

**Universidade Federal de Santa Catarina
Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental**

**COMPENSAÇÃO VOLUNTÁRIA
DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA PELO
REFLORESTAMENTO COM ÁRVORES NATIVAS NO PARQUE
MUNICIPAL DA LAGOA DO PERI EM FLORIANÓPOLIS - SC**

Rodrigo Delalibera Carvalho

**FLORIANÓPOLIS, (SC)
NOVEMBRO/2007**

**Universidade Federal de Santa Catarina
Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental**

**COMPENSAÇÃO VOLUNTÁRIA
DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA PELO
REFLORESTAMENTO COM ÁRVORES NATIVAS NO PARQUE
MUNICIPAL DA LAGOA DO PERI EM FLORIANÓPOLIS - SC**

Rodrigo Delalibera Carvalho

**Trabalho apresentado à Universidade Federal de Santa Catarina para
Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental**

**Orientadora
Profa. Cátia Regina Silva de Carvalho Pinto, Dra**

**FLORIANÓPOLIS, (SC)
NOVEMBRO/2007**


CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

**COMPENSAÇÃO VOLUNTÁRIA
DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA PELO
REFLORESTAMENTO COM ÁRVORES NATIVAS NO PARQUE
MUNICIPAL DA LAGOA DO PERI EM FLORIANÓPOLIS – SC**

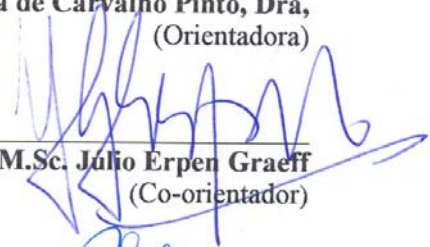
RODRIGO DELALÍBERA CARVALHO

Trabalho submetido à Banca Examinadora como parte dos requisitos para Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental–TCC II


BANCA EXAMINADORA :



Prof. Cátia Regina Silva de Carvalho Pinto, Dra,
(Orientadora)



M.Sc. Júlio Erpen Graeff
(Co-orientador)



Dr. Reinaldo Haas
(Membro da Banca)

**FLORIANÓPOLIS, (SC)
NOVEMBRO/2007**

AGRADECIMENTOS

Ofereço ...

à Deus, pela vida e as oportunidades que me concede ...

Dedico ...

à meu pai, ídolo, fã e principal exemplo de perseverança e sucesso na vida.

à minha mãe, pela sabedoria, bondade e pelos dons culinários. “Te amo”.

à meu irmão “Galvão”, pelos conselhos e “cornetadas”, sempre visando o meu sucesso pessoal e profissional.

à memória de minha avó, pela bondade, solidariedade e coragem demonstradas ao longo da vida.

Agradeço ...

à professora Cátia, pelo incomparável carisma e dedicação na orientação deste trabalho e pela indicação de estágio.

ao amigo e co-orientador Júlio, pela orientação e pela oportunidade concedida de morar na praia, fonte de inspiração para o desenvolvimento desse trabalho.

à toda equipe da Ambiens Consultoria pelo companheirismo e aprendizado fornecido ao longo do período de estágio.

à Érica e toda a sua família, pelo imensurável apoio e companheirismo.

ao amigo e consultor Marcos Rocha, pelas informações e materiais concedidos para esse trabalho.

ao diretor Danilo Funkes e demais funcionários do Parque Municipal da Lagoa do Peri, pela concessão das áreas do parque para o plantio e monitoramento das mudas.

aos amigos de curso, “Delira”, “Odreski”, “Pirulão”, “Traks”, “Gami” pelas baladas e *surf trips* inesquecíveis.

aos amigos de Floripa, Erick, Lucas, Kurl, Lipi, Pitinha, Fabião, Renê, etc ...

à “Ilha da Magia”, local onde alguns sonhos se tornaram realidade e que ainda me proporcionará inúmeras realizações pessoais e profissionais.

RESUMO

O trabalho visa contribuir para uma compreensão entre mudanças climáticas globais e sequestro de carbono por meio de reflorestamento. Para tanto se procedeu com um estudo de caso de um projeto de reflorestamento, ocorrido na cidade de Florianópolis - SC para neutralização das emissões dos gases de efeito estufa – G.E.E. emitidos em um evento esportivo. Os G.E.E. emitidos no evento foram quantificados por um criterioso inventário e após isso se observou a necessidade do cálculo do número de mudas de árvores, e as suas respectivas espécies a serem plantadas para a neutralização dos G.E.E..

Assim, o objetivo deste trabalho está em demonstrar a neutralização de emissões como uma ferramenta de conscientização para o aquecimento global, além de comprovar os benefícios trazidos por esta atividade.

PALAVRAS-CHAVE: Sequestro de Carbono, Gases de Efeito Estufa, Compensação, Reflorestamento.

ABSTRACT

This work aims to contribute to an understanding between global climate change and carbon sequestration through reforestation. For so, proceeded with a case study of a project of reforestation, occurred in the city of Florianópolis-SC for neutralization of emissions of greenhouse-effect gases – G.H.G. issued in a sporting event. The G.H.G issued at the event were quantified by a criterious inventory and then quantified the need in the number of seedlings of trees, and their respective species to be planted for the neutralization of greenhouse gases.

The goals of this study, is to identify the neutralization of greenhouse gas emissions as a consciouness tool for global warming, moreover prove the advantadges of this activity.

KEY WORDS: Carbon Sequestration, Greenhouse Gases, Compensation, Reforestation.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Problema	2
1.2. Motivação	2
2. OBJETIVOS	3
2.1. Geral	3
2.2. Específicos	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1. Ciclo de Carbono	4
3.2. Efeito Estufa	5
3.2.1. Principais Gases de Efeito Estufa e Suas Fontes	6
3.2.1.1. Dióxido de Carbono (CO₂)	6
3.2.1.2. Metano (CH₄)	7
3.2.1.3. Óxido Nitroso (N₂O)	7
3.2.1.4. Hidrofluorcarbono (HCFC)	7
3.2.1.5. Perfluorcarbono (PFC)	7
3.2.1.6. Hexafluoreto de Enxofre (SF₆)	7
3.3. Sequestro de Carbono	8
3.4. Bases Históricas para o Tema	8
3.4.1 Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas	8
3.4.2 Conferências das Partes - COP	8
3.4.3. Protocolo de Quioto	9
3.4.4. Mercado de Carbono	9
3.4.5. Mercado Voluntário	10
3.5. Compensação Voluntária das Emissões de GEE	11
3.5.1. Emissões Compensadas	12
4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE REFLORESTAMENTO	13
4.1. Localização da Área	13
4.2. Origem do Nome	14
4.3. Clima	14
4.4. Geologia	14
4.5. Relevo	14

4.6. Solo	14
4.7 Vegetação	15
4.8. Hidrologia	15
5. METODOLOGIA	16
5.1. Inventário de Emissões de GEE,	17
5.2. Seleção das Espécies de Árvores	17
5.2.1. Determinação do Número de Mudas	17
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES	18
6.1. Emissões de GEE do Evento	18
6.1.1. Emissões Diretas	18
6.1.2. Emissões Indiretas	19
6.1.3. Emissões Globais	20
6.2. Reflorestamento	22
6.2.1. Local de Reflorestamento	22
6.2.2. Plantio e Quantidade de Mudas	22
6.2.3. Monitoramento	24
6.3. Elegibilidades no MDL e Mercado Voluntário	25
6.4. Mitigação dos GEE	25
6.4.1. Resíduos Sólidos	25
6.4.1.1 Resíduos Sólidos Orgânicos	25
6.4.1.2 Resíduos Sólidos Inorgânicos	26
6.4.2 Educação Ambiental	27
7. CONCLUSÕES	29
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
9. APÊNDICE	32
9.1 Apêndice 1: Questionário para Quantificação das Emissões de GEE	32

LISTA DE ABREVIATURAS

ARESP – Associação Recicladores Esperança

CO₂e – Dióxido de Carbono Equivalente

GEE – Gases de Efeito Estufa

GEMIS – *Global Emission Model for Integrated Systems*

GHG – Greenhouse Gases

GWP – Global Warming Pollution

IPCC – *Intergovernmental Pannel on Climate Change* (Painel Intergovernamental Sobre Mudança do Clima)

LULUCF – Land Use, Land Use Change And Forestry (Uso da Terra, Mudança de Uso de Terra e Florestas)

MDL – Mecanismos de Desenvolvimento Limpo

PAG – Potencial de Aquecimento Global

ONGS – Organização Não Governamentais

ONU – Organização das Nações Unidas

TON – Tonelada

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

UNFCCC – United Nations Framework of Climate Change Convention (Convenção de Mudanças Climáticas)

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Ciclo de Carbono.....	4
Figura 02: O Efeito Estufa.....	6
Figura 03: Mapa de localização da Lagoa do Peri.....	13
Figura 04: Área locada para o plantio de mudas de Ipê Amarelo (<i>Tabebuia sp</i>).....	23
Figura 05: Muda e respectiva cova com adubo.....	23
Figura 06: Preparação do adubo.....	24
Figura 07: Cercamento de uma das áreas destinadas ao reflorestamento.....	25
Figura 08 e 09: Resíduos orgânicos provenientes do evento.....	26
Figura 10 e 11: Disposição das leiras de compostagem.....	26
Figura 12: Material reciclável proveniente do evento.....	27
Figura 13: Separação manual do material reciclável.....	27
Figura 14: Atletas do evento realizam o plantio de mudas nativas.....	28
Figura 15: Palestra de educação ambiental para as crianças do bairro Tapera.....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Concentração Atual dos Gases de Efeito Estufa.....	5
Tabela 02: Potencial de Aquecimento Global dos Gases de Efeito Estufa.....	16
Tabela 03: Emissões relativas à Análise do Ciclo de Vida dos Materiais.....	18
Tabela 04: Emissões relativas ao consumo de energia.....	19
Tabela 05: Emissões relativas aos resíduos sólidos.....	19
Tabela 06: Emissões referentes ao transporte viário.....	19
Tabela 07: Emissões referentes ao transporte aéreo.....	20
Tabela 08: Emissões relativas ao consumo de energia elétrica dos participantes.....	20
Tabela 09: Emissões relativas à produção de resíduos sólidos.....	20
Tabela 10: Emissões relativas aos resíduos líquidos.....	21
Tabela 11: Resultado final.....	22

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01: Toneladas de CO ₂ e emitidos na atmosfera por fonte de emissão.....	21
--	----

1. INTRODUÇÃO

O aquecimento global provoca repercussões em âmbito mundial e seus reflexos são notados pelo aumento dos impactos climáticos, anteriormente atípicos, como ampliações das temperaturas máximas e mínimas, secas extremas, chuvas intensas e ciclones. Desse modo, têm ocorrido transformações nas esferas sociais, políticas e econômicas, visto que esse assunto é de grande relevância na maioria das nações.

