

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

**CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO FLORESTAL**

**SUZIRENE DA SILVA NASCIMENTO**

**INVENTÁRIO DE GASES DE EFEITO ESTUFA DA  
EXPOACRE, ANO BASE 2012**

**Rio Branco**

**2013**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ – UFPR**

2013

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE**

# **CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO FLORESTAL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Universidade Federal do Paraná – UFPR, como requisito a obtenção do título de especialista em Gestão Florestal.

**Orientador: Tadeu Melo da Silva**

**Rio Branco**

**2013**

**RESUMO**

O presente estudo aborda o inventário de Gases de Efeito Estufa - GEE da Expoacre. O objetivo geral desta pesquisa foi mensurar voluntariamente os GEE emitidos pelo evento em questão, tendo como base o ano de 2012. Para tanto foram traçados como objetivos específicos: identificar as principais fontes de emissão de GEE na Expoacre; identificar e quantificar os GEE emitidos pelo evento; quantificar as emissões por categorias de emissão e quantificar em toneladas de carbono equivalente o total de emissões de GEE. Para coleta de dados foi necessário identificar o dado da atividade envolvendo GEE, como por exemplo: dados dos consumos de energia elétrica; consumo de combustíveis fósseis em fontes móveis (transportes) ou combustão estacionária (alimentação do gerador de energia elétrica); serviços de transporte coletivos (km percorridos), número de animais, consumo de GLP – gás liquefeito de petróleo. Os principais resultados obtidos permitiram que fossem inferidas as seguintes conclusões: a quantidade total de GEE emitidos em decorrência da compra de eletricidade na Expoacre foi de 2,024 tCO<sub>2</sub>; a emissão de GEE pela combustão estacionária de óleo diesel para geração de energia foi de 2,117 tCO<sub>2</sub>; as emissões por fermentação entérica entre as categorias de animais foram de 2,028 tCO<sub>2</sub>; a combustão estacionária de GLP gerou uma emissão de 1.029,069 tCO<sub>2</sub>e; Os transportes emitiram um total de 123,682 tCO<sub>2</sub>; os gases emitidos na Expoacre 2012 foram CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O; as emissões de GEE nos escopos 1, 2 e 3 em termos percentuais, foram respectivamente de 89,30%, 0,17% e 10,53% e por último, as emissões de GEE na Expoacre 2012, pelas fontes analisadas foram de 1.147,876 tCO<sub>2</sub> e 10,65 tCO<sub>2</sub> de biomassa, totalizando 1.158,92 tCO<sub>2</sub>.

Palavras chaves: Inventário. Gases de efeito. Aquecimento Global.

**ABSTRACT**

The present study attains an inventory of the Green House Gases GHG of the Expo Acre fair event. The main purpose of the study was to measure the GHG emitted by the event in a voluntary program, referring to the year of 2012 as a base. Therefore, the following specific goals were established: To identify the relevant sources of GHG emissions at the Expo Acre, to identify and quantify the GHG emitted by the event, to quantify the emissions according to category, and to quantify the total GHG emissions in tons of carbon dioxide equivalents. For the data collection the identification of information like consumption of electric energy, of fossil fuels by mobile (transportation services) and stationary sources (electric energy generators), of the collective transportation services, of the number of livestock and the quantity of liquefied petroleum gas. The obtained results allow the following conclusions: The total quantity of GHG emitted by the acquisition of electricity at the Expo Acre was 2024 tons CO<sub>2</sub> equivalents, the GHG emission by combustion of diesel oil for generation of electric energy was 2117 tons CO<sub>2</sub> equivalents, the emission by enteric fermentation of livestock was 2028 tons CO<sub>2</sub> equivalents, the stationary combustion of liquefied petroleum gas was 1.029,069 tons CO<sub>2</sub> equivalents, the transportation services emitted a total of 123,682 tons CO<sub>2</sub> equivalents; the gases emitted at the Expo Acre 2012 were CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O; the GHG emissions in the 1, 2 and 3 scopes in per cent were 89,30%, 0,17% and 10,53% respectively, and finally the GHG emissions at the Expo Acre 2012 according to the identified emission sources were 1.147,876 tons CO<sub>2</sub> equivalents and 10,65 tons CO<sub>2</sub> equivalents of biomass, totalizing 1.158,92 tons CO<sub>2</sub> equivalents.

Key words: Inventory, Green House Gases, Global Warming.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>06</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>08</b>
<b>2.1 Objetivo geral.....</b>	<b>08</b>
<b>2.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>08</b>

<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>08</b>
<b>3.1 Mudanças climáticas.....</b>	<b>08</b>
<b>3.2 Aquecimento global.....</b>	<b>10</b>
<b>3.3 Gases de efeito estufa.....</b>	<b>12</b>
<b>3.4 A Convenção – Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima e o Protocolo de Kyoto.....</b>	<b>14</b>
<b>3.5 Inventário de GEE.....</b>	<b>17</b>
3.5.1 Cálculo das emissões de GEE.....	22
3.5.1.1 Abordagens para a realização de inventários de GEE.....	22
3.5.1.2 Fatores de emissão.....	23
3.5.1.3 Protocolo de GEE (GHG).....	23
3.5.1.3.1 Programa GHG Protocol brasileiro.....	24
3.6 Compensação de Gases de Efeito Estufa.....	25
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>27</b>
<b>4.1 Material.....</b>	<b>27</b>
4.1.1 Área de estudo.....	27
4.1.2 Coleta de dados.....	28
<b>4.2 Procedimentos metodológicos.....</b>	<b>29</b>
4.2.1 Limites organizacionais.....	31
4.2.2 Limites operacionais.....	31
4.2.3 Metodologia de cálculo e fatores de emissão.....	32
4.2.3.1 Metodologia de cálculo.....	32
4.2.3.2 Metodologia de cálculo e fatores para utilização de energia elétrica.....	33
4.2.3.2.1 Compra de eletricidade.....	33
4.2.3.2.2 Combustão de óleo diesel para geração de energia.....	34
4.2.3.3 Fermentação entérica.....	35
4.2.3.4 Consumo de GLP.....	36
4.2.3.5 Transportes.....	37
4.2.3.5.1 Transporte aéreo.....	38
4.2.3.5.2 Transporte coletivo urbano.....	38
4.2.3.5.3 Carros utilizados pela organização da feira.....	41
4.2.3.5.4 Carros e motocicletas.....	41
4.2.3.5.5 Biocombustíveis nos combustíveis fósseis.....	44
<b>4.3 Fontes excluídas.....</b>	<b>44</b>
<b>4.4 Compensação das emissões.....</b>	<b>45</b>
<b>5 RESULTADOS.....</b>	<b>46</b>
<b>5.1 Principais fontes de emissão de GEE.....</b>	<b>47</b>
5.1.1 Energia elétrica.....	47
5.1.1.1 Compra de eletricidade.....	47
5.1.1.2 Combustão de óleo diesel para geração de energia.....	48
5.1.2 Fermentação entérica.....	48
5.1.3 Consumo de GLP.....	49
5.1.4 Transportes.....	51
5.1.4.1 Transporte aéreo.....	51
5.1.4.2 Transporte coletivo urbano.....	51
5.1.4.3 Carros utilizados pela organização da feira.....	52
5.1.4.4 Carros e motocicletas utilizados pelos visitantes.....	53
<b>5.2 Identificação e quantificação das emissões por GEE.....</b>	<b>54</b>
5.3 Quantificação por categoria de emissão.....	55
5.4 Quantificação das emissões totais do inventário de GEE da Expoacre, ano	

base 2012.....	56
<b>5.5 Compensação para os GEE emitidos na Expoacre,2012.....</b>	<b>56</b>
<b>6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>57</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>58</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas chamam, cada vez mais, a atenção dos diversos setores da sociedade. O aumento da vulnerabilidade social, econômica e ambiental, atrelada a estas mudanças, preocupa governos, empresários e cidadãos do mundo todo. Por isso há uma pressão crescente para que a oferta de produtos e serviços não agrave ainda mais estas mudanças. O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, 2007) alerta para os perigos do aumento das concentrações dos Gases de Efeito Estufa – GEE, oriundos das atividades antrópicas. Um dos principais riscos é a ocorrência de eventos extremos, como verões mais quentes e invernos mais rigorosos, maior número de enchentes, secas e maior incidência de incêndios florestais, aumento da intensidade e frequência de tempestades e furacões, derretimento de geleiras e calotas polares e elevação do nível do mar (MARENGO, 2011).

Como um país membro da Convenção Quadro das Nações Unidas para Mudanças Climáticas - CQNUMC, o Brasil vem caminhando na busca de soluções legais e reais para o atendimento dos compromissos assumidos. A meta de redução voluntária de Gases de Efeito Estufa (GEE) norteou a implantação, em 2009, da Política Nacional de Mudanças Climáticas – PNMC e do Painel Brasileiro de Mudanças.

Na PNMC consta em seu Artigo 3<sup>o</sup> paragrafo II, que “serão tomadas medidas para prever, evitar ou minimizar as causas identificadas das mudanças climáticas com origem antrópica no território nacional”. Esta também prevê que o enfrentamento as respostas naturais a estas mudanças deve ser coordenado entre as esferas nacionais, estaduais e municipais, abrangendo assim um maior número de atores e regionalizando as demandas. As evidências das mudanças climáticas, provocando o aquecimento global, exigem providências urgentes e ações coordenadas, capazes de, pelo menos, amortecer os impactos anunciados.

Uma das estratégias para atingir esse objetivo é a realização de inventários de GEE. De acordo com UNFCCC, todos os países consignatários devem realizar seus inventários nacionais. O Brasil já elaborou a primeira e a segunda Comunicação Nacional à Convenção sobre Mudança do Clima. Os estados de



Minas Gerais, São Paulo e Acre já se mobilizaram para elaborar os seus inventários, sendo o Acre o primeiro estado da Amazônia a realizar este tipo de trabalho, ano base 2010, publicado em 2012.

Outro passo importante é a adoção de inventários corporativos, uma vez que estas iniciativas atendem diretamente a geração de informações necessárias à migração para uma economia de baixo carbono, bem como para a contribuição para o inventário municipal e estadual. Fujihara et al. (2011) ressaltam que este tipo de inventário tem a finalidade de compreender o perfil das emissões antropogênicas de GEE e a abrangência do impacto das ações organizacionais no meio ambiente, possibilitando a integração de seus resultados no planejamento de ações consistentes para redução e/ou compensação das mesmas.

O reconhecimento destas interferências e a ação voluntária compensatória são um dos princípios para que os setores econômicos se envolvam com as questões relacionadas à mudança do clima, assumindo antecipadamente a responsabilidade das suas operações e retratando a preocupação com as interferências negativas causadas ao meio ambiente que deixam de estar apenas relatadas em princípios e atitudes responsáveis.

Visando atender a esta demanda, esta pesquisa, tem como objetivo principal a realização do inventário de GEE da 40ª Edição da Feira Agropecuária do Acre – Expoacre, ano base 2012, realizada no Parque de Exposições Marechal Castelo Branco, localizada na Rodovia AC -01, Km 05. Para tanto em termos específicos buscou-se: a) identificar as principais fontes de emissão de GEE na Expoacre; b) identificar quais os GEE são emitidos pelo evento; c) Quantificar em toneladas de carbono equivalente o total de emissões de GEE e d) Quantificar as emissões por categorias de emissão.

Logo, este trabalho contempla um roteiro para inventário de GEE, visando à determinação da pegada de carbono da Expoacre 2012, sendo este um instrumento base para a mitigação ou compensação voluntária destas emissões.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Mensurar voluntariamente os GEE emitidos pela Expoacre, ano base 2012.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Identificar as principais fontes de emissão de GEE na Expoacre;
- Identificar e quantificar os GEE emitidos pelo evento;
- Quantificar as emissões por categorias de emissão;
- Quantificar em toneladas de carbono equivalente o total de emissões de GEE.

## **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **3.1 Mudanças Climáticas**

O tema das mudanças climáticas e do aquecimento global começou a fazer parte da agenda internacional na década de 80 do século passado, a partir de alguns trabalhos científicos que indicavam o aumento da concentração de gás carbônico na atmosfera, associado a um aumento na temperatura terrestre (JURAS, 2008).

Evidências científicas indicam a correlação entre o aquecimento global e a concentração de gases causadores do efeito estufa emitidos pelo homem, na atmosfera. Para Gularte e Oliveira (2007) as mudanças climáticas correspondem a

um dos piores problemas da humanidade no século XXI, podendo acarretar efeitos negativos aos recursos naturais e a humanidade.

Esta informação também é assinalada pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas - IPCC (2007) ao afirmar que a elevação da temperatura média global verificada nos últimos 50 anos tenha sido causada principalmente pelo aumento antrópico das concentrações de GEE. Essas mudanças têm afetado o clima, o ciclo hidrológico e os eventos extremos, com impactos na disponibilidade dos recursos hídricos em âmbito global e regional.

Marcovitch (2006) acrescenta que a última década foi a mais quente da história, onde a temperatura média do planeta, que é de 14 °C, teve um acréscimo de 0,44 °C no ano de 2004. O século XX foi o mais quente do milênio e nos próximos 100 anos, a temperatura do planeta pode aumentar em até 3,5 graus centígrados. O ritmo desse aquecimento vem se acelerando. Não havendo medidas preventivas, a tendência de alta vai se manter na superfície terrestre e também nos oceanos – o que intensificaria o degelo dos polos. No ártico a camada de gelo, que até 2001 vinha diminuindo um metro por ano, já está recuando assustadoramente para dez metros no mesmo período.

