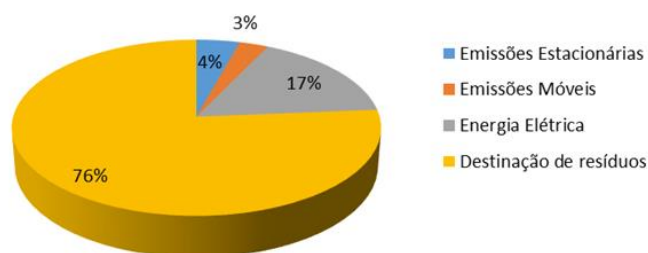


Figura 8 - Gráfico Comparativo entre Escopos.
Fonte: Autores (2015).

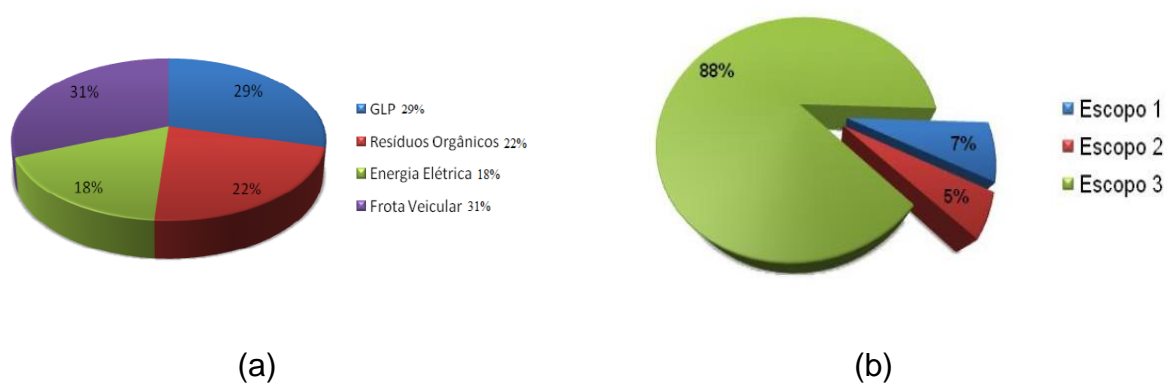


Figura 9 - Gráfico Comparativo entre Escopos.
(a) Inventário Realizado no Ano de 2009. Fonte: Kobiski; Moraes (2010).
(b) Inventário Realizado no Ano de 2011. Fonte: Cruz; D'Avila (2013).

Pode-se notar que, apesar de facultativo, as categorias quantificadas no escopo 3 representam 76% da emissão de GEE no ano de 2014. O mesmo padrão pode ser visto quando analisado o gráfico comparativo do inventário de 2011, conforme a Figura 9 (b). O mesmo não é observado no inventário de 2009, pois como discutido no item anterior foi utilizada outra abordagem quanto à composição dos resíduos orgânicos enviados ao aterro, bem como a classificação desse.

6.5 CÁLCULO DO PLANTIO DE ÁRVORES

Utilizando a rotina de cálculo apresentada no item 5.4 tem-se o seguinte custo final para o plantio de mudas necessárias para a mitigação dos GEE emitidos pelas fontes levantadas no ano de 2014.

Sendo a emissão total em CO₂ equivalente 2.641,077181 tCO₂e, a quantidade necessária de mudas é de:

$$n = \text{tCO}_2\text{e} \times 9 = 2.641,077181 \times 9 = 23770 \text{ árvores}$$

A área necessária para o plantio e custo para a implantação ficam então em:

$$A = n \times 6 \text{ m}^2 \times \frac{1 \text{ ha}}{10000 \text{ m}^2} = \frac{23770 \times 6}{10000} = 14,26 \text{ ha}$$

$$\text{Custo R\$} = A \text{ ha} \times 13812,91 \frac{\text{R\$}}{\text{ha}} = 14,26 \times 13812,91 = \text{R\$ } 197.000,00$$

6.6 SUGESTÕES PARA REDUÇÃO NAS EMISSÕES

6.6.1 Escopo 1

Para o escopo 1, no que se refere ao transporte com os veículos oficiais da universidade é possível utilizar uma maior quantidade de etanol nos veículos que são flex e manter a manutenção periódica desses, uma vez que os veículos que possuem uma boa regulagem emitem menos gases e material particulado no ar. Cabe também verificar a viabilidade de substituir os veículos mais poluidores por uma frota mais nova, pois como pudemos observar há veículos com quase 30 anos de uso.