A emissão de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera oriunda das atividades antrópicas, como a queima de combustíveis fósseis e o uso da terra, é a principal responsável por este cenário atual. Dentre os principais gases, encontram-se o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O).

Do ponto de vista da proteção climática, a redução de emissões é a melhor opção para conter o aquecimento global. Entretanto, nos casos onde isto não é possível, a compensação de emissões através do plantio de árvores, em especial as nativas, é uma opção viável, onde por meio da fotossíntese, ocorre a absorção de dióxido de carbono. A manutenção do estoque de carbono nas árvores favorece a estabilização da concentração de gases na atmosfera e evita interferências no sistema climático global.

A compensação das emissões de GEE, pode se constituir de atitudes políticas de incentivo a procedimento proativo e voluntário, que demonstrem a conscientização das responsabilidades socioambientais das pessoas, empresas e organizações.

O presente projeto busca compensar as emissões de GEE provenientes do evento 6º Desafio Praias e Trilhas, realizado em Florianópolis, e desenvolver a consciência ambiental de seus participantes e da sociedade através de palestras de educação ambiental. A compensação das emissões foi realizada através de reflorestamento com árvores de espécies nativas, no interior do Parque Municipal da Lagoa do Peri, região sul da Ilha de Santa Catarina, onde está localizado o maior manancial de água doce da ilha.

O plantio unificado das mudas nativas permite a recomposição de um fragmento florestal, o qual trará diversos benefícios ambientais locais, como: a recuperação da mata ciliar, proteção do solo, biodiversidade e recursos hídricos, neste caso a Lagoa do Peri, maior manancial de água potável da Ilha de Santa Catarina, além do benefício global que é a fixação de carbono.

O evento mencionado anteriormente se trata de uma corrida de aventura, denominada “6º Desafio Praias e Trilhas”, ocorrida no município de Florianópolis, em outubro de 2007. Adicionada compensação das emissões, houve a destinação adequada dos resíduos gerados no evento e palestras de educação ambiental no interior do parque citado.

O projeto foi dividido em algumas etapas como: a elaboração de questionário específico para coleta de dados e informações referentes às possíveis fontes de emissões, produção do inventário de emissões dos GEE, cálculo do número de árvores a serem plantadas e monitoramento da área de plantio, acompanhado de palestras de educação ambiental.

1.1 Problema

O aumento das emissões antrópicas de GEE decorrentes da queima de combustíveis fósseis e do desmatamento e queimada das florestas tem contribuído com o aumento da temperatura no globo terrestre, nas últimas décadas. Dados de pesquisas recentes mostram que o último século foi o mais quente dos últimos 500 anos.

Os cenários apresentados nos relatórios do IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) são preocupantes, uma vez que comprovam que se o nível das emissões de GEE continuar na média das últimas décadas, o aumento da temperatura será inevitável e provavelmente desencadeará sérias consequências para a vida humana e a biodiversidade, como: a maior amplitude de variação entre as temperaturas máximas e mínimas, o derretimento do gelo das calotas polares, o aumento do nível das águas dos oceanos, a extinção de espécies, secas extremas e maior incidência de furacões.

1.2 Justificativa

Preocupados com todos estes problemas, indivíduos, empresas, ONGs e governos de diversos países começaram a adotar medidas para reduzir a emissão de gases na atmosfera. A compensação de emissões de gases de efeito estufa através do reflorestamento surge como uma alternativa na mitigação das emissões dos GEE e demonstra a conscientização das responsabilidades socioambientais das pessoas e organizações. O reflorestamento, por meio da fotossíntese, auxilia na absorção de dióxido de carbono (CO₂) da atmosfera e conseqüentemente diminui o efeito estufa.

Dentre os tipos de projetos de compensação existentes, optou-se nesse trabalho pelo reflorestamento, uma vez que, a concepção, desenvolvimento e monitoramento do projeto apresentavam maior viabilidade do ponto de vista econômico e ambiental.

Para a escolha do local de reflorestamento, levaram-se em conta fatores como: a área estar inserida dentro de um parque municipal, a existência de um importante manancial de água do município, as atividades do evento “neutralizado” percorrer o local e o fato de ser um parque frequentemente visitado, que possibilitará maior conhecimento do projeto de compensação.

Para contribuir com a redução das emissões de GEE do evento foi incentivada a reciclagem dos resíduos gerados no evento e a reutilização de alguns materiais para os próximos eventos.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Identificar a compensação voluntária de emissões, através do reflorestamento com árvores de espécies nativas como uma alternativa para a mitigação do efeito estufa e comentar os benefícios ambientais advindos desta atividade.

2.2. Específicos

- Construir um inventário de emissões de gases de efeito estufa de acordo com as metodologias do *Intergovernmental Pannel on Climate Change* (IPCC), GHG Protocol e programa computacional *Global Emission Model for Integrated Systems* (GEMIS 4.3);
- Quantificar o número de árvores a serem plantadas, para compensação das emissões de GEE de um evento, neste caso uma corrida de aventura;
- Promover a destinação adequada dos resíduos gerados pelo evento;
- Desenvolver a consciência ambiental dos participantes e ministrar palestras de educação ambiental no Parque Municipal da Lagoa do Peri.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Ciclo do Carbono

O ciclo de carbono consiste na transferência de carbono entre os quatro principais estoques: a atmosfera, oceanos, sedimentos e ecossistemas terrestres (biomassa+solo) (Figura 01).

A escala de tempo de troca de reservas de carbono pode variar de menos de um ano a décadas, ou até mesmo milênios.

As moléculas de CO₂ são dissolvidas nos oceanos na forma de carbonatos e o C atmosférico é absorvido através do processo de fotossíntese pelas plantas e algas. (WATSON, 2001)

O maior reservatório de carbono se encontra nas rochas sedimentares, sendo estimado em 66 bilhões de Gt. (GERMAN BUNDESTAG, 1989)

As emissões de GEE decorrentes da queima de combustíveis fósseis e do uso do solo são responsáveis pelos maiores fluxos de emissões. (ROSCOE, 2006)

As florestas desempenham importante papel na atual problemática do ciclo global de carbono, devido a sua capacidade de estocar quantidades significativas de carbono na vegetação, através da troca de carbono com a atmosfera por meio da fotossíntese e da respiração. (RENNER, 2004)

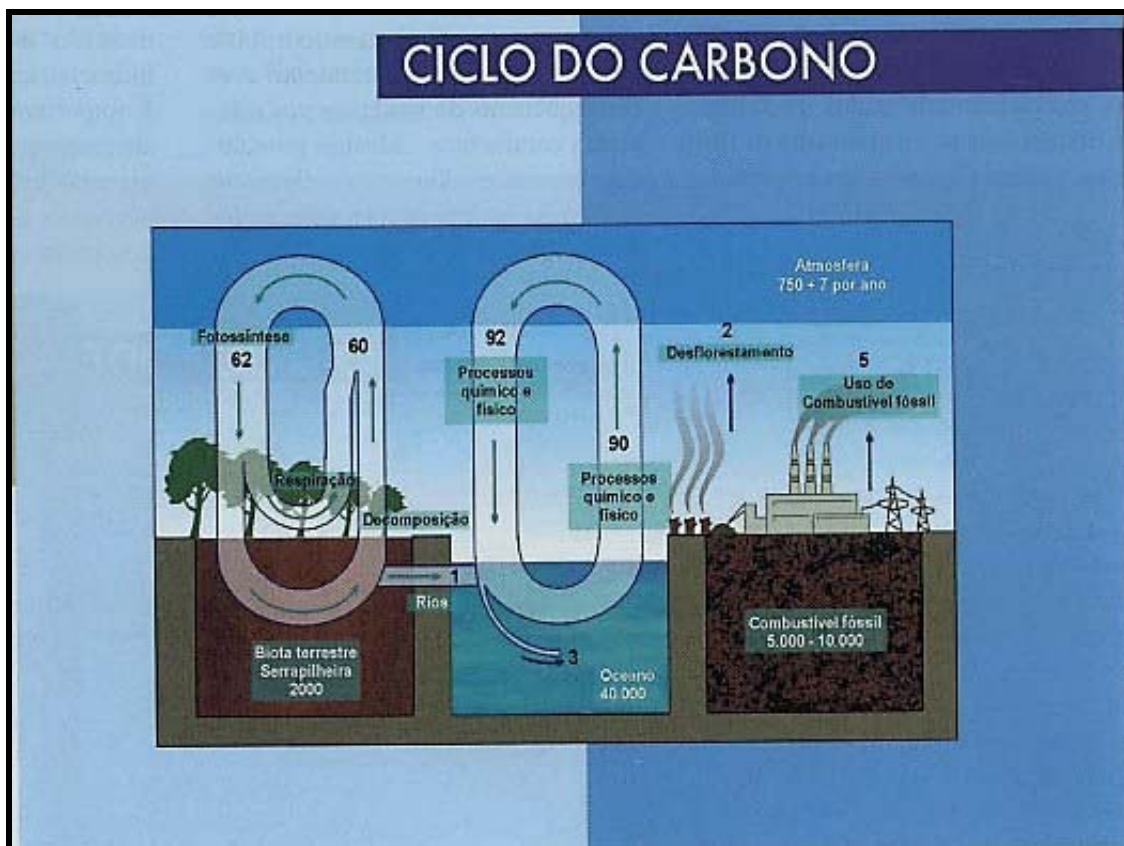


Figura 01: Ciclo do Carbono. (Fonte: Rezende 2001)

