

**UFRRJ**

**INSTITUTO DE FLORESTAS**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRÁTICAS EM  
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

**DISSERTAÇÃO**

**ASPECTOS SOBRE ELABORAÇÃO DE NOTA TÉCNICA PARA  
PADRONIZAR INVENTÁRIOS DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO  
ESTUFA DO SETOR BRASILEIRO DE EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO  
DE PETRÓLEO E GÁS**

**Eduardo José Ferreira Senna**

**Rio de Janeiro  
2014**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRÁTICAS EM  
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

**ASPECTOS SOBRE ELABORAÇÃO DE NOTA TÉCNICA PARA  
PADRONIZAR INVENTÁRIOS DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO  
ESTUFA DO SETOR BRASILEIRO DE EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO  
DE PETRÓLEO E GÁS**

**EDUARDO JOSÉ FERREIRA SENNA**

*Sob a orientação do Professor*

**Gustavo Bastos Lyra**

*e Sob a coorientação do Professor*

**Rodrigo Jesus de Medeiros**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências, no Programa de Pós-Graduação em Práticas em Desenvolvimento Sustentável da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Rio de Janeiro, RJ

Agosto de 2014

665.50981  
S478a  
T

Senna, Eduardo José Ferreira.

Aspectos sobre a elaboração de Nota Técnica para padronizar os inventários de emissões de Gases de Efeito Estufa do Setor Brasileiro de Exploração e Produção de Petróleo e Gás / Eduardo José Ferreira Senna, 2014.  
94 f.

Orientador: Gustavo Bastos Lyra.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Florestas.

Bibliografia: f. 68-74.

1. Gases de efeito estufa - Teses. 2. Políticas públicas - Teses. 3. Compensação ambiental – Teses. 4. Poluição ambiental – Teses. 5. Indústria do petróleo – Teses. I. Lyra, Gustavo Bastos. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto de Florestas. III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRÁTICAS EM DESENVOLVIMENTO  
SUSTENTÁVEL**

**EDUARDO JOSÉ FERREIRA SENNA**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre Em Ciências, no Programa de Pós-Graduação em Práticas em Desenvolvimento Sustentável da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFFRJ.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM:

LOCAL:

---

Gustavo Bastos Lyra. (Dr.) UFRRJ  
(Orientador)

---

Ednaldo Oliveira dos Santos (Dr.) UFRRJ

---

Alexandre Louis de Almeida D'Avignon (Dr.) Coppe/UFRJ

### ***Dedicatória***

*Dedico esta dissertação de mestrado à minha tia Sueli de Lima Sena (in memoriam), que sempre foi uma inspiração de vida em toda a sua bondade, doação e abnegação com o próximo. Sem ela, meus estudos não seriam possíveis e sem as suas lições, o valor da educação não seria aprendido. Com todo meu amor, onde quer que esteja, dedico esse trabalho a você.*

## **Agradecimentos**

Aos meus pais, pelo seu amor e apoio incondicionais durante toda a minha vida.

Ao professor Gustavo Bastos Lyra, por todo seu apoio e dedicação durante a elaboração deste trabalho, desde o início do mestrado.

Ao Pedro e ao Ônix, por manterem minha sanidade durante esse processo.

A todos os meus amigos do PPGPDS/UFRRJ por seus exemplos e lições aprendidas dentro, e principalmente fora de sala de aula. Vocês são uma inspiração de vida para mim.

Aos amigos do lado A, pela amizade de sempre e pela compreensão das minhas constantes ausências durante esse etapa final do mestrado.

Ao Grupo de Trabalho de Emissões Atmosféricas da CGPEG/IBAMA por toda ajuda durante a elaboração do trabalho, pelas ideias compartilhadas, indicações de bibliografias e especialmente pela vontade de lutar por uma indústria de E&P menos intensiva em emissões de Gases de Efeito Estufa.

Ao IBAMA, por ter acreditado em meu projeto e permitido que eu pudesse me dedicar integralmente a ele durante todo o mestrado.

## RESUMO

SENNA, Eduardo José Ferreira. **Aspectos sobre a elaboração de Nota Técnica para padronizar os inventários de emissões de Gases de Efeito Estufa do Setor Brasileiro de Exploração e Produção de Petróleo e Gás.** 2014. 81 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Práticas em Desenvolvimento Sustentável). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.

O tema mudanças climáticas é destaque em todo o mundo, seja nos meios de comunicação, nos discursos políticos ou em fóruns nacionais e internacionais de discussão. Desde a Cúpula da Terra (Eco-92), apresentam-se evidências que o aumento das emissões dos Gases de Efeito Estufa (GEE) contribui para prováveis mudanças climáticas. Os GEE recebem essa denominação devido à sua capacidade de absorver radiação infravermelha emitida pela superfície da Terra e reemitir parte dessa radiação de volta à superfície, e assim participam efetivamente desse processo denominado efeito estufa. Na problemática das emissões de GEE, foco deste trabalho, foram analisadas especificamente as emissões de GEE provenientes da indústria marítima de petróleo e gás durante as atividades de exploração e produção. O assunto é prioritário e desperta interesse devido a dois fatos recentes no cenário nacional. O primeiro se refere à descoberta de petróleo e gás na camada geológica do pré-sal, em quantidades sem precedentes na história do Brasil. O segundo diz respeito a um novo marco regulatório, a Política Nacional de Mudanças Climáticas (Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009), que prevê em seu artigo 12 uma meta de redução de 36,1 a 38,9% das emissões de GEE até o ano de 2020, considerando as projeções de emissões brasileiras estimadas para o período. Entretanto, ainda existem setores onde as metas de redução de emissões de GEE não existem como é o caso do setor de Exploração e Produção (E&P) de Petróleo e Gás. Nesse cenário que se dá a importância do presente trabalho, que visa preencher essa lacuna legal, para os inventários, monitoramentos, medidas mitigadoras e compensatórias das emissões de GEE da indústria marítima de petróleo e gás. Assim, os objetivos deste trabalho são: i) elaborar uma proposta de Normativa, que será publicada na forma de Nota Técnica do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), para regulamentar e padronizar os inventários de emissões de GEE, as medidas de monitoramento, assim como as medidas mitigadoras e compensatórias dos empreendimentos em licenciamento no órgão e ii) realizar um Estudo de Caso do reflorestamento em uma área de 204 hectares implantado no Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB), a primeira medida compensatória de emissões de GEE da Indústria de Petróleo e Gás implementada no Brasil, uma iniciativa pioneira que merece atenção. Os resultados apresentados são os produtos técnicos elaborados, a Minuta da Nota Técnica encontra-se desenvolvida e será publicada para consulta pública. A avaliação do Estudo de Caso do Reflorestamento do PEPB finalizada para o recorte temporal proposto, entretanto é um projeto de longo prazo e necessitará de acompanhamento durante todo o seu desenvolvimento. A NT trará contribuições para um setor mais sustentável e menos carbono intensivo, através de uma gestão eficiente das emissões de GEE. O estudo de caso, concluiu que o projeto é ambientalmente relevante para a região e que o mesmo complementou a NT, trazendo colaborações em relação aos projetos de compensação de emissões futuros a serem encaminhados ao licenciamento ambiental das atividades de E&P de petróleo e gás no Brasil.

**Palavras-chave:** Gases de Efeito Estufa, Políticas Públicas, Compensação Ambiental, Poluição Ambiental da Indústria do Petróleo.

## **ABSTRACT**

SENNA, Eduardo José Ferreira. **Aspects on The Preparation Of Technical Note To Standardize Greenhouse Gasemissions Inventories In The Brazilian Oil And Gas Exploration And Production Sector.** 2014. 81 p. Dissertation (Post-Graduate Program in Sustainable Development Practices). Forestry Institute, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro State, Brazil, 2014.

The subject of climate change is at the forefront all over the world, whether in the media, in political discourse, or in national and international discussion forums. Ever since the Earth Summit (known in Portuguese as Eco-92), evidence has shown that an increase in Greenhouse Gas (GHG) emissions is likely contributing to climate change. GHGs are named as such because of their capacity to absorb infrared radiation emitted by the Earth's surface, and to send part of this radiation back to the surface, thus effectively participating in the so-called greenhouse effect. Within the issue of GHG emissions - the focus of this paper - GHGs were analyzed specifically from the offshore oil and gas industry during exploration and production activities. This subject is a priority and has sparked interest due to two recent events on the national scene. The first is related to the discovery of oil and gas in the pre-salt geological layer, in unprecedented quantities in the history of Brazil. The second relates to a new regulatory framework - the National Climate Change Policy (Law no. 12,187, of December 29, 2009) - which, in its article 12, calls for an emissions reduction of 36.1 to 38.9% by 2020, taking into account estimated projections for GHG emissions in Brazil for the period. However, there are still sectors for which there are no targets for the reduction of GHG emissions, such as in the Exploration and Production (E&P) sector in the oil and gas industry; hence the importance of this paper, which seeks to fill this legal gap - including inventories, monitoring, mitigation and offsetting measures for GHG emissions. The objectives of this paper are: i) to develop a proposal for a standard to be published in the form of a technical brief by IBAMA (Brazilian Institute of Environment and Renewable Natural Resources), to regulate and standardize Greenhouse Gas emissions inventories, monitoring procedures, as well as mitigation and offsetting measures for licensing within this body; and ii) to prepare a case study on the reforestation of an area of 204 hectares in the Pedra Branca State Park (PEPB), which is the first offsetting measure taken for GHG emissions to be implemented within the oil and gas industry in Brazil - a pioneering initiative which deserves attention. The results shown are the technical products; the draft of the technical brief is ready and will be published for public consultation. The evaluation for the case study on the reforestation of the PEPB has been finalized for the proposed period; however, this is a long-term project and will require monitoring over its duration. The technical brief will offer contributions for a more sustainable and less carbon-intensive sector, through the efficient management of greenhouse gases. The case study concluded that the project is environmentally relevant for the region and it complements the technical brief, offering suggestions in relation to future emissions offsetting projects to be submitted for the environmental licensing of oil and gas E&P activities in Brazil.

**Keywords:** Greenhouse Gases, Public Policies, Environmental Offsetting, Environmental Pollution of Oil Industry.



## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Mapa com a localização do Teste de Longa Duração de Tupi
- Figura 2:** Localização do Parque Estadual da Pedra Branca na Cidade do Rio de Janeiro
- Figura 3:** Setor Piraquara do Parque Estadual (204 hectares)
- Figura 4:** Preparação da área a ser plantada
- Figura 5:** Preparo da área para plantio, marcação em nível e abertura dos berços de plantio
- Figura 6:** Muda plantada
- Figura 7:** Abrigos móvel para os reflorestadores do projeto
- Figura 8:** Viveiro Espera na sede Parque Estadual da Pedra Branca
- Figura 9:** Viveiro de rustificação próximo ao plantio
- Figura 10:** Reservatório fechado
- Figura 11:** Reservatório aberto
- Figuras 12 e 13:** Treinamento para combate a incêndios florestais
- Figura 14:** Projeto do cercamento do Parque Estadual da Pedra Branca, as áreas delimitadas em vermelho representam o cercamento futuro, em amarelo o cercamento imediato e a área em rosa, delimita o Setor Piraquara
- Figura 15:** Área cercada denominada Parque Real, local de constantes invasões de animais e início de incêndios criminosos
- Figura 16:** Combate a incêndio em horário noturno
- Figura 17:** Cerimônia de inauguração da Unidade de Polícia Ambiental no Parque Estadual da Pedra Branca
- Figura 18:** Policiais da Unidade de Polícia Ambiental lotados na subsede Piraquara do Parque Estadual da Pedra Branca
- Figura 19:** Animais presentes dentro da área do projeto de reflorestamento
- Figura 20:** Muda morta devido ao pisoteio
- Figura 21:** Visão geral de parte da área a ser reflorestada, destaque para os diversos aflorestamentos rochosos presentes na região
- Figura 22:** Incêndio ocorrido em 12/08/2011 dentro da área do reflorestamento
- Figura 23:** Operação de combate a incêndio florestal
- Figura 24:** Operação de combate a incêndio florestal
- Figura 25:** Área danificada após ocorrência de incêndio.
- Figura 26:** Comparativo da evolução da área plantada (estimado X realizado)
- Figura 27:** Série temporal da chuva mensal no período de outubro de 2010 a dezembro de 2013 na cidade do Rio de Janeiro e a normal climatológica da chuva mensal para o período de 1961 2013.
- Figura 28:** Taxa de sobrevivência das mudas ao longo dos períodos

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1:** Valores de Potencial de Aquecimento Global atualizados pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) ao longo dos seus quatro relatórios de avaliação já divulgados

**Tabela 2:** Emissões estimadas de Gases de Efeito Estufa (GEE) durante o Teste de Longa Duração (TLD) do Campo de Tupi

**Tabela 3:** Estimativa da evolução do estoque de carbono

**Tabela 4:** Densidade de mudas de cada sítio de reflorestamento

**Tabela 5:** Mudas plantadas, mortas e sobreviventes nos períodos observados

**Tabela 6:** Fontes em Potencial de Emissão de Gases de Efeito Estufa – Setor: Exploração e Produção de Petróleo e Gás (API, 2009)

**Tabela 7:** Espécies de preenchimento utilizadas no projeto

**Tabela 8:** Espécies de diversidade utilizadas no projeto

## LISTA DE SIGLAS

<b>AIA</b> - avaliação de impactos ambientais	<b>INEA</b> - Instituto Estadual do Ambiente
<b>ANP</b> - Agencia Nacional do Petróleo, Gás e Biocombustíveis	<b>IPCC</b> - Painel Intergovernamental de Mudanças do Clima
<b>API</b> - Instituto Americano de Petróleo	<b>IRP</b> - Índice de Rotatividade de Pessoal
<b>APP</b> - Áreas de Proteção Permanente	<b>LAF</b> - Licenciamento Ambiental Federal
<b>CCS</b> - Captura e Sequestro de Carbono	<b>MARPOL</b> - Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição Causada por Navios
<b>CFC</b> - Clorofluorcarbonos	<b>MDL</b> - Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
<b>CONAMA</b> - Conselho Nacional do Meio Ambiente	<b>MMA</b> - Ministério do Meio Ambiente
<b>COP-12</b> - 12ª Conferência das Partes	<b>NOAA</b> - <i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i>
<b>COP-13</b> - 13ª Conferência das Partes	<b>NPK</b> - Nitrogênio, fósforo e potássio
<b>CQNUMC</b> - Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima	<b>OCD</b> - <i>Offshore and Coastal Dispersion</i>
<b>DAP</b> - Diâmetro à Altura do Peito	<b>OGP</b> - Associação Internacional de Produtores de Petróleo e Gás
<b>DIBAP</b> - Diretoria de Biodiversidade e Florestas do Instituto Estadual do Ambiente	<b>ONU</b> - Organização das Nações Unidas
<b>EPA</b> - <i>Environmental Protection Agency</i>	<b>PDE</b> - Plano Decenal de Expansão de Energia
<b>FA</b> - Fundo Amazônia	<b>PEPB</b> - Parque Estadual da Pedra Branca
<b>FPSO</b> - <i>Floating Production, Storage and Offloading</i> (Unidade flutuante de produção, armazenamento e transferência)	<b>PFC</b> - Perfluorcarbonos
<b>FR</b> - Forçante Radiativa	<b>PNMA</b> - Política Nacional do Meio Ambiente
<b>GEE</b> - Gases de Efeito Estufa	<b>PT</b> - Parecer Técnico
<b>GWP</b> - Global Warming Potential	<b>RCE</b> - Reduções Certificadas de Carbono
<b>HFC</b> - Hidrofluorcarbonos	<b>SEA</b> - Secretaria de Estado e Ambiente
<b>IBAMA</b> - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis	<b>SESEG</b> - Secretaria Estadual de Segurança
<b>IBio</b> - Instituto Bioatlântica	<b>TLD</b> - Teste de Longa Duração
<b>IBP</b> - Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás	<b>UC</b> - Unidade de Conservação
<b>IETA</b> - <i>Verification Protocol da International Emissions Trading Association</i>	<b>UEP</b> - Unidade Estacionária de Produção
<b>IN</b> - Instrução Normativa	<b>UPAM</b> - Unidade de Polícia Ambiental
	<b>WBCSD</b> - <i>World Business Council for Sustainable Development</i>

## SUMÁRIO

<b>1 - INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>2 - OBJETIVOS</b>	<b>4</b>
2.1. Gerais	4
2.2. Específicos	4
<b>3 – REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>5</b>
3.1. Gases de Efeito Estufa, Mudanças Climáticas e Aquecimento Global	5
3.2. Principais Gases de Efeito Estufa (GEE)	5
3.3. Potencial de Aquecimento Global (GWP – Global Warming Potential)	6
3.4. Emissões de GEE na Indústria de Petróleo e Gás	7
3.5. Gases do Efeito Estufa e o Desenvolvimento Sustentável	8
3.6. Marcos Legais e o Licenciamento Ambiental Federal	9
3.7. Histórico de Ações de Mitigação e Compensação de Emissões de GEE	11
3.8. Modelos de Dispersão de Gases	13
3.9. Inventários de Emissões de Gases de Efeito Estufa	13
<b>4 - MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>15</b>
4.1. Nota Técnica	15
4.2. Estudo de Caso: Reflorestamento Parque Estadual da Pedra Branca	18
<b>5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>20</b>
5.1. Nota Técnica	20
5.1.1. Introdução	21
5.1.1.1. Princípios	22
5.1.1.2. Definições/conceitos	23
5.1.1.3. Diretrizes gerais	25
5.1.1.4. Diretrizes para apresentação dos relatórios de emissões de GEE	25
5.1.1.5. Documentos relacionados à nota técnica	25
5.1.2. Objetivos	26
5.1.2.1. Objetivo geral	26
5.1.2.2. Objetivos específicos	26
5.1.2.3. Resultados esperados	27
5.1.3. Inventários de emissões de gases de efeito estufa	27
5.1.3.1. Metodologia	27
5.1.3.2. Gases de efeito estufa a serem incluídos	27
5.1.3.3. Periodicidade de entrega dos inventários	28
5.1.3.4. Fontes potenciais de emissões a serem consideradas/apresentadas	28
5.1.3.5. Escolha dos fatores de emissões e ferramentas de cálculo	28
5.1.3.6. Estabelecimento do ano-base	29
5.1.3.7. Identificação e apresentação das categorias-chave de emissões	29
5.1.3.8. Indicadores de desempenho da atividade	29
5.1.3.9. Metas de redução de emissões de GEE	29
5.1.4. Estratégias de mitigação	30
5.1.4.1. Gerais	30
5.1.4.2. Comissionamento	30

5.1.4.3. Testes de formação	31
5.1.4.4. Sistemas de flare fechados	31
5.1.4.5. Técnica de recuperação terciária através da captura e sequestro de carbono (CCS)	31
5.1.4.6. Outras estratégias de mitigação de emissões	32
5.1.5. Estratégias de compensação	32
5.1.5.1. Atividades que exigirão compensação de emissões	32
5.1.5.2. Compensação direta em projetos de restauração florestal/reflorestamento	33
5.1.5.3. Doações para fundos financeiros	33
5.1.5.4. Mecanismos de Mercado	33
5.1.5.5. Outras formas de compensação	33
5.1.5.6. Critérios para a implementação de projetos de compensação	33
5.1.5.7. Quantitativos mínimos de compensação	34
5.1.6. Monitoramento de emissões	34
5.1.7. Acompanhamento	34
5.1.7.1. Pré-licença	34
5.1.7.2. Pós-licença	34
5.1.8. Renovação da licença ambiental	35
5.1.9. Considerações finais	35
5.2. Estudo de Caso Reflorestamento Parque Estadual da Pedra Branca	35
5.2.1. Introdução	35
5.2.2. Contexto e histórico	36
5.2.2.1. TLD de Tupi e suas emissões de GEE	36
5.2.2.2. Contexto político e surgimento do projeto de restauração florestal	38
5.2.3. O projeto de restauração florestal	38
5.2.3.1. O Parque estadual da Pedra Branca	38
5.2.3.2. Objetivo e contextualização	39
5.2.3.3. Metodologia do reflorestamento e espécies utilizadas	41
5.2.3.4. Condução e manejo do reflorestamento	42
5.2.3.5. Indicadores de desempenho	44
5.2.4. Avaliação da implantação	44
5.2.4.1. Principais avanços	44
5.2.4.2. Principais dificuldades	50
5.2.4.3. Avaliação da execução do projeto	53
5.2.4.4. Avaliação do IBAMA	57
5.2.5. Discussão e avaliação do projeto	59
5.2.6. Conclusões e perspectivas	61
<b>6 – CONCLUSÃO</b>	<b>63</b>
<b>7 – PERSPECTIVAS</b>	<b>66</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>68</b>
<b>APÊNDICES</b>	<b>75</b>



## 1 - INTRODUÇÃO

O tema mudanças climáticas é destaque em todo o mundo, seja nos meios de comunicação, nos discursos políticos ou em fóruns nacionais e internacionais de discussão. Desde a Cúpula da Terra (Eco-92), apresentam-se evidências que o aumento das emissões dos Gases de Efeito Estufa (GEE) contribuem para prováveis mudanças climáticas. A respeito desse fato, propôs-se que os países limitassem suas emissões de GEE, para que os possíveis efeitos das mudanças climáticas, como por exemplo, o aquecimento global, a elevação nos níveis dos mares e o aumento na frequência e da magnitude de eventos extremos não se intensifiquem, que prejudicariam assim, todas as nações do Planeta. Dessa forma, na ocasião da Eco-92, foi criada a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima (CQNUMC) da Organização das Nações Unidas (ONU), da qual o Brasil é país signatário.

Desde a ECO-92 diversas dúvidas foram suscitadas, no sentido de buscar evidências científicas a respeito da influência antrópica nas mudanças climáticas, questionamentos provenientes do pensamento crítico e da lógica científica. Porém, vinte anos e cinco Relatórios do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) depois, é possível afirmar com elevado grau de certeza, a interferência antrópica no sistema climático. Desta forma, este problema complexo e global deverá ser enfrentado por todas as nações.

Os GEE recebem essa denominação devido à sua capacidade de absorver radiação infravermelha emitida pela superfície da Terra e reemitir parte dessa radiação de volta à superfície, e assim, participam efetivamente desse processo denominado efeito estufa. Os principais gases de efeito estufa (dióxido de carbono -  $\text{CO}_2$ , metano -  $\text{CH}_4$ , óxido nitroso -  $\text{N}_2\text{O}$  e vapor d'água -  $\text{H}_2\text{O}$ ) coexistem naturalmente na atmosfera e contribuem para o efeito estufa. Contudo, sua emissão pode também estar associada a diversas atividades humanas.

O  $\text{CO}_2$  representa mais de 75% das emissões antrópicas mundiais de GEE e é emitido por diversas atividades. Destacam-se as emissões de  $\text{CO}_2$  decorrentes da queima de combustíveis fósseis para geração de energia. O  $\text{CH}_4$  é produzido pela decomposição da matéria orgânica, sendo as principais fontes de emissão os aterros sanitários, os lixões, a criação de gado e alguns cultivos agrícolas (como por exemplo, arroz). O  $\text{N}_2\text{O}$  é produzido naturalmente como resultado de reações químicas que ocorrem nos oceanos e por ação da biota terrestre. Porém, atividades antropogênicas, como por exemplo, a combustão, a indústria química e o uso de fertilizantes contribuem para o aumento recente nas concentrações destes gases na atmosfera (SILVA, 2010). Além destes, existem outros gases importantes para o efeito estufa, como o vapor d'água  $\text{H}_2\text{O}$  e o ozônio ( $\text{O}_3$ ) troposférico, que ocorrem naturalmente na atmosfera. Em contrapartida, os clorofluorcarbonos (CFC), o hexafluoreto de enxofre ( $\text{SF}_6$ ) e substâncias da família dos haloalcanos, os hidrofluorcarbonos (HFC) e perfluorcarbonos (PFC) são produzidos principalmente por atividades humanas.

Segundo UNFCCC (2012), a queima de combustíveis fósseis (carvão, petróleo e derivados) para geração de energia elétrica, pela indústria e para o transporte seria a principal responsável pelo aumento antrópico da concentração de GEE na atmosfera mundialmente. Em relação ao Brasil, segundo a Comunicação Nacional de emissões, a maior contribuição para os GEE seriam as decorrentes de mudanças no uso e ocupação da terra, provenientes das queimadas e incêndios florestais, principalmente, na região amazônica. Em segundo lugar, estão as emissões provenientes das atividades agropecuárias. Ressalta-se que o Brasil possui sua matriz energética baseada principalmente na energia gerada pelas usinas hidroelétricas.

Na problemática das emissões de GEE, foco deste trabalho, serão analisadas especificamente as emissões de GEE provenientes da indústria de petróleo *offshore*<sup>1</sup> durante as atividades de exploração e produção de hidrocarbonetos. Ou seja, as emissões geradas pelas caldeiras para geração de energia, queima nas tochas das unidades, decorrentes de segurança operacional ou pela impossibilidade de escoamento do gás por falta de infraestrutura ou inviabilidade financeira e também emissões fugitivas. As emissões desses empreendimentos podem ainda ser mais preocupantes na perspectiva da emissão de CH<sub>4</sub>, um gás com potencial de aquecimento global em relação ao CO<sub>2</sub> aproximadamente vinte e cinco vezes maior, conforme detalhado adiante (IPCC, 2007).