De acordo com o IPCC 2001, também existem evidências de que eventos extremos como secas, enchentes, ondas de calor e de frio, furações e tempestades, têm afetado diferentes partes do planeta e produzido enormes perdas econômicas e de vidas. Sobre estes eventos climáticos, Marengo (2006) menciona exemplos como a onda de calor na Europa em 2003, os furacões Katrina, Wilma e Rita no Atlântico Norte em 2005, o inverno extremo da Europa e Ásia em 2006. Também se pode mencionar, no Brasil, o furacão Catarina em março 2004, a recente seca da Amazônia em 2005 e as secas já observadas no Sul do Brasil em 2004, 2005 e 2006.

Para este Marcovitch (2006), uma das causas para estes eventos climáticos é a emissão do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) na atmosfera. Dessa forma, fatores climáticos investigados continuamente pela ciência ocasionam tempestades, inundações, efeitos nocivos à saúde humana, furacões, deslizamentos de terras, e até surpreendentes ondas de frio no verão.

A maioria dos cientistas acreditam que enfrentamos um dos maiores extremos jamais registrados e que as atividades humanas respondem em parte pela situação.

Há, entretanto vozes discordantes que se contrapõem e agridem veementemente a tese de que o desequilíbrio tem fatores antrópicos. Segundo Marques (2005), o grupo dos cientistas céticos alegam que não há uma prova definitiva dessa associação, por isso argumentam, por exemplo, que o aquecimento recente pode ter as mesmas causas naturais que, em eras passadas, produziram ciclos de aquecimento e glaciações que varreram o planeta sem nenhuma ação humana.

Por outro lado, Cook (2010) alerta que os argumentos advindos do ceticismo quanto às mudanças climáticas, são embasados em uma seleção de fragmentos de evidências, ou seja, eles tendem a se concentrar em pequenas partes do quebra-cabeça enquanto ignoram o conjunto.

Ademais, Cook (2010) cita algumas evidências da ação humana nas mudanças climáticas, as quais são listadas a seguir:

- Resfriamento da alta atmosfera;
- Elevação da tropopausa;
- Menos calor escapando para o espaço;
- Aquecimento mais observado nas noites que nos dias;
- Aquecimento mais observado no inverno que no verão;
- Mais carbono de combustíveis fósseis em corais;
- Diminuição da alta atmosfera;
- Menos oxigênio no ar;
- Mais carbono de combustíveis fósseis no ar;
- Mais calor retornando para a superfície;
- Mudança no padrão do aquecimento dos oceanos.

### **3.2 Aquecimento Global**

A concentração de GEE na atmosfera aumentou perigosamente nos últimos cem anos por ação humana, em especial pela queima de combustíveis fósseis. Para Zanetti (2007) a influência do CO<sub>2</sub> na atmosfera terrestre, é percebível através da análise das consequências do aumento da sua participação na composição atmosférica.

As emissões antrópicas de dióxido de carbono, o gás que mais contribui para a intensificação do efeito estufa, decorrem principalmente do uso do carvão, petróleo e gás natural, assim como da destruição de florestas e outros “sumidouros” e “reservatórios” naturais que absorvem dióxido de carbono no ar (MACHADO, 2007).

Entretanto, é justamente a derrubada de florestas que coloca o Brasil na posição de quarto maior emissor de gás carbônico do mundo. De acordo Brasil (2004), o Brasil emitia em 2004 cerca de 1,48 bilhão de toneladas de CO<sub>2</sub>-eq. Aproximadamente 75% eram resultantes de desmatamentos em todo o país e da mudança no uso da terra.

Gases conhecidos como de “efeito estufa” existem naturalmente na atmosfera, que é o envelope gasoso que envolve a terra, tal fenômeno é explicado pelas palavras de Machado (2007):

As condições climáticas da Terra dependem dos fluxos de energia provenientes do sol, a estrela mais próxima. A energia solar chega a Terra na forma de luz visível, que é a forma mais familiar da radiação eletromagnética para os seres humanos. Uma parcela dessa radiação é refletida imediatamente de volta para o espaço, porém a maior parte dela passa diretamente pela atmosfera para aquecer a superfície terrestre. Já que a Terra é muito mais fria do que o Sol, ela envia energia de volta para o espaço na forma de radiação infravermelha, boa parte da qual é retida na atmosfera pelos GEE (conhecidos como tal porque tem um papel análogo aos vidros de um carro fechado ou de uma estufa), que impedem que ela escape diretamente para o espaço. Esse efeito estufa natural tem mantido a atmosfera da Terra por volta de 20 °C mais quente do que ela seria na ausência dele, possibilitando a existência de vida no planeta (MACHADO, 2007).

Contudo, Machado (2007) explica que as atividades antrópicas estão acentuando as concentrações desses gases na atmosfera, ampliando assim a quantidade total de radiação infravermelha absorvida por ela e convertendo-a em calor. Os níveis de dióxido de carbono aumentaram em volume de 280 partes por milhão (ppm), antes da revolução industrial, para 368 ppm, em 2000 – um aumento de 31,4%. Além disso, novos gases com a mesma propriedade, criados artificialmente pelo homem, passaram a ser também lançados na atmosfera, como

os hidrofluorcarbonos (HFC), os perfluorcarbonos (PFC), o hexafluoreto de enxofre ( $\text{SF}_6$ ), os clorofluorcarbonos (CFC) e os hidroclorofluorcarbonos (HCFC).

Como consequência, o IPCC (2007) alerta que a resiliência de vários ecossistemas deve ser superada durante o nosso século por uma combinação de mudanças climáticas associadas a perturbações (enchentes, secas, incêndios, insetos, acidificação dos oceanos etc) e outros fatores globais (mudanças de uso da terra, poluição, super-exploração etc). Desta forma, 20 a 30% das espécies existentes estão ameaçadas por aumento da temperatura média global de 1,5 a 2,5 °C. Aumentos superiores a esse patamar modificam severamente a estrutura e função dos ecossistemas, a interação ecológica entre as espécies e sua distribuição geográfica, com resultados negativos na produção de bens e serviços dessas áreas.

Zanetti (2007), por sua vez, acrescenta que o aquecimento global está causando mudanças na distribuição espacial das espécies, em uma média de 6,1 km por década na direção prevista pelos modelos climáticos, fazendo com que a primavera chegue 2,3 dias antes (por década) nas latitudes temperadas.

Embora o clima sempre tenha variado naturalmente, há atualmente significativa evidência científica de que o aumento das concentrações de GEE na atmosfera decorrente de atividades humanas pode levar a uma permanente mudança do clima do planeta (MACHADO, 2007).

### **3.3. Gases de efeito estufa**

Os GEE são aqueles que têm a capacidade de reter a radiação infra-vermelha (calor) emitida pela Terra, aumentando a temperatura na superfície terrestre e do mar (FERRAREZ, 2010).

De acordo com Rocha (2003), são considerados GEE o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), o metano ( $\text{CH}_4$ ), o óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), o hexafluoreto de enxofre ( $\text{SF}_6$ ) e as famílias dos perfluorcarbonos que são compostos completamente fluorados como perfluormetano ( $\text{CF}_4$ ) e perfluoretano  $\text{C}_2\text{F}_6$  e dos hidrofluorcarbonos (HFCs).

As principais características do dióxido de carbono, metano, óxido nitroso e hexafluoreto de enxofre, segundo Tolentino et al. (1998) são apresentadas a seguir:

- Dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ): Tem sido considerado o grande vilão da exacerbação do efeito estufa, já que sua presença na atmosfera decorre, em grande parte, de atividades humanas. Na atmosfera atual o teor de  $\text{CO}_2$  oscila em torno de 365 mL/m<sup>3</sup>, com uma tendência de crescimento que teve seu início no final do século XVIII em decorrência do aumento no uso de combustíveis fósseis. O tempo médio de residência do  $\text{CO}_2$  na atmosfera é de cerca de cem anos;
- Metano ( $\text{CH}_4$ ): Este hidrocarboneto, o gás-estufa mais importante depois do  $\text{CO}_2$  Geralmente tem origem em depósitos ou em processos de extração e utilização de combustíveis fósseis ou na decomposição anaeróbica de substâncias orgânicas, principalmente celulose. Seu teor atmosférico atual é superior a 1,7 mL/m<sup>3</sup>. O tempo médio de residência do  $\text{CH}_4$  na atmosfera é razoavelmente curto, cerca de dez anos;
- Óxido Nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ): O teor atmosférico atual do  $\text{N}_2\text{O}$ , substância anestésica também conhecida como gás hilariante, é superior a 0,31 mL/m<sup>3</sup>. Sua origem pode ser natural (descargas elétricas na atmosfera, reações fotoquímicas entre componentes de aerossóis etc.) ou antrópica (queima de carvão e de outros combustíveis fósseis em motores a explosão, uso de adubos nitrogenados etc.). O teor de  $\text{N}_2\text{O}$  na atmosfera tende a aumentar significativamente, porque seu tempo de residência na atmosfera situa-se entre 120 e 175 anos;
- Hexafluoreto de enxofre ( $\text{SF}_6$ ): Este gás inerte e não tóxico é usado como isolante em instalações elétricas como geradores de alta tensão, disjuntores de alta capacidade em subestações blindadas, transformadores e cabos subterrâneos de alta tensão. A quantidade atualmente existente na atmosfera é pequena, mas de qualquer modo como esse gás tem um potencial-estufa igual à cerca de 25 mil vezes o do  $\text{CO}_2$ , tem um longuíssimo tempo de vida médio na atmosfera na faixa de 880 anos a 3200 anos, e como o seu consumo tem crescido a uma taxa de cerca de 7 por cento ao ano, seu impacto estufa futuro pode ser bastante significativo.

O efeito dos diferentes gases e outros fatores que afetam o balanço de radiação e, portanto, o aquecimento da atmosfera, é representado pela estimativa do

potencial de aquecimento associado a cada um deles (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2008).

Os potenciais de aquecimento global dos GEE, ou GWP *Global-warming potential* estão divulgados na TABELA 1.

TABELA 1 – Potencial de aquecimento global dos GEE

<b>Gases de efeito estufa</b>	<b>Potencial de aquecimento global</b>
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	1
Metano (CH <sub>4</sub> )	21
Óxido Nitroso (N <sub>2</sub> O)	310
Hexafluoreto de Enxofre (SF <sub>6</sub> )	23.900
Perfluorcarbonos	12-9200

Fonte: IPCC, 2006

### **3.4. A convenção - Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima e o Protocolo de Kyoto**

A Assembleia Geral das Nações Unidas estabeleceu, em seu período de sessões de 1990, o Comitê Intergovernamental de Negociação para Convenção Quadro sobre Mudança do Clima (CIN/CQMC), ao qual encomendou a redação de uma convenção-quadro, assim como de instrumentos jurídicos pertinentes ao tema. Assim, os representantes de mais de 150 países encontraram-se durante cinco reuniões celebradas entre fevereiro de 1991 e maio de 1992 e, finalmente, em 9 de maio de 1992, foi adotada a Convenção – Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima na sede das Nações Unidas, em Nova York (MACHADO, 2007).

O objetivo central da convenção, de acordo com o seu art. 2º, é alcançar:

A estabilização das concentrações de GEE na atmosfera num nível que impeça uma interferência antrópica perigosa no sistema climático. Esse nível deverá ser alcançado num prazo suficiente que permita aos ecossistemas adaptarem-se naturalmente à mudança do clima, que assegure que a produção de alimentos não seja ameaçada e que permita ao desenvolvimento econômico prosseguir de maneira sustentável.



A convenção é baseada em dois princípios básicos, sendo eles o princípio da precaução, segundo o qual a falta de plena certeza científica não deve ser usada como razão para que países posterguem a adoção de medidas para prever, evitar ou minimizar as causas da mudança do clima e mitigar seus efeitos negativos. O segundo princípio – base para o estabelecimento de compromissos dos países – é o das responsabilidades comuns, porém diferenciadas.

Para Biato (2004), de acordo com esse princípio, apesar de a mudança comum da humanidade, a maior parcela das emissões globais, históricas e atuais, de GEE é originária dos países desenvolvidos. As emissões *per capita* dos países em desenvolvimento ainda são relativamente baixas e a parcela de emissões globais originárias desses países crescerá para que eles possam satisfazer suas necessidades sociais e de desenvolvimento. Nesse sentido, as partes países desenvolvidos devem tomar a liderança no combate à mudança do clima e aos impactos adversos dessa mudança.

No âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, com base no princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas, foram estabelecidos basicamente dois grupos de países: as partes do Anexo I, ou seja, países relacionados no Anexo I do texto da convenção, e as partes não-Anexo I, ou seja, aqueles que não são relacionados no referido anexo.

De acordo com o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (2008) os países constantes no Anexo I são os membros da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE) mais os países do Leste Europeu e a antiga União Soviética, ou seja, os países industrializados.

Como consta na Convenção-Quadro das Nações Unidas para o Clima existe ainda o chamado Anexo II, que inclui os países em processo de transição para a economia de mercado. Adicionalmente aos compromissos de adotar políticas e medidas para reduzir a emissão de GEE, os países do Anexo I têm a obrigação de prover assistência financeira e técnica aos países em desenvolvimento para que estes possam promover medidas de mitigação, adaptar-se aos impactos da mudança do clima e avaliar suas vulnerabilidades particulares.