Com relação à utilização de gás para a geração de vapor e aquecimento da piscina recomenda-se estudos para a substituição do aquecimento com GLP por Gás Natural ou a utilização de aquecedores solares com alguma complementação a combustível ou elétrica.

Para as emissões fugitivas realizar a manutenção dos RAC's e extintores substituindo, quando possível, o uso de gases de maior PAG por gases que causem menor impacto no aquecimento Global.

6.6.2 Escopo 2

Para o escopo 2, que se refere à compra de energia elétrica, a redução das emissões provenientes do consumo de eletricidade pode ocorrer a partir de um projeto para adequação das instalações da instituição com programas de eficiência energética, como por exemplo a substituição das lâmpadas fluorescentes, por lâmpadas de LED que são mais eficientes, possuem maior vida útil, além de não possuírem resíduos perigosos no momento do seu descarte; Elaboração de projetos que visem a exploração máxima da iluminação natural; Conscientização dos servidores e alunos para a economia de energia elétrica; Utilização de adesivos nos interruptores estimulando a economia do consumo.

Pode-se também verificar a possibilidade de substituição de equipamentos antigos e pouco eficientes por modelos mais novos e que consomem menos energia e analisar a viabilidade de implantar painéis solares fotovoltaicos sobre os prédios, gerando a energia que consome de maneira limpa.

Em dezembro de 2011, foi inaugurado o Escritório Verde (EV) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), uma proposta única no Brasil de edificação sustentável modelo de 150 m² que adotou diversas estratégias de sustentabilidade em parceria com mais de sessenta empresas, visando verificar o desempenho destas estratégias, entre elas, a máxima eficiência energética. (Escritório Verde *apud* SODEBRAS, 2015). Algumas das características implementadas no Escritório Verde:

- Projeto arquitetônico seguindo orientações bioclimáticas;
- Construção modular a seco (*wood-frame*) com paredes duplas em estrutura de pinus tratado e painéis de OSB (*Oriented Strand Board*);
- Isolamento térmico acústico com mantas de PET reciclado e pneu reciclado;
- Janelas em esquadrias de madeira e vidros duplos especiais;
- Telhado verde – uso de vegetação local em dois módulos da edificação;
- Iluminação natural através de sistemas inteligentes de claraboias;
- Uso de lâmpadas LEDs para maior eficiência energética;

- Uso de sistema de aquecimento solar termodinâmico para a água e calefação dos ambientes;
- Uso de sistema de controle de umidade e resfriamento do ar;
- Implantação de energia solar usando painéis fotovoltaicos para suprir até 70% da energia consumida (em estudo também está a alimentação de um carro elétrico pela edificação);
- Uso de sistema de coleta e uso da água da chuva para vasos sanitários e limpeza;
- Uso de piso elevado fabricado em polipropileno reciclado;
- Uso de materiais de baixo impacto ambiental como: piso externo drenante em granito para maior permeabilização do terreno, acabamento do piso interno em madeira certificada com selo FSC (Forest Stewardship Council), madeira plástica (composta por pó de madeira e plástico reciclado), carpet em material reciclado e parte do revestimento das paredes e do mobiliário em bambu.

O sistema de painéis fotovoltaicos do Escritório Verde gerou, de 14 de dezembro de 2011 até 18 de junho de 2014, 5,95 MWh (INTERNATIONAL JOURNAL OF ENERGY AND ENVIRONMENT, 2014).

6.6.3 Escopo 3

Para o escopo 3, cabe a sugestão para a redução e melhor segregação dos resíduos da universidade com um maior incentivo à Campanha Jogada Certa, que orienta a separação correta dos resíduos produzidos pelos alunos e servidores durante a sua permanência na universidade.

Ainda vale ressaltar que para o escopo 3 não foram computadas as viagens a negócios, efluentes gerados e transporte de pessoas e materiais. Contudo algumas sugestões ainda podem ser feitas para que esses sejam também reduzidos.

No caso da geração de efluentes, o uso mais consciente dos recursos hídricos é uma maneira de redução bastante interessante e eficiente.