Desta maneira, o assunto é prioritário e desperta interesse devido a dois fatos recentes no cenário nacional. O primeiro se refere à descoberta de petróleo e gás na camada geológica do pré-sal, em quantidades sem precedentes na história do Brasil. O segundo diz respeito a um novo marco regulatório, a Política Nacional de Mudanças Climáticas (Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009), que prevê em seu artigo 12 uma meta de redução de 36,1% a 38,9% das emissões até 2020, e considera as projeções de emissões estimadas para o período.

Em termos gerais, diversas ações relacionadas ao controle, redução e mitigação de emissões vêm sendo realizadas no país, principalmente em relação ao aperfeiçoamento dos Inventários Nacionais de Emissões, e em termos de planejamento de redução de emissões nacionalmente (principalmente em ações de combate aos desmatamentos). Os Inventários de Emissões vem sendo cada vez mais exigidos, principalmente dos setores mais intensivos em emissões, seja pela atuação dos *stakeholders*<sup>2</sup>, seja, pela intervenção e exigência estatal através dos planos setoriais previstos na Política Nacional de Mudanças do Clima (BRASIL, 2010a) Entretanto, ainda existem setores onde as metas de redução não existem como é o caso do setor de Exploração e Produção (E&P) de Petróleo e Gás, e é nesse sentido que se dá a importância desse trabalho, que visa preencher essa lacuna legal, na indústria de E&P de hidrocarbonetos, no monitoramento, nas medidas mitigadoras e compensatórias das emissões de GEE.

Isso se justifica porque todas as indústrias devem estar preparadas para a evolução necessária de suas atividades, voltadas para uma economia menos intensiva em carbono. A evolução pode se dar pelo surgimento de um mercado eficiente de emissões, que estimule as reduções das mesmas, pela taxação das emissões, como ocorre em alguns países como a Noruega, ou ainda por exigências das agências governamentais como, por exemplo, através do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) durante o licenciamento ambiental federal (LAF). O licenciamento ambiental é um importante instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), que não pode se eximir da responsabilidade legal pela regulação dessas emissões, com vista ao caminho para o desenvolvimento sustentável.

Em termos de governança, o licenciamento ambiental é o momento onde o poder público dialoga com a indústria e a sociedade a respeito dos grandes empreendimentos de significativo impacto ambiental. O licenciamento objetiva modificar e melhorar as atividades potencialmente poluidoras ou degradadoras da qualidade ambiental, para que estes se tornem

---

<sup>1</sup> Atividades da indústria de exploração, produção e escoamento de hidrocarbonetos realizadas na plataforma continental, na região do talude e em águas profundas e ultraprofundas. Em resumo, todas as atividades da indústria de petróleo realizadas no Mar Territorial Brasileiro e em sua Zona Econômica Exclusiva.

<sup>2</sup> *Stakeholder* significa público estratégico e descreve uma pessoa ou grupo que fez um investimento ou tem ações ou interesse em uma empresa, negócio ou indústria. Em inglês *stake* significa interesse, participação, risco. *Holder* significa aquele que possui. Assim, *stakeholder* também significa parte interessada ou interveniente.



o menos impactante possível para o meio ambiente e para a sociedade. Desta forma, a proposta de regulamentação das emissões de Gases de Efeito Estufa se insere nesse contexto e apresenta legitimidade com a publicação da Instrução Normativa de nº 12 do IBAMA, publicada em 2010, e que exige que o tema seja tratado desde o início do diálogo da indústria com o órgão licenciador.

Portanto, a contribuição esperada deste trabalho e seus produtos resultantes é fazer a indústria de Exploração e Produção de Petróleo e Gás nacional avançar em direção à sustentabilidade no que concerne às emissões de GEE. Com isso, pretende-se que a mesma possua um marco regulatório sólido, definindo a linha de base e padronizando os inventários de emissões, o monitoramento dessas emissões, as ações de compensação e mitigação, além de avaliar um caso de compensação já realizado e que pode servir de base para outros que serão realizados.

Para alcançar esses objetivos, serão elaborados e apresentados dois produtos, i) uma proposta de Normativa Legal, na forma de uma Nota Técnica do IBAMA, para regulamentar e padronizar as emissões de Gases de Efeito Estufa do setor brasileiro de Exploração e Produção de Petróleo e Gás, conforme supramencionado e; ii) um Estudo de Caso de um projeto de restauração florestal realizado no Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB), cujo objetivo é a captura e sequestro do CO<sub>2</sub> atmosférico na biomassa vegetal, como forma de compensação das emissões de um projeto de produção de petróleo, conforme será melhor detalhado posteriormente neste trabalho e aprofundado no Estudo de Caso.

## 2 - OBJETIVOS

### 2.1. Gerais

- ▲ Elaborar uma proposta de Normativa, que será publicada na forma de uma Nota Técnica do IBAMA, para regulamentar e padronizar os inventários de emissões de Gases de Efeito Estufa, as medidas de monitoramento, assim como as medidas mitigadoras e compensatórias dos empreendimentos em licenciamento no órgão;

### 2.2. Específicos

- ▲ Levantar as metodologias utilizadas para as estimativas e inventários de emissões, de dispersão de gases e monitoramento de emissões atmosféricas;
- ▲ Determinar os parâmetros necessários para os inventários de emissões a serem apresentados ao órgão ambiental, para projetos de monitoramento ambientalmente relevantes, além de projetos de mitigação e de compensação de emissões de GEE;
- ▲ Determinar limites aceitáveis de emissões através de parâmetros técnicos e objetivos;
- ▲ Reunir o setor público e privado para discussão da nota técnica, através da realização de consulta pública;
- ▲ Realizar um Estudo de Caso do reflorestamento em uma área de 204ha implantado no Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB), em área denominada Parque do Carbono, a primeira medida compensatória de emissões de GEE da Indústria de Petróleo e Gás implementada no Brasil, uma iniciativa pioneira que merece atenção.

## 3 – REVISÃO DE LITERATURA

### 3.1. Gases de Efeito Estufa, Mudanças Climáticas e Aquecimento Global

O efeito estufa é um processo natural, através do qual parte da radiação emitida pela Terra, na forma de radiação infravermelha (calor), é absorvida por determinados gases da atmosfera, denominados Gases de Efeito Estufa (GEE), sendo depois parte da radiação reemitida de volta para a superfície da Terra. Assim, esse processo contribui para aquecer a baixa atmosfera (Troposfera). Portanto, é um processo fundamental para o equilíbrio climático e para a existência de vida em nosso Planeta como a conhecemos. De acordo com Lovelock (2006), sem os GEE, a Terra seria 33 °C mais fria e provavelmente incompatível com a vida.

Para entender as mudanças climáticas, é fundamental definir três termos importantes, porém, algumas vezes incompreendidos: Gases de Efeito Estufa, mudanças climáticas e aquecimento global. De acordo com Flannery (2007) gases do efeito estufa (GEE), conforme já mencionado, são uma classe de gases que contribuem para retenção do calor próximo à superfície da Terra. A hipótese é que à medida que aumenta a concentração dos GEE na atmosfera, o calor extra que eles reemitem para a superfície resultaria no aquecimento global. Esse aquecimento, por sua vez, exerce pressão sobre o sistema climático e pode levar a uma série de mudanças climáticas.

### 3.2. Principais Gases de Efeito Estufa (GEE)

Os principais gases de efeito estufa são o vapor d'água (H<sub>2</sub>O), o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o metano (CH<sub>4</sub>) e o óxido nitroso (N<sub>x</sub>O). Porém, o problema é o aumento das concentrações de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e dos N<sub>x</sub>O, devido a emissões antrópicas. De acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2007), diversos estudos, baseados em medidas, amostras de testemunhos de gelo e modelagens, indicam que a concentração destes gases na atmosfera, especialmente do CO<sub>2</sub>, variou ao longo do tempo, de forma relativamente cíclica. Alguns indicam ainda que, possivelmente, tal fato está relacionado às intensas variações climáticas ocorridas durante a evolução da Terra. Segundo os dados, desde o fim do último evento de glaciação, a concentração de GEE na atmosfera e a temperatura da superfície da Terra têm se elevado naturalmente.

Apesar deste aumento natural, a concentração destes gases fundamentais ao equilíbrio climático está aumentando de maneira acentuada desde a Revolução Industrial. Ainda de acordo com os dados apresentados no 4o Relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2007), a concentração de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), que é o principal responsável pela intensificação do efeito estufa (SHINDELL *et al.*, 2009), tem aumentado desde a época pré-industrial, quando permanecia em torno de 280 ppm, passando para 379 ppm em 2005. Ainda de acordo com o relatório, o aumento total da temperatura do Planeta entre os períodos de 1850-1899 e 2001-2005 foi de 0,76°C [intervalo de confiança entre 0,57 e 0,95°C]. Medições recentes realizadas em maio de 2013 pelo NOAA/EUA (*Administração Oceânica e Atmosférica Nacional* na sigla em inglês) na estação meteorológica de Mauna Loa, no Hawaii e pelo Instituto de Oceanografia Scripps na estação meteorológica de San Diego (Estados Unidos) indicaram concentrações atuais próximas à 400 ppm, sendo as concentrações mais elevadas registradas desde o período Plioceno (BIELLO, 2013; SCRIPPS, 2013).

Dentre os GEE, o CO<sub>2</sub> representa mais de 75% das emissões mundiais, sendo emitido por diversas atividades, entre elas inclui-se a queima de combustíveis fósseis para geração de energia. Somados os demais gases, o setor de geração de energia é responsável por mais de

90% das emissões mundiais, segundo dados de 2010 (UNFCCC, 2012).

No Brasil, o perfil das emissões encontra-se em transformação. O perfil de emissões em 2005, publicado na segunda comunicação nacional do Ministério de Ciência e Tecnologia (BRASIL, 2010a) mostrou que embora o principal gás emitido no País seja também o CO<sub>2</sub> – cerca de 75% das emissões em 2005 – o setor primário em termos de emissões era o de mudança do uso da terra e florestas, que respondia por cerca de 60% das emissões totais de GEE. Em seguida estavam os setores de agricultura, com 18% e só então o de energia, responsável por 15% das emissões.

Em 2010, de acordo com as estimativas anuais de emissões de GEE no Brasil (MCTI, 2013), as emissões de CO<sub>2</sub> representavam 57,3%, do total de GEE emitido, devido ao crescimento da participação dos demais GEE, especialmente o CH<sub>4</sub> resultante das atividades agropecuárias. Dessa forma, é interessante notar as mudanças no perfil nacional de emissões quando comparamos o país em 2005 e em 2010, pois em anos recentes, as emissões referentes à mudanças no uso e cobertura do solo diminuíram em participação de 57% para 22% devido à queda acentuada no desmatamento, e houve significativo aumento na participação das emissões do setor de energia, que dobrou sua participação setorial na matriz de emissões nacionais, com aumento de 16% em 2005 para 32% em 2010.

Por fim, ressalta-se o acentuado aumento de emissões no setor agropecuário, que passou a ter participação de 35% das emissões em termos nacionais. Estas diferenças se dão por um conjunto de fatores, em especial devido às elevadas taxas de desmatamento anteriormente registradas no País no final do século XX e início do século XXI, apresentando diminuição nos últimos anos, ao aumento da participação das termelétricas na matriz nacional, e à industrialização mais forte, o que também representa aumento de emissões neste setor. Apesar disso, é necessário destacar que as fontes energéticas prioritárias no País continuam sendo as fontes consideradas limpas (em termos de geração de GEE), com destaque para a geração de energia hidrelétrica.

Segundo Shindell et al. (2009), as emissões de CH<sub>4</sub> representam a segunda maior contribuição ao aquecimento global atrás do CO<sub>2</sub>, com cerca de 25% do total. Apesar de quantitativamente suas emissões serem significativamente menores que as de CO<sub>2</sub>, de acordo com Forster et al. (2007), o metano possui potencial de aquecimento global (GWP na sigla em inglês) cerca de vinte e cinco vezes maior quando comparado ao CO<sub>2</sub> em um período de cem anos, e cerca de setenta e duas vezes mais potente em um período de vinte anos, conforme será explicitado a seguir. Em nível mundial, sua principal fonte de emissão – mais da metade do total – são as atividades agropecuárias. As demais atividades emissoras que possuem quantidades significativas deste gás segundo o *World Resources Institute* (WRI, 2010) são atividades de mineração de carvão, aterros sanitários, estações de tratamento de esgoto e produção de petróleo e gás, foco deste estudo.

Finalmente, dentre os principais GEE, temos o Óxido Nitroso (N<sub>x</sub>O), que corresponde ao mais abundante dos óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) e também apresenta um elevado Potencial de Aquecimento Global (GWP na sigla em inglês). Os N<sub>x</sub>O são produzidos naturalmente como resultado de reações químicas que ocorrem nos oceanos e por ação da biota terrestre. As atividades antropogênicas como a combustão, a indústria química e o uso de fertilizantes contribuem para aumentar a concentração destes compostos na atmosfera (SILVA, 2010).

### **3.3. Potencial de Aquecimento Global (GWP – *Global Warming Potential*)**

Para fins de determinação do efeito climático que cada GEE causa, foi desenvolvido um índice denominado “potencial de aquecimento global” (GWP na sigla em inglês), obtido por Lashof e Ahuja (1990), para tempos de ação específicos na atmosfera (20, 100 e 500 anos) e logo adotada pelo IPCC e pela Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do

Clima.

O potencial de aquecimento global é calculado com base na forçante radioativa<sup>3</sup> e no tempo de vida de cada gás componente da atmosfera que participa do processo de efeito estufa em relação ao CO<sub>2</sub>, por ser este o mais abundante GEE antrópico (IPCC, 2001; D'AMÉLIO, 2006). Pela Tabela 1 nota-se que o potencial de aquecimento global entre os gases do efeito estufa e seu tempo de permanência na atmosfera possui grandes diferenças.

Tabela 1: Valores de Potencial de Aquecimento Global atualizados pelo IPCC ao longo dos seus três últimos relatórios de avaliação já divulgados.

Gases	Tempo de Vida (anos)			GWP por 20 anos			GWP por 100 anos			GWP por 500 anos		
	2º Rel.	3º Rel.	4º Rel.	2º Rel.	3º Rel.	4º Rel.	2º Rel.	3º Rel.	4º Rel.	2º Rel.	3º Rel.	4º Rel.
CO <sub>2</sub>	não foi informado			1	1	1	1	1	1	1	1	1
CH <sub>4</sub>	12	12	12	56	62	72	21	23	25	6,5	7	7,6
N <sub>2</sub> O	120	114	114	280	275	289	310	296	298	170	156	153
SF <sub>6</sub>	3.200	3.200	3.200	16.300	15.100	16.300	23.900	23.200	22.800	34.900	32.400	32.600
HFC-23	264	260	270	9.100	9.400	12.000	11.700	12.000	14.800	9.800	10.000	12.200

Fonte: Adaptado de Bader e Bleischwitz (2009)

### 3.4. Emissões de GEE na Indústria de Petróleo e Gás

Segundo o Compêndio do Instituto Americano de Petróleo (API, 2009), as emissões de GEE na indústria de Petróleo e Gás natural tipicamente ocorrem de uma das seguintes fontes:

Fontes de Combustão: Geradas pela queima de combustíveis contendo carbono em sua composição em equipamentos estacionários, tais como, aquecedores, caldeiras, *boilers*, geradores de vapor, incineradores e *flares* e resultam na formação de CO<sub>2</sub> devido à oxidação do carbono. Emissões resultantes da combustão de equipamentos móveis utilizados para o transporte, como os navios aliviadores, barcos de apoio, caminhões, helicópteros, também são em geral incluídas nos inventários de emissões. Uma quantidade ínfima de N<sub>2</sub>O pode ser formada durante a combustão pela reação do nitrogênio com o oxigênio. O CH<sub>4</sub> também pode ser liberado como resultado da queima incompleta do combustível.

Fontes provenientes de gases processados ou ventilados: Ocorrem como emissões resultantes das operações normais de operação, manutenção e também durante períodos anormais de atividades, como as atividades de parada de emergência da produção. Ela inclui fontes como óleo cru, condensado de óleo, diesel, e tanques de armazenamento de gás, água produzida ou tanques de armazenamentos de produtos químicos.

No caso das atividades normais de produção *offshore*, uma parte variável do gás produzido é constituída de CO<sub>2</sub> puro, proveniente do armazenamento nas camadas geológicas.

<sup>3</sup> O Quarto Relatório de Avaliação do IPCC (IPCC AR4) define o conceito de forçante radiativa (FR) como a diferença da irradiância líquida na tropopausa, em unidades de Wm<sup>-2</sup> entre um estado de referência e um estado perturbado. A perturbação ocorre pela ação de um agente forçante, enquanto as temperaturas de superfície e da troposfera são mantidas fixas, mas permitindo-se que a estratosfera atinja o equilíbrio radiativo (Forster et al., 2007). O relaxamento da temperatura estratosférica é importante em processos que modificam o perfil de temperatura nessa camada da atmosfera. Por exemplo, uma forçante negativa indica um maior fluxo de energia deixando o Sistema Terrestre na tropopausa em um estado perturbado devido a um agente climático, comparado ao estado de referência. Com isso, tal agente representaria um efeito líquido de resfriamento sobre o clima, enquanto um agente com FR positiva indica um efeito de aquecimento climático.

Este CO<sub>2</sub> após passar por processos de separação do metano e demais hidrocarbonetos, pode ser ventilado para a atmosfera diretamente através do *flare* da Unidade de Produção.

Fontes fugitivas: São emissões não intencionais a partir de componentes tubulares e vazamentos em superfícies seladas, também incluídos os vazamentos resultantes de dutos submersos e/ou enterrados. Em geral são emissões de baixo volume, embora não sejam emissões tão baixas a ponto de serem desprezíveis, até porque como descrito anteriormente, o potencial de aquecimento global do metano é de cerca de vinte e cinco vezes maior que o do dióxido de carbono em termos de potencial de aquecimento global. As fontes fugitivas também incluem fontes não voláteis, como por exemplo, os sistemas de tratamento de esgoto das unidades de produção.

Fontes indiretas: Consequência das atividades realizadas pela empresa, que resultam das emissões provenientes de atividades controladas por parceiros ou serviços terceirizados (IPIECA, 2003). Esta categoria inclui aquelas emissões da combustão de hidrocarbonetos para gerar energia elétrica, calor ou alimentar sistemas de resfriamento, nos casos em que esta energia é importada ou negociada com terceiros. Este caso não é comum no cenário nacional, uma vez que a maior parte das atividades de produção e exploração ocorre *offshore*, e as plataformas e demais unidades estacionárias costumam gerar sua própria energia a partir do gás natural produzido.

Ainda segundo o Compêndio da API (API, 2009) alguns tipos de equipamentos, como os compressores, podem possuir emissões de várias classes, emissões fugitivas, quando pressurizados, emissões ventiladas quando despressurizado para manutenção, e emissões de combustão durante as operações normais de queima de combustível.

Em termos quantitativos, mundialmente, de acordo com a Associação Internacional de Produtores de Petróleo e Gás (OGP, 2011), as empresas associadas reportaram uma emissão total de 297 milhões tCO<sub>2</sub> (ou 133 tCO<sub>2</sub>/mil toneladas de produção), originadas principalmente pela queima no *flare* e produção de energia por queima de combustível, e 2,6 milhões tCH<sub>4</sub> (ou 1,2 tCH<sub>4</sub>/mil toneladas de produção), cujas fontes principais são as práticas de *venting* (ventilação direta) e *flaring* (queima em tocha).

No Brasil, de acordo com o Relatório de Referência do setor (Brasil, 2010b), as atividades de exploração e produção resultaram na emissão de 5,8 milhões tCO<sub>2</sub> (45,5% do total do setor) e 132 mil tCH<sub>4</sub> (89,5% do total do setor) em 2005, ano no qual se registrou um pico de emissões, com aumento de 243% e 278%, respectivamente, em relação a 1990. Embora seja observada redução das emissões entre 2005 e 2006, a tendência é novamente de aumento a partir de 2006.

### **3.5. Gases do Efeito Estufa e o Desenvolvimento Sustentável**

O conceito fundamental de desenvolvimento sustentável foi concebido no documento ‘Nosso Futuro Comum’, elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD, 1988), como sendo aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades.

Contudo, o conceito de sustentabilidade mais moderno, abarca além dos aspectos ecológicos, que caracterizaram fortemente o movimento conservacionista em seu início, os aspectos econômicos, políticos, sociais e tecnológicos.

Dentro dessa evolução do conceito, SACHS (2004) afirma que o desenvolvimento sustentável é baseado no duplo imperativo ético de solidariedade sincrônica com a geração atual e de solidariedade diacrônica com as gerações futuras. Ainda de acordo com o mesmo

autor, podem-se identificar os cinco pilares básicos do desenvolvimento sustentável que são o social, ambiental, territorial, econômico e político.

Conforme demonstrado neste estudo, a indústria de petróleo e gás é uma das grandes responsáveis mundialmente pelas emissões de GEE em suas diversas fases da atividade. Desde a exploração e produção da matéria prima, a etapas de transporte, refino, a produção de insumos pela indústria petroquímica e na queima dos hidrocarbonetos produzidos como combustíveis para os mais diversos fins.

Portanto, é imprescindível que empresários e empresas adotem novas formas de gestão que visem o uso racional de recursos e insumos, eliminem o desperdício e se utilizem de práticas mais responsáveis. Dentre essas práticas, encontra-se o conceito de ecoeficiência. Segundo Barbieri (2004), a ecoeficiência baseia-se na ideia de que a redução de materiais e energia por unidades de produto ou serviço aumenta a competitividade das empresas, ao mesmo tempo em que reduz as pressões sobre o meio ambiente como fonte de recursos ou como depósito de resíduos.

Assim, dentro do contexto do desenvolvimento sustentável e da ecoeficiência que se insere o produto deste estudo, que é a elaboração de uma proposta de padronização e normatização para as emissões de GEE, a exigência de inventários de emissões, e o estabelecimento de critérios e diretrizes para o monitoramento, a mitigação e a compensação dessas emissões para a indústria nacional de Exploração e Produção de Petróleo e Gás. Desta forma, objetiva-se colaborar para a melhoria das práticas de gestão de emissões desse setor, e assim, com o desenvolvimento mais sustentável e menos carbono intensivo, reduzindo seus impactos ambientais.

Desta forma, o trabalho se insere como uma forma em potencial de colaborar com o desenvolvimento sustentável, um dos objetivos principais do mestrado profissional em práticas em desenvolvimento sustentável, e de mudança dos paradigmas econômicos deste setor da indústria nacional, através de um mecanismo de governança, que é o licenciamento ambiental federal.

### **3.6. Marcos Legais e o Licenciamento Ambiental Federal**

O Brasil, embora não possua metas obrigatórias de redução de emissões, assumiu compromissos voluntários perante a comunidade internacional pela primeira vez em 2007, quando do lançamento do Plano Nacional sobre Mudança do Clima. Posteriormente, em 2009, foi sancionada a Lei nº 12.187, de 29 de dezembro, que instituiu a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC. A Lei estabelece metas setoriais voluntárias que levem a redução de 36,1 a 38,9% das emissões de GEE projetadas até 2020, em relação à linha de base estabelecida no Decreto nº 7.390, de 9 de dezembro de 2010. A partir destes instrumentos, estima-se que o País está comprometido com a redução de emissões de GEE da ordem de 1,2 GtCO<sub>2</sub> equivalente até 2020.

Para alcançar tal meta, o Decreto estabelece ainda a elaboração de Planos Setoriais, nos quais devem estar previstas as ações necessárias para a redução de emissões projetadas. Em seu art. 3º, são citados os seguintes Planos Setoriais: Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal – PPCDAm; Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado – PPCerrado; Plano Decenal de Expansão de Energia – PDE; Plano para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura; e Plano de Redução de Emissões da Siderurgia. Outros setores da economia citados no art. 11 da Lei nº 12.187/2009 também devem desenvolver planos específicos. O setor de Petróleo e Gás não possui metas voluntárias ou Planos Setoriais específicos, mas isso não significa que, sendo um setor com emissões significativas, não deva envidar os esforços necessários no sentido de migrar para uma indústria menos carbono intensiva.

Neste contexto, é possível notar que existe uma lacuna legal no que concerne às emissões do setor de Petróleo e Gás. Desta forma, ressalta-se a importância da realização deste trabalho, que visa justamente preencher essa lacuna regulatória, por meio da atuação no licenciamento ambiental federal (LAF) conduzido pelo IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - para os licenciamentos das atividades de Exploração e Produção de Petróleo e Gás Natural *offshore* realizado em águas jurisdicionais brasileiras.

Os fundamentos e a legitimidade da atuação através do LAF historicamente surge desde a Lei da Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1981), que estabelece a Avaliação de Impactos Ambientais (AIA), o licenciamento ambiental e a revisão das atividades efetiva ou potencialmente poluidoras dentre seus instrumentos e determina que compete ao Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabelecer normas e critérios para o licenciamento de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras. Assim, o CONAMA editou a Resolução nº 001 (BRASIL, 1986), que estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da AIA. A Resolução lista uma série de “atividades modificadoras do meio ambiente”, cujo licenciamento dependerá da elaboração de estudo e relatório de impacto ambiental (EIA/RIMA), a serem submetidos à aprovação do órgão ambiental competente, incluídos oleodutos, gasodutos e extração de combustível fóssil.

