

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CORDENAÇÃO DE ENGENHARIA AMBIENTAL  
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

EVANDRO EIZO RONCAGLIA YABUSHITA

**INVENTÁRIO E PROPOSTA DE GERENCIAMENTO DE GASES  
DE EFEITO ESTUFA (GEE) NA UTFPR: estudo de caso do Câmpus  
Campo Mourão**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO  
2013

EVANDRO EIZO RONCAGLIA YABUSHITA

**INVENTÁRIO E PROPOSTAS DE GERENCIAMENTO DE  
GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE) NA UTFPR: estudo de caso do  
Câmpus Campo Mourão**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação,  
apresentado como requisito parcial à obtenção do título  
de Engenheiro Ambiental, pela Coordenação de  
Engenharia Ambiental, da Universidade Tecnológica  
Federal do Paraná.

Orientador: Prof. MSc. Thiago Morais de Castro

CAMPO MOURÃO  
2013



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Campus Campo Mourão  
Diretoria de Graduação e Educação Profissional  
Coordenação de Engenharia Ambiental - COEAM  
Engenharia Ambiental



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

# INVENTÁRIO E PROPOSTA DE GERENCIAMENTO DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE) NA UTFPR: estudo de caso do Câmpus Campo Mourão

por

EVANDRO EIZO RONCAGLIA YABUSHITA

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 12 de setembro de 2013 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a banca examinadora considerou o trabalho APROVADO.

---

Prof. MSc. Thiago Morais de Castro

---

Prof. Dr<sup>a</sup>. Flávia Vieira da Silva Medeiros

---

Prof. Dr. Luciano Fleischfresser

Dedico este trabalho ao meu orientador, meus pais Élide e Eduardo, aos meus irmãos Eduardo, Ettore e Eveline, por seus sábios conselhos, por todo amor e paciência. Meus maiores incentivadores e conselheiros, a quem devo todo meu carinho e admiração.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por me iluminar e me guiar nas escolhas da minha vida, por aquela força em todos os momentos que precisei.

Ao meu orientador Thiago Morais de Castro, pela sabedoria compartilhada, pela amizade que este trabalho nos proporcionou e pela busca de sanar todas as minhas dúvidas.

A todos os professores da Coordenação de Ambiental, pelos ensinamentos transmitidos, as histórias que vão marcar essa etapa da vida.

Ao professor José Hilário Delconte Ferreira pela ajuda com os mapas de localização e os conhecimentos adquiridos.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR por ceder os dados para a elaboração do presente trabalho.

Aos amigos de turma, que nos proporcionaram muitos momentos de alegria, estudos, conhecimentos, papos que não levavam a lugar algum, mas que daqui uns dias irá fazer muita falta.

Aos amigos de universidade, dos diferentes cursos, que sempre davam uma forcinha com as dúvidas que surgiam.

Ao pessoal do Condomínio Vila do Chaves, que mais que amigos, formaram a nossa família em Campo Mourão. Quantas histórias vão ficar... Quantos momentos especiais...

Agradeço a parceria formada com o Wellington R. Rorato, que se tornou o irmão de Campo Mourão.

A Tamires Barlati, por me apoiar em todos os momentos, pelo companheirismo e por fazer parte da minha vida.

Por fim, agradeço a minha família por dar apoio quando mais precisei.

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais  
retorna a seu tamanho original.” Albert Einstein

## RESUMO

YABUSHITA, E. E. R. **INVENTÁRIO E PROPOSTA DE GERENCIAMENTO DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE) NA UTFPR: estudo de caso do Câmpus Campo Mourão**. 2013. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2013.

Objetivo deste trabalho foi elaborar um inventário de emissões de gases de efeito estufa (GEE) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Câmpus Campo Mourão, provenientes das fontes controladas e das atividades administrativas geradas no ano de 2012, buscando propor possíveis formas de gerenciar e neutralizar as emissões de GEE no Câmpus. Tal estudo contribui para o melhor entendimento do efeito estufa, que é um efeito natural, porém as ações antrópicas acabam acelerando esse processo. Para isso foi realizado um levantamento de dados junto a Universidade Tecnológica Federal do Paraná e dados bibliográficos. Utilizou-se a ferramenta de cálculo *GHG Protocol*. Os resultados obtidos mostraram que o Câmpus apresentou uma geração de 945,82 tCO<sub>2e</sub>, sendo que o setor que mais contribuiu para geração foi a combustão estacionária com 92,414%, em seguida foram as fontes provenientes da compra de energia elétrica com 3,988% e os efluentes (esgotos domésticos) geraram 0,021%. As propostas de neutralização deram-se através de plantio de árvores e compra de crédito de carbono. No caso de plantio de árvores seria necessário o plantio de 7.441 árvores que ocupariam uma área de aproximadamente 4,46 ha, vale ressaltar que o ano de estudo foi atípico, pois houve a compra de asfalto que contribuiu significativamente para as emissões.

**Palavras-chave:** emissões de GEE, gerenciamento, GHG Protocol, neutralização.

## ABSTRACT

YABUSHITA, E. E. R. **INVENTORY MANAGEMENT AND PROPOSAL OF GREENHOUSE ESTUFA (GHG) NA UTFPR: case study of the Câmpus Campo Mourão.** In 2013. 53 f. Labor Course Completion (Bachelor of Environmental Engineering) - Federal Technological University of Paraná. Campo Mourao, 2013.

This study aimed to establish an inventory of emissions of greenhouse gases (GHG) from UTFPR, Campus Campo Mourão, derived from controlled sources and administrative activities generated in 2012, trying to propose possible ways to manage and neutralize GHG emissions the Campus. This study contributes to a better understanding of the greenhouse effect, which is a natural, but anthropogenic actions end up accelerating this process. For this was a survey of data from the Federal Technological University of Paraná and bibliographic data. We used the GHG Protocol calculation tool. The results were that the Campus had a generation of 945.82 tCO<sub>2</sub>e, and the sector that contributed to the generation was stationary combustion with 92.414%, then the sources were from the purchase of electricity with 3,988% and effluent (wastewater) generated 0.021%. The proposed neutralization gave up through planting trees and buying carbon credits. In the case of tree planting would require the planting of 7,441 trees that occupy an area of approximately 4.46 ha, it is noteworthy that the study year was atypical because it was the purchase of asphalt which contributed significantly to emissions.

**Keywords:** GHG emission, management, neutralization, GHG Protocol.



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Potencial de Aquecimento Global dos GEE.....	23
Tabela 2 - Classificação de emissões pelo <i>GHG Protocol</i> e ISO 14.064-1.....	34
Tabela 3 - Fatores de emissão das fontes estacionárias.....	37
Tabela 4 - Fatores de emissão de fontes móveis.....	38
Tabela 5 - Emissões totais com relação à Combustão estacionária.....	39
Tabela 6 – Emissões totais de fontes móveis.....	40
Tabela 7 - Caracterização dos resíduos sólidos do Câmpus.....	42
Tabela 8 - Emissões totais de GEE de fontes móveis e estacionárias.....	43

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Camadas Atmosféricas .....	17
Figura 2 - Esquema ilustrativo do efeito estufa. ....	22
Figura 3 – Escopos de Emissões de GEE pelo <i>GHG Protocol</i> .....	27
Figura 4 - Esquema ilustrativo da área de estudo. ....	32
Figura 5 - Passo a passo para identificação e cálculo de GEEs. ....	33
Figura 6 - Gráfico das emissões de GEE por combustão estacionária. ....	39
Figura 7 – Gráfico de emissões de GEE por combustão móvel. ....	41
Figura 8 – Gráfico de emissões totais de GEE. ....	44
Figura 9 - Emissões totais de GEE sem a compra do asfalto.....	44

## LISTA DE SIGLAS, SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

IPCC - *Intergovernmental Panel on Climate Change*

GEE - Gases do Efeito Estufa

UNFCCC - *United Nations Framework Convention on Climate Change*

COP - Conferências das Partes

UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

GHG - *GreenHouse Gas*

°C – Graus celsius

ATM – Atmosférico

N<sub>2</sub> – Nitrogênio

O<sub>2</sub> – Oxigênio

Ne – Neônio

He – Hélio

CH<sub>4</sub> - Metano

Kr - Criptônio

N<sub>2</sub>O - Óxido nitroso

Xe - Xenônio

SO<sub>2</sub> - Dióxido de enxofre

O<sub>3</sub> - Ozônio

NO<sub>2</sub> - Dióxido de nitrogênio

NH<sub>3</sub> - Amônia

CO - Monóxido de carbono

CO<sub>2</sub> – Dióxido de carbono

H<sub>2</sub>O – Água

PRONAR - Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar

CFC's – Clorofluorcarbonos

GWP - Potencial de Aquecimento Global ou Global Warming Potential

CO<sub>2e</sub> - Carbono equivalente

UTF – Universidade Federal do Tocantis

ESALQ/USP - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

tCO<sub>2e</sub> - Toneladas de Carbono Equivalente

GLP – Gás Liquefeito de Petróleo

COGERH – Coordenadoria de Gestão de Recursos Humanos

DIREC – Diretoria de Relações Empresariais e Comunitárias

mg.L<sup>-1</sup> – Miligramas por litro

LULUCF - *Land Use, Land-Use Change in Forestry*

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2 OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS .....</b>	<b>16</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
<b>3 REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>17</b>
3.1 COMPOSIÇÃO DA ATMOSFERA.....	17
3.2 POLUIÇÃO DO AR .....	18
3.2.1 Fontes Fixas.....	19
3.2.2 Fontes Móveis.....	19
3.3 LEGISLAÇÃO .....	20
3.4 EFEITO ESTUFA.....	22
3.5 INVENTÁRIO E GERENCIAMENTO DE GEE .....	24
3.6 QUANTIFICAÇÃO DE GEE .....	28
3.6.1 Emissão de CO <sub>2</sub> por consumo de combustível.....	28
3.6.2 Emissão de CO <sub>2</sub> por consumo de energia elétrica .....	28
3.6.3 Emissão de CO <sub>2</sub> por Resíduos Sólidos e Esgoto Sanitário.....	29
3.6.4 Cálculo de neutralização.....	29
<b>4 METODOLOGIA.....</b>	<b>32</b>
4.1 ÁREA DE ESTUDO .....	32
4.2 DESCRIÇÃO DAS METODOLOGIAS <i>GHG PROTOCOL</i> E NORMA ISO 14.064-1.....	33
4.3 ELABORAÇÃO DO INVENTÁRIO DE GEE .....	34
4.3.1 Abordagem de cálculo.....	35
4.3.2 Coleta de dados.....	35
4.3.3 Ferramenta de Cálculo .....	36
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>37</b>
5.1 Geração e Quantificação de GEE.....	37
5.2 Neutralização e Proposta de Gerenciamento de GEE.....	46
<b>6 CONCLUSÕES .....</b>	<b>48</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>49</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos 150 anos, a temperatura do planeta Terra subiu aproximadamente 0,8°C, e diferentes projeções realizadas pelo *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) apontam relação entre a elevação no ritmo de aquecimento da Terra entre 0,1 e 0,2°C por década para os próximos anos, com o contínuo aumento da concentração na atmosfera dos Gases do Efeito Estufa (GEE) (IPCC, 2007).