Assim, com base nesses princípios, a convenção, em seu art, 4º, parágrafo 1º, estabelece obrigações comuns para todas as partes, levando em conta as responsabilidades comuns, porém diferenciadas, dos países e suas prioridades de

desenvolvimento, objetivos e circunstâncias específicas, nacionais, regionais, entre outros. As principais obrigações são:

- Elaborar, atualizar periodicamente, publicar e tornar disponível para a Conferência das partes inventários de emissões antrópicas por fontes e de remoções por sumidouros de todos os GEE não controlados pelo Protocolo de Montreal;
- Formular, implementar, publicar e atualizar regularmente programas nacionais e, conforme o caso, regionais que incluam medidas para mitigar a mudança do clima;
- Promover e cooperar para o desenvolvimento, aplicação e difusão, e mesmo transferência, de tecnologias, práticas e processos que controlem, reduzam ou previnam as emissões antrópicas de GEE não controlados pelo protocolo de Montreal em todos os setores pertinentes, até mesmo nos setores de energia, transportes, indústria, agricultura, silvicultura e tratamento de resíduos;
- Promover e cooperar em pesquisa cinetíficas, tecnológicas, técnicas socioeconômicas e outras, em observações sistemáticas e no desenvolvimento de bancos de dados relativos ao sistema climático, cuja finalidade seja esclarecer e reduzir ou eliminar as incertezas ainda existentes em relação às causas, efeitos, magnitude e evolução no tempo da mudança do clima e as consequências econômicas e sociais de diversas estratégias de resposta;
- Promover e cooperar na educação, treinamento e conscientização pública em relação à mudança do clima e estimular a mais ampla participação nesse processo, até mesmo a de organizações não governamentais.

Deve-se ressaltar que, de acordo com o princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas, apenas os países do Anexo I devem estabelecer medidas de redução de suas emissões. No âmbito da convenção, os países não pertencentes a esse grupo não tem compromissos de redução ou limitação de emissões antrópicas de GEE não controlados Protocolo de Montreal. Tal fato é explicado por Machado (2007) ao reconhecer que a parcela de emissões globais originárias desses países crescerá para que eles possam satisfazer suas necessidades sociais e de desenvolvimento.

No contexto nacional, ao ratificar a Convenção, o Brasil aceitou algumas obrigações iniciais, entre elas, a primeira foi identificar qual sua contribuição geral para os problemas de alteração climática. Desta forma já foram realizadas duas comunicações nacionais (2004 e 2010) contendo os inventários das emissões produzidas por ação humana, por fontes, e das remoções, por sumidouros, de todos os de gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal, assim como uma descrição geral das providências, tomadas ou previstas, para a implementação da Convenção no País.

De acordo com a Lei nº 12.187, de 2009 a projeção das emissões nacionais de GEE para o ano de 2020 é de 3.236 milhões tonCO<sub>2</sub>eq. Posteriormente, segundo o Decreto de nº 7.930, de 2010 para alcançar o compromisso nacional voluntário está previsto a implementação de ações que almejem reduzir entre 1.168 milhões de tonCO<sub>2</sub>eq e 1.259 milhões de tonCO<sub>2</sub>eq do total das emissões estimadas.

### **3.5. Inventário de GEE**

Como visto no tópico anterior as principais iniciativas relacionadas ao gerenciamento das emissões de GEE, refletem o compromisso dos países em reduzir de forma voluntária ou por meio de tratados internacionais a emissão de GEE, conforme previsto na Convenção-quadro das Nações Unidas sobre o Clima.

Brasil et al. (2008), por sua vez, mencionam que o ponto de convergência de toda a discussão relacionada às mudanças climáticas é a medida de emissão de gases gerada por um dada empresa ou país. Para estes autores a melhor expressão dessas emissões é um inventário, portanto toda ação organizacional relacionada a mudanças climáticas deve ser fundamentada no conhecimento das suas emissões.

Tendo como base as determinações da Convenção-quadro das Nações Unidas sobre o Clima, o Inventário deve incluir apenas as emissões e remoções antrópicas de GEE. Da mesma forma, não deve incluir os gases clorofluorcarbonos (CFC) e os hidroclorofluorcarbonos (HCFC), que destroem a camada de ozônio e cujas emissões já são controladas pelo Protocolo de Montreal.

Um conceito de inventário de GEE, mencionado por Gonçalves e Pao (2011), é apresentado a seguir:

Inventários de efeito estufa são inventários de emissões das quantidades de GEE liberados na atmosfera ou retirados dela. Eles incluem também quaisquer informações de histórico sobre as atividades diretamente atribuídas às alterações dos níveis de GEE. Os inventários se concentram nas emissões de GEE naturais e naquelas geradas por seres humanos (antropogênicas) e incluem não apenas emissões de categorias-fonte, mas também por sumidouros de carbono (também chamadas de sequestro de carbono). Os índices de potencial do aquecimento global, ou GWP, serão caracterizados nos inventários e usados para combinar as emissões de vários GEE em um único valor de peso das emissões (GONÇALVES E PAO, 2011).

Sobre os índices de aquecimento global, o Centro de gestão e estudos estratégicos (2008) explica que os mesmos são utilizados para representar uma equivalência entre os gases considerando um horizonte de 100 anos (GWP 100). Esta equivalência permite expressar as emissões de qualquer outro gás de efeito estufa em termos de toneladas de dióxido de carbono equivalente. Dessa forma, a equivalência é obtida pela estimativa do valor relativo do total de energia de aquecimento resultante da emissão de uma tonelada de um gás e de uma tonelada de dióxido de carbono, cem anos após a emissão. Logo, a energia total é calculada como a integral durante cem anos da forçante radiativa correspondente a emissão do gás e do dióxido de carbono.

Gonçalves e Pao (2011) estabelecem que Governos, criadores de políticas, empresas, o público e grupos com interesses especiais fazem uso de inventários de GEE para entender as emissões-fonte, rastrear tendências e desenvolver estratégias para políticas de redução de GEE. Organismos regulatórios e as corporações contam com os inventários para rastrear registros de conformidade e manter taxas admissíveis de emissão.

Brasil et al. (2008), por sua vez, acrescentam que um inventário corporativo de GEE é, portanto, a contabilização da emissão de todas as fontes definidas em grupos de atividades associadas a uma organização. Para estes autores a definição eficiente dos limites de atividades é imperativo na realização de um bom inventário.

Por isso um inventário de GEE deve considerar premissas amplamente aplicadas, isto é, utilizadas também, em inventários de outras empresas, e as fontes devem também ser agrupadas sobre algum critério geral. Um agrupamento, ou escopo típico, é classificar as fontes que sejam de emissões diretas, indiretas ou associadas à geração de energia elétrica (incluindo calor e vapor).

Em contrapartida, Fujihara et al. (2011) afirmam que os inventários corporativos tem a finalidade de compreender o perfil das emissões antropogênicas de GEE e a abrangência do impacto das ações organizacionais no meio ambiente, possibilitando a integração de seus resultados no planejamento de ações consistentes para redução e/ou compensação das mesmas. Isto é, auxilia no direcionamento e otimização de recursos em projetos que atuem na mitigação das emissões, com foco nas atividades mais impactantes e passíveis de reestruturação.

Mais especificamente em relação a eventos, Barbosa (2009) ressalta que as questões ambientais em pauta no mundo, como as mudanças climáticas, passaram a estar presentes na maioria dos eventos de grande porte. Essas ações são importantes formas de interação social e educação ambiental que podem trazer benefícios locais e ganho na melhoria da qualidade de vida das pessoas.

Por isso, as empresas estão atentas a essa nova forma de participar e patrocinar os eventos, vincular sua marca e ações ambientais com envolvimento do terceiro setor e de comunicações, pode dar as empresas muito mais do que bens tangíveis, como por exemplo, o retorno financeiro, pode projetar seu produto e sua marca de forma a caracterizá-los dentro de um perfil ecologicamente correta e socialmente responsável (BARBOSA, 2009).

Gonçalves e Pao (2011) estabelecem ainda diferentes exemplos de Inventário de GEE, os quais serão citados a seguir:

- Todos os países do Anexo I do Protocolo de Kyoto devem produzir um relatório anual sobre as emissões e sumidouros de GEE (de acordo com a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climática);
- Exige-se que governos nacionais, pelo UNFCCC, ou Protocolo de Kyoto, devam submeter inventários anuais de todas as emissões de GEE geradas por fatores humanos das fontes e remoções de poços;
- Para inventários nacionais, o Protocolo de Kyoto inclui requisitos adicionais: um inventário de reporte e uma análise anual de inventários;

- O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo do Protocolo de Kyoto possui desenvolvedores de projeto que preparam inventários, como parte das linhas de base de seus projetos;
- Inventários de GEE preparados por corporações e outras entidades para rastrear o progresso em direção ao atendimento das metas de redução de emissões;
- Projetos científicos (por exemplo, Projeto Vulcan – um inventário abrangente Norte-Americano de emissões de GEE oriundo da queima de combustíveis fósseis) que investigam a troca de carbono líquido total.

A FGV (2009) identifica entre os benefícios da iniciativa de realização de inventário de GEE os seguintes aspectos:

- Oportunidades de redução de custos: a partir da melhoria da eficiência em processos gerenciais, redução ou otimização do uso de energia e de matérias primas e adoção de fontes alternativas de energia;
- Criação de benchmark e oportunidades para melhorar a competitividade: os inventários corporativos podem servir de base para a identificação de oportunidades de melhoria e desempenho da empresa a partir de sistemas de comparação das emissões decorrentes da realização de processos e da geração de produtos;
- Participação de mercados de emissões de GEE: identificar oportunidades para desenvolver projetos que geram créditos de carbono ou atraiam investimentos, produzindo receitas adicionais para a empresa;
- Prestação de contas aos acionistas e stakeholders: acionistas e stakeholders podem ser melhor informados de riscos e oportunidades associados à gestão de emissões de GEE a partir dos dados fornecidos pelos inventários;
- Replicabilidade e impacto em cadeia: por meio dos inventários é possível entender e mitigar impactos na cadeia de valor, envolvendo fornecedores e compradores em ações de redução de emissões de GEE;
- Traçamento e alcance de metas de responsabilidade socioambiental: a redução de emissões de GEE pode ser mais uma meta incorporada a esse processo;
- Avaliação de passivos e preparação para futuras políticas de emissões de GEE: antecipação a regulamentações sobre emissões de GEE por meio dos

inventários, que permitem identificar fontes e volumes das emissões, e assim traçar planos de mitigação que as coloquem em consonância com as futuras políticas de emissões;

- Garantia de oportunidades no mercado internacional: a boa gestão de emissões de GEE é um dos principais aspectos cobrados nas transações internacionais.

Acerca do cálculo das emissões, Brasil et al. (2008), mencionam a importância da aplicação de premissas para garantir que a informação relacionada a GEE seja resultado de um cálculo seguro. Os princípios (ou premissas) formam a base que sustenta a uniformidade de métodos no inventário e entre inventários de diferentes empresas.

Abaixo são apresentadas as premissas citadas nas especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol, que por sua vez estão previstas na Norma ISO 14064:

- Abrangência: Todas as emissões e as remoções relevantes de GEE da empresa devem ser incluídas. Aqui se deve considerar a abrangência também sobre dois aspectos: a discrepância material e se todas as fontes relevantes foram consideradas. Discrepância material pode ser definida como um limite em que a soma de todas as fontes desconsideradas juntas não deve ultrapassar;
- Consistência: Comparações significativas entre informações relacionadas a GEE são possíveis, especialmente entre inventários realizados em diferentes períodos. É muito importante que se mantenham os mesmos métodos de cálculo entre diferentes versões do inventário. Qualquer alteração metodológica ou de atividade e processos produtivos deve ser reportada;
- Precisão: As incertezas devem ser reduzidas até onde for praticável. Nenhuma norma ou protocolo associa o “nível praticável” associado a metas de redução compulsória ou voluntária;
- Transparência: Todas as informações relevantes devem ser reveladas de modo a permitir a tomada de decisão com razoável confiança. Exemplos de decisão podem ser a realização de um projeto de crédito de carbono, adesão de meta voluntária ou disclosure de relatório de emissão;

- Relevância: As fontes, sumidouros e reservatórios de GEE, dados e metodologias apropriadas para as necessidades do usuário do inventário de GEE são selecionados e reportados;
- Conservação: Consideração de valores e procedimentos conservativos são utilizados para se assegurar que as emissões não sejam subestimadas e os sequestros e estoques não sejam sobre-estimados.

### 3.5.1 Cálculo das emissões de GEE

#### 3.5.1.1 Abordagens para a realização de inventários de GEE

Um inventário de GEE pode ser realizado tendo como base dois tipos de enfoques: Top-down (geral para o detalhe) e a Bottom-up (detalhe para o geral).

De acordo com U.S. Environmental Protection Agency (1999) estas abordagens podem ser definidas da seguinte forma:

- Top Down: A abordagem que tem como base informações e dados no nível nacional, os quais são medidas diretas ou indiretas do nível de atividade de uma região, como o uso de dados de vendas, nível de emprego ou fatores de emissão per capita;
- Bottom-Up: A abordagem que tem como base para o cálculo de suas emissões fontes individuais. Através da soma de todas as fontes se obtém estimativas locais e estaduais. Como as emissões são calculadas individualmente para cada fonte, é um processo que demanda maiores recursos e as estimativas de emissões são mais exatas do que na abordagem Top-down.