3.2 Efeito Estufa

A atmosfera terrestre nada mais é do que uma mistura de gases, inodora e incolor que forma uma capa delgada ao redor da Terra. (LISBOA, 2003)

A atmosfera terrestre é 99 por cento, composta de nitrogênio (N_2), oxigênio (O_2) e argônio (Ar). Entretanto, a presença de outros gases (1%), é essencial para a regulação da temperatura média na Terra, caso contrário, esta seria inferior a zero grau centígrados e os oceanos estariam congelados (CAMPOS, 2001).

Os gases responsáveis por este fenômeno são denominados gases de efeito estufa – GEE. Os mais importantes são: dióxido de carbono (CO_2), vapor de água (H_2O), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O) (IPCC, 2000).

A radiação na atmosfera se propaga em todas as direções e sentidos, inclusive na direção para a superfície terrestre.

Os gases de efeito estufa absorvem a radiação infravermelha emitida por meio da superfície terrestre, da atmosfera e das nuvens. Aprisionam o calor dentro do sistema da troposfera terrestre e mantêm uma situação de equilíbrio térmico sobre o planeta. Este equilíbrio natural da temperatura terrestre é conhecido como efeito estufa. (Figura 02)

A radiação na atmosfera está fortemente relacionada com a temperatura do nível em que é emitida. Na troposfera a temperatura geralmente diminui com a altura.

Efetivamente, a radiação infravermelha emitida para o espaço se origina de uma altitude com uma temperatura média de $-19^\circ C$, em equilíbrio com a radiação solar de entrada, entretanto a superfície terrestre é mantida com uma temperatura média muito maior, em torno de $14^\circ C$.

Um aumento na concentração de gases de efeito estufa resulta no aumento da capacidade infravermelha na atmosfera, portanto, numa radiação efetiva para o espaço desde uma altitude maior com uma temperatura menor. Isto provoca um forçamento radioativo, um desequilíbrio que somente pode ser compensado com o aumento da temperatura do sistema superfície–troposfera. A isto se denomina “aumento do efeito estufa”. (IPCC, 2000)

A concentração excessiva de gases de gases de efeito estufa (Tabela 01) é resultante das atividades antrópicas como a queima de combustíveis fósseis, o uso do solo, o desmatamento e a queimada de florestas.

Tabela 01: Concentração atual dos GEE.

Gases de Efeito Estufa	Concentração atual (ppm)
Dióxido de Carbono, CO_2	380
Vapor de Água	10000
Metano (CH_4)	1,7
Óxido Nitroso (N_2O)	0,3
SF_6	0,00004

(Elaboração própria a partir de IPCC, 2007)



Figura 02: O Efeito Estufa. (Fonte: Rezende, 2001)

3.2.1 Principais Gases de Efeito Estufa e suas Fontes

3.2.1.1 Dióxido de Carbono – CO₂

O dióxido de carbono (CO₂) é o gás que mais contribui para a intensificação do efeito estufa. Segundo dados do IPCC do ano de 2007, as concentrações de CO₂ aumentaram de cerca de 280 ppm nos períodos pré-industriais para 380 ppm no referido ano. O aumento da concentração se deve principalmente as atividades antrópicas. A maior contribuição é a da queima dos combustíveis fósseis, mas também mudança no uso da terra e, em menor grau, a produção de cimento.

As concentrações de CO₂ nos últimos mil anos foram pesquisadas a partir de análises das bolhas de ar aprisionadas em blocos de gelo, feitas na Antártica. Com a análise do gelo, verificou-se um aumento rápido na concentração de CO₂ desde o início da industrialização, sobretudo a partir da utilização dos combustíveis fósseis.

Dentro dos diversos processos de seqüestro ou captura do dióxido de carbono, o mais rápido é a absorção pela vegetação e pela camada superficial dos oceanos, que ocorrem em alguns anos. Outros sumidouros, a exemplo da transferência para os solos e camadas profundas dos oceanos, ocorrem na escala de tempo de séculos, tendo um efeito menos imediato na concentração atmosférica.

Não pode ser definido um tempo de vida único para o dióxido de carbono, uma vez que existem diferentes taxas de absorção pelos diferentes processos que o removem da atmosfera, que operam cada qual em escalas de tempo diferentes e transferem para vários tipos de sumidouros que, cada qual, reservará e devolverá o carbono seqüestrado em seu tempo.

3.2.1.2 Metano – CH₄

O metano é outro gás de efeito estufa presente naturalmente na atmosfera terrestre, entretanto, estudos científicos realizados pelo IPCC evidenciam um aumento significativo e conseqüente crescimento de sua concentração na atmosfera. Os resultados obtidos nas pesquisas apontam as atividades humanas como a mais provável causa desse aumento. Dentre as atividades antrópicas que mais emitem o metano estão: a agricultura, a pecuária, a disposição de resíduos e o uso cada vez maior de combustíveis fósseis.

De acordo com o relatório, o tempo de permanência para o metano na atmosfera é cerca de doze anos.

3.2.1.3 Óxido Nitroso - N₂O

Outro gás de efeito estufa é o óxido nitroso; diversas são suas pequenas fontes, tanto naturais quanto antrópicas. As principais fontes antrópicas são a agricultura e diversos processos industriais, tais como a produção de ácido adípico e ácido nítrico. Todas as fontes do óxido nitroso não foram, ainda, suficientemente quantificadas.

O óxido nitroso é removido da atmosfera por fotólise, que é a decomposição pela luz do Sol, tendo um tempo de vida muito longo, cerca de 120 anos.

Apesar de não bem quantificadas as fontes, as medições atmosféricas e evidências de testemunhos de gelo, realizadas pelo IPCC, demonstram que a quantidade de óxido nitroso na atmosfera aumentou desde a época pré-industrial, provavelmente devido ao aumento da interferência humana.

3.2.1.4 Hidrofluorcarbono (HFC)

O HFC é um gás encontrado em pouca quantidade na atmosfera, entretanto possui um Potencial de Aquecimento Global (PAG) considerável (1300). O HFC é usado em sistemas de ar condicionado, aerossóis e refrigeração.

3.2.1.5 Perfluorcarbono (PFC)

O PFC é um gás artificial criado pelo homem como alternativa aos produtos químicos prejudiciais à camada de ozônio. É aplicado em sistemas de refrigeração, solventes e aerossóis.

3.2.1.6 Hexafluoreto de Enxofre (SF₆)

Encontrado em pouca quantidade na atmosfera, o SF₆ apresenta um PAG de 23900 vezes superior ao CO₂. É utilizado como isolante térmico, condutor de calor e agente refrigerante.

3.3 Sequestro de Carbono

Em 1997, a Convenção das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas definiu sequestro de carbono como a preservação da vegetação nativa ou reflorestamento onde, por meio da fotossíntese, ocorre a absorção do gás carbônico da atmosfera (CO₂), de modo a manter o estoque de carbono nos ecossistemas terrestres (solo+vegetação) e estabilizar a concentração de gases.

Embora este conceito foi lançado desde o princípio da Convenção do Clima, este se consagrou somente a partir da Conferência de Kyoto, em 1997, quando foram aprovados os mecanismos de flexibilização que incorporariam o sequestro florestal do carbono.

A pesquisa, o desenvolvimento e o uso crescente de tecnologias de sequestro de CO₂ são incentivados pelo Protocolo de Quioto (UNFCC 2001).

3.4 Bases Históricas sobre o Tema

O debate acerca do fenômeno climático do aquecimento global eclodiu em 1987, por ocasião da publicação do relatório *Nosso Futuro Comum* pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas. Neste relatório, pela primeira vez, a acumulação dos GEE na atmosfera era advertida oficialmente como um risco planetário.

3.4.1 Convenção Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas (CQNUAC)

A Convenção sobre o Clima, ocorrida no Rio de Janeiro em 1992, devida à evidência da atividade humana contribuir para o aquecimento global do planeta, estabeleceu o princípio de que os países industrializados deveriam reduzir suas emissões de gases causadores do aumento do efeito estufa.

A Convenção-Quadro foi assinada por 170 nações comprometidas a reduzir, sem vínculo jurídico, até o ano 2000, as suas emissões de gases de efeito de estufa aos mesmos níveis de 1990.

Quando se tornou evidente que as metas não seriam atingidas, as Partes na Convenção decidiram, durante a primeira Conferência das Partes, em 1995, negociarem um protocolo a aplicar pelos países industrializados e que contém compromissos com vínculo jurídico para redução de emissões.