De acordo com Almeida (2011), no mesmo ritmo da evolução da temperatura ocorre o aumento populacional, que atualmente já ultrapassou sete bilhões de habitantes, o que representa um vertiginoso aumento na demanda por produtos e serviços e por consequência o aumento de emissões de GEE. Com base nessas informações, o aquecimento global acelerado pela influência das atividades antrópicas é fato comprovado e, caso a humanidade não consiga reverter às tendências dessas projeções, as consequências do aquecimento global para o meio ambiente, sociedade e economia serão cada vez mais significativas.

Os principais instrumentos para tratar das mudanças climáticas no âmbito internacional são a *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC) e o Protocolo de Quioto. Para gerir o Protocolo de Quioto realiza-se as Conferências das Partes (COPs), que dão direcionamento ao acordo internacional. A COP decide sobre aplicações e funcionamento das diretrizes do tratado, a implementação dos mecanismos previstos e o cumprimento das metas estabelecidas. Para isso são realizados encontros anuais em que são realizadas revisões de estado de implementação da Convenção e são discutidas as melhores formas de se lidar com a mudança do clima (ALMEIDA, 2011).

O Brasil é o quarto maior emissor de GEE do mundo (5,84% do total mundial), signatário da UNFCCC e do Protocolo de Quioto, e que apresenta emissões *per capita* mais próximas dos países desenvolvidos, como os membros da União Europeia, do que das emissões dos países em desenvolvimento (WRI, 2009). Levando tal fato em conta faz-se necessário o estudo sobre as fontes de emissões de GEE.

Tendo em vista que na sociedade atual, cada vez mais se busca o desenvolvimento sustentável, medidas como a realização do inventário de GEE se

apresenta de maneira imprescindível. Desta forma, o Câmpus de Campo Mourão da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) pode servir de referência para os demais Câmpus, Instituições, Universidades e Organizações em geral (empresas, setores públicos, etc.), porque com o desenvolvimento do inventário de emissões de GEE, as instituições, organizações, etc. tomam uma postura proativa quanto à legislação pertinente, onde se observa que há a possibilidade de ser cobrado esse inventário de GEE.

Outro fator decisivo quanto à realização do inventário é o seu gerenciamento, levando em conta que não basta apenas inventariar, mas deve-se garantir um bom gerenciamento dos objetivos propostos (ALMEIDA, 2011).

As instituições de ensino, que se propõem a identificar e mitigar os riscos ambientais associados às emissões de GEE acabam posicionando-se de forma antecipada às legislações cada vez mais restritivas, que já começam a vigorar e criam assim, oportunidade de introduzir atividades sustentáveis em sua rotina operacional. Esta atitude a torna mais eficiente, menos intensiva em carbono e socioambientalmente mais responsáveis, além, é claro, de poderem diminuir as emissões de GEE e obter ganhos financeiros e de reputação a partir disso (PINHO, 2009).

## 2 OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Elaborar um inventário de emissões de gases de efeito estufa (GEE) da UTFPR, Câmpus Campo Mourão, no ano de 2012 e propor um gerenciamento das emissões.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar a coleta de dados para a elaboração do Inventário de GEE nos setores responsáveis para subsidiar o trabalho.
- Utilizar a ferramenta *GHG Protocol* para calcular as quantidades de GEE gerados na Universidade.
- Elaborar o Inventário de GEE da UTFPR, Câmpus Campo Mourão, tendo como ano base 2012.
- Propor formas de gerenciar e neutralizar as emissões de GEE no Câmpus.



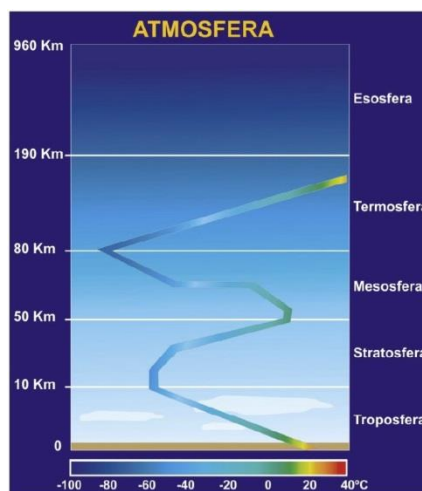
### 3 REVISÃO DA LITERATURA

Neste tópico será apresentado o embasamento teórico, que servirá de base para a fundamentação do estudo realizado. Este tópico introduzirá o assunto relatando sobre a composição da atmosfera, sobre a poluição do ar, o efeito estufa, a legislação pertinente ao assunto, além de explicar o que é um inventário de efeito estufa.

#### 3.1 COMPOSIÇÃO DA ATMOSFERA

A atmosfera nada mais é do que uma mistura de gases inodora e incolor que forma uma capa delgada ao redor da Terra. A composição desta mescla, desde o nível do solo até uma altitude de 70 km é notavelmente constante, com pequenas variações devido à presença do vapor d'água (LISBOA, 2007).

A atmosfera é dividida em camadas: troposfera, estratosfera, mesosfera, termosfera e exosfera. Essa divisão está diretamente relacionada à temperatura. A Figura 1 apresenta um esquema da composição da atmosfera conforme variação da altitude.



**Figura 1 – Camadas Atmosféricas**  
Fonte: Adaptado de Moreira (2004).

A troposfera se estende a partir da superfície terrestre até uma altitude de aproximadamente 11 km, apresenta média de temperatura de 15°C ao nível do mar e de -56°C no limite superior. É uma camada de ar estreita e densa que contém praticamente toda a massa gasosa da atmosfera (75%), além de quase todo vapor de água e aerossóis. É nesta zona que ocorrem os fenômenos de aquecimento global e mudanças climáticas, acentuados pela intervenção humana e que vem se agravando nos últimos anos (RIBEIRO, 2000).

A estratosfera se estende entre 11 km até aproximadamente 50 km. A temperatura média da estratosfera aumenta de -56°C no limite com a troposfera até 2°C na fronteira superior. A razão deste aumento é a absorção da energia solar ultravioleta pelo ozônio na estratosfera (MANAHAN, 2000).

De acordo com Manahan (2000), a atmosfera tem mudado a sua composição com a evolução do planeta Terra. Atualmente a atmosfera é composta principalmente de nitrogênio ( $N_2$ ), representando 78,1% do volume de proporção de mistura, oxigênio ( $O_2$ ), compondo 20,9% do volume de proporção de mistura, entre outros gases como argônio (Ar), o neônio (Ne), hélio (He), metano ( $CH_4$ ), criptônio (Kr), óxido nitroso ( $N_2O$ ), xenônio (Xe), dióxido de enxofre ( $SO_2$ ), ozônio ( $O_3$ ), dióxido de nitrogênio ( $NO_2$ ), amônia ( $NH_3$ ), monóxido de carbono (CO) e dióxido de carbono ( $CO_2$ ) que compõe 1,0% do volume de proporção de mistura. (BAIRD, 2002).

Os principais gases constituintes da atmosfera, com exceção do vapor de água, pouco interagem com a radiação solar e não interferem na radiação de infravermelho emitida pela Terra. No entanto, há uma série de gases, como dióxido de carbono ( $CO_2$ ), metano ( $CH_4$ ), óxido nitroso ( $N_2O$ ), ozônio ( $O_3$ ), que absorvem e emitem radiação infravermelha, denominados de GEE e mesmo com uma baixa representatividade (menos de 0,1%) na composição da atmosfera, desempenham um papel essencial no balanço energético da Terra. O vapor de água ( $H_2O$ ), também representa um gás de efeito estufa natural (IPCC, 2001).

### 3.2 POLUIÇÃO DO AR

O termo “poluição” significa a degradação do ambiente resultante de atividades que direta ou indiretamente prejudiquem a saúde, a segurança, e o bem-

estar da população, ou criem condições adversas às atividades sociais econômicas, ou afetem desfavoravelmente a biota, ou afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente, ou emitam matéria ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos (Lei Federal 6.938/81, Artigo 3º, inciso III).

Não podemos considerar qualquer atividade que altera a composição da atmosfera como poluição. Entendemos poluição atmosférica como sendo a presença ou o lançamento de uma substância na atmosfera que se mantém acima de um limiar de aceitabilidade para o bem-estar de seres humanos, animais, infraestrutura ou do meio ambiente em geral. Isso significa, também, que o conceito de poluição é algo dinâmico, porque nós definimos os limites (SEMA, 2009).

Existem dois tipos de fontes de poluição, as fontes fixas e as fontes móveis que são explicadas a seguir.

### 3.2.1 Fontes Fixas

São aquelas que normalmente ocupam na comunidade uma área relativamente limitada, sendo quase todas de natureza industrial e possibilitam a avaliação na base fonte por fonte. Tais fontes são também chamadas de fixas ou estacionárias.

De acordo com a Resolução CONAMA 382/2006, fonte fixa de emissão é qualquer instalação, equipamento ou processo, por exemplo, caldeiras e plataforma marítima de petróleo, situado em local fixo, que libere ou emita matéria para a atmosfera, por emissão pontual ou fugitiva.

### 3.2.2 Fontes Móveis

Os veículos automotores constituem, juntamente com trens, aviões, embarcações marinhas, as chamadas fontes móveis de poluição do ar. Dentre estas, os veículos se destacam como as principais fontes.

De acordo com a Resolução SEMA 054/2006, fontes móveis são qualquer instalação, equipamento ou processo natural ou artificial em movimento, que libere ou emita matéria ou energia para a atmosfera.

### 3.3 LEGISLAÇÃO

Segundo Pereira Jr. (2007), a legislação federal brasileira que regulamenta a qualidade do meio ambiente, relacionando-a com a poluição do ar, das águas e do solo, teve início com o Decreto-Lei nº 1.413, de 14 de agosto de 1975, que dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente provocada por atividades industriais. Posteriormente, o Decreto-Lei nº 1.413/1975 foi complementado pela Lei nº 6.803, de 02 de julho de 1980, que dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição e dá outras providências. Tanto o Decreto-Lei nº 1.413/1975, como a Lei nº 6.803/1980, foram concebidos em decorrência dos graves problemas de poluição do ar em regiões densamente industrializadas, entre as quais Cubatão, em São Paulo. Estas leis estabeleceram regras para a localização de áreas industriais e as limitações de uso em seus entornos e não tratam especificamente de limites de emissão.

A Lei nº 6.938/1981 atribui ao Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA – entre outras, a competência para estabelecer, privativamente, normas e padrões nacionais de controle da poluição por veículos automotores, aeronaves e embarcações, mediante audiência dos Ministérios competentes (Art. 8º, inciso VI), e para estabelecer normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente com vistas ao uso racional dos recursos ambientais, principalmente os hídricos.

Segundo Pereira Jr. (2007), com base nas competências a ele atribuídas pela Lei nº 6.938/1981, o CONAMA vem estabelecendo, por meio de resoluções as normas para o controle de poluentes do ar por fontes fixas e móveis, assim considerados os veículos automotores.

Em junho de 1989 criou-se a Resolução CONAMA 005, que institui o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar – PRONAR, como um dos

instrumentos básicos da gestão ambiental para proteção da saúde e bem estar das populações e melhoria da qualidade de vida com o objetivo de permitir o desenvolvimento econômico e social do país de forma ambientalmente segura, pela limitação dos níveis de emissão de poluentes por fontes de poluição atmosférica, visando uma melhoria na qualidade do ar; o atendimento aos padrões estabelecidos; o não comprometimento da qualidade do ar em áreas consideradas não degradadas.

Entende-se por limite máximo de emissão a quantidade de poluentes permissível de ser lançada por fontes poluidoras para a atmosfera. Os limites máximos de emissão serão diferenciados em função da classificação de usos pretendidos para as diversas áreas e serão mais rígidos para fontes novas de poluição (CONAMA 005, 1989).