Para que as viagens a negócio ocorram apenas quando estritamente necessário vale adotar a cultura de realização de reuniões, cursos, congressos e conferências *online*; assim evita-se o deslocamento de pessoas e viagens constantes. Medidas semelhantes podem ser adotadas para a redução do transporte de pessoas para a sede da universidade, com a adoção de aulas *online* quando possível e deslocamento apenas para atividades nas quais é necessária a presença física do aluno, como em aulas de laboratório por exemplo.

Grande parte dessas alternativas possui um custo de instalação e manutenção, ou a necessidade de uma mudança cultural, porém esses desafios de implantação podem ser compensados posteriormente com ganhos na redução dos gastos e aumento de produtividade.

7 CONCLUSÃO

A realização deste inventário é um assunto de grande importância para a instituição, não apenas pelo levantamento e quantificação das emissões mas principalmente porque foram levantados os pontos críticos para a realização de um inventário completo, passível de receber o selo Clima Paraná.

Por meio dos resultados para o escopo 1, percebeu-se que a renovação da frota emitiu menos GEE em comparação com 2009, mesmo considerando, para este trabalho, abastecimento apenas com gasolina e diesel. Caso houvesse o registro da quantidade de etanol utilizada nos veículos, os resultados seriam ainda mais positivos.

Para o escopo 2 evidenciou-se que, devido ao aumento da utilização de combustíveis fósseis na matriz energética nacional, a emissão de GEE foi de 683% a mais que as emissões observadas em 2011, apesar de um acréscimo de 40% no consumo de energia elétrica.

O escopo 3, apesar de facultativo, foi o maior responsável pela geração de GEE no Câmpus Curitiba em 2014, sendo que foi contabilizada apenas as emissões de resíduos sólidos. Neste caso, deve haver adequação dos dados inseridos nos PGRS, como composição e quantidade (em quilos ou toneladas) dos resíduos enviados ao aterro, para que sejam gerados inventários mais confiáveis.

As principais dificuldades encontradas foram na coleta dos dados, pois estes estão descentralizados, incompletos ou são inexistentes. Em alguns casos, quando existente, são disponibilizados de maneira na qual não podem ser utilizados diretamente na ferramenta *GHG Protocol*. Até ao fechamento deste trabalho, não há divisão dos dados entre as sedes Curitiba e Ecoville no Relatório de Gestão. Vale ressaltar que a universidade recentemente adquiriu o terreno da antiga fábrica da “Siemens”, ou seja, sugere-se que a mesma se adapte em frente à crescente expansão.

Além da disponibilização das informações nos moldes da ferramenta *GHG Protocol*, recomenda-se a responsabilidade da realização anual do inventário para algum profissional da área ambiental com apoio de acadêmicos interessados. Para que a instituição tenha consistência no reconhecimento e recebimento de selos de garantia através dos inventários de carbono, acreditamos que é importante ter um setor responsável para fazer este tipo de avaliação, pois são necessários vários

dados consistentes e coerentes, e que atualmente não são de fácil acesso, ou não estão disponibilizados de forma adequada para gerar um inventário confiável.

8 TRABALHOS FUTUROS

Durante a realização deste inventário notou-se a necessidade de realizar alguns passos complementares, listados a seguir como sugestões de trabalhos futuros:

- Identificação e quantificação de equipamentos de ar condicionado e extintores;
- Quantificação de efluentes;
- Criação e implementação de ferramentas para adequar os dados para o *GHG Protocol*;
- Realização de inventários nas demais unidades e, posteriormente, de toda a instituição;
- Realização do plantio e manutenção das árvores;
- Estudo estatístico da amostra populacional necessária para a quantificação estatisticamente relevante de emissões por transporte de alunos e funcionários;
- Projeto de implantação de energias renováveis;
- Projeto de eficiência energética;
- Projetos de incentivo à ciclomobilidade, ciclovias entre os Câmpus e instalação de espaço para higiene de ciclistas.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, R. G.; QUALHARINI, E. L. - **A norma brasileira de mudanças climáticas** – ABNT NBR ISO 14064. IV Congresso Nacional de Excelência em Gestão; 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14064-1**: Gases de efeito estufa - Parte 1: Especificação e orientação a organizações para quantificação e elaboração de relatórios de emissões e remoções de gases de efeito estufa. Rio de Janeiro, 2007.

