

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

FLÁVIA ALVES DA CRUZ  
SARITA LOPES D'AVILA

**INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA DA  
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ - CÂMPUS CURITIBA –  
SEDE CENTRAL E ECOVILLE**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA

2013

FLÁVIA ALVES DA CRUZ

SARITA LOPES D'AVILA

**INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA DA  
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ - CÂMPUS CURITIBA –  
SEDE CENTRAL E ECOVILLE**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso Superior de Tecnologia em Processos Ambientais do Departamento Acadêmico de Química e Biologia – DAQBI – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo.

Orientador: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Tamara Simone van Kaick

Co-orientador: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Erika Pereira Felix

CURITIBA

2013

**FLÁVIA ALVES DA CRUZ  
SARITA LOPES D'AVILA**

**INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA DA  
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ - CÂMPUS  
CURITIBA – SEDE CENTRAL E ECOVILLE**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial à obtenção do grau de TECNÓLOGO EM PROCESSOS AMBIENTAIS pelo Departamento Acadêmico de Química e Biologia (DAQBI) do Câmpus Curitiba da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela seguinte banca examinadora:

**Membro 1** – Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Tatiana Maria Cecy Gadda  
Departamento Acadêmico de Construção Civil (UTFPR)

**Membro 2** – Prof. Dr. Eloy Fassi Casagrande Junior  
Departamento Acadêmico de Construção Civil (UTFPR)

**Orientadora** – Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Tamara Simone Van Kaick  
Departamento Acadêmico de Química e Biologia (UTFPR)

**Coordenadora de Curso** – Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Valma Martins Barbosa

Curitiba, 29 de abril de 2013.

***Flávia Alves da Cruz***

*Aos meus pais que incentivaram a minha formação, aos meus irmãos pelo apoio, ao meu amado pelos ensinamentos e aos meus professores pela troca de vivência e experiências.*

***Sarita Lopes D'Avila***

*Àqueles que são os pilares de minha vida e sem os quais a mesma não teria sentido: aos meus pais e a minha irmã. Pelo apoio e confiança depositados em todos esses anos de estudo e dedicação.*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradecemos a Deus, que permitiu que essa conquista acontecesse, e não somente nestes anos como universitárias, mas pela longa trajetória que ainda teremos que percorrer.

Aos nossos familiares, que souberam entender a importância deste momento de trabalho, que tantas vezes justificou as nossas ausências.

E em especial à professora Tamara, que com paciência e atenção, dedicou o seu tempo para nos orientar, compartilhando do seu conhecimento e experiência.

À professora Erika que aceitou co-orientar este trabalho, pelo auxílio e conhecimentos compartilhados.

Aos docentes do curso de Tecnologia em Processos Ambientais e funcionários do Departamento Acadêmico de Química e Biologia (DAQBI), pela convivência e toda atenção dedicada a nós, alunos.

Aos nossos colegas de classe, Fernanda, Karina, Bruna, Robson, Marciléia, Gabriela, Eliziane e Thalita por todos os anos de convivência compartilhando alegrias, tristezas, emoções das mais diversas, dias de estudos e várias comemorações.

Obrigada a todos, que mesmo não estando citados aqui, tanto contribuíram para a conclusão desta etapa em nossas vidas.

## RESUMO

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

Devido à elevada concentração de gases de efeito estufa (GEE) presentes na atmosfera, que são responsáveis pelas mudanças climáticas, algumas iniciativas vêm sendo desenvolvidas e implementadas a fim de reduzi-las. O inventário de GEE aplicado em empresas e instituições permite identificar as fontes localizadas de emissões, as quais envolvem ações antrópicas diretas e indiretas. O inventário retrata o cenário atual ou de um período chamado de linha de base, com o objetivo de obter dados confiáveis para elaborar planos de mitigação e/ou redução de emissões. O método utilizado para elaborar o inventário de emissões de GEE, na Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Câmpus Curitiba (UTFPR-CT), foi baseado na ferramenta de cálculo do Programa Brasileiro Greenhouse Gas Protocol - 2012 (GHG Protocol), que direciona o processo de elaboração do inventário de emissão de GEE em três escopos. O escopo 1, avalia as fontes diretas do empreendimento; escopo 2 são as fontes indiretas relacionadas à geração de energia, e o escopo 3 que se refere a outras emissões indiretas. Utilizou-se para esse estudo de caso, o ano-base de 2011. Todas as fontes de emissões levantadas foram identificadas, selecionadas para cada um dos três escopos de acordo com as propriedades das fontes e aplicadas na ferramenta de cálculo. Para a obtenção dos dados de cada fonte, a universidade disponibilizou informações técnicas e dados do Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS). Também foi aplicado um questionário para os alunos, professores e técnicos-administrativos presentes na instituição no ano de 2011, através de meio eletrônico, com o auxílio da ferramenta *Google Docs* – Formulários. Após a obtenção dos resultados, pode-se analisar e comparar as fontes que mais contribuíram para as emissões de GEE. Dentre os três escopos analisados, o escopo 3, referente à fonte de transporte público e particular dos usuários da UTFPR - CT, demonstrou ser a maior emissora de gases da universidade no ano de 2011. Após analisados os resultados do inventário pode-se concluir que: para o escopo 1, gera 90,3 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (tCO<sub>2</sub>e), o escopo 2 gera 75,4 tCO<sub>2</sub>e e o escopo 3 gera 21.403,2 tCO<sub>2</sub>e. Através da análise dos resultados foi possível indicar procedimentos e alternativas para a redução de emissões de GEE que podem ser implementadas na UTFPR- CT.

**Palavras chave:** Gases de Efeito Estufa. Mudanças Climáticas. Inventário de Emissões. Ferramenta de Cálculo. Programa *GHG Protocol*.

## ABSTRACT

CRUZ, Flávia Alves; D'AVILA, Sarita Lopes. **Greenhouses gases Emission Inventory of Federal Technological University of Parana- Campus Curitiba – Seat Central and Ecoville.** 2013. 84 f. Conclusion of Undergraduate (Degree of Technology in Environmental Processes) - Academic Department of Chemistry and Biology, Federal Technological University of Parana. Curitiba, 2013.

Due to high concentration of greenhouse gases (GHG) in the atmosphere, which are responsible for climate change, some initiatives has been developed and implemented to reduce them. The GHG inventory applied in companies and institutions can identify the emission sources, which involve direct and indirect human actions. The inventory shows the current scenario or a period called the baseline, to obtain reliable data to develop mitigation plans and/or reduce emissions. The method used to make an inventory of GHG emissions, at Federal Technological University of Paraná, Campus Curitiba (UTFPR-CT), was based on the Brazilian Program Greenhouse Gas Protocol calculation tool - 2012 (GHG Protocol), that directs the GHG emissions inventory process into three scopes. The scope1, evaluates the direct sources of the enterprise; scope 2, indirect sources are related to power generation, and scope 3 refers to other indirect emissions. For this case study, it we used the base year of 2011. All sources of emissions raised have been identified, selected for each of the three scopes according to the properties the sources and applied to the calculation tool. To obtain the data from each source, the university provided technical information and data from the Solid Waste Management Program (SWMP). A questionnaire was applied among students, professor and administrative-technical staff of the institution in 2011, using the Google Docs – Forms tool. After obtaining the results, it was possible to analyze and compare the sources that contributed most to GHG emissions. Among the three analyzed scopes, scope 3, regarding the public and private transport source of the UTFPR - CT users, indicated to be the largest gases source from the university in 2011. After analyzing the results of the inventory it can be concluded that: scope 1, generates 90,3 tons of CO<sub>2</sub> equivalent (tCO<sub>2</sub>e), scope 2 generates 75,4 tCO<sub>2</sub>e and scope 3 generates 21.403,2 tCO<sub>2</sub>e. Through the analysis of the results, it was possible to indicate procedures and alternatives for reducing GHG emissions that might be implemented in UTFPR-CT.

**Keywords:** Greenhouse Gases. Climate Change. Emission Inventory. Calculation Tool. GHG Protocol Program.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição da atmosfera da Terra .....	19
Tabela 2 – Limites máximos de concentração de alguns contaminantes presentes na atmosfera recomendados pela Organização Mundial de Saúde - 2008.....	21
Tabela 3 – Emissão de Poluentes por Fontes Naturais.....	25
Tabela 4 – Potencial de Aquecimento Global.....	30
Tabela 5 – Fatores de Emissões dos GEE Utilizados no Cálculo de Emissões - Escopo 1.....	52
Tabela 6 – Consumo Médio Mensal de Combustível da UTFPR .....	53
Tabela 7 – Consumo de Combustível pela UTFPR-CT no Ano de 2011 .....	54
Tabela 8 – Emissões de CO <sub>2</sub> e por Tipo de Combustível .....	54
Tabela 9 – Emissões de CO <sub>2</sub> e para o Combustível - GLP .....	55
Tabela 10 – Emissões Totais de GEE - Escopo 1.....	55
Tabela 11 – Consumo de Eletricidade da UTFPR - Câmpus Curitiba.....	57
Tabela 12 – Fatores Mensais de Emissão do SIN. ....	57
Tabela 13 – Dados Anuais de Consumo (kWh) e Emissão de tCO <sub>2</sub> e da UTFPR Câmpus Curitiba.....	58
Tabela 14 – Emissões Totais de GEE - Escopo 2.....	58
Tabela 15 – Composição e Porcentagem de Resíduos Gerados em 2011 .....	59
Tabela 16 – Consumo de Combustível nos Automotores no Ano de 2011 .....	63
Tabela 17 – Fatores de Emissão por Tipo de Combustível e Frota Veicular.....	64
Tabela 18 – Total de Consumo de Combustível e Emissões de GEE .....	66
Tabela 19 – Emissões Totais de GEE - Escopo 3.....	67
Tabela 20 – Comparativo das Emissões Totais de cada Escopo.....	70
Tabela 21 – Total de Emissões de GEE Gerados pela UTFPR-CT .....	72



## LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

BEN – Balanço Energético Nacional

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

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

DERAC – Departamento de Registros Acadêmicos

DESEG – Departamento de Serviços Gerais

DIASA – Divisão de Assistência a Saúde

DICEP – Divisão de Conservação de Edificações e Produção

DIEFO – Divisão de Execução Financeira e Orçamentária

DIASA – Departamento de Serviços Auxiliares

EAESP-FGV – Escola de Administração de Empresas a Fundação Getúlio Vargas

EPA – Environmental Protection Agency

GEE – Gases de Efeito Estufa

GHG Protocol – Greenhouse Gas Protocol

GLP – Gás Liquefeito de Petróleo

GNV – Gás Natural Veicular

GVces – Centro de Estudos em Sustentabilidade

GWP – Global Warming Potential

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Changes

IQA – Índice de Qualidade do Ar

ISO – International Organization for Standardization

MDL – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

MMA – Ministério do Meio Ambiente

OMM – Organização Meteorológica Mundial

OMS – Organização Mundial da Saúde

ONGs – Organizações Não Governamentais  
PGRCC – Programa de Gerenciamento de Resíduos Câmpus Curitiba  
PAG – Potencial de Aquecimento Global  
Proálcool – Programa Nacional do Álcool  
PQAr – Padrões de Qualidade do Ar  
PRONAR – Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar  
PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente  
RCEs – Remoções Certificadas de Emissões  
RIT – Rede Integrada de Transporte  
SIN – Sistema Interligado Nacional  
tCO<sub>2</sub>e – Tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente  
UNEP – Programa das Nações Unidas  
UTFPR - CT – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Curitiba  
WBCSD – World Business Council for Sustainable Development  
WRI – World Resource Institute  
WWF – World Wildlife Fund

## NOMENCLATURAS

Ar – Argônio

Br - Bromo

CFCs – Clorofluorcarbono

CH<sub>4</sub> - Metano

C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> – Propano

C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> – Butano

Cl - Cloro

CO – Monóxido de Carbono

CO<sub>2</sub> – Dióxido de carbono

COV – Compostos Orgânicos Voláteis

H - Hidrogênio

HC – Hidrocarboneto

HFCs - Hidrofluorcarbonos

HNO<sub>3</sub> – Ácido Nítrico

H<sub>2</sub>O<sub>(g)</sub> – Vapor de água

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – Ácido Sulfúrico

N<sub>2</sub> – Nitrogênio

NH<sub>3</sub> - Amônia

NO<sub>x</sub> – Óxidos de Nitrogênio

NO – Monóxido de Nitrogênio

NO<sub>2</sub> – Dióxido de Nitrogênio

NO<sub>3</sub> – Trióxido de Nitrogênio

N<sub>2</sub>O – Óxido Nitroso

O<sub>2</sub> – Oxigênio

O<sub>3</sub> – Ozônio

PFCs – Perfluorcarbonos

RCHO – Aldeídos

S – Enxofre

SF<sub>6</sub> – Enxofre Hexafluorado

SO<sub>x</sub> – Óxidos de Enxofre

SO – Monóxido de Enxofre

SO<sub>2</sub> – Dióxido de Enxofre

$\text{SO}_3$  – Trióxido de Enxofre

$\text{SO}_4^{2-}$  – Íon sulfato

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2 JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>17</b>
<b>3 OBJETIVOS</b> .....	<b>18</b>
3.1 OBJETIVO GERAL .....	18
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	18
<b>4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>19</b>
4.1 ATMOSFERA .....	19
4.2 QUALIDADE DE AR .....	20
4.3 CLASSIFICAÇÃO DOS POLUENTES .....	25
4.3.1 Poluição Veicular .....	26
4.4 EFEITO ESTUFA .....	28
4.4.1 Principais Gases do Efeito Estufa .....	29
4.4.1.1 Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> ) .....	30
4.4.1.2 Vapor de Água (H <sub>2</sub> O <sub>(g)</sub> ) .....	31
4.4.1.3 Metano (CH <sub>4</sub> ) .....	31
4.4.1.4 Óxido Nitroso (N <sub>2</sub> O) .....	32
4.4.1.5 Hidrocarbonetos (HC) .....	33
4.4.1.6 Enxofre Hexafluorado (SF <sub>6</sub> ) .....	34
4.5 INVENTÁRIO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS .....	34
4.5.1 Diretrizes para a Elaboração do Inventário de Emissões de GEE .....	34
4.5.2 <i>Intergovernmental Panel on Climate Changes</i> (IPCC) .....	35
4.5.3 Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol) .....	35
4.5.4 ISO 14064 – International Organization for Standardization .....	35
4.5.5 Aplicação do Inventário .....	36
4.5.6 Identificação das Fontes .....	37
4.5.6.1 Gás Liquefeito de Petróleo .....	38
4.5.6.2 Veículos Automotores .....	38
4.5.6.3 Energia Elétrica .....	39
4.5.6.4 Resíduos Sólidos .....	40
<b>5 METODOLOGIA</b> .....	<b>42</b>

5.1 DETERMINAÇÃO DAS CATEGORIAS DE EMISSÕES DA UNIVERSIDADE	43
5.1.1 Energia a Vapor	44
5.1.2 Veículos Automotores	44
5.1.3 Energia Elétrica	45
5.1.4 Transporte & Distribuição	46
5.1.5 Resíduos Sólidos	49
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>51</b>
6.1 ESCOPO 1: EMISSÕES DIRETAS	51
6.1.1 Veículos Oficiais da Universidade	52
6.1.2 Compra de Gás (GLP)	54
6.2 ESCOPO 2: EMISSÕES INDIRETAS – ELETRICIDADE CONSUMIDA	56
6.3 ESCOPO 3: EMISSÕES INDIRETAS – GERAÇÃO DE RESÍDUOS E TRANSPORTE PÚBLICO E PARTICULAR	59
6.3.1 Geração de Resíduos	59
6.3.2 Transporte Público e Particular dos usuários da UTFPR-CT	61
6.4 PROPOSTA DE ALTERNATIVAS DE REDUÇÃO DE EMISSÕES	67
6.5 CONCLUSÃO	70
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>73</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>75</b>
<b>APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE CONTABILIZAÇÃO DOS GEE – UTFPR-CT 2011</b>	<b>79</b>
<b>APÊNDICE B – DISTÂNCIA APROXIMADA DOS CÂMPUS UTFPR (SEDE CENTRAL E ECOVILLE) AOS BAIRROS E MUNICÍPIOS DE CURITIBA. (CONTINUA)</b>	<b>80</b>
<b>APÊNDICE B – DISTÂNCIA APROXIMADA DOS CÂMPUS UTFPR (SEDE CENTRAL E ECOVILLE) AOS BAIRROS E MUNICÍPIOS DE CURITIBA. (CONCLUSÃO)</b>	<b>81</b>
<b>ANEXO A – MODELO DA FERRAMENTA DE CÁLCULO (PLANILHA GHG PROTOCOL)</b>	<b>82</b>
<b>ANEXO B – MODELO FATORES DE EMISSÃO POR COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS (PLANILHA GHG PROTOCOL)</b>	<b>83</b>
<b>ANEXO C – DADOS DE QUILOMETRAGEM/CONSUMO/CUSTO DOS CARROS OFICIAIS DA UTFPR-CT</b>	<b>84</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No final do século XX ocorreu uma conscientização global sobre as ações da humanidade. Diversas nações passaram, a partir de então, a debater as possibilidades e metodologias para enfrentar os problemas do impacto antrópico no meio ambiente (SISTER, 2008), e um dos temas abordados na atualidade são as mudanças climáticas que ocorrem devido ao efeito estufa.

O efeito estufa é um fenômeno natural para manter o planeta aquecido e propiciar vida na Terra. Esse efeito vem sendo intensificado devido ao lançamento excessivo de Gases de Efeito Estufa (GEE) de geração antrópica, principalmente o  $\text{CO}_2$ . Os GEE são encontrados naturalmente na atmosfera como vapor d'água ( $\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ ), ozônio ( $\text{O}_3$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) e o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). As mudanças climáticas são o resultado do processo de acúmulo de GEE na atmosfera por causa da alteração dos níveis dos mesmos. Estas alterações dos GEE começaram a ocorrer de forma mais acelerada a partir da revolução industrial desde o final do século XVIII, devido ao uso crescente de combustíveis fósseis (ANTUNES; QUALHARINI, 2008).

A temperatura da atmosfera, porém não aumentou de forma contínua ao longo do tempo. Entre 1910 e 1940 foram observados que a falta de atividades vulcânicas, que reduziram a emissão de material particulado para a atmosfera permitindo um pequeno aumento na intensidade da luz solar, cujo resultado foi uma elevação, em pequena escala, na temperatura média global. As três décadas seguintes foram marcadas por resfriamento por causa de aerossóis resultantes do aumento da atividade vulcânica que impediam a entrada da luz solar. Em seguida, as décadas de 70 para os tempos atuais foram sucedidas por períodos de aquecimento, mantidos até o momento (BAIRD; CANN, 2011).

Padrões de produção, tendo como matriz energética o combustível fóssil proveniente de petróleo ou carvão, e o consumo não sustentável que geram uma série de resíduos, são apontados como uma das causas antrópicas mais significativas para as mudanças no clima. Como resultado, muitos ecossistemas poderão ser atingidos, porque ocorrem mudanças significativas nos mares, rios, lagos, glaciais, zonas costeiras dentre outros sistemas naturais, não havendo tempo

suficiente para a adaptação, o que faz com que determinadas espécies entrem em colapso, ocasionando a extinção (BRANCO; MURGEL, 1995).