De acordo com a Resolução CONAMA 03/1990, são padrões de qualidade do ar as concentrações de poluentes atmosféricos que, 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.

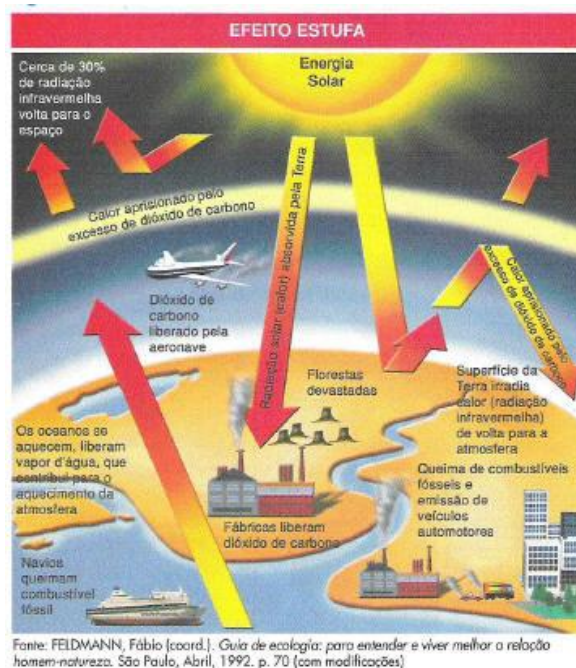
Segundo a resolução CONAMA 03/1990, poluentes atmosféricos são qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar, impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde; inconveniente ao bem-estar público; danoso aos materiais, à fauna e flora; prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade.

Ainda de acordo com a resolução CONAMA 03/1990, os padrões primários de qualidade do ar são as concentrações de poluentes que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população. Padrões secundários de qualidade do ar são as concentrações de poluentes abaixo das quais prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população, assim como o mínimo dano à fauna, à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral.

### 3.4 EFEITO ESTUFA

O efeito estufa dentro de uma determinada faixa é de vital importância, pois, sem ele, a vida no planeta Terra não poderia existir na sua forma atual. Porém, a concentração de GEE na atmosfera nas últimas décadas sofreu uma elevação muito brusca, condicionada principalmente pelas ações antrópicas (IPCC, 1990).

Dos raios solares que chegam à Terra, cerca de 30% não conseguem atravessar a atmosfera e são refletidos de volta para o espaço, ou outros 70% dos raios conseguem atingir a atmosfera e a superfície terrestre, sendo geralmente absorvidos. Ao ser aquecida por essa radiação, a superfície terrestre passa a liberar energia na forma de calor. Parte dessa energia emitida se perde no espaço, o restante é absorvido por certos gases atmosféricos, presentes normalmente em quantidades muito pequenas. A energia absorvida é então irradiada de volta à superfície terrestre. Esse fenômeno natural, chamado de efeito estufa, é o responsável pela manutenção do calor do planeta (HELENE, 2007). Podemos compreender melhor esse fenômeno analisando a Figura 2 onde é apresentado um esquema ilustrativo do efeito estufa.



**Figura 2 - Esquema ilustrativo do efeito estufa.**

A emissão dos chamados gases de efeito estufa (GEE), dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ) óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) e clorofluorcarbonos (CFC's) aumenta a quantidade de energia que é mantida na atmosfera em decorrência da absorção do calor refletido ou emitido pela superfície do planeta, o que provoca a elevação da temperatura da atmosfera. Admite-se que, além de provocar modificações climáticas, o aquecimento da Terra possa causar a elevação do nível médio dos mares, ter impactos na agricultura e na silvicultura, afetando todas as formas de vida do planeta (BRAGA, 2005).

A Tabela 1 apresenta o Potencial de Aquecimento Global, ou Global Warming Potential (GWP), também conhecido como fator de aquecimento global, é a representação numérica da influência de um gás sobre o efeito estufa, bem como do comportamento de suas moléculas quanto à absorção e retenção de calor e de seu tempo de permanência na atmosfera. O índice é determinado a partir de medições feitas em escalas de 20, 100 e 500 anos, que usam o GWP do dióxido de carbono para definir o potencial de aquecimento global dos demais GEEs. Daí a expressão carbono equivalente, cuja sigla é  $\text{CO}_2\text{e}$ . A escolha do dióxido de carbono como padrão de referência se justifica por ser o gás que mais contribui para o efeito estufa atualmente. Por convenção, seu GWP tem valor um.

Tabela 1 – Potencial de Aquecimento Global dos GEE.

<b>Compostos</b>	<b>Fórmula Química</b>	<b>Potencial de Aquecimento Global (Horizonte de Tempo) 100 anos</b>
Dióxido de Carbono	$\text{CO}_2$	1
Metano	$\text{CH}_4$	21
Óxido nitroso	$\text{N}_2\text{O}$	310
CFCs	---	140 a 23.900

Fonte: Adaptado CETESB (2013).

Qualquer fator que o altere processo natural do efeito estufa, ou mesmo a distribuição da energia dentro da atmosfera, pode afetar o clima, alterando as temperaturas atmosféricas e oceânicas e os correspondentes padrões de circulação e tempo, bem como o ciclo hidrológico (MOREIRA, 2009).

Atualmente, o homem está não apenas provocando o aumento da concentração de dióxido de carbono e metano que naturalmente acarretam o efeito estufa na atmosfera, como também está poluindo-a com quantidades enormes de clorofluorcarbonos (CFC's), causando o agravamento do efeito estufa (HELENE, 2007).

De acordo com Rocha (2003), as atividades econômicas e industriais estão em constante crescimento, ocasionando uma constante modificação na biosfera, resultando quase na duplicação da concentração de GEE na atmosfera no período de 1750 a 1998. Em longo prazo, a temperatura média terrestre tende a aumentar, o que resultará na alteração de ecossistemas, elevação do nível dos oceanos em razão do derretimento de geleiras, dificuldades na produção de alimento, afetando conseqüentemente todas as formas de vida no planeta (BRAGA, 2005).

Um ponto importante sobre as mudanças climáticas, é que o clima da Terra seguiu um padrão climático mundial regular durante os últimos 400 mil anos, período no qual as mudanças climáticas foram provocadas por causas naturais, como as variações na órbita da Terra que afetou a quantidade de luz recebia pelo planeta (MOREIRA, 2009). Atualmente, em razão das atividades antrópicas que aumentaram a quantidade emitida de GEE, a variabilidade da temperatura está maior do que o esperado e, por isso a preocupação em encontrar atividades que mitiguem essas emissões e seus efeitos agravantes à elevação da temperatura terrestre (IPCC, 1992).

### 3.5 INVENTÁRIO E GERENCIAMENTO DE GEE

A elaboração de inventário de GEE é o primeiro passo para que uma organização contribua para o combate à mudança do clima, pois determina a quantidade e a origem (fontes) das emissões a serem reduzidas.

O inventário de emissões é uma espécie de “raio-X” que se faz em uma empresa, grupo de empresas, setor econômico, cidade, estado ou país. Fazer a contabilidade em GEE significa quantificar e organizar dados sobre emissões com base em padrões e protocolos e atribuir essas emissões corretamente a uma unidade de negócio, empresa, país ou outra entidade (WRI, 2010).



O gerenciamento de GEE representa uma nova modalidade de gestão dentro das corporações na medida em que introduz uma nova cultura organizacional e demanda a implementação de novas rotinas operacionais que visam o controle eficaz dessas emissões (PINHO, 2009).

Tal gerenciamento começa a partir do conhecimento de quanto uma empresa emite através dos inventários de emissões GEE (ou carbon footprints<sup>1</sup>), que fornecem informações gerenciais para que sejam tomadas ações visando à redução de emissões, o que destaca tais empresas como líderes em desempenho climático. Estas empresas já entenderam que os custos com o gerenciamento de GEE são mais do que compensados pelos benefícios e pelas oportunidades criadas por este novo conceito de gestão, que além de mitigar seus impactos ambientais ainda agregam valor a sua imagem corporativa (HALL e LEE, 2008).

Um inventário de emissões deve ser estabelecido como um processo contínuo, que permita identificar a evolução dos esforços de mitigação de uma instituição ou região e aprimorar essas medidas progressivamente. Para colocar em prática um inventário de emissões, é importante adotar metodologias ou protocolos reconhecidos, como é o caso do *GHG Protocol (Greenhouse Gas Emissions)* e da Norma ISO 14.064-1/2007<sup>2</sup>.

O Programa Brasileiro *GHG Protocol* tem como objetivo estimular a cultura corporativa para a elaboração e publicação de inventários de emissões de GEE, proporcionando aos participantes o acesso a instrumentos e padrões de qualidade internacional.

De acordo com Pinho (2009), as vantagens de se investir no gerenciamento de GEE inserindo-o, ou não, no já implementado sistema de gestão ambiental das empresas são:

- Fazer negócios da maneira correta - significa priorizar a questão climática necessária para continuidade das atividades econômicas num mundo onde a questão ambiental ocupa cada vez mais espaço na agenda internacional,

---

<sup>1</sup> Pegada carbônica, expressão utilizada para calcular as emissões de GEE.

<sup>2</sup> Parte da ABNT NBR ISO 14064 que especifica princípios e requisitos no âmbito da organização para a quantificação e para a elaboração de relatórios de emissões e remoções de gases de efeito estufa (GEE). Inclui determinações para o projeto, o desenvolvimento, o gerenciamento, a elaboração de relatórios e a verificação de um inventário de GEE da organização.

propiciando o desenvolvimento sustentável com respeito ao atendimento das necessidades de futuras gerações;

- Redução de custos – ao tornar os processos produtivos mais eficientes e climaticamente mais amigáveis a empresa diminui o consumo de insumos e combustíveis, reduzindo, assim seus custos operacionais e agregando valor ao seu negócio;
- Ganhos de imagem corporativa – cada vez mais se vê no mercado internacional o ganho de imagem que uma empresa tem com a divulgação de seus êxitos na redução das emissões de GEE. A reputação e a credibilidade da empresa são favorecidas na medida em que os consumidores finais a associam a um negócio que respeita o meio ambiente. Assim, com a empresa exposta à mídia, o ganho de imagem favorece a escolha por parte destes consumidores finais que praticam o consumo consciente, cada vez mais crescente no mundo.

Segundo Pinho (2009), O gerenciamento de GEE compreende: (i) a conscientização das partes interessadas desde os funcionários até a alta administração, passando por fornecedores e revendedores; (ii) a implementação de ferramentas para coleta e gerenciamento das informações de carbono necessárias aos cálculos das emissões; (iii) a verificação interna e externa dos cálculos e evidências comprobatórias das emissões; (iv) o estabelecimento de objetivos, planos e metas de redução de emissões; (v) a execução das ações de redução de emissões e finalmente, (vi) a comunicação interna e pública das emissões e do compromisso da empresa em abatê-las.

A metodologia apresentada no Programa Brasileiro *GHG Protocol* divide as emissões em três grandes escopos (WRI, 2010):

- Emissões de Escopo 1

As indústrias que geram emissões de processos e que possuem ou controlam plantas de geração de eletricidade normalmente terão emissões diretas de todas as categorias principais de fontes. Já as empresas que possuem atividades em escritório poderão não ter quaisquer emissões diretas, exceto se possuírem ou operarem um veículo, equipamento que realize combustão ou equipamento de refrigeração e ar condicionado, na Figura 3 são apresentados exemplos dessas emissões (WRI, 2010).