Já a Resolução nº 237, (BRASIL, 1997), define “licenciamento ambiental”<sup>4</sup> e estabelece regras para definir a competência do Poder Público para fins de licenciamento. Também determina o IBAMA como órgão responsável pelo licenciamento de empreendimentos e atividades com significativo impacto ambiental de âmbito nacional ou regional, localizadas ou desenvolvidas no mar territorial, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, dentre outros. Como as atividades de exploração e produção nacionais de Petróleo e Gás ocorrem predominantemente na plataforma continental, o IBAMA é, portanto, responsável pelo licenciamento de tais atividades. Tal entendimento foi recentemente corroborado pela sanção da Lei Complementar nº 140 (BRASIL, 2011).

Contudo, existem diversas definições para a AIA. De maneira simples, é o processo de identificar as consequências futuras de uma ação presente ou proposta (IAIA, 2009). Sánchez (2008) constata que as definições guardam características comuns, como o caráter prévio e o vínculo com o processo decisório, aos quais se junta a necessidade de envolvimento público no processo. O autor, analisando a base legal relacionada ao assunto, acrescenta ainda que, no Brasil, o processo de AIA está vinculado ao licenciamento ambiental.

Com a ressalva de que a avaliação de impactos ambientais não tem como finalidade forçar a adoção da alternativa de menor dano ambiental. Conforme apontado por Sánchez (2008) podem ser definidos os seguintes objetivos (IAIA, 1999): (1) assegurar que as considerações ambientais sejam explicitamente tratadas e incorporadas ao processo decisório; (2) antecipar, evitar, minimizar ou compensar os efeitos biofísicos, sociais e outros relevantes de caráter negativo das propostas; (3) proteger a produtividade e a capacidade dos sistemas naturais, assim como os processos ecológicos que mantêm suas funções; e (4) promover o desenvolvimento sustentável e otimizar o uso e as oportunidades de gestão de recursos.

Portanto, considerando o vínculo legal do processo de AIA ao licenciamento ambiental, é função do órgão responsável pela análise dos estudos ambientais e da avaliação de impactos propor, recomendar, demandar, exigir e até condicionar a emissão da licença

---

<sup>4</sup>Art 1º, I - Licenciamento Ambiental: procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso.



pretendida à adequação do projeto, de modo a garantir que os objetivos da AIA sejam plenamente atingidos, face o contexto no qual se insere.

Em 23 de novembro de 2010, o IBAMA publicou a Instrução Normativa (IN) nº 12 (IBAMA, 2010). A IN determina que “os Termos de Referência, elaborados pelo IBAMA, para nortear os Estudos de Impacto Ambiental destinados ao licenciamento de empreendimentos capazes de emitir GEE, contemplem medidas para mitigar ou compensar estes impactos ambientais em consonância com o Plano Nacional sobre Mudança do Clima”. Especificamente em relação aos impactos das emissões de GEE, a IN 12/10 do IBAMA é totalmente legítima ao determinar que tais impactos sejam considerados desde o início do processo de licenciamento ambiental, de modo a garantir clareza nas informações apresentadas e possibilitar a sua devida mitigação, na forma mais conveniente, quando couber. Em vista disso, será produzida a ‘Proposta de Regulamentação e padronização de emissões dos Gases de Efeito Estufa do setor brasileiro de petróleo e gás’.

### **3.7. Histórico de Ações de Mitigação e Compensação de Emissões de GEE**

Diversas medidas pontuais já foram adotadas devido à crescente preocupação ambiental com as emissões de GEE pelo setor de produção e exploração de Petróleo. A partir de 2008, o IBAMA e a Agência Nacional do Petróleo, Gás e Biocombustíveis (ANP) passaram a limitar a quantidade de gás queimado nos *flares* das Unidades de Produção de Petróleo. Além dessa medida, passou-se a exigir que as emissões provenientes das queimas extraordinárias em volumes significativos fossem compensadas, parcial, ou integralmente em casos de emissões extraordinárias (não previstas) e nos casos de emissões mais expressivas e significativas.

O primeiro desses casos foi o licenciamento do Teste de Longa Duração (TLD) da Petrobras no campo de Tupi, iniciado em 2008. Os fatores que levaram à necessidade de mitigação das emissões foram, basicamente, os seguintes: previsão de queima extraordinária de gás natural produzido da ordem de 500.000 m<sup>3</sup> diários; produção de cerca de 8% de CO<sub>2</sub> associado, que seria ventilado diretamente para a atmosfera; e outras emissões fugitivas, como ineficiência de queima nos *flares* e escapes de gás em válvulas, da ordem de 2% das emissões totais do projeto (ICF, 2008). Em contrapartida, como medida compensatória das emissões de GEE a empresa desenvolveu o "Projeto de Restauração Florestal no Parque Estadual da Pedra Branca – Setor Piraquara/Rio de Janeiro – RJ", que objetivou a compensação de aproximadamente 10% das emissões de GEE através do reflorestamento de 204 hectares da Unidade de Conservação, um sumidouro de aproximadamente 60 mil tCO<sub>2</sub> eq, que serão removidos da atmosfera em 30 anos.

A respeito deste projeto de captura e sequestro de carbono em biomassa vegetal como medida compensatória das emissões de um empreendimento de Produção de Petróleo, será elaborado um Estudo de Caso como produto adicional a ser apresentado como um dos resultados dessa dissertação. Este foi um projeto pioneiro em diversos aspectos, pois foi a primeira produção de petróleo e gás da camada geológica do Pré-Sal e o primeiro empreendimento para o qual foi submetido um projeto de compensação parcial de emissões de GEE. A implementação da restauração florestal, o alcance dos objetivos inicialmente propostos, as vantagens e desvantagens dessa abordagem de compensação direta de emissões de GEE, e os problemas durante a implementação serão discutidos a fundo no Estudo de Caso que consta, conforme mencionado anteriormente como um dos produtos resultantes desse estudo.

Em outros empreendimentos de exploração e produção de petróleo e gás, outras formas de compensação de emissões também foram exigidas, como, por exemplo, os aportes financeiros ao Fundo Amazônia (FA). O Fundo Amazônia foi criado em 2008 pelo Decreto nº. 6.527 (BRASIL, 2008), tendo surgido como iniciativa do Governo Brasileiro e apresentado na

12<sup>a</sup> Conferência das Partes (COP-12) realizada em Nairóbi/Quênia, em 2006, e foi lançado oficialmente na COP-13, em Bali/Indonésia, em 2007. O objetivo deste Fundo é o aporte de fundos não reembolsáveis a serem utilizadas para a redução das emissões de GEE causadas pelo desmatamento (BNDES, 2009). Os desmatamentos eram responsáveis por aproximadamente mais da metade das emissões nacionais em 2005, segundo os dados apresentados no Inventário Nacional de Emissões de GEE (MCTI, 2006), e cuja participação diminuiu para 22% em 2010, segundo as estimativas anuais de emissões de GEE no Brasil (MCTI, 2013). Essa diminuição foi devida, principalmente, às sucessivas quedas nas taxas de desmatamento.

O caso mais recente de compensação de emissões de GEE foi o TLD de Waimea, realizado pela empresa OGX, iniciado em 2010. Nesse TLD a empresa se comprometeu voluntariamente, durante audiência pública, a compensar parte das emissões de GEE do empreendimento. A proposta aceita pelo IBAMA foi a de adquirir o equivalente a 10% das emissões estimadas em Reduções Certificadas de Carbono (RCE) provenientes de projeto desenvolvido no Brasil, no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima (CQNUMC), que devem possuir reduções reais e mensuráveis nas emissões de CO<sub>2</sub>. Entretanto, esta proposta somente teria validade mediante compromisso da empresa em anular os créditos após a compra, pois estes poderiam ser comercializados, o que desvirtuaria o propósito da aquisição dos créditos.

Outro projeto, o Piloto de Produção realizado na área de Lula – localizado no Bloco BM-S-11 - Bacia de Santos, uma medida para mitigar as emissões de GEE foi desenvolver o primeiro projeto de Captura e Sequestro de Carbono realizado no Brasil, através de um poço injetor e adaptações na planta de processo da Unidade de Produção, o FPSO (*Floating Production, Storage and Offloading* - Unidade flutuante de produção, armazenamento e transferência) Cidade de Angra dos Reis, para que o gás pudesse ser separado, e a porção composta por CO<sub>2</sub> puro pudesse ser reinjetado no reservatório geológico desta área do pré-sal (ICF, 2008b). Com a reinjeção do CO<sub>2</sub> produzido em associação ao gás natural, é possível obter vantagem dupla, além da não emissão de um gás prejudicial, aumenta-se o fator de recuperação de petróleo do reservatório. Em situações normais de operação, com todos os sistemas operacionais o gás hidrocarboneto é exportado pelo gasoduto, enquanto o CO<sub>2</sub> é separado, comprimido a alta pressão e direcionado para a reinjeção.

De acordo com Gibbins e Chalmers (2008), a captura e sequestro de carbono (CCS) inclui uma variedade de tecnologias, desenvolvidas para permitir que as emissões de CO<sub>2</sub> provenientes da queima de combustíveis fósseis sejam transportadas para um armazenamento geológico seguro, ao invés de ser emitido para a atmosfera.

As dificuldades técnicas para a aplicação da CCS em larga escala são diversas, e vão desde encontrar um local seguro para o armazenamento geológico, os custos com a energia necessária para comprimir o CO<sub>2</sub> até o estado supercrítico necessário para sua injeção em camadas geológicas profundas e mesmo o monitoramento de longo prazo necessário para assegurar que o CO<sub>2</sub> não vaze e seja liberado na atmosfera. Entretanto, o CCS para a indústria do Petróleo e Gás brasileira possui condição favorável para a implementação, uma vez que os locais de reinjeção são os mesmos campos onde o petróleo está sendo explorado, e a energia necessária à compressão e reinjeção do CO<sub>2</sub> é proveniente do próprio gás natural produzido pelo campo de petróleo e gás, e, que de outra maneira, poderia ser simplesmente queimado nos *flares* das Unidades de Produção. Outra vantagem relativa ao monitoramento de longo prazo é que o mesmo acompanha e é realizado concomitantemente ao monitoramento necessário à segurança operacional das atividades de produção do próprio campo petrolífero. Dois relevantes estudos, um do IPCC (METZ *et al.*, 2005) e outro do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (KATZER, 2007), concluíram que, uma vez sequestrado de maneira adequada nas formações geológicas, praticamente todo o CO<sub>2</sub> permanecerá lá.

No cenário internacional, um importante incentivo para a adoção da Captura e Sequestro Geológico do Carbono (CCS) foi a taxação das emissões de GEE, como aconteceu na Noruega e outros países. A Noruega que possui, de acordo com Freese et al. (2008), dois projetos no Mar do Norte, envolvendo CCS, realizados nos campos de Sleipner e Snohvit. Esses projetos utilizam aquíferos salinos para injetar o dióxido de carbono. A taxação em 50 US\$ por tonelada de CO<sub>2</sub> emitida serviu como estímulo a estes dois projetos bem sucedidos da empresa de petróleo Statoil, realizados no Mar do Norte.

### **3.8. Modelos de Dispersão de Gases**

Em relação às estimativas de emissões, a serem apresentadas durante o processo de licenciamento ambiental, foi avaliada a utilização de modelos de dispersão de gases na atmosfera.

À princípio, os dois principais sistemas de modelagem de dispersão de poluentes atmosféricos sugeridos pela *Environmental Protection Agency* (EPA) o *AERMOD Modeling System* (EPA, 2009) e o *CALPUFF Modeling System* (EPA, 2002), se mostram inadequados para contemplar as emissões de GEE da indústria de Petróleo e Gás. Ambos são projetados para análise de dispersão de poluentes atmosféricos no continente e em terreno complexo, objetivando avaliar o impacto sobre a saúde das populações humanas nos meios rural e urbano. Entretanto, os GEE não são considerados como poluentes locais pelo órgão ambiental federal brasileiro, sendo o impacto ambiental dos mesmos considerado de abrangência espacial global, uma vez que os efeitos climáticos avaliados ultrapassam a escala regional em relação aos seus locais de emissão. Em adição, as emissões diretas da indústria ocorrem *offshore*, e em geral, longe da costa, não possuindo a princípio implicações para a saúde humana.

Já o modelo *Offshore and Coastal Dispersion Model Version 5* (OCD) foi elaborado para determinar o impacto de emissões *offshore* de fontes pontuais, lineares ou de uma área, na qualidade do ar em regiões costeiras (EPA, 1989). Apesar de à princípio parecer ser mais adequado ao estudo, uma vez que são consideradas as emissões *offshore*, o modelo proposto foi elaborado para verificar impactos à saúde humana, o que foge ao escopo deste estudo. Contudo, após a publicação do *Clean Air Act* em 2012 (EPA, 2012), que considerou o CO<sub>2</sub> como um poluente atmosférico em novas fontes de emissão, e, portanto, tomando para si a atribuição de regulamentar tais emissões, eleva às expectativas de uma padronização norte-americana nesse sentido. Entretanto, o órgão ambiental norte-americano ainda não propôs modelos de dispersão e limites para as emissões de GEE.

Diante do exposto, analisou-se ainda a possível utilização de outros modelos, como o CHIMERE (*chemistry-transport model* [IPSL/LMD]) e o *SMOKE-Model*, no sentido de avaliar a sua adequação aos objetivos da Nota Técnica, entretanto, essas metodologias também não foram consideradas adequadas para a elaboração do presente documento.

### **3.9. Inventários de Emissões de Gases de Efeito Estufa**

Os inventários são constituídos por uma lista quantificadas das emissões de GEE, por tipo de fonte, e podem ser utilizados como importante fonte de informações para os tomadores de decisão e para as empresas, no apoio e na formulação de políticas em relação às mudanças climáticas. Isto é, funcionando como um processo contínuo de acompanhamento de emissões por empresa, por empreendimento ou por região geográfica, sendo parte do conhecimento acumulado necessário à formulação de uma linha de base para o estabelecimento de metas de redução de emissões, assim como dos projetos de mitigação e compensação. Entretanto,

segundo Fernandes e Santos (2012), um obstáculo à efetiva construção de políticas de combate às mudanças climáticas deve-se à elevada complexidade das variáveis envolvidas na elaboração de inventários de emissões de GEE, e às incertezas associadas, que são grandes.

Os inventários de emissões de GEE possuem diversas metodologias, protocolos e normas disponíveis para sua elaboração e apresentação, como por exemplo as normas: ISO 14064-1; 14064-2; 14064-3; 14065 (FORRESTER, 1961); o *GHG Corporate Protocol do World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)*, adaptado para o Brasil em 2005 na forma do Protocolo Brasileiro GHG Protocol (FGV e WRI, 2009); e o *Verification Protocol da International Emissions Trading Association (IETA)*, dentre outros.

Para a indústria de Petróleo e Gás especificamente, um reconhecido protocolo em uso é o “*Compendium of Greenhouse Gas Emission – Estimation Methodologies for the Oil and Gas Industry*” do *American Petroleum Institute (API, 2009)*, cuja última versão foi utilizada na Nota Técnica para a determinação das fontes potenciais de emissão de GEE. Os fatores de emissão e metodologias de cálculo foram melhor avaliados em cada um dos protocolos disponíveis, para se definir a metodologia adequada para a indústria nacional de Petróleo e Gás.

## 4 - MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Nota Técnica

De acordo com Forte (2006), a pesquisa bibliográfica abrange a leitura, análise e interpretação de livros, periódicos, documentos mimeografados ou fotocopiados, mapas, imagens, manuscritos, dentre outros. Ainda de acordo com o autor, todo material recolhido deve ser submetido a uma triagem, a partir da qual é possível estabelecer um plano de leitura. Desta forma, em busca do conhecimento existente sobre os GEE, inventários de GEE, medidas mitigadoras e compensatórias, necessários à elaboração da Nota Técnica, foi realizada ampla pesquisa bibliográfica.

Além dos livros e artigos científicos e técnicos, fizeram parte da pesquisa bibliográfica que serviu de base à elaboração da Nota Técnica buscas e consultas em documentos oficiais da área, além de legislação nacional e internacional, relatórios setoriais, inventários de emissões nacionais e corporativos. Em especial, foram realizadas consultas aos Estudos de Impacto Ambiental e Relatórios de Impactos Ambiental (EIAs/RIMAs) recebidos na Coordenação Geral de Petróleo e Gás, pertencente à Diretoria de Licenciamento Ambiental do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (CGPEG/DILIC/IBAMA). Foram analisados também os Pareces Técnicos emitidos pelo órgão, de modo a construir o embasamento teórico necessário à elaboração de documento balizador em relação às emissões de GEE no setor de E&P de petróleo e gás natural.

O histórico das ações já realizadas em relação às emissões atmosféricas até o momento foi objeto de trabalho do Grupo de Trabalho de Emissões Atmosféricas, pertencente à estrutura da CGPEG/DILIC/IBAMA. O documento foi publicado em setembro de 2013 na forma de uma ‘Nota Informativa nº 02/2013 CGPEG/DILIC/IBAMA’ (IBAMA, 2013) e serviu também como uma das bases para a elaboração da Nota Técnica.

O conceito de Nota Técnica, adotada neste estudo, está de acordo com a ‘Norma de Atos Administrativos IBAMA – NA-100-70-01’ (IBAMA, 2009), que define Nota Técnica como um Ato Administrativo, e, como tal, é uma manifestação unilateral de vontade da Administração Pública que, agindo nessa qualidade, tenha por fim imediato adquirir, resguardar, transferir, modificar, extinguir e declarar direitos, ou impor obrigações aos administrados ou a si própria. No caso específico, será objetivo da NT após sua publicação definitiva normatizar e padronizar a entrega dos inventários de emissões de GEE, assim como os projetos de mitigação e compensação ambiental de emissões, uma vez que após a publicação da Instrução Normativa IBAMA nº 12/2010 (IBAMA, 2010), não é mais possível negligenciar o papel das emissões de GEE como um impacto ambiental significativo nos grandes empreendimentos licenciados pelo órgão ambiental federal, especialmente no que concerne à indústria de exploração e produção de petróleo e gás natural.

Em relação à estrutura e formatação do documento, a Nota de Atos Administrativos do órgão ambiental (IBAMA 2009), determina que uma Nota Técnica seja constituída de um cabeçalho, contendo a logomarca do IBAMA centralizada ao topo do documento; título NOTA TÉCNICA, seguido do número do expediente, e da unidade que o expede, com alinhamento à esquerda; local e data por extenso, na linha seguinte à da denominação do ato, com alinhamento à direita; expressão “REFERÊNCIA” em letras maiúsculas, alinhado à esquerda, seguida da referência documental; expressão “INTERESSADO” em letras maiúsculas, alinhado à esquerda, seguida da indicação do interessado; expressão “ASSUNTO” em letras maiúsculas, alinhado à esquerda, seguida da indicação do assunto tratado; vocativo; texto contendo a exposição do assunto; fecho; além do nome do emitente centralizado, em letras maiúsculas e indicação do cargo com letras em iniciais maiúsculas.

De acordo com as Normas sobre Correspondências e Atos Oficiais da Agência Nacional de Águas (BRASIL, 2002), a elaboração de correspondências e atos oficiais deve caracterizar-se pela impessoalidade, uso do padrão culto da linguagem, clareza, concisão, formalidade e uniformidade. Em relação aos padrões de linguagem e às subdivisões do documento a serem utilizados, os documentos balizadores serão o Manual de Redação da Presidência da República (BRASIL, 2002) e a Norma Técnica da Associação Brasileira de Normas Técnicas nº 6024/2003, relacionada à Informação e documentação – Numeração progressiva das seções de um documento escrito (ABNT, 2003).

A dinâmica de elaboração da Nota Técnica foi constituída de maneira colaborativa entre os Analistas Ambientais do IBAMA, no âmbito do Grupo de Trabalho de Emissões Atmosféricas (GT-10 CGPEG/DILIC/IBAMA). Foram realizadas reuniões de periodicidade mensal para apresentação dos avanços na elaboração da mesma, reuniões nas quais todos os membros podem sugerir mudanças e novas bibliografias para o aperfeiçoamento do documento. Desta maneira, o arcabouço teórico construído através da pesquisa bibliográfica realizada pôde receber mais colaborações e sugestões do corpo técnico do órgão ambiental, enriquecendo o processo e a nota técnica de maneira ampla. Em termos práticos, os avanços foram consolidados com base na pesquisa bibliográfica realizada para o presente estudo, e o Grupo de Trabalho de Emissões atmosféricas a cada reunião temática sobre a Nota Técnica, trazia sugestões e colaborações, que foram sendo compiladas e organizadas ao longo do tempo, e consolidada na minuta do documento que é apresentada nos resultados.

Os principais pontos abordados na Nota Técnica incluíram todas as etapas do licenciamento ambiental das atividades de Exploração e Produção de Petróleo e Gás Natural em relação às Emissões de GEE. Nas etapas anteriores à concessão da licença ambiental (denominada de pré-licença) o objetivo da NT é normatizar e padronizar as estimativas de emissões de GEE a serem encaminhadas nos Estudos de Impacto Ambiental e Relatórios de Impacto Ambiental (EIA/RIMA). Após a concessão da licença ambiental e, quando couber, será solicitado o monitoramento ambiental das emissões de GEE; os inventários de emissões de GEE, que passam a ser de apresentação obrigatória e deverão ser encaminhados ao longo de toda a vida útil dos empreendimentos de sísmica, exploração e produção de petróleo e gás natural, assim como define os parâmetros para os projetos de mitigação e de compensação das emissões, quando existirem, na etapa processual comumente denominada de acompanhamento pós-licença.

Devido às características específicas da produção de petróleo e gás no Brasil, com a produção primariamente *offshore*, em geral em locais distantes da costa; e por não apresentar normalmente impactos efetivos detectáveis na qualidade do ar nas regiões costeiras, a perspectiva da adoção de modelos de dispersão de gases foi abandonada para o escopo da Nota Técnica, conforme descrito no item 4.4. Entretanto, a NT afirma em seu texto que a emissão dos demais gases poluentes será tratada futuramente em outra Nota Técnica específica do órgão ambiental federal. No momento, as emissões dos demais gases são normatizadas pela Resolução CONAMA nº 382/2006 (CONAMA, 2006), que regulamenta as emissões atmosféricas a partir de fontes fixas e pelo Anexo IV da Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição Causada por Navios – MARPOL, que entrou em vigor no Brasil em 2009, por meio do Decreto Legislativo nº 499/2009 (BRASIL, 2009), que trata especificamente da poluição atmosférica causada por navios e plataformas.

Após a opção por não se solicitar as modelagens de dispersão de gases conforme exposto anteriormente na revisão bibliográfica deste estudo, optou-se pela solicitação dos inventários de emissões de GEE. Os principais referenciais teóricos sobre inventários de emissões de GEE utilizados para a construção da NT são o *Compendium API* (API, 2009) e o Programa Brasileiro *GHG Protocol* (FGV e WRI, 2009). Do *Compendium API* foram

baseadas as fontes de emissões específicas para os empreendimentos de exploração e produção de petróleo e gás, conforme apresentado na tabela apresentada no Apêndice A. Entretanto, o Programa Brasileiro *GHG Protocol* além de ser uma metodologia bastante aceita internacionalmente para contabilizar emissões em nível corporativo, como é o objetivo da NT, e por já ser adotado como metodologia padrão para algumas legislações estaduais no Brasil, e possuir desta forma, todo o material de referência em português, facilitando a adequação das equipes responsáveis por sua elaboração, foi utilizado como outra importante referência para elaboração do documento técnico proposto.

Todas as metodologias de inventários consideradas neste trabalho estão de acordo com as diretrizes do IPCC (IPCC, 2006). Portanto, as metodologias apresentadas permitem a estimativa das seis principais famílias de GEE (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC, PFC e SF<sub>6</sub>), entretanto, para a indústria de E&P de Petróleo e Gás, o escopo será limitado ao CO<sub>2</sub>, ao CH<sub>4</sub> e ao N<sub>2</sub>O, uma vez que estes são os principais gases que possuem emissões antrópicas significativas para o setor, de acordo com o *Compendium API* (API, 2009).

Além dos documentos mencionados anteriormente, outro importante marco para a elaboração do documento, foi a Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA n° 01/11 (IBAMA, 2011), documento que apresenta as diretrizes para apresentação, implementação e elaboração dos relatórios do Projeto de Controle da Poluição (PCP), nos quais as emissões atmosféricas estão incluídas. Entretanto, o documento é bastante incipiente no tratamento das questões referentes às emissões de GEE. Apesar disso, e por também fazer parte do controle da poluição, a Nota Técnica em desenvolvimento segue parcialmente sua estrutura proposta e algumas de suas premissas básicas.

Em adição, a fonte utilizada para o embasamento teórico necessário para os itens ‘princípios’ e ‘conceitos e definições’ da Nota Técnica foi o documento “Diretrizes para Formulação de Políticas Públicas em Mudanças Climáticas no Brasil” elaborado pelo Observatório do Clima, em colaboração com o Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas (BIDERMAN, 2009).

Já os limites de emissões foram inicialmente considerados para fazer parte do escopo tratado na Nota Técnica. Entretanto, a grande variedade de tipo e tamanho de reservatórios, as diferentes tipologias de empreendimentos tratados pelo licenciamento ambiental (sísmica, exploração e produção de hidrocarbonetos) e as diferentes soluções adotadas em outros grandes países produtores, que poderiam servir como base para a adoção de critérios nacionalmente, impossibilitara uma decisão tecnicamente embasada a respeito dos limites de emissões neste momento.