#### 3.5.1.2 Fatores de emissão



Os fatores de emissão relacionam dados de atividades às emissões ou remoções de GEE e constituem o método mais comum para se calcular as emissões de GEE, sendo determinado pela razão entre a quantidade de poluentes liberada para a atmosfera e o nível de atividade associada com esta liberação.

Para Azevedo e Quintino (2010) para aplicação de fatores de emissão padrão utiliza-se um índice de conversão estipulado e padronizado por organizações governamentais. O nível de atividade pode ser expresso, por exemplo, em termos de taxa de produção ou quantidade de combustível consumido. Assim, se o fator de emissão e o correspondente nível de atividade para um processo é conhecido, a estimativa da emissão pode ser calculada pela simples multiplicação dos termos.

### 3.5.1.3 Protocolo de GEE (GHG)

Com início em 1998 o GHG Protocol é uma das ferramentas padrão amplamente utilizada por empresas e governos de todo o mundo para se contabilizar e gerenciar as emissões de GEE.

De acordo com o GHG Protocol (2003) esta metodologia foi desenvolvida pelo *World Resources Institute* (WRI) em associação com o *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD), além de parcerias com empresas, organizações não governamentais (ONG's), governo e outras conveniadas ao WRI e ao WBCSD envolvidos com as questões das mudanças climáticas (*stakeholder's*).

Segundo a Fundação Getúlio Vargas - FGV (2009), a metodologia do GHG Protocol é compatível com as normas ISO e com as metodologias de quantificação do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), e sua aplicação no Brasil acontece de modo adaptado ao contexto nacional. Além disso, as informações geradas podem ser aplicadas aos relatórios e questionários de iniciativas como Carbon Disclosure Project, Índice Bovespa de Sustentabilidade Empresarial (ISE) e Global Reporting Initiative (GRI).

Conforme citado por WRI (2005), a missão do GHG Protocol é desenvolver normas internacionalmente aceitas de monitorização e comunicação das emissões

de GEE e promover a sua aceitação global. As normas e as diretrizes foram concebidas, tendo em conta:

- Ajudar as empresas a preparar o inventário GEE, que represente um registro justo e verdadeiro das suas emissões, através da utilização de princípios e abordagens padronizadas;
- Simplificar e reduzir os custos da compilação de um inventário de GEE;
- Fornecer às áreas de negócios informações necessárias para a construção de uma estratégia eficaz na gestão e redução das emissões de GEE;
- Fornecer a informação necessária de maneira a facilitar a participação em programas voluntários e obrigatórios de GEE;
- Aumentar a conformidade e transparência dos registros e relatórios de GEE, entre as várias empresas e programas de GEE.

#### 3.5.1.3.1 Programa GHG Protocol brasileiro

O programa GHG Protocol brasileiro é uma iniciativa do Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas (GVces), em parceria com o World Resources Institute (WRI), Ministério do Meio Ambiente (MMA), o Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS), e o World Business Council for Sustainable Development (WBSCD).

De acordo com FGV (2009) o Programa Brasileiro GHG Protocol apoia empresas para realização de seus inventários, incluindo os seguintes aspectos: contabilização, cálculo, elaboração e publicação de relatório de GEE em base voluntária; capacitação de empresas e organizações na temática de inventários e temas correlatos; plataforma WEB para divulgação pública dos inventários; e espaço de intercâmbio de informações entre instituições públicas e privadas e modelos de gestão.

As especificações do programa brasileiro GHG Protocol mencionam que o programa foi elaborado com base em uma série de princípios identificados pelas organizações que o implementam, além de ter sido endossado pelos Membros Fundadores. As diretrizes do Programa têm como objetivo orientar ações para o

cálculo e a elaboração do inventário de GEE de forma coerente, bem como estabelecer prioridades e apresentar o processo de implementação do Programa.

### 3.5 Compensação de gases de efeito estufa

Os dois principais ativos negociados em mercados de carbono, de acordo com Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE (2010), são as permissões de emissão da União Européia (do inglês “European Union Allowances” – EUA) e os “offsets” ou compensações de carbono gerados a partir de projetos de redução de emissões de GEE. ABRELPE (2010) registra ainda que, em um regime obrigatório que estabelece um limite de emissões e cria um sistema de permissão de comercialização (limite e negociação/cap-and-trade) internacional/nacional ou regional, as permissões de emissões são distribuídas às fontes emissores com o objetivo de permitir que essas emitam certa quantidade de tCO<sub>2</sub>e por período. Se uma fonte emissora excede o limite de emissão definido pelas permissões de emissões, o emissor pode comprar permissões de emissões excedentes de outros participantes do mercado ou ainda pode comprar créditos compensações (também equivalentes a 1 tCO<sub>2</sub>e) gerados pelos projetos de redução de emissões. Uma série de programas de “cap-and-trade” utilizam permissões de emissões e compensações para cumprir com suas metas regidas pelo Protocolo de Quioto ou por regulamentações nacionais.

Com relação a neutralização de carbono, Péllico et al. (2008) cita que este mecanismo é considerado como uma forma de mitigação ambiental, onde empresas e cidadãos têm a possibilidade de compensar suas emissões de CO<sub>2</sub> por meio da fixação de carbono realizado por árvores durante o seu crescimento e desenvolvimento. Assim, o CO<sub>2</sub> que é lançado na atmosfera é retirado pelas florestas, ou seja, é neutralizado.

Yu (2004) complementa ao afirmar que o sequestro de carbono é um processo no qual se permite seqüestrar ou neutralizar o gás carbônico pelos vegetais através da fotossíntese, cujo processo permite fixar o carbono em forma de matéria lenhosa nas plantas. Assim quanto maior é o porte das plantas, mais

biomassa se acumula, e conseqüentemente mais carbono é fixado, sendo as plantas responsáveis por um estoque de 500 Gt C. A maior parte do carbono terrestre stá acumulada no solo florestal pela decomposição de matéria-prima acumulada durante séculos, sendo responsável por 2.000 Gt C. A atmosfera estoca 760 Gt C. Portanto, as florestas, incluindo o solo, estocam dois terços do carbono – 2.500 Gt C, num total de 3.260 G tC na superfície terrestre.

Baird (2002) acrescenta ainda que o dióxido de carbono pode ser removido da atmosfera por meio do crescimento de plantas selecionadas especialmente para essa finalidade. Quanto mais rápido o crescimento, mais rápida é a absorção de CO<sub>2</sub>. Renner (2004), divulgam que devido ao vigoroso crescimento das árvores nos trópicos, um hectare desta floresta seqüestra muito mais carbono do que um hectare de floresta temperada.

Para Sobrinho (2007) o tipo de formação florestal (nativa ou plantada) é determinante para a biodiversidade. A proporção da área de florestas plantadas em relação à área total de florestas informa sobre a condição ecológica desse bioma.

De acordo com Campos (2001), na Conferência das Partes da CQMC um dos itens que gera muita discórdia é a participação do uso da terra, mudança no uso da terra e florestas – LULUCF (em inglês, land use, land-use change e forestry) nos compromissos das partes do anexo I e nos mecanismos de flexibilidade.

As questões do LULUCF, principalmente a conservação florestal no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL, sempre foram controversas e ficaram indefinidas até a COP 6 em Haia na Holanda. Apenas na COP 6 definiu-se que o LULUCF seria aceito nos compromissos dos países do anexo I e que apenas o aflorestamento e o reflorestamento seriam as atividades aceitas no MDL. Desta forma, finalmente excluiu-se a conservação florestal do MDL (CAMPOS, 2001).

Por outro lado, ABRELPE (2010) afirma que, com o passar dos anos o os padrões foram se desenvolvendo em conjunto com registros privados para oferecer créditos com garantias mais credíveis e o mercado voluntário (onde está enquadrado o LULUCF) se tornou um ambiente mais “palatável” aos críticos. Até mesmo esquemas compulsórios como a programa de “cap-and-trade” da Califórnia, já reconhecem padrões do mercado voluntário.

#### **4 MATERIAL E MÉTODOS**

## 4.1 Material

### 4.1.1 Área de estudo

A área adotada para a realização deste estudo foi o Parque de Exposições Marechal Castelo Branco, no Município de Rio Branco, Acre. Local onde foi realizada a Feira Agropecuária do Estado do Acre – Expoacre no período de 21 a 29 de julho de 2012.

A escolha desse evento para alvo desta pesquisa se deve ao fato do mesmo, de acordo com Araújo (2009) e Costa e Hosokawa (2012), se configurar como a feira de negócios de maior expressão em termos econômicos na capital do Estado do Acre.

A Expoacre oferece oportunidades de negócios e de novos empreendimentos em todos os setores da sociedade. Tem como principal cliente o visitante, inclusive, aqueles que desejam investir em novos ramos ou incrementar os já existentes. Nas primeiras edições as vitrines eram preenchidas somente com produtos agropecuários, com o passar dos anos se diversificaram, expondo outras produções acreanas (ARAÚJO, 2009).

Ainda segundo Araújo (2009), neste evento os potenciais empreendedores tem oportunidade de negociar diretamente com fabricantes de grandes e pequenas franquias e obter informações sobre as inovações tecnológicas. Os stands comerciais, de artesanatos, de turismo e de agropecuária também são bastante visitados pela população.

Na figura 1 está ilustrada a planta baixa do Parque de Exposições Marechal Castelo Branco.

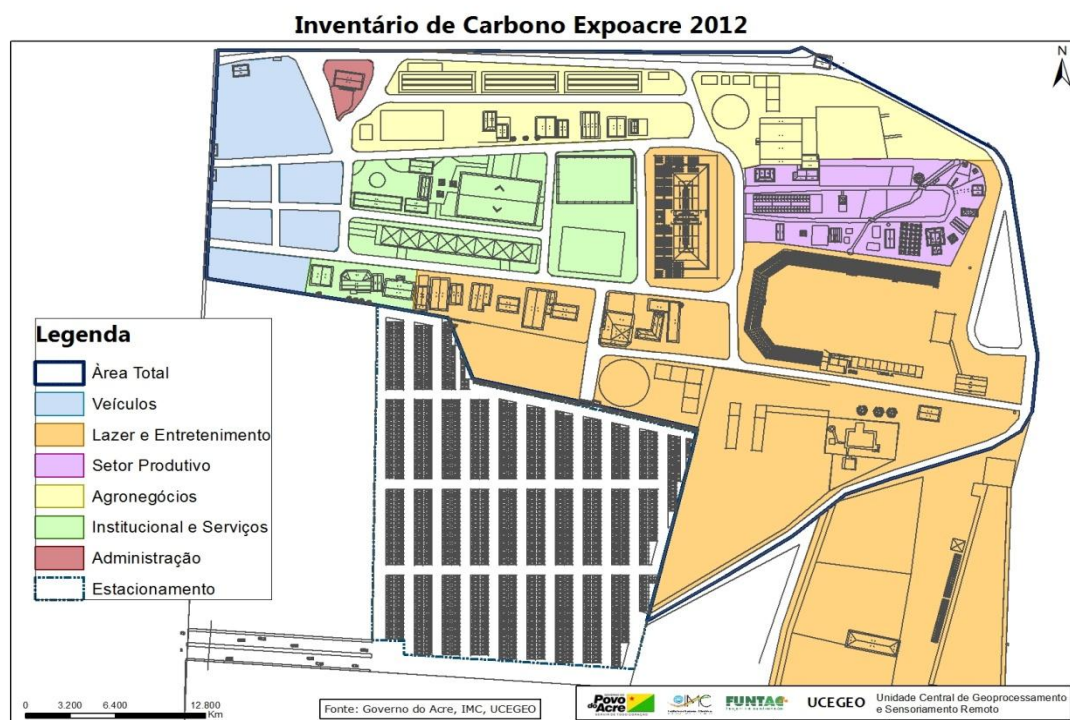


Figura 1 – Planta baixa do Parque de Exposições Marechal Castelo Branco

Fonte: Ucegeo (2012)<sup>1</sup>

Vale ressaltar que além de considerar as emissões realizadas diretamente no parque de exposições, também foram contabilizadas as emissões ligadas ao evento em questão, quer pela organização da feira ou pelos visitantes.

#### 4.1.2 Coleta de dados

Para proceder aos cálculos das emissões dos GEE, foi necessário identificar o dado da atividade envolvendo GEE, ou seja, a quantidade emitida de GEE em razão da realização de alguma atividade, como por exemplo: dados dos consumos de energia elétrica; consumo de combustíveis fósseis em fontes móveis (transportes) ou combustão estacionária (alimentação do gerador de energia elétrica); serviços de

<sup>1</sup> Planta baixa confeccionada pela Unidade Central de Geoprocessamento do Estado do Acre - UCEGEO

transporte coletivos (km percorridos), número de animais, consumo de GLP – gás liquefeito de petróleo, quantidade de efluentes gerada durante a feira.

Ademais, para cada fonte de emissão houve um ou mais tipos de coleta de informação, seja ela através de questionários, observações e consultas diretas às fontes ou estimativas.

## 4.2 Procedimentos metodológicos

O inventário de GEE da Expoacre 2012 foi elaborado, em sua maioria, a partir do *Greenhouse Gas Protocol* (GHG Protocol).