- Emissões de Escopo 2

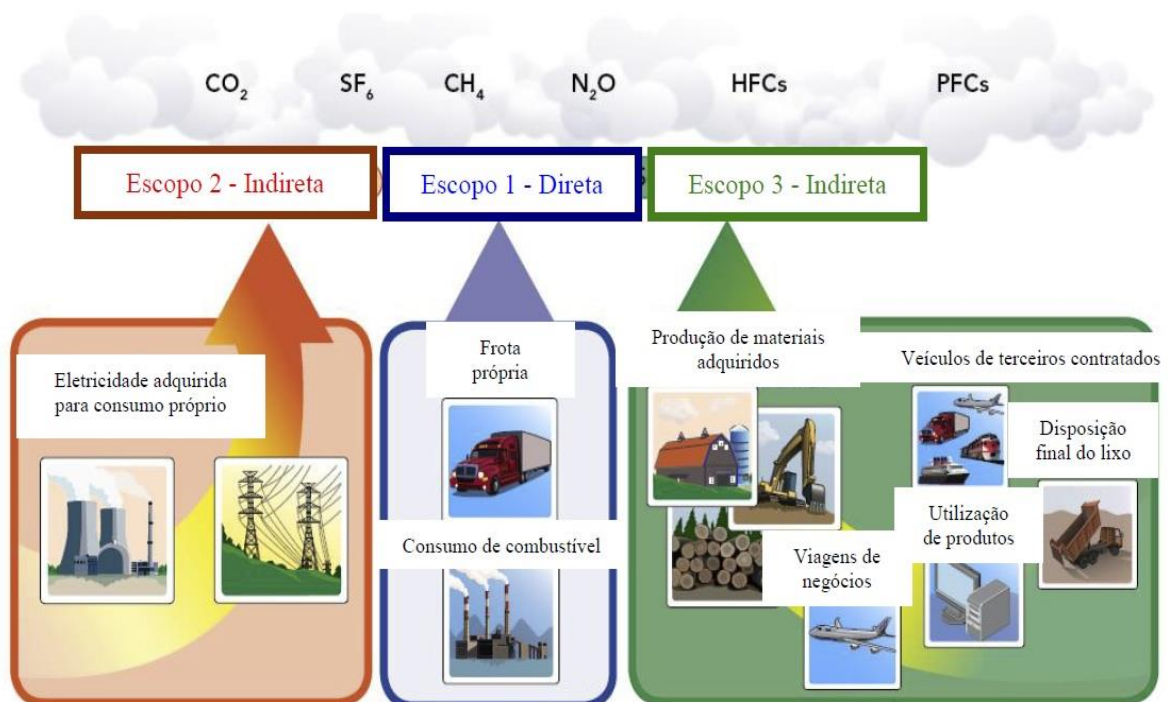
São as emissões referentes ao consumo de eletricidade, calor ou vapor adquiridos por uma empresa/organização, na Figura 3 são apresentados exemplos dessas emissões.

Quase todos os tipos de negócios geram emissões indiretas, devido à compra de eletricidade, que é utilizada em seus processos ou serviços (WRI, 2010).

- Emissões de Escopo 3

São as outras emissões indiretas provenientes de atividades up-stream (cadeia de suprimentos) e downstream (revendedores, distribuição, uso do produto, disposição final) de uma empresa, assim como emissões associadas aos contratos outsourcing de fábrica ou franchising, não incluídos nos escopos 1 e 2, na Figura 3 são apresentados exemplos dessas emissões (WRI, 2010).

A contabilização do escopo 3 é opcional.



**Figura 3 – Escopos de Emissões de GEE pelo GHG Protocol.**

Fonte: Adaptado de Pinho (2009).

### 3.6 QUANTIFICAÇÃO DE GEE

Neste tópico será apresentado como quantificar os GEE, o que são emissões, as diversas fontes de emissões. E como realizar as conversões de combustíveis utilizados em CO<sub>2e</sub>.

#### 3.6.1 Emissão de CO<sub>2</sub> por consumo de combustível

De acordo com IPCC (2006), para o cálculo das emissões de CO<sub>2</sub> por consumo de diversos tipos de combustíveis (tanto fontes fixas, quanto móveis) emprega-se a Equação 1:

$$\text{Emissão} = \sum_j(\text{Combustível}_j * \text{EF}_j) \quad \text{Eq.(1)}$$

Onde: Emissão = Emissão de CO<sub>2</sub> (kg); Combustível<sub>j</sub> = Combustível consumido (T<sub>j</sub>); EF<sub>j</sub> = Fator de Emissão do combustível<sub>j</sub> (kg.T<sub>j</sub><sup>-1</sup>); j = Tipo de combustível (álcool, biodiesel, diesel, gasolina e GLP).

As unidades das variáveis combustível e EF foram substituídas, respectivamente pelas unidades litro (L) e quilograma por litro (kg.L<sup>-1</sup>), para se adequar ao cenário brasileiro.

#### 3.6.2 Emissão de CO<sub>2</sub> por consumo de energia elétrica

As emissões indiretas de CO<sub>2</sub> por consumo de energia elétrica, durante a realização das atividades administrativas e acadêmicas foram calculadas conforme a Equação 2 desenvolvida a partir dos princípios da abordagem de cálculo de emissão por fatores de emissão do IPCC (2006):

$$\text{Emissão} = \text{CE}_y * \text{EF}_y^{\text{rede}} \quad \text{Eq.(2)}$$

Onde: Emissão = Emissão de CO<sub>2</sub> por consumo de energia elétrica, no ano y (t);  $CE_y$  = Consumo de energia elétrica, no ano y (MWh);  $EF_y^{rede}$  = Fator de emissão de CO<sub>2</sub> do ano y pela rede elétrica (t.MWh<sup>-1</sup>).

### 3.6.3 Emissão de CO<sub>2</sub> por Resíduos Sólidos e Esgoto Sanitário

A quantidade de CO<sub>2e</sub> gerada por resíduos sólidos será quantificada pela ferramenta de cálculo do *GHG Protocol*, a partir da composição gravimétrica levantada por Divensi et al. (2011) e a ferramenta realizará a conversão de matéria aterrada em metano (NH<sub>4</sub>) e posteriormente em CO<sub>2e</sub>.

Já a quantidade de CO<sub>2e</sub> gerada por esgoto sanitário, será quantificada pela ferramenta do *GHG Protocol*, em que serão fornecidos os dados levantados por Ferreira (2012) e a ferramenta realizará a conversão da quantidade de DBO ou DQO, em N<sub>2</sub>O e CH<sub>4</sub>, e posteriormente fará a conversão destes em CO<sub>2e</sub>.

### 3.6.4 Cálculo de neutralização

Em um estudo realizado por Azevedo e Quintino (2010), sobre neutralização de emissões de GEE, constataram que:

A neutralização do CO<sub>2e</sub> emitido nada mais é do que a retirada de CO<sub>2</sub> da atmosfera e conversão deste em biomassa pela reação de fotossíntese. A reação permite o crescimento das árvores e o acúmulo de biomassa através da absorção CO<sub>2</sub> e liberação de oxigênio (O<sub>2</sub>) na atmosfera, fixando o carbono (C) nos troncos, galhos, folhas e raízes. Este carbono fica aprisionado ali até a morte natural da árvore ou até que seja cortada e queimada.

Em uma árvore adulta aproximadamente 50% é biomassa, a outra metade é água. Esta relação varia de acordo com a densidade da madeira de cada espécime. Em indivíduos de crescimento rápido a madeira é mole (baixa densidade), dessa forma não capturam muito carbono, já os indivíduos de crescimento tardio

(densidade alta), a quantidade de carbono capturada é muito maior (AZEVEDO e QUINTINO, 2010).

A partir do resultado final de emissão de GEE em tCO<sub>2e</sub> e de dados de fixação de carbono pelas árvores, estipula-se o número de espécimes arbóreas nativas a serem plantadas para neutralização de CO<sub>2</sub> emitido pelo período de um ano, por meio da Equação 3:

$$N = [(E_t) * 1,2] \quad \text{Eq.(3)}$$

Onde: N = Número de árvores a serem plantadas; Et = Emissão total de GEE estimado no cálculo de emissão (tCO<sub>2e</sub>); Ff = Fator de fixação de carbono em biomassa no local de plantio (tCO<sub>2e</sub>/árvore); 1,2 = Fator de compensação para possíveis perdas com mudas, como morte natural ou problemas com o plantio.

De acordo com Azevedo e Quintino (2010), o fator de fixação de carbono sequestrado da atmosfera pelas plantas, que por sua vez, depende das diferenças das espécies, solo, clima e tipo de vegetação.

Segundo Santos (2010), a determinação do fator de fixação de carbono em biomassa para o plantio de árvores nativas, foi realizada com base nos dados apresentados em *Goods Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change in Forestry* (LULUCF) publicado pelo IPCC no ano de 2003, o Incremento Médio Anual (IMA) de biomassa para florestas tropicais e subtropicais em processo de regeneração natural.

De acordo com IPCC (2003), o valor por omissão do IMA da biomassa viva acima do solo em processo de regeneração natural das florestas situadas em regiões da América que tem clima tropical ou subtropical úmido com uma estação seca curta com precipitação (P) anual de 200 > P > 1000mm, é 7 toneladas de matéria seca.ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> para florestas com idade ≤ 20 anos e 2 toneladas de matéria seca.ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> para florestas com idade > 20 anos. O valor por omissão do IMA da biomassa abaixo do solo pode ser considerado igual a 0. A incerteza por omissão do IMA da biomassa viva acima do solo é de ± 43% em torno da média do IMA, devido as diferentes espécies escolhidas para o plantio, visto que diferentes espécies possuem diferentes fatores de fixação, dessa forma adota-se esse valor de incerteza. A fração de carbono na matéria seca por omissão é igual a 50 % ou 0,5.

Considerando as informações acima, o cálculo do fator de fixação de carbono por árvore será realizado por meio da equação 4:

$$tCO_{2e} \cdot (\text{árvore} \cdot \text{ano})^{-1} = \frac{\text{IMA} * \left( \frac{tC}{tseca} \right) * (44/12)}{n^{\circ} \text{árvore/ha}} \quad \text{Eq.(4)}$$

Onde:  $tCO_{2e} \cdot (\text{árvore} \cdot \text{ano})^{-1}$  = toneladas de  $CO_{2e}$  sequestrado por árvore em um ano; IMA = Incremento Médio Anual da biomassa viva acima do solo mais o IMA da biomassa viva abaixo do solo (toneladas de matéria seca. $(ha \cdot ano)^{-1}$ ); 44/12 = Conversão de C para  $CO_2$ ;  $n^{\circ} \text{árvores} \cdot ha^{-1}$  = Número de árvores por hectare em fase de crescimento.

O número de árvores para cada hectare utilizado para realizar o cálculo será de 1.667  $\text{árvores} \cdot ha^{-1}$ , visto que, de acordo com Bechara (2006), o plantio tradicional de espécies arbóreas para a recuperação de áreas degradadas, é realizado sob espaçamento 2 x 3 metros, totalizando aproximadamente 1.667 árvores por hectare.

## 4 METODOLOGIA

Neste tópico será descrita a metodologia utilizada para a realização do presente trabalho. Para melhor entendimento a metodologia será dividida em subtópicos para melhor compreensão. A metodologia apresenta a área de estudo, as descrições das metodologias de quantificação de GEE e a elaboração do inventário de GEE.