Em vista disso, no estágio atual do conhecimento a respeito das emissões do setor nacional, ainda não é possível tomar essa decisão, pois os inventários disponíveis são genéricos e pouco aplicáveis. Desta forma, a Nota Técnica propõe em seu texto a sua revisão a qualquer tempo, abrindo a perspectiva de após o período no qual o órgão ambiental conhecer melhor as emissões da indústria nacional, haja embasamento para a definição de limites de emissões de GEE baseada nos dados mais precisos das emissões acumuladas devido à padronização dos inventários de emissões no setor.

Além dos dados acumulados devido à padronização dos inventários, outro importante balizador a ser utilizado para a definição dos limites de queimas e emissões de GEE, é o Índice de Utilização do Gás Associado definido pela ANP em sua Portaria n° 249/2000 (ANP, 2000), além da eficiência de queima nas caldeiras e os combustíveis utilizados. Esta é uma etapa futura fundamental à consolidação da Nota Técnica.

As medidas de monitoramento na fonte no contexto da NT serão avaliadas num cenário caso a caso, de acordo com as peculiaridades do empreendimento. Isso se justifica porque os monitoramentos diretos nas fontes de emissões não serão solicitados como padrão para todos os empreendimentos, pois representam custo material, tempo de técnicos

embarcados para a realização das medições e espaço para instalação de equipamentos na Unidade de Produção, o que poderia prejudicar ou impossibilitar os projetos. A abordagem padrão será a solicitação de monitoramento em casos peculiares de exploração e produção ou quando for utilizado combustível, equipamento e/ou metodologia não usual, para que seja realizada a medição dos impactos reais em termos de emissões de GEE nesses casos específicos.

Para a definição da análise dos projetos de mitigação e compensação de emissões de GEE, baseou-se nas ações já implementadas em licenciamentos ambientais anteriores, em especial, no reflorestamento realizado pela Petrobras no Parque Estadual da Pedra Branca, e outras como aportes financeiros ao Fundo Amazônia e mecanismos de mercado como o mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL). Desta forma, foi possível avaliar a eficácia das medidas já implementadas, o que serviu de linha de base para as ações futuras recomendadas pela Nota Técnica e também para avaliação das demais ações propostas pela Indústria.

Assim, a Nota Técnica considera que altos valores de emissões atmosféricas, principalmente relacionados aos novos campos do pré-sal, exigirão a realização de projetos de mitigação ou de compensação. Nos casos de não cumprimento das diretrizes da NT, a principal sanção aplicável pelo órgão ambiental é a multa por descumprimento de condicionante estabelecida em licença ambiental. Desta forma, com base legal estabelecida pelo Decreto Federal nº. 6.514 (BRASIL, 2008), em seu artigo 66, a multa aplicável atinge valores entre quinhentos e dez milhões de reais. Nos casos mais graves, ainda é possível o embargo da licença ambiental, e conseqüentemente, das atividades do empreendimento em caráter temporário ou permanente. Deve ser ressaltado que a suspensão das atividades é a mais forte das medidas punitivas aplicável pelo órgão ambiental.

Após a elaboração, a minuta da NT seguirá o trâmite processual dentro da estrutura do IBAMA, e será encaminhada e apresentada ao Coordenador de Exploração de Petróleo e Gás, ao Coordenador de Produção e ao Coordenador Geral de Petróleo e Gás para conhecimento, considerações, possíveis alterações e assinatura.

Após esse processo, a Nota Técnica poderá ser disponibilizada no sítio eletrônico do órgão ambiental e Ofícios Circulares encaminhados aos interessados em colaborar com a mesma durante o processo de consulta pública. Serão convidados a participar do processo a indústria, na figura das principais empresas atuantes no setor no Brasil, Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás (IBP), membros de notório conhecimento científico e órgãos públicos, além de Organizações Não-Governamentais (ONGs), que possuam atribuições relacionadas ao meio ambiente e às atividades de petróleo e gás.

O processo de consulta pública dura entre 30 e 60 dias, e neste período, a Nota Técnica passa por uma revisão, após considerar-se todas as colaborações e manifestações recebidas. Após esta revisão, o documento é publicado e encaminhado às empresas do setor, entrando em vigência no ano seguinte.

#### **4.2. Estudo de Caso: Reflorestamento Parque Estadual da Pedra Branca**

De acordo com Yin (1993), estudo de caso é uma abordagem de investigação em ciências simples ou aplicadas. É constituída por um ou mais métodos qualitativos de coleta de informações e não segue uma linha rígida de investigação. Caracteriza-se por descrever um evento ou caso de uma forma contínua em relação ao assunto em voga. O caso consiste geralmente no estudo aprofundado de uma unidade individual, tal como: uma pessoa, um grupo de pessoas, uma instituição, um evento, dentre outros. Quanto ao tipo de estudos de caso, estes podem ser exploratórios, descritivos, ou explanatórios.

Para o Estudo de Caso “Reflorestamento no Parque Estadual da Pedra Branca – Setor Piraquara/RJ” o recorte temporal avaliado compreendeu o período entre outubro de 2010



(início do projeto) e setembro de 2013, período para o qual estão disponíveis os relatórios semestrais de acompanhamento do projeto encaminhados semestralmente pela Petrobras ao IBAMA.

O acompanhamento foi realizado através da análise documental, e por visitas de campo realizadas semestralmente à área do projeto. As visitas ocorreram, em geral, nos meses de junho e novembro dos anos de 2011, 2012 e 2013. Nessas visitas técnicas foi avaliada a implantação do reflorestamento, as áreas de plantio, assim como o crescimento e sobrevivência das mudas nas áreas já reflorestadas. Além disso, elas foram acompanhadas pelos reflorestadores contratados, por representantes da Petrobras, contratante do reflorestamento e pelo Instituto Bioatlântica (IBio), responsável pela implementação do mesmo. Foram realizadas seis visitas técnicas à área do reflorestamento no total. Para a elaboração do Estudo de Caso foram avaliados ainda os relatórios semestrais da empresa encaminhados à CGPEG/DILIC/IBAMA, assim como os Pareceres Técnicos elaborados em função do acompanhamento do projeto de reflorestamento.

Em cada uma das visitas técnicas, o órgão ambiental teve a oportunidade de entrevistar e questionar os gestores do projeto, assim como os reflorestadores. Além disso, foi possível verificar *in loco* a execução do mesmo, acompanhar o crescimento das mudas e da área plantada. Para a elaboração dos pareceres técnicos e relatórios de vistorias técnicas de cada uma das visitas técnicas foram tiradas fotografias digitais da área em todas as visitas, para documentar os avanços e dificuldades do projeto. Algumas dessas fotos e das fotos encaminhadas nos relatórios semestrais foram utilizadas neste Estudo de Caso para ilustrar avanços e dificuldades apresentadas pelo projeto ao longo de sua execução.

Desta forma serão avaliados e problematizados neste estudo de caso: (i) a eficiência do projeto como opção de captura e sequestro de carbono em biomassa vegetal; (ii) o contexto político; (iii) as dificuldades encontradas para a implementação do projeto de reflorestamento da área; e (iv) as vantagens e desvantagens desse tipo de abordagem como medida compensatória pelas emissões de GEE da Indústria de Petróleo e Gás. Portanto, a partir do estudo, poderão ser melhor avaliados os projetos de compensação propostos futuramente.

## **5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os produtos técnicos elaborados como parte da dissertação de mestrado são apresentados e discutidos a seguir:

### **5.1. Nota Técnica**

A Nota Técnica encontra-se em elaboração, estando em avançado estado de desenvolvimento, entretanto, o documento apresentando ainda não é o documento final a ser publicado posteriormente. Sua finalização depende ainda de avanços e discussões no Grupo de Trabalho de Emissões Atmosféricas da CGPEG/DILIC/IBAMA e das contribuições da comunidade científica. Abaixo segue a estrutura da Nota Técnica, e na sequência os detalhes dos seus tópicos e subtópicos:

### **MINUTA DA NOTA TÉCNICA Nº XX/2014/CGPEG/DILIC/IBAMA**

#### **GESTÃO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA**

Diretrizes para elaboração, implementação e apresentação de inventários de Gases de Efeito Estufa e acompanhamento de medidas de mitigação e compensação de emissões de GEE em empreendimentos marítimos de exploração e produção de petróleo e gás.

#### **SUMÁRIO**

##### **5.1.1 – INTRODUÇÃO**

- 5.1.1.1 - Princípios
- 5.1.1.2 - Definições
- 5.1.1.3 - Diretrizes gerais
- 5.1.1.4 - Diretrizes para apresentação dos relatórios de emissões de GEE
- 5.1.1.5 - Documentos relacionados à Nota Técnica

##### **5.1.2 - OBJETIVOS**

- 5.1.2.1 - Objetivos Gerais
- 5.1.2.2 - Objetivos Específicos
- 5.1.2.3 - Resultados Esperados

##### **5.1.3 - INVENTÁRIOS DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA**

- 5.1.3.1 - Metodologia
- 5.1.3.2 - Gases de Efeito Estufa a serem incluídos
- 5.1.3.3 - Periodicidade de Entrega dos Inventários
- 5.1.3.4 - Fontes Potenciais de emissões a serem consideradas/apresentadas
- 5.1.3.5 - Escolha dos Fatores de Emissões e Ferramentas de Cálculo
- 5.1.3.6 – Estabelecimento do Ano-Base
- 5.1.3.7 - Identificação e apresentação das categorias-chave de emissões
- 5.1.3.8 - Indicadores de Desempenho da Atividade
- 5.1.3.9 – Metas de Redução de Emissões de GEE

#### 5.1.4 - ESTRATÉGIAS DE MITIGAÇÃO

5.1.4.1 - Gerais

5.1.4.2 - Comissionamento

5.1.4.3 - Testes de Formação

5.1.4.4 - Sistemas de *Flare* fechados

5.1.4.5 - Técnica de Recuperação Terciária através de Captura e Sequestro de Carbono (CCS)

5.1.4.6 - Outras estratégias de mitigação de emissões

#### 5.1.5 – ESTRATÉGIAS DE COMPENSAÇÃO

5.1.5.1 - Atividades que exigirão compensação de emissões

5.1.5.2 - Compensação direta em projetos de restauração florestal/reflorestamento

5.1.5.3 - Aplicação em Fundos Financeiros

5.1.5.4 - Mecanismos de Mercado

5.1.5.5 - Outras formas de compensação

5.1.5.6 - Critérios para aprovação de projetos de compensação

5.1.5.7 - Quantitativos mínimos de Compensação

#### 5.1.6 – MONITORAMENTO DE EMISSÕES

#### 5.1.7 – ACOMPANHAMENTO

5.1.7.1 - Pré-licença

5.1.7.2 - Pós-licença

#### 5.1.8 – RENOVAÇÃO DE LICENÇA AMBIENTAL

#### 5.1.9 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

### APÊNDICE

APÊNDICE I – Fontes Potenciais de emissões a serem consideradas no inventário de GEE.

#### **5.1.1. Introdução**

Esta Nota Técnica (NT), assim como seus anexos, é complementar à Nota Técnica nº 01/2011, intitulada “Projeto de Controle da Poluição”, publicada em 22/03/2011 e especificamente no que concerne às emissões atmosféricas de Gases de Efeito Estufa (GEE) a substitui integralmente. O presente documento também é complementar à Nota Informativa nº 02/2013 CGPEG/DILIC/IBAMA, de 02.09.2013, intitulada “Procedimentos adotados e perspectivas em relação aos impactos ambientais das emissões de Gases de Efeito Estufa nos empreendimentos marítimos de exploração e produção de petróleo e gás”.

A Nota Técnica é elaborada em consequência da Instrução Normativa nº 12/2010 (IBAMA, 2010), que determina que a Diretoria de Licenciamento do IBAMA avalie no processo de licenciamento ambiental federal de atividades capazes de emitir Gases de Efeito Estufa e as medidas propostas pelo empreendedor com o objetivo de mitigar estes impactos ambientais, em atendimento aos compromissos assumidos pelo Brasil na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre mudanças do clima. Desta forma, a presente NT consolida as

diretrizes da Coordenação Geral de Petróleo e Gás (CGPEG), da Diretoria de Licenciamento Ambiental (DILIC) do IBAMA para a padronização dos procedimentos relativos às emissões de Gases de Efeito Estufa dos empreendimentos marítimos de petróleo e gás em território nacional. Dentre os procedimentos normatizados pela mesma encontra-se a obrigatoriedade de apresentação de inventários de emissões de Gases de Efeito Estufa por empreendimento, a análise das estimativas de emissões dos empreendimentos previamente à emissão da licença ambiental e posteriormente à emissão da mesma nos casos em que se faça necessário, assim como a definição da linha de base e o estabelecimento dos parâmetros mínimos para aprovação dos projetos de mitigação e compensação dos impactos ambientais resultantes das emissões de GEE.

Assim, as normas contidas no presente documento, constituem uma das medidas mitigadoras de impactos exigidas como condicionante de licença ambiental dos empreendimentos licenciados por esta CGPEG. Além disso, as ações propostas são válidas para todas as tipologias de empreendimentos licenciadas pela CGPEG (pesquisa sísmica, perfuração e produção e escoamento).

O histórico de ações relativas às emissões atmosféricas de GEE adotadas pela Coordenação Geral até a publicação deste documento pode ser encontrado na Nota Informativa nº 02/2013 CGPEG/DILIC/IBAMA, de 02/09/2013.

#### **5.1.1.1. Princípios**

Em consonância com a Lei da Política Nacional de Mudanças do Clima (BRASIL, 2009a) a Nota Técnica atenderá aos seguintes princípios:

- i) Precaução, segundo o qual a falta de plena certeza científica não deve ser usada como razão para postergar medidas de combate ao agravamento do efeito estufa;
- ii) Poluidor-pagador, segundo o qual o poluidor deve arcar com o ônus do dano ambiental decorrente da poluição, evitando-se a transferência desse custo para a sociedade;
- iii) Usuário-pagador, segundo o qual o utilizador do recurso natural deve arcar com os custos de sua utilização, para que esse ônus não recaia sobre a sociedade, nem sobre o Poder Público;
- iv) Reconhecimento do direito das futuras gerações, considerando as ações necessárias para que seja possível atendê-los num horizonte de longo prazo;
- v) Princípio da participação cidadã ou princípio democrático, o direito de acesso à informação, transparência e participação pública no processo de tomada de decisão e acesso à justiça nos temas relacionados à mudança do clima;
- vi) Desenvolvimento sustentável, que implica na compatibilidade do desenvolvimento econômico, justiça social e proteção ao meio ambiente, como dimensões interdependentes que se reforçam mutuamente;
- vii) Promoção da proteção dos ecossistemas naturais como forma de conservação da biodiversidade brasileira, contribuindo assim, tanto para o equilíbrio climático local e global, como para o cumprimento dos objetivos da convenção sobre diversidade biológica, da qual o Brasil é país signatário;
- viii) Desmatamento evitado, segundo o qual a manutenção de áreas naturais nativas remanescentes no país torna-se um mecanismo de prevenção às mudanças climáticas, garantindo que o carbono estocado em sua biomassa não seja liberado para a atmosfera;

- ix) Responsabilidades comuns, porém diferenciadas, segundo o qual a contribuição de cada um para o esforço de mitigação de emissões de GEE deve ser dimensionada de acordo com sua respectiva responsabilidade pelos impactos da mudança do clima;

#### **5.1.1.2. Definições/conceitos**

Para os fins previstos nesta Nota Técnica, em conformidade com os acordos internacionais sobre o tema e os documentos científicos que os fundamentam, são adotados os seguintes conceitos:

- i) Adaptação: conjunto de iniciativas e estratégias que permitem a adaptação, nos sistemas naturais e criados pelos homens, a um novo ambiente em resposta à mudança do clima atual ou esperada;
- ii) Adicionalidade: critério ou conjunto de critérios para que determinada atividade ou projeto de mitigação de emissões de GEE represente a redução de emissões de Gases de Efeito Estufa ou aumento de remoções de dióxido de carbono de forma adicional ao que ocorreria na ausência de determinada atividade;
- iii) Análise do ciclo de vida: exame do ciclo de vida de um produto, processo, sistema ou função, visando identificar seu impacto ambiental no decorrer de sua existência, incluindo desde a extração de recurso natural, seu processamento para transformação em produto, transporte, consumo/uso, reutilização, reciclagem, até a sua disposição final;
- iv) Carbono equivalente: É uma medida métrica utilizada para comparar as emissões de vários Gases de Efeito Estufa, baseada no potencial de aquecimento global de cada um definido na Decisão nº 2 da 3ª Conferência das Partes ou conforme revisado subsequentemente de acordo com o Artigo 5º da Convenção do Clima. O dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub> eq.) é o resultado da multiplicação das toneladas emitidas de Gases de Efeito Estufa pelo seu potencial de aquecimento global. Por exemplo, o potencial de aquecimento global do gás metano é 25 vezes maior do que o potencial do CO<sub>2</sub>. Então, dizemos que o CO<sub>2</sub> equivalente do metano é igual a 25.
- v) Compensação de emissões de GEE: A compensação de emissões de GEE é um instrumento desta Nota Técnica que, intervindo junto aos empreendedores, proporciona a incorporação dos custos sociais e ambientais das emissões desses gases pelos empreendimentos marítimos de petróleo e gás;
- vi) Desenvolvimento sustentável: o desenvolvimento que pode ser considerado socialmente inclusivo, ambientalmente sustentável e economicamente viável, garantindo igual direito para as futuras gerações;
- vii) Emissões: liberação de gases de efeito estufa e/ou seus precursores na atmosfera, em área específica e por período determinado;
- viii) Exploração de petróleo e gás: conjunto de operações ou atividades destinadas a avaliar áreas, objetivando a descoberta e a identificação de jazidas de petróleo ou gás natural;
- ix) Fonte: equipamento, processo ou atividade que libera Gás de Efeito Estufa, aerossol ou precursor de gás de efeito estufa na atmosfera;
- x) Forçante Radiativa: é a diferença em irradiância líquida na tropopausa, em unidades de Wm<sup>-2</sup>, entre um estado de referência e um estado perturbado. A perturbação ocorre pela ação de um agente forçante enquanto as

temperaturas de superfície e da troposfera são mantidas fixas, mas permitindo-se que a estratosfera atinja o equilíbrio radiativo, ou seja, é a medida de influencia que um fator tem de alterar o balanço de energia que entra ou sai no sistema terra-atmosfera e é um índice da importância do fator como um potencial mecanismo de mudança climática;

- xi) Gases de Efeito Estufa (GEE): constituintes gasosos da atmosfera, naturais e antrópicos que absorvem e reemitem radiação para a superfície Terrestre;
- xii) Impacto: os efeitos da mudança do clima nos sistemas humanos e naturais;
- xiii) Limite de inventário: escopo que abrange as emissões diretas e indiretas, que são incluídas no inventário. Resulta dos limites organizacionais e operacionais escolhidos;
- xiv) Linha de base: cenário para a atividade de redução de emissões de Gases de Efeito Estufa, o qual representa as emissões antrópicas que ocorreriam na ausência dessa atividade;
- xv) Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL): um dos mecanismos de flexibilização criado pelo Protocolo de Quioto no artigo 12, com objetivo de assistir as partes não incluídas no Anexo I da Convenção das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima ao cumprimento de suas obrigações constantes do Protocolo, mediante fornecimento de capital para financiamento a projetos que visem a mitigação das emissões de GEE em países em desenvolvimento, na forma de sumidouros, investimentos em tecnologias mais limpas, eficiência energética e fontes alternativas de energia;
- xvi) Mercados de carbono: transação de créditos de carbono através de mecanismos voluntários ou obrigatórios, que visam garantir a redução de emissões de GEE de atividades antrópicas;
- xvii) Mitigação: mitigação é definida como a intervenção humana para reduzir as emissões por fontes de Gases de Efeito Estufa e/ou fortalecer as remoções por sumidouros de carbono;
- xviii) Mudança do clima: mudança climática que possa ser direta ou indiretamente atribuída à atividade humana que altere a composição da atmosfera mundial, somada àquela provocada pela variabilidade climática natural observada ao longo de períodos comparáveis;
- xix) Potencial de Aquecimento Global (PAG ou mais comumente referido como GWP - sigla em inglês referindo-se à *Global Warming Potential*): fator que descreve o impacto da forçante radiativa de uma unidade de determinado GEE relativamente a uma unidade de CO<sub>2</sub>.
- xx) Produção de petróleo e gás: conjunto de operações coordenadas de extração de petróleo ou gás natural de uma jazida e de preparo para sua movimentação;
- xxi) Programas de Redução de Emissões de Carbono pelo Desmatamento e Degradação: conjunto de medidas assumidas por um país que resulte em compensações pelas reduções de emissões de carbono oriundas da destruição de áreas naturais, desde que tais reduções sejam mensuráveis, verificáveis, quantificáveis e demonstráveis;
- xxii) Quociente de intensidade: quociente que expressa o impacto de GEE por unidade de atividade física;
- xxiii) Remoção de GEE: absorção ou sequestro da atmosfera;
- xxiv) Reservatórios: componentes do sistema ambiental no qual ficam armazenados GEE ou precursores de GEE;

- xxv) Serviços ambientais: serviços proporcionados pelo meio ambiente equilibrado à sociedade, decorrentes da presença de vegetação, biodiversidade, permeabilidade do solo, estabilização do clima, água potável, entre outros.
- xxvi) Sumidouro: qualquer processo, atividade ou mecanismo, incluindo a biomassa e, em especial florestas e oceanos, que tenha a propriedade de remover GEE, aerossóis ou precursores de GEE da atmosfera;

### **5.1.1.3. Diretrizes gerais**

Devem ser observadas as seguintes diretrizes gerais para a aplicação desta Nota Técnica:

- i) As diretrizes estabelecidas nesta Nota Técnica poderão constituir condicionante de todas as licenças ambientais dos empreendimentos marítimos das atividades licenciadas pela CGPEG/DILIC/IBAMA, ou seja, pesquisa sísmica, perfuração, produção e escoamento.
- ii) De acordo com as peculiaridades ou especificidades do empreendimento ou da vulnerabilidade da área, a CGPEG poderá exigir outras ações não relacionadas nesta Nota Técnica.
- iii) A cada novo processo de licenciamento, as empresas devem se comprometer com as diretrizes desta Nota Técnica.
- iv) Esta Nota Técnica possui embasamento na legislação pertinente às emissões atmosféricas de GEE.

### **5.1.1.4. Diretrizes para apresentação dos relatórios de emissões de Gases de Efeito Estufa**

Todos os relatórios que se referem às emissões atmosféricas devem ser apresentados à CGPEG escritos integralmente em língua portuguesa.

Os relatórios devem ser apresentados com os dados individualizados para cada um dos empreendimentos, uma vez que esta é a unidade de gestão adotada por esta Nota Técnica. Entretanto, fica facultado às empresas apresentar os relatórios de maneira conjunta, incluindo no mesmo documento, todos os empreendimentos operados em uma mesma bacia sedimentar ou área geográfica.

Além da cópia física a ser protocolada na CGPEG nos prazos determinados, deverá também ser entregue em CD ROM a cópia dos relatórios, contendo todas as memórias de cálculo relacionadas ao inventário de emissões de GEE. As planilhas com as memórias de cálculo deverão ser apresentadas no formato \*.XLS ou ainda \*.ODS.

### **5.1.1.5. Documentos relacionados à nota técnica**

Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA nº 01/11, de 17.03.2011 “Projeto de Controle da Poluição: Diretrizes para apresentação, implementação e para elaboração de relatórios nos processos de licenciamento ambiental dos empreendimentos marítimos de exploração e produção de petróleo e gás”.

Documento relativo ao Projeto de Controle da Poluição no qual as emissões atmosféricas se incluem. O documento prevê em seu item II.1 - xii que “*Ainda quanto às emissões atmosféricas, futuramente será emitida Nota Técnica, no âmbito do licenciamento*”.

*ambiental, especificamente relacionada às emissões atmosféricas decorrentes da exploração e produção de petróleo e gás”.*

Desta forma, o presente documento consolida a referida Nota Técnica específica para tratar da gestão das emissões de GEE dos empreendimentos marítimos de exploração e produção de petróleo e gás. Futuramente, esta Coordenação Geral publicará instrumento para tratar das demais emissões de gases poluentes no âmbito do licenciamento ambiental federal.

Assim, este documento substitui o item III.1.4 da NT 01/11 nas questões concernentes especificamente às emissões de GEE. Conforme mencionado acima, esta Coordenação publicará futuramente, instrumento específico para a padronização dos demais gases poluentes locais e regionais, assim como seus precursores, não relacionados aos gases de efeito estufa tratados pelo presente documento.

Nota Informativa 02/2013 – “Emissões de Gases de Efeito Estufa: Procedimentos adotados e perspectivas em relação aos impactos ambientais das emissões de Gases de Efeito Estufa nos empreendimentos marítimos de exploração e produção de petróleo e gás.”.

Documento que antecede a presente NT. Relata o histórico de ações de mitigação e compensação exigidas pela CGPEG em empreendimentos já licenciados, cuja experiência culmina na elaboração da presente Nota Técnica. Além disso, referencia todo o embasamento legal para a atuação do licenciamento ambiental federal em relação aos impactos ambientais causados pelas emissões de gases de efeito estufa.