Outro viés que é decorrente do aumento da temperatura global é o ressurgimento de agentes transmissores de doenças, como a malária, a febre amarela e a cólera, sendo que esta se propaga mais facilmente em temperaturas elevadas, o que afeta diretamente a saúde humana e pode ocasionar epidemias (ANTUNES; QUALHARINI, 2008).

Há evidências de que as alterações climáticas influenciaram negativamente na produção agrícola de vários países, reduzindo a quantidade de alimentos em nosso planeta. A elevação da temperatura nos mares poderia ocasionar o desvio de curso de correntes marítimas, que além de resultar na extinção de vários animais marinhos (BRANCO; MURGEL, 1995), também contribuiria significativamente para as mudanças das correntes atmosféricas que efetivamente são responsáveis pela atual dinâmica climática (ANTUNES; QUALHARINI, 2008).

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC - sigla em inglês do *Intergovernmental Panel on Climate Changes*), constituído em 1998, pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), tem como objetivo fornecer informações científicas, técnicas e socioeconômicas relevantes para o entendimento das mudanças climáticas, seu impactos potenciais e opções de adaptação e mitigação.

Devido aos problemas ambientais acima referenciados, a Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Curitiba (UTFPR-CT) considerou importante ter uma pesquisa voltada para a avaliação sobre as emissões de GEE geradas pela instituição, que inclui tanto a sede Central como a sede Ecoville, a fim de demonstrar a sua preocupação como instituição de ensino em relação ao tema, e por meio dos resultados obtidos, desenvolver futuramente um plano para tentar reduzir as suas emissões.

Para o desenvolvimento desta pesquisa foi necessário realizar uma verificação das fontes que atendem os três escopos, evidenciados na ferramenta de controle GHG Protocol, e que subdividem as emissões em categorias.

As categorias de emissão de GEE avaliadas foram: combustão móvel direta, compra de eletricidade do Sistema Interligado Nacional (SIN), compra de gás, resíduos sólidos e transporte de alunos, professores e técnicos–administrativos.



A política ambiental da UTFPR indica a busca da melhoria contínua, e os resultados desta pesquisa devem auxiliar neste sentido, contribuindo de forma efetiva na reversão de situações críticas e favorecendo a busca de soluções para reduzir as emissões da UTFPR-CT.

## 2 JUSTIFICATIVA

O presente estudo visa realizar o Inventário de GEE da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Curitiba (UTFPR-CT). Em 2010 foi realizado o primeiro inventário, por alunos da instituição, cujo contexto também foi padronizado como trabalho de conclusão de curso, o qual encontra-se disponível no acervo da biblioteca da UTFPR, sede Ecoville. Contudo, para esse inventário os autores não utilizaram a ferramenta de cálculo do Programa Brasileiro *Greenhouse Gas Protocol* (GHG Protocol Brasil) e na época não havia o funcionamento efetivo da sede Ecoville. Apenas em 2011, com a transferência do Departamento de Construção Civil - DACOC para a sede Ecoville, a UTFPR Câmpus Curitiba- CT passou a ser constituída por duas sedes, mudando a rotina da universidade.

A aplicação da planilha de cálculo do GHG Protocol Brasil para o inventário da UTFPR- CT garante que os resultados estejam de acordo com o que as grandes empresas como a Natura, Nívea, Klabin já desenvolveram e que possam ser inseridos no Registro Público de Emissões do GHG Protocol, o que daria uma maior visibilidade da UTFPR-CT como Instituição de Ensino preocupada em avaliar a sua situação e propor mudanças significativas para atender às questões voltadas às Mudanças Climáticas.

Por meio desta pesquisa, espera-se que seja possível aplicar soluções para mitigar os impactos causados pela emissão de gases causadores do Efeito Estufa da UTFPR-CT, desenvolvendo propostas que serão apresentadas após a análise dos resultados do inventário.

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver o Inventário de Emissões de Gases do Efeito Estufa – GEE, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Curitiba (UTFPR-CT) para o ano de 2011.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar e fundamentar a metodologia referente aos gases emitidos à atmosfera, na UTFPR - Câmpus Curitiba, incluindo a sede Ecoville.
- Identificar as fontes de emissões de GEE do Câmpus Curitiba.
- Realizar o inventário de emissão de Gases de Efeito Estufa utilizando a metodologia do Programa Brasileiro GHG Protocol.
- Relacionar os dados coletados e as formas de registro.
- Estabelecer diretrizes e propor alternativas para a redução das emissões.

## 4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 4.1 ATMOSFERA

O ar é um recurso natural indispensável e essencial à manutenção da vida na Terra. É uma massa gasosa constituída de nitrogênio (N<sub>2</sub>), oxigênio (O<sub>2</sub>), argônio (Ar), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), além de outros gases como o hidrogênio (H), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), etc (BRAGA, 2004).

A composição da atmosfera sofreu grandes mudanças desde a sua formação por meio de reações químicas e térmicas. Em uma primeira fase, a atmosfera era formada apenas por gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e vapor d'água (H<sub>2</sub>O<sub>(g)</sub>), com ausência de O<sub>2</sub> livre. A partir do surgimento dos oceanos, foi originada a primeira planta capaz de realizar fotossíntese, desta forma liberando O<sub>2</sub> para a atmosfera, e após um longo período de evolução a concentração de O<sub>2</sub> foi aumentando, até atingir os níveis atuais de aproximadamente 21% (BRAGA, 2004).

A composição dos gases presentes na atmosfera terrestre podem ser observados na tabela 1.

**Tabela 1- Composição da Atmosfera da Terra.**

Substância	Composição	
	Volume*	Massa
Nitrogênio	78,09%	75,51%
Oxigênio	20,94%	23,15%
Argônio	0,93%	1,28%
Dióxido de Carbono	0,032%	0,046%
Todos os demais	0,004%	0,014%

**Fonte: Guimarães (1982).**

**Nota: \*composição em volume de ar seco**

Na atmosfera, além das alterações por fenômenos naturais, aconteceram também alterações e introdução de compostos pertencentes às atividades antropogênicas.

Em relação às fontes de poluição do ar, merecem destaque os processos de combustão, como a queima de combustíveis fósseis, (especialmente gasolina e óleo

diesel) resíduos orgânicos, geração de energia e vegetação florestal. Alguns dos poluentes emitidos durante os processos de combustão absorvem parte da radiação infravermelha emitida pela Terra, favorecendo o Efeito Estufa e o Aquecimento Global (BRITO, 2005)

## 4.2 QUALIDADE DE AR

Em relação à qualidade do ar, considera-se que a poluição é um fator de risco para a saúde da população, mas o aumento dos GEE na atmosfera, apesar de não gerarem em alguns casos, como CO<sub>2</sub>, um problema direto de saúde, podem influenciaria negativamente por colaborarem no aumento da temperatura mundial. Para tanto, a Organização Mundial da Saúde (OMS) define os Padrões de Qualidade do Ar (PQAr), conforme descrito abaixo:

Os PQAr, segundo publicação da OMS em 2005, variam de acordo com a abordagem adotada para balancear riscos à saúde, viabilidade técnica, considerações econômicas e vários outros fatores políticos e sociais, que por sua vez dependem, entre outras coisas, do nível de desenvolvimento e da capacidade nacional de gerenciar a qualidade do ar. As diretrizes recomendadas pela OMS levam em conta esta heterogeneidade e, em particular, reconhecem que, ao formularem políticas de qualidade do ar, os governos devem considerar cuidadosamente suas circunstâncias locais antes de adotarem os valores propostos como padrões nacionais (CETESB, 2008).

Segundo a OMS (2008, apud CETESB, 2010), para a determinação sistemática da qualidade do ar e sua padronização são considerados apenas um número restrito de poluentes, adotados mundialmente. São eles:

- Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>);
- Monóxido de Carbono (CO);
- Ozônio (O<sub>3</sub>);
- Hidrocarboneto Total (HC);
- Óxidos de Nitrogênio (NO, NO<sub>2</sub>);
- Material Particulado (MP) em suspensão (fuligem, poeira, partículas provenientes do desgaste dos pneus e dos freios dos automóveis, etc).

A OMS recomenda limites máximos de concentração de alguns contaminantes presentes na atmosfera, como SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO e O<sub>3</sub>, conforme apresentados na tabela 2.

**Tabela 2 – Limites máximos de concentração de alguns contaminantes presentes na atmosfera recomendados pela OMS – 2008.**

Contaminante	Concentração	Tempo de Amostragem
Dióxido de Enxofre (SO <sub>2</sub> )	20 µg/m <sup>3</sup>	24 horas
Dióxido de Nitrogênio (NO <sub>2</sub> )	200 µg/m <sup>3</sup>	1 hora
Monóxido de Carbono (CO)	10.000 µg/m <sup>3</sup>	8 horas
Ozônio (O <sub>3</sub> )	100 µg/m <sup>3</sup>	8 horas

**Fonte: Adaptado da CETESB (2009).**

No Brasil a preocupação relativa à poluição atmosférica intensificou-se no início da década de 70, período de forte crescimento econômico e industrial. Em nível federal, a primeira legislação mais efetiva de controle da poluição atmosférica foi a Portaria do Ministério do Interior nº 231, de 27 de abril de 1976, que visava estabelecer padrões nacionais de qualidade do ar.

Nos anos 80, com o crescimento da frota automobilística no Brasil, o Governo Federal propôs o estabelecimento de um programa de controle de poluição veicular, o que foi feito por meio da Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 18, de 06 de maio de 1986.

Através da Portaria Normativa nº 348 de 14/03/90, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) estabeleceu os PQAr e os respectivos métodos de referência, ampliando o número de parâmetros anteriormente regulamentados através da Portaria GM Nº 0231 de 27/04/76. Os padrões estabelecidos através dessa portaria foram submetidos ao CONAMA em 28/06/90 e transformados na Resolução CONAMA nº 03/90.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 03/90, são considerados PQAr as concentrações de poluentes atmosféricos que, se ultrapassadas, poderão afetar a saúde, a segurança e o bem-estar da população, bem como ocasionar danos à flora e à fauna, aos materiais e ao meio ambiente em geral (CONAMA, 1990). No artigo 2º da mesma resolução, são estabelecidos os padrões primários e secundários de qualidade do ar:

- Padrões Primários de Qualidade do Ar: concentrações de poluentes que, se ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população.
- Padrões Secundários de Qualidade do Ar: concentrações de poluentes atmosféricos abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem estar da população, assim como o mínimo dano à fauna e à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral.

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. Ao todo, a resolução prevê o monitoramento em 13 diferentes fontes de emissão entre elas:

- Limites de emissão para poluentes atmosféricos provenientes de processos de geração de calor a partir da combustão externa de óleo combustível;
- Limites de emissão para poluentes atmosféricos provenientes de turbinas a gás para geração de energia elétrica;
- Limites de emissão para poluentes atmosféricos provenientes de processo de fusão secundária de chumbo;
- Entre outras.

Para facilitar a divulgação da informação sobre a qualidade do ar de uma cidade e ao mesmo tempo padronizar todos os poluentes em uma única escala, foi desenvolvido o Índice de Qualidade do Ar - IQA. Este índice é obtido através de uma função linear segmentada, onde os pontos de inflexão são os PQAr e os níveis de atenção, alerta e emergência. Para cada concentração ( $\mu\text{g m}^{-3}$ ), a função atribui um valor para o índice, que é um número adimensional. Por definição, é atribuído um índice de 100 ao nível do padrão primário. O nível de atenção equivale a um índice de 200, o nível de alerta a 300 e o nível de emergência a 400. A qualidade do ar de uma estação é determinada pelo poluente cujo índice for mais elevado (CETESB, 2009).

A contaminação do ar resulta de uma mistura complexa de milhares de fontes poluidoras que vão desde chaminés industriais e veículos automotores, ao

uso individual de materiais de limpeza e pintura doméstica. Em geral as fontes são agrupadas em quatro tipos: fontes pontuais, fontes de área, emissões veiculares e fontes naturais (BRITO, 2005).

As fontes pontuais são emissões estacionárias de alta magnitude, em geral, estimadas individualmente. Pode ser considerada como um ponto em determinada área, como por exemplo, uma indústria (GUIMARÃES, 1982).

As fontes de área representam as emissões das fontes que são demasiadamente numerosas e dispersas. Ocorre quando as emissões individuais não são suficientemente grandes para classificá-las como fontes pontuais, devem ser estimadas usando os fatores de emissões e níveis de atividades. Em geral, as fontes de área são pequenas e numerosas, como por exemplo, aeroportos, indústrias, comércios, agriculturas, etc. (GUIMARÃES, 1982).

Brito (2005) explica que as emissões de origem veicular advêm do tubo de escapamento, do sistema de alimentação de combustível, respiros, juntas e conexões (emissão evaporativa) e dos respiros do cárter (emissão do cárter). Também deve ser considerado o material particulado gerado pelo desgaste de pneus e de pastilhas ou lonas de freios. A composição e proporção dos gases dependem da natureza do combustível (álcool, óleo diesel, gasolina, gás natural, etc.) e do sistema de combustão.

A maioria dos poluentes emitidos causa problemas respiratórios, além de outros efeitos danosos. O CO é frequentemente associado a intoxicações, cujos efeitos são focalizados, principalmente, sobre o coração e pode levar a morte. Na realidade ele tem forte afinidade pela hemoglobina do sangue, o que acaba dificultando o transporte de O<sub>2</sub>. Alguns dos hidrocarbonetos (HC) são tóxicos e cancerígenos. Os aldeídos (RCHO) provocam ou acentuam tosses, bronquite, asma, etc. Os clorofluorcarbonos (CFC), liberados por veículos antigos equipados com ar condicionado, agredem a camada de O<sub>3</sub> e a redução desta camada está diretamente associada ao aumento nos índices de câncer de pele (ALLEGRETTI, 2001).

Os Compostos Orgânicos Voláteis (COV) na presença dos NO<sub>x</sub> e de luz solar geram o O<sub>3</sub>, um oxidante muito forte, tóxico às células, que pode prejudicar o pulmão, irritar os olhos, nariz e garganta, causar o envelhecimento precoce da pele, provocar náusea, dor de cabeça, tosse, fadiga e diminuição da resistência física além de possuir ação corrosiva sobre determinados materiais, como é o caso da borracha. Os NO<sub>x</sub> e os SO<sub>x</sub> liberados na atmosfera, em presença de umidade,



transformam-se em Ácido Nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) e Ácido Sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), respectivamente, contribuindo assim para a chuva ácida, que é responsável por uma série de impactos negativos ao meio ambiente. Esses óxidos também podem causar problemas respiratórios nos seres humanos. O material particulado causa complicações cardiovasculares e respiratórias. O  $\text{CO}_2$ , resultante da queima completa de combustíveis fósseis, é o principal gás responsável pela intensificação do efeito estufa, ou seja, pela elevação da temperatura média do planeta.

Guimarães (1982) explica que antes mesmo da influência do homem sobre o meio ambiente já era possível detectar a presença de substâncias poluentes. Estas substâncias são provenientes da emissão por fontes naturais, como por exemplo: vulcões, ação dos ventos sobre a areia, argila e água do mar, grandes incêndios, descargas elétricas durante tempestades, etc.

A quantidade de poluentes emitidos pelas fontes naturais é enorme, podendo se estender a grandes áreas da superfície terrestre. Porém, ao contrário da “poluição artificial”, ela não é normalmente gerada em áreas de grande concentração humana, como ocorre nas cidades (BRANCO; MURGEL, 1995).

Segundo Branco e Murgel, a mais genérica fonte natural de poluição do ar é o vento. Ele suspende partículas do solo ou gotículas de água salgada do mar. Esse material particulado pode provocar desde pequenos incômodos e irritações no sistema respiratório até riscos reais à sobrevivência, como as temíveis tempestades de areia que assolam regiões desérticas como o Saara.

Um grande número de investigadores tem estabelecido que a vegetação (cultivos, arbustos, bosques, etc.) emite quantidades significativas de HC na atmosfera. Estudos têm demonstrado que as emissões biogênicas podem ser comparadas às emissões de HC de  $\text{CH}_4$  das fontes antropogênicas em certas áreas (GUIMARÃES, 1982).

Na tabela 3 pode-se verificar a quantidade anual emitida por alguns poluentes, a partir de fontes naturais.

**Tabela 3 – Emissão de Poluentes por Fontes Naturais.**

<b>POLUENTE</b>	<b>EMIÇÃO ton/ano</b>
Partículas Totais	$36 \times 10^8$
Monóxido de Carbono	$34 \times 10^8$
Dióxido de Enxofre	$24 \times 10^7$
Hidrocarbonetos	$17 \times 10^7$
HC não metânico	$31 \times 10^7$
Óxidos de Nitrogênio	$59 \times 10^7$

**Fonte: STERN (1976) apud GUIMARÃES (1982).**

### 4.3 CLASSIFICAÇÃO DOS POLUENTES

Segundo a Resolução CONAMA nº 03/90 define-se poluente atmosférico como sendo:

(...) qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar:

I – impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde;

II – inconveniente ao bem-estar público;

III – danoso aos materiais, à fauna e flora;

IV – prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade (CONAMA, 1990).

Os poluentes atmosféricos são classificados em primários e secundários. Os primários são aqueles emitidos diretamente para a atmosfera, por fontes antropogênicas (indústrias, transporte, geração de energia, etc.) e por fontes naturais (BRANCO; MURGEL, 1995).

Os poluentes secundários são formados na atmosfera, através de reações químicas, a partir de poluentes primários. Como exemplo pode-se citar o  $\text{SO}_2$ , que na atmosfera é oxidado a trióxido de enxofre ( $\text{SO}_3$ ) e posteriormente a ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), que é fortemente corrosivo e tóxico, ou partículas de íon sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), que provocam efeitos danosos tanto ao ambiente, quanto aos organismos vivos (BRANCO; MURGEL, 1995).

### 4.3.1 Poluição Veicular

Para Branco e Murgel (1995) os veículos constituem uma importante fonte de poluição do ar nas grandes cidades. Entende-se como veículos, ou fontes móveis, todos os meios de transporte automotores, incluindo-se desta forma automóveis, motocicletas, caminhões, ônibus, trens, barcos, aeronaves, etc.

No passado os trens e as locomotivas a vapor representavam um grave problema ao meio ambiente, pois emitiam uma grande quantidade de fuligem para a atmosfera. Essa fuligem era originada nas antigas caldeiras, alimentadas com lenha ou carvão. Porém, desde que as antigas locomotivas foram substituídas pelas atuais máquinas elétricas ou diesel - elétricas, o problema da poluição causada por elas cessou quase que por completo, já que essas emitem uma quantidade relativamente pequena de poluentes (BRANCO; MURGEL, 1995). Como em um centro urbano brasileiro o número de trens é desprezível em relação ao total de veículos em circulação, pode-se desconsiderar essa fonte de poluição atmosférica. Os trens, hoje no Brasil, representam basicamente uma fonte de poluição sonora.

Os veículos automotores, desde a sua invenção, há pouco mais de um século, vêm tornando a vida das pessoas bem mais cômodas, principalmente com a construção constante de novas rodovias que encurtam distâncias e interligam os grandes centros urbanos em menor tempo. É indiscutível a contribuição favorável dos automóveis na vida de todos, embora deva ser lembrado que a utilização deles não trouxe somente benefícios. Vários problemas existentes estão direta ou indiretamente associados a eles. Neste sentido, merecem destaque os acidentes, os congestionamentos nas grandes metrópoles, a poluição sonora e atmosférica (BRANCO; MURGEL, 1995).