3.4.2 Conferências das Partes - COP

A Conferência das Partes, órgão supremo da *Convenção*, realiza reuniões anuais para estabelecer políticas e medidas que visem à mitigação da mudança do clima, pela limitação de emissões antrópicas de gases de efeito estufa ou pela conservação e expansão de sumidouros e reservatórios de carbono.

A Conferência das Partes realizada em Quioto em 1997, destaca-se como uma das mais importantes, visto que, foi estabelecido um acordo que define metas de redução das emissões de GEE para os países do Anexo B (países do Anexo I com compromissos de redução das emissões de GEE), além de critérios e diretrizes para a utilização dos mecanismos de mercado. Esse acordo ficou conhecido como Protocolo de Quioto. (UNFCC, 2001)

3.4.3 Protocolo de Quioto

O Protocolo de Quioto foi adotado em 1997 no Japão e contou com a presença de representantes de mais de 160 países. Os países desenvolvidos se comprometeram a reduzir as suas emissões de CO₂ e outros gases responsáveis pelo efeito estufa em “pelo menos” 5,2%, em relação aos níveis de emissões de 1990, durante o período 2008-2012 (primeiro período do compromisso).

O objetivo principal do Protocolo de Kyoto é refrear a velocidade da contribuição humana, em vista das crescentes alterações atmosféricas de CO₂ (WALSH, 1999).

A fim de atingir de forma eficiente as metas individuais de limitação ou redução das emissões, foram adotados três mecanismos de mercado, também conhecidos como “mecanismos flexíveis”: Implementação Conjunta (IC), Comércio de Emissões, e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

- Implementação Conjunta (IC);

Este mecanismo, descrito no Artigo 6 do Protocolo, trata da possibilidade de transferência e aquisição de unidades de reduções de emissões resultantes de projetos, o qual visa a redução de fontes de emissões antrópicas e o aumento de projetos de remoção de CO₂ através de sumidouros de gases de efeito estufa (caso de plantação de florestas permanentes, que seqüestram o gás carbônico atmosférico). Este mecanismo somente é possível entre os países signatários, desde que os requisitos para a implementação conjunta sejam atendidos.

- Comércio de Emissões ;

O comércio de emissões é comentado no Artigo 17 do Protocolo. Tal comércio inclui somente o grupo de países do Anexo B e permite entre estes, o comércio de emissões com vistas à mitigação de mudanças climáticas.

- Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL)

Definido no Artigo 12, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), trata-se de um mecanismo cooperativo entre as Partes incluídas no Anexo I e, necessariamente, aquelas não incluídas naquele Anexo com o objetivo adicional de ajudar os países não pertencentes ao Anexo I a atingir o desenvolvimento sustentável e simultaneamente contribuir para que os níveis de emissão de GEE sejam reduzidos.

3.4.4 Mercado de Créditos de Carbono

Mesmo antes da entrada em vigor do Protocolo de Quioto, o carbono veio se tornar uma *commodity* mundialmente negociada em mercados. As negociações ocorreram no âmbito da implementação do próprio Protocolo e outros mecanismos *non-compliance* (*nãoconformidade*) com Quioto, que se consolidaram recentemente. Entende-se como mercado “não – conformidade” quando a compra e a venda dos créditos de carbono não é elegível para atender as metas estabelecidas no protocolo. (MOURA-COSTA, 1998)

As incertezas sobre o comportamento do mercado têm interferido no valor do crédito de carbono transacionado, com variação em 2004 de US\$ 0.37 a US\$ 15 a tonelada de CO₂. Em 2005 alcançou US\$ 21.

A principal razão para o movimento ascendente do mercado nos últimos anos se deve a uma posição firme por parte dos países membros da União Européia de adotar medidas para controlar a emissão de GEE mesmo antes da entrada em vigor do Protocolo.

3.4.5 Mercado Voluntário

Paralelamente ao mercado de MDL, emergiu o mercado voluntário de créditos de carbono. O mercado voluntário consiste em companhias, empresas, organizações, eventos internacionais e indivíduos, os quais assumiram responsabilidades de voluntariamente compensar suas emissões através da compra e aquisição de créditos de carbono. Os créditos decorrentes da compensação voluntária são frequentemente adquiridos com revendedores e organizações, que investem em um *portfolio* de projetos de compensação e vendem pequenas partes de reduções de emissões (VERs) aos interessados. Como os negociadores geralmente vendem para o mercado voluntário, os projetos nos quais estes investem não precisam seguir os procedimentos lentos e burocráticos do MDL. (TAYAB, 2006)

Neste mercado existem vários tipos de projetos como energias renováveis, eficiência energética, destruição de gases de processos industriais e sequestro de carbono em solos e florestas. Um projeto não necessariamente é obrigado a compensar apenas CO₂ (dióxido de carbono). Diversos outros gases de efeito estufa (GEE) podem ser compensados, como metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) e hidrofluorcarbonos (HFCs).

Os projetos de compensação de GEE podem ser classificados em duas categorias principais:

- MDL/IC – projetos registrados pelo Conselho Executivo do MDL e autoridades relevantes para projetos de Implementação Conjunta (IC), os quais são capazes de gerar CERs (Certified Emission Reductions) e ERUs (Emission Reduction Units).
- Não-MDL/IC – projetos não registrados no Conselho MDL e autoridades do IC, e que não possuem validade para cumprimento das metas de redução propostas no Protocolo de Quioto. Os créditos gerados são chamados VERs (Verified Emissions Reductions).

Um indivíduo ou organização pode voluntariamente adquirir créditos de projetos MDL ou não-MDL, visto que a ação é voluntária e não pretende atingir metas pré-determinadas como no Protocolo de Kyoto.

O critério fundamental para que uma atividade de projeto seja elegível a obtenção de créditos de carbono é a *adicionalidade*. Adicionalidade significa a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE), ou remoções de CO₂ de forma adicional ao que ocorreria na ausência do projeto.

A adicionalidade é importante para a integridade ambiental do mecanismo, pois na ausência da adicionalidade pode resultar em projetos financiados sem efetivamente reduzir as emissões de GEE.

Para a mensuração dos benefícios adicionais para uma determinada atividade de projeto de redução de GEE, uma linha de base deve ser calculada de forma crível e transparente. A linha de base é a projeção das emissões antrópicas de GEE por fontes que ocorreriam na ausência da atividade de projeto proposta. A diferença entre as emissões da linha de base e as emissões decorrentes da implementação do projeto de compensação é igual ao volume de créditos de carbono gerados. (Equação 01)

Equação 01: Montante de Créditos de Carbono

$$\text{Ton CO}_2\text{e Linha de Base} - \text{Ton CO}_2\text{e Projeto} = \text{Créditos de carbono}$$

Durante e após a implementação, o projeto passará por um processo de verificação, de modo a provar que a redução das emissões, conforme projetada, é alcançada. Para assegurar o alto nível de credibilidade, os responsáveis pela concepção do projeto podem contratar uma terceira e independente parte para conduzir a verificação.

O preço dos créditos de carbonos depende de uma série de fatores como a especulação no mercado, risco do projeto, qualidade e benefícios associados ao projeto.

3.5 Compensação Voluntária da Emissão de GEE.

FERREIRA, 1999 define “compensar” como:

“1. Estabelecer equilíbrio entre; equilibrar. 2. Reparar o dano, o incômodo, etc., resultante de contrabalançar, contrapesar. 3.Reparar um mal com um bem correspondente.”

No âmbito das mudanças climáticas, compensação significa definir uma quantidade opcional de emissões de GEE que um indivíduo ou organização tenham provocado e evitar ou reduzir na mesma proporção em um local diferente. Com esse objetivo, são implementados projetos que evitam ou reduzem emissões nas fontes, como a substituição dos geradores a óleo diesel por energia eólica, o aproveitamento da insolação e da ventilação natural nos edifícios e a remoção do CO₂ da atmosfera com fixação da biomassa, como projetos de reflorestamento. (BUNSE, 2004)

A prática da compensação cresce em diversas fontes de emissões de GEE como companhias, governos, organizações, eventos, entre outras atividades. Um exemplo recente é a Copa do Mundo da Fifa, realizada na Alemanha em 2006, a qual compensou a totalidade das suas emissões e se tornou um evento “neutro em carbono”.

Não existe uma única terminologia específica para esta atividade, pois os termos diferem entre as empresas que prestam consultoria nessa área, e o resultado é chamado de “neutralização do gás carbônico”, “clima amigável”, “carbono livre”, etc. O termo “neutro” implica que as emissões de determinada atividade serão 100% compensadas.

A redução das emissões e a introdução obrigatória de instrumentos de uma política de proteção climática são soluções melhores do que a compensação, pois geralmente previnem a poluição na fonte. Entretanto, quando a realização dessas opções não é possível, a compensação pode ser a melhor alternativa. Essa ação representa um significado adicional para o indivíduo ou entidade compensadora, uma vez que está em conformidade com a proteção do clima e desempenha papel significativo no crescimento da consciência pública. (BUNSE, 2004)

3.5.1 Emissões Compensadas.

As emissões compensadas podem geralmente ser divididas em emissões provenientes de fontes individuais e emissões resultantes de serviços ou produtos, os quais possuem vinculadas emissões de fontes diversificadas. (IPCC, 1996)

As emissões oriundas de fontes individuais podem ser divididas em diretas e indiretas, porém a maioria dos projetos de compensação abordam as emissões provocadas por eletricidade e transporte num único pacote. A única exceção é o transporte aéreo, o qual suas emissões são tratadas separadamente, devido a enorme quantia gerada nas viagens. (GHG PROTOCOL, 2007)

A realização de eventos é um exemplo de produtos e serviços, que possuem diversas fontes de emissão, como eletricidade, transporte, acomodação e consumo de materiais.