Instrução Normativa nº 12/2010 – Determina em seu artigo 2º que “a Diretoria de Licenciamento do IBAMA avalie, no processo de licenciamento de atividades capazes de emitir Gases de Efeito Estufa, as medidas propostas pelo empreendedor com o objetivo de mitigar estes impactos ambientais, em atendimento aos compromissos assumidos pelo Brasil na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre mudanças do clima; e em seu artigo 3º determina que “os Termos de Referência, elaborados pelo IBAMA, para nortear os Estudos de Impacto Ambiental destinados ao licenciamento de empreendimentos capazes de emitir Gases de Efeito Estufa, contemplem medidas para mitigar ou compensar estes impactos ambientais em consonância com o Plano Nacional sobre Mudanças do Clima.”.

Portanto, a Instrução Normativa é clara, e esta CGPEG, que já tratava das questões relacionadas às emissões de Gases de Efeito Estufa de maneira pontual em alguns empreendimentos conforme detalhado na Nota Informativa nº 02/2013 mencionada acima, iniciou o trabalho de padronização da gestão das emissões de GEE, elaboração de inventários, e medidas de mitigação e de compensação, tratadas nesse documento.

## **5.1.2. Objetivos**

### **5.1.2.1. Objetivo geral**

Padronizar e sistematizar as questões relacionadas às emissões de GEE no contexto do licenciamento ambiental federal das atividades de exploração e produção marítima de petróleo e gás. Através de uma gestão mais eficiente, é possível melhorar e ampliar as medidas de mitigação, compensação e monitoramento das emissões. No médio e longo prazo, será possível também acompanhar a eficiência da indústria nacional em termos de emissões de GEE, através da construção de uma base de dados sólida e confiável do setor de exploração e produção de petróleo e gás.

### **5.1.2.2. Objetivos específicos**

Os objetivos específicos desta Nota Técnica são:



- i) Padronizar os inventários de emissões de GEE para os empreendimentos de pesquisa sísmica, exploração, produção e escoamento de petróleo e gás;
- ii) Gerar o mínimo possível de emissões de GEE pelos empreendimentos licenciados pela Coordenação Geral de Petróleo e Gás;
- iii) Incentivar e normatizar as iniciativas e projetos que favoreçam a mitigação de emissões;
- iv) Incentivar e normatizar as iniciativas e projetos que promovam a compensação das emissões de GEE;
- v) Estabelecer parâmetros relacionados às informações a serem apresentadas pelas empresas do setor durante o processo de licenciamento ambiental, tanto antes da concessão da licença ambiental, quanto após a emissão da mesma.
- vi) Promover padrões mais sustentáveis para as atividades de exploração e produção marítima de petróleo e gás, com base nas considerações sobre as mudanças do clima.

### **5.1.2.3. Resultados esperados**

Os principais resultados esperados da presente Nota Técnica são:

- i) Sistematização das informações relativas às emissões atmosféricas de GEE dos empreendimentos marítimos de exploração e produção de petróleo e gás natural.
- ii) Redução gradativa das emissões atmosféricas dos empreendimentos marítimos de petróleo e gás.
- iii) Gestão ambiental mais eficiente a médio e longo prazo das emissões atmosféricas de GEE, aumentando a base de dados disponível e incrementando a qualidade da mesma, o que permite a comparabilidade das emissões entre diferentes empreendimentos e empresas ao longo do tempo.

### **5.1.3. Inventários de emissões de gases de efeito estufa**

#### **5.1.3.1. Metodologia**

A metodologia a ser utilizada para a elaboração dos inventários de emissões de GEE a serem apresentados a esta CGPEG é a descrita pelo Programa Brasileiro *GHG Protocol*.

Além disso, os inventários de GEE deverão estar em consonância com os princípios de contabilização apresentados no *GHG Corporate Standards* e na Norma Brasileira ISO 14.064-1, que são: relevância, integralidade, consistência, transparência e exatidão.

Consequentemente, além dos resultados das emissões totais para cada um dos gases inventariados e o seu equivalente em dióxido de carbono, deverá também ser apresentada a memória de cálculo de maneira completa e transparente para possibilitar verificações e futuras comparações.

Assim, todas as informações relativas ao sequestro de GEE, reinjeção de CO<sub>2</sub> e *enhanced oil recovery* (EOR), utilizando a reinjeção de CO<sub>2</sub> deverão ser especificadas no inventário de emissões do empreendimento, para que possam ser abatidas das emissões totais do empreendimento quando tais métodos forem utilizados.

#### **5.1.3.2. Gases de efeito estufa a serem incluídos**

Os gases de efeito estufa a serem incluídos são: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>); metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), uma vez que estes três gases são os que possuem emissões significativas no setor de Exploração e Produção de Petróleo e Gás.

Nos casos particulares em que houver emissões significativas de outro(s) GEE, este(s) deverá(ão) ser incluído(s) no inventário de emissões a ser apresentado à CGPEG.

#### **5.1.3.3. Periodicidade de entrega dos inventários**

A periodicidade de entrega dos inventários de emissões de GEE fica estabelecida da seguinte forma:

- Para os empreendimentos de Pesquisa Sísmica, os inventários deverão ser apresentados em até 60 (sessenta) dias após o término das atividades;
- Nos empreendimentos de Exploração/Perfuração, os inventários deverão ser apresentados anualmente, até 31 de março do ano subsequente à realização das atividades. Entretanto, no caso de atividades com duração menor que um ano, o inventário deverá ser apresentado em até 60 (sessenta) dias após o término da atividade;
- Nos empreendimentos de Produção, os inventários deverão ser encaminhados anualmente por empreendimento, relativo às emissões do ano anterior. O prazo para a entrega dos inventários se encerra no dia 31 de março. Nos casos de Testes de Longa Duração os inventários deverão ser entregues em até 60 dias após o término da atividade.

#### **5.1.3.4. Fontes potenciais de emissões a serem consideradas/apresentadas**

As fontes em potencial de emissões de Gases de Efeito Estufa a serem apresentados no inventário, assim como os GEE mais representativos para cada uma delas são apresentadas no ANEXO I desta NT (APÊNDICE A).

Além disso, a definição dos limites operacionais e organizacionais das emissões de GEE dos empreendimentos de Exploração e Produção de Petróleo e Gás deverá incluir todas as emissões diretas e indiretas relacionadas ao empreendimento.

No caso das fontes móveis de emissões de GEE, deverão ser computadas as emissões relacionadas às viagens para as unidades operacionais do referido empreendimento e as emissões geradas em viagens iniciadas a partir das unidades participantes do empreendimento.

Já as emissões relativas às viagens internacionais só deverão ser contabilizadas quando estiverem diretamente relacionadas ao empreendimento em questão;

Portanto, todas as unidades de operação, veículos e demais equipamentos utilizados no âmbito do empreendimento deverão ter suas emissões computadas, incluindo aqueles utilizados em regime de arrendamento operacional ou aluguel.

#### **5.1.3.5. Escolha dos fatores de emissões e ferramentas de cálculo**

Os fatores de emissão a serem utilizados deverão ser os mais precisos disponíveis, de acordo com o tipo de combustível utilizado, os veículos e os demais equipamentos. Tais fatores de emissão deverão ser apresentados e caso sejam modificados em anos posteriores,

deverão ser apresentados os recálculos referentes ao ano-base, para que seja realizado um acompanhamento das emissões ao longo do tempo de maneira coerente.

De maneira geral, reconhecidos fatores de emissão para o setor de petróleo e gás são publicados e atualizados regularmente pelo Instituto Americano de Petróleo (API) e pela Associação Internacional de Conservação Ambiental da Indústria do Petróleo (IPIECA). Tais fatores de emissão poderão ser utilizados na ausência de fatores de emissão específicos calculados para a elaboração dos inventários solicitados por esta Nota Técnica.

Adicionalmente é permitido o uso de fatores de emissões de outras fontes reconhecidas nacionalmente e internacionalmente. Entretanto, seu uso deverá ser justificado e a escolha pela sua utilização deverá ser tecnicamente embasada.

É recomendada a aplicação de ferramentas de cálculo setoriais específicas e/ou ferramentas intersetoriais para auxiliar na elaboração do inventário de emissões.

Também é autorizada a utilização de ferramentas próprias de cálculo de emissões de GEE. Entretanto, estes deverão ser justificados e sua aplicação deverá ocorrer nos casos em que estas sejam mais precisas que as ferramentas disponíveis. Tais ferramentas de cálculo de emissões deverão estar de acordo com as diretrizes do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) e do Programa Brasileiro *GHG Protocol*.

#### **5.1.3.6. Estabelecimento do ano-base**

O ano-base representa o referencial quantitativo de emissões para a atividade. Desta forma, o acompanhamento da evolução dos padrões de emissões se dará em comparação aos dados informados para o ano-base.

No caso dos empreendimentos com duração superior a dois anos, o segundo ano para o qual a empresa apresentar seu inventário de emissões de GEE será considerado o ano-base, a partir do qual todas as comparações e acompanhamento ao longo do tempo serão realizados.

Quando do estabelecimento de metas de redução de GEE, o monitoramento do cumprimento das metas também utilizará como referencia as emissões do ano-base.

Já o recálculo das emissões do ano-base deverá ser realizado nos casos em que houver mudanças estruturais significativas no empreendimento, alterações de metodologia de cálculo, mudanças nos fatores de emissões utilizados ou no caso de descobertas de erros significativos relacionados às emissões do ano-base. Assim, erros significativos, de acordo com o protocolo utilizado, são erros que representem uma diferença de 5% ou mais nas emissões totais de um dado empreendimento.

Adicionalmente, os empreendimentos com duração inferior a um ano ficam desobrigadas a apresentar os cálculos de emissões que constituirão o ano-base.

#### **5.1.3.7. Identificação e apresentação das categorias-chave de emissões**

A partir da elaboração dos inventários, deverão ser identificadas as categorias-chaves de emissões, ou seja, as categorias de emissões mais expressivas do empreendimento. A partir das categorias-chave, deverão ser elaboradas metas de redução de emissões de GEE e os relatórios de desempenhos referentes a estas categorias de emissão.

#### **5.1.3.8. Indicadores de desempenho da atividade**

Deverão ser apresentados indicadores de desempenho de GEE relevantes, de acordo com a tipologia da atividade do empreendimento, conforme segue:

- Pesquisa sísmica: CO<sub>2</sub> eq. / área pesquisada;
- Exploração: CO<sub>2</sub> eq. / poço perfurado;

- Produção: CO<sub>2</sub> eq. / Barril de Óleo Equivalente (BOE) produzido.

#### **5.1.3.9. Metas de redução de emissões de GEE**

As empresas deverão buscar melhorias contínuas em seus processos de gestão, equipamentos, atividades e procedimentos, visando sempre a menor emissão de GEE possível de acordo com as peculiaridades de cada tipologia de atividade, região e empreendimentos.

Desta forma, baseado no quociente de intensidade de emissões para cada empreendimento, deverão ser definidas metas voluntárias de redução de emissões para os anos seguintes. As metas de redução deverão ser baseadas no quociente de intensidade de emissões do ano anterior. Opcionalmente, as metas de redução de emissões poderão ser também calculadas com base nas emissões absolutas do empreendimento do ano anterior.

As metas são aplicadas para o ano subsequente à sua definição pela própria empresa. Ao final do período anual para o qual a meta foi estabelecida, nos empreendimentos que terão continuidade, novas metas deverão ser propostas, visando à melhoria contínua em relação às emissões de GEE.

Em vista disso, tais metas propostas são analisadas por esta CGPEG e poderão ser questionadas. Caso seja solicitado, a empresa deve encaminhar a respectiva revisão da meta proposta. O não cumprimento das metas poderá estar sujeito a sanções previstas em Lei.

Contudo, no primeiro ano em que um empreendimento apresentar seu inventário de emissões, a empresa fica desobrigada a apresentar metas de redução de emissões de GEE.

Portanto, as metas de redução de emissões deverão ser apresentadas a partir do segundo ano de apresentação do inventário por empreendimento. Conforme mencionado anteriormente, as metas poderão ser de dois tipos: metas absolutas de redução de emissões baseadas no total de emissões, ou metas de intensidade baseadas nos indicadores de desempenho da atividade.

Para consolidação das reduções previstas nas metas, as empresas devem indicar quais ações serão tomadas e em quais unidades operacionais, equipamentos e combustíveis utilizados. Desta forma, deve-se indicar o planejamento, cronograma e as etapas necessárias para se alcançar as metas.

Assim, as metas deverão ser de periodicidade anual.

#### **5.1.4. Estratégias de mitigação**

##### **5.1.4.1. Gerais**

Deverão ser apresentadas à CGPEG as estratégias de mitigação de emissões dos empreendimentos em licenciamento. As ações propostas pela empresa serão avaliadas quanto à sua relevância ambiental.

Desta forma, a mitigação dos Gases de Efeito Estufa no âmbito do Licenciamento Ambiental das atividades marítimas de Petróleo e Gás será exigida sem prejuízo dos casos em que for exigida compensação das emissões. Os casos nos quais será exigida a compensação será explicitado no item a seguir desta Nota Técnica.

Ressalta-se que é importante que as empresas planejem medidas adicionais em termos de mitigação de emissões de GEE, visando um cenário de redução constante de emissões de GEE, em consonância com a Política Nacional de Mudanças Climáticas.

##### **5.1.4.2. Comissionamento**

O período previsto para o comissionamento das unidades de exploração e produção de gás deverá ser apresentado antes da concessão da licença de operação, assim como as estimativas de emissões deste período inicial de atividades.

As atividades de comissionamento deverão considerar as emissões de GEE, contabilizar tais emissões especificamente para este período, uma vez que as condições operacionais são específicas, assim como planejar a mitigação destas emissões.

Assim, as atividades realizadas durante o comissionamento das Unidades deverão ser executadas de modo que a queima do gás natural produzido e a ventilação do CO<sub>2</sub> diretamente para a atmosfera sejam realizados pelos menores períodos possíveis e apenas nos volumes previamente aprovados pela CGPEG.

Contudo, sem o prejuízo de outras ações que levem à redução de emissões de GEE durante o comissionamento, devem ser sempre priorizadas a perfuração, interligação e operação de poço(s) injetor(es) de gás, assim como o pleno funcionamento dos equipamentos necessários à especificação e compressão do gás para sua utilização como combustível na unidade e reinjeção da produção excedente.

#### **5.1.4.3. Testes de formação**

Neste item deverão ser registradas todas as emissões de GEE decorrentes da queima de petróleo e gás produzidos durante os testes de formação de poços.

Tais testes deverão possuir o período máximo de setenta e duas horas (72 h), e desta forma, evitar o impacto ambiental causado pelas emissões de GEE e queima não produtiva de hidrocarbonetos.

#### **5.1.4.4. Sistemas de flare fechados**

A utilização de sistemas de *flare* fechados (*enclosed flares*) em FPSOs e plataformas de produção é estimulada para os empreendimentos vindouros a serem licenciados por esta Coordenação-Geral de Petróleo e Gás, uma vez que tal sistema proporciona menor queima e por consequência, menores emissões de Gases de Efeito Estufa.

Adicionalmente, sistemas de recuperação de gás do *flare* (*flare gás recovery*) também são considerados como medidas positivas para a mitigação das emissões e redução da queima de gás natural.

#### **5.1.4.5. Técnica de recuperação terciária através da captura e sequestro de carbono (CCS)**

A mitigação através da Captura e Sequestro de Carbono se aplica para os casos de presença, na corrente de gás e óleo advinda de quaisquer formações, em equilíbrio de fases ou na alteração deste equilíbrio pela própria extração da mistura, em qualquer momento nas etapas de produção de gás e óleo ou em produção-piloto, de CO<sub>2</sub> com concentração superior a 1,5% na corrente de gás e/ou de 0,7% na corrente de óleo, sendo exigida a mitigação da corrente de CO<sub>2</sub> presente na composição da mistura. Para tanto, será exigida a separação total do gás CO<sub>2</sub> da corrente de gás e/ou óleo, em processo de alta eficiência, e a posterior reinjeção do mesmo na própria formação ou em outra formação na qual seja possível tal reinjeção, sendo todo o processo, e a escolha da formação, aprovada pelo processo de licenciamento ambiental.

Além disso, será exigido também no processo de licenciamento ambiental o monitoramento da formação ou das formações receptoras do CO<sub>2</sub>, por no mínimo, o dobro do período total em que o empreendimento estiver ocorrendo no local de modo a monitorar a

estabilidade da formação após a reinjeção e que os gases não escapem pelos poços ou pela própria formação geológica.

Caso haja necessidade de interrupção da reinjeção, exigida na mitigação das emissões de GEE acima citadas, deverá ocorrer a parada da produção e extração de óleo e gás, ou a redução da produção a níveis que permitam que o CO<sub>2</sub> não seja ventilado diretamente para a atmosfera, até que os processos de compressão e reinjeção de CO<sub>2</sub> estejam plenamente funcionais e normalizados.

Também não será exigida a reinjeção de CO<sub>2</sub> como acima citado, nos casos em que o CO<sub>2</sub> seja eficientemente separado da corrente de produção e exportado para terra para utilização como matéria prima e consequente conversão em outros compostos, nos quais perca a característica de GEE.

A mitigação da corrente de CO<sub>2</sub> nos termos acima descritos se aplica especialmente às áreas de produção relacionadas ao pré-sal da Bacia de Campos e de Santos, nas quais sabidamente há a presença de concentrações elevadas de CO<sub>2</sub> nas correntes de gás e/ou óleo.

#### **5.1.4.6. Outras estratégias de mitigação de emissões**

A apresentação de outras estratégias de mitigação de emissões de GEE não descritas anteriormente é estimulada e estas serão avaliadas e poderão ser aprovadas por esta Coordenação.

Para que um projeto ou ação de mitigação de emissões seja aprovado pela CGPEG deverá observar os critérios de adicionalidade e contabilização das emissões evitadas, além da relevância ambiental e possíveis impactos dos mesmos.

#### **5.1.5. Estratégias de compensação**

##### **5.1.5.1. Atividades que exigirão compensação de emissões**

No caso das emissões de GEE em quaisquer fases das atividades de projetos de Testes de Longa Duração (TLD), Pilotos de Produção e Produção definitiva, poderá ser exigida a compensação destas, com base nos equivalentes de CO<sub>2</sub> gerados. Tal compensação poderá ser realizada tomando como referência as opções descritas nesta Nota Técnica, ou ainda, em outros projetos apresentados para avaliação da CGPEG.

Além disso, empreendimentos com altas taxas de emissões de GEE deverão compensar parcial ou integralmente suas emissões de Gases de Efeito Estufa. Esta avaliação será realizada com base nas estimativas de emissões de GEE apresentadas nos respectivos EIA/RIMA das atividades.

Atividades que não atinjam o índice de utilização de gás utilizado (IUGA) de 97% conforme determinado pela Portaria ANP n° 249/2000 deverão compensar integralmente tais emissões, até que se atinja o IUGA de 97%, incluindo-se aí o período de comissionamento das instalações.

Adicionalmente, devem ainda ser consideradas como fontes de emissão de GEE para efeitos de compensação ambiental as demais queimas não produtivas realizadas, assim como a ventilação de CO<sub>2</sub> associado diretamente para a atmosfera. Os motivos para essas queimas e ventilações não produtivas podem ser decorrentes da quebra de compressores e falhas nos sistemas de reinjeção ou pela falta de estrutura (gasodutos e oleodutos) que poderiam exportar tais produtos para refino no continente.

Entretanto, não são contabilizadas como emissões sujeitas a medidas compensatórias de emissões de GEE as queimas realizadas para produção de energia para as unidades quando esta for a opção mais relevante ambientalmente, assim como aquelas utilizadas para a locomoção das unidades móveis, uma vez que tais emissões são indispensáveis à realização

das atividades. Também não são contabilizadas para efeito de medidas compensatórias de emissões àquelas provenientes da corrente de CO<sub>2</sub>, presente no gás advindo da formação que esteja em concentração menor a 1,5% M/M.

Ressalta-se que é desconsiderada para efeito de compensação ambiental de emissões, no caso específico dos Testes de Longa Duração (TLD), as emissões geradas pelo gás natural queimado, quando o volume de queima for de, no máximo, 500.000 metros cúbicos de gás natural por dia, pelo período máximo de três meses, quando assim considerar possível o licenciamento da atividade.

#### **5.1.5.2. Compensação direta em projetos de restauração florestal/reflorestamento**

Esta é a atividade preferencial para utilização em projetos de compensação de emissões de GEE. Consiste no plantio de mudas de espécies de vegetação nativa em áreas adquiridas ou incorporadas pelo empreendedor, ou em áreas de domínio público federal, estadual ou municipal, que tenham indicação para e condições de receber projetos de reflorestamento/restauração florestal, respeitadas as regulações cabíveis (planos de manejo das unidades de conservação, quando for o caso e demais instruções dos órgãos ambientais da esfera responsável).

#### **5.1.5.3. Doações para fundos financeiros**

Dentro desta linha de ação são consideradas doações para Fundos Financeiros, como o Fundo Amazônia ou ainda outros fundos pertinentes voltados para o fomento de projetos de reflorestamento e/ou desmatamento evitado ou ainda projetos objetivando a redução do desmatamento.

#### **5.1.5.4. Mecanismos de Mercado**

Dentro desta linha de ação é considerada a obtenção de créditos de carbono no mercado financeiro, com preço mínimo de cinco dólares americanos para cada tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente a ser compensado.

Para aprovação da compensação através de mecanismos de mercado é necessário que os projetos sejam da linha do mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) e outros reconhecidos pelo Governo Federal, desenvolvidos em território nacional e ainda, que possuam de maneira inequívoca, caráter de adicionalidade e emissões evitadas mensuráveis.

Além disso é importante ainda ressaltar que tais créditos ou reduções certificadas de emissões (RCE) deverão ser cancelados após a compra, para que não possam ser vendidos posteriormente, transferindo o bônus em emissões para a empresa adquirente destes créditos. Portanto, após a compra, estes créditos devem ser retirados do mercado.

#### **5.1.5.5. Outras formas de compensação**

Outros projetos de compensação de emissões de GEE não descritos anteriormente serão avaliados e poderão ser aprovados por esta Coordenação.

Para que um projeto ou ação de compensação de emissões seja aprovado por esta coordenação, este deverá observar os critérios de adicionalidade e contabilização das emissões compensadas, além de possuir relevância ambiental e demonstrar os possíveis impactos da atividade/projeto.

#### **5.1.5.6. Critérios para a implementação de projetos de compensação**

Para efeito da compensação ambiental da emissão dos GEE, aplica-se o critério da progressividade entre as formas de compensação anteriormente estabelecidas, da seguinte forma.

A prioridade em relação aos projetos de compensação deve ser dada aos projetos de reflorestamento/restauração florestal. Caso esta opção não seja suficiente, ou não estiver disponível, a depender da escala do projeto e do volume de geração de emissões, além de outros fatores diretamente ligados às emissões atmosféricas no projeto em licenciamento, os aportes financeiros aos fundos de fomento a projetos de reflorestamento/desmatamento evitado, devem ser a segunda opção.

Caso ainda em função das condições citadas acima, as opções pelo reflorestamento ou os aportes aos fundos de fomento a projetos de reflorestamento/desmatamento evitado não forem suficientes ou plenamente aplicáveis para a compensação dos GEE emitidos, disponibiliza-se a opção pela compensação através dos mecanismos de mercado.

Em todos os casos, é necessária a aprovação prévia dos projetos de compensação e a verificação após a execução para comprovação ao órgão ambiental de sua plena efetivação.

#### **5.1.5.7. Quantitativos mínimos de compensação**

Fica estabelecido para os casos em que se faça necessária a compensação parcial das emissões, o quantitativo mínimo a ser compensado dentre as opções explicitadas anteriormente.

Caso a opção para a compensação seja através de projetos de reflorestamento/restauração florestal, o quantitativo mínimo a ser compensado é de 15% do total dos GEE emitidos, medidos em CO<sub>2</sub> equivalentes, de todas as emissões para as quais for exigida compensação, durante o período em que ocorrer a atividade.

Já para a realização de aportes financeiros para fundos de fomento ao reflorestamento ou a projetos de desmatamento evitado, é necessário compensar no mínimo 30% do total de emissões de GEE, medidos em CO<sub>2</sub> equivalente de todas as emissões para as quais for exigida compensação, durante o período em que ocorrer a atividade.

Nos casos em que a compensação for realizada exclusivamente através de mecanismos financeiros, como a compra de reduções certificadas de emissões, fica estabelecido o quantitativo mínimo de compensação de 60% do total de emissões de GEE, medidos em CO<sub>2</sub> equivalente de todas as emissões para as quais for exigida compensação, durante o período em que ocorrer a atividade.

#### **5.1.6. Monitoramento de emissões**

Em casos de volumes de emissões expressivos devido ao grande volume de hidrocarbonetos produzidos pelo empreendimento, pelo uso de combustíveis atípicos, por características especiais do óleo e/ou do gás produzido, ou ainda em casos de plantas de processo que possuem características específicas e que possam apresentar um padrão diferente de emissões, assim como nos demais casos em que as emissões possam ser expressivas ou em padrões diferenciados para o setor, poderá ser exigido o monitoramento das emissões na fonte.