Segundo dados obtidos da pesquisa do IBGE, em 15 das maiores cidades brasileiras, a quantidade de veículos corresponde a pelo menos metade da população, ou seja, um carro para cada dois habitantes. Vale à pena ressaltar que Curitiba é a cidade com o maior número de carros por habitante, pois possui uma população de 1.851.215 habitantes e um veículo para cada 1,6 habitantes, o que demonstra sua contribuição significativa para a poluição do ar a partir do uso de automóveis (IBGE, 2012).

Independente do combustível utilizado pelo veículo (gasolina, diesel, álcool, gás natural, etc.), os poluentes serão sempre lançados pelas mesmas fontes:

escapamento, sistema de alimentação de combustível, cárter, desgaste de pneus e freios (BRANCO; MURGEL, 1995).

A combustão é uma reação de oxidação, em que o combustível (composto normalmente por carbono, oxigênio e hidrogênio) reage com o  $O_2$  do ar, resultando em  $CO_2$  e  $H_2O_{(g)}$ , sempre que a queima for completa. No entanto, isso é teórico e só ocorre em condições ideais. Na prática são formados outros subprodutos, que constituem os poluentes expelidos pelo escapamento (BRANCO; MURGEL, 1995).

A relação ideal ar-combustível nem sempre pode ser mantida em todos os regimes de funcionamento do motor. Se houver excesso de ar, diz-se que a mistura está pobre. Como há menos combustível que o ideal, gera-se menos energia e o motor perde potência. Por outro lado, quando existe falta de ar (mistura rica), não há  $O_2$  suficiente para a oxidação de todo o combustível. Resta, assim, uma parcela desse combustível, que é parcialmente queimada ou não. Em decorrência da queima incompleta do combustível, podem ser gerados diversos poluentes, que são compostos intermediários entre o combustível original e o  $CO_2$ . Os mais comuns são o CO, HC, álcool, RCHO e material particulado. Este último é composto basicamente por partículas de carbono (carvão) ou por elementos metálicos utilizados como aditivos do combustível (BRANCO; MURGEL, 1995).

Segundo Branco e Murgel (1995), nos combustíveis de origem fóssil (gasolina e diesel) o Enxofre (S) está presente como impureza, em quantidade variável, conforme a origem do petróleo. Durante o processo de combustão, o enxofre também é oxidado, resultando na liberação de óxidos de enxofre ( $SO$ ,  $SO_2$ ,  $SO_3$ ), que posteriormente serão oxidados na atmosfera, contribuindo assim para a formação da chuva ácida e para o aumento na concentração de material particulado.

Além disso, como a maior parte do ar atmosférico é constituída de  $N_2$ , que é aspirado para a câmara de combustível dos automóveis juntamente com o  $O_2$ , com o aquecimento e o aumento da pressão decorrente da explosão, uma pequena parcela desse  $N_2$  também é oxidada, formando óxidos de nitrogênio ( $NO$ ,  $NO_2$ ,  $NO_3$ ), que estão envolvidos na formação do "smog" fotoquímico e da chuva ácida.

A emissão evaporativa corresponde à parcela do combustível que evapora quando o veículo e o combustível são aquecidos por estarem em funcionamento ou mesmo quando o veículo está estacionado ao sol. Com o aumento da temperatura, o combustível tende a evaporar. Além disso, quando o combustível do tanque se esgota, ele está cheio de vapor. Ao reabastecer o veículo, esse combustível é

expulso do reservatório na forma gasosa, para dar espaço ao líquido (combustível) que é colocado. Logo, sempre que se reabastece o veículo, o mesmo volume que se coloca de líquido é expelido para o ar na forma gasosa (ECO, 2012).

Outra forma de poluição dos veículos são os pneus e freios. Ao se desgastarem, transformam-se em matéria particulada, que permanece em suspensão no ar. Quanto às lonas e pastilhas de freios, muitas vezes são compostas de amianto, material fibroso que pode causar uma série de doenças quando inalado (ECO, 2012).

Além dos problemas relativos à poluição atmosférica e materiais particulados, atualmente uma das grandes discussões envolve o tema dos GEE, que contribuem para o aumento da temperatura o que resulta nas mudanças climáticas. Este tema será desenvolvido a seguir.

#### 4.4 EFEITO ESTUFA

O efeito estufa é um fenômeno natural ocasionado pela presença de determinados gases na atmosfera, principalmente vapor d'água e  $\text{CO}_2$ , que são responsáveis pela absorção de grande parte do calor emitido pela superfície da Terra (ECO, 2012). Trata-se de um efeito imprescindível para a manutenção da vida na Terra. Porém, se a composição dos gases for alterada, o equilíbrio térmico do planeta sofre conjuntamente (BRITO, 2005).

Nos séculos XVIII e XIX iniciou-se a era industrial, primeiramente na Inglaterra e posteriormente no restante do mundo, a qual foi impulsionada com a invenção da máquina a vapor em 1769. Com isso, o homem conseguiu obter energia mecânica para movimentar os mais variados artefatos, sem ter que recorrer à força animal. Porém, a partir daí passou-se a utilizar indiscriminadamente grandes quantidades de carvão mineral e óleo combustível como fontes de energia. Como resultado, a atmosfera dos centros industriais foi se tornando insalubre e perigosa para a saúde.

O aumento na concentração de  $\text{CO}_2$  na atmosfera resulta em uma maior absorção de calor, o que propicia a elevação da temperatura global do planeta. Neste contexto, o ser humano contribui significativamente, uma vez que os processos de combustão constituem as principais fontes de energia na atualidade e

são responsáveis por grande parte das emissões de GEE (BRITO, 2005). O volume extra de CO<sub>2</sub> e de outros gases, como o CH<sub>4</sub>, liberados em maior quantidade para a atmosfera a partir da Revolução Industrial, fez com que essa camada de gases ao redor da Terra aumentasse, de forma que a temperatura passou a subir perigosamente (GREENPEACE, 2010).

#### 4.4.1 Principais Gases do Efeito Estufa

Segundo o Programa Brasileiro *Greenhouse Gas Protocol* (GHG PROTOCOL), devem ser incluídos ao inventário de emissões todos os gases internacionalmente reconhecidos como GEE, regulados pelo Protocolo de Quioto:

- Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>);
- Metano (CH<sub>4</sub>);
- Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O);
- Enxofre Hexafluorado (SF<sub>6</sub>);
- Hidrofluorcarbonos (HFCs);
- Perfluorcarbonos (PFCs);
- Clorofluorcarbono (CFCs).

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 CO<sub>2</sub> (GHG Protocol). Alguns valores podem ser observados na tabela 4.

Tabela 4 - Potencial de Aquecimento Global

Espécie	Tempo de Vida (anos)	PAG (Horizonte Temporal)		
		20 anos	100 anos	500 anos
CO <sub>2</sub>	Variável	1	1	1
CH <sub>4</sub>	12 ± 3	56	21	6,5
N <sub>2</sub> O	120	280	310	170
SF <sub>6</sub>	3200	16.300	23.900	34.900

Fonte: Adaptado United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) – Global Warming Potentials, 2012.

#### 4.4.1.1 Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>)

O dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), 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).

Estudos mostram que o incremento na temperatura média do planeta será responsável por uma série de efeitos danosos, que resultarão em:

- Prejuízos à saúde, a segurança e ao bem estar da população;
- Condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- Danos à biota;
- Comprometimento das condições estéticas e/ou sanitárias do meio ambiente

O CO<sub>2</sub>, quando inalado em grande quantidade, pode provocar irritações nas vias aéreas, vômitos, náuseas e até mesmo morte por asfixia (geralmente nos incêndios) (ECO, 2012).

#### 4.4.1.2 Vapor de Água ( $\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ )

O aquecimento da superfície do planeta pela radiação solar é responsável pela evaporação contínua da água dos oceanos, rios e lagos. O  $\text{H}_2\text{O}_{(g)}$  é transportado para outros lugares distantes pela circulação geral da atmosfera. Durante o transporte, parte desse vapor vai sendo condensado devido ao arrefecimento, formando as nuvens, que podem resultar em chuva (FELIX, 2005). Deve ser destacado que mudanças de fase, como a passagem da água do estado líquido para o gasoso, são acompanhadas por liberação ou absorção de calor latente, que associadas com o transporte de  $\text{H}_2\text{O}_{(g)}$  pela circulação atmosférica, atuam na distribuição do calor sobre o globo terrestre.

Segundo Ometto (1981), o  $\text{H}_2\text{O}_{(g)}$  é um dos constituintes variáveis do ar atmosférico, chegando a ter até 4% em volume. Vale ressaltar que uma das consequências da intensificação do efeito estufa é o aumento na temperatura da atmosfera, o que favorecerá a evaporação da água e conseqüentemente a quantidade de vapor nesse compartimento. Efeitos diversos podem decorrer desse fato, como o aumento adicional na temperatura média do planeta, devido à maior concentração de  $\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ , ou a diminuição na temperatura, devido a maior reflexão da radiação (albedo) pelas nuvens, cuja formação é favorecida pelo aumento nas taxas de evaporação da água (BAIRD; CANN, 2011).

#### 4.4.1.3 Metano ( $\text{CH}_4$ )

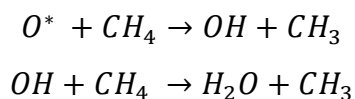
O metano é um gás inodoro, incolor, possui baixa solubilidade em água e é o principal componente do gás natural. Suas principais fontes são: decomposição de resíduos orgânicos, extração de combustíveis e processos de digestão de animais herbívoros ruminantes (PRIMAVESI, 2004).

Dentre os GEE depois do  $\text{CO}_2$  e do  $\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ , o  $\text{CH}_4$  é o gás de efeito estufa mais importante. Em comparação com o longo tempo de vida de um século do  $\text{CO}_2$  emitido, as moléculas de  $\text{CH}_4$  no ar possuem um tempo de vida de somente cerca de uma década (BAIRD; CANN, 2011).

A reação do  $\text{CH}_4$  com OH, Cloro (Cl), Bromo (Br) ou oxigênio atômico - principalmente com  $\text{O}_2$  - produz o radical hidroxila e moléculas de  $\text{H}_2\text{O}$ . O vapor de



água estratosférico age como um gás estufa importante. Cerca de um quarto do aquecimento global total causado pelas emissões de  $\text{CH}_4$  não é direto, ou seja, decorre desse efeito na estratosfera, onde a quantidade de  $\text{H}_2\text{O}$  na região tem aumentado (BAIRD; CANN, 2011).



Por causa da diminuição nos níveis de  $\text{O}_3$  e do aumento nas concentrações de  $\text{CO}_2$ , a estratosfera tem sofrido um resfriamento nas últimas décadas. O aumento do  $\text{H}_2\text{O}_{(g)}$  tem reduzido à quantidade desse resfriamento, o que tem contribuído para o aquecimento da atmosfera como um todo (BAIRD; CANN, 2011).

O aumento na concentração de  $\text{CH}_4$  no ar causa um efeito de aquecimento muito maior que o incremento de  $\text{CO}_2$ , pois trata-se de um gás com um maior PAG. No entanto, como o  $\text{CO}_2$  possui um tempo de vida muito maior na atmosfera e sua concentração tem aumentado 80 vezes mais, além de ser emitido em maior quantidade, o  $\text{CH}_4$  é considerado um composto de menor importância no aquecimento da atmosfera. Quando se considera o período de um século após a sua emissão, um quilograma de  $\text{CH}_4$  é considerado 23 vezes mais nocivo para o aumento da temperatura do que o  $\text{CO}_2$ . Até o momento estima-se que o  $\text{CH}_4$  tenha produzido perto de um terço do aquecimento global causado pelo  $\text{CO}_2$  (BAIRD; CANN, 2011).

#### 4.4.1.4 Óxido Nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ )

O óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), também conhecido como “gás hilariante”, é um potente GEE. Suas fontes antropogênicas incluem o emprego de fertilizantes em atividades agrícolas, processos de combustão, como queima de biomassa e de combustíveis fósseis, e processos industriais, como a síntese do  $\text{HNO}_3$  (FEAM, 2003 apud BRITO, 2005). Porém, menos de 40% das emissões atuais de  $\text{N}_2\text{O}$  decorrem de atividade humanas. A liberação a partir dos oceanos e os processos que ocorrem nos solos das regiões tropicais são as principais fontes naturais.

O gás é um subproduto do processo de desnitrificação biológica em ambientes aeróbicos (ricos em  $\text{O}_2$ ) e no processo biológico de nitrificação em

ambientes anaeróbicos (pobres em  $O_2$ ). A nitrificação é mais importante que a desnitrificação como fonte global de  $N_2O$  (BAIRD; CANN, 2011).

O aumento no uso de fertilizantes nitrogenados para fins agrícolas é provavelmente a maior fonte de emissão antropogênica do  $N_2O$ , uma vez que a decomposição anaeróbica de esterco produz pouco  $N_2O$ . E, equivocadamente, pensava-se que a queima de combustíveis fósseis liberasse  $N_2O$  como um subproduto da combinação química entre  $N_2$  e  $O_2$  do ar. Mas isso ocorre somente quando o próprio combustível contém nitrogênio, como é o caso do carvão e da biomassa (BAIRD; CANN, 2011).

Parte do NO produzido a partir do  $N_2$  atmosférico, durante a queima de combustíveis nos automóveis, é inevitavelmente convertido a  $N_2O$  em vez de  $N_2$  nos conversores catalíticos de três fases atualmente em uso e é subsequentemente liberado para o ar. Alguns dos novos catalisadores desenvolvidos para o uso em automóveis não apresentam essa deficiência de produzir e liberar  $N_2O$  durante sua operação (BAIRD; CANN, 2011).

#### 4.4.1.5 Hidrocarbonetos (HC)

Os hidrocarbonetos (HC) são gases de origem orgânica, constituídos principalmente por hidrogênio e carbono. Compreendem desde o  $CH_4$ , que possui apenas um átomo de carbono, até compostos com grandes quantidades de átomos de carbono. No ambiente, geralmente apresentam-se na forma de misturas de numerosos HC (BRANCO; MURGEL, 1995)

Os HC são resultantes da queima incompleta dos combustíveis, bem como da evaporação desses combustíveis e de outros materiais como, por exemplo, os solventes orgânicos (BRAGA, 2004).

Nos motores, os HC são gerados a partir da queima incompleta de combustíveis. Como nenhum motor consegue queimar todo o combustível contido na mistura, sempre há liberação desses compostos quando os combustíveis usados são fósseis (BRITO, 2005).

Muitos HC oxidam-se facilmente liberando calor; exceção ao  $CH_4$ , que por apresentar maior tempo de residência na atmosfera, quando comparado a outros alcanos, é classificado separadamente, pois seus impactos ocorrem em esfera global.

Os HC, juntamente com os NO<sub>x</sub> e a luz solar, contribuem para a formação do O<sub>3</sub> e para a ocorrência do "smog" fotoquímico.

O O<sub>3</sub> exerce ação nociva sobre os vegetais, animais, materiais e sobre o homem, mesmo em concentrações relativamente baixas (MATIAS, 1999).

#### 4.4.1.6 Enxofre Hexafluorado (SF<sub>6</sub>)

De acordo com Baird e Cann (2011), o enxofre hexafluorado (SF<sub>6</sub>) é um gás estufa pouco conhecido, mas por ser um bom absorvedor IV térmico – 23.900 vezes maior que o CO<sub>2</sub> no PAG – e por também ser, como outros componentes totalmente fluorados, um composto perene na atmosfera (3200 anos). É empregado em equipamentos elétricos e na indústria de semicondutores como gás isolante. Inicialmente era liberado para o ar durante a manutenção de rotina de equipamentos, mas hoje é quase totalmente reciclado (BAIRD; CANN, 2011).

### 4.5 INVENTÁRIO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS

O inventário de emissões atmosféricas corresponde à iniciativa de se fundamentar uma quantificação, monitoramento e relatório, da verificação das emissões. A contabilização é realizada pelo mapeamento de uma instituição, atividades, áreas com potenciais de emissões, para que sejam feitas reduções ou ações de compensação (BRASIL et al., 2008).

#### 4.5.1 Diretrizes para a Elaboração do Inventário de Emissões de GEE

A utilização de orientações consolidadas para a elaboração do inventário é de extrema importância, pois sustenta a uniformidade dos inventários. Essa padronização é assistida e orientada pelo IPCC, pelo programa GHG Protocol e pela Norma ISO 14064 – *International Organization for Standardization (ISO)* (ROCHA, 2008).

#### 4.5.2 *Intergovernmental Panel on Climate Changes (IPCC)*

O *Intergovernmental Panel on Climate Changes* foi criado pelo Programa das Nações Unidas (UNEP) e pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), em 1988, com o objetivo de avaliar informações científicas, técnicas e socioeconômicas relacionadas ao clima no mundo (IPCC, 2012). Sendo uma iniciativa para conter os avanços do Aquecimento Global, originados por autoridades internacionais, nacionais, regionais e locais a fim de reduzir e limitar as emissões de gases que causam o Efeito Estufa. (IPCC, 2012)

#### 4.5.3 Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol)

Em 1998 foi lançado o programa GHG Protocol que é uma metodologia existente para a realização de inventários de GEE. O GHG foi desenvolvido pelo *World Resource Institute (WRI)* em associação com o *World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)* e parcerias entre empresas, Organizações Não Governamentais (ONGs), governo e outras conveniadas ao WRI e WBCSD (GHG Protocol Brasil, 2011).

Após quase quatro anos da criação do GHG Protocol, em 2001, a primeira edição da norma corporativa para contabilização e relato das emissões de GEE foi publicada. Desde então, o GHG Protocol vêm desenvolvendo um conjunto de ferramentas de cálculos para auxiliar as empresas a inventariarem as suas emissões de GEE e apresentam outros documentos de orientação para a realização dos inventários (GHG Protocol, 2010).

#### 4.5.4 ISO 14064 – International Organization for Standardization

Em 2006, a *International Organization for Standardization (ISO)* adotou o padrão de contabilização do GHG Protocol como base para a ISO 14064-1, que trata da especificação e orientação para as organizações quantificarem e elaborarem relatórios de emissões e remoções de GEE. No Brasil, a norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) a ISO 14064 foi lançada oficialmente em 2007 (ANTUNES; QUALHARINI, 2008).

#### 4.5.5 Aplicação do Inventário

O GHG Protocol é certamente a ferramenta mais utilizada mundialmente por empresas e governos para a realização de inventário de GEE. Pois, como mencionado anteriormente, é uma metodologia compatível com a norma ISO 14064:2007 e com as metodologias de quantificação do IPCC.

No Brasil, a sua aplicação teve início a partir de 2008, adaptada ao contexto nacional pelo Centro de Estudos em Sustentabilidade (GVces) da Escola de Administração de Empresas Fundação Getúlio Vargas (EAESP-FGV) em parceria com o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e outras 27 empresas fundadoras (GHG Protocol Brasil, 2011).