Para a realização dos inventários corporativos, o GHG Protocol estabelece seis passos básicos:

- a) Definir os limites organizacionais do inventário
- b) Definir os limites operacionais do inventário
- c) Selecionar metodologia de cálculo e fatores de emissão
- d) Coletar dados das atividades que resultam na emissão de GEE
- e) Calcular as emissões
- f) Elaborar o relatório de emissões de GEE

Por se tratar de um inventário de limites locais, será utilizada a abordagem *bottom-Up*. De acordo com *U.S. Environmental Protection Agency* (1999) a abordagem *bottom-Up* tem como base para o cálculo de emissões, dados advindos de fontes individuais, através da soma de todas as fontes para a obtenção de estimativas locais.

Segundo o protocolo do inventário desenvolvido pelo GHG Protocol alguns limites devem ser seguidos, tais limites são apresentados a seguir.

- a) Limites Geográficos: o limite geográfico delimita o território onde as emissões serão levantadas;
- b) Limites Organizacionais: Consideraram-se as estruturas e atividades envolvidas com o evento;

c) Limites Operacionais: Dentre os limites operacionais, contabilizam-se as emissões e remoções de GEE associadas às atividades limites do evento de acordo com as seguintes categorias de fontes de emissão:

- Escopo 1 – Emissões diretas: corresponde às fontes de emissões diretas de GEE que pertencem ou são controladas pela promotora do evento, além das emissões realizadas diretamente na área de estudo.
- Escopo 2 – Emissões Indiretas pela compra de energia: refere-se às fontes de emissões indiretas - atividades do evento que ocorrem em fontes controladas/pertencentes por outra organização - provenientes da compra de energia;
- Escopo 3 – Emissões indiretas: neste escopo a contabilização das emissões é opcional e nela são retratadas todas as outras fontes de emissões indiretas que não pertencem ou não são controladas pela promotora do evento, mas que estão ligadas as atividades exercidas por ela.

No Quadro 1 estão distribuídas as emissões de GEE da Expoacre 2012 por categoria de emissão, conforme as especificações acima.

Quadro 01 - Escopos e Fontes de Emissões de GEE

<b>Escopo 01</b>	<b>Escopo 02</b>	<b>Escopo 03</b>
Consumo de óleo diesel para alimentação do Gerador elétrico	Compra de energia da concessionária	Consumo de combustíveis fósseis por transporte coletivo
Consumo de combustíveis fósseis por veículos a disposição da organização da feira		Consumo de combustíveis fósseis por veículos particulares dos visitantes
Fermentação entérica		Consumo de combustíveis fósseis por transporte aéreo
Consumo de GLP por restaurantes e ambulantes		Tratamento de Efluentes (banheiros químicos)



#### 4.2.1 Limites organizacionais

Conforme mencionado por FGV (2009), os limites organizacionais são tratados de acordo com as regras estabelecidas, que dependem da estrutura da empresa e do relacionamento com todas as partes envolvidas.

Neste estudo foram consideradas as estruturas e atividades envolvidas no evento com potencial de emissão de GEE, as quais são apresentadas a seguir:

- a) Utilização de energia elétrica;
- b) Fermentação entérica;
- c) Consumo de Gás Liquefeito de Petróleo - GLP;
- d) Transportes;

Vale ressaltar que este trabalho trata-se de um inventário parcial, uma vez que não foi considerada a emissão de GEE por geração de resíduos. Tal fato se deve a falta de detalhamento das informações fornecidas pela Unidade de Tratamento de Resíduos de Rio Branco - UTRE, o que inviabilizou o cálculo destas emissões.

#### 4.2.2 Limites operacionais

De acordo com o Protocolo do inventário desenvolvido pelo GHG Protocol, a determinação dos limites operacionais envolve a identificação das emissões associadas com as suas operações, classificando-as de acordo com as seguintes categorias de fontes de emissão:

- a) Escopo 1: Emissões diretas: corresponde às fontes de emissões diretas de GEE que pertencem ou são controladas pela promotora do evento;
- b) Escopo 2: Emissões Indiretas pela compra de energia: refere-se às fontes de emissões indiretas - atividades do evento que ocorrem em fontes controladas/pertencentes por outra organização - provenientes da compra de energia;

- c) Escopo 3: Emissões indiretas: neste escopo a contabilização das emissões é opcional e nela são retratadas todas as outras fontes de emissões indiretas que não pertencem ou não são controladas pela promotora do evento, mas que estão ligadas as atividades exercidas por ela.

#### 4.2.3 Metodologia de cálculo e fatores de emissão

##### 4.2.3.1 Metodologia de cálculo

A ferramenta de cálculo do programa GHG Protocol consiste em uma planilha eletrônica com sugestão de métodos e fatores de emissão a serem utilizados para os inventários de emissões. A ferramenta está disponível no site do Programa Brasileiro GHG Protocol, sendo atualizada anualmente.

Conforme GHG Protocol (2003), toda emissão de GEEs deve ser calculada de acordo com o fator de emissão da atividade em estudo, cuja intensidade depende da fonte emissora. Uma vez consolidado o levantamento dos fatores de emissões, os cálculos por tipo de emissão são estabelecidos.

Assim, foi utilizada a última versão disponível da ferramenta intersetorial do programa GHG Protocol que é a versão 2011, publicada em março de 2012.

Sobre a versão 2011 da ferramenta de cálculo, o Programa Brasileiro GHG Protocol (2012) cita entre as inovações a inserção de fatores de emissão de GEE mais adequados à realidade das corporações brasileiras, além de incluir novos métodos que a tornam mais precisa em relação ao cálculo das emissões de GEE. Tais atualizações têm o objetivo de conferir maior precisão aos inventários de GEE das organizações, aumentando a acurácia entre emissões calculadas e as emissões reais.

#### 4.2.3.2 Metodologia de cálculo e fatores para utilização de energia elétrica

Neste subtópico, serão descritas as metodologias de cálculo e apresentados os fatores de emissão necessários para os cálculos das emissões advindas da compra de eletricidade e combustão de óleo diesel para geração de energia elétrica.

##### 4.2.3.2.1 Compra de eletricidade

As emissões resultantes da compra de eletricidade do Sistema Interligado Nacional brasileiro - SIN foram calculadas utilizando fatores de emissão fornecidos pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), identificados na Tabela 02.

Tabela 02 – Fatores de emissão para compra de energia advinda do SIN, parâmetros para o Inventário de 2011

---

Fonte: Brasil<sup>2</sup> (2012 citado por GHG. PROTOCOL, 2012).

O cálculo da emissão pela compra de energia advinda do SIN foi calculada através da seguinte fórmula:

$$Emissões_{emCO_2e} = EE * FE$$

(1)

Em que:

Emissões = emissão de CO<sub>2</sub>e (t)

FE = fator de emissão da média anual nacional (t CO<sub>2</sub>/MWh)

---

<sup>2</sup> BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Fatores de emissão de CO<sub>2</sub> pela geração de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional do Brasil.** Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/74694.html>>

EE = energia elétrica consumida (MWh)

#### 4.2.3.2.2 Combustão de óleo diesel para geração de energia

A geração de energia elétrica do palco de Shows foi garantida através de um gerador de energia movido a óleo diesel. Para contabilização destas emissões são apresentados na Tabela 03 os fatores de emissão para combustão direta através do consumo de óleo diesel para geração de energia.

Tabela 03 – Fatores de emissão para CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O por consumo de óleo diesel para geração de energia

Fator de emissão (kg/unid.)		
CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
74,1	3,0	0,6

Fonte: GHG Protocol (2012)

O cálculo da emissão por combustão de óleo diesel para geração energia foi realizado a partir da equação abaixo:

$$Emissões_{emtCO_2e} = C * FE$$

Em que:

C = Consumo de óleo diesel

FE = Fator de emissão de óleo diesel em transporte coletivo

#### 4.2.3.3 Fermentação Entérica

A pecuária contribui com emissões de metano por meio da fermentação entérica. A produção de metano é parte do processo digestivo normal dos herbívoros ruminantes e ocorre em parte do seu estômago compartimentado (rúmen e retículo). A fermentação do material vegetal ingerido no rúmen é um processo

anaeróbio efetuado pela população microbiana ruminal, em que os carboidratos celulósicos são convertidos em ácidos graxos de cadeia curta (ácido acético, ácido propiônico e butírico, principalmente) os quais são utilizados pelo animal como fonte de energia. Bactérias metanogênicas, presentes no rúmen, obtêm energia para seu crescimento utilizando H<sub>2</sub> para reduzir CO<sub>2</sub> e formar metano (CH<sub>4</sub>), o qual é eructado ou exalado para a atmosfera (BRASIL. MCT, 2006).

Para o cálculo das emissões por fermentação entérica foram utilizados os fatores de emissão, publicados por Brasil (2010) para a região norte do país na segunda comunicação nacional a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre mudança do clima, apresentados na Tabela 04.

Tabela 04 – Fatores de emissão para fermentação entérica

Descrição da Fonte	Fator de emissão (kg/cabeça/ano)
Gado de corte machos adultos	62,00
Gado leiteiro	59,00
Gado de corte machos jovens	47,00
Ovinos	5,00

Fonte: Brasil (2010)

A Tabela 05, por sua vez, tendo como base os fatores de emissão divulgados na Tabela 04, expõe os fatores de emissão para nove dias, que corresponde ao período da feira.

Tabela 05 – Fatores de emissão para fermentação entérica no período de nove dias

Descrição da Fonte	Fator de emissão (kg/cabeça/9 dias)
Gado de corte machos adultos	1,524
Gado leiteiro	1,451
Gado de corte machos jovens	1,156
Ovinos	0,123

Nota: Adaptação da autora

A fórmula para cálculo das emissões de GEE por fermentação entérica aplicada para cálculo das emissões de GEE por categoria de animal é apresentada a seguir:

$$Emissões_{emCO_2e} = Q * FE * GWP_{CH_4} \quad (2)$$

Em que:

Emissões = emissão de CO<sub>2</sub>e (t)

QA = Quantidade de animais

FE = Fator de emissão (kg/cabeça/9 dias)

GWP<sub>CH<sub>4</sub></sub> = Potencial de aquecimento global do CH<sub>4</sub>

#### 4.2.3.4 Consumo de GLP

Os cálculos de emissão por consumo de GLP foram calculados utilizando os fatores de emissão expostos na tabela abaixo:

Tabela 06 – Fatores de emissão para CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O por consumo de GLP no setor comercial

Fator de emissão (kg/unid.)		
CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
1.612,86	0,1278	0,0026

Fonte: IPCC

A fórmula utilizada para cálculo das emissões por combustão estacionária direta de GLP é apresentada a seguir:

$$Emissões_{emCO_2e} = (GLP * FE_{CO_2} * GWP_{CO_2}) + (GLP * FE_{CH_4} * GWP_{CH_4}) + (GLP * FE_{N_2O} * GWP_{N_2O}) \quad (3)$$

Em que:

GLP = Quantidade de GLP consumido (m<sup>3</sup>)

FE<sub>CO<sub>2</sub></sub> = Fator de emissão do CO<sub>2</sub> para consumo de GPL no setor comercial

GWP<sub>CO<sub>2</sub></sub> = Potencial de aquecimento global do CO<sub>2</sub>

FE<sub>CH<sub>4</sub></sub> = Fator de emissão do CH<sub>4</sub> para consumo de GPL no setor comercial

GWP<sub>CH<sub>4</sub></sub> = Potencial de aquecimento global do CH<sub>4</sub>

FE<sub>N<sub>2</sub>O</sub> = Fator de emissão do N<sub>2</sub>O para consumo de GPL no setor comercial

$GWP_{N_2O}$  = Potencial de aquecimento global do  $N_2O$

#### 4.2.3.5 Transportes

De acordo com as especificações do Programa brasileiro GHG Protocol, a ferramenta de cálculo intersetorial para as emissões por combustão móvel possibilita calcular as emissões diretas e indiretas resultantes da queima de combustíveis em fontes móveis fornecendo cálculos e fatores de emissão para transporte rodoviário, aeroviário, hidroviário e ferroviário, além de considerar o percentual de biocombustíveis nos combustíveis nacionais.

Para o inventário da Expoacre, ano base 2012 foram realizados cálculos para as emissões advindas do:

- Transporte aéreo utilizado pelos artistas contratados pela organização da feira;
- Transporte urbano coletivo utilizado pelos visitantes;
- Carros utilizados pela organização da feira;
- Transporte de carros e motocicletas utilizados pelos visitantes para acesso ao local do evento.

##### 4.2.3.5.1 Transporte aéreo

Os fatores de emissão por combustão de gasolina de aviação podem ser visualizados na Tabela 07.

Tabela 07 – Fator de emissão por combustão de gasolina de aviação

Fator de emissão (kg/unid.)		
CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
2,232000	0,000016	0,000064

Fonte: Brasil, 2010

O cálculo para determinação das emissões GEE, pelo transporte aéreo foram realizados através da seguinte fórmula:

$$Emissões = (D * FE) / 1000$$

(4)

Em que:

E = emissões de CO<sub>2e</sub> (t)

D = distância (km)

FE = fator de emissão (kg GEE/passageiro/km)

1000 = conversão de kg para tonelada.