#### **5.1.7. Acompanhamento**

##### **5.1.7.1. Pré-licença**

Previamente à concessão da licença ambiental, deverão ser apresentados no EIA do empreendimento as estimativas de emissões do mesmo, baseado nas fontes de emissões



constantes no Anexo I deste documento. Estas estimativas serão avaliadas por esta Coordenação Geral.

Também deverão ser apresentadas no EIA as medidas mitigadoras a serem adotadas pelo empreendimento, de modo que as emissões sejam apenas aquelas consideradas essenciais para a realização das atividades, minimizando as queimas não produtivas a um patamar mínimo, a ser avaliado durante o licenciamento.

#### **5.1.7.2. Pós-licença**

Após a concessão da licença ambiental, o empreendedor deverá seguir todas as premissas desta Nota Técnica, encaminhando à CGPEG os inventários de emissões, e nos casos de empreendimentos de longa duração, as metas de redução de emissões. Nesta etapa do pós-licença, ocorre o acompanhamento da implantação da gestão das emissões atmosféricas.

Além disso, nesta fase serão acompanhados os inventários de emissão de GEE, as metas de redução de emissões e implementação dos projetos de mitigação e/ou compensação, quando houver, e o acompanhamento das demais atividades, de maneira documental e/ou presencial.

#### **5.1.8. Renovação da licença ambiental**

Quando da solicitação de renovação da licença ambiental de qualquer empreendimento de Pesquisa Sísmica, de Perfuração e de Produção & Escoamento, a GPEG no que diz respeito à gestão das emissões atmosféricas, realizará uma análise da empresa em relação ao empreendimento em questão. Desta forma, serão avaliados a aplicação das diretrizes desta Nota Técnica pela empresa, o comprometimento em atingir as metas de redução de emissões estabelecidas pela própria empresa, quando couber; as análises dos inventários de emissões anuais ou encaminhados ao fim das atividades; e as demais observações realizadas através dos documentos e vistorias quando forem realizadas.

#### **5.1.9. Considerações finais**

O objetivo desta Nota Técnica é estabelecer as diretrizes da Coordenação Geral de Petróleo e Gás (CGPEG), da diretoria de licenciamento do IBAMA (DILIC/IBAMA), quanto à gestão das emissões de gases de efeito estufa dos empreendimentos marítimos de petróleo e gás realizados na costa brasileira. Esta é uma medida exigida como condicionante das licenças ambientais, e que visa mitigar os impactos globais dos respectivos empreendimentos em relação às mudanças climáticas em curso, atendendo assim à Política Nacional do Meio Ambiente e à Instrução Normativa IBAMA nº 12/2010, que exige que o IBAMA considere a questão dos GEE em todos os processos de licenciamento conduzidos por esta autarquia federal.

Para os casos específicos que surgirem assim como àqueles não contemplados pelas diretrizes aqui expostas por esta Nota Técnica, será realizado uma análise individualizada por esta Coordenação Geral.

Portanto, a presente padronização do tratamento da questão das emissões de gases de efeito estufa visam contribuir para a redução das emissões de maneira geral no setor e propiciar maior agilidade nas análises referentes a essa questão. Ao longo dos próximos anos, espera-se construir uma base de dados sólida, que permita comparar as emissões entre as diferentes tipologias de empreendimentos, entre os empreendimentos de uma Bacia e entre as diferentes Bacias, de forma que subsidie uma gestão ainda mais efetiva destas emissões, e maior padronização das diretrizes aqui iniciadas.

Além disso, fica prevista a revisão da presente Nota Técnica, a qualquer tempo conforme necessidade, para que a experiência e a base de dados acumulada, assim como o

constante diálogo com as empresas do setor possam trazer avanços ainda maiores em direção a um setor eficiente em relação às suas emissões atmosféricas de gases de efeito estufa.

## **5.2. Estudo de Caso Reflorestamento Parque Estadual da Pedra Branca**

### **5.2.1. Introdução**

Durante o processo de Licenciamento Ambiental do Teste de Longa Duração<sup>5</sup> (TLD) do Campo Petrolífero de Tupi na Bacia de Santos, posteriormente renomeado para Campo de Lula, realizado pela Petrobras, destacaram-se as estimativas do grande volume de emissões de Gases de Efeito Estufa a serem emitidas.

Este grande volume de emissões estimadas para o empreendimento seria resultado de três aspectos principais. O primeiro deles é a falta de estrutura para escoamento do gás natural produzido, devido à inexistência de gasoduto para tal fim. O segundo é a alta proporção de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) presente na formação, muitas vezes superior à proporção deste gás em campos de petróleo do pós-sal. O terceiro motivo é a realização dos testes de vazão de óleo e gás dos poços, que impedem a reinjeção dos gases produzidos, uma vez que tal reinjeção resultaria em alterações nos parâmetros de vazão de poço, que estavam sendo testados, antes mesmo da declaração de comercialidade do Campo e da produção de petróleo a ser desenvolvida posteriormente, o que gera a queima de todo o gás produzido e a ventilação do CO<sub>2</sub> associado diretamente para a atmosfera.

Dessa forma, a Coordenação Geral de Petróleo e Gás, pertencente à Diretoria de Licenciamento Ambiental do IBAMA (CGPEG/DILIC/IBAMA) solicitou que parte das emissões de GEE deste empreendimento fossem compensadas parcialmente. A compensação se daria através de projeto exclusivo para esse fim, e de relevância ambiental, a ser avaliado e submetido à aprovação do órgão ambiental. Assim, foi apresentado ao IBAMA e aprovado pelo mesmo o projeto “Restauração Florestal no Parque Estadual da Pedra Branca – Setor Piraquara – Rio de Janeiro/RJ”, objeto de análise deste estudo de caso.

O objetivo deste estudo de caso é avaliar o contexto do projeto, seu desenvolvimento e evolução, assim como avaliar a efetividade de tal projeto como medida compensatória de emissões de Gases de Efeito Estufa através da captura e sequestro do carbono atmosférico em biomassa vegetal. Tal avaliação poderá ainda servir de base para a aprovação ou reprovação de projetos vindouros do mesmo tipo.

### **5.2.2. Contexto e histórico**

#### **5.2.2.1. TLD de Tupi e suas emissões de GEE**

De acordo com a Portaria nº 422/2011 (MMA, 2011), os Testes de Longa Duração são testes de poços, realizados durante a fase de exploração, com a finalidade precípua de obtenção de dados e informações para conhecimento dos reservatórios, com tempo total de fluxo superior a 72 (setenta e duas) horas. Desta forma, os TLDs são importantes para avaliar questões como o potencial e as condições gerais de um reservatório de petróleo e gás, em uma dada localidade. As informações obtidas nesta etapa permitem definir as condições futuras para a extração dos hidrocarbonetos e de comercialidade do Campo.

---

<sup>5</sup> Testes de Longa Duração (TLD): São testes de formação com tempo de duração maior que nos testes convencionais, com tempos totais de fluxo superiores a 72 horas, realizados durante a Fase de Exploração, com a finalidade exclusiva de obter dados e informações para conhecimento do comportamento dos reservatórios e dos fluidos durante a produção (MMA, 2011).

De acordo com os dados do Estudo de Impacto Ambiental - EIA (ICF, 2008), a área de Tupi está localizada no bloco BM-S-11, na Bacia de Santos, a cerca de 280 km da costa, em frente ao município do Rio de Janeiro (Figura 1). O bloco foi arrematado pela Petrobras na 12ª Rodada de Licitações da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), realizada no ano de 2000.

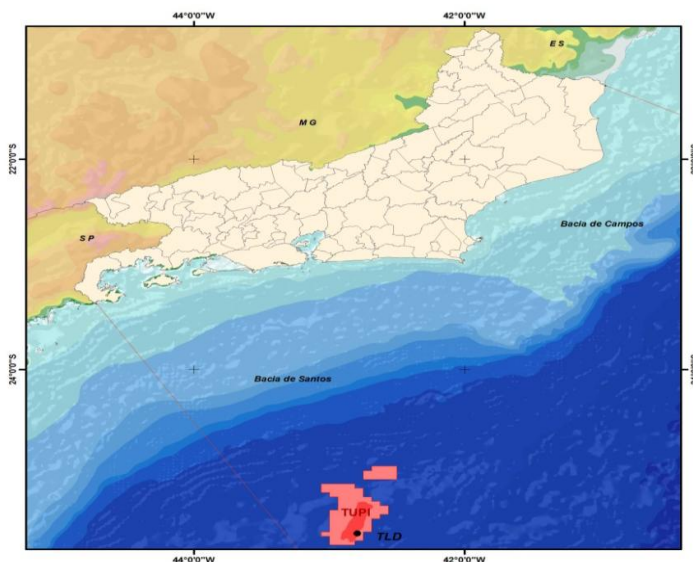


Figura 1: Mapa com a Localização do TLD de Tupi

Fonte: ICF, 2008

O TLD foi realizado com a utilização de dois poços (3-RJS-646 e P1) a aproximadamente 2.150 metros de profundidade, com duração de aproximadamente 15 meses.

A Unidade Estacionária de Produção (UEP) utilizada foi a FPSO<sup>6</sup> BW Cidade de São Vicente, com capacidade de processamento de 300.000 barris de petróleo por dia (bpd) e 1 MM m<sup>3</sup>/d (milhões de metros cúbicos por dia) de gás. Apesar de ser uma Unidade preparada para a separação de água de produção em separador trifásico, não houve previsão de ocorrência de água produzida no TLD de Tupi.

A queima de gás natural produzido na UEP FPSO BW Cidade de São Vicente atingiu 500.000 m<sup>3</sup> diários, sendo essa uma quantidade expressiva quando comparada a outros empreendimentos de Exploração e Produção de Petróleo e Gás. Além disso, o gás da área de Tupi apresenta de acordo com o EIA apresentado ao IBAMA (ICF, 2008) percentual de 8,24% de CO<sub>2</sub> associado. Este CO<sub>2</sub> foi ventilado diretamente para a atmosfera através do *flare* (tocha) da Unidade. Além destes gases emitidos devem-se considerar também as emissões fugitivas, que podem ser consideradas de maneira conservativa em valores estimados entre 2 e 5% de emissões (ARPEL, 1998 e *The Oil Industry International Exploration & Production Forum*, 1994), devido à ineficiência da queima nos *flares* e escapes de válvulas. A Tabela abaixo consolida o total de emissões do TLD de Tupi (Tabela 2).

Tabela 2. Emissões estimadas de GEE durante o TLD do Campo de Tupi

<b>GEE</b>	<b>Total produzido no TLD do Campo de Tupi</b>
------------	--

<sup>6</sup> FPSO – *Floating Production, Storage and Offloading vessel* – embarcação flutuante para produção, armazenamento temporário e escoamento do óleo via navio aliviador.

	(em Toneladas)
CO <sub>2</sub>	578.160
CH <sub>4</sub>	6.822
NO <sub>x</sub>	793

Fonte: ICF, 2008a

### 5.2.2.2. Contexto político e surgimento do projeto de restauração florestal

O TLD de Tupi foi o primeiro empreendimento de produção de petróleo e gás realizado na camada geológica do pré-sal<sup>7</sup>. Tupi é um empreendimento pioneiro nessa nova fronteira, devido as dificuldade técnicas de se ultrapassar a grande camada de sal até chegar aos reservatórios de hidrocarbonetos. Desta forma, havia grande preocupação por parte da empresa operadora do campo, do órgão ambiental, do Ministério Público e da sociedade, quanto aos impactos ambientais efetivos e potenciais dessas atividades.

Além disso, foram realizadas audiências públicas previamente à concessão da licença ambiental, nas quais as questões relativas aos impactos ambientais do empreendimento foram abordadas. Dentre as questões levantadas, esteve presente a preocupação com as emissões de GEE e o que seria feito para mitigar e/ou compensar essas emissões.

Atento a essa questão, o IBAMA exigiu a elaboração de um projeto para compensação parcial das emissões, devido à impossibilidade da implementação de medidas mitigadoras tecnicamente viáveis aplicáveis ao TLD. A impossibilidade de aplicação de medidas mitigadoras deveu-se à não construção de gasodutos para escoamento do gás natural produzido até que se comprovasse a viabilidade financeira do poço. Também não poderia ser realizada a reinjeção do gás produzido, pois este procedimento influenciaria a vazão dos poços, que ainda estavam em análise durante os 15 meses de realização do TLD.

Adicionalmente, durante os trâmites do processo de licenciamento ambiental do empreendimento, que podem durar até 12 meses, a Secretaria de Estado e Ambiente (SEA) e o Instituto Estadual do Ambiente (INEA) lançaram o Parque do Carbono. De acordo com as informações do sítio eletrônico do Instituto Estadual do Ambiente (INEA, 2011), o Parque do Carbono foi desenvolvido com o objetivo de estabelecer parcerias entre a iniciativa privada e o governo estadual para a compensação de emissões de gases de efeito estufa por meio do reflorestamento de áreas degradadas do Parque Estadual da Pedra Branca.

Dentro desse contexto foi firmada a parceria entre a Petrobras, o Instituto Bioatlântica (IBIO), que elaborou e acompanhou a posterior execução do projeto, e o INEA, responsável pela área do projeto de reflorestamento no Parque Estadual da Pedra Branca, uma vez que a área é uma Unidade de Conservação Estadual. Desta forma, o Parque do Carbono foi uma solução considerada tecnicamente embasada e potencialmente relevante ambientalmente para a compensação parcial das emissões de GEE do TLD de Tupi, tanto pela Petrobras, quanto pelo IBAMA, que aprovou a realização do mesmo.

### 5.2.3. O projeto de restauração florestal

#### 5.2.3.1. O Parque estadual da Pedra Branca

O Parque Estadual da Pedra Branca foi criado, por meio da Lei Estadual nº 2.377, de 28 de junho de 1974, que determina que todas as áreas do Maciço da Pedra Branca localizadas

<sup>7</sup> Rocha-reservatório *offshore* localizada abaixo de uma densa camada de sal com cerca de 2 mil metros. Fica a mais de 7 mil metros de profundidade ocupando uma área de 800 quilômetros quadrados de extensão que vai do Espírito Santo a Santa Catarina numa faixa de 200 km de largura, sua reserva estimada está em 50 bilhões de barris (boe). Os campos até hoje descobertos do pré-sal são: Tupi, Carioca, Bem-te-vi, Guará, Parati, Iara, Caramba, Ogun, Júpiter e Sagitário.

acima da cota de 100 metros de altura, são áreas pertencentes ao Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB) (INEA, 2008). Esta Unidade de conservação possui área de 12.500 hectares de superfície, sendo uma das maiores extensões florestadas em área urbana do mundo (Figura 2).



Figura 2: Localização do Parque Estadual da Pedra Branca na Cidade do Rio de Janeiro.

Fonte: MESQUITA et al., 2009

Em relação ao estado de conservação da Unidade de Conservação (UC), é possível constatar que as faces leste e sul (entre os bairros de Jacarepaguá e Grumari) concentram as maiores extensões de florestas, enquanto no trecho norte e noroeste, entre os bairros de Vila Valqueire e Campo Grande, há dominância de pastagens e áreas degradadas, resultado dos ciclos econômicos da cana-de-açúcar e do café (MESQUITA *et al.*, 2009). Em vista disso, com o objetivo de recuperar essas áreas o INEA desenvolveu o projeto Parque do Carbono.

O Bioma da região é a Mata Atlântica. O clima da região é tipicamente quente e úmido com temperaturas rigorosas no verão, período em que normalmente se concentram os maiores índices pluviométricos, enquanto o inverno é tipicamente mais seco. A pluviosidade anual varia entre 1.500 e 2.500mm (INEA, 2008).

### 5.2.3.2. Objetivo e contextualização

O objetivo do projeto é a restauração de uma área de 204 ha do PEPB em um setor degradado do parque, voltado para o bairro de Realengo, denominado Setor Piraquara. Desta forma, baseado em estimativas, o Projeto proporcionaria a retirada de aproximadamente 60.000 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente da atmosfera, em um prazo de 30 anos. Conseqüentemente, baseado nas estimativas, esse total representaria uma compensação de

aproximadamente 10% das emissões do TLD de Tupi (Tabela 3).

Esta estimativa se baseia nos dados de Siqueira e Mesquita (2007), que determinaram o valor médio de retirada de 290 toneladas de carbono equivalente por hectare, o qual tem sido registrado em parcelas permanentes de monitoramento e restauração florestal na Mata Atlântica.

Tabela 3. Estimativa da evolução do estoque de carbono

<b>Quinquênio</b>	<b>Carbono (Ton) armazenado no período.</b>	<b>Carbono (Ton) acumulado na Biomassa Florestal.</b>
Ano 1 ao ano 5	7.200	7.200
Ano 6 ao ano 10	10.250	17.450
Ano 11 ao ano 15	13.054	30.504
Ano 16 ao ano 20	13.055	43.559
Ano 21 ao ano 25	9.800	53.359
Ano 26 ao ano 30	7.351	60.710

Fonte: MESQUITA *et al.*, 2009

O projeto teve sua concepção desenvolvida pela ONG Instituto Bioatlântica, e tem as atividades de replantio coordenadas por esta, e executadas pela cooperativa Coopbabilônia. O INEA assinou um termo de cooperação técnica e garante a proteção aos limites da UC, e o serviço de Guarda-Parques, constituído por funcionários do Corpo de Bombeiros que trabalham especificamente em UCs para o combate a incêndios. Além disso, há o comprometimento de todas as partes envolvidas de que a área será mantida pelos 30 anos do Projeto, para garantir o sequestro do carbono atmosférico na biomassa da vegetação da área envolvida (Figura 3).

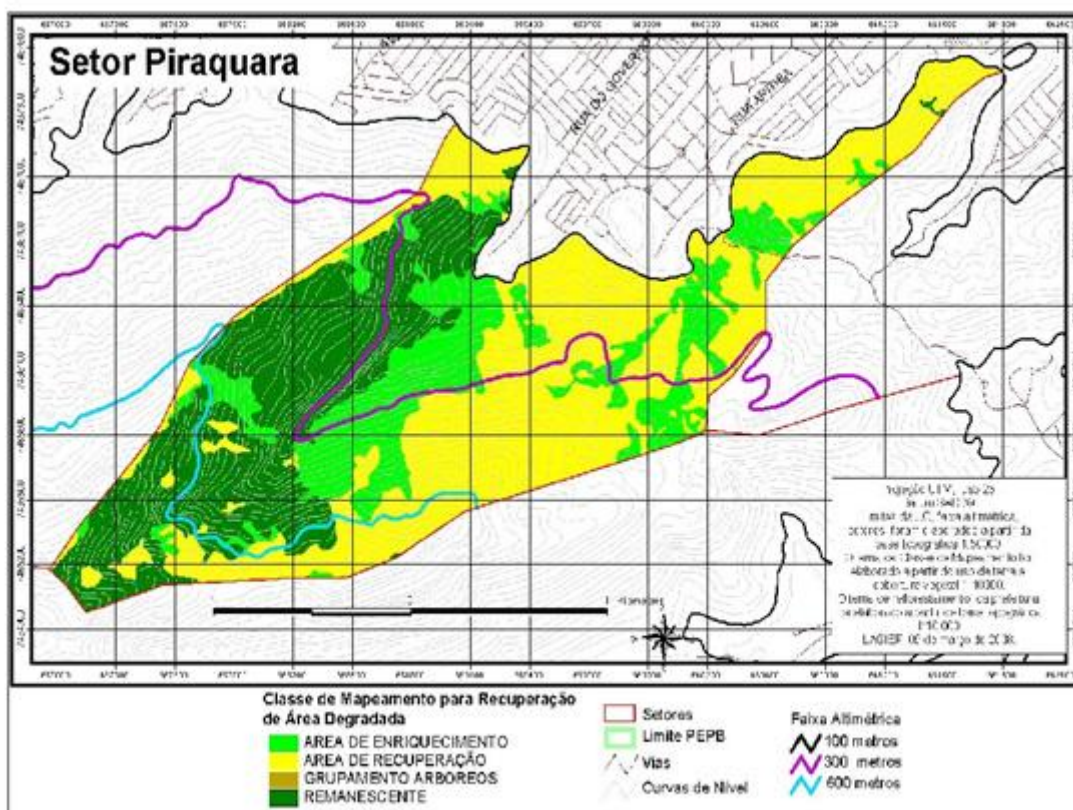


Figura 3: Setor Piraquara do Parque Estadual (204 hectares).

Fonte: MESQUITA *et al.*, 2009

Dentro dos resultados indiretos esperados para o projeto destacam-se: (i) a melhoria da qualidade ambiental e estabilidade ambiental da região, com reestabelecimento dos serviços ambientais fornecidos pela área florestada; (ii) a formação de corredores entre fragmentos degradados, fragmentados e isolados; (iii) a recuperação da paisagem natural na área outrora utilizada como pastagem; (iv) a redução da erosão e maior controle de enchentes e enxurrada nos bairros do entorno da Unidade de Conservação; (v) a melhoria da efetividade do manejo da UC, especialmente no Setor do projeto, para que as áreas replantadas não sejam novamente degradadas; e (vi) a amenização do microclima local.

### 5.2.3.3. Metodologia do reflorestamento e espécies utilizadas

A tecnologia de restauração florestal do Projeto foi baseada na tecnologia desenvolvida pelo Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo (LERF/Esalq/USP) denominada "Marco referencial do pacto pela restauração da Mata Atlântica" (LERF, 2009). O pacto pela Mata Atlântica é composto por 135 membros, sendo 85 representantes de ONGs e Colegiados, 28 órgãos governamentais, 16 da iniciativa privada e seis instituições de pesquisa, o que demonstra o quão o referencial teórico do mesmo é amplamente aceito pelos principais participantes da restauração da Mata Atlântica, bioma mais ameaçado do Brasil e uma das florestas tropicais mais ameaçadas do mundo (RODRIGUES *et al.*, 2009).

De acordo com esta metodologia, os indivíduos já presentes na área identificados como espécies nativas da Mata Atlântica foram protegidos e adubados. Em adição, utilizou-se mudas de espécies nativas, em espaçamento de 2 X 2 metros. A previsão inicial foi de um

plântio em densidade equivalente a 2.300 mudas por hectare, o que totalizaria 470.000 mudas nos 204 hectares do projeto.

O marco referencial utilizado como modelo metodol3gico para essa restauraç3o florestal divide as mudas em dois tipos: esp3cies de preenchimento e esp3cies de diversidade. As esp3cies de preenchimento s3o 3quelas pioneiras, com aptid3o fisiol3gica para crescer a pleno sol, de r3pido crescimento em altura e em abertura de copa, essas esp3cies formar3o a sombra e ajudar3o na formaç3o do microclima necess3rio ao crescimento das esp3cies de diversidade. J3 as esp3cies de diversidade s3o aquelas de crescimento mais lento e/ou pouca abertura de copa, entretanto, s3o esp3cies fundamentais para garantir o equil3brio ambiental da 3rea plantada. Essas esp3cies contribuem para a manutenç3o do equil3brio ambiental, uma vez que substituir3o gradualmente as do grupo de preenchimento, quando estas entrarem em senesc3ncia, e ocupar3o em definitivo as 3reas restauradas, e assim garantem a conduç3o do crescimento e da sucess3o ecol3gica de forma mais estruturada e sustent3vel.

No grupo das esp3cies classificadas como de “preenchimento”, foram implantadas, as seguintes esp3cies: *Aegyphilla sellowiana*; *Cybistax antisiphilitica*; *Croton floribundus*; *Enterolobium contortisiliquum*; *Erytrina speciosa*; *Guarea trichilioides*; *Joannesia princeps*; *Luehea grandiflora*; *Mimosa artemisiana*; *Mimosa bimucronata*; *Schinus therebinthifolius*; *Senna macranthera*; *Senna multijuga*; *Sparattosperma leucanthum*; *Spondias dulcis*; *Trema micrantha*; *Miconia cinnamomifolia*; *Genipa americana*; dentre outras (AP3NDICE B).

No grupo das esp3cies classificadas como de “diversidade”, implantou-se as esp3cies: *Alchornea glandulosa*; *Anadenanthera colubrina*; *Bombacopsis glabra*; *Caesalpineia ferrea*; *Caesalpinia peltophoroides*; *Cedrela fissilis*; *Centrolobium tomentosum*; *Chorisia speciosa*; *Colubrina glandulosa*; *Cordia sellowiana*; *Cordia superba*; *Cordia trichotoma*; *Cytharexylum mirianthum*; *Eugenia uniflora*; *Gallesia gorazema*; *Gochnatia polymorpha*; *Hymenaea courbaril*; *Inga edulis*; *Inga uruguensis*; *Jacaranda puberula*; *Jacaratia spinosa*; *Peltophorum dubium*; *Piptadenia gonoacantha*; *Pseudobombax grandiflorum*; *Psidium guajava*; *Schizolobium parahyba*; *Spondias l3tea*; *Tabebuia crysotrycha*; *Tabebuia heptaphylla*; *Tabebuia SP*; *Tibouchina granulosa*; *Lecythis pisonis*; *Lafoensia glyptocarpa*; *Pterocarpus violaceus*; *Myrciaria trunciflora*; *Marlierea edulis*; *Cupania vernalis*; *Eugenia brasiliensis*; dentre outras (AP3NDICE C).

#### 5.2.3.4. Conduç3o e manejo do reflorestamento

A operacionalizaç3o dos plantios pela equipe de reflorestadores foi realizada atrav3s das seguintes operaç3es: roçada, controle de formigas cortadeiras, coroamento manual, abertura de berços, adubaç3o e plantio.