BAIRD, C. **Química Ambiental**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

BAIRD, C.; CANN, M. **Química Ambiental**. 4 ed. Porto Alegre. Bookman, 2011.

BARRY, ROGER G. **Atmosfera, tempo e clima [recurso eletrônico]**. Edição 9. Porto Alegre: Bookman, 2013.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I; CONEJO, J. G. L.; MIERZWA, J, C.; BARROS, M, T, L; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à Engenharia Ambiental**. São Paulo, Prentice Hall, 2004.

BRANCO, S; MURGEL, E. **Poluição do ar**. 2 ed. São Paulo: Moderna, 1995.

BRITO, H. **Análise das emissões atmosféricas geradas por veículos automotores em Natal-RN**. Natal, 2005. 166f. Dissertação (Mestre em Engenharia Mecânica) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

COLLS, J. **Air Pollution: An Introduction**. London E & FN SPON. 1997.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução n.3 de 28 de junho de 1990.

CONFERENCIA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 3., 2008, Brasília. **Caderno de Debate**: Mudanças Climáticas. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2008. 92 p. Disponível em: <<http://goo.gl/2V5H8i>> Acesso em: 15 maio 2015.

CRUZ, A. P. F. N da. **A tutela ambiental do ar atmosférico**. São Paulo: Ipab/Adcoas, 2002.

CRUZ, F. A. da; D'ÁVILLA, S. L. **Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Curitiba – sede Central e Ecoville**. Curitiba: 2013.

CUNHA, Ericka Rocha da. **Avaliação do Processo de Bioestabilização de Resíduos Sólidos Urbanos em lisímetro de Campo**. 2009. 112 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

ELK, A. G. H. P. V. **Mecanismo de Desenvolvimento Limpo aplicado à Resíduos Sólidos: Redução de Emissões na Disposição Final**. Rio de Janeiro, 2007. IBAM, p. 40.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Banco de Dados Climáticas do Brasil**. 2003. Disponível em: <<http://goo.gl/ZXGtUE>> Acesso em 10 de agosto de 2015.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2015: Ano base 2014**. Rio de Janeiro: EPE, 2015.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2012: Ano base 2011**. Rio de Janeiro: EPE, 2012.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2010: Ano base 2009**. Rio de Janeiro: EPE, 2010.

FLANNERY, T. **Os senhores do clima: Como o homem está alterando as condições climáticas e o que isso significa para o futuro do planeta**. Rio de Janeiro. Record, 2007.

GHG PROTOCOL BRASIL. PROGRAMA BRASILEIRO GHG PROTOCOL. **Contabilização, quantificação e publicação de inventários corporativos de emissões de Gases de Efeito Estufa**. Segunda Edição. São Paulo: [2008]. Disponível em: <<https://goo.gl/OXuKsH>> Acesso em 19 abril de 2015.

GHG PROTOCOL BRASIL. PROGRAMA BRASILEIRO GHG PROTOCOL - GHG Protocol Brasil. **Ferramenta de cálculo e Metodologia**. Disponível em <<http://186.202.166.152/ghg/htdocs/index.php?r=site/ferramenta>>. Acesso em 26 de fevereiro de 2015.

GREENPEACE BRASIL. **Clima e Energia – Energias Renováveis Contra o Aquecimento Global**. 2010. Disponível em: <<http://goo.gl/kJ2n>> Acesso em 18 maio 2015.

IJEE - INTERNATIONAL JOURNAL OF ENERGY AND ENVIRONMENT. **Study of technical feasibility and the payback period of the invested capital for the installation of a grid-connected photovoltaic system at the library of the Technological Federal University of Paraná**. Volume 5. Edição 6, 2014. p. 643-654.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change**. Geneva, 2012 Disponível em <<http://goo.gl/OeBl4V>> Acesso em 14 de junho de 2015.