No ano de 1997, no Japão, foi realizado um evento no qual foi decidido em consenso, com os países participantes, de se adotar um Protocolo segundo os quais os países industrializados reduziram suas emissões combinadas de GEE em pelo menos 5% em relação aos níveis do ano de 1990 até o período entre 2008 e 2012. Este foi chamado de Protocolo de Quioto e entrou em vigor em 2005 após longos períodos de negociação.

Em 2007 o IPCC confirmou em relatórios que havia 90% de certeza de que o homem é o responsável pelas mudanças do clima no planeta. Neste relatório ainda foi estimado que as temperaturas devem aumentar entre 1,8 e 4,0 graus ainda no século XXI (WWF- Brasil, 2007).

Ficou definido no Artigo 12 do Protocolo de Quioto o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) que é um mecanismo de flexibilização (INSTITUTO CARBONO BRASIL, 2012).

A proposta do MDL consiste em que cada tonelada equivalente de CO<sub>2</sub> deixada de ser emitida ou retirada da atmosfera por um país em desenvolvimento poderá ser negociada no mercado mundial, criando um novo atrativo para a redução de emissões globais (INSTITUTO CARBONO BRASIL, 2012).

Nos últimos anos foi crescente a procura por mecanismos de desenvolvimento tecnológico, a fim de reduzir os gases emitidos. Assim, projetos que promovem o sequestro de carbono ou a fixação dos gases poluentes existentes na atmosfera são formas de comercializar créditos de carbono e obter as Remoções Certificadas de Emissões (RCEs) de GEE. Apesar disso o uso desses certificados é

limitado a apenas uma parcela dos compromissos de redução de uma empresa ou país (SANQUETTA; ZILLOTTO; CORTE, 2006).

#### 4.5.6 Identificação das Fontes

Com a especificação de cada fonte de emissão pode-se estabelecer os limites operacionais, de acordo com a classificação das emissões em diretas ou indiretas e identificando o escopo de registro e relatório para as emissões indiretas. Esses limites operacionais podem ser classificados em escopos 1, 2 e 3.

- Escopo 1: Emissões Diretas de GEE.

Provenientes de fontes que pertencem ou são controladas pela organização, como por exemplo: geração de eletricidade, calor ou vapor, sendo emissões que resultam da combustão em fontes estacionárias como caldeiras, fornos e turbinas. Processamento químico ou físico: resultado da fabricação ou processamento de produtos químicos e materiais (ex. cimento, alumínio, ácido adípico, amoníaco e processamento de desperdícios). Transporte de materiais, produtos, resíduos e colaboradores: resultados da combustão em fontes móveis controladas pela empresa, como veículos pesados, barcos, aviões, carros.

- Escopo 2: Emissões Indiretas de GEE.

Contabiliza emissões provenientes da aquisição de energia elétrica e térmica que é consumida pela organização. É uma categoria especial de emissões indiretas, representam uma das maiores fontes de emissão de GEE e também a oportunidade potencial para redução de emissões.

- Escopo 3: Outras Emissões Indiretas de GEE.

O escopo 3 é opcional, uma vez que as empresas podem se ater apenas aos registros das atividades que são relevantes para o seu negócio e objetivos. São as consequências de atividades da organização, mas ocorrem em fontes que não pertencem ou não são controladas pela organização, como por exemplo: atividades

relacionadas a transporte de pessoas, descarte de resíduos, práticas associadas à eletricidade que não estejam incluídas no escopo 2, como extração, produção e transporte de combustíveis para consumo.

Na sequência serão descritas as principais fontes de emissões, que dependendo da empresa ou da instituição as mesmas podem constar no escopo 1 ou 3. Apenas o item voltado à energia é contabilizado no escopo 2.

#### 4.5.6.1 Gás Liquefeito de Petróleo

O Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) conhecido como “gás de cozinha” tem como principal utilização a cocção de alimentos. O GLP é um dos resultados do refino do petróleo. O GLP é composto da mistura de gases HC, principalmente Propano ( $C_3H_8$ ) e Butano ( $C_4H_{10}$ ) que apresentam grande aplicabilidade como combustível devido às suas características de alto poder calorífico, excelente qualidade de queima, fácil manuseio, baixo impacto ambiental, facilidade de armazenamento e transporte (LIQUIGÁS).

Uma característica do GLP é a sua baixa emissão de poluentes. Comparado com a emissão de  $CO_2$  resultante da queima do carvão ou de outro combustível o GLP apresenta um nível menor de emissão de GEE (LIQUIGÁS).

#### 4.5.6.2 Veículos Automotores

A rápida urbanização e a implantação de indústrias, inclusive as automobilísticas, no Brasil resultaram muitos problemas ambientais relacionados à qualidade do ar. Os veículos a óleo diesel, da década de setenta, emitiam uma fumaça preta e nessa mesma época a preocupação por questões ambientais aumentaram.

Em 1975, devido a crises de suprimento internacional de petróleo, foi criado o Programa Nacional do Álcool (Proálcool) com o objetivo de estimular a produção de álcool e atender o mercado interno e externo. A iniciativa foi saudada como um programa pioneiro a favor da qualidade do ar.

Nos veículos o motor a combustão interna é do tipo ciclo Otto que foi criado no ano de 1866, aproximadamente, por Nikolaus August Otto. É uma máquina que trabalha com os conceitos de compressão e expansão de fluidos gasosos para gerar

força e movimento. O motor absorve ou admite o ar da atmosfera e se une com o combustível formando uma mistura proporcional e comprime na câmara de combustão. Em seguida o sistema de ignição gera uma centelha elétrica nas velas e inflama a mistura gerando uma explosão e um deslocamento de massa que resulta força, torque e movimento rotativo. Ao fim do processo os gases queimados são liberados para fora do motor (HC e CO).

#### 4.5.6.3 Energia Elétrica

O período de crescimento do consumo de energia e de emissões de CO<sub>2</sub>, no mundo, aconteceu logo após a Segunda Guerra Mundial. O consumo comercial era somente um décimo dos níveis atuais. A produção de energia em grande escala é derivada, em geral, de combustíveis fósseis, usinas hidrelétricas, nucleares e a biomassa (BAIRD; CANN, 2011).

Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) no Balanço Energético Nacional (BEN) de 2012 – ano base 2011, as principais fontes energéticas do Brasil são: petróleo, gás natural energia elétrica, carvão mineral, energia eólica, biodiesel e produtos da cana.

A geração de energia elétrica atingiu 567,6 TWh no ano de 2011 advindas das centrais de serviço público, autoprodutores e importações líquidas (EPE, 2012).

A matriz de geração elétrica no país é predominantemente de fontes renováveis sendo a geração interna hidráulica e a importação correspondente a 89% da eletricidade originada de fontes renováveis (EPE, 2012).

O consumo final de energia resultou em 480,1 TWh. Deste total o consumo residencial resultou em 9,5%, industrial 35,9% e demais setores 47,4% (público, agropecuário, comercial e transporte) representando 92,8% para uso energético e 7,2% para uso não energético, perdas e transformações (EPE, 2012).

Comparado com outras fontes de energia, a energia produzida por usinas hidrelétricas, possui uma baixa emissão de GEE e é considerada uma geração limpa. As emissões de CO<sub>2</sub> referente à produção de energia elétrica no país foram de 56 kgCO<sub>2</sub>/MWh em 2011. Em termos de emissão per capita brasileira, 2,0 tCO<sub>2</sub>/habitante, equivale ao consumo e produção de energia no mesmo ano (EPE, 2012).



#### 4.5.6.4 Resíduos Sólidos

Segundo a NBR 10004:2004 é definido resíduo sólido como sendo:

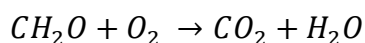
Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível. (ABNT NBR 10004)

Os constituintes dos resíduos são os mais variados, dependendo da sua procedência, nível econômico da população e a natureza da atividade econômica envolvida.

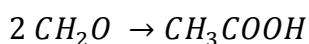
Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) em 2011 foram gerados 198.514 t/dia de resíduos sólido no Brasil, isso representa 1,223 Kg/habitante/dia. Destes 58,1% foram destinados a aterros sanitários, 24,2% enviados a aterros controlados e 17,7% dispostos em lixão.

Os resíduos dispostos em aterro sanitário possuem três estágios de decomposição: etapa aeróbia, fase anaeróbica ácida e estágio anaeróbico ou metanogênico (BAIRD; CANN, 2011).

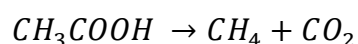
- Etapa aeróbica: ocorre à oxidação de materiais orgânicos devido à disponibilidade de  $O_2$  no meio. A temperatura se eleva devido a oxidação podendo atingir 70 a 80°C. Considerando-se que a maior parte do resíduo biodegradável é composto por celulose a reação pode ser descrita como:



- Fase anaeróbica ácida: ocorre uma fermentação ácida gerando amônia, hidrogênio e  $CO_2$  e vários compostos orgânicos parcialmente degradados. O  $CO_2$  é liberado nesta fase e pode ser simplificado pela reação:



- Estágio anaeróbico ou metanogênico: acontece aproximadamente seis meses a um ano após a cobertura. Para ocorrer à decomposição dos ácidos graxos e hidrogênio, produzidos na fase anterior, precisa-se das bactérias anaeróbicas que decompõe esses produtos de forma muito lenta. O CH<sub>4</sub> e o CO<sub>2</sub> são os principais produtos formados e podem ser observados na equação global descrita como:



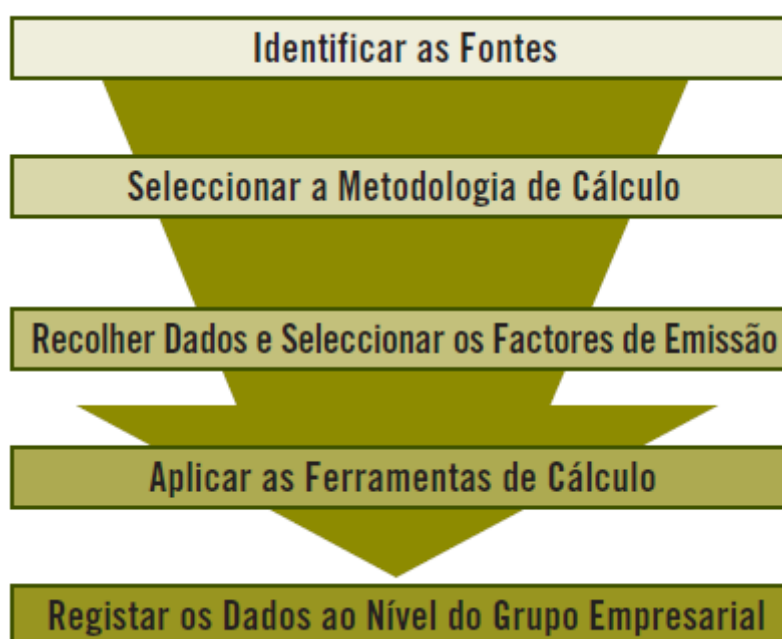
Os gases produzidos no aterro, geralmente são lançados no ar. Em algumas cidades o gás é queimado antes de ser lançados para a atmosfera. O CH<sub>4</sub> produzido no aterro possui um potencial, como GEE, maior do que o CO<sub>2</sub> da combustão.

A partir do conhecimento das principais fontes de emissão de GEE pela empresa ou instituição, é possível realizar o inventário de GEE, desde que os registros de dados para tais emissões sejam confiáveis. Segue no próximo capítulo a metodologia utilizada para realizar o Inventário de GEE da UTFPR-CT.

## 5 METODOLOGIA

A seleção dos dados levantados para esta pesquisa, voltada para contabilização de GEE, tem como ano base o ano de 2011. A contabilização foi realizada por meio da ferramenta de cálculo do Programa Brasileiro GHG Protocol, que visa auxiliar gestores no processo de elaboração do inventário de gases.

As ferramentas de cálculo do protocolo de GEE são organizadas com bases nas categorias identificadas na figura 1.



**Figura 1 – Passos para a identificação e cálculo das emissões de GEE.  
Fonte: GHG Protocol Corporate Standard (2011).**

Esta ferramenta de cálculo é disponibilizada no website<sup>1</sup> do programa GHG Protocol Brasil, sendo possível realizar o download de versões regularmente atualizadas. 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, 2011).

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

<sup>1</sup> Disponível em: <http://www.ghgprotocolbrasil.com.br/>

Na metodologia de cálculo são descritos diferentes métodos de cálculos 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 um fator de emissão ou os fatores de emissões adequados.

O fator padrão de emissão é fornecido para os setores que estejam incluídos, mas também é possível inserir fatores de emissões personalizados que sejam mais representativos das operações da empresa objeto do inventário.

As emissões de cada GEE (CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, etc) são calculadas separadamente e então convertidas a toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub> (tCO<sub>2</sub>e) com base no seu PAG. É possível obter uma visão de como é a ferramenta apresentada em planilhas, no Anexo A.

Segundo as definições do GHG Protocol, a empresa ou organização deve estabelecer os limites operacionais, envolvendo a identificação de fontes das emissões de GEE, classifica-las como emissões diretas ou indiretas, e selecionar o escopo para a contabilização e elaboração do inventário. Desta forma foram selecionados os tipos de emissão pertencentes à universidade como:

- Escopo 1: Compra de Gás e Veículos automotores;
- Escopo 2: Compra de Eletricidade do Sistema Interligado Nacional;
- Escopo 3: Resíduos Sólidos e Transporte & Distribuição.

## 5.1 DETERMINAÇÃO DAS CATEGORIAS DE EMISSÕES DA UNIVERSIDADE

A coleta de dados para o inventário foi realizada diretamente com a universidade, por meio de solicitações em meio eletrônico, reuniões, contato telefônico, ou de visitas nos departamentos responsáveis. Também foi aplicado um questionário, enviado por e-mail institucional para professores, alunos e técnicos-administrativos.

Após a coleta os dados foram inseridos na planilha Ferramenta de Cálculo GHG Protocol 2012 versão 0.2 e organizados conforme cada escopo.

### 5.1.1 Energia a Vapor

O Departamento de Serviços Gerais (DESEG) forneceu informações referentes à compra de gás utilizado para o aquecimento da caldeira da piscina, lavanderia e copa (Central e Ecoville). Essas informações coletadas correspondem com a quantidade de gás (em kg) comprada pela universidade durante todo o ano de 2011. Devido a esses aspectos de utilização direta pela instituição, essa fonte de emissão enquadra-se no escopo 1, Combustão Estacionária.

Na aba que indica Combustão Estacionária da planilha "ferramenta de cálculo" do GHG Protocol Brasil, foi indicado o setor para o qual estava sendo realizado o inventário, que neste caso remeteu ao "Comercial e Institucional".

Na tabela 1 da "ferramenta de cálculo" foi indicado o tipo de combustível utilizado pela instituição, GLP e a quantidade total consumida em toneladas, durante o ano de 2011. O total de emissões resultantes, da transformação deste gás em calor, é apresentado em uma nova tabela com todos os GEE resultantes do uso do GLP.

Finalmente em uma nova tabela da planilha da ferramenta de cálculo, foram apresentadas as emissões totais por combustão estacionária direta em tCO<sub>2</sub>e resultantes do processo.

### 5.1.2 Veículos Automotores

O Departamento de Serviços Auxiliares (DISAU) forneceu informações referentes à frota veicular pertencente à universidade através de planilhas impressas intituladas Resumo – Quilometragem/Consumo/Custo que continham a quantidade de combustível utilizado pela instituição, conforme pode ser visualizado no Anexo C. Essas informações foram inseridas e contabilizadas de acordo com o regulamento do escopo 1, Combustão Móvel.

Na aba Combustão Móvel, foi escolhido o modal rodoviário e entre as opções oferecidas de cálculo utilizou-se o "relato por consumo de combustível das fontes móveis de combustão".

Na tabela foram inseridas as informações, fornecidas pelo DISAU, do consumo mensal de combustível (litros) de cada veículo, porém o relato não fornecia informações referentes a quantidade de combustível utilizada para carros flex.

Assim, conforme informado pelo próprio DISAU, foi considerado uma porcentagem de 80% gasolina e 20% álcool para cada abastecimento mensal dos automóveis flex. Sendo que do total de consumo de cada mês foram retiradas as porcentagens informadas para inserção das quantidades em litros na tabela de cálculo.

O total anual de consumo de combustível, do ano de 2011, e as emissões referentes a cada GEE alusivo a esta atividade foram agrupadas em uma nova tabela. No caso de biocombustíveis, o consumo anual apresenta apenas o consumo de biocombustíveis puros (B-100 e E-100, por exemplo), não são consideradas quantidades consumidas de biocombustíveis incorporados a outros combustíveis (Etanol incorporado a Gasolina e Biodiesel incorporado ao Óleo Diesel, por exemplo).

Por fim em uma nova tabela as emissões totais por combustão móvel direta são apresentadas em toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente e separadas entre: Emissões totais em CO<sub>2</sub> equivalente (emissões não contabilizadas por combustão de biomassa) e Emissões totais em CO<sub>2</sub> - Biomassa.

### 5.1.3 Energia Elétrica

O departamento de Divisão de Execução Financeira e Orçamentária (DIEFO) forneceu informações referentes à compra de eletricidade.

As informações foram entregues através de cópias físicas das contas de energia referente ao ano de 2011, que apresentavam resumos mensais da quantidade de energia que foram adquiridas em kWh.

Essas informações foram inseridas no escopo 2 em "Compra de Energia Elétrica".

Na aba "compra de energia elétrica" da planilha da ferramenta de cálculo, consta que a energia é proveniente do Sistema Interligado Nacional (SIN) – formado pelas empresas das regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste e parte da região Norte, e apenas 3,4% da capacidade de produção de eletricidade do país encontram-se fora do SIN, em pequenos sistemas isolados localizados principalmente na região amazônica.

Entre as opções de cálculo oferecidas foi utilizada a opção de relato mensal do consumo por unidade consumidora. Na tabela foram inseridas as informações, fornecidas pelo DIEFO, de quantidade de eletricidade comprada em kWh

mensalmente. O total anual de consumo de eletricidade, do ano inventariado, e as emissões de CO<sub>2</sub> (toneladas) das atividades foram informadas na mesma tabela de cálculo.

As emissões totais de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente pertencente a todas as unidades consumidoras da universidade foram informadas em uma tabela única que demonstra o resultado final de emissões, de acordo com os dados informados.

#### 5.1.4 Transporte & Distribuição

O transporte público e/ou particular utilizado por alunos, professores e técnicos-administrativos da universidade faz parte do escopo 3 da planilha do GHG e o nível de GEE emitidos por esses veículos de condução foi quantificado em tCO<sub>2</sub>e.

Os parâmetros utilizados para essa análise foram obtidos por meio de coletas de informações, através de um questionário elaborado (conforme verificado no Apêndice A).

Este questionário para pesquisa, e que se encontra na íntegra no Apêndice A, foi realizado através de meio eletrônico, que consistiu na preparação do questionário com o auxílio da ferramenta *Google Docs* – Formulários<sup>2</sup>, e posteriormente enviados para os alunos matriculados no ano de 2011, professores e técnico-administrativos da instituição, nos respectivos endereços eletrônicos: alunos-ct@listas.utfpr.edu.br e servidores@listas.utfpr.edu.br e tecnico@listas.utfpr.edu.br.

Um dos princípios fundamentais para a realização dessa pesquisa foi considerar o percurso (ida e volta) entre a moradia e a universidade, dos estudantes, professores e técnicos-administrativos.