A roçada objetivou eliminar as gram3neas presentes na 3rea, especialmente o capim coloni3o (*Panicum maximum*) e o capim rabo de burro (*Melinis minutiflora*), uma vez que estas s3o esp3cies de gram3neas africanas ex3ticas invasoras e de r3pido crescimento, que competem com as mudas por luz, 3gua e nutrientes. Desta forma, podem prejudicar e impedir o crescimento das mudas, e em alguns levar 3 morte das mesmas (Figura 4).





Figura 4: Preparação da área a ser plantada

Fonte: PETROBRAS, 2012a

O controle de formigas cortadeiras foi realizado através de distribuição de iscas formicidas, para impedir que as formigas cortem as folhas das mudas, prejudicando as taxas de sobrevivência e crescimento.

Já o coroamento manual foi realizado retirando com enxada toda a vegetação no raio de 50 cm ao redor das mudas em crescimento e dos berços de plantio. Essa prática, tinha como objetivo impedir a competição por água, luz e nutrientes de outras espécies com as mudas. Esta etapa foi realizada de modo a respeitar as curvas de nível da encosta.

Em relação à abertura dos berços de plantio foi realizada através de realização de cova com medidas mínimas de 30 x 30 x 30 cm (largura, comprimento e profundidade), o que proporcionou um espaçamento ideal para a introdução da muda. Os berços de plantio respeitaram o espaçamento de 2 x 2 m ou 3 x 3 m, dependendo do objetivo, adensamento ou enriquecimento, respectivamente (Figura 5).

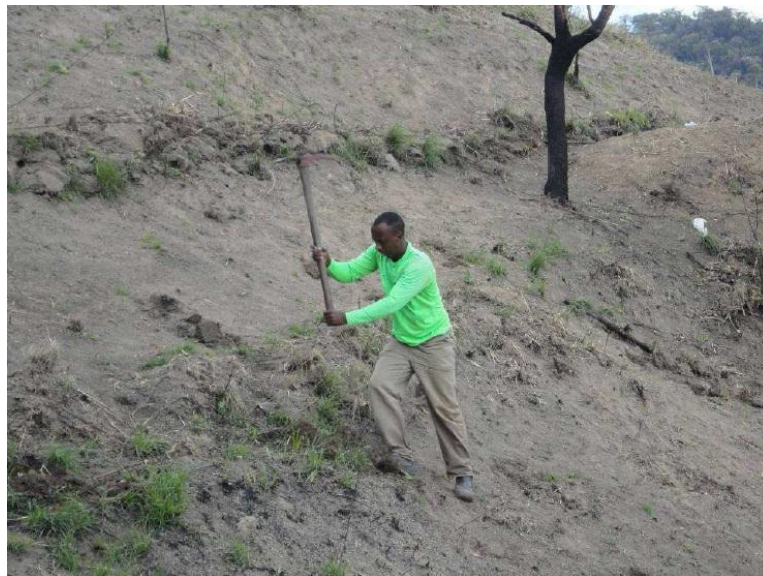


Figura 5: Preparo da área para plantio, marcação em nível e abertura dos berços de plantio

A etapa de adubação consistiu na mistura do solo do berço de plantio aos fertilizantes utilizados para proverem os micronutrientes adequados ao crescimento das mudas. No projeto foram utilizados fertilizantes químicos (NPK – Nitrogênio, fósforo e potássio), e orgânicos obtidos a partir dos resíduos orgânicos produzidos na cidade do Rio de Janeiro.

A última etapa consistiu no plantio da muda propriamente dita, e este foi realizado respeitando as marcações realizadas a partir do coroamento previamente estabelecido, com uma linha de espécies de preenchimento e uma linha com espécies de diversidade. No caso de morte das mudas, as mesmas eram substituídas na etapa de manutenção (Figura 6).



Figura 6: Muda plantada

Fonte: Acervo pessoal do autor

#### **5.2.3.5. Indicadores de desempenho**

Para o acompanhamento da efetividade do Projeto foram propostos alguns indicadores de desempenho como forma de avaliar semestralmente os avanços e dificuldades do reflorestamento, conforme abaixo. O recorte temporal utilizado para esta avaliação compreendeu o período entre setembro de 2010, quando o reflorestamento começou de fato, até setembro de 2013, último relatório de acompanhamento do projeto enviado e avaliado pelo órgão ambiental.

Área Plantada (AP): acompanha a área efetivamente plantada em hectares. Este indicador foi acompanhado semestralmente através do seu valor absoluto e em termos de porcentagem total do projeto a ser realizado (204 hectares). O projeto inicial previa a conclusão de toda a área plantada em dois anos, o que não se concretizou conforme será demonstrado na avaliação da implementação do mesmo.

Quantitativo de mudas plantadas e densidade de mudas: Acompanha o quantitativo de mudas plantadas ao longo de cada semestre e o valor cumulativo destas, que deverá alcançar o valor de referência de 470.000 mudas ao longo dos 204 hectares do Projeto. Essa área plantada garantirá a captura e sequestro das 60.000 toneladas de carbono da atmosfera, conforme

estimado inicialmente pelo Projeto. Foi acompanhada também a densidade de mudas plantadas por hectare, uma vez que para garantir que todas as mudas previstas sejam plantadas, é necessário atingir a densidade de 2.300 mudas por hectare.

Taxa de sobrevivência das mudas (S%): Percentual de sobrevivência das mudas plantadas, medido trimestralmente, por meio da contagem direta, em campo, das mudas mortas. A taxa de sobrevivência será dada pela relação:

$$S\% = 100 - [(MM / MP) * 100]$$

em que,

S% = Taxa de sobrevivência, em porcentagem

MM = número de mudas mortas no período

MP = número total de mudas plantadas no período

Ressalta-se que o Projeto previa taxa de sobrevivência das mudas em torno de 80% após o primeiro plantio de acordo com a metodologia utilizada.

#### **5.2.4. Avaliação da implantação**

Este item avalia a evolução do projeto em termos qualitativos e quantitativos a cada semestre de implementação, com foco nos principais pontos positivos e avanços, principais dificuldades encontradas, índices de desempenho e na avaliação do órgão ambiental a respeito de cada um dos relatórios semestrais de desempenho encaminhados.

##### **5.2.4.1. Principais avanços<sup>8</sup>**

O período inicial do Projeto de Reflorestamento foi marcado pela contratação de mão de obra de reflorestadores, através da Cooperativa Coopbabilônia, e também pelo treinamento e capacitação dos mesmos. Além disso, foi planejada a instalação de quatro reservatórios de água para serem utilizados em situações emergenciais como os incêndios florestais e os períodos de secas prolongadas.

Foi realizado processo seletivo de 42 reflorestadores para trabalhar na região. Para tanto, foi dada prioridade à contratação de mão de obra local, preferencialmente com experiência prévia em atividades de reflorestamento. Porém, essa não era uma restrição para a contratação, uma vez que também foram realizadas atividades de treinamento e adaptação dos funcionários ao tipo de serviço a ser empreendido na região.

Adicionalmente foram criados abrigos para os funcionários se protegerem da insolação excessiva e das chuvas nos momentos de descanso e para o horário de almoço (Figura 7). Além disso, foram montadas duas áreas de espera para o recebimento e acondicionamento correto das mudas antes do plantio, uma na subsede Piraquara da UC, com capacidade para 5.000 mudas (Figura 8); outra próxima às primeiras áreas de plantio, onde as mudas podiam permanecer de um a três dias antes de serem plantadas. Também foi realizado o planejamento para a instalação de um novo viveiro de espera em campo, com capacidade para 25.000 mudas, o suficiente para o plantio de 10 hectares, no qual as mudas poderiam ser aclimatadas e rustificadas (Figura 9), e assim, aumentar sua capacidade de sobrevivência após o plantio. O viveiro de espera já conta com o planejamento de uma área anexa com capacidade para mais 7.000 mudas.

---

<sup>8</sup> As informações contidas no item 5.2.4.1 são baseadas na compilação dos dados contidos nos Relatórios Semestrais das Atividades do Projeto de Reflorestamento encaminhadas ao IBAMA pela operadora PETROBRAS cujas referências são: PETROBRAS, 2011a; PETROBRAS, 2011b; PETROBRAS, 2012a; PETROBRAS, 2012b; PETROBRAS, 2013a; PETROBRAS, 2013b.



Figura 7: Abrigo móvel para os reflorestadores do projeto

Fonte: PETROBRAS, 2011<sup>a</sup>



Figura 8: Viveiro Espera na sede do PEPB.

Fonte: PETROBRAS, 2011a



Figura 9: Viveiro de rustificação próximo ao plantio

Fonte: Acervo pessoal do autor

Além disso, foi realizada negociação com empresa responsável pela instalação de quatro reservatórios que fizeram parte do sistema de proteção e combate a incêndios florestais por captação de recursos hídricos. Além da função principal de auxílio ao combate de incêndios florestais, os reservatórios foram usados complementarmente para a irrigação emergencial das áreas plantadas ou em preparação durante os períodos de estiagens prolongadas. Em maio de 2011 os reservatórios encontravam-se plenamente instalados e em funcionamento. (Figuras 10 e 11).



Figura 10: Reservatório fechado

Fonte: PETROBRAS, 2011b

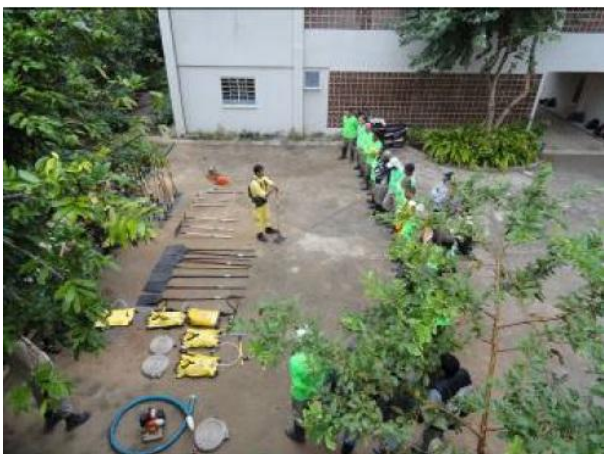


Figura 11: Reservatório aberto

Fonte: PETROBRAS, 2011b

Foram comprados de burros de cangalha para a realização do transporte das mudas, ferramentas e demais insumos necessários ao replantio. Essa medida foi tomada para diminuir o desgaste físico dos funcionários do reflorestamento, uma vez que as áreas íngremes comuns na região e o peso dos insumos a serem carregados refletiram diretamente no rendimento dos mesmos no restante dos dias de trabalho, e dessa forma, na eficiência do Projeto como um todo.

Outro importante avanço do projeto foi a realização do treinamento das equipes (Figuras 12 e 13), uma eficiente medida de prevenção e combate aos incêndios florestais que foram bastante frequentes durante a execução da restauração florestal. Outra medida implementada para prevenir os incêndios florestais, foi o sistema de plantão noturno e durante finais de semana e feriados pelas equipes de guarda-parque do PEPB.



Figuras 12 e 13: Treinamento para combate a incêndios florestais

Fonte: PETROBRAS, 2011b

Além dos avanços supracitados, foram firmadas parcerias com o INEA para ações de Educação Ambiental na região do Setor Piraquara, para a instalação de uma trilha interpretativa a ser implementada na área, e, também, para receber alunos de diversos níveis de ensino na área em recuperação da Unidade de Conservação.

Ressalta-se que no período de execução do projeto e por influência do mesmo, foi concluída a licitação para o cercamento da UC, especialmente na área do Setor Piraquara. O cercamento foi aprovado pela Câmara de Compensação Ambiental do INEA, com prioridade para as áreas de reflorestamento, dessa forma, os 4 km iniciais do cercamento beneficiaram diretamente o Setor Piraquara da UC. Além desta delimitação por cerca realizada inicialmente, outros 21 km do Parque serão cercados (Figuras 14 e 15).

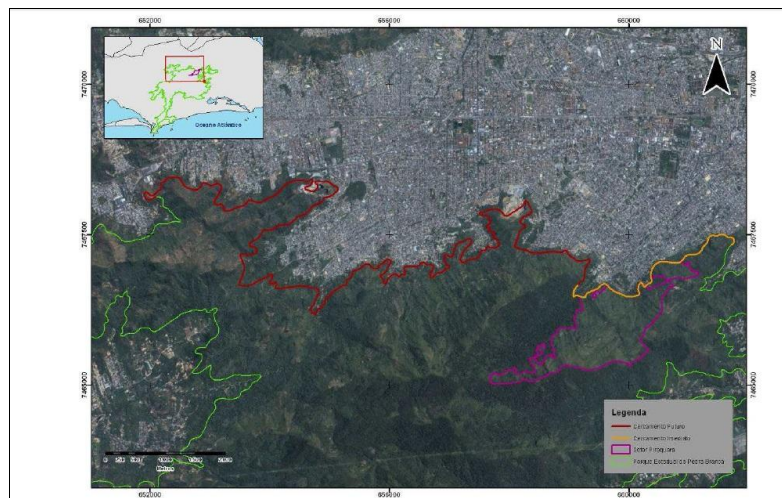


Figura 14: Projeto do cercamento do Parque Estadual da Pedra Branca. As áreas delimitadas em vermelho representam o cercamento futuro, em amarelo o cercamento imediato e a área em rosa, delimita o Setor Piraquara.

Fonte: PETROBRAS, 2012<sup>a</sup>



Figura 15: Área cercada denominada Parque Real, local de constantes invasões de animais e início de incêndios criminosos

Com o objetivo de realizar o combate a incêndios florestais e atender às demais emergências ambientais na área da UC, foi elaborado um Plano de Emergência. Dentre as ações previstas destacam-se a escala de funcionários pertencentes à equipe de Guarda-Parques, o que garantiu que ações de combate a incêndio fossem adotadas mesmo se o incêndio se iniciasse fora do horário de expediente dos demais funcionários, aos finais de semana e feriados (Figura 16). Isso garantiu a presença de combatentes a incêndios todos os dias e horários. Outras importantes iniciativas do plano de emergência foram a disponibilização de veículo tracionado, a manutenção dos equipamentos de combate a incêndio e dos equipamentos de comunicação.



Figura 16: Combate a incêndio em horário noturno

Fonte: PETROBRAS, 2011b

Uma modificação do projeto, que foi considerada um importante avanço, devido ao aumento da taxa de sobrevivência das mudas (S%) foi a utilização de um condicionador de solo (Ribumin) utilizado para melhorar as condições de nutrientes do solo. A iniciativa se justifica pois as novas áreas de plantio estavam localizadas a maiores altitudes, e possuíam solos mais rasos, com a presença de matações e características físicas e abióticas adversas ao crescimento das plantas.

Foi inaugurada no PEPB a 1ª Unidade de Polícia Ambiental (UPAm) com dezoito policiais militares (Figuras 17 e 18). Esta foi uma iniciativa da Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEA/RJ) e da Secretaria Estadual de Segurança (SESEG/RJ). A UPA é um forte aliado do PEPB, tendo realizado investigações dos incêndios criminosos, da invasão de animais nas áreas do reflorestamento e demais áreas de UC e também na repressão ao vandalismo. A UPA atua nas áreas dentro da UC e também no entorno desta, mediante ações de prevenção e repressão de crimes ambientais.



Figura 17: Cerimônia de inauguração da Unidade de Polícia Ambiental no Parque Estadual da Pedra Branca

Fonte: PETROBRAS, 2012b



Figura 18: Policiais da Unidade de Polícia Ambiental lotados na subsele Piraquara do Parque Estadual da Pedra Branca

Fonte: PETROBRAS, 2012b

Foi realizada uma parceria com o INEA e o Projeto de Reflorestamento da Ponta do Céu, pertencente à Prefeitura do Rio de Janeiro, para assumir o plantio em aproximadamente 12 hectares nos quais a empresa responsável não teria capacidade operacional para dar andamento. O setor é de grande importância para o Reflorestamento no Setor Piraquara, pois a área é contígua ao Projeto e de lá surgiram alguns dos incêndios florestais, que atingiram a região nos últimos meses. Assim, foram realizadas na área ações de correção de falhas no replantio implementado, coroamento das mudas vivas, limpeza e ampliação dos aceiros existentes.

#### 5.2.4.2. Principais dificuldades<sup>9</sup>

<sup>9</sup> As informações contidas no item 5.2.4.2 são baseadas na compilação dos dados contidos nos Relatórios Semestrais das Atividades do Projeto de Reflorestamento encaminhadas ao IBAMA pela operadora PETROBRAS cujas referências são: PETROBRAS, 2011a; PETROBRAS, 2011b; PETROBRAS, 2012a;



Um dos principais entraves ao andamento do projeto foi a presença de grande número animais de pastoreio na área (Figura 19). Nesse período, foi solicitado ao INEA a realização de ação de fiscalização e apreensão destes animais, uma vez que o órgão ambiental estadual é o responsável pela gestão da área.

A presença destes animais representaram um risco para as mudas, devido à predação (herbivoria) das mudas e do pisoteio das mesmas (Figura 20), o que prejudicou a taxa de sobrevivência das mudas plantadas, conforme especificado a seguir na análise dos parâmetros de desempenho do projeto.



Figura 19: Animais presentes dentro da área do projeto de reflorestamento

Fonte: PETROBRAS, 2011a



Figura 20: Muda morta devido ao pisoteio

Fonte: PETROBRAS, 2011a

Grande parte da força de trabalho contratada não possuía experiência com atividades de plantio, demandando desta forma um período de tempo estendido para o aprendizado. Desta forma, à falta de experiência e dificuldades de adaptação com o pesado trabalho em campo, resultou em elevada rotatividade na equipe da Coopbabilônia. Devido a estes fatores, a rotatividade de pessoal foi um problema ao longo de toda a execução do Projeto de Restauração Florestal.

O gradual afastamento da Sede do Parque para a realização das atividades de reflorestamento foi outra dificuldade do projeto que merece destaque. Devido à alta declividade e difícil acesso destas áreas, os tempos de deslocamento até os sítios a serem reflorestados aumentaram muito, sendo de até duas horas em alguns casos. Com isso, a velocidade dos reflorestamentos ficou prejudicada, assim como o transporte dos insumos, mudas e demais ferramentas necessárias.

Outro problema que diz respeito a toda a área do reflorestamento é o fato da região

possuir solos rasos e ser bastante pedregosa, contando inclusive com afloramentos rochosos em muitas regiões (Figura 25). Desta forma, a densidade de mudas prevista no projeto inicial de 2.300 mudas por hectare não foram alcançadas nas áreas replantadas, conforme destacado nos resultados deste Estudo de Caso. Assim, o número de mudas efetivamente plantadas no projeto até este período semestral relatado foi de 1.480 mudas por hectare, em dissonância com o projeto inicial. Tal prejuízo certamente altera o índice de captura de carbono por hectare prevista inicialmente para o Projeto.



Figura 21: Visão geral de parte da área a ser reflorestada, destaque para os diversos afloramentos rochosos presentes na região.

Fonte: PETROBRAS, 2012a

Um problema, que apesar de pontual, trouxe prejuízo ao Projeto foi a ocorrência de uma tromba d'água em 25/01/13 na área de acesso à sub-sede do PEPB, onde se localiza o Setor Piraquara. A tromba d'água causou dano estrutural que impediu o acesso aos veículos e aos demais visitantes. Por conta disso, as 10.000 mudas entregues em 28/01/13 foram acondicionadas em um novo viveiro de espera, próximo ao setor chamado de Pedra Rachada. O novo viveiro era ainda mais longe das áreas de plantio, o que prejudicou o transporte das mesmas até os sítios de plantio.

Entretanto, o principal entrave ao desenvolvimento e consequente conclusão do projeto foi a ocorrência de diversos incêndios florestais de pequenas e de grandes proporções. Os incêndios afetaram grande parte da área do reflorestamento e mataram milhares de mudas. Muitas foram as causas dos incêndios florestais, dentre elas destaca-se a queda de balões na área do reflorestamento, uma vez que este crime ambiental é comum nos bairros que circundam o Setor Piraquara.

Desta forma, é possível concluir que os incêndios recorrentes tem demonstrado ser o principal problema e o de mais difícil combate no desenvolvimento do Projeto de Restauração Florestal. Algumas fotos que exemplificam os incêndios ocorridos, as operações de combate e as áreas afetadas podem ser observados nas figuras 22, 23, 24, 25 à seguir.



Figura 22: Incêndio ocorrido em 12/08/2011 dentro da área do reflorestamento

Fonte: PETROBRAS, 2011b



Figura 23: Operação de combate a incêndio florestal

Fonte: PETROBRAS, 2011b



Figura 24: Operação de combate a incêndio florestal

Fonte: PETROBRAS, 2011b



Figura 25: Área danificada após ocorrência de incêndio.

Fonte: PETROBRAS, 2011b

#### **5.2.4.3. Avaliação da execução do projeto**

##### Área Plantada (AP):

A evolução da área plantada efetivamente realizada e a comparação com a estimada inicialmente pelo projeto podem ser observadas no gráfico abaixo (Figura 26).

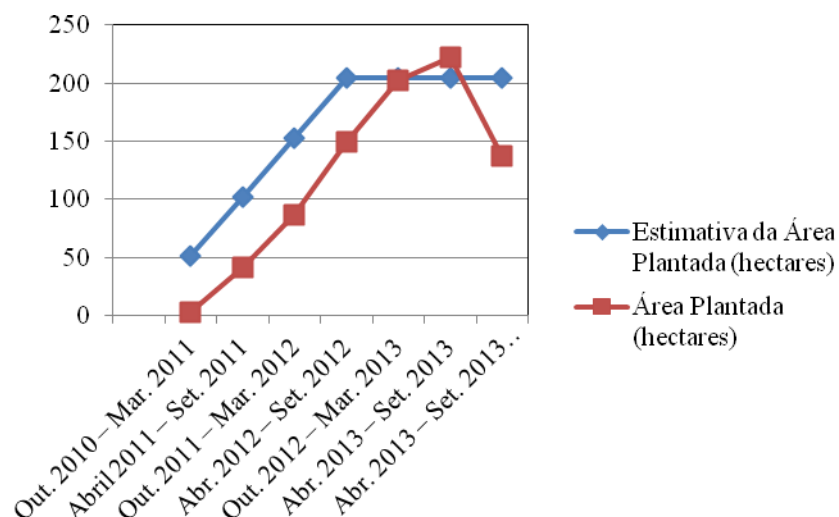


Figura 26: Comparativo da evolução da área plantada (estimado X realizado)

Fonte: Compilação de dados dos relatórios semestrais enviados pela PETROBRAS<sup>10</sup>.

Baseado no projeto, a evolução esperada da área plantada era para ocorrer a taxas constantes até atingir a meta de área total a ser reflorestada (Figura 25). De maneira que haveria aproximadamente 51 ha plantados a cada semestre, o que possibilitaria o término dos 204 hectares de plantios em apenas dois anos. No entanto, essa previsão não contabilizou o tempo investido no treinamento dos funcionários, longas estiagens, invasão de animais e incêndios florestais.

Dessa maneira, na prática a evolução da área plantada ocorreu de maneira heterogênea entre as estações chuvosas e secas. Em relação aos índices pluviométricos, destaca-se que os períodos de verão apresentaram índices acima da média histórica e, portanto, foram adequados às atividades de plantio, conforme pode-se observar na Figura 27. Entretanto, os meses de inverno foram mais secos que a média histórica para a região, o que acarretou em maior uso dos reservatórios de água como medida complementar para suprir o déficit hídrico das mudas do Projeto.

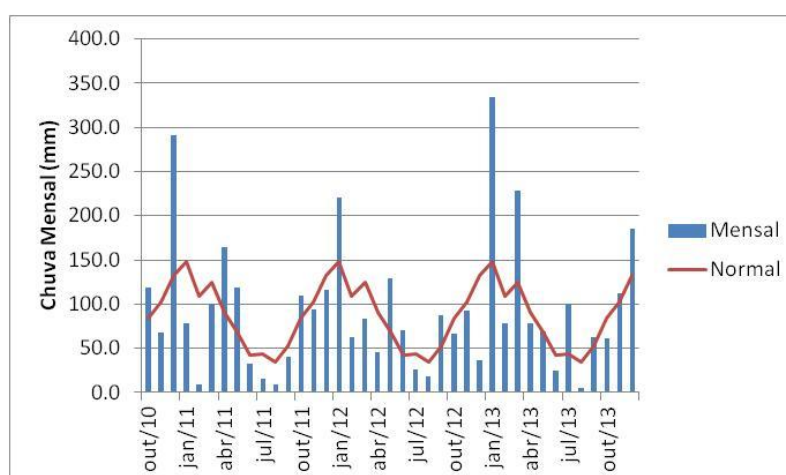


Figura 27: Série temporal da chuva mensal no período de outubro de 2010 a dezembro de 2013 na cidade do Rio de Janeiro e a normal climatológica da chuva mensal para o período de 1961-2013.

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – Estação meteorológica do Rio de Janeiro

<sup>10</sup> (PETROBRAS, 2011a; PETROBRAS, 2011b; PETROBRAS, 2012a; PETROBRAS, 2012b; PETROBRAS, 2013a; PETROBRAS, 2013b)

Outro fato observado e cujos prejuízos foram significativos em relação ao projeto, foi a ocorrência de um incêndio florestal de grandes proporções que destruiu 84,90 hectares, como relatado no último relatório semestral de acompanhamento descrito anteriormente neste estudo, assim como demonstrado no último período da área plantada (PETROBRAS, 2013b).