4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE REFLORESTAMENTO

4.1 Localização da Área.

O Parque Municipal da Lagoa do Peri está localizado na região sul da Ilha de Santa Catarina (Figura 03), e se situa entre os paralelos $27^{\circ} 42' 30''$ e $27^{\circ} 46' 30''$ de latitude Sul e entre os meridianos de $48^{\circ} 30' 00''$ e $48^{\circ} 33' 30''$ de longitude a Oeste de Greenwich. (LAPOLLI et al. 1990)

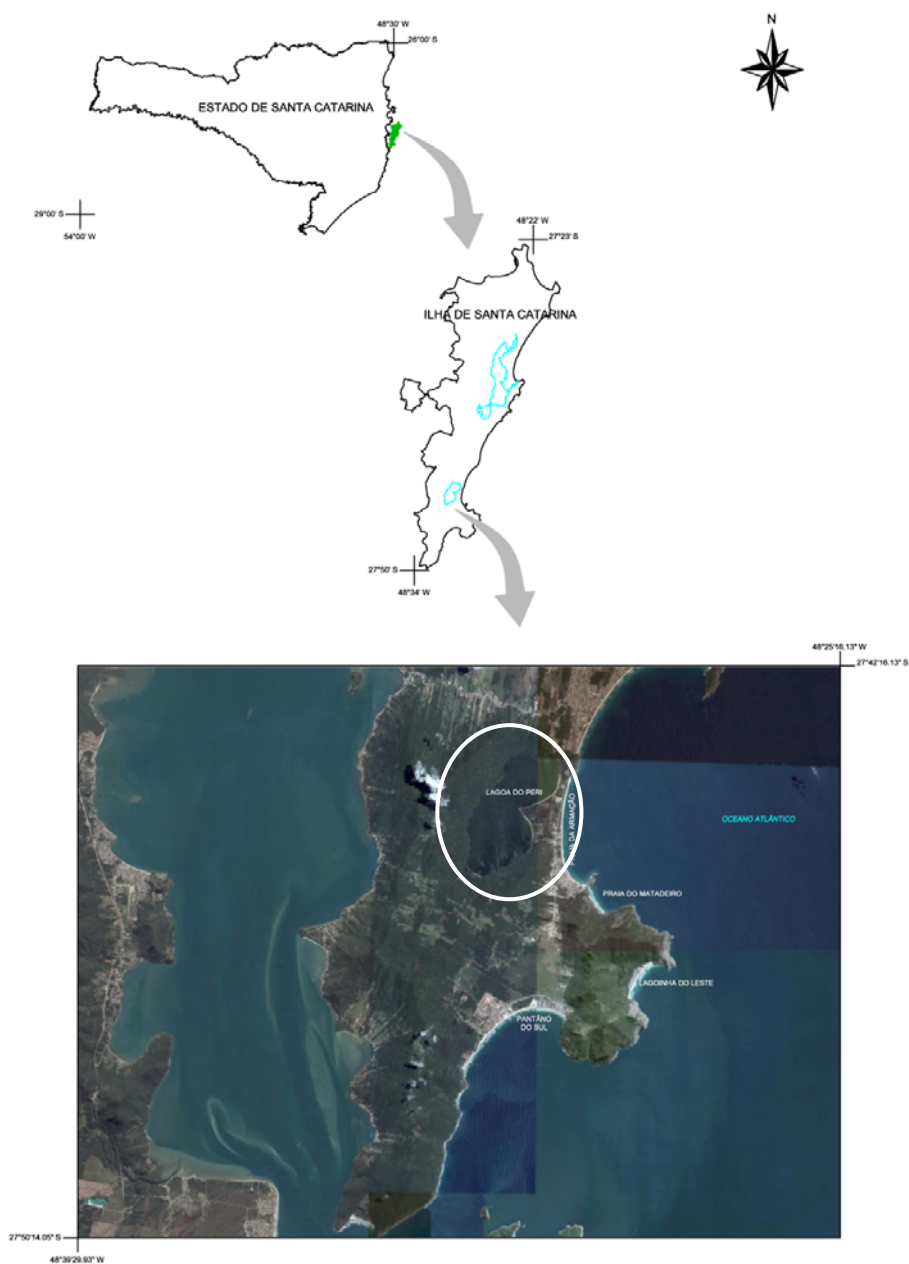


Figura 03: Mapa de localização da Lagoa do Peri. (Fonte: elaboração própria a partir do programa Google Earth)

4.2 Origem do nome.

O nome da lagoa tem origem na língua tupi-guarani (piri = fino e comprido), referente à vegetação comum das suas margens, composta por junco fino e comprido. Os índios, antigos moradores dessa região utilizavam o junco para a confecção de balaios e artesanatos. (CECCA, 1997)

4.3 Clima

Segundo a classificação de Köeppn, o clima é do tipo Mesotérmico Úmido de zona intermediária subtropical, sem estação seca definida e com verão quente.

As condições climáticas da região são controladas pela Massa Polar Atlântica e Massa Tropical Atlântica, com amplitudes térmicas medianas ao longo do ano devido a circulação de brisas terrestres e marítimas decorrentes da proximidade com o mar. A temperatura média anual é de 20,4 graus e a umidade relativa média do ar de 80%. As chuvas se concentram nos meses de verão e são menos frequentes nos meses de inverno. A média anual das precipitações é de 1383 mm. (SILVA, 1989).

4.4 Geologia

Do ponto de vista geológico, a bacia da Lagoa do Peri está dividida em duas porções distintas: o embasamento cristalino e os sedimentos cenozóicos.

O embasamento cristalino corresponde às áreas de encostas e é formado por granitóides e riolitos do Neoproterozóico e por diques de diabásio do Mesosóico.

Dentre os depósitos cenozóicos ocorrentes na área de baixa altitude se encontram: o depósito deltaico, depósito marinho-eólico pleistocênico, depósito areno-turfoso holocênico II e o depósito praial holocênico I. (SILVA, 1989)

4.5 Relevo

O corpo lagunar é limitado a oeste por uma topografia acidentada, com altitudes de quase 500m. A leste é separada do Oceano Atlântico por uma estreita faixa de restinga. Também limitada por encostas ao sul e ao norte, ocupada por Floresta Atlântica. Ao sul, no baixo curso do rio Ribeirão Grande, ocorre um delta, dentro de uma planície formada por sedimentos provenientes do relevo. Na maioria das encostas, predominam declividades acentuadas, entre 20 e 45 %. (LAPOLLI et al., 1990).

A Bacia da Lagoa do Peri é formada pelo complexo cristalino pré-cambriano e por depósitos sedimentares quaternários (LAPOLLI et al., 1990).

O substrato cristalino, forma as vertentes, norte, oeste e sul, enquanto os sedimentos recentes se estendem pela faixa de restinga, a leste da bacia.

4.6 Solo

Segundo SILVA (1989), foram registrados os seguintes tipos e agrupamentos de solos na área da bacia:

- Associação Complexa de solos Podzólico Vermelho-Escuro e Podzólico Vermelho-Amarelo; apresenta solos com horizonte B textural, com cores, granulometria e propriedades químicas, as quais variam em função do material de origem;
- Areias Quartzosas Hidromórficas distróficas mais Areias Quartzosas distróficas; solos arenosos, bem drenados e profundos, de coloração variada (cores brunadas e brancas).

Na área da bacia, os solos são originados a partir do intemperismo físico e químico sofrido pelo granito. Ocorre nas situações de relevo acidentado e são solos poucos profundos, de textura argilosa e coloração que varia de amarelada a vermelha na medida em que aumenta a profundidade. (IPUF, 1978).

4.7 Vegetação

De modo geral, a vegetação e o uso do solo da bacia hidrográfica da Lagoa do Peri, são muito semelhantes ao existente no resto da Ilha de Santa Catarina. Dentre as árvores que compõe a vegetação da área de estudo, estão: o guarapuvu (*Schizolobium parahyba*), a capororoca (*Rapanea ferruginea*), o baguaçu (*Eugenia umbelliflora*), o aracá (*Psidium catheianum*), e ipês (*Tabebuia sp*), entre muitas outras.

Segundo SORIANO SIERRA (1999), a vegetação da Bacia da Lagoa do Peri é constituída por cinco formações bem caracterizadas:

- Floresta Pluvial da Encosta Atlântica ou Floresta Ombrófila Densa, a qual cobre o embasamento cristalino e tem no clima o elemento determinante;
- Estágios sucessionais diversos, distribuídos por toda a bacia e representados por capoeirinhas, capoeiras e capoeirões,
- Pastagens de formação antrópica;
- Vegetação de restinga, distribuída ao longo de uma faixa irregular de 250m de largura a partir da praia da Armação;
- Plantações de *Pinus*, *Eucaliptus* e lavouras de cana-de-açúcar (*Saccharum officinaru*), milho (*Zea mays*), mandioca (*Manihot sculenta*) e feijão (*Phaseolus vulgaris*).

Parte da mata ocorrente sobre as encostas dos morros da bacia hidrográfica foi derrubada para dar lugar à prática da agricultura itinerante. Atualmente, a maior parte das propriedades foi abandonada e cerca de 60 % da área da bacia está coberta por capoeirões, mata secundária e por possíveis remanescentes da mata primária que sofreram extração de madeira. Esse tipo de cobertura ocupa quase todas as vertentes da face oeste, sudeste e extremo sul da bacia (SILVA 1989).