KOBISKI, B. V.; MORAES, E. G. **Inventário de Emissões de gases de efeito estufa da frota veicular da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Curitiba 2010**. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Química Ambiental), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2010.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Fatores de emissão por geração de eletricidade no Sistema Interligado Nacional (SIN)**. 2015. Disponível em: <<http://goo.gl/mDEYFX>> Acessado em: 28 de outubro de 2015.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Resenha Energética Brasileira: Exercício de 2014**. Edição de junho de 2015. Disponível em: <<http://goo.gl/CikJo6>> Acesso em: 01 de novembro de 2015.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários 2013**. Ano-base 2012. Relatório Final. Disponível em: <<http://goo.gl/Pzfypp>> Acesso em: 01 de novembro de 2015.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Qualidade do Ar**. 2015. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/assuntos-internacionais/a-assessoria/itemlist/category/63-qualidade-do-ar>>. Acesso em: 15 maio 2015.

MOLION, L. C. B., **Aquecimento global: fato ou ficção**. Revista do Instituto Brasileiro de Edições Pedagógicas, São Paulo 2001.

MONZONI, M. **Mudança climática: tomando posições**. São Paulo: Friends of the Earth/ Amigos da Terra Programa Amazônia, Setembro, 2000.

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

NISHI, M. H.; **O MDL e o atendimento aos critérios de elegibilidade e indicadores de sustentabilidade por diferentes atividades florestais**. Viçosa: UFV, 2003. 66 p.

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

PRIMAVESI, O. et Al. **Metano entérico de bovinos leiteiros em condições tropicais brasileiras**. Pesquisa agropecuária brasileira. V.39, nº 3. p.277-283. Brasília. Março 2004.

SCARPINELLA, G. A. **Reflorestamento no Brasil e o Protocolo de Quioto**. 2002. 182 p. Dissertação (Mestrado em Energia) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. **Dispõe sobre a implementação do Registro Público Estadual de Emissões de Gases de Efeito Estufa, estabelecendo procedimentos e critérios a serem adotados para: Protocolo de Intenções, Declaração de Emissões, Inventário de emissões e outorga dos selos de reconhecimento público.** Resolução SEMA número 58 de 22 de dezembro de 2014. Publicado no Diário Oficial do Estado (DOE) de 29 de dezembro de 2014.

SILVA, Renato Pires da; FERREIRA, Osmar Mendes. **Aterro sanitário de Aparecida de Goiânia, medição da vazão de chorume.** 2005. 15 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2005.

SILVA, M. C. da; SANTOS, G. O. dos; **Densidade aparente de Resíduos Sólidos recém coletados.** Fortaleza: 2009.

SISTER, G. **Mercado de carbono e Protocolo de Quioto: Aspectos negociais e tributação.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

SODEBRAS: Soluções para o Desenvolvimento do País. Salvador: Sodebras, v. 10, n. 116, ago. 2015. Mensal. Disponível em: <<http://www.sodebras.com.br/edicoes/N116.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2015.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATECHANGE (UNFCCC). **Global Warming Potentials.** 2015. Disponível em: <http://unfccc.int/ghg_data/items/3825.php>. Acesso em: 20 maio 2015.

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ. **Plano de Gestão de Resíduos Sólidos da UTFPR – Câmpus Curitiba – sede Centro.** Curitiba: 2015.

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ. **UTFPR: inovação e geração de tecnologias.** Disponível em: <<http://www.utfpr.edu.br/a-instituicao>> Acessado em: 30 de novembro de 2015.

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ. **Relatório de Gestão do Exercício de 2014.** Disponível em: <<http://goo.gl/W8BnMj>> Acessado em: 17 de junho de 2015.

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ. **UTFPR em números 2015.** Disponível em: <<http://goo.gl/3xoBn9>> Acessado em: 04 de dezembro de 2015.

VORMITTAG, E. M. P. A. A.; SALDIVA, P. H. N.; ANDRÉ, P. A. de; RODRIGUES G. C.; CAVALCANTE, J. A.; SCHREMMP, L. P. **Monitoramento da qualidade do ar no Brasil.** São Paulo: Instituto Saúde e Sustentabilidade, 2014a. Disponível em: <<http://goo.gl/ehZiuN>> Acessado em 18 de junho de 2015.

Anexo A - Informações sobre à frota de veículos oficiais da universidade.