O Departamento de Registros Acadêmicos (DERAC) forneceram informações referentes à estatística geral de alunos matriculados no primeiro e segundo semestre do ano de 2011 e um relatório geral indicando o quadro de pessoal ao qual faziam parte os professores e técnico-administrativos.

A partir dessas informações foi possível realizar a contabilização de alunos matriculados em cada curso dentro da universidade nos dois semestres de 2011.

<sup>2</sup> Disponível em: <http://www.google.com/intl/pt-BR/drive/start/apps.html#forms>

Os cursos contemplados na contabilização foram: Técnico Integrado, Técnico Integrado Proeja, Bacharelado/Licenciatura e Tecnologias.

Para a contabilização de professores foram somados os efetivos que ministravam aulas para o terceiro grau e ensino básico técnico e tecnológico, e para a contabilização dos técnico-administrativos foi considerado o total ativo efetivo para o ano de 2011.

Para compor o número da amostra para a pesquisa a ser realizada por meio de questionário, ficou determinada que seriam suficientes retornos dos questionários que compusessem cerca de 5% a 10%. Para tanto foi realizado o cálculo da média dos alunos entre o primeiro e segundo semestre de 2011 de um total de 9965 alunos, 613 professores e 219 técnicos-administrativos para determinar a amostra de no mínimo 5%.

Os questionários respondidos resultaram em uma série de informações, analisadas e classificadas, para em seguida inseri-las na ferramenta de cálculo.

No questionário foi solicitado que os entrevistados informassem o local de moradia (bairro da cidade de Curitiba ou região metropolitana de Curitiba) do ano de 2011. Com essas informações foi possível determinar uma distância aproximada do percurso a ser realizado pelo usuário da universidade entre a sua residência e a UTFPR sede Central ou sede Ecoville. Assim foi possível obter a informação da distância média percorrida que foi utilizada para a contabilização dos GEE.

A distância média percorrida foi calculada utilizando o *Google Maps*<sup>3</sup>. Nessa página foi inserido o nome do bairro informado pelo usuário no questionário, assim como a localização das sedes Central/Ecoville, dependendo do curso do aluno ou do local de atuação do professor e técnico-administrativos e determinada a distância através do primeiro trajeto sugerido, independente da quantidade de quilômetros (os trajetos geralmente sugeridos pelo *Google Maps* foram de acordo com o tempo de tráfego ou escolha pelo melhor caminho).

O percurso utilizado foi o que um carro faria até chegar à universidade. É possível visualizar dois exemplos nas figuras 2 e 3.

<sup>3</sup> Disponível em <https://maps.google.com.br/>



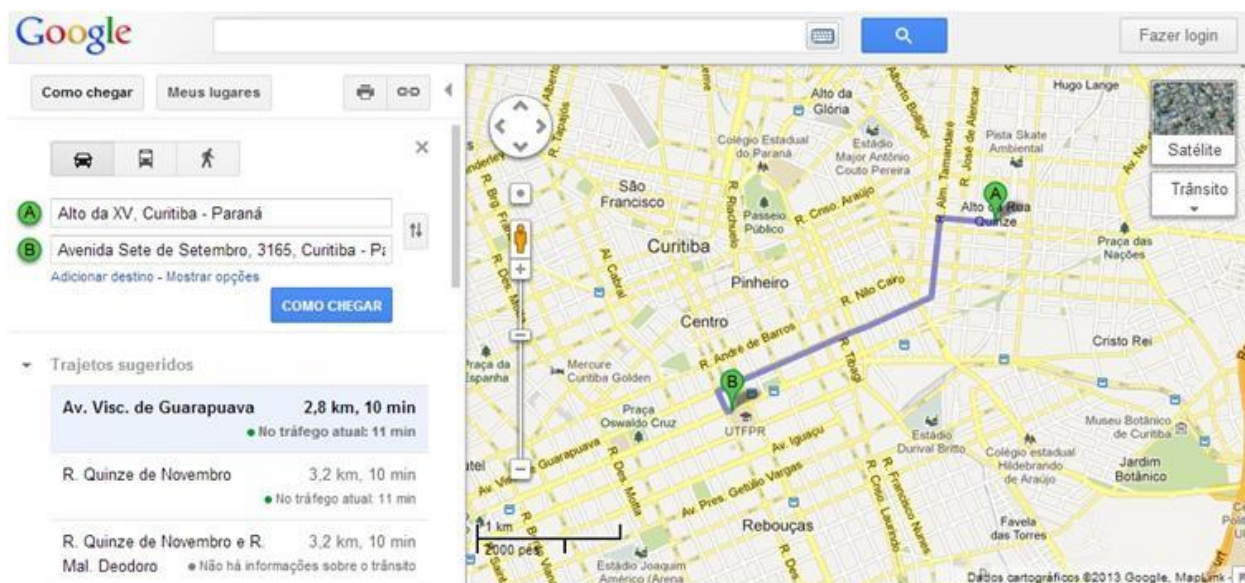


Figura 2 – Distância entre Bairro Alto da XV e UTFPR-Central.

Fonte: *Google Maps* (2013).

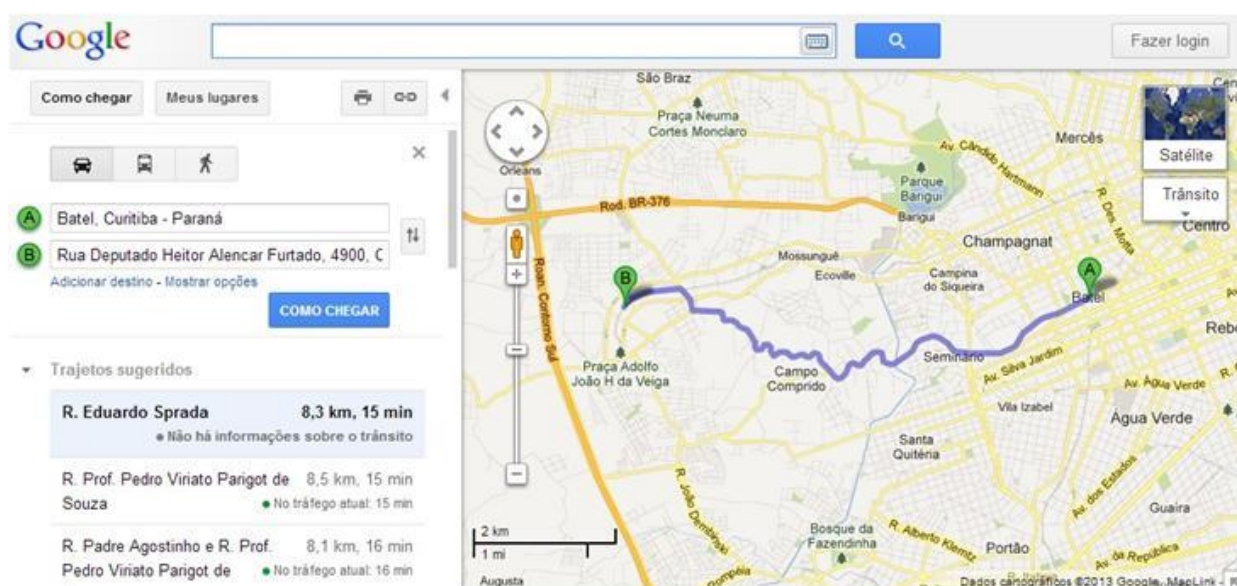


Figura 3 – Distância entre Bairro Batel e UTFPR-Ecoville.

Fonte: *Google Maps* (2013).

Para a determinação da quantidade de quilômetros rodados para o deslocamento dos veículos durante o ano de 2011, foi utilizado o calendário acadêmico do mesmo ano para conhecer a quantidade de dias letivos por mês e multiplicar pelo resultado encontrado na distância média percorrida pelo veículo. Para esta pesquisa ainda foi levado em conta que o usuário vai para a universidade e volta para casa, sendo que o percurso foi multiplicado por 2, e este resultado multiplicado pelos dias letivos do ano de 2011.

Dessa forma foi possível obter uma contabilização média, mas considerada mais próxima da real das emissões de GEE, admitindo-se, porém que há desvios inevitáveis frente à realização do levantamento deste dado específico.

Após a coleta e análise destes dados eles foram inseridos no escopo 3 em "Transporte & Distribuição (Upstream<sup>4</sup>)".

Na aba "Transporte & Distribuição (Upstream)" da planilha de cálculo, o modal escolhido foi o rodoviário, semelhante ao escopo 1, porém as informações aqui fornecidas foram de atividades não controladas pela instituição – deslocamento de alunos, professores e técnico-administrativos.

Entre as opções de cálculo oferecidas utilizou-se o relato por estimativa da distância percorrida (km) pelo veículo. Na tabela foram inseridas as informações, coletadas através da aplicação do questionário, cada tipo de veículo (motor e combustível), ano e a distância estimada, assim como também foi calculado o consumo médio sugerido (km/litro) para cada veículo.

Da mesma forma como a contabilização da combustão móvel do escopo 1, essa atividade teve o total anual de consumo de combustível calculado como escopo 3 e indicado como total de emissões de CO<sub>2</sub> equivalente, assim como inclui-se a observação quanto ao uso de biocombustíveis que são incorporados ao combustível Diesel.

### 5.1.5 Resíduos Sólidos

O Programa de Gerenciamento de Resíduos Câmpus Curitiba (PGRCC) forneceu informações referentes à quantidade de resíduos gerados na universidade.

As tipologias utilizadas, retiradas da pesquisa de Ferreira (2011) foram: Resíduos Hospitalares, Resíduos Sólidos Contaminados, Produtos químicos Vencidos, Recicláveis, Calça, Isopor, Orgânicos, Resíduos de Jardinagem/Poda e Madeiras. Apenas resíduos enviados diretamente da instituição para o aterro sanitário foram considerados na contabilização das emissões. Esses resíduos foram Orgânicos e Resíduos de Jardinagem/Poda.

A aba "Resíduos Sólidos da Operação" da planilha da ferramenta de cálculo foi utilizada para a contabilização de GEE emitidos por resíduos aterrados.

<sup>4</sup> Upstream: emissões indiretas de GEE relacionadas a bens e serviços comprados ou adquiridos

Nessa categoria são contabilizadas todas as emissões futuras, do tratamento e/ou disposição final dos resíduos sólidos decorrentes das operações da instituição, que resultam dos resíduos gerados, e que são realizadas em instalações controladas por terceiros.

Na tabela de contabilização na opção de “Resíduos Aterrados” foram inseridos todos os dados solicitados.

Os dados climáticos do local da disposição consistem em precipitação anual média (mm/ano) maior ou igual a 1000 mm/ano e a temperatura anual média (°C) menor que 20°C (SIMEPAR, 2002) devido à localização do aterro sanitário Estre Ambiental – Fazenda Rio Grande.

As informações da atividade da organização inventariante tratam da quantidade de resíduos gerados em toneladas por ano (t/ano) que são enviados para o aterro sanitário.

O PGRCC recebe os dados da quantidade de resíduo vegetal, encaminhadas até o aterro, em metros cúbicos. Por esse motivo foi utilizado a densidade de 900 kg/m<sup>3</sup> de resíduo vegetal (PGRS-SP, 2011) para realizar a conversão dos dados para kg e em seguida para toneladas e inserção destes na planilha.

Na planilha foram solicitados os dados de composição do resíduo, porcentagem correspondente a cada tipo de resíduo em relação ao total gerado na universidade durante o ano de 2011.

A composição a que a planilha se refere consiste em papéis/papelão, resíduos têxteis, resíduos alimentares, madeira, resíduos de jardim e parque, fraldas, borracha e couro. As informações das tipologias e locais de destinação dos resíduos foram consideradas para o cálculo da composição destes resíduos. Do total foram retirados os dados informados de resíduos vegetais e resíduos orgânicos resultando na porcentagem informada na planilha para o cálculo das emissões.

Por fim foi elaborada uma tabela contendo os dados referentes à emissão de CH<sub>4</sub>, toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente e CO<sub>2</sub> biomassa, os quais são apresentados em t/ano e as emissões projetadas até o ano de 2040.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tendo em vista os dados coletados nesta pesquisa, discriminados por fontes de emissões de cada escopo, obteve-se os resultados expressos em toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO<sub>2</sub>e). Como suporte para essa medida quantitativa, utilizou-se como instrumento de controle, as planilhas do Programa GHG Protocol, verificadas no Anexo A.

O quadro 1 apresenta a classificação das fontes de emissões provenientes da universidade de acordo com o critério estabelecido em cada escopo.

<b>Limites Operacionais de Emissões Diretas e Indiretas</b>		<b>Fontes de Emissões da UTFPR</b>
<b>Escopo 1</b>	Provenientes de fontes que pertencem ou que são controladas pela UTFPR-CT (Fontes Diretas)	Combustão móvel direta: transporte interno de veículos oficiais da universidade e energia a vapor
<b>Escopo 2</b>	Contabiliza as emissões de GEE da geração de eletricidade consumida pela UTFPR-CT (Fontes Indiretas)	Energias adquiridas: Energia Elétrica (SIN)
<b>Escopo 3</b>	Categoria de relatório opcional, que permite a abordagem de todas as outras emissões indiretas.	Geração de resíduos sólidos e transporte público e particular de alunos, técnicos-administrativos e professores.

**Quadro 1 - Classificação das Fontes de Emissões Geradas pela UTFPR-CT.**  
**Fonte: GHG Protocol Corporate Standard (2012) e adaptado pelas autoras.**

A seguir, serão descritos cada ponto característico das fontes de emissões, demonstrando os valores e percentuais de gases provenientes de atividades na universidade.

### 6.1 ESCOPO 1: EMISSÕES DIRETAS

Dentre as atividades internas da universidade que se enquadram como fontes de emissões de GEE, pode-se destacar o serviço de fornecimento de GLP que abastece a piscina, lavanderia e copa. Outro fator mencionado neste escopo consiste na frota de veículos oficial da universidade. À vista disso, foram

apresentadas as estimativas de emissões para o escopo 1 informadas na planilha de cálculo.

Os fatores de emissões para o escopo 1 foram mensurados em kg por unidade, ou seja, permitem o cálculo das emissões de CO<sub>2</sub> a partir da massa de combustível utilizada pela unidade (toneladas ou litros) correspondente, e os dados constam como UTFPR-CT sem diferenciar a sede Central e a sede Ecoville. Esses dados podem ser verificados na tabela 5.

**Tabela 5: Fatores de Emissões dos GEE Utilizados no Cálculo de Emissões – Escopo 1**

<b>Fatores de Emissões de GEE - Escopo 1</b>			
<b>Combustíveis</b>	<b>CO<sub>2</sub> (kg/un.)</b>	<b>CH<sub>4</sub> (kg/un.)</b>	<b>N<sub>2</sub>O (kg/un.)</b>
<b>GLP *</b>	2,93	0,23237	0,00465
<b>Gasolina **</b>	2,269	0,0008	0,00026
<b>Etanol **</b>	1,178	0,0004	-
<b>Óleo Diesel **</b>	2,671	0,0001	0,00002

**Fonte: GHG Protocol Corporate Standard (2012).**

**Nota:** \* unidade mássica em tonelada.

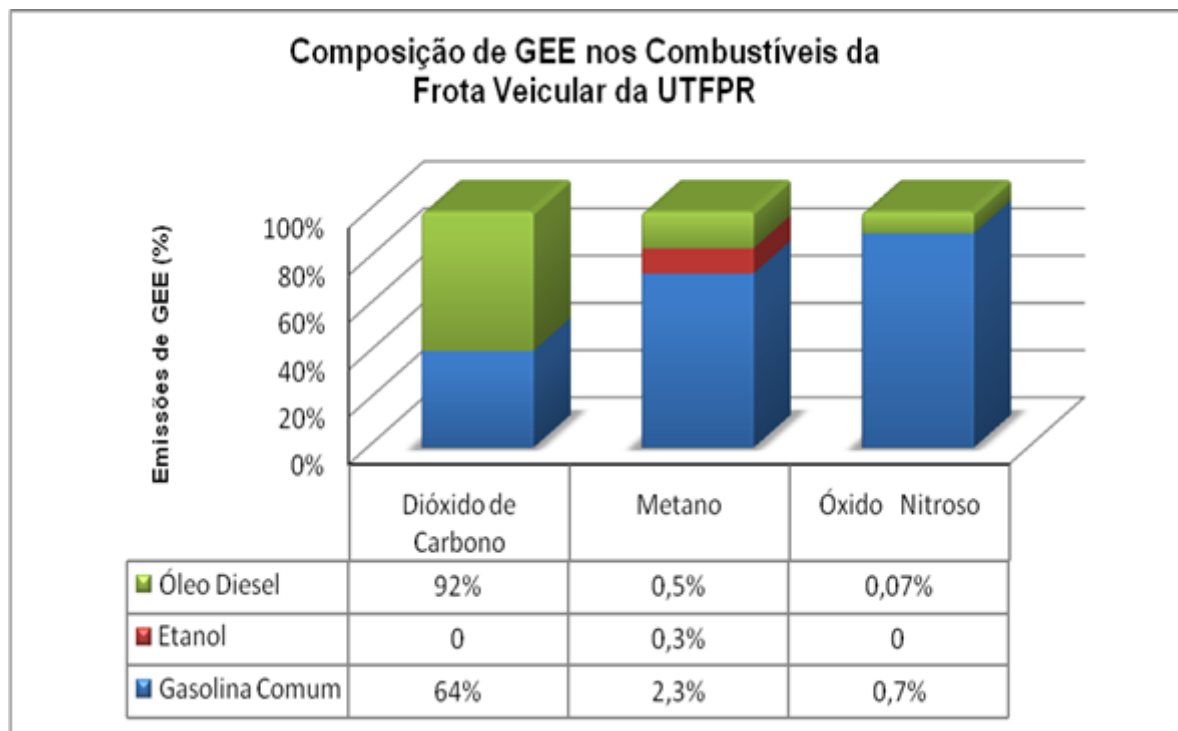
\*\* unidade volumétrica em litros.

### 6.1.1 Veículos Oficiais da Universidade

A frota veicular pertencente à universidade foi correspondente a quatorze veículos no ano de 2011. Classificados em 8 automóveis que utilizam a gasolina e/ou etanol, 2 automóveis que utilizam apenas a gasolina e os demais veículos (van, micro-ônibus, ônibus e caminhão) que utilizam o óleo diesel.

Neste escopo obtiveram-se os percentuais de emissões para CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O, referente à gasolina comum, etanol e o óleo diesel. Sendo que o nível de emissão do etanol é atribuído somente ao metano.

No gráfico abaixo é possível verificar as porcentagens pertencentes ao uso dos três tipos de combustíveis.



**Gráfico 1 – Composição (%) de GEE nos Combustíveis Veiculares Oficiais da UTFPR-CT.**  
 Fonte: DISAU-UTFPR (2013).

De acordo com o controle realizado pelo DESEG, os veículos flex utilizam no abastecimento mensal uma porcentagem de aproximadamente 80% gasolina e 20% etanol. Essas informações ainda não são arquivadas de forma a se obter valores exatos para a quantidade em litros de cada combustível abastecido durante o mês.

Na tabela 6 é possível verificar a relação mensal de consumo de combustível dos veículos oficiais da universidade.