4.8 Hidrologia

A Lagoa do Peri é a maior lagoa de água doce da costa catarinense, compreendendo uma área de 5,07 km² (CONAGE, 1998). A lagoa não sofre a influência das marés, mantêm suas águas isentas de salinidade, constitui assim, um reservatório importante de água doce para o abastecimento da população do sul da ilha. (CARUSO, 1983).

Na área do parque ocorrem dois grandes mananciais que abastecem a lagoa: o rio Cachoeira Grande e o rio Ribeirão Grande, situado ao sul e oeste da bacia respectivamente.

5. METODOLOGIA

O primeiro passo para uma análise de emissão de GEEs, seja em uma empresa ou evento, é a definição dos limites de abrangência do estudo. Definido o escopo, seguem-se alguns passos (GHG PROTOCOL, 2007; AGO, 2006; IPCC 2006):

- Identificação das Fontes de emissão de GEEs tais como “combustão móvel”(carros) ou “combustão estacionária” (maquinarias, geradores), “Emissões de Processo” (físico-químico) e “fugas de emissão” (intencionais ou não, como no caso dos efluentes do processo)
- Selecionar uma metodologia de cálculo para cada fonte reconhecida nos padrões internacionais pelas entidades designadas competentes (ferramentas de cálculos)
- Recolher os dados da atividade e selecionar os fatores de emissão. Porém, em vários quesitos somente é possível essa análise após a realização do uso de alguma fonte determinada, como no caso da energia, a qual será contabilizada após o seu uso.
- Aplicar as ferramentas de cálculo
- Registrar os dados de emissões de GEEs ao nível grupo que está sendo analisado.

Posteriormente a estes passos iniciais, as fontes são divididas basicamente em fontes diretas e indiretas, como por exemplo: gás em caldeira e energia elétrica respectivamente. Outra divisão (opcional) são as fontes indiretas providas de atividades terceirizadas (táxi). A inclusão dessa última vertente, alarga os limites do escopo e aumenta o valor agregado do objetivo da operação como um todo, além de permitir uma visão dos elos entre os negócios e a significativa redução nas emissões de GEEs contabilizadas por elas.

No âmbito de projetos de MDL, todas as emissões de GEE são contabilizadas em dióxido de carbono equivalente (CO₂e), unidade utilizada para comparar os gases de efeito estufa baseada no potencial de aquecimento global (PAG) de cada um (Tabela 02) (GHG PROTOCOL, 2007).

Tabela 02: Gases de efeito estufa e respectivos PAG's. (Fonte: Elaboração própria a partir do IPCC, 2000)

Gases de Efeito Estufa	Potencial de Aquecimento Global (PAG)
Dióxido de Carbono (CO ₂)	1
Vapor de Água	8
Metano (CH ₄)	23
Óxido Nitroso (N ₂ O)	296
HFCs	1300
PFCs	5600
SF ₆	22200

Um projeto de neutralização pode ser dividido em duas etapas:

- Produção do inventário de emissões dos GEE decorrentes do evento;
- Cálculo do número de árvores a serem plantadas, para absorção das respectivas emissões, expressas em dióxido de carbono equivalente (CO_{2e});

5.1 Inventário de Emissões

Os inventários de emissões atmosféricas são instrumentos que permitem analisar a quantidade, natureza e localização das emissões que ocorrem numa determinada área durante um período de tempo. Os resultados dos inventários evidenciam os setores de atividade e os locais responsáveis pelas maiores emissões de poluentes para a atmosfera, de modo a auxiliar os tomadores de decisão na seleção de estratégias de redução de emissões. (GOIS, 2001)

Para realização do inventário de emissões foi encaminhado um formulário específico para a organização do evento (Apêndice), com o objetivo de coletar os dados e informações necessárias, relativas às diversas fontes de emissão de GEE do evento, como: o transporte, o consumo de materiais, água e energia e a produção de resíduos esperada do evento.

Neste projeto foram empregadas metodologias do IPCC, GHG Protocol, além do programa GEMIS 4.3 do Instituto OEKO, o qual se baseia na ferramenta de Análise de Ciclo de Vida associada a fatores de mudanças climáticas do IPCC para obter o fator de emissão de GEE (t CO_{2e}/Kg) de cada material.

5.2 Seleção das Espécies de Árvores

Para a escolha das espécies a serem plantadas na área, levaram-se em consideração as descrições encontradas nas bibliografias especializadas, bem como a análise das espécies que se encontram na área preservada junto ao local. Procurou-se selecionar espécies que após seu plantio, dêem a área sua fitofisionomia original, recompondo o ecossistema que ali se encontrava.

Entre as mudas de espécies nativas selecionadas para o plantio, encontram-se:

- *Eugenia umbelliflora* (Baguaçu mirim)
- *Rapanea ferruginea* (Capororoca)
- *Psidium catheianum* (Araçá)
- *Schizolobium parahyba* (Guarapuvu)
- *Tabebuia sp* (Ipê Amarelo)
- *Tabebuia avellanedae* (Ipê Roxo)

5.2.1 Determinação do número de mudas

De posse do resultado final das emissões de GEE relativas ao evento, é possível calcular o número de espécies arbóreas nativas a serem plantadas, através da equação proposta por MARTINS (2005):

$$N = Et \times Ff$$

N = número de árvores a serem plantadas;

Et = emissão total de GEE (t CO₂e);

Ff = fator de fixação de C em biomassa no local de implantação do projeto (t CO₂e/ árvore).

O Fator de Fixação utilizado neste projeto foi estimado em estudos anteriores (MARTINS, 2005).

Neste projeto foi considerado um número médio de 1600 indivíduos por hectare, o fator de fixação utilizado para dimensionar o reflorestamento é de 0,18 tCO₂e/árvore.

A absorção completa das emissões será atingida em um período de aproximadamente 40 anos, quando o bosque atingirá o estágio clímax.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Emissões de GEE do Evento

6.1.1 Emissões Diretas

São as emissões relacionadas diretamente ao evento, ou seja, aquelas referentes à divulgação e a realização da corrida nos dois dias de evento. Foram consideradas emissões geradas pelo consumo de materiais descartáveis, consumo de energia elétrica e produção de resíduos.

- Consumo de materiais (Tabela 03): foram estimadas as emissões relacionadas aos principais materiais descartáveis consumidos durante o evento e na divulgação deste.

Tabela 03: Emissões relativas à Análise do Ciclo de Vida dos materiais.

Ítem	Quantidade	Unidade	Peso (kg)	Emissão (tCO ₂ e)
Papel Sulfite	300	Folhas A4	1,42	0,001
Papel Higiénico	300	rolos	21,0	0,0134
Papel Toalha	08	rolos	1,06	0,0007
Plástico	120	sacolas		0,0367
	200	garrafas	40,00	2,378
Caneta	20		0,13	0,0003
Impressora	02	cartuchos	0,09	0,0002
Folder	500		3,00	0,0027
Banner	4	lonas	2,00	0,0058
				2,44

- Consumo de Energia (Tabela 04): para calcular as emissões relativas ao consumo energético do evento, foi utilizado o fator de emissão (KgCO₂ eq / KWh) da matriz energética brasileira, desenvolvido a partir da metodologia ACM 0002, aprovada para Projetos de MDL empregados no Brasil.

Tabela 04: Emissões relativas ao consumo de energia

Ítems	Potência (W)	Período (h)	Fator de Emissão (kg CO ₂ / kWh)	Emissão (tCO ₂ e)
Computador	200	3	0,27	0,0002
Aparelho de Som	1000	3	0,27	0,0008
			TOTAL	0,001

- Resíduos Sólidos (Tabela 05): Para a realização das estimativas relativas aos resíduos sólidos foi utilizado o fator de emissão de GEE do IPCC Guidelines, 2006, capítulo 6.

Tabela 05: Emissões relativas aos resíduos sólidos.

Tipo de Resíduo	Quantidade (kg)	Emissão (tCO ₂ e)
Orgânico	200	0,05
Inorgânico Reciclado	60	0*
		0,05

* A reciclagem dos materiais inorgânicos, evita a emissão de uma quantidade de CO₂e necessária para a produção destes produtos muito maior do que as emissões causadas pelos processos de reciclagem.

6.1.2 Emissões Indiretas

São as emissões relacionadas ao transporte de todos os atletas, e de suas respectivas equipes até o local da prova e durante a realização da mesma. A quantificação foi desenvolvida de acordo com informações coletadas junto à organização do evento. (Tabelas 06 e 07).

As distâncias percorridas em cada trajeto foram multiplicadas pelos fatores de emissão relativos ao meio de transporte e combustível utilizados. Os fatores de emissão (KgCO₂eq/P*km) utilizados foram obtidos através do programa GEMIS 4.3.

Tabela 06: Emissões referentes ao transporte viário.

Tipo	Motor	Quantidade	Distância percorrida por veículo (km)	Distância total percorrida (km)	Emissão (t CO ₂ e)
Caminhão	Diesel	04	500	2000	0,68
Van	Diesel	06	40	240	0,08
ônibus	Diesel	02	70	140	0,05
Carros organização	Álcool	20	30	600	0,002
Carros atletas	gasoline	20	600	12000	0,60
Ônibus urbano	Diesel	10	40	40	0,01
Ônibus intermunicipal	Diesel	20	1000	1000	0,34
				TOTAL	1,762

Tabela 07: Emissões referentes ao transporte aéreo.