#### 4.2.3.5.2 Transporte coletivo urbano

Segundo dados repassados pela Superintendência Municipal de transporte e trânsito de Rio Branco – RBTRANS, o transporte coletivo para o parque de exposições foi realizado pela linha 110 administrado por duas empresas, que juntas realizaram um total de 394 viagens nos nove dias de feira, conforme divulgado na Tabela 08.

Tabela 08 – Número de viagens do transporte coletivo realizadas durante o período da Expoacre, 2012

Data	Número de viagens Empresa A	Número de viagens Empresa B
21/07	17,5	18,5
22/07	15,5	18,5
23/07	18,5	16,5
24/07	17,5	21,5
25/07	21,0	17,5
26/07	23,5	31,0
27/07	26,5	19,5
28/07	25,5	36,5
29/07	13,0	36,0
<b>Total</b>	<b>394</b>	



Fonte: Superintendência Municipal de Transportes e trânsito de Rio Branco – RBTRANS

Ressalta-se ainda que a distância percorrida tem extensão de 7,4 km (sentido Terminal urbano/Expoacre) e 6,3 km (sentido Expoacre/Terminal), multiplicando pelo número de viagens tem-se uma distância total de 5.398 km. A distância percorrida no sentido Terminal urbano/Expoacre e Expoacre/Terminal urbano foi utilizada como base para todos os cálculos de trajetória considerando que esta compreende o deslocamento do centro da capital até o parque de exposições.

A ferramenta GHG Protocol oferece duas opções para cálculo de emissão por combustão móvel. A opção 1 deve ser utilizada quando se conhece o consumo de combustível da fonte e a opção 2 quando este consumo é desconhecido, tendo como base o controle da trajetória percorrida. Assim sendo, a emissão pelos transportes coletivos foi determinada através da opção 2, utilizando-se a seguinte fórmula:

$$CT = D * CMS \quad (5)$$

Em que:

CT = Consumo Total;

D = Distância (km);

CMS = Consumo médio sugerido.

Sabendo-se que o consumo médio para transportes coletivos sugerido na ferramenta GHG Protocol 2011 é de 2,3 km/l e a distância percorrida foi de 5.398 km, obteve-se um consumo total de 2.346,87 litros de combustível.

Na tabela 09 estão divulgados os fatores de emissão para as emissões por consumo de combustível nos transportes urbanos coletivos.

Tabela 09 – Fatores de emissão para CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O por consumo de diesel em transporte urbano coletivo

Fator de emissão (kg/unid.)		
CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
2,6710	0,000139	0,000021

Fonte: GHG Protocol, 2012

A fórmula para cálculo utilizada para contabilização das emissões por transporte coletivo deste inventário é apresentada abaixo:

$$Emissões_{emtCO_2e} = C * FE$$

(6)

Em que:

C = Consumo de combustível

FE = Fator de emissão de óleo diesel em transporte coletivo

#### 4.2.3.5.3 Carros utilizados pela organização da feira

Nesta seção foram consideradas as emissões dos carros oficiais de três secretarias do Estado do Acre responsáveis pela coordenação do evento. Desta forma o consumo total de combustível foi equivalente a 525 litros de diesel e 120 litros de gasolina. Abaixo são apresentados os fatores de emissão para o consumo de diesel e gasolina em carros de passeio.

Tabela 10 – Fatores de emissão para CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O por consumo de diesel e gasolina em veículos de passeio

Combustível	Fator de emissão (kg/unid.)		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Gasolina	2,2690	0,0001	0,0001
Diesel	2,6710	0,0003	0

Fonte: GHG Protocol, 2012

O cálculo das emissões por combustão móvel nos carros oficiais, foi determinado através da fórmula a seguir:

$$Emiss\tilde{a}o\ e\ m\ t\ CO_{2e} = C_f * FEF \quad (7)$$

Em que:

$C_f$  = Consumo de combustível por óleo diesel ou gasolina

$FEF$  = Fator de emissão por combustão móvel em carros de passeio para gasolina ou óleo diesel

#### 4.2.3.5.4 Carros e motocicletas

Por último, na contabilização da emissão de GEE por transportes foram consideradas as emissões advindas da combustão móvel dos carros e motocicletas utilizados pelos visitantes para acesso ao parque de Exposições. Saliencia-se que foram calculadas apenas as emissões dos veículos que utilizaram os dois estacionamentos internos do parque de exposições, ambos controlados por uma instituição filantrópica de Rio Branco.

De acordo com dados repassados pela instituição filantrópica, durante todo o período de duração do evento os estacionamentos receberam um total de 27.000 carros e 9000 motocicletas. Para estimar a proporção entre veículos movidos a diesel, gasolina e etanol, foram utilizados os dados publicados por Acre (2011) em seu Plano de controle da poluição veicular, onde os valores são 59%, 37% e 4% respectivamente para diesel, gasolina e etanol hidratado (E100). O cálculo para determinação do consumo de combustível foi o mesmo utilizado na seção 4.2.3.5.2 (transporte coletivo).

Os fatores de emissão para consumo de etanol em carros de passeio e gasolina em motocicletas podem ser visualizados na Tabela 11.

Tabela 11 – Fatores de emissão para CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O por consumo de etanol hidratado em carros de passeio e gasolina em motocicletas

Combustível	Fator de emissão (kg/unid.)		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Etanol hidratado	1,1780	0,0001	0,00004
Gasolina	2,2690	0,0012	0

Fonte: GHG Protocol, 2012

Os fatores de emissão utilizados para cálculo das emissões pelos carros de passeio a diesel e gasolina foram os mesmos apresentados na seção 4.2.3.5.3.

A fórmula de cálculo para as emissões dos veículos de passeio controlados pelos estacionamentos internos do parque é apresentada a seguir:

$$Emissões_{emtCO_2e} = Cf * FEf \quad (8)$$

Em que:

Cf = Consumo de combustível por óleo diesel, gasolina ou etanol hidratado em carros de passeio e gasolina por motocicleta

FEf = Fator de emissão por combustão móvel de gasolina, óleo diesel ou etanol hidratado em carros de passeio e gasolina em motocicleta

#### 4.2.3.5.5 Biocombustíveis nos combustíveis nacionais

Conforme já mencionado, a ferramenta GHG Protocol, versão 2011, entre suas inovações considera o percentual de biocombustíveis nos combustíveis nacionais.

No Brasil a biomassa participa de forma significativa na matriz energética. Segundo Ferreira (2006) as emissões de CO<sub>2</sub> provenientes da biomassa não são contabilizadas como formadoras do efeito estufa já que em sua produção este gás é extraído da atmosfera. Contudo, segundo este autor, a contabilidade dos gases emitidos pela biomassa é apurada, já que outros gases, como o metano, são incluídos no inventário. Por outro lado, a compreensão dos mecanismos de reciclagem do carbono na atmosfera através da biomassa é importante para a compreensão do fenômeno do aquecimento global.

Basicamente a Biomassa é um hidrocarboneto, a qual possui átomos de oxigênio na sua composição química, diferentemente dos combustíveis fósseis. A presença desse átomo faz com que a biomassa requeira menos oxigênio do ar, sendo menos poluente, mas conseqüentemente sua quantidade de energia a ser liberada é reduzida, diminuindo assim o seu Poder Calorífico Superior (NOGUEIRA; RENDEIRO, 2008).

A Tabela 12 apresenta a composição dos combustíveis brasileiros relativos ao percentual de etanol na gasolina e biodiesel no diesel no ano de 2011, considerados para o cálculo de emissão por biomassa em decorrência da combustão móvel de combustíveis.

Tabela 12 – Composição dos combustíveis brasileiros

---

Fonte: GHG Protocol, 2012

Para o cálculo da emissão de biomassa foram utilizados os fatores de emissão destacados na Tabela 13.

Tabela 13 – Fatores de emissão por utilização de biocombustíveis em fontes móveis

Combustível	Fatores de Emissão		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Etano Hidratado (E100)	1,178000	0,000384	-
Biodiesel	2,499068	-	-
Etano Anidro	1,233000	-	-

Fonte: GHG Protocol, 2012

### 4.3 Fontes excluídas

Este trabalho se trata de um inventário parcial, uma vez que não foram contabilizadas as emissões de GEE pela geração de resíduos, transporte dos

animais, tratamento de efluentes e combustão dos combustíveis por veículos estacionados nas áreas externas do parque de exposições.

A exclusão dos resíduos sólidos neste inventário se deve a falta de detalhamento das informações fornecidas pela Unidade de Tratamento de Resíduos de Rio Branco - UTRE, o que inviabilizou o cálculo destas emissões. Dessa forma, recomenda-se para os próximos inventários a realização de uma separação por amostragem do resíduo sólido gerado pela Expoacre, já que a metodologia GHG Protocol requer este tipo de detalhamento para contabilização destas emissões.

Para a contabilização da combustão pelos transportes dos animais, tratamento de efluentes dos banheiros químicos e combustão móvel pelos veículos estacionados nas áreas externas do parque de exposições, sugere-se contactar e sensibilizar os responsáveis pelo gerenciamento dessas atividades com no mínimo trinta dias de antecedência, para que os mesmos possam observar e controlar as informações necessárias a realização dos cálculos.

Recomenda-se ainda, que não sejam levantadas informações referentes às emissões por refrigeração, a exemplo do que foi realizado neste inventário, pois os equipamentos de refrigeração encontrados na Expoacre utilizam para refrigeração, gases que já são controlados pelo protocolo de Montreal e não pelo protocolo de Quioto como os GEE. Evitando, dessa forma, levantar dados desnecessários para a pesquisa.

#### **4.4 Compensação das emissões**

Para proceder as estimativas na determinação na quantidade de mudas a serem plantadas visando a neutralização dos GEE's emitidos na Expoacre, ano base 2012, utilizou-se o modelo alométrico apresentado a seguir proposto por Silva (2007) para estimar o sequestro de carbono de um plantio florestal no Estado do Amazonas.

$$PStot = 2,718 * DAP^{1,877} * 0,584 * 0,485 \quad (9)$$

Onde:

$PStot$  = Peso Seco de Biomassa, em kg;

$DAP$  = medida do tronco da árvore - Diâmetro Acima do Peito, em cm;

1,877 = expoente do modelo

0,584 = corresponde ao percentual de massa seca do peso da árvore

0,485 = corresponde ao percentual do teor de carbono contido na árvore.

Na determinação da quantidade de mudas, a exemplo do que foi realizado por SUFRAMA (2009) foram considerados três cenários: (a) árvores de crescimento lento; (b) árvores de crescimento médio e (c) árvores de crescimento rápido. Para tanto foram utilizadas as seguintes equações:

a) Árvores de crescimento lento

$$PStot = 2,718 * DAP^{1,877} * 0,584 * 0,485$$

(10)

$$PStot = 2,718 * DAP^{1,877} * 0,584 * 0,48 = 0,1579C * 3.6667 = 0,579kgCO^2$$

b) Árvores de crescimento médio

$$PStot = 2,718 * DAP^{1,877} * 0,584 * 0,485$$

(11)

$$PStot = 2,718 * 0,70^{1,877} * 0,584 * 0,48 = 0,3941C * 3.667 = 1,445kgCO^2$$

c) Árvores de crescimento lento

$$PStot = 2,718 * DAP^{1,877} * 0,584 * 0,485$$

(12)

$$PStot = 2,718 * 1,37^{1,877} * 0,584 * 0,48 = 1,390C * 3.667 = 5,098kgCO^2$$

Segundo o modelo proposto por SUFRAMA (2009) a determinação da quantidade de mudas necessárias para neutralizar as emissões da Expoacre em um ano foi realizada segundo a equação abaixo:

$$N = \text{Emissões totais em } tCO_{2eq} / Pstot$$

## 5 RESULTADOS

A aplicação da metodologia acima descrita gerou os seguintes resultados com relação às emissões: pelas principais fontes de GEE, por GEE's, por categoria de emissão e total de GEE em tonelada de carbono equivalente – tCO<sub>2</sub>e.

### 5.1 Fontes de emissão de GEE

#### 5.1.1 Energia elétrica

##### 5.1.1.1 Compra de eletricidade

A quantidade total de GEE emitidos em decorrência da compra de eletricidade na Expoacre, ano base 2012 é apresentada na Figura 2.

FIGURA 2 – Emissão de GEE pela compra de energia elétrica.

Pela figura 2, tem-se que o consumo de energia elétrica advinda do Sistema Interligado Nacional – SIN emitiu 2,024 tCO<sub>2</sub>e, no período analisado. Vale citar que este total é proveniente apenas da emissão de CO<sub>2</sub>, sendo este, o único gás emitido por tal fonte.

##### 5.1.1.2 Combustão de óleo diesel para geração de energia



A emissão por combustão estacionária de 800 litros de óleo diesel sucedeu para geração de energia para o palco dos cinco shows realizados durante a feira. A emissão de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O pela combustão de óleo diesel pode ser visualizada, respectivamente, na tabela abaixo.

TABELA 13 – Emissão de GEE pela combustão estacionária de óleo diesel para geração de energia

	CO <sub>2</sub> (kg)	CH <sub>4</sub> (kg)	N <sub>2</sub> O (kg)
Total por GEE	2.105,67	0,28	0,02
Total	2.116,93		
Total em TCO <sub>2e</sub>	2,117		

Conforme Tabela 13, apesar da superioridade no Potencial de aquecimento global - GWP dos gases CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O em relação ao CO<sub>2</sub>, mais de 90% das emissões por combustão de óleo diesel são originárias deste gás.