### 4.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo do Trabalho de Conclusão de Curso limita-se ao Câmpus de Campo Mourão da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, localizada na Rodovia BR 369 – km 0,5 com retângulo envolvente com coordenadas P1: S 24° 03' 49" O 52° 23' 16" e P2 S 24° 03' 36" O 52° 23' 05", com altitude de 588 metros, ilustrada na Figura 4.

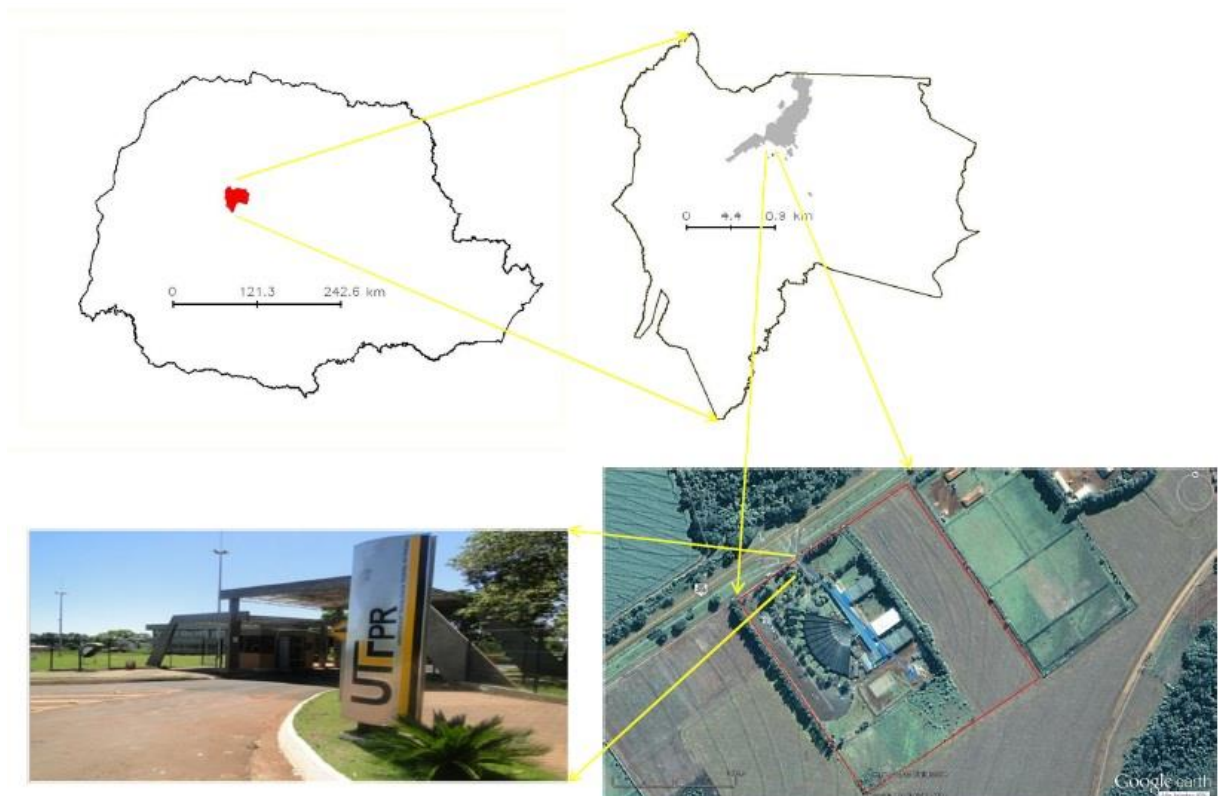


Figura 4 - Esquema ilustrativo da área de estudo.



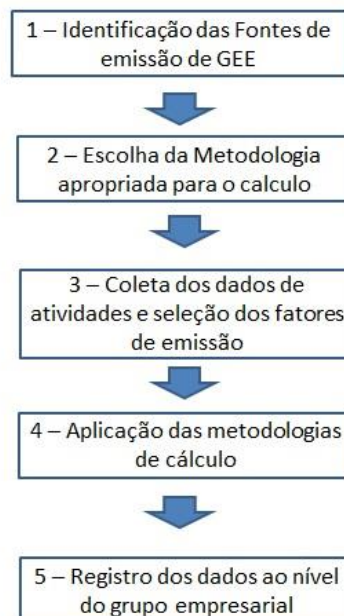
## 4.2 DESCRIÇÃO DAS METODOLOGIAS *GHG PROTOCOL* E NORMA ISO 14.064-1

De acordo com Pinho (2009), o primeiro passo para o gerenciamento de GEE é a concepção de um inventário de emissões, no qual serão contabilizadas as fontes dentro do escopo de gerenciamento de uma organização/empresa.

Atualmente existem três instrumentos amplamente utilizados e reconhecidos internacionalmente para quantificação das emissões: o *GHG Protocol*, a Norma ABNT ISO 14.064-1 e o PAS 2050 do Defra<sup>3</sup>. No Brasil, os dois primeiros são mais recomendáveis. Contudo, nada impede uma empresa de relatar voluntariamente seus GEE sob as regras do instrumento PAS (PINHO, 2009).

No presente trabalho será utilizada somente a metodologia do *GHG Protocol*, ressaltando-se que essa metodologia já foi adaptada ao cenário brasileiro.

Segundo Pinho (2009), a concepção do inventário compreende as etapas: identificação das fontes de emissão de GEE; escolha de metodologia apropriada para o cálculo; coleta dos dados de atividade e seleção dos fatores de emissão; aplicação das metodologias de cálculo; e registro dos dados ao nível do grupo empresarial, conforme ilustrado na Figura 5 a seguir.



**Figura 5 - Passo a passo para identificação e cálculo de GEEs.**

**Fonte: Adaptado de Pinho (2009).**

<sup>3</sup> Norma inglesa, seguida pelas corporações daquele país através do Defra.

Para melhor utilização dos dados obtidos, faz-se necessário a classificação e categorização dos dados obtidos, as fontes de emissão são classificadas em diretas ou indiretas, divididas nos escopos 1, 2 e 3. A Tabela 2 apresenta um quadro comparativo entre a classificação e definições conforme o *GHG Protocol* e a primeira parte da ABNT NBR ISO 14.064-1.

**Tabela 2 - Classificação de emissões pelo *GHG Protocol* e ISO 14.064-1.**

<i>GHG Protocol</i>	ABNT NBR ISO 14.064
Emissão direta - Escopo 1: Emissão direta proveniente de fontes de emissão de propriedade ou controle operacional da empresa.	Emissão direta de GEE: Emissão de GEE de fonte de emissão de gases de efeito estufa pertence ou controlada pela organização.
Emissão Indireta - Escopo 2: Emissão indireta provenientes da geração de eletricidade, calor ou vapor consumidos pela empresa.	Emissão Indireta de GEE por uso de energia: emissão de GEE na geração de eletricidade, calor ou vapor importados para a organização para seu consumo.
Emissão Indireta - Escopo 3: Emissão indireta que é consequência das atividades da empresa, porém não é de sua propriedade ou controle operacional.	Outras emissões indiretas de GEE: emissões de GEE não associadas à energia importada e que sejam uma consequência de atividades da organização, mas advindas de fontes que pertencem ou são controladas por outras organizações.

**Fontes: Manual Corporativo do *GHG Protocol* e Norma ABNT NBR ISO 14.064-1.**

### 4.3 ELABORAÇÃO DO INVENTÁRIO DE GEE

Para realização do inventário dos GEE referente ao ano de 2012 da área de estudo serão utilizadas as metodologias propostas nas Especificações do Programa Brasileiro *GHG Protocol* publicado pelo World Resources Institute (WRI, 2010), em que a realização do inventário consiste nos seguintes passos:

#### 4.3.1 Abordagem de cálculo

Para a abordagem de cálculo de emissões neste Inventário de GEE em CO<sub>2e</sub> das fontes contempladas foi por meio da aplicação da ferramenta de cálculo do *GHG Protocol*, sendo utilizados fatores de emissões. Esses fatores reportam a quantidade de CO<sub>2e</sub> emitida por unidade de atividade (BRASIL et al., 2008).

#### 4.3.2 Coleta de dados

Será realizadas as coletas de dados junto à DIRPLAD, Restaurante Tio Patinhas, Diretoria de Relações Empresariais e Comunitárias (DIREC), Coordenadoria de Gestão de Recursos Humanos (COGERH), e demais secretarias, e contemplou: o consumo de combustível da frota da instituição, consumo de energia elétrica, consumo de gás pelos laboratórios, consumo de gás pelo Restaurante Universitário e Cantina Universitária.

Também foi realizado um levantamento bibliográfico de estudos realizados no Câmpus da UTFPR-CM, para obtenção de dados sobre resíduos sólidos e esgoto sanitário.

Os dados sobre a caracterização do esgoto sanitário do Câmpus foram levantados por Ferreira (2012), e a geração per capita na Instituição foi adotada conforme sugerido por Horn (2011).

Os dados de resíduos sólidos foram obtidos por pesagens, e foram divididos em duas etapas. A primeira etapa referiu-se ao monitoramento com a pesagem dos resíduos do Restaurante Universitário, em seguida foi realizada a pesagem dos resíduos gerados no Câmpus, com exceção dos resíduos perigosos dos laboratórios. Com os dados obtidos foi realizada a contabilização dos GEE.

#### 4.3.3 Ferramenta de Cálculo

A ferramenta de cálculo do Programa Brasileiro *GHG Protocol* visa auxiliar os gestores no processo de elaboração do inventário de GEE, oferecendo opções de cálculo para diversas fontes. A ferramenta está disponível no site do *GHG Protocol* Brasil.

A ferramenta de cálculo consiste em uma Planilha do Microsoft Excel®, em que os dados são atualizados anualmente, apresentando todos os fatores de emissão, fatores variáveis (percentual de etanol na gasolina, percentual de biodiesel no diesel, fator de emissão do Sistema Interligado Nacional (SIN)) e equações de emissões. Essa ferramenta foi adaptada para a realidade brasileira, pois ela é atualizada anualmente de acordo com as legislações pertinentes, além de atualizar os valores dos fatores de conversões.

Com o levantamento de dados, foi preenchida a planilha e a ferramenta de cálculo realizou as devidas contas de emissões equivalentes.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados são divididos em dois tópicos para melhor compreensão, sendo eles um sobre a Geração e Quantificação de GEE e o outro sobre a proposta de neutralização de GEE.

### 5.1 Geração e Quantificação de GEE

Foram realizadas as coletas de dados junto à DIRPLAD, Restaurante Tio Patinhas, Diretoria de Relações Empresariais e Comunitárias (DIREC), Coordenadoria de Gestão de Recursos Humanos (COGERH), e demais secretarias. Foram coletados dados sobre consumo de combustíveis, consumo de energia elétrica, consumo de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP), recargas de extintores, óleos lubrificantes, geração de efluentes domésticos, geração de resíduos sólidos, aquisição de asfalto, etc. referentes ao ano de 2012.

A Tabela 3 apresenta os fatores de emissão utilizados para realização das conversões dos diversos tipos produtos derivados de combustíveis fósseis pela ferramenta *GHG Protocol*.