Trecho (ida e volta)	Número de passageiros	Emissão (t CO ₂ e)
São Paulo ¹	30	1,704
Brasília ²	05	1,846
Rio de Janeiro ²	05	0,988
Porto Alegre ²	10	0,504
Cuiabá	02	0,986
Belo Horizonte ²	05	1,446
	TOTAL	7,474

* 1 - Os passageiros foram divididos em 6 vôos distintos (ida e volta).

2 - Os passageiros foram divididos em 2 vôos distintos (ida e volta).

6.1.3 Emissões Globais

As Emissões Globais são relativas ao consumo de energia elétrica, produção de resíduos sólidos e líquidos dos 80 atletas hospedados durante três dias.

Os itens que contribuíram para o valor final de emissão neste escopo foram:

- o consumo de energia elétrica (Tabela 08);
- a produção de resíduos sólidos e líquidos (Tabelas 09 e 10).

Para a análise da produção de resíduos líquidos foi utilizado o fator de consumo energético para o tratamento da água do Instituto para Análise de Segurança Global (IAGS) e para o tratamento de esgoto do Iowa Association of Municipal Utilities (IAMU), expressos em kWh por m³, foram multiplicados pelo fator de emissão de CO₂e do mix energético brasileiro.

Tabela 08: Emissões relativas ao consumo de energia elétrica dos participantes.

Consumo per capita (kWh/hab/dia)	Hóspedes	Duração (dia)	Consumo total (kWh)	Fator de Emissão (kg CO ₂ / kWh)	Emissão (t CO ₂ e)
1,33	80	3	319	0,27	0,09

Tabela 09: Emissões relativas à produção de resíduos sólidos.

Tipo	Quantidade (kg/hab/dia)	Hóspedes	Quantidade Total (kg)	Emissão (t CO ₂ e)
Produção de Lixo	0,50	80	80	0,02

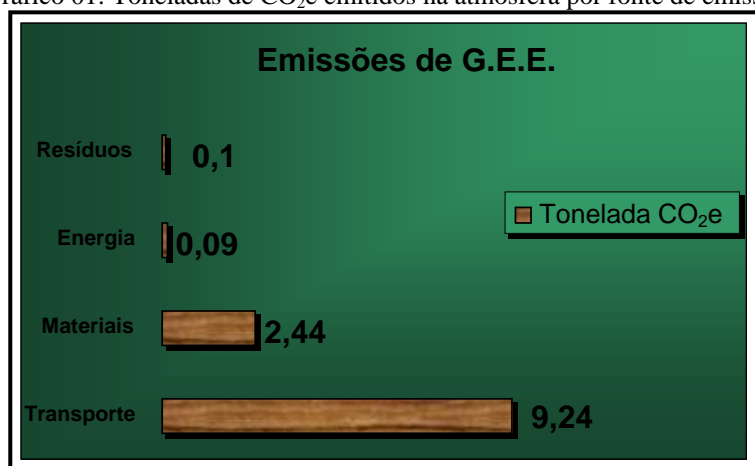
Tabela 10: Emissões relativas aos resíduos líquidos.

Tipo	Quantidade per capita (m ³ /hab/dia)	Consumo total (m ³)	Consumo Energia Elétrica / m ³ (kWh / m ³)	Consumo Energia Elétrica Total (kWh)	Fator de Emissão (kg CO ₂ / kWh)	Emissão (t CO ₂ e)
Consumo de Água	0,2*	48	0,6	28,8	0,27	0,008
Esgoto tratado	0,16**	38,4	0,4	15,4	0,27	0,004
					TOTAL	0,012

* água => q = 0.2 m³/hab.dia; ** esgoto => 0,8q = 0,16 m³/hab.dia

O resultado final do Inventário de Emissão de GEE foi a emissão de 11,78 toneladas de CO₂e decorrente de todo o evento. (Gráfico 01)

Gráfico 01: Toneladas de CO₂e emitidos na atmosfera por fonte de emissão.



Resíduos: A contribuição dos resíduos sólidos e líquidos foi insignificante (0,1 toneladas) quando comparado a totalidade das emissões (11,87). A pouca quantidade de lixo produzida nos dois dias de eventos, o baixo valor do fator de emissão adotado pelo IPCC, além da correta destinação dos resíduos favoreceram este resultado.

Energia: Igualmente aos resíduos, a emissão pelo consumo de energia elétrica também foi pequena, devido ao valor (0,27) do fator de emissão utilizado da matriz energética nacional, além do pouco consumo de energia durante todo o evento.

Materiais: A maior contribuição dos materiais foi na produção de garrafas de plásticos destinadas aos participantes do evento. A reutilização de materiais deste evento deve ser colocada em prática nos próximos para a diminuição das emissões de GEE.

Transporte: As emissões decorrentes do transporte dos atletas e da organização somaram 78% do total de emissões do evento. A utilização de carros movidos a

álcool pelas equipes e a organização da prova, deve ser estimulada nos próximos eventos, uma vez que o álcool polui menos que a gasolina.

6.2 Reflorestamento

6.2.1 Local de reflorestamento

Na maioria dos projetos de compensação de emissões por reflorestamento, as emissões geralmente são compensadas em locais distantes ao local onde foram provocadas as emissões, pelo fato de o aquecimento ser um fenômeno global. Entretanto, optou-se neste trabalho pela mitigação dos impactos climáticos no próprio município onde o evento foi realizado.

O Parque Municipal da Lagoa do Peri, especificamente em uma área adjacente a lagoa foi o local escolhido para o plantio das mudas. Buscou-se a proteção do maior manancial de água doce da Ilha de Santa Catarina através da recuperação da mata ciliar.

6.2.2 Plantio e Quantidade de Mudanças

Na maioria dos projetos de sequestro de carbono, é dada preferência as espécies de *eucaliptus* e *pinus*, por terem grande capacidade de absorção de CO₂ somado ao valor financeiro de suas madeiras. Entretanto nesse trabalho, buscou-se o reflorestamento com espécies nativas, de modo a recuperar a mata ciliar ao entorno da Lagoa do Peri.

O plantio das mudas foi realizado no mês de outubro, o qual possui um bom índice de pluviosidade, fator que contribui para a “pega” das mudas (Figura 04).

As covas abertas para a plantação das mudas tinham aproximadamente 400 cm² de área (20 x 20 cm) e 15 cm de profundidade, para as mudas de plantas de menor porte e aproximadamente 30 cm de profundidade para as plantas de maior porte (Figura 05). Para facilitar a recomposição do fragmento florestal, a distância adotada entre as covas foi de aproximadamente 1,5 m.

As mudas para o plantio foram retiradas de viveiros de mudas, com tamanho médio de aproximadamente 60 cm. Para promover o fortalecimento e crescimento das plantas, optou-se pelo adubo do tipo húmus, proveniente de compostagem. A mistura de húmus com o solo local, foi realizada na proporção 1:3, uma vez que não se deve colocar somente o adubo, pois a planta não se adapta e perece. (Figura 06)

Ao todo foram plantadas 80 mudas, divididas entre as espécies citadas no item 5.2 (Tabela11).

Tabela 11: Resultado final

Emissão Final (t CO ₂)	Fator de fixação (t CO ₂ / árvore)	Número de árvores	Número final *
11,8	0,18	66	80

* Número de árvores x {(1 + Taxa de mortalidade (20%))} = Número final de árvores. A taxa de mortalidade é adotada, pois algumas mudas podem não se adaptar e perecer durante a fase de crescimento.



Figura 04: Área locada para o plantio de mudas de Ipê Amarelo (*Tabebuia sp*)



Figura 05: Muda e respectiva cova com adubo.



Figura 06: Preparação do adubo realizada pelos funcionários do Parque Municipal da Lagoa do Peri.

6.2.3 Monitoramento

A atividade de monitoramento do plantio ficou facilitada, uma vez que a área se encontra próxima à sede do Parque Municipal da Lagoa do Peri.

A área das mudas plantadas foi isolada (Figura 07) e será vistoriada por funcionários do parque e pelo proponente do projeto, durante os dois primeiros anos, fase de estabelecimento das novas árvores. Durante esse período, poderá ocorrer a retirada de possíveis espécies invasoras encontradas.

Para garantir o sucesso deste reflorestamento e, conseqüentemente, a fixação do carbono, a área reflorestada será monitorada através de visitas a campo durante todo o período de absorção da quantidade de CO₂ emitido pelo evento, estimado 30 anos.



Figura 07: Cercamento de uma das áreas destinadas ao reflorestamento

6.3 Elegibilidades no MDL e Mercado Voluntário

A abrangência da área do reflorestamento é de 0,012 ha e não estava inteiramente degradada desde 31 de dezembro de 1989, por isso o projeto não é elegível tanto no MDL, como no Mercado Voluntário.

6.4 Mitigação dos GEE

6.4.1 Resíduos Sólidos

6.4.1.1 Resíduos Sólidos Orgânicos

Os resíduos sólidos orgânicos gerados pelos dois dias de evento, somavam 300 kg e foram encaminhados para a estação de compostagem do Centro de Ciências Agrárias da UFSC, localizado no bairro Itacorubi. (Figuras 08 a 11)

A compostagem é definida como sendo um processo biológico, aeróbio e controle de tratamento, higienização e estabilização de resíduos orgânicos para a produção de húmus.

O processo de compostagem é desenvolvido por uma população mista de microorganismos e efetuada em duas fases distintas: a primeira, onde ocorrem as reações de oxidação bioquímicas mais intensas, na sua grande maioria exotérmicas atingindo temperaturas na faixa termofílica (50°C a 70°C) e a segunda de maturação, onde ocorre o processo de humificação com a produção do composto propriamente dito. (SAMPAIO, 2006).