**Tabela 6 – Consumo Médio Mensal de Combustível da UTFPR.**

Consumo Médio Mensal (litros) de Combustível no Ano 2011												
Combustível	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Gasolina Comum	45	96	110	95	118	80	79	130	58	113	132	53
Etanol	14	28	27	28	33	22	23	41	18	35	37	15
Óleo Diesel	66	110	110	272	192	198	116	96	364	454	459	123

Fonte: DISAU-UTFPR (2013) e adaptado pelas autoras.

Na tabela 7 está representado o consumo total de combustível pela UTFPR-CT durante todo o ano de 2011.

**Tabela 7 – Consumo de Combustível pela UTFPR-CT no Ano de 2011.**

<b>Combustível</b>	<b>Quantidade (L)</b>
Gasolina Comum	11.117
Etanol	2.579
Óleo Diesel	10.833

**Fonte: GHG Protocol Corporate Standard (2012) e DISAU-UTFPR (2013).**

As emissões foram estimadas para os gases CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O. Após a inserção dos dados na planilha o cálculo é realizado automaticamente. Dessa forma, foram estimadas as emissões para o ano de 2011, conforme apresentado na tabela 8.

**Tabela 8 – Emissões de CO<sub>2</sub>e por tipo de Combustível.**

<b>Combustível</b>	<b>Emissões (kg)</b>			<b>Emissões Biomassa</b>	<b>Emissões Totais</b>
	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>CH<sub>4</sub></b>	<b>N<sub>2</sub>O</b>	<b>CO<sub>2</sub> (kg)</b>	<b>CO<sub>2</sub>e (kg)</b>
Gasolina Comum	19.257,18	6,84	2,19	3.242,35	20.078,94
Etanol	-	0,99	-	3.038,39	20,80
Óleo Diesel	27.488,45	1,43	0,22	1.353,63	27.586,38
<b>Total</b>	<b>46.745,63</b>	<b>9,26</b>	<b>2,41</b>	<b>7.634,37</b>	<b>47.686,12</b>

**Fonte: GHG Protocol Corporate Standard (2012) e DISAU-UTFPR (2013).**

Esse valor estimado por proporção direta, da emissão proveniente do deslocamento realizado com os veículos oficiais da universidade, em diversas ocasiões, resultou em 47,7 tCO<sub>2</sub>e.

#### 6.1.2 Compra de Gás (GLP)

Para a contabilização das emissões provenientes do uso do gás liquefeito de petróleo (GLP), consumido nas unidades da instituição, utilizou-se os fatores e estimativas de emissões sendo que estes dados de consumo foram obtidos por meio de dados fornecidos pelo DESEG, que mantém registros quinzenais do fornecimento de GLP para a UTFPR-CT.

A utilização desse gás totalizou em um consumo de 14,5 toneladas de GLP durante todo o ano de 2011, exceto o mês de janeiro, período de férias. A quantidade de cada GEE quantificado em kg de CO<sub>2</sub>e está apresentado na tabela 9.

**Tabela 9 – Emissões de CO<sub>2</sub>e para o Combustível - GLP.**

Emissão de GEE (kg)				
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> e
GLP	42.518,50	3,40	0,10	42.610,20

Essa parcela de CO<sub>2</sub>e, proveniente do GLP, corresponde a aproximadamente 50% de toda a emissão de CO<sub>2</sub>e do escopo 1, considerando que todo esse consumo corresponde a Sede Central e Ecoville.

De forma geral, pode-se verificar na tabela 10, a contabilização total dos GEE provenientes do escopo 1.

**Tabela 10 – Emissões Totais de GEE – Escopo 1.**

Fontes de Emissão	tCO <sub>2</sub> e
Veículos Oficiais da Universidade	47,7
Geração de Vapor	42,6
<b>Total do Escopo 1</b>	<b>90,3</b>

A quantificação total referente ao escopo 1 foi de 90,3 tCO<sub>2</sub>e, resultantes dos veículos oficiais da universidade e da geração de vapor.



## 6.2 ESCOPO 2: EMISSÕES INDIRETAS – ELETRICIDADE CONSUMIDA

O levantamento das informações referentes ao consumo médio de energia elétrica pela instituição foi verificado segundo os dados fornecidos pelo DIEFO. A universidade adquire da rede distribuidora da Companhia de Energia Elétrica (COPEL) a energia consumida em kWh. O monitoramento da demanda é realizado pela própria distribuidora, a qual se encarrega de emitir um extrato de consumo mensal.

Um dos indicadores das condições de uso de energia elétrica é o Fator de Carga (FC), o qual aponta a relação entre o consumo de energia elétrica e a demanda de potência máxima em determinado espaço de tempo, cujo valor pode variar de 0 (zero) a 1 (um). Normalmente o fator de carga geral é correspondente a aproximadamente 0,45.

Os resultados demonstrados, nas tabelas abaixo, estão diretamente associados ao padrão de funcionamento das sedes: Central e Ecoville. Os dados obtidos permitiram verificar de forma separada as emissões de GEE para o escopo 2 para as duas sedes do Câmpus Curitiba, diferentemente dos demais escopos 1 e 3 no qual os dados não constavam de forma separada. O resultado obtido foi correspondente com a quantidade de equipamentos ligados, nos horários mais expressivos de utilização de energia elétrica, inclusive das 18 horas a aproximadamente 22 horas e 50 minutos e com o número de alunos nas respectivas sedes. A sede Ecoville concentrou uma menor parcela de alunos e funcionários no ano base de 2011, comparado com a sede Central, devido a ocupação do local ainda ser recente, não ter ocorrido mudanças de departamentos e ainda estar em processo de construção e acabamento.

A relação de energia adquirida com o nível de emissão de tCO<sub>2</sub>e será apresentada de acordo com as sede, como pode ser verificado na tabela 11.

**Tabela 11 – Consumo de Eletricidade da UTFPR - Câmpus Curitiba.**

<b>Consumo Mensal de Energia Elétrica (kWh) no Ano de 2011</b>		
<b>Meses</b>	<b>Sede Central</b>	<b>Sede Ecoville</b>
Janeiro	122.173	9.934
Fevereiro	161.079	11.276
Março	183.869	10.629
Abril	188.490	17.577
Maio	202.300	21.113
Junho	187.883	29.597
Julho	234.312	29.318
Agosto	190.248	16.955
Setembro	185.146	25.110
Outubro	232.586	24.652
Novembro	224.268	26.312
Dezembro	185.051	27.125
<b>Total</b>	<b>2.297.405</b>	<b>249.598</b>

**Fonte: Fatura de Energia COPEL e adaptado pelas autoras.**

Observou-se que no mês de julho de 2011, na sede Central, o consumo de energia elétrica foi acima da média dos demais meses. Devido ao fato de não ter acesso a conta de energia elétrica detalhada do mês de julho não foi possível identificar a causa do consumo elevado. Porém esse desvio pode ser devido ao ajuste da data de leitura a qual pode ter ultrapassado 30 dias de consumo.

Para as estimativas de emissões de GEE provenientes do uso de energia da rede, foram utilizados os fatores de emissões correspondentes ao escopo 2. Esses fatores são os parâmetros para a realização do cálculo, os quais anualmente são estimados e utilizados pelo Programa GHG Protocol. Essas referências estão disponíveis no tabela 12.

**Tabela 12 – Fatores Mensais de Emissão do SIN.**

<b>Mês</b>	<b>jan/11</b>	<b>fev/11</b>	<b>mar/11</b>	<b>abr/11</b>	<b>mai/11</b>	<b>jun/11</b>
<b>Fator de Emissão Mensal (tCO<sub>2</sub>e)/MWh</b>	0,0262	0,0288	0,0208	0,0198	0,027	0,0341
<b>Mês</b>	<b>jul/11</b>	<b>ago/11</b>	<b>set/11</b>	<b>out/11</b>	<b>nov/11</b>	<b>dez/11</b>
<b>Fator de Emissão Mensal (tCO<sub>2</sub>e)/MWh</b>	0,0308	0,0301	0,0273	0,035	0,0356	0,0349

**Fonte: GHG Protocol Corporate Standard (2012).**

Pode-se verificar nos dados de consumo anual, a diferença nos valores de consumo energético e conseqüentemente de emissões de CO<sub>2</sub> entre as sedes Central e Ecoville na tabela 13.

**Tabela 13 – Dados Anuais de Consumo (kWh) e Emissão em tCO<sub>2</sub> da UTFPR - Câmpus Curitiba**

<b>Energia Elétrica</b>	<b>Sede Central</b>	<b>Sede Ecoville</b>
Consumo Anual (kWh)	2.297,405	249,598
Emissões em tCO <sub>2</sub> e	67,846	7,578

**Fonte: GHG Protocol Corporate Standard (2012) e DIEFO-UTFPR (2013).**

Essa divergência é em relação à concentração de pessoas, pois no ano de 2011 ainda não havia um funcionamento intenso na sede Ecoville por conta dos edifícios ainda estarem em período de construção e acabamento.

Na tabela 14 é possível verificar o total de emissões de GEE, referentes ao consumo de energia elétrica do escopo 2.

**Tabela 14 – Emissões Totais de GEE – Escopo 2.**

<b>Fonte de Emissão</b>	<b>tCO<sub>2</sub>e</b>
Energia Elétrica	75,4
<b>Total do Escopo 2</b>	<b>75,4</b>

Com isso, as emissões totais em tCO<sub>2</sub>e, referentes ao escopo 2 no ano de 2011, foi correspondente a 75,4 tCO<sub>2</sub>e.

## 6.3 ESCOPO 3: EMISSÕES INDIRETAS – GERAÇÃO DE RESÍDUOS E TRANSPORTE PÚBLICO E PARTICULAR

### 6.3.1 Geração de Resíduos

Através do Programa de Gerenciamento de Resíduos Câmpus Curitiba (PGRCC), verificou-se que os resíduos gerados pela instituição são destinados em sua maior parte para a reciclagem (Ferreira, 2011).

Os resíduos gerados pela universidade foram classificados em resíduos perigosos, recicláveis e não-recicláveis. Tendo como destino final, o tratamento por incineração, reciclagem, usina de processamento, aterro sanitário e co-processamento/aterro industrial, de acordo com cada separação. No entanto, para a contabilização de GEE, por meio da ferramenta de cálculo GHG Protocol, considerou-se apenas os resíduos que são destinados ao aterro sanitário, os quais apresentam uma concentração de gases relevante, emitidos frequentemente ao ambiente.

A classificação geral de resíduos foi identificada/discriminada com uma abordagem quanti-qualitativa pelo programa de cálculo utilizado (GHG Protocol). As sete categorias podem ser verificadas na tabela 15.

**Tabela 15 - Composição e Porcentagem de Resíduos Gerados em 2011.**

<b>Composição dos Resíduos</b>	<b>2011</b>
<b>A</b> - Papéis/papelão	0%
<b>B</b> - Resíduos têxteis	0%
<b>C</b> - Resíduos alimentares	41,10%
<b>D</b> - Madeira	0%
<b>E</b> - Resíduos de jardim e parque	58,90%
<b>F</b> - Fraldas	0%
<b>G</b> - Borracha e couro	0%
Outros materiais inertes	0%
<b>DOC</b> - Carbono Orgânico Degradável no ano (tC/tMSW)	0,1759435

**Fonte: PGRCC (2011).**

Dentre os resíduos perigosos, enquadram-se os resíduos hospitalares gerados no setor de Divisão de Assistência a Saúde (DIASA) que correspondeu a uma quantidade em massa de 11,4 kg ao mês e enviados para disposição final a empresa Serquip que realiza a incineração do resíduo.

As lâmpadas, geradas em todos os setores, resultou em 267 unidades ao mês, as quais foram enviadas a empresa Mega reciclagem que realiza a descontaminação do material e sua reciclagem.

Os resíduos sólidos contaminados e os produtos químicos vencidos, gerados nos setores de Divisão de Conservação de Edificações e Produção (DICEP), Departamento Acadêmico de Mecânica (DAMEC) e no Departamento Acadêmico de Química e Biologia (DAQBI), com as respectivas quantidades de 1,67 m<sup>3</sup> e 0,5 m<sup>3</sup> ao mês, foram encaminhados para a disposição final na empresa Cetric, que expede os materiais para aterro industrial/co-processamento.

Dentro da categoria de resíduos recicláveis temos os recicláveis que foram gerados no ano de 2011: aproximadamente três toneladas ao mês de materiais dos setores administrativos, refeitório, pátio e corredores. A sua disposição final e reciclagem, foi realizada pela empresa Lágrimas do Sul, que recupera diversos materiais, exceto o alumínio.

As caliças foram materiais gerados nas manutenções e reformas periódicas da instituição, em um volume de 8,6 m<sup>3</sup> e posteriormente enviados a Usipar que realiza o processamento desse resíduo.

Os isopores foram gerados em setores diversos da instituição em um volume aproximado de 3 m<sup>3</sup> ao mês e enviados pela própria universidade para a empresa Termotécnica que realiza a fabricação de embalagens de poliestireno expansível.

Os resíduos não-recicláveis foram classificados em três espécies: orgânicos, resíduos de jardinagem e madeiras. Sendo que apenas os dois primeiros foram encaminhados para a disposição final o aterro sanitário. Enquanto que a madeira, com geração de 9 m<sup>3</sup> ao mês, foi doada para os próprios funcionários da UTFPR.

Isto posto, apenas os resíduos orgânicos e os de jardinagem foram as atividades consideradas e inseridas no escopo 3. Para as estimativas de resíduos sólidos de operação foram contabilizadas categoricamente as emissões de resíduos gerados na universidade, os quais resultaram em 153,2 tCO<sub>2</sub>e no ano de 2011.

### 6.3.2 Transporte Público e Particular dos usuários da UTFPR-CT

As estimativas de emissões de GEE provenientes do transporte público e particular, utilizado por três grupos da instituição: alunos, professores e técnicos-administrativos foram calculadas de acordo com informações obtidas pela aplicação do “Questionário de Contabilização de GEE”, conforme verificado no Apêndice A.

A pesquisa foi realizada no período de sete dias, resultando em 497 respostas, cuja amostra correspondeu a 5% de toda a classe institucional da universidade, Câmpus Curitiba, presente no ano de 2011, que seria o mínimo esperado para compor a amostra para esta pesquisa.

A finalidade desta pesquisa foi obter informações do meio de locomoção dos grupos usuários da instituição, o percurso utilizado para chegar até a universidade e conseqüentemente a distância percorrida.

Para a estimativa da emissão de GEE, assumiu-se que a distância obtida pelo *Google Maps* é percorrida duas vezes ao dia (ida e volta), 209 vezes ao ano correspondentes aos dias letivos do primeiro e segundo semestre de 2011. No

Apêndice B estão descritas as distâncias de cada bairro da cidade de Curitiba e sua região metropolitana, selecionado na pesquisa até a sede Central e/ou Ecoville.

No gráfico 2, pode-se verificar a relação: número percentual de pessoas *versus* meios de locomoção, utilizado por alunos, professores e técnico-administrativos.

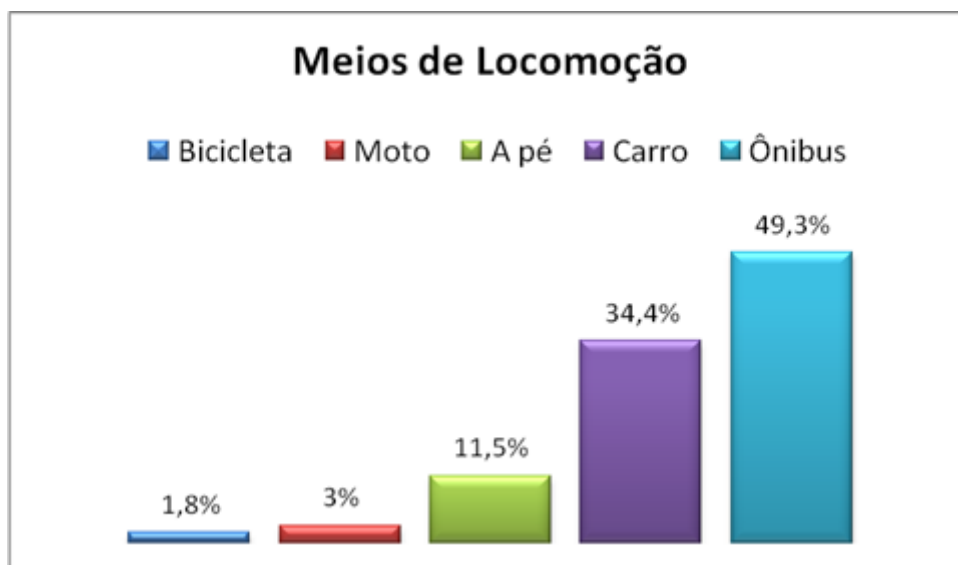


Gráfico 2 - Meios de locomoção utilizado por alunos e servidores.

Foi considerado que para o desenvolvimento da pesquisa de contabilização de GEE, foi utilizado apenas o percentual de pessoas que se locomoveram por meios de transporte automotores (moto, carro e ônibus), que corresponde a 86% das respostas obtidas na pesquisa. A tabela 16 é referente ao consumo de combustível para cada meio de transporte.

**Tabela 16 – Consumo de Combustível nos Automotores no Ano de 2011.**

<b>Tipo de Locomoção</b>	<b>Consumo Total de Combustível (Litros)</b>
Gasolina	1.451,50
Flex (Gasolina)	97,2
<b>Moto</b>	<b>1.548,7</b>
Gasolina	33.848,7
Etanol	12.556,9
Flex (Gasolina)	18.478,2
GNV	841,8
Óleo Diesel	680,6
<b>Carro</b>	<b>66.406,2</b>
Óleo Diesel	377.345
Biodiesel	(*)
<b>Ônibus</b>	<b>377.345</b>

**Fonte: GHG Protocol Corporate Standard (2012).**

**Nota: ( \* )** A ferramenta de cálculo GHG Protocol 2012 não comporta a contabilização do combustível Biodiesel.

De acordo com os dados obtidos, referentes ao consumo de combustível, pode-se verificar que a utilização do óleo diesel é cinco vezes maior que a soma dos demais combustíveis. Isto é devido à maior parte dos entrevistados utilizarem o transporte público como meio de locomoção.

Pode-se constatar na tabela 17 os fatores de emissão relacionados ao cálculo de GEE, principalmente para o CO<sub>2</sub>, que neste caso é um dos mais significativos.



Tabela 17 - Fatores de emissão por Tipo de Combustível e Frota Veicular.

Combustível	Unidades	Tipos de Veículos	CO <sub>2</sub> (kg/un.)	CH <sub>4</sub> (kg/un.)	N <sub>2</sub> O (kg/un.)
<b>Gasolina Comum</b>	Litros	Veículo de passeio a gasolina		0,0001	0,0001
		Veículo de passeio flex a gasolina		0,0001	0,0001
		Motocicletas a gasolina	2,269	0,0012	-
		Motocicletas flex a gasolina		0,0012	
		Veículo comercial leve a gasolina		0,0001	0,0001
		Ônibus urbano a gasolina		0,0003	0,0001
<b>Óleo Diesel</b>	Litros	Veículo de passeio a Diesel		0,0003	
		Veículo comercial leve a Diesel	2,671	0,0002	0
		Ônibus urbano a Diesel		0,0002	
<b>Gás Natural Veicular (GNV)</b>	m <sup>3</sup>	Veículo leve a GNV		0,0034	
		Veículo médio a GNV	1,999	0,0034	0,0001
		Veículo pesado a GNV		0,0034	
<b>Etanol Hidratado (E100)</b>	Litros	Veículo de passeio a etanol		0,0001	0,0004
		Veículo de passeio flex a etanol	1,178	0,0001	0,0004
		Motocicletas flex a etanol		0,0001	-
		Veículo comercial leve a etanol		0,0004	0,0004

Fonte: EPE (2012).