#### 5.1.2. Fermentação entérica

A Tabela 14 sintetiza o resultado das emissões por fermentação entérica nas diferentes categorias de animais, durante o período da feira.

TABELA 14 – Emissões por fermentação entérica, Expoacre, ano base 2012

Descrição da fonte	Gás de efeito estufa	Quantidade de animais	Emissões CH <sub>4</sub> (kgGEE)	Emissões CO <sub>2</sub> (kgGEE)	Emissões TCO <sub>2e</sub>
Gado de corte machos adultos	CH <sub>4</sub>	25	38,100	800,100	0,800
Gado leiteiro	CH <sub>4</sub>	13	18,863	396,123	0,396
Gado de corte	CH <sub>4</sub>	13	15,028	315,588	0,316

machos jovens					
Ovinos	CH <sub>4</sub>	200	24,600	516,600	0,517
Total		251	96,591	2.028,411	2,028

Embora a categoria ovinos, apresente um número bem maior de animais, a categoria que mais emitiu metano (CH<sub>4</sub>) foi a de gado de corte machos adultos, tal fato se deve pela diferença entre os fatores de emissão, uma vez que a categoria gado de corte machos adultos e ovinos apresentam o maior e o menor fator de emissão respectivamente.

Outro resultado relevante divulgado na Tabela 14, é a diferença entre o total de emissões em kg CH<sub>4</sub> e em TCO<sub>2</sub>e, considerando que o CH<sub>4</sub> possui um potencial de aquecimento global (GWP) 21 vezes maior que o do CO<sub>2</sub>, o que justifica a diferença após a transformação da emissão de 96,591 kgCH<sub>4</sub>, resultando em 2.028,411 kgCO<sub>2</sub>.

### 5.1.3. Consumo de GLP

A figura 03 apresenta as emissões de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O por combustão estacionária de GLP, bem como a emissão total em tCO<sub>2</sub>e.

### Consumo de GLP (m<sup>3</sup>)

636,667



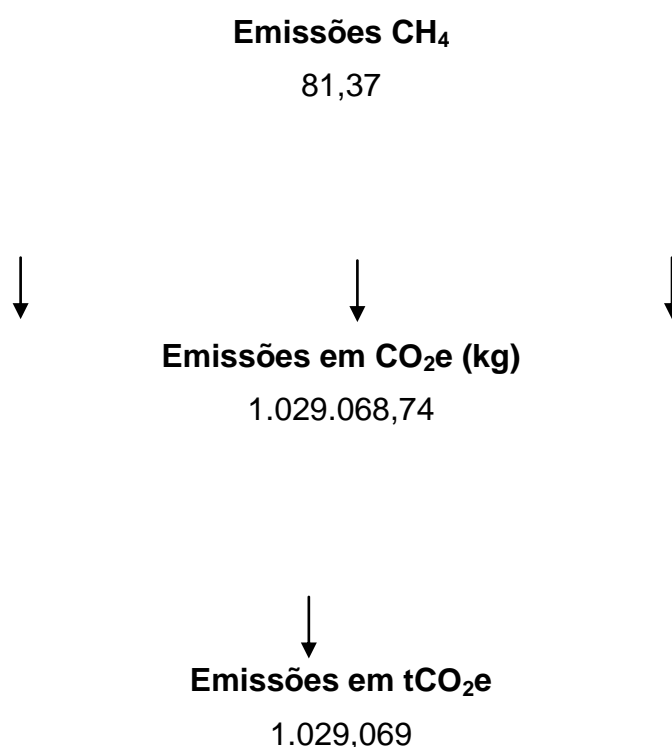


Figura 3 – Emissões de GEE por combustão de GLP, Expoacre – ano base 2012.

A figura 03 demonstra que o consumo de GLP derivou na emissão de 1.029,069 tCO<sub>2</sub>e, ou seja 88,79% das emissões totais da Expoacre 2012, sendo esta a fonte que mais emitiu GEE. Tal fato pode ser explicado pelo alto consumo de GLP na Expoacre resultante do consumo do gás por vários estabelecimentos entre os quais, 46 bares e restaurantes, 36 ambulantes e 113 barracas e lanchonetes, o que gerou um consumo de 636,667 m<sup>3</sup> de GLP.

A partir dos resultados desse estudo recomenda-se a utilização de biomassa florestal para preparação dos alimentos, já que se trata de uma fonte neutra. Esse exemplo foi citado por Jacovine (2010) durante a semana do fazendeiro, onde a maior parte dos alimentos desse evento foi preparada utilizando lenha (biomassa), diminuindo muito as emissões pela combustão de GLP, que representou apenas 0,5% das emissões totais.

## 5.1.4 Transportes

### 5.1.4.1 Transporte aéreo

As emissões por transporte aéreo na Expoacre 2012 foram decorrentes dos deslocamentos de 17 artistas que se apresentaram no transcurso da feira. A distância percorrida por cada artista corresponde ao trajeto entre Barretos – SP a Rio Branco e Rio Branco - AC a Barretos – SP, o que totaliza, segundo a Infraero (2012)<sup>3</sup> 6344 km em cada voo ida e volta.

Dessa forma, as emissões dos GEE advindas do transporte aéreo por usuário foram de 777,68 de CO<sub>2</sub>e (kg), ou seja, de 0,778 tCO<sub>2</sub>e. Esta emissão em CO<sub>2</sub>e (kg) é resultante da transformação de 764,79 CO<sub>2</sub>e (kg), 0,41CH<sub>4</sub> (kg) e 0,01 N<sub>2</sub>O (kg) emitidos. Como foram realizados 17 voos, a emissão total foi de 13,22 tCO<sub>2</sub>e, decorrentes da transformação de 13.001,5 CO<sub>2</sub>e (kg), 7,0 CH<sub>4</sub> (kg) e 0,2 N<sub>2</sub>O (kg) em CO<sub>2</sub>e (kg) emitidos e posteriormente em tCO<sub>2</sub>e.

Logo, a maior parte das emissões por combustão móvel de gasolina de aviação são de CO<sub>2</sub>, onde este gás representou mais de 90% das emissões totais desta fonte de emissão.

### 5.1.4.2 Transporte coletivo urbano

As emissões de GEE decorrentes da combustão de óleo diesel utilizado pelo transporte coletivo estão discriminadas na Tabela abaixo.

---

<sup>3</sup> Informação concedida pela Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária – Infraero, em novembro de 2012.

Tabela 16 – Emissões de GEE pela utilização de transporte coletivo, Expoacre 2012

	CO <sub>2</sub> (kg)	CH <sub>4</sub> (kg)	N <sub>2</sub> O (kg)	Emissões biomassa CO <sub>2</sub> (kg)
Total por GEE	5.995,28	0,48	0,05	
Total em kg	5.980,16			293,26
Total em tCO <sub>2</sub> e	5,980			
Total em tCO <sub>2</sub> - biomassa	0,293			

Conforme Tabela 16, a maioria das emissões decorrentes da utilização do transporte coletivo são de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O, respectivamente, resultando numa emissão total de 5,980 TCO<sub>2</sub>e. Foram contabilizadas ainda, as emissões pela combustão da biomassa presente no diesel, tendo como base o seu percentual na composição deste combustível e o fator de emissão já especificados no item 4.2.3.5.5 deste trabalho. Portanto o total de emissões de GEE, pelo transporte coletivo somando as emissões em tCO<sub>2</sub>e e em tCO<sub>2</sub>e biomassa foi de 6,273 tCO<sub>2</sub>e.

#### 5.1.4.3 Carros utilizados pela organização da feira

As emissões de GEE resultantes da combustão de combustível dos carros utilizados pela organização da Expoacre 2012, estão inseridas na Tabela 17.

Tabela 17 – Emissões de GEE pelos transporte utilizados pela organização da feira

Tipo de Combustível	CO <sub>2</sub> (kg)	CH <sub>4</sub> (kg)	N <sub>2</sub> O (kg)	Total kg CO <sub>2</sub> e	Emissões biomassa CO <sub>2</sub> (kg)
Diesel	1.332,16	0,15	0,01	1.338,51	65,60
Gasolina	207,61	0,01	0,01	210,23	35,15
Total em tCO <sub>2</sub> e	1,549				
Total em tCO <sub>2</sub> - biomassa	0,101				

Considerando os dados apresentados na Tabela 17, tem-se que a maior parte das emissões nesta fonte foram decorrentes da utilização de óleo diesel, uma vez que o consumo deste combustível foi de 525 litros e o de gasolina 120 litros, gerando uma emissão de 1,529 tCO<sub>2</sub>e e 0,101 tCO<sub>2</sub>e de biomassa. Vale citar que o

óleo diesel possui um fator de emissão maior que o fator de emissão da gasolina, apesar da diferença entre ambos ser muito pequena (subitem 4.2.3.5.3). Dessa forma as emissões totais desta fonte foram equivalentes a 1,65 tCO<sub>2</sub>e.

#### 5.1.4.4 Carros e motocicletas utilizados pelos visitantes

As emissões advindas da combustão dos combustíveis utilizados para alimentar os automóveis particulares dos visitantes para acesso ao parque de Exposições Marechal Castelo Branco está discriminada na Tabela abaixo.

Tabela 18 – Consumo de combustível e emissão de GEE pelos veículos dos particulares dos visitantes da Expoacre 2012

Tipo de veículo	Consumo de combustível	CO <sub>2</sub> (kg)	CH <sub>4</sub> (kg)	N <sub>2</sub> O (kg)	Total CO <sub>2</sub> e	kg	Emissões biomassa CO <sub>2</sub> (kg)
Veículo de passeio da gasolina	17.249	24.925,09	1,39	0,92	25.239,27		4.218,80
Veículo de passeio a diesel	24.008,91	60.921,41	6,64	0,49	61.211,62		2.999,99
Veículo de passeio a etanol	2.144,35	-	0,22	0,88	28,63		2.526,04
Motocicletas	3.082,50	5.333,04	3,70	-	5.410,75		902,67
Total em tCO <sub>2</sub> e	91,89						
Total em tCO <sub>2</sub> - biomassa	10,648						

A análise da Tabela 18 permite informar que a maior parte das emissões da fonte em questão, está relacionada a combustão do óleo diesel para veículos de passeio, visto que estes representam 59% entre os carros cujas emissões foram contabilizadas.

Por se tratar de um biocombustível, toda emissão de CO<sub>2</sub> pela combustão do etanol está inserida nas emissões de biomassa CO<sub>2</sub>, sendo este o combustível que menos emitiu GEE.

Por último, utilizando os valores apresentados na Tabela 18, conclui-se que a emissão total de GEE ocasionada pelos veículos particulares foi de 102,538 tCO<sub>2</sub>e.

## 5.2 Identificação e quantificação das emissões por GEE

Os gases emitidos na Expoacre 2012 foram CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O. O percentual de emissões de cada gás em relação ao total está identificado na figura 04.

Figura 04 – Emissões por GEE, Expoacre 2012.

A figura 04 demonstrou, que a maior parte das emissões da Expoacre foram de CO<sub>2</sub> (99,54%) o que totalizou uma emissão de 1.153,45 tCO<sub>2</sub>, seguido por 4,08 de CH<sub>4</sub> e 1,31 de N<sub>2</sub>O. Para a determinação da participação dos gases em relação ao total foram considerados os GWP dos gases CH<sub>4</sub> (21) e N<sub>2</sub>O (310).

Ressalta-se que, das 1.153,45 tCO<sub>2</sub> emitidas, 10,75 tCO<sub>2</sub> são de CO<sub>2</sub> biomassa.

## 5.3 Quantificação por categoria de emissão

A distribuição das emissões de GEE da Expoacre, ano base 2012 entre as categorias escopo 1, escopo 2 e escopo 3, estão ilustrada na Figura abaixo.

Figura 05 – Emissões por categoria, Expoacre 2012.

A figura 05 indica que a maior parte das emissões está concentrada no escopo 01, o qual corresponde a 1034,86 tCO<sub>2</sub>, ou seja, 89,30% do total. É relevante mencionar, que das emissões do escopo 1, 1.029,069 são provenientes das emissões por utilização de GLP, logo estas representam a maior parte dessas emissões.

Pela figura 05, tem-se ainda os escopos 2 e 3 com 2,024 tCO<sub>2</sub> (0,17%) e 122,03 (10,53%) respectivamente.

#### 5.4 Quantificação das emissões totais do inventário de GEE da Expoacre, ano base 2012

O total de emissões de GEE na Expoacre 2012, pelas fontes analisadas foi de 1.158,92 tCO<sub>2</sub>, deste total 10,65 tCO<sub>2</sub> são resultantes da combustão de biomassa nos biocombustíveis. A diferença em termos percentuais entre a participação no valor final referente às emissões em tCO<sub>2</sub> e em tCO<sub>2</sub> biomassa, está representada na Figura 06.

Figura 06 – Emissões de GEE em tCO<sub>2</sub> e em tCO<sub>2</sub> biomassa.

#### 5.4 Compensação para os GEE emitido na Expoacre, 2012

Do total de 1.158,92 tCO<sub>2</sub>, 10,65 tCO<sub>2</sub> são resultantes da combustão de biomassa, que portanto é considerada uma emissão neutra, por isso esta emissão foi excluída do total de emissões propostas neste estudo. Logo este estudo propôs a neutralização de 1.148,27 tCO<sub>2</sub>.