Figuras 08 e 09: Resíduos orgânicos provenientes do evento.



Figuras 10 e 11: Disposição das leiras de compostagem.

6.4.1.2 Resíduos Sólidos Inorgânicos

A reciclagem dos materiais inorgânicos evita a emissão de uma quantidade de CO₂ e necessária para a produção destes produtos que é muito maior do que as emissões causadas pelos processos de reciclagem.

Aproximadamente 60 kg de resíduos sólidos inorgânicos foram doados para a ARESP. (Associação Recicladores Esperança), entidade localizada no bairro Itacorubi, adjacente ao pátio da COMCAP (Companhia de Melhoramentos da Capital). (Figuras 12 e 13)

Fundada em 1999, a ARESP é uma organização composta atualmente por 25 pessoas carentes responsáveis por separar, acondicionar e encaminhar os resíduos às recicladoras, gerando desse modo renda para a associação.



Figura 12: Material reciclável proveniente do evento.



Figura 13: Separação manual do material reciclável.

6.4.2 Educação Ambiental

Durante o monitoramento do plantio de mudas nativas serão ministradas palestras de educação ambiental no Parque Municipal da Lagoa do Peri.

“Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais os indivíduos e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade” (Lei de Educação Ambiental nº 9795 de 27 de abril de 1999).

A conscientização ambiental dos participantes do evento, das crianças e adultos constitui etapa fundamental na preservação do meio ambiente para as futuras gerações. (Figuras 14 e 15)



Figura 14: Atletas do evento realizam o plantio de mudas nativas no entorno da Lagoa do Peri.



Figura 15: Palestra de educação ambiental para as crianças moradoras do bairro Tapera

7. CONCLUSÃO

A adoção de políticas de responsabilidade ambiental, social e econômica por parte de indivíduos, organizações e empresas, deve promover importantes avanços em direção a atividades mais sustentáveis, e contribuir para que, ano após ano, as emissões de GEE sejam reduzidas.

Deve-se buscar a criatividade de transformar determinados aspectos ambientais em benefícios nas esferas econômicas, ambientais e sociais, como no caso do evento, em que os resíduos sólidos orgânicos gerados foram enviados para a compostagem e ao final do processo serão transformados em húmus, que foi o produto empregado como adubo no reflorestamento. No caso da reciclagem dos resíduos inorgânicos houve a redução das emissões de GEE, além da geração de renda para a associação de reciclagem (ARESP).

Adicionadas a destinação adequada dos resíduos, a conscientização ambiental dos atletas através da participação no plantio de mudas e a promoção da educação ambiental no interior do Parque Municipal da Lagoa do Peri são importantes ações a serem seguidas, onde a soma dos esforços contribui para na melhoria da qualidade de vida e na preservação do meio ambiente para as futuras gerações.

8. REFERÊNCIAS TEÓRICAS

- AGO – **AGO Factors and Methods Workbook**, Department of the Environment and Heritage, Australian Greenhouse Office; December 2006
- BUNSE, M. **Voluntary Compensations of Greenhouse Gas Emissions**. Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy; 2004
- CARUSO, M..M.L. **O desmatamento da Ilha de Santa Catarina de 1500 aos dias atuais**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1983. 158p.
- CECCA. **Unidades de Conservação e Áreas Protegidas da Ilha de Santa Catarina: caracterização e Legislação**. Florianópolis, Insular, 1997.
- CONAGE CONSULTORIA TÉCNICA. **Levantamento batimétrico: Lagoa do Peri**. Rio de Janeiro, jun. 98. Arquivo Núcleo de Estudos do Mar : Universidade Federal de Santa Catarina.
- FERREIRA, A.B. DE H. AURÉLIO SÉCULO XXI: **O dicionário da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, c1999.
- GERMAN BUNDESTAG. Greenhouse effect and climatic change. In: **Protecting the earth's atmosphere: an international challenge : interim report of Study Commission of the 11th German Bundestag** “Preventive Measures to Protect the Earth's Atmosphere. Bonn, 1989
- GHG PROTOCOL. Disponível em www.ghgprotocol.org
- GOIS, V.; TORRES, P.; NOGUEIRA, L.; MACIAL, H.; ALMEIDA, C.: **Inventário de Emissões Atmosféricas da Região de Lisboa e Vale do Tejo 2000-2001**. Inventar, Estudos e Projectos Unip. Lda. e CC DR-LVT. 2006
- GORE, A.; **An Inconvenient True**. 2006
- IPUF. **Plano Diretor do Parque da Lagoa do Peri**. Florianópolis, 1978. n.p
- IAMU - Iowa Association of Municipal Utilities. Disponível em: www.iamu.org. Acesso em agosto de 2006
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Revised 1996 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**.
- **Climate change: the scientific challenge**. S.l.: IPCC, 2000². (Draft of Third Assessment Report – TAR)
 - **Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Inventories** –Revised 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Reference manual. Paris: OECD, 2006.
 - **Impacts, adaptations and mitigation of climate change**, 2007
- LAPOLLI, Édís Mafra; MOREIRA, José Carlos; ZARDO, Soraya Marion et al. **Carta dos elementos do meio ambiente; Parque da Lagoa do Peri**. Florianópolis. SECTME/FEESC/LARS-SC, 1990.
- LEI 9795, de 27 de abril 1999 - **Política Nacional de Educação Ambiental**,

- LISBOA, H.M.; **Apostila de Controle da Poluição Atmosférica**, UFSC, 2003
- MARTINS, O.S. **Metodologia para detecção da elegibilidade (linha de base) e monitoramento de projetos de MDL florestal**. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. 2005
- MCT -Ministério da Ciência e Tecnologia. Disponível em: www.mct.gov.br; Acesso em setembro de 2007
- MOURA-COSTA, P. **Breve historia da evolução dos mercados de carbono**. Silvicultura. n. 76. 1998.
- REZENDE, D.; MERLIN, S. – **Revista Meio Ambiente Industrial**, 2001
- REZENDE, D.; MERLIN, S. – **Carbono Social: Agregando valores ao desenvolvimento sustentável**. Instituto Ecológica, 2003.
- SAMPAIO, G.A. - **Investigação dos compostos orgânicos voláteis e odores emitidos por leiras de compostagem**. 2006. Trabalho de Conclusão de Controle de Poluição Atmosférica; Universidade Federal de Santa Catarina.
- SILVA, O. G. da (coord.) **Análise ambiental da bacia do Peri**. Florianópolis: CNPq/LARS, 1989. v.2.
- SORIANO-SIERRA, E.J. **Vegetação e uso atual do solo da bacia da Lagoa do Peri**. Florianópolis, nov. 1999. Arquivo Núcleo de Estudos do Mar: Universidade Federal de Santa Catarina.
- STERK, W.; BUNSE, M. **Voluntary Compensation of Greenhouse Gas Emissions**. Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy. 2004.
- TAYAB, N. **Exploring the market for voluntary carbon offsets**. International Institute for Environment and Development, London, 2006.
- UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE – UNFCCC. **Protocolo de Quioto**. 2.ed. Brasília: MCT, 2001.
- WALSH, M.J. Maximizing financial support for biodiversity in the emerging Kyoto protocol markets. In: **The Science of the Environment**, 1999
- WATSON, R.T.; CORE WRITING TEAM (Ed.) **Climate change 2001: synthesis report: third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)**. Cambridge: IPCC: Cambridge University Press, 2001. 397 p.

9. APÊNDICES

9.1 QUESTIONÁRIO PARA QUANTIFICAÇÃO DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA

Favor responder os itens abaixo com o maior grau de detalhamento possível. Estas informações serão utilizadas para estimar o impacto das emissões de CO₂ equivalente do evento em questão e, posteriormente estimar o número de árvores a serem plantadas para absorver da atmosfera a mesma quantidade de CO₂ equivalente emitido.

1. DADOS GERAIS DO EVENTO

1.1 Nome:

1.2 Local:

1.3 Número de Participantes (por dia e total do evento):

1.4 Duração do Evento (dias e ou horas):

2. ENERGIA ELÉTRICA

Ítem	Quantidade (kWh)	Observações
2.1. Consumo energético rede		
2.2. Consumo energético gerador		Favor inserir combustível utilizado no gerador.

3. PRODUÇÃO DE LIXO

Item	Quantidade	Unidade	Observações
Orgânico			
Inorgânico			
Inorgânico Reciclado			

4. TRANSPORTE VIÁRIO:

Automóvel	Quantidade de Veículos	Distância percorrida por cada veículo (km)	Observações

Transporte Coletivo	Passageiros	Distância percorrida por cada passageiro (km)	Observações

5. TRANSPORTE AÉREO: (organização e esportistas)

Trajeto	Número de viagens (quantidade de trechos)	Carga (número de passageiros ou kg de produto)	Observação

6. CONSUMO DE MATERIAIS

Uso	Item	Sub-item	Quantidade	Unidade	Observação
3.1 Descartáveis	Papel	higiênico			
		toalha			
		outros			
	Plástico	copos			
		talheres			
		sacolas			
		embalagens			
	outros				
3.2 Escritório	Tinta impressora	cartuchos			
		toners			
	Papel	sulfite			
		sulfite reciclado			
		cartolina			
		envelopes			
	Midia	CDs			
		DVDs			
	Outros	lapis			
		caneta			
		outros			
	Item	Quantidade	Composição	Peso (Kg) ou Dimensões	Observação
3.3 Divulgação	Convites				
	Folders				
	Catálogos				
	Banners				
	Brindes				
	Outros				