**Tabela 3 - Fatores de emissão das fontes estacionárias.**

Combustível	Unidade	Densidade	Fonte	Fatores de Emissão (kgGEE/un.)			Fonte
				CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	
Asfaltos	m <sup>3</sup>	1.025	BEN(2012)	3,39	0,12604	0,025208	MCT(2010)
GLP	Toneladas	1.000	BEN(2012)	2,932	0,04647	0,004647	MCT(2010)
Lubrificantes	Litros	0,88	BEN(2012)	2,7	0,00011	0,000022	MCT(2010)

A Tabela 4 apresenta os fatores de emissão utilizados para realização das conversões dos diversos tipos de combustíveis fósseis e biocombustíveis em fontes móveis pela ferramenta *GHG Protocol*.

**Tabela 4 - Fatores de emissão de fontes móveis.**

Combustível	Unidade	Densidade	Fonte	Fatores de Emissão (kgGEE/un.)			Fonte
				CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	
Gasolina A (pura)	L	0,74	BEN 2012	2,269	0,0008	0,00026	MMA (CO <sub>2</sub> ) / IPCC (CH <sub>4</sub> N <sub>2</sub> O)
Óleo Diesel	L	0,84	BEN 2012	2,671	0,0001	0,0002	MMA (CO <sub>2</sub> ) / IPCC (CH <sub>4</sub> N <sub>2</sub> O)
Lubrificantes Etanol Hidratado (E100)	L	0,88	BEN 2012	2,733			IPCC (CH <sub>3</sub> )
Biodiesel	L	-	-	1,178	0,0004		MMA (CO <sub>2</sub> ) / IPCC (CH <sub>4</sub> )
Etanol Anidro	L	0,79	BEN 2012	2,499			USEPA
				1,233			MMA

As emissões referentes ao Escopo 1 foram divididas nas seguintes categorias: Combustão estacionária, Combustão móvel, Emissões fugitivas, Resíduos sólidos e Efluentes.

As emissões provenientes da combustão estacionária são devido ao consumo de GLP do R.U. e da lanchonete presentes no Câmpus, em que houve no ano de 2012, um consumo de 2,34 toneladas, o que correspondeu à uma emissão de 6,87 tCO<sub>2e</sub>. A manutenção de equipamentos como máquinas de cortar grama (roçadeiras) e podas de árvores foi responsável pelo consumo de 7,5 litros de óleo lubrificantes, que ocasionaram uma geração de 20,5 kgCO<sub>2e</sub>. No ano de estudo houve a reforma e ampliação da malha asfáltica do estacionamento e acesso ao R.U. que consumiu 258,1 m<sup>3</sup> de asfalto do tipo Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ). Esse asfalto foi responsável pela geração de 877,622 tCO<sub>2e</sub>.

De acordo com a Tabela 5, as emissões totais com relação à combustão estacionária foi de 884,305 tCO<sub>2e</sub>.

**Tabela 5 - Emissões totais com relação à Combustão estacionária.**

Fonte	Combustível	Quantidade	Unidade	CO <sub>2</sub> (kg)	CH <sub>4</sub> (kg)	N <sub>2</sub> O(kg)	CO <sub>2e</sub> (kg)
COMBUSTÃO ESTACIONÁRIA	Asfalto	258,05	m <sup>3</sup>	874.922,40	32,5	6,5	877.622,00
	GLP	2.340,00	Kg	6.862,00	0,1	0	6.667,70
	Lubrificantes	7,50	Litros	16,50	0	0	16,50
TOTAL							884.305,5

A Figura 6 apresenta o gráfico com os percentuais das emissões por combustão estacionária, como podemos observar as emissões provenientes da ampliação e reforma da manta asfáltica foi responsável pela emissão de mais de 99% do total, o consumo de GLP correspondeu à somente 0,754% e o consumo de lubrificantes foi insignificante, apenas 0,002%.



**Figura 6 - Gráfico das emissões de GEE por combustão estacionária.**

As emissões provenientes de fontes móveis foi dada pela utilização de combustíveis utilizados pela frota do Câmpus, o Quadro 1, apresenta a frota da UTFPR-CM:

Veículo	Ano	Combustível
Kombi	1995	Gasolina
Saveiro	2008	Etanol/Gasolina
Astra	2007	Etanol/Gasolina
Astra	2007	Etanol/Gasolina
Parati	1999	Gasolina
Ônibus/Agrale	2010	Diesel
Van/Sprinter	2011	Diesel
Santana	2004	Etanol

**Quadro 1– Frota da UTFPR-CM**

De acordo com a Portaria MAPA nº 678, de 31 de agosto de 2011 o percentual de etanol na gasolina no ano de 2012 foi de 20%. E de acordo com a Resolução ANP nº 24, de 28 de julho de 2009 o percentual mínimo de biodiesel adicionado ao óleo diesel foi de 4%, porém na ferramenta *GHG Protocol* o percentual adotado foi de 5%, considerando uma possível margem de segurança.

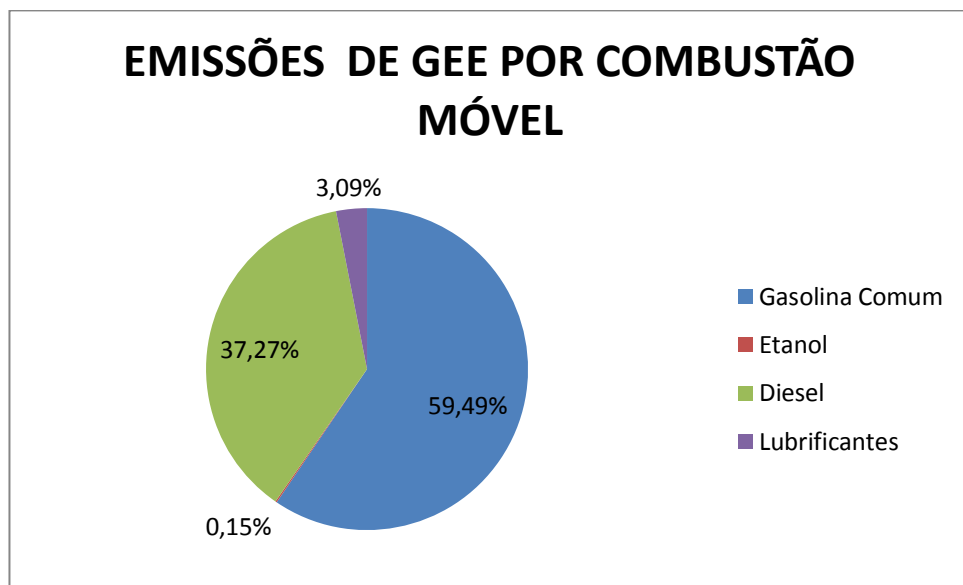
No ano de 2012 houve um consumo de 4.595 litros de gasolina comum, que descontando o percentual de etanol, foi responsável pela emissão de 15.463,19 kgCO<sub>2e</sub> e 2.075,56 kg de emissão de CO<sub>2</sub> de biomassa, o consumo de etanol foi de 6.320 litros, responsável pela emissão de 38,76 kg de CO<sub>2e</sub> e 2.940,86 kg de emissão de CO<sub>2</sub> de biomassa, o consumo de diesel foi de 3.802 litros, descontando o percentual de biodiesel, foi responsável pela emissão de 9.689,06 kgCO<sub>2e</sub>, já o consumo de óleos lubrificantes foi de 294 litros, responsável pela emissão de 803,53 kgCO<sub>2e</sub>. As emissões totais de CO<sub>2e</sub> por combustão móvel no ano de 2012 foi de 25,995 toneladas e as emissões totais de CO<sub>2</sub> de biomassa foi de 5,492 toneladas. Os resultados são apresentados na Tabela 6.

**Tabela 6 – Emissões totais de fontes móveis.**

Fonte	Combustível	Quantidade (L)	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2e</sub>	CO <sub>2</sub> - BIOMASSA
COMBUSTÃO MOVEL	Gasolina Comum	4.595,00	15278,01	0,89	0,54	15463,19	2075,58
	Etanol	6.320,00	-	0,35	0,1	38,76	2940,86
	Diesel	3.802,00	9648,76	0,78	0,08	9689,06	475,14
	Lubrificantes	294,00	803,53	0	0	803,53	0



De acordo com a Figura 7 podemos observar que a gasolina comum foi o combustível que mais contribuiu para as emissões por combustão móvel com 59,49%, em seguida foi o diesel com 37,27%. Um fator relevante é que a emissão de GEE por etanol foi insignificante, dessa forma ele é um combustível muito interessante para redução de geração de GEE.



**Figura 7 – Gráfico de emissões de GEE por combustão móvel.**

As emissões fugitivas observadas foram provenientes da utilização de extintores de incêndio de CO<sub>2</sub>, que contabilizou a utilização de 3 kg de CO<sub>2</sub> dos extintores com uma emissão total de 5,520 tCO<sub>2e</sub>.

Fazendo parte ainda do escopo 1, foi considerada a geração de efluentes. A vazão no Câmpus e sua caracterização são descritos a seguir.

Segundo Horn (2011) um Câmpus Universitário, se enquadra nos chamados setores de serviços (Shopping center, escolas, centros de eventos, teatro) que se distinguem por serem geradores de efluentes domésticos bastante característicos em concentração e quantidade. Em termos de concentração, tendem a serem ricos em nitrogênio amoniacal uma vez que o público temporário geralmente utiliza os sanitários apenas como mictório. Assim, o esgoto doméstico gerado em uma Universidade tende a ser pobre em matéria orgânica e rico em nitrogênio amoniacal.

Em termos de quantidade, a geração de esgoto doméstico em uma Universidade pode ser considerada tanto para a população temporária quanto para os funcionários, como sendo de  $50 \text{ L.}(pessoa.dia)^{-1}$ , pois os funcionários se enquadrariam como funcionários de escritório conforme a NBR 7229 (ABNT, 1993).

O levantamento observou que no ano de 2012, o Câmpus da UTFPR-CM tinha em média 1726 alunos e 214 servidores, totalizando 1940 usuários.

De acordo com a caracterização do esgoto sanitário do Câmpus da UTFPR-CM realizado por Ferreira (2012), o esgoto sanitário apresenta um valor médio de Demanda Química de Oxigênio (DQO) de  $648 \text{ mg.L}^{-1}$ , e  $138 \text{ mg.L}^{-1}$  de nitrogênio total. O sistema de tratamento adotado pelo Câmpus é a fossa séptica.

Com essas informações e o suporte da ferramenta *GHG Protocol*, chega-se a uma geração de  $2,87 \text{ tCH}_4$  no ano de 2012, e uma geração de  $60,224 \text{ tCO}_{2e}$ .

Com base nos dados obtidos a partir das pesagens dos resíduos sólidos do Câmpus, observa-se que houve a geração média de  $321,4 \text{ kg}$  de resíduos por semana, que anualmente totaliza  $16728,4 \text{ kg}$  de resíduos. Em uma análise realizada por Divensi (2011) os resíduos gerados no Câmpus apresenta a composição gravimétrica de acordo com a Tabela 7. Os resíduos sólidos foram responsáveis pela geração de  $2,365 \text{ tCO}_{2e}$  e  $0,124 \text{ tCH}_4$ .

**Tabela 7 - Caracterização dos resíduos sólidos do Câmpus.**

Tipo de Resíduo	Percentual
Papel	36%
Plástico	6%
Metal	2%
Banheiro	25%
Orgânico	31%

Fonte: Divensi (2011).