Câmpus	Tipo de veículo	Placa	Ano	Tipo de Comb.	Quantidade de combustível (l)	Km rodado	Total	Km/ litro - Média	Custo RS Km
							Despesas* (RS)		
	Cruze	AWP-5694	2013	F	1.790,90	19.517	16.385,11	10,90	0,84
	Cruze	AWP-5693	2013	F	2.241,80	27.317	23.614,91	12,19	0,86
	Ônibus	AYF-6659	2014	D	10.274,90	29.571	50.944,66	2,88	1,72
Curitiba	Cruze	AWP-6171	2013	F	800,90	7.608	4.630,75	9,50	0,61
	Cruze	AWR-3194	2013	F	1.252,20	13.591	5.803,36	10,85	0,43
	Sprinter	ANH-0837	2005	D	1.665,00	19.901	4.620,81	11,95	0,23
	Ônibus	AYF-6661	2014	D	2.899,90	11.793	8.397,63	4,07	0,71
	Cruze	AXX-7187	2013	F	729,11	7.608	2.679,60	10,43	0,35
	Cruze	AXX-7186	2013	F	663,01	4.860	2.009,26	7,33	0,41
	Micro-ônibus	ANE-8129	2005	D	2.232,70	13.559	7.934,85	6,07	0,59
	Saveiro	AOY-8590	2007	F	480,90	4.036	3.166,11	8,39	0,78
	Sprinter	AVA-9372	2011	D	1.272,80	10.721	4.959,20	8,42	0,46
	Clio	AOL-8792	2007	F	2.899,90	11.793	8.397,63	4,07	0,71
	Cruze	AWR-3193	2013	F	1.203,20	14.607	5.732,98	12,14	0,39
	Cruze	AWP-5707	2013	F	1.651,90	15.944	5.055,61	9,65	0,32
	Caminhão	AOD-6974	2006	D	2.835,70	15.653	11.180,01	5,52	0,71
	Astra	AOL-8794	2007	F	316,30	4.408	2.969,18	13,94	0,67
	Astra	ARJ-9208	2009	F	812,96	8.453	2.816,29	10,40	0,33
	Astra	ARJ9210	2009	F	1.024,4	10.667	1.310,61	10,41	0,12
	Astra	AOL8790	2007	F	293,30	3.009	7.447,61	10,26	2,48
	Astra	AOL8793	2007	F	654,40	7.676	8.122,57	11,73	1,06
Ônibus	AIN9040	1987	D	341,10	1.561	911,98	4,58	0,58	

Fonte: Relatório de Gestão UTFPR 2014.

Anexo B - Consumo anual de energia elétrica (em KWh)

Câmpus	2011		2012		2013		2014	
	KWh	RS	KWh	RS	KWh	RS	KWh	RS
Apucarana	312.593	113.929,59	358.572	138.380,58	395.312	149.247,62	445.309	181.502,47
Campo Mourão	516.126	248.507,23	555.277	258.887,54	642.058	197.441,34	735.156	289.526,62
Cornélio Procópio	578.009	242.826,42	616.227	272.187,41	800.832	300.150,46	918.249	361.290,75
Curitiba	2.300.245	1.044.826,67	2.428.459	1.104.114,01	2.787.460	1.041.853,63	3.219.180	1.280.632,02
Dois Vizinhos	303.660	109.655,92	509.337	205.369,83	734.806	279.755,16	830.167	290.277,68
Francisco Beltrão	224.640	102.440,21	261.840	113.189,60	314.328	133.000,00	483.225	199.940,51
Guarapuava	-	-	-	-	-	139.432,72	238.515	118.873,91
Londrina	297.431	145.134,48	356.939	159.948,28	475.396	147.155,99	512.886	198.238,04
Medianeira	762.233	256.231,28	766.075	295.421,27	797.068	375.590,45	1.092.900	468.892,06
Pato Branco	857.891	383.974,11	849.288	389.865,96	1.199.179	547.380,25	1.357.659	543.745,74
Ponta Grossa	553.482	228.258,30	541.474	218.579,98	631.207	287.250,28	662.076	255.766,30
Santa Helena	-	-	-	-	-	-	18.011	8.905,97
Toledo	180.638	82.235,87	263.416	113.486,80	322.281	149.704,96	402.995	156.639,05
Total (kWh)	6.886.948	2.958.020,08	7.506.904	3.269.431,26	9.099.927	3.747.962,86	10.916.328	4.354.231,12

Fonte: PROPLAD