Assim sendo, para neutralizar em 1 ano um total de emissões de 1.148,27 tCO<sub>2</sub>, deverão ser plantadas 1984 mudas de crescimento lento, 795 mudas de crescimento médio ou 226 mudas de crescimento rápido. Este resultado foi superior ao resultado apresentado pela SUFRAMA (2009), onde para neutralização das



emissões da V FIAM, foram necessárias 1250,367 mudas de crescimento lento, 501,024 mudas de crescimento médio e 142,012 mudas de crescimento rápido.

## 6 CONCLUSÕES

Conforme os resultados obtidos referente ao Inventário de GEE da Expoacre, ano base 2012, podem-se inferir os seguintes pontos:

- A compra de eletricidade foi a fonte que menos emitiu GEE durante a Expoacre;
- Nas emissões por fermentação entérica, apesar de a categoria ovinos apresentar um número bem maior de animais, a categoria que mais emitiu GEE foi a de gado de corte machos adultos;
- A combustão estacionária de GLP gerou uma emissão de aproximadamente 88,79% das emissões totais, portanto foi a fonte que mais emitiu GEE;
- Devido ao grande volume, a maior parte das emissões pela utilização dos transportes foi percebida entre os carros e motocicletas utilizados pelos visitantes para acesso ao parque de exposições;
- Os gases emitidos na Expoacre 2012 foram CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O;
- A maior parte das emissões de GEE estão inseridas no escopo 1, sendo este o escopo onde estão inseridas as emissões pela utilização do GLP;
- As emissões de GEE na Expoacre 2012, pelas fontes analisadas foram de 1.147,876 tCO<sub>2</sub> e 10,65 tCO<sub>2</sub> de biomassa, totalizando 1.158,92 tCO<sub>2</sub>.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. B. **O Acre e a rota turística internacional Amazônia - Andes - Pacífico: sustentabilidade e dinamicidade cultural.** 2009. 170 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Turismo) - Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

ASSOCIASSÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA DE RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Atlas brasileiro de emissões de GEE e potencial energético na destinação de resíduos sólidos.** 2010. Disponível em: <[http://www.abrelpe.org.br/arquivos/atlas\\_portugues\\_2013.pdf](http://www.abrelpe.org.br/arquivos/atlas_portugues_2013.pdf)>. Acesso em: 04 jun. 2013.

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.** Macaé: 2010. Disponível em: <<http://www.ambientalcompany.com.br/Arquivos/Manual%20T%C3%A9cnico%20-%20Pegada%20Verde.pdf>>. Acesso em: set. 2012.

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

BARBOSA, A.C. **Princípios do desenvolvimento sustentável na gestão de eventos.** Intercom – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação, XXXII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, Curitiba: setembro de 2009.

BIATO, M. F. **Convenção-quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima.** 2004. 19 f. Trabalho de Conclusão de Curso (especialização em Direito Administrativo). Universidade Federal do Mato Grosso, Brasília, 2004.

BRANDÃO, E. J.; SOBRAL, L. G. S.; SALLES, A. C. N.; BRAGA, S. M. **Neutralização de Emissões de Gases de Efeito Estufa: Um indicador de desenvolvimento sustentável nas responsabilidades socioambientais empresarial e individual.** CETEM/MCT: 2008

BRASIL, G. H.; SOUZA, P. A.; CARVALHO, J. A. **Inventários Corporativos de Gases de Efeito Estufa: Métodos e Usos.** *Revista Eletrônica Sistemas & Gestão*, v.3, n. 1, p.15-26. Janeiro a abril de 2008 15.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Segunda comunicação nacional do Brasil à Convenção quadro das Nações Unidas sobre a mudança do clima.** Brasília, DF, 2010. 520 p.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Comunicação Nacional Inicial do Brasil à Convenção Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima.** Brasília, DF, 2004. 274 p.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Relatório de referência para o Inventário nacional de emissão de gases de efeito estufa por atividades agrícolas: emissões de metano da pecuária.** Brasília: MCT, 2006, 76p.

**BRASIL. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre a Mudança do Clima – PNMC e dá outras providências.** Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil. Brasília, p. 109, 29 dez, 2009.

BRASIL. Decreto nº 7.390, de 9 de dezembro de 2010, Regulamenta os arts. 6º. 11 e 12 da Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre a Mudança do Clima – PNMC e dá outras providências. **Diário [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, p. 4, 10 dez, 2010.

CAMPOS, C. P. **A conservação das florestas no Brasil, mudança do clima e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo do Protocolo de Quioto.** Rio De Janeiro: UFRJ, 2001. 169 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestrado em Ciências em Planejamento Energético. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Manual de Capacitação sobre Mudança do Clima e Projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).** Brasília, DF: 2008.

COOK, J. **O guia científico do ceticismo quanto ao aquecimento global.** Skeptical science, 2010. Disponível em: <[www.skepticalscience.com](http://www.skepticalscience.com)>. Acesso em: set. 2012.

COSTA, S.S.; HOSOKAWA, A. B. S.; **Cartas fonéticas da regional do baixo acre.** Revista Philologus, ano 18, nº 54. Rio de Janeiro: CiFEFiL. 2012. Disponível em: <<http://www.filologia.org.br/revista/54supl/024.pdf>>. Acesso em 02 de dezembro de 2012.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY – EEA. **EMP/CORINAIR: emission inventory guidebook 2006.** Disponível em <<http://reports.eea.europa.eu/emepcorinair4/en/page002.html>>. Acesso em 02 de dezembro de 2012.

FERREIRA, O. C. **Teor de Carbono em combustíveis da biomassa**. Economia e energia, nº 57, agosto – setembro: 2006. Disponível em: <[http://ecen.com/eee57/eee57p/teor\\_de\\_carbono\\_em\\_combustiveis\\_da\\_biomabio.htm](http://ecen.com/eee57/eee57p/teor_de_carbono_em_combustiveis_da_biomabio.htm)>. Acesso em 02 de dezembro de 2012.

FUJIHARA, M. A.; TOCALINO, R; MELLO, A. **Inventário Cooperativo de Emissões de Gases de Efeito Estufa da SulAmérica Seguros e Previdência 2010**. Way Carbon: 2011. 196 p. Disponível em:<[http://publisher.mzweb.com.br/sulamericaRI/web/arquivos//INVENTARIO\\_DE\\_EMISSOES\\_SULAMERICA.pdf](http://publisher.mzweb.com.br/sulamericaRI/web/arquivos//INVENTARIO_DE_EMISSOES_SULAMERICA.pdf)>. Acesso em: set. 2012.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. **Guia para a elaboração de inventários corporativos de emissões de gases do efeito estufa**. Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas, São Paulo: FGV, 2009. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/proclima>>. Acesso em: dez. 2012.

GHG Protocol. **GHG Protocol Corporate Standard**, Volume 2, 2003. Disponível em:<[http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/ghg\\_project\\_protocol.pdf](http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/ghg_project_protocol.pdf)>. Acesso em: set. 2012.

GONÇALVES, F. P.; PAO, S. **Entendendo os requisitos de verificação de inventários de gases de efeito estufa: uma discussão sobre a estrutura da norma ISO 14064 e sua aplicação global para inventários e projetos de GEE**. SGS: 2011. Disponível em: <[http://www.sgs.com/~/\\_/media/Global/Documents/White%20Papers/SGS\\_GHG\\_White%20Paper\\_A4\\_PT\\_11\\_V2.ashx](http://www.sgs.com/~/_/media/Global/Documents/White%20Papers/SGS_GHG_White%20Paper_A4_PT_11_V2.ashx)>. Acesso em: 06 dez. 2012.

GRIFFIN, K. L.; SEEMANN, J. Plants, CO<sub>2</sub> and photosynthesis in the 21st century. **Chemistry & Biology**, v. 3,p. 245-254.1996.

GULARTE, T.S; OLIVEIRA, R.S. **A convenção-quadro sobre mudanças climáticas e as responsabilizações dos estados pela redução das emissões dos gases de efeito estufa**. UFSM: Revista de direito. Volume 2, ed.03. 2008.

HIGUCHI, N.; CHAMBERS, J.; SANTOS, J.; RIBEIRO, R. J.; PINTO, A. C. M.; SILVA, R. M.; TRIBUZY, E. S. **Dinâmica e balanço do carbono da vegetação primária da Amazônia Central**. Floresta. Curitiba, v. 34, n. 3, p. 295-304, set./dez., 2004.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE IPCC 2001. **Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability- Contribution of Working Group 2 to the IPCC Third Assessment Report.** *Cambridge Univ. Press.* 2001.

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)>. Acesso em: 30 de setembro de 2012.

IPCC. **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.** 2006. Disponível em <<http://www.ipcc.ch/meetings/session25/doc4a4b/vol1.pdf>> Acesso em: 12 de novembro de 2012.

JACOVINE, A. G.; BRIANEZI, D; MARTINIANO, R. **81ª Semana do Fazendeiro Carbono Zero: inventário e neutralização das emissões de gases de efeito estufa.** Universidade Federal de Viçosa: Viçosa. 2010.

JURAS, I. A. G. M. **Aquecimento global e mudanças climáticas: uma introdução.** Biblioteca digital da câmara dos deputados: Brasília, v. 05, n. 05, out. 2008.

MACHADO, H. F. A convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima e o Protocolo de Kyoto. Kling C org. **Quanto mais quente melhor?: desafiando a sociedade civil a entender as mudanças climáticas.** São Paulo: Peirópolis, 2007.

MARCOVITCH, J. **Para mudar o futuro: mudanças climáticas, políticas científicas e estratégias empresariais.** Editora Saraiva: São Paulo. 2006. 378 p.

MARQUES, F. **O tempo esquentou.** *Revista Pesquisa Fapesp*, edição 109, março 2005. Disponível em: <<http://www.derb.com.br/anexos/Noticias/Texto%203%20complementar%20%202011%20EP-DE%20%2016%20%20junho%202012.pdf>>. Acesso em: 06 de setembro de 2012.

NETTO, S. P.; KAUANO E. E.; CORAIOLA, M; WEBER, S. H.; ERDELYI, S. **Estimativa do potencial de neutralização de dióxido de carbono no programa vivat neutracarbo em Tijuca do Sul, Agudos do Sul e São José dos Pinhais, PR.** *Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais*, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 293-306. 2008.

NOGUEIRA, M. F. M.; RENDEIRO, Gonçalo (2008). Caracterização Energética da Biomassa Vegetal. BARRETO, E. J. F. (Coord). **Combustão e Gaseificação da Biomassa Sólida: Soluções Energéticas para a Amazônia**. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2008. p. 52-63.

PROGRAMA BRASILEIRO GHG PROTOCOL. **Nota técnica sobre a nova versão da Ferramenta Intersectorial do Programa Brasileiro GHG Protocol**. 2012.

Disponível em:

<[http://www.ghgprotocolbrasil.com.br/arquivos/136/Nota\\_tecnica\\_Ferramenta\\_v2011.pdf](http://www.ghgprotocolbrasil.com.br/arquivos/136/Nota_tecnica_Ferramenta_v2011.pdf)> Acesso em: nov. 2012.

RAMSEUR, J.L. **The Role of Offsets in a Greenhouse Gas Emissions Cap-and-Trade Program: Potential Benefits and Concerns**. CRS Report for Congress. 39p. 2008.

RENNER, Rosana Maria. **Seqüestro de Carbono e viabilização de novos reflorestamentos no Brasil**. Disponível em: [//www.ufrgs.br/necon/2evavea\(3\).pdf](http://www.ufrgs.br/necon/2evavea(3).pdf). Acesso em 04 de maio de 2013.

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**. Revista de Geografia Acadêmica v.4, n.2. 2010.

SOBRINHO, V. G. **Análise bioeconômica do sequestro florestal de carbono e da dívida ecológica: uma aplicação ao caso do Rio Grande do Sul**. Santa Maria: UFSM, 2007. 456 p. Tese (Doutorado) – Curso de doutorado do programa de pós-graduação em Engenharia Florestal. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

SUPERINTENDÊNCIA DA ZONA FRANCA DE MANAUS – SUFRAMA. **Relatório de avaliação socioambiental da V FIAM**. 2009. Disponível em: <<http://www.suframa.gov.br/fiam/arquivos/relatorio-avaliacao-socioambiental-v-fiam.pdf>>. Acesso em: 04 de junho de 2012.

TOLENTINO, M; ROCHA, R. C. **A química no efeito estufa**. Química nova na escola: n° 08, nov. 1998. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc08/quimsoc.pdf>> Acesso em: 12 de novembro de 2012.

WORLD RESOURCES INSTITUTE – WRI. **Normas corporativas de transparência e contabilização**. BCSD Portugal: 2005, edição revista.

UNFCCC - United Nations Conference Convention on Climate Change. Disponível em: <[www.unfccc.org](http://www.unfccc.org)>. Acesso em: set. 2012.

YU, C.M. **Seqüestro florestal de carbono no Brasil** – dimensões políticas, socioeconômicas e ecológicas. Curitiba: UFPR, 2004. 279 p. Tese (Doutorado) – Curso de doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

ZANETTI, E. **Mudanças Climáticas Globais, florestas e Mercado de carbono**. 2007. 331 p. Disponível em: <[www.pnbsae.com.br/portal/images/publicacoes/mcg.pdf](http://www.pnbsae.com.br/portal/images/publicacoes/mcg.pdf)> Acesso: Nov. 2012.