Devido à implantação de veículos biarticulados azuis, que utilizam como combustível o biodiesel, na frota da cidade de Curitiba o mesmo foi inserido na pesquisa, apesar de não poder ser contabilizado segundo os parâmetros da Planilha GHG Protocol (2012). Contudo, o propósito foi de, ao menos, mensurar a quantidade de pessoas que utilizavam essa linha de ônibus, o que já contribui na redução de GEE.

A maioria dos alunos e servidores que colaboraram com a pesquisa e que utilizavam transporte público utilizava pelo menos duas linhas de ônibus.

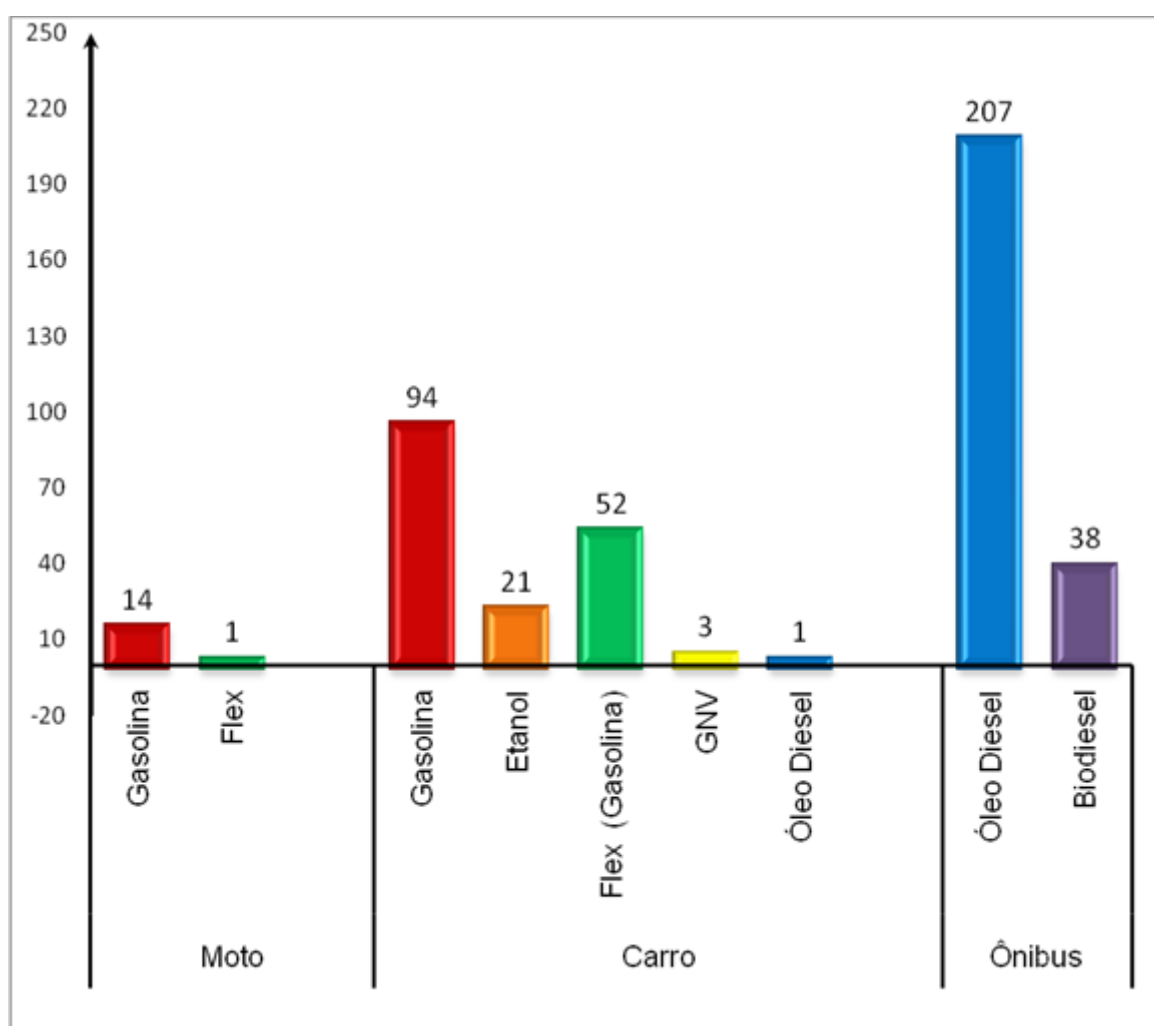
Segundo a frota operante da Rede Integrada de Transporte (RIT), em 2011 havia 353 linhas de ônibus, que fizeram em média 21.000 viagens por dia e que percorreram em média 500.000 km, por dia útil (URBS, 2011).

Durante o ano de 2011 ocorreu à implantação de novos ônibus biarticulados vermelhos, com renovação de 28,89% da frota operante da RIT, que contava com 1.928 ônibus. A partir da aquisição de 557 novos ônibus equipados que foram incorporados no final do ano, com motores eletrônicos, menos poluentes, que

atendem à legislação federal do meio ambiente no que diz respeito às emissões de fumaça e ruído (URBS, 2011).

Pode-se verificar no gráfico 3 a quantidade de veículos automotores de acordo com o combustível utilizado no ano de 2011.

Como resultado, constatou-se que a maioria dos alunos, professores e técnico-administrativos, utilizavam o ônibus como meio locomoção, em segundo lugar o carro e, com uma extensa diferença, em terceiro lugar, a motocicleta.



**Gráfico 3 - Quantidade de Veículos que Utilizam Cada Combustível.**

Considera-se que uma das formas de obter redução nas emissões de GEE é a melhoria na eficiência dos motores e catalisadores dos veículos, para que ocorra uma conversão total das emissões de CO e hidrocarbonetos em CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O. Para estimar essa especificação dos automóveis, foi indicado no questionário, em uma

das perguntas, o ano do veículo. Dessa forma, pode-se relacionar o ano do veículo, com a presença ou não de catalisador no mesmo.

Segundo Environmental Protection Agency (EPA) (2008), a tecnologia de controle de emissão dos veículos leves sem catalisadores são referentes ao ano 1973-1974. Em veículos pesados iniciou-se na década de 1980, e em motos a partir de 1996. Essa tecnologia reduz emissões de HC e CO por meio de ajustes para o ponto de ignição e relação de ar/combustível, injeção de ar no coletor de escape e recirculação dos gases de escape.

Assim sendo, esse critério não afeta a contabilização, pois a maior parte dos veículos particulares e públicos utilizados por alunos e servidores foram fabricados a partir da década de 90.

As emissões de biomassa por consumo de Gasolina Comum são referentes à sua porcentagem de etanol anidro e para o óleo diesel são referentes à sua porcentagem de Biodiesel incorporado ao combustível em atendimento à legislação brasileira (GHG Protocol, 2012).

De acordo com a tabela 18, pode-se verificar o consumo total de cada combustível e o equivalente em emissões de GEE, dos meios de transporte adequados ao escopo 3, no ano de 2011.

**Tabela 18 - Total de consumo de combustível e emissões de GEE.**

Tipo de Combustível	Consumo anual	Unidade	Emissões (kg)			Emissões Totais CO <sub>2</sub> e (kg)	Emissões Biomassa CO <sub>2</sub> (kg)
			CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O		
Gasolina Comum	53.876	Litros	93.466,68	9,50	3,34	94.700,97	15.637,73
Etanol	12.557	Litros	-	1,29	0,46	169,78	14.792,04
Óleo Diesel	378.026	Litros	959.220,88	62,50	7,65	963.228,67	47.235,57
Gás Natural Veicular (GNV)	842	m <sup>3</sup>	1.682,69	18,22	0,09	1.771,45	-
<b>Total</b>			<b>1.054.370,24</b>	<b>91,50</b>	<b>11,55</b>	<b>1.059.870,88</b>	<b>77.665,34</b>

Fonte: GHG Protocol Corporate Standard (2012).

Dentre todas as emissões de gases, o CO<sub>2</sub> é significativamente o maior, principalmente para o óleo diesel utilizado em sua maior parte na frota de transporte

público. Isso promove CO<sub>2</sub>e muito relevante, sendo um dos principais pontos de emissão de gases.

Na tabela 19 é possível verificar o total de emissões de GEE referentes à geração de resíduos e ao transporte público e particular dos usuários da UTFPR-CT, no ano de 2011, do escopo 3.

**Tabela 19 – Emissões Totais de GEE – Escopo 3.**

<b>Fonte de Emissão</b>	<b>tCO<sub>2</sub>e</b>
Geração de Resíduos	153,20
Transporte Particular	96,64
Transporte Público	963,23
<b>Total do Escopo 3</b>	<b>1.213,07</b>

Resultando em 1.213,07 tCO<sub>2</sub>e emitidas pelas fontes de emissão do escopo 3, referentes ao ano de 2011.

#### 6.4 PROPOSTA DE ALTERNATIVAS DE REDUÇÃO DE EMISSÕES

Algumas alternativas para a redução das emissões de GEE são apresentadas a seguir.

Para o escopo 1 que se refere ao transporte com os veículos oficiais da universidade é possível utilizar uma maior quantidade de etanol nos veículos que são flex para reduzir as emissões de gases, principalmente CO, alquenos, aromáticos e particulados. A manutenção periódica dos veículos também é de extrema importância, uma vez que os veículos que possuem uma boa regulação emitem menos gases e material particulado.

Com relação a utilização de gás para a geração de vapor e aquecimento da piscina recomenda-se estudos para a substituição do aquecimento a gás por aquecimento elétrico cuja a fonte de energia provém de painéis fotovoltaicos, que

podem ser instalados sobre a cobertura da edificação. Favorecendo assim a diminuição das emissões desta categoria e a energia excedente produzida pelas placas pode ser utilizada para outros fins dentro da universidade.

Para o escopo 2 que se refere à compra de energia elétrica, a redução das emissões no setor de consumo de eletricidade é possível realizar a instalação de sensores de presença em corredores e banheiros para evitar que a iluminação fique acesa sem necessidade. Substituir a iluminação atual, que possui lâmpadas fluorescentes, por lâmpadas de LED que consomem menos energia, são mais eficientes, possui maior vida útil e não produzem resíduo perigoso no momento do seu descarte.

Para o escopo 3, no que se refere ao transporte de alunos, professores e técnico-administrativos para chegarem até a UTFPR-CT, é possível realizar campanhas de incentivo ao uso da bicicleta como meio de transporte. Aumentar o número de bicicletários cobertos dentro da universidade e a segurança do local, tanto na sede Central quanto Ecoville. É interessante também a universidade incentivar o uso do transporte coletivo visto que o número de veículos de transporte público a biodiesel vem aumentando. Incentivar a carona solidária pelo menos durante o trajeto de retorno da universidade até a moradia.

Os resíduos da universidade podem ser reduzidos de várias formas, uma delas é um maior incentivo a Campanha Jogada Certa, que já acontece na universidade desde 2010 e orienta a separação correta dos resíduos produzidos pelos próprios alunos durante a sua permanência na universidade.

A separação entre resíduos orgânicos (que não podem mais ser reciclados) e resíduos recicláveis é de extrema importância, por isso uma maior divulgação e conhecimento da campanha por todos os alunos, professores, técnicos-administrativos e terceirizados é importante para uma melhor separação dos resíduos recicláveis, maior aproveitamento e evitar que a quantidade de rejeitos que surge após a separação na empresa de reciclagem seja alta.

Para a redução dos resíduos orgânicos enviados para o aterro sanitário é possível a montagem de minhocários em todos os departamentos da universidade, inclusive no restaurante universitário, para um tratamento de resíduos que sejam compostáveis.

O húmus resultante dessa compostagem pode ser utilizado dentro da própria universidade como adubo em folhagens e paisagismo e possivelmente em hortas

que possam ser construídas na sede Ecoville. Um projeto piloto com minhocários já está acontecendo no DACOC sede Ecoville e vem trazendo bons resultados e aceitação por parte dos frequentadores do local. Por esse motivo é interessante a disseminação desta ideia dentro da instituição.

Ainda vale ressaltar que para o escopo 3, seria interessante e importante computar os dados de viagens a negócios, que se encontra na planilha da ferramenta de cálculo do GHG Protocol Brasil, no qual todas as viagens realizadas por avião ou outro meio de transporte não computado pelos carros oficiais, e que são realizados pelo Reitor, Vice-reitor, diretorias e também professores poderia ser inseridas neste escopo, e traria mais uma informação importante neste contexto.

Todas essas alternativas possuem um custo de instalação e manutenção, porém esses podem ser compensados posteriormente com ganhos na redução dos gastos com todos os setores beneficiados com alguma alternativa.

## 7 CONCLUSÃO

Para concluir, o resultado final da quantidade de tCO<sub>2</sub>e que a UTFPR-CT emitiu em 2011, tendo como base os escopos 1, 2 e uma amostra de 5% do total de usuários referentes ao transporte público e privado no escopo 3. Essa amostra pode ser visualizada na tabela 20, que apresenta os valores das emissões obtidos por meio da ferramenta de cálculo do Programa GHG Protocol. Pode-se observar a diferença significativa das emissões de cada escopo e sua categoria dado em tCO<sub>2</sub>e.

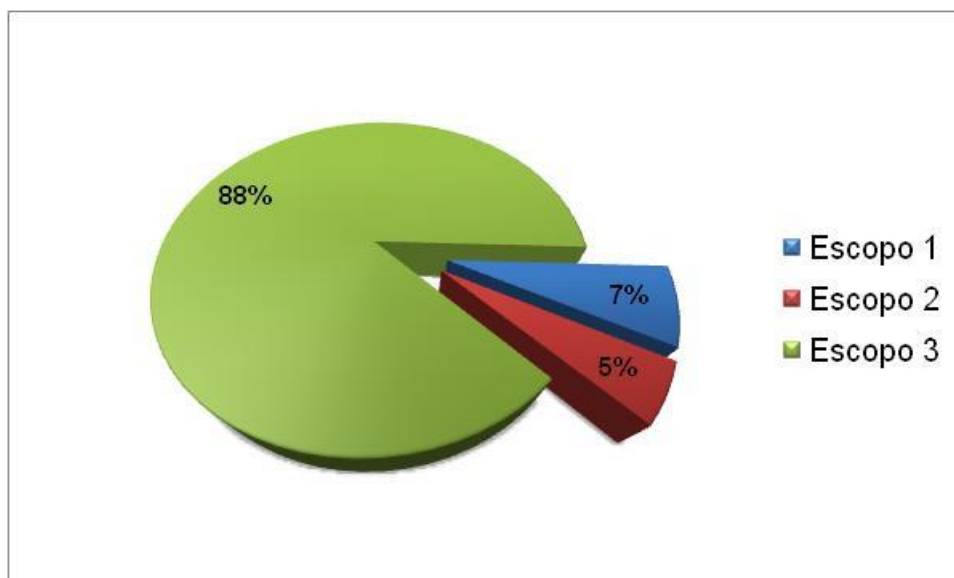
**Tabela 20– Comparativo das Emissões Totais de cada Escopo.**

	<b>Escopos</b>	<b>Emissões Totais tCO<sub>2</sub>e</b>
	Transporte Veículos Oficiais UTFPR-CT	47,7
<b>1</b>	Energia a Vapor	42,6
	<b>Total Escopo 1</b>	<b>90,3</b>
<b>2</b>	Energia Elétrica	75,4
	<b>Total Escopo 2</b>	<b>75,4</b>
<b>3</b>	Resíduos Sólidos	153,2
	Transporte Particular	96,64
	Transporte Público	963,23
	<b>Total Escopo 3</b>	<b>1.213,07</b>

**Fonte: GHG Protocol Corporate Standard (2012).**

Ficou evidenciado que a maior parte das emissões ocorre no escopo 3 e é resultante do transporte dos usuários da UTFPR-CT (alunos, técnicos-administrativos e professores).

O gráfico 4 corresponde a um diagrama das emissões totais da UTFPR-CT de tCO<sub>2</sub>e nos três escopos, no qual pode-se visualizar de forma mais objetiva a diferença de emissões entre as diretas e indiretas, sendo que o escopo 3 demonstra a maior porcentagem entre as emissões .



**Gráfico 4 - Diagrama Comparativo dos Escopos de Emissões de GEE da UTFPR-CT (2011).**

De acordo com os resultados apresentados, o valor total calculado de emissões de GEE na universidade, referente a todas as fontes possíveis de emissão e considerando apenas 5% da contabilização dos usuários de transporte público e privado, referente ao escopo 3, o total de GEE emitidos foi de 1.213,07 tCO<sub>2</sub>e.

Ao considerar essas estimativas para todos os usuários da universidade (Câmpus Curitiba) no ano de 2011, admitindo-se que os valores de emissões para os escopos 1, 2 e os resíduos sólidos do escopo 3 foram os mesmos (conforme as informações obtidas pela universidade), apenas os dados de transporte público e privado foram recalculados para 9.965 pessoas, que foi o número total de pessoas presentes na universidade no ano de 2011.

O cálculo referente ao índice de emissão por fonte móvel pública e privada, pode ser realizado por proporcionalidade direta, atribuindo-se que 5% corresponde à 96,64 tCO<sub>2</sub>e e 963,23 tCO<sub>2</sub>e respectivamente. Então os 100%, que são as 9.965 pessoas presentes neste ano base, resultou no índice de emissão total de 21.250 tCO<sub>2</sub>e, referente à fonte de transporte público e particular dos usuários da UTFPR-CT.

O total de GEE emitidos na UTFPR-CT, no ano de 2011, considerando os escopos 1, 2 e 3, pode ser verificado na tabela 21.



**Tabela 21 – Total de Emissões de GEE Gerados pela UTFPR-CT no Ano de 2011.**

	<b>Escopos</b>	<b>Emissões Totais tCO<sub>2</sub>e</b>
	Transporte Veículos Oficiais UTFPR-CT	47,7
<b>1</b>	Energia a Vapor	42,6
	<b>Total Escopo 1</b>	<b>90,3</b>
<b>2</b>	Energia Elétrica	75,4
	<b>Total Escopo 2</b>	<b>75,4</b>
	Resíduos Sólidos	153,2
<b>3</b>	Transporte Particular	1.938
	Transporte Público	19.312
	<b>Total Escopo 3</b>	<b>21.403,2</b>
	<b>Total de GEE Emitidos no Ano de 2011</b>	<b>21.568,90</b>

O total de GEE emitidos no ano de 2011 pela UTFPR-CT, de acordo com a estimativa previamente exemplificada, resultou no valor correspondente a 21.568,9 tCO<sub>2</sub>e.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A elaboração do trabalho permitiu realizar o inventário de emissões de GEE de uma instituição de ensino, desenvolvendo uma metodologia para tentar estimar as emissões resultantes do escopo 3, que são as mais difíceis de serem calculadas devido às informações que não dependem e não são controladas pela instituição.