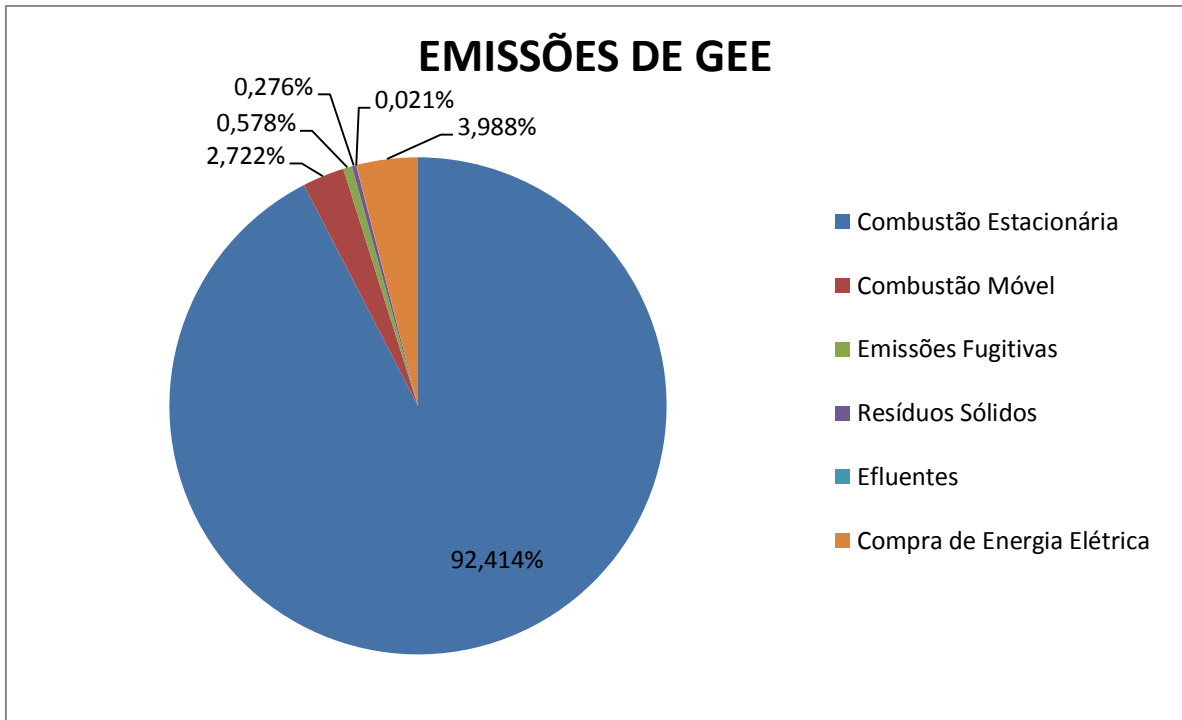
Com relação às emissões referentes ao Escopo 2, foi observado que o consumo de energia elétrica em 2012 foi de  $555277 \text{ kWh}$ , que correspondeu à uma média mensal de  $46273 \text{ kWh}$ . Sendo assim, correspondeu a uma emissão de  $76,165 \text{ tCO}_{2e}$ . A Universidade não possui nenhuma fonte de geração de energia auxiliar, geradores de energia, por exemplo.

Com as informações exibidas e discutidas, a Tabela 8 apresenta os resultados finais de emissão de GEE do Câmpus da UTFPR-CM, conforme o escopo e as fontes de emissão, em que houve uma geração total de 954,82 tCO<sub>2e</sub>.

**Tabela 8 - Emissões totais de GEE de fontes móveis e estacionárias.**

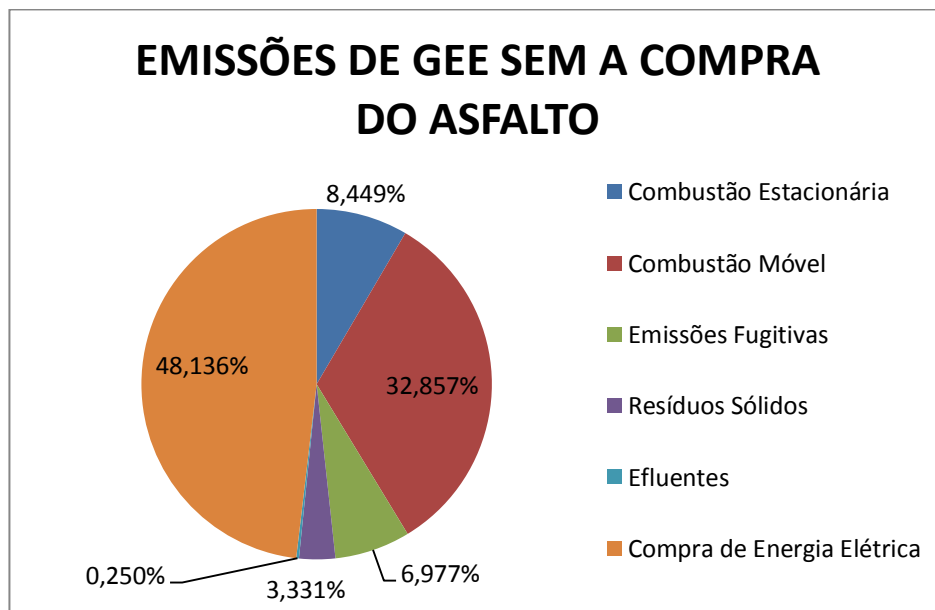
Escopo	Fontes de Emissão	Quantidade (kg)				
		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2e</sub>	CO <sub>2</sub> de Biomassa
1	Combustão Estacionária	879689,50	32,60	6,50	882393,00	-
	Combustão Móvel	25730,30	2,02	0,72	25994,54	5491,58
	Emissões Fugitivas	3,00	-	-	5520,00	-
	Resíduos Sólidos	-	125,00	-	2635,00	-
	Efluentes	160,00	7,90	0,10	198,00	-
2	Compra de Energia Elétrica	-	-	-	38083,00	-

A Figura 8 apresenta o gráfico com a geração por cada tipo de fonte. Como é possível observar a combustão estacionária lidera a geração de GEE com 92,414%, lembrando que no ano de 2012 houve a reforma e ampliação da malha asfáltica que contribuiu significativamente com a geração, em seguida vem à compra de energia elétrica com 3,988%, os efluentes (esgoto doméstico), responsável por 0,021%, a combustão móvel com 2,722%, as emissões fugitivas com 0,578% e os resíduos sólidos com 0,276%.



**Figura 8 – Gráfico de emissões totais de GEE.**

Se considerarmos um ano típico, que seria sem a compra do asfalto pode-se observar que há uma grande diferença nos valores de emissões como se observa na Figura 9.



**Figura 9 - Emissões totais de GEE sem a compra do asfalto.**

Se fosse um ano em que não houvesse a compra de asfalto, quem mais contribuiria com as emissões de GEE seria a compra de energia elétrica, representando 48,136%, seguido pela combustão móvel com 32,857%, a combustão estacionária contribuiria somente com 8,449%, as emissões fugitivas com 6,977%, os resíduos sólidos com 3,331% e os efluentes com 0,250%. Nesse caso a geração total seria de apenas 79,11 tCO<sub>2e</sub>, muito menor que as 954,82 tCO<sub>2e</sub> que houve com a compra do asfalto, no ano de 2012, considerado atípico.

Em estudo similar Santos et al. (2010), elaboraram um inventário de GEE na Universidade Federal do Tocantins (UFT) provenientes das fontes controladas e das atividades administrativas realizadas no ano de 2009, e obteve uma geração de 218,31 tCO<sub>2e</sub>, sendo que os resultados obtidos foram que 76% das emissões eram provenientes do Escopo 1, sendo que os transportes terrestres controlados por unidade é a fonte mais significativa das emissões diretas, detendo cerca de 93% das emissões do Escopo 2. Em outro estudo realizado por Soares et al. (2006), elaborou-se um inventário de emissões de GEE decorrentes do transporte e da pecuária (suína e bovina) no Câmpus da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), para que numa etapa posterior possam indicar ações que auxiliem no processo de implementação de um programa de “adequação climática” da ESALQ. Os principais resultados foram que as emissões do setor de transporte totalizaram 1.186 tCO<sub>2e</sub> ao longo do ano base 2005, esse estudo diferencia-se pelo fato da ESALQ/USP ter criação de animais, dessa forma há fontes diferentes de geração.

Vale ressaltar que as emissões provenientes de eventos como simpósios, festas comemorativas, semanas acadêmicas e demais acontecimentos não regulares, não foram contabilizados durante o período de estudo. Tais eventos poderiam promover a educação ambiental, através de doações de mudas, mudanças de atitude e conscientização dos usuários quanto ao consumo de recursos ambientais principalmente.

De acordo com os resultados obtidos, a utilização do etanol se destacou pela baixa emissão de CO<sub>2</sub>, lembrando que a frota da UTFPR-CM tem veículos com a tecnologia flex (movidos a gasolina ou a etanol), seria muito interessante que esses veículos fossem abastecidos preferencialmente com etanol, dessa forma a emissão total de GEE seria reduzida.

## 5.2 Neutralização e Proposta de Gerenciamento de GEE

De acordo com Santos et al. (2010), o intenso crescimento de biomassa viva acima do solo é até aos 20 anos de idade, o número de mudas de árvores nativas estimadas para neutralizar as emissão de 954,82 tCO<sub>2e</sub> do Câmpus da UTFPR-CM referente ao ano de 2012, considerou um período de 20 anos contado a partir do ano de plantio para a neutralização. Dessa forma o resultado do fator de fixação de carbono da Equação 4 foi multiplicado por 20, obtendo o seguinte resultado:

$$tCO_{2e}/\text{árvoreem20anos} = \left( \frac{7 (t * ha^{-1}) * 0,5 * 3,67}{1667 \text{ árvores} * ha^{-1}} \right) * 20 = 0,154 tCO_{2e}/\text{árvoreem20anos}$$

Com base nos dados apresentados no *Goods Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change na Forestry* (LULUCF), o resultado do fator de fixação de carbono da Equação 4 pode apresentar uma incerteza de ±43% sem considerar o IMA da biomassa viva abaixo do solo (parte do tronco e raízes) mais as incertezas da quantidade de árvores em fase de crescimento por hectare utilizada no cálculo.

Com base nas considerações descritas anteriormente e utilizando-se a Equação 3, foi estimada a quantidade de mudas de árvores nativas a serem plantadas para neutralizar em 20 anos a emissão total de 954,82 tCO<sub>2e</sub> provenientes das fontes controladas e das atividades administrativas referente ao ano de 2012 pelo Câmpus da UTFPR-CM, utilizando a Equação 3:

$$N = \left( \frac{954,82 tCO_{2e}}{0,154 tCO_{2e}/\text{árvore}} \right) * 1,2 \cong 7.441 \text{ mudas de árvores}$$

Considerando um espaçamento 2x3 m seria necessário uma área de aproximadamente 4,46 ha.

Se considerarmos que não houvesse a compra do asfalto seria necessário somente 518 mudas, conforme se observa na Equação 3:

$$N = \left( \frac{79,77 \text{ tCO}_{2e}}{0,154 \text{ tCO}_{2e}/\text{árvore}} \right) * 1,2 \cong 518 \text{ mudas de árvores}$$

Com isso a área necessária para o plantio seria de apenas 0,31 ha. Considerando essa quantidade de árvores, sugere-se poderia ser criado um bosque ou reserva florestal para estudos científicos e/ou preservação, dentro ou fora da área do Câmpus.

Outra forma de compensação seria através do mercado de crédito de carbono, onde há possibilidade de comprar créditos de carbono e compensar o CO<sub>2e</sub> emitido, lembrando que 1 crédito de carbono corresponde a 1 tCO<sub>2e</sub>. Os valores são variáveis de acordo com o mercado, existem instituições financeiras (Bolsas de valores) que negociam a compra e venda desses créditos.