Contudo, pode-se afirmar que os dados voltados para o escopo 1 e 2 são confiáveis e monitorados pela universidade, exceto o abastecimento dos carros oficiais, principalmente os carros flex, que não possuem um registro exato para determinar a quantidade de álcool ou de gasolina que foram abastecidos.

Outro fator relacionado com os registros internos da UTFPR-CT é referente aos resíduos vegetais, os quais são registrados em unidade volumétrica ( $m^3$ ) e para os parâmetros da planilha do GHG Protocol os cálculos são realizados em relação à massa de resíduo gerado (kg).

As incertezas típicas que podem ser apontadas na contabilização referente à combustão móvel são: os dados de atividade por quilômetros percorridos, a diversidade da frota (ano), a diferença na manutenção dos motores e o relevo de percursos realizado pelos veículos. No caso de estimativas de emissões de combustíveis consumidos, apontam a variação da composição do combustível e a manutenção dos motores como exemplos de incertezas.

Ressalta-se ainda que todas as emissões referentes ao transporte, que foram as mais significativas, poderiam ser reduzidas através da otimização da trajetória percorrida, visto que quanto mais distante o percurso, maior a emissão.

Ainda é possível considerar as dificuldades enfrentadas com a própria planilha de cálculo GHG Protocol: a contabilização das emissões referentes ao transporte público, a não contabilização do biodiesel, a dificuldade em adicionar mais dados devido ao espaço de cálculo limitado. Por conta disso, seria necessário que a planilha permitisse a inclusão de linhas para a realização do cálculo de emissões, como ocorreu na contabilização do transporte dos usuários da UTFPR-CT, na qual foi necessário fazer uma planilha separada no *Microsoft Excel*, pois a ferramenta não contabilizava mais que 34 linhas.

Considerando esses pontos mencionados, seria adequado uma padronização no controle, registros da UTFPR-CT e separação de todos os dados

da sede Central e da sede Ecoville, para que os mesmos possam ser inseridos na ferramenta de cálculo de inventários e futuramente participar do Registro Público de Emissões pelo GHG Protocol.

Projetos de construções sustentáveis, criações de áreas verdes, a utilização de energias renováveis são algumas sugestões que podem ser estudadas em trabalhos futuros, dentro da universidade, para a aplicação de projetos capazes de realizar mitigações dos impactos causados pela emissão de gases da mesma.

Esta pesquisa pretende ser o começo de um registro mais preciso e adequado para o inventário da instituição, sendo que se sugere a continuidade da realização dos inventários de emissão de GEE, publicando os dados para a comunidade em geral e incentivando ações que possibilitem a redução ou mitigação das emissões.

## REFERÊNCIAS

ALLEGRETTI, A. **Explicando o meio ambiente**. 1 ed. São Paulo: Lis, 2001. 213p.

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 EMPRESA DE LIMPEZAS PÚBLICAS E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2011**. São Paulo, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos Sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

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

BRAGA, BENEDITO et Al. **Introdução à Engenharia Ambiental**. São Paulo, Prentice Hall, 2004.

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

BRASIL, G. H; JUNIOR, P. A. S; JUNIOR; J. A. C. **Inventário corporativos de gases de efeito estufa: métodos e usos**. S&G Revista Eletrônica, 12p, 2008.

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.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). **Relatório da qualidade do ar no estado de São Paulo 2008**. São Paulo, 2009.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). Disponível em: <[www.cetesb.sp.gov.br](http://www.cetesb.sp.gov.br)>. Acesso em 20 de maio de 2012.

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

COSTA, J. **Qualidade do ar e conforto térmico: um estudo em espaços de estacionamentos em Natal/RN com tipologias arquitetônicas diferenciadas**. Natal, 2005. 186f. Dissertação (Mestre em Arquitetura e Urbanismo) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

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

ECO DEBATE. **Qualidade do ar**. Disponível em: <<http://www.ecodebate.com.br/2008/11/07/coordenador-da-oms-diz-que-o-brasil-precisa-aprimorar-transporte-para-melhorar-qualidade-do-ar/>>. Acesso em 20 de maio de 2012.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (Brasil). **Balço Energético Nacional 2012: Ano base 2011/ Empresa de Pesquisa Energética** Rio de Janeiro, EPE 2012.

GREENPEACE BRASIL. **Clima e Energia – Energias Renováveis Contra o Aquecimento Global**. 2010. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/brasil/pt/O-que-fazemos/Clima-e-Energia/>> Acesso em 18 maio 2012.

FELIX, E.P.; CARDOSO A..A. **Fatores ambientais que afetam a precipitação úmida**. Química Nova na Escola. nº 21. Maio 2005.

FERREIRA, F. T. N. **Limites e possibilidades de um programa de gerenciamento de resíduos sólidos em uma instituição de ensino: caso da UTFPR, câmpus Curitiba**. Curitiba, 2011.

GHG PROTOCOL BRASIL. PROGRAMA BRASILEIRO GHG PROTOCOL. **Contabilização, quantificação e publicação de inventários corporativos de emissões de Gases de Efeito Estufa** São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://ces.fgvsp.br/ghg/cms/arquivos/ghgespec.pdf>> Acesso em 19 maio 2012.

GHG PROTOCOL BRASIL. PROGRAMA BRASILEIRO GHG PROTOCOL - GHG Protocol Brasil. **Metodologia. Questões Frequentes**. Disponível em <<http://ces.fgvsp.br/ghg/cms/arquivos/ghg-faq-2-1.pdf>>. Acesso em 10 de abril de 2013.

GUIMARÃES, F. **Poluição do ar**. In: FUNDACENTRO. **Saneamento do meio**. São Paulo, 1982. p. 157-193.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=410690#topo>>. Acesso em 11 de maio de 2012.

INSTITUTO CARBONO BRASIL. Brasil, 2012. Disponível em <<http://www.institutocarbonobrasil.org.br/glossario>>. Acesso em 29 junho 2012.

IPCC- Intergovernmental Panel on Climate Change – Organization – History, **IPCC- Intergovernmental Panel on Climate Change** Geneva, 2012 Disponível em <[http://www.ipcc.ch/organization/organization\\_history](http://www.ipcc.ch/organization/organization_history)> Acesso em 20 maio 2012.

LIQUIGÁS. **Gás Liquefeito de Petróleo GLP**. Disponível em <<http://www.liquigas.com.br>> Acesso em 10 de abril de 2013.

MATIAS, F. **Desenvolvimento de sensores químicos com fibras ópticas para a determinação quantitativa de fuligem e de monóxido de carbono emitidos por veículos automotores.** Campinas, 1999. 183f. Tese (Doutor em Química Analítica) – Universidade Estadual de Campinas.

MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **PROTOCOLO DE QUIOTO à Convenção sobre Mudanças do Clima**, Japão, 1997. Disponível em <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0012/12425.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0012/12425.pdf)>. Acesso em 20 maio 2012.

MIYAGUSKO, M. **Avaliação da qualidade do ar em Unidades de terapia Intensiva e sua correlação com o ambiente externo e a saúde dos trabalhadores.** São Paulo, 2008. 138f. Tese (Doutor em Medicina) – Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia Vegetal.** São Paulo SP: Agronômica Ceres, 1981. 440p.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE (OMS). Disponível em: <<http://www.who.int/en/>>. Acesso em 7 de fevereiro de 2013.

PLANO DE GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS – SÃO PAULO (PGRS-SP). **Prefeitura Municipal de Lins Estado de São Paulo.** São Paulo, 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.

PROGRAMA NACIONAL DE CONTROLE DE QUALIDADE DO AR (PRONAR). Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./urbano/index.html&contedo=./urbano/programas/pronar.html>>. Acesso em 18 de maio de 2012.

ROCHA, M. T; Módulo III: oportunidades de negócios e avaliação da atratividade. In: PIRES, T.C. (ed.). **Manual de capacitação: mudanças do clima e projetos de mecanismos de desenvolvimento limpo.** Brasília, CGEE, 2008. pp. 92-130.

SANQUETTA, C. R.; ZILLOTTO, M. A. B.; CORTE A.P.D. **Carbono: Desenvolvimento Tecnológico, Aplicação e Mercado Global.** Curitiba, 2006.

SIMEPAR. **Almanaque climático.** Disponível em <<http://www.simepar.br/tempo/clima/almanaque.jsp>>. Acesso em 07 de abril de 2013.

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

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **Global Warming Potentials.** Disponível em <[http://unfccc.int/ghg\\_data/items/3825.php](http://unfccc.int/ghg_data/items/3825.php)>.

URBANIZAÇÃO DE CURITIBA (URBS). **Relatório de Gestão 2011**. Curitiba, 2011. Disponível em: <<http://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/institucional/relatorio-gestao>> Acesso em 15 março 2013.

WWF-BRASIL. **Mudanças climáticas e Energia**, Brasil, 2007. Disponível em: <[http://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/reducao\\_de\\_impactos2/clima/](http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2/clima/)>. Acesso em 19 maio 2012

## APÊNDICE A – Questionário de Contabilização dos GEE – UTFPR-CT 2011.

### Questionário de Contabilização dos Gases de Efeito Estufa - UTFPR 2011

Esta pesquisa tem como objetivo o levantamento das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) Escopo 3, proveniente do transporte veicular utilizado pelos alunos, professores e técnicos-administrativos da Universidade, tendo como ano base 2011. Os dados farão parte do TCC de Tecnologia em Processos Ambientais.

**\*Obrigatório**

**1. Selecione abaixo em qual sede do Câmpus Curitiba você estudou (trabalhou) no ano de 2011. \***

Central  
 Ecoville

**2. Das opções abaixo, em qual você se encaixa? \***

Aluno  
 Professor  
 Técnico-Administrativo

**3. Sendo aluno, em qual curso você estava matriculado em 2011?**

**4. Qual foi o tipo de transporte que você utilizou para se deslocar até a UTFPR durante todo o ano de 2011? \***  
 (Selecione quantas opções forem necessárias, mas apenas as mais significativas).

Carro  
 Moto  
 A pé  
 Ônibus do transporte coletivo  
 Transporte da empresa  
 Bicicleta

**5. Se você utilizou veículo particular para se deslocar até a UTFPR em 2011, indique o ano do veículo (Carro/Moto)?**  
 (Importante informar)

**6. Qual foi o tipo de combustível utilizado no seu veículo (Carro/Moto)?**

Gasolina  
 Álcool  
 Diesel  
 Flex  
 Biodiesel  
 GNV (Gás Natural Veicular)

**7. De qual região você costumava se deslocar até a UTFPR em 2011? \***

**8. Se você utilizou o transporte coletivo em 2011, selecione abaixo a linha de ônibus principal.**  
 (Selecione quantas opções forem necessárias, mas apenas as mais significativas).

Biarticulado Ligeirão - Azul (Ex.: Ligeirão Boqueirão, Pinheirinho/Carlos Gomes)  
 Biarticulado - Vermelho (Ex.: Circular Sul, Sta. Cândida/Capão Raso)  
 Ligeirinho - Cinza (Ex.: Inter II, Pinhais/Campo Comprido)  
 Interbairros - Verde (Ex.: Interbairros II, III, IV)  
 Alimentador - Laranja (Ex.: Cabral/Portão, Iguape II, Campo Comprido/Capão Raso, Augusta)  
 Convencional - Amarelo (Ex.: Vila Suíça, Abranches, Sta. Felicidade, Água Verde/Abranches)

Nunca envie senhas em formulários do Google.



**APÊNDICE B – Distância aproximada dos Câmpus UTFPR (Sede Central e Ecoville) aos bairros e municípios de Curitiba. (continua)**

Bairros e Municípios da Região Metropolitana*	Sede Central (Km)	Sede Ecoville (Km)
Abranches	9,6	15,7
Água Verde	3,0	11,1
Ahú	5,3	12,7
Almirante Tamandaré	16,3	23,1
Alto Boqueirão	14,3	22,6
Alto da Glória	3,1	10,3
Alto da XV	2,8	11,4
Araucária	27,5	21,9
Atuba	11,6	20,3
Bacacheri	7,9	15,0
Bairro Alto	9,3	17,0
Batel	2,2	8,3
Bigorriño	2,9	7,4
Boa Vista	7,4	15,7
Bom Retiro	4,1	9,9
Boqueirão	8,7	18,7
Cabral	5,3	12,2
Cajuru	8,8	18,8
Campina do Siqueira	5,6	5,5
Campo Comprido	7,4	4,3
Campo do Santana	22,6	22,5
Campo Largo	30,5	21,9
Capão da Imbuia	7,3	16,8
Capão Raso	9,2	10,4
Centro	1,1	9,9
Centro Cívico	3,0	10,2
Cidade Industrial	12,5	7,7
Colombo	22,5	31,6
Contenda	41,0	36,2
Cristo Rei	3,3	14,5
Fanny	5,6	12,6
Fazenda Rio Grande	28,1	27,3
Fazendinha	9,0	6,2
Guabirota	6,0	16,8
Guaíra	4,6	12,0
Hauer	5,7	16,4
Hugo Lange	4,4	13,7
Jardim Botânico	4,1	14,7
Jardim das Américas	6,2	17,2

**APÊNDICE B – Distância aproximada dos Câmpus UTFPR (Sede Central e Ecoville) aos bairros e municípios de Curitiba. (conclusão)**

Bairros e Municípios da Região Metropolitana*	Sede Central (Km)	Sede Ecoville (Km)
Jardim Social	5,0	14,3
Juvevê	3,9	12,8
Lindoia	7,1	11,6
Mercês	3,4	9,9
Mossunguê	7,6	4,4
Novo Mundo	7,9	9,9
Parolin	4,0	13,8
Pilarzinho	6,6	17,9
Pinhais	8,7	18,6
Pinheirinho	11,8	12,8
Piraquara	27,6	33,9
Portão	7,1	8,4
Prado Velho	3,5	13,3
Quatro Barras	24,5	36,6
Rebouças	1,6	11,5
Santa Cândida	14,7	20,7
Santa Felicidade	11,3	11,7
Santa Quitéria	5,6	6,4
São Braz	10,9	5,0
São Francisco	2,4	9,7
São João	9,0	14,9
São José dos Pinhais	14,8	26,4
São Lourenço	6,1	14,2
Seminário	4,5	7,2
Sítio Cercado	14,8	8,5
Taboão	8,9	15,9
Tarumã	10,1	16,6
Tatuquara	20,2	17,2
Tingui	11,9	17,6
Uberaba	9,2	20,5
Umbará	19,1	21,2
Vila Izabel	3,9	8,0
Vista Alegre	5,7	11,1
Xaxim	10,4	16,6

**Fonte: Adaptado do Google Maps (2013).**

**Nota:** Bairros e Municípios da Região Metropolitana\*: são apenas as regiões referenciadas na pesquisa do Questionário de Contabilização de GEE.



## ANEXO B – Modelo Fatores De Emissão Por Combustíveis Fósseis (Planilha GHG Protocol).

Tabela 3. Fatores de emissão por utilização de combustíveis fósseis em fontes móveis

Combustível	Unidade	Poder Calorífico Inferior (kcal/kg)	Densidade (kg/unidade)	Fonte	Fatores de Emissão (kgGEE/um.)				Fonte
					CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O		
Gasolina A (pura)	Litros	10.400	0,74	BEN2012	2,2690	0,0008	0,00026		MMA (CO <sub>2</sub> ), IPCC (CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O)
Óleo Diesel	Litros	10.100	0,84	BEN2012	2,6710	0,0001	0,00002		MMA (CO <sub>2</sub> ), IPCC (CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O)
Gás Natural Veicular (GNV)	m <sup>3</sup>	8.800	1,00	BEN2012	1,9990	0,0034	0,00011		MMA (CO <sub>2</sub> ), IPCC (CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O)
Gás Liquefeito de Petróleo (GLP)	kg	11.100	1,00	BEN2012	2,9325	0,0029	0,00001		IPCC (2006, Ch.3)
Jet Fuel	Litros	10.400	0,79	BEN2012	2,4733				IPCC (2006, Ch.3)
Gasolina de Aviação	Litros	10.600	0,72	BEN2012	2,2320	0,0000	0,00006		MCT
Lubrificantes	Litros	10.120	0,88	BEN2012	2,7331				IPCC (2006, Ch.3)
Óleo combustível residual (3s 5 e 6)	Litros	-	-	-	3,1172				USEPA
Gás Natural Liquefeito	m <sup>3</sup>	8.800	-	BEN2012	2,0669	0,0034	0,00011		IPCC (2006, Ch.3)

Tabela 4. Fatores de emissão por utilização biocombustível em fontes móveis

Combustível	Unidade	Poder Calorífico Inferior (kcal/kg)	Densidade (kg/unidade)	Fonte	Fatores de Emissão			Fonte	
					CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O		
Etanol Hidratado (E100)	Litros	6.300	0,81	BEN2012	1,1780	0,0004		MMA (CO <sub>2</sub> ), IPCC (CH <sub>4</sub> ) (2006, Ch.3)	
Biodiesel	Litros	-	-	-	2,4991				USEPA
Etanol Anidro	Litros	6.750	0,79	BEN2012	1,2330				MMA

\* - O etanol anidro é adicionado à gasolina, atuando como oxigenante desse combustível.

**ANEXO C – Dados de Quilometragem/Consumo/Custo dos Carros Oficiais da UTFPR-CT.**

RESUMO - QUILOMETRAGEM/CONSUMO/CUSTO											
PLACA: ARJ-9208											
ANO DE: 1911											
MÊS	QUILO- METROS RODADOS	CONSUMO - LITROS			VALOR - R\$				CÁLCULOS		
		ÁLCOOL DIESEL/ OUTROS	ÓLEO LUBRI- FICANTE	ABASTECIMENTO	MANUTENÇÃO / CONSERVAÇÃO	REPARO	TOTAL	KM / LITRO	VALOR / KM		
JAN	934	113,20	0,00	262,85	0,00	0,00	262,85	8,3	0,28		
FEV	505	45,80	0,00	86,99	0,00	0,00	86,99	11,0	0,17		
MAR	1546	206,90	0,00	544,14	0,00	0,00	544,14	7,5	0,35		
ABR	938	131,20	0,00	367,07	0,00	0,00	367,07	7,1	0,39		
MAI	1879	218,70	0,00	595,01	0,00	50,58	645,59	8,6	0,34		
JUN	953	133,30	0,00	357,26	0,00	0,00	357,26	7,1	0,37		
JUL	1273	122,00	0,00	320,20	0,00	271,62	591,82	10,4	0,46		
AGO	2146	196,50	0,00	521,95	0,00	50,00	571,95	10,9	0,27		
SET	1842	185,90	0,00	503,73	0,00	50,00	553,73	9,9	0,30		
OUT	2967	222,00	0,00	618,03	0,00	50,00	668,03	13,4	0,23		
NOV	4224	377,00	0,00	1045,20	0,00	1020,00	2065,20	11,2	0,49		
DEZ	1264	98,80	0,00	276,85	0,00	25,00	301,85	12,8	0,24		
<b>TOTAL</b>	<b>20471</b>	<b>2051,30</b>	<b>0,00</b>	<b>5499,28</b>	<b>0,00</b>	<b>1517,20</b>	<b>7016,48</b>	<b>10,0</b>	<b>0,34</b>		