A criação de um Projeto de Educação Ambiental visando à redução do consumo de energia elétrica, a redução da geração de resíduos sólidos juntamente com propostas para redução de consumo de combustíveis será de fundamental importância para o gerenciamento das emissões de GEE na UTFPR.

Já existem estudos sobre a absorção de CO<sub>2</sub> por algas, porém deve-se realizar estudos para quantificar quanto CO<sub>2</sub> é sequestrado e como gerir essa absorção, deve-se realizar estudos para criar uma entidade que controle esse mercado, similar ao mercado de crédito de carbono.

## 6 CONCLUSÕES

A metodologia apresentada nas Especificações do Programa Brasileiro *GHG Protocol* para elaboração de Inventário de GEE, associada com as metodologias de cálculo do IPCC para estimar as emissões dos gases resultantes das fontes controladas e das atividades administrativas realizadas no ano de 2012 pelo Câmpus da UTFPR-CM, apresentou-se como excelente ferramenta para a composição do inventário de GEE reportados em CO<sub>2e</sub>, permitindo o conhecimento do perfil das emissões desta unidade.

Com a utilização da ferramenta *GHG Protocol* e o levantamento de dados pode-se elaborar o inventário de GEE do Câmpus da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campo Mourão, dessa forma pode-se conhecer a quantidade de GEE emitido no ano de 2012.

A partir da emissão total de GEE pode-se calcular a quantidade de árvores nativas necessárias para neutralizar as emissões, sendo necessário um total de 7.441 árvores que ocuparia uma área de aproximadamente 4,46 ha.

O inventário pode servir como um guia para a realização de trabalhos ou projetos de conscientização ambiental, visando à redução da geração de resíduos sólidos. Boas práticas como a da substituição da gasolina pelo etanol.

Recomenda-se que crie um projeto de educação ambiental voltado para a redução de emissão de GEE, pode-se adotar medidas que contribuem para a redução de emissões como trocar as lâmpadas quentes por lâmpadas frias (mais econômicas) ou de LED, utilizar preferencialmente etanol como combustível da frota, visto que esse tipo de combustível quase não emite GEE, dessa forma há uma significativa diminuição nas emissões totais

Recomenda-se que façam novos inventários que contemplem o escopo 3 que no presente estudo não foi contabilizado, se houvesse a contabilização do escopo 3 os resultados seriam bem diferentes pois esse escopo gera muito GEE. Com a realização de inventários anualmente pode-se concretizar as propostas de gerenciamento de emissões de GEE.



## REFERÊNCIAS

ABNT, Associação Brasileira De Normas Técnicas nº 7229: **Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos**. Rio de Janeiro, 1993.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. ISO 14.064-1, 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. 2007.

ALMEIDA, R. **Diretrizes para elaboração de inventários de emissões de gases de efeito estufa em municípios de pequeno e médio porte**. 2011. 196 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão Ambiental) – Universidade Positivo, Curitiba, 2011.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO – ANP. Gás Natural e Biocombustíveis. 2012. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/>

AZEVEDO, M. F. C.; QUINTINO, I. **Manual Técnico: Um programa de compensação ambiental que neutraliza emissões de carbono através de projetos socioambientais de plantio de mudas nativas**. Rio de Janeiro: Ambiental Company, 2010. 17 p.

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

BRAGA, B; HESPANHOL, I. **Introdução à Engenharia Ambiental**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BECHARA, F. C. **Unidades demonstrativas de Restauração Ecológica através de Técnicas Nucleadoras: Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado e Restinga**. Piracicaba, 248 p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. 2006.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I. **Introdução à Engenharia Ambiental**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRASIL, G. H.; SOUZA JUNIOR, P. A.; CARVALHO JUNIOR, J. A. **Inventários corporativos de gases de efeito estufa; métodos e usos**. *Revista Sistemas & Gestão*. v.3, n. 1, p. 15-26. 2008.

BRASIL. **Lei nº 9.638 de 31 de agosto de 1981, Artigo 3º, inciso III.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm)

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Tabela - Potencial de Aquecimento Global dos Gases de Efeito Estufa.** 2013. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/proclima/inventario-de-gee-empreendimentos/390-potencial-de-aquecimento-global-de-gee>

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 382 de 26 de dezembro de 2006.** Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=520>

DIVENSI, H. F. ; CORNELI, V. M. ; OLIVEIRA, M. A. . **Implantação da coleta seletiva na Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Campo Mourão.** In: 1 Seminário de Extensão e Inovação da UTFPR - SEI, 2011, Curitiba. 1º SEI - Seminário de Extensão e Inovação da UTFPR., 2011.

FERREIRA, R. C. **Avaliação do comportamento de um reator UASB quando submetido à variação de 40% e 60% da vazão afluente.** 2012. 100 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2012.

HALL, G. ; LEE, J. **Making Advances in Carbon Management - Best practice from the Carbon Information Leaders.** [s.l.]: A Joint CDP and IBM study, 2008.

HORN, T. B. **Integração de sistemas Wetlands construídos + Fotoozonização catalítica no tratamento de efluente de campus universitário.** Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Tecnologia Ambiental – Mestrado, Área de Concentração em Gestão e Tecnologia Ambiental, Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC. 2011. Disponível em: [http://www.unisc.br/portal/upload/com\\_arquivo/tamara.pdf](http://www.unisc.br/portal/upload/com_arquivo/tamara.pdf)

HELENE, M. E. M. ; BUENO, M. A. F. ; GUIMARÃES, M. R. F. ; PACHECO, Maria R. ; NUNES, E. **Poluentes atmosféricos.** 1. ed. São Paulo, SP: Scipione, 2007. 63 p.

LISBOA, H. M. **Controle da Poluição Atmosférica.** Montreal, primeira versão – outubro de 2006.

INTERGOVERNMENTAL PANNEL OF CLIMATE CHANGES – IPCC. **Policymakers summary of the scientific assessment of climate change**. Report to IPCC from working group 1, second draft, ASCE. 1990.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. **Climate Change 1992**: The Supplementary Report to the IPCC Scientific c Assessment [Houghton, J.T., B.A. Callander, and S.K. Varney (editores)]. United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, Cambridge, 1992. 200 p.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Climate Change 2001**: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Houghton, J.T., et al. (eds.)]. United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, Cambridge, 2001. 881 p.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. **Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry**. Penman, J; Gytarsky, M; Hiraishi, T; Krug, T; Kruger, D; Pipatti, R; Buendia, L; Miwa, K; Ngara, T; Tanabe, K and Wagner, F. (Ed). Japão: IGES, 2003. 628 p.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. Eggleston, H.S; Buendia, L; Miwa, K; Ngara, T. and Tanabe, K. (Ed.). Japão: IGES, 2006.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. **Mudança do Clima 2007**: A Base das Ciências Físicas. Paris: 2007. Disponível em [http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0015/15130.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0015/15130.pdf)

MANAHAN, S. E. **Environmental Chemistry**. 7 ed. New York: CRC Press LLC, 2000.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. 1º Inventário Nacional de emissões Atmosféricas por Veículos Automotores rodoviários. Brasil 1011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – Balanço Energético Nacional 2012 (Ano base 2011). BEN 2012. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/default.aspx>

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA - MCT. Fator de emissão do Sistema Nacional do Brasil. 2013. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/74694.html>

MINISTÉRIO DA CIENCIA E TECNOLOGIA – MCT. Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção - Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/310581.html>

MOREIRA, H. M. **A Atuação do Brasil no Regime Internacional de Mudanças Climáticas de 1995 a 2004**. São Paulo: UNESP, UNICAMP, PUC-SP, 2009.

MOREIRA, A. **Curso de Poluição Atmosférica na Industria de Petróleo**. Rio de Janeiro: Universidade Corporativa da Petrobrás, 2004.

PINHO, I. P. R. **INVENTÁRIO E GERENCIAMENTO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA NA INDÚSTRIA DE BEBIDAS: Um estudo de caso no Brasil**. 2009. 141 f. Dissertação de mestrado em Ciências de Planejamento Energético. Programa de Pós-graduação e pesquisa de engenharia (COPPE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2009. Disponível em: [http://www.ppe.ufrj.br/pppe/production/tesis/ingrid\\_person.pdf](http://www.ppe.ufrj.br/pppe/production/tesis/ingrid_person.pdf)

PEREIRA JR, J. S. **Legislação Brasileira sobre Poluição do ar**. Brasília – DF. 2007. Disponível em: [http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/1542/legislacao\\_poluicao\\_ar\\_jose\\_pereira.pdf?sequence=1](http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/1542/legislacao_poluicao_ar_jose_pereira.pdf?sequence=1)

RIBEIRO, S. K.; CONSTA, C.V; DAVID, E.G.; REAL, M.V.; D' AGOSTO, M.A.. **Transporte e Mudanças Climáticas**. Rio de Janeiro: Mauad Ed. Ltda., 2000.

ROCHA, M. T. **Aquecimento Global e o mercado de carbono: uma aplicação do modelo CERT**. São Paulo: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2003.

SANTOS, D. R. R.; PICANÇO, A. P.; MACIEL, G. F.; SERRA, J.C. V. **Estudo de neutralização dos gases de efeito estufa da universidade federal do Tocantins - reitoria e campus universitário de palmas: uma forma de mitigação ambiental**. Rev. Geogr. Acadêmica v.4, n.2 (xii.2010). ISSN 1678-7226. (29-40 p.) 2010. Disponível em: <http://rga.ggf.br/index.php?journal=rga&page=article&op=viewFile&path%5B%5D=131&path%5B%5D=82>

SEMA, Secretaria Estadual de Meio Ambiente (PR). **Relatório da Qualidade do Ar na Região Metropolitana de Curitiba Ano de 2009**. Curitiba. 2009. Disponível em:

[http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/programas\\_e\\_projetos/relatorios/Relatorio\\_da\\_Qualidade\\_do\\_Ar\\_na\\_RMC\\_2009.pdf](http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/programas_e_projetos/relatorios/Relatorio_da_Qualidade_do_Ar_na_RMC_2009.pdf)

SEMA, Secretária Estadual de Meio Ambiente (PR). **RESOLUÇÃO N º 054/06 – SEMA.** Curitiba – PR. 2006. Disponível em: <http://www.abic.com.br/publique/media/res05423191.pdf>

SOARES, P. G.; PINTO, T. M. ; RANIERO, L. M. ; BARTHOLOMEU D. B. **Inventário das emissões de GEE no Campus “Luiz de Queiroz” como parte para a implementação do Plano Diretor Socioambiental.** 2006. Disponível em: [http://www.esalq.usp.br/instituicao/docs/plano\\_socio\\_ambiental\\_etapa1.pdf](http://www.esalq.usp.br/instituicao/docs/plano_socio_ambiental_etapa1.pdf)

UNITED STATE ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – US EPA. Dados de GWP encontrados em US-EPA. *Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990 - 2005. Estados Unidos: Abril, 2007.*

WRI - WORLD RESOURCES INSTITUTE. Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol. Monzoni, M.; Bhatia, P.; Biderman, R.; Fransen, T; Oliveira, B.; Strumpf, R.; Robinson, K. (Ed.). 2010, 77 p. Disponível em: [fgv.br/ces/ghg](http://fgv.br/ces/ghg)

WRI - WORLD RESOURCES INSTITUTE. **Climate Analysis Indicators Tool (CAIT)** - Washington, DC: 2009.