No último semestre relatado do projeto de restauração (PETROBRAS, 2013b), se completou e até mesmo ultrapassou a área inicial prevista no projeto, de 204 hectares, tendo a área plantada alcançado 228,51 hectares, devido à anexação de área denominada Ponta do Céu, de responsabilidade do Município do Rio de Janeiro, conforme mencionado anteriormente.

Entretanto, o período foi marcado pelos maiores incêndios florestais ocorridos desde o início do projeto de restauração florestal. Tais incêndios destruíram mais de 100 hectares e resultaram na morte de mais de 50.000 mudas. Esse fato acarretou em enorme prejuízo para o Projeto, uma vez que as áreas devem ser replantadas e seu crescimento acompanhado durante tempo maior que o previsto inicialmente. Entretanto, como a empresa é responsável de acordo com a licença ambiental pela integridade física da área durante os 30 anos de Projeto, e deverá garantir a sobrevivência das mudas e sua substituição em caso de morte, seja devido à causas naturais ou antrópicas, para garantir que o projeto cumpra os seus objetivos. Portanto, as áreas destruídas pelos incêndios deverão ser integralmente replantadas.

#### Mudas Plantadas e densidade de mudas por hectare:

Em relação ao quantitativo de mudas por área, o projeto inicial previa o plantio de aproximadamente 2.300 mudas por hectare, baseando-se no espaçamento descrito na metodologia do Projeto para o plantio em linhas com espaçamento de 2 x 2 m, onde o primeiro número se refere à distância entre as linhas e o segundo número à distância entre as mudas. No entanto, a alta declividade do terreno, os solos rasos em alguns sítios e os afloramentos rochosos, presentes em todo o terreno, não permitiram que se atingisse a densidade de mudas prevista conforme pode ser observado na Tabela 4.

Tabela 4 – Densidade de mudas em cada sítio de reflorestamento

Nome do Sítio de Reflorestamento	Área (hectares)	Mudas (unidades)	Densidade de Mudas por hectare
Jesus Vem / Bandeira Branca	48,36	67.897	1.404
Sítio Macumba	33,26	47.029	1.414
Parque Real	21,81	45.801	2.100
Pedra Rachada	27,58	60.511	2.194
Ponta do Céu	20	46.000	2.300
Peitinho	30,4	46.552	1.531
Sítio Estrela	47,1	82.425	1.750
<b>TOTAL:</b>	<b>228,51</b>	<b>396.215</b>	<b>1.733,90</b>

Fonte: PETROBRAS, 2013b

Notou-se que a densidade de mudas realizada foi de 1.734 mudas por hectare, sendo 24,61% menor do que a prevista inicialmente, o que comprometeu assim o objetivo inicial do projeto, que é o de capturar da atmosfera uma quantidade equivalente a 60.000 toneladas de carbono. A área com a maior densidade de mudas foi a área conhecida como Ponta do Céu, única área na qual foi possível atingir a densidade prevista no projeto de 2.300 mudas por hectare. Em contraste, a área com menor densidade de mudas por hectare foi a área conhecida como Jesus Vem ou Bandeira Branca, com uma densidade de apenas 1.404 mudas por hectare, devido à alta declividade da área e à grande quantidade de afloramentos rochosos. Ressalta-se que estas dificuldades deveriam estar previstas no Projeto inicial, o que evitaria em parte os

problemas com ações de planejamento e ações prévias.

Com menor densidade de mudas, será menor também a captura de carbono da atmosfera e seu sequestro na biomassa vegetal da área em recuperação. Dessa forma, foram propostas pelo órgão ambiental medidas de enriquecimento e adensamento da área do projeto. De acordo com o manual para restauração florestal (CURY, 2011), o enriquecimento consiste na introdução sob a copa da área em recuperação, de espécies de plantas que existiam no local originalmente enquanto o adensamento consiste no plantio de mudas ou sementes de espécies de rápido crescimento no interior de capoeiras, florestas secundárias e/ou áreas degradadas.

Outro resultado mostra o quantitativo de mudas plantadas, mortas e sobreviventes conforme Tabela 5.

Tabela 5: Mudas plantadas, mortas e sobreviventes nos períodos observados

	Set. 2010 – Mar. 2011	Abril 2011 – Set. 2011	Out. 2011 – Mar. 2012	Abril 2012 – Set. 2012	Out. 2012 – Mar. 2013	Abr. 2013 – Set. 2013	TOTAL
<b>Mudas Plantadas (unidades)</b>	5.270	56.346	66.445	95.720	126.434	46.000	<b>396.215</b>
<b>Mudas Mortas (unidades)</b>	1.687	7.286	3.390	5.463	7.700	Não Estimado <sup>11</sup>	<b>25.526</b>
<b>Mudas Vivas (unidades)</b>	3.583	49.060	63.055	90.257	118.734	46.000	<b>370.689</b>

Fonte: Compilação de dados dos relatórios semestrais enviados pela PETROBRAS.<sup>12</sup>

Observou-se aumento acentuado e contínuo na quantidade de mudas plantadas desde o início do projeto até o penúltimo período estudado, pois no último período a área a ser plantada foi menor. Notou-se ainda que esse aumento foi reflexo das melhorias no rendimento dos funcionários reflorestadores do Projeto, da aquisição dos burros de cangalha para levar as mudas até os berços de espera e rustificação e do preparo antecipado das áreas.

Entretanto, considerando as mudas mortas em cada um dos períodos, foi possível observar que sobreviveram cerca de 370.689, valor 21,13% inferior do estimado inicialmente no projeto, de 470.000 mudas. Desta forma, a empresa deverá adensar as áreas plantadas com o objetivo de atingir quantitativo mais próximo do estimado inicialmente pelo Projeto, ou aumentar as áreas de plantio para que o total seja atingido, e assim, o quantitativo acordado de carbono seja retirado da atmosfera.

#### Taxa de sobrevivência das mudas (S%):

Em relação à taxa de sobrevivência das mudas, a experiência acumulada pela equipe de reflorestadores ao longo do projeto, o uso do hidrogel inicialmente somente nas estações secas e posteriormente durante todo o ano, a introdução do condicionador de solo, a qualidade das mudas adquiridas e o combate às formigas cortadeiras, foram os principais fatores

<sup>11</sup> Devido aos grandes incêndios florestais ocorridos no período, não foi calculada a taxa de sobrevivência das mudas no período. Entretanto, foram calculadas as taxas de sobrevivência para todo o período do projeto, divididos em duas categorias, na presença (S% = 75,49) e na ausência (S% = 91,62) dos incêndios ocorridos entre julho e setembro de 2013.

<sup>12</sup> (PETROBRAS, 2011a; PETROBRAS, 2011b; PETROBRAS, 2012a; PETROBRAS, 2012b; PETROBRAS, 2013a; PETROBRAS, 2013b)

responsáveis pela melhoria desse indicador ao longo do tempo, conforme pode-se observar na Figura 30.

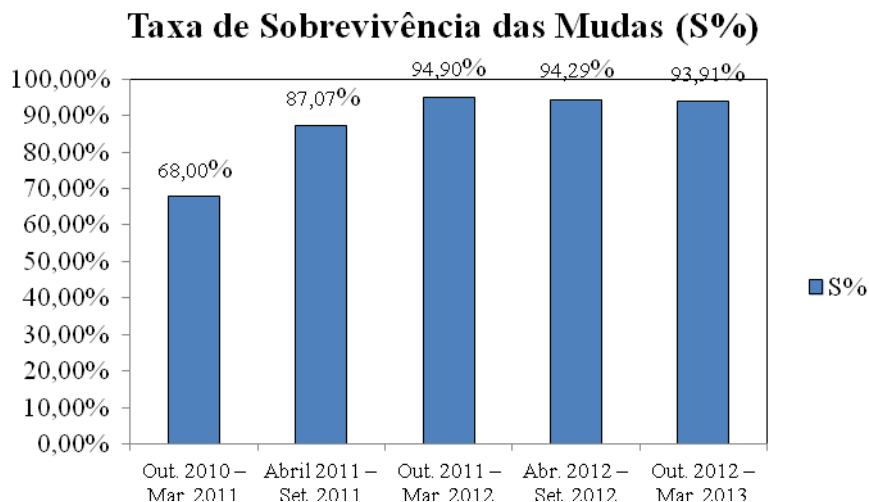


Figura 28: Taxa de sobrevivência das mudas ao longo dos períodos

Fonte: Compilação de dados dos relatórios semestrais enviados pela PETROBRAS.<sup>13</sup>

#### 5.2.4.4. Avaliação do IBAMA

Ao longo da execução do Projeto, conforme já mencionado, foram encaminhados relatórios semestrais ao órgão ambiental federal, que realizava a avaliação da execução do mesmo através de Pareceres Técnicos. Nestes documentos, o órgão realizou questionamentos, observações e solicitou mudanças e adequações ao mesmo, de modo a garantir a implementação adequada do mesmo.

O Parecer Técnico CGPEG/DILIC/IBAMA 254/11 (IBAMA, 2011a) avaliou a implementação do projeto no período de abrangência. O Parecer faz críticas e questionamentos em relação à taxa de sobrevivência das mudas de 68%, abaixo dos 80% estipulados inicialmente pelo projeto e também a taxa convencionalmente aceita para projetos desse tipo no Bioma de Mata Atlântica. Além disso, foi expressa ainda preocupação em relação à área plantada, de apenas 3,1 ha aproximadamente no semestre, quando a previsão era de 51 ha. Dessa forma, foi solicitado à empresa um plano de ação e um cronograma de aceleração dos reflorestamentos, que se encontravam aquém do desejado.

Outro questionamento expresso no Parecer se refere à alta rotatividade de funcionários da Cooperativa de reflorestamento, o que prejudicou o andamento do projeto, uma vez que os novos funcionários precisam ser treinados e adequados à rotina de trabalho, o que tomou um tempo significativo. Assim, foi solicitado que a empresa colocasse medidas eficazes em ação, para que o treinamento não prejudicasse o andamento do reflorestamento.

Contudo, a perspectiva de uso do hidrogel nos berços de mudas durante os meses mais secos foi avaliada como positiva pelo órgão ambiental.

A avaliação do segundo semestre de reflorestamento foi realizada pelo Parecer Técnico CGPEG/DILIC/IBAMA n° 499/11 (IBAMA, 2011b). O parecer que considerou de maneira positiva os avanços no período, ressaltando a evolução na implementação no projeto,

<sup>13</sup> (PETROBRAS, 2011a; PETROBRAS, 2011b; PETROBRAS, 2012a; PETROBRAS, 2012b; PETROBRAS, 2013a; PETROBRAS, 2013b)



com melhoria das taxas de sobrevivência das mudas; da área plantada e da construção de sistema de proteção e combate aos incêndios florestais.

Adicionalmente, o órgão ambiental também avaliou positivamente a formalização dos reflorestadores, assim como a criação de metas de serviço e pagamento por produtividade, uma vez que a maior estabilidade e satisfação dos funcionários reduziu a rotatividade destes. O pagamento por produtividade foi interpretado como uma medida que funcionou como incentivo para que os atrasos no plantio fossem reduzidos.

Além disso, foi solicitado que a empresa considerasse a adoção de um projeto de educação ambiental na região do entorno dessa vertente da UC, em relação ao projeto de restauração florestal. Isso se justifica porque um projeto desse tipo poderia informar, educar e envolver a população do entorno, para conseguir apoio à implementação e garantir assim a sua continuidade.

Foram solicitadas ainda evidências documentais da instalação do 4º reservatório do sistema de proteção e combate aos incêndios florestais no relatório semestral seguinte, uma vez que a instalação deste reservatório permanecia pendente.

O parecer solicitou ainda que fosse formalizado junto à Diretoria de Biodiversidade e Florestas do Instituto Estadual do Ambiente (DIBAP/INEA) um pedido de fiscalização na área, devido à presença constante e prejudicial de equinos na área do projeto.

Já o Parecer Técnico CGPEG/DILIC/IBAMA 219/2012 (IBAMA, 2012a) avaliou o andamento do projeto no período, e considerou que os indicadores de resultado foram considerados satisfatórios. Ressaltou-se o papel da maior experiência dos trabalhadores; do uso do hidrogel, que passou a ser utilizado durante todo o ano e não apenas no período seco, e do combate às formigas cortadeiras, ações conjuntas que levaram a aumento na taxa de sobrevivência de mudas observada no semestre.

Conseqüentemente, a finalização da instalação dos quatro reservatórios do sistema de proteção e combate a incêndios florestais foi considerada uma grande ação do projeto e foi comprovada através do registro fotográficos dos mesmos conforme solicitado no Parecer Técnico anterior, PT de nº 499/2011 (IBAMA, 2011b).

O planejamento de ações de educação ambiental nas escolas do entorno da unidade de conservação, assim como, o planejamento da implantação de uma trilha interpretativa foram avaliados positivamente pelo órgão ambiental. O IBAMA ressaltou no Parecer Técnico que tais ações devem indicar que o projeto de restauração florestal é uma medida compensatória devido aos impactos ambientais causados pela emissão de Gases de Efeito Estufa do empreendimento TLD de Tupi, e que não podem ser divulgadas como parte das ações de responsabilidade socioambiental realizadas pela empresa.

Contudo, os dados relativos ao alto índice de rotatividade de pessoal (33,33%) foram avaliados com preocupação. Entretanto, no geral o relatório semestral foi considerado satisfatório embora tenham sido solicitadas complementações e esclarecimentos a serem apresentadas no relatório semestral seguinte.

O Parecer Técnico CGPEG/DILIC/IBAMA nº 030/2013 (IBAMA, 2013a) avaliou a evolução do projeto no semestre, assim como as vistorias realizadas em campo nos dias 26/09/2012 e 07/11/2012. Os indicadores de desempenho foram considerados adequados, assim como, os efeitos positivos do uso do hidrogel, da qualidade das mudas e da introdução do condicionador de solo, na alta taxa de sobrevivência das mudas.

Além disso, a avaliação do órgão ambiental expressou preocupação em relação à densidade de mudas por hectare, pois no projeto inicial a previsão era do plantio de 2.300 mudas por hectare, o que completaria aproximadamente 470.000 mudas nos 204 hectares do projeto. Entretanto, a densidade de mudas efetivamente implantada foi de 1.493 mudas por hectare, número abaixo do previsto e que comprometeu a efetividade do projeto em relação aos objetivos e quantitativos de captura e sequestro do carbono em biomassa vegetal, uma vez

que essa densidade não permitiria o plantio do quantitativo de mudas prevista inicialmente.

Deve ser ressaltado que a diminuição da rotatividade dos funcionários, o plano de emergência elaborado, a escala de funcionários para que a área não ficasse sem proteção contra incêndios em nenhum momento e a instalação de uma sede da Unidade de Polícia Ambiental (UPAM) foram consideradas ações positivas para o projeto na avaliação do IBAMA.

Porém, a principal dificuldade do período foram os diversos incêndios florestais, que não dependem da governança da empresa, sendo assim, de maneira geral, o relatório foi considerado satisfatório.

O 5º relatório semestral de atividades do projeto de restauração florestal foi objeto de análise do Parecer Técnico CGPEG/DILIC/IBAMA nº 480/2013 (IBAMA, 2013b). Este considerou positiva a quase concretização do plantio da área total do projeto, assim como a alta taxa de sobrevivência das mudas. O PT ressaltou também o aumento na densidade de mudas por hectare, de 1.493 mudas por hectare para 1.717 mudas por hectare, devido à nova área de plantio com menos afloramentos rochosos e melhores condições de solo. Também foi indicado que para realizar o aumento da quantidade de mudas por hectare a empresa deve realizar o adensamento dos plantios.

Em resumo o relatório foi considerado satisfatório, entretanto, foram solicitadas complementações em relação à densidade de mudas na área para o cumprimento do Projeto, que foi aprovado pelo órgão ambiental, necessário para que as condicionantes de licença relativas ao empreendimento do TLD de Tupi sejam consideradas cumpridas.

Contudo, o Parecer Técnico de avaliação semestral de andamento do projeto de restauração florestal ainda se encontra em elaboração quando da publicação deste estudo de caso, e ainda não foi publicado e encaminhado à empresa responsável. Mas, sua minuta apresenta algumas solicitações de complementação que são descritas detalhadamente a seguir.

Devido à incorporação de uma nova área de 20 ha ao reflorestamento, em área denominada Ponta do Céu, inicialmente de responsabilidade da Prefeitura do Rio de Janeiro, solicitou-se uma planta cartográfica dos 204 ha a serem recuperados, com detalhamento de todo o uso atual do solo, indicando os confrontantes, os remanescentes florestais, a hidrografia da região e as áreas de proteção permanente (APP) de toda área original do projeto, assim como da nova área anexada ao mesmo.

Complementarmente, foi solicitada ainda a metodologia a ser utilizada no adensamento, para que se busque atingir a densidade de 2.300 mudas por hectare como previsto inicialmente.

Devido ao grande aumento na quantidade de espécies descritas inicialmente no projeto e as utilizadas até o momento, foi solicitado no parecer também um inventário atualizado de todas as espécies de preenchimento e de diversidade utilizadas.

Um grave problema percebido no período foi a ocorrência de incêndios florestais de grandes proporções, que destruíram grande parte das áreas plantadas. Dessa forma, o documento solicitou o mapeamento das áreas atingidas e um plano de ação contendo o cronograma para recuperação das áreas afetadas, uma vez que toda a área é de responsabilidade da empresa durante o período de 30 anos previstos para a captura de carbono. Dessa forma, a empresa deve garantir sua integridade, independente da ocorrência de eventos naturais ou antrópicos que causem a perda de mudas nas áreas reflorestadas.

### **5.2.5. Discussão e avaliação do projeto**

Diante do contexto atual de degradação dos ambientes naturais, especialmente no Bioma de Mata Atlântica, a restauração de ecossistemas vem apresentando crescente importância, a fim de manter ou melhorar a qualidade de vida das populações humanas e

conservar a biodiversidade (AMADOR, 2003). O termo restauração ecológica é definido pela *Society for Ecological Restoration International* como “uma atividade intencional que inicia ou acelera a recuperação de um ecossistema no que diz respeito à sua saúde, integridade e sustentabilidade” (SER, 2004).

Nesse caso em avaliação, o projeto de restauração florestal no PEPB foi realizado com o intuito de acelerar o processo de sucessão ecológica da área previamente degradada pela atividade pecuária e pelos ciclos econômicos do café e da cana de açúcar. Tais atividades deixaram os solos compactados devido ao pisoteio pelo gado, a presença de espécies de gramíneas exóticas, tornando a área mais sujeita a incêndios florestais espontâneos ou criminosos (ex: os incêndios causados pela queda de balões). Além disso, há grande pressão antrópica dos bairros urbanos circundantes.

Em consonância com os conceitos anteriormente explicitados, o termo restauração florestal foi utilizado neste estudo de caso como uma atividade intencional que possui como meta de longo prazo restabelecer um ecossistema autossustentável, estável e resiliente, regulado por processos naturais e com estrutura mais próxima possível das comunidades naturais (VIANI, 2005).

Segundo Parker e Pickett (1997), a prática da restauração deve promover o reestabelecimento dos processos ecológicos que garantam a funcionalidade do ecossistema, considerando os aspectos históricos locais e o contexto espacial. A restauração de ecossistemas degradados visa, portanto, ao restabelecimento de processos ecológicos (funções do ecossistema) e ao aumento na diversidade de organismos (estrutura) a partir da aceleração da sucessão secundária, conferindo a esses sistemas implantados maior estabilidade (MORAES *et al.*, 2010). Desta forma, apesar de ter sido desenvolvido a partir da premissa específica da captura de carbono em biomassa vegetal, o projeto em análise deverá também resultar em biodiversidade suficiente para que a floresta se mantenha e continue seu processo de sucessão ecológica após as etapas iniciais do plantio, e durante sua manutenção, até que possa continuar se desenvolvendo de maneira autossustentada.

Assim, através do projeto de restauração florestal, exigência do IBAMA durante processo de licenciamento ambiental, o reflorestamento propicia a retirada da atmosfera de parte das emissões de GEE do mesmo, compensando parcialmente essas emissões. Porém, mesmo sendo um projeto pioneiro, para comprovar sua eficácia, é necessário que se faça uma avaliação abrangente do mesmo, para fornecer subsídios à aprovação de outros projetos desse tipo. As lições aprendidas e a reflexão sobre as dificuldades encontradas pelo projeto servirão como base para avaliação de projetos vindouros, o que permitirá a solicitação de mudanças e aperfeiçoamentos.

Destaca-se também que a metodologia utilizada neste projeto de restauração florestal prevê a realização de estimativas sobre o quantitativo de carbono sequestrado na biomassa vegetal a partir do quinto ano de projeto. As estimativas serão realizadas a partir de medições das mudas desenvolvidas a partir do parâmetro de diâmetro à altura do peito (DAP), um método consolidado para avaliação do crescimento da biomassa vegetal.

Entretanto, o recorte temporal deste estudo de caso abrange apenas os três primeiros anos, entre setembro de 2010 e setembro de 2013, data do recebimento do último relatório semestral de acompanhamento pelo órgão ambiental. Deve-se ainda considerar que a evolução estimada do estoque de carbono na biomassa vegetal do projeto, já apresentado anteriormente neste estudo, utiliza como base teórica o fato de que a área replantada aumentaria de maneira constante ao longo do projeto. Em adição, ressaltam-se alguns fatores de incertezas quanto ao quantitativo estimado de captura de carbono, uma vez que a densidade de mudas não atingiu a quantidade aprovada no projeto, além de não ser considerado o carbono armazenado nos estratos arbustivo, na serrapilheira e no solo, que podem representar valores significativos em relação ao estrato arbóreo.

No Brasil, a limitação de conhecimentos técnicos específicos de restauração ecológica em áreas de florestas tropicais, especialmente na Mata Atlântica, a escassez de profissionais capacitados e qualificados nesse tema, e a demanda por ações emergenciais de restauração resultaram em uma grande variedade de projetos mal sucedidos e/ou de pouca efetividade (BARBOSA *et al.*, 2003, RODRIGUES *et al.*, 2009).

Entretanto, apesar do Projeto de Restauração Florestal no Parque Estadual da Pedra Branca – Setor Piraquara/RJ encontra-se em fase inicial de seu desenvolvimento, pois foi iniciado há apenas três anos, ao longo da continuação de seu desenvolvimento e evolução, será possível mensurar seus benefícios em termos de sequestro de carbono, e recuperação dos serviços ambientais, como a recuperação de matas ciliares, a proteção dos corpos hídricos, as melhoras para o micro clima local, a reconexão de fragmentos florestais e o impedimento da recolonização da área por gramíneas exóticas africanas.

Em vista do projeto contar com equipe técnica e executora dedicadas e o constante acompanhamento do órgão ambiental estadual no cotidiano e a fiscalização semestral do IBAMA as chances de sucesso do mesmo aumentam significativamente.

### **5.2.6. Conclusões e perspectivas**

O Projeto de Restauração Florestal do Parque Estadual da Pedra Branca – Setor Piraquara/RJ possui diversos méritos e proporcionou durante o seu desenvolvimento grande aprendizado. Apesar das dificuldades enfrentadas por esse tipo de projeto, a avaliação geral é positiva, uma vez que ficou demonstrada sua relevância ambiental, com a recuperação em andamento de uma área previamente degradada, além do componente social, pois se utilizou da contratação de mão de obra do entorno e realizou atividades de educação ambiental formal e não formal dentro da unidade de conservação e em escolas dos bairros circundantes.

Além disso, deve-se ressaltar o aspecto inovador em termos de gestão ambiental, uma vez que o projeto criou uma interface interinstitucional entre o órgão federal responsável pelo processo de licenciamento ambiental (IBAMA), a empresa licenciada (PETROBRAS), a organização não governamental responsável pela elaboração do projeto (ONG Instituto Bioatlântica), a equipe de reflorestadores e especialmente com o órgão ambiental estadual (INEA/RJ), responsável pelo projeto do Parque do Carbono, como também na elaboração do plano de manejo da Unidade de Conservação, fiscalização, combate a incêndios, cercamento das áreas, dentre outras funções vitais ao Projeto.

Portanto, por seu caráter pioneiro, como o primeiro projeto de restauração florestal resultado de uma condicionante de licença devido às emissões de gases de efeito estufa de um empreendimento do pré-sal brasileiro, ele poderá servir como base para outras compensações de emissões do mesmo tipo. Porém, as próximas propostas deverão considerar as lições aprendidas, em busca de melhorias contínuas em projetos com caráter adicional aos existentes e de relevância ambiental.

Ressalta-se que este é um projeto ainda em andamento e cuja duração total prevista é de 30 anos, portanto, a avaliação definitiva de sua efetividade não pode ser realizada neste momento. Contudo, até o presente momento, os pontos positivos superam os negativos em sua implementação.

Assim, as perspectivas de avanço para o projeto e seu acompanhamento são diversas, dentre as quais deverão ser realizadas nos próximos anos: (i) o acompanhamento do fechamento do dossel florestal, o que permitirá melhor crescimento das espécies de diversidade; (ii) a mensuração do carbono efetivamente capturado na biomassa vegetal da área, para que se comprove se os objetivos que originaram o projeto foram cumpridos; (iii) o restabelecimento dos serviços ambientais na área, com a amenização do micro clima da região, diminuição dos efeitos de borda, das espécies exóticas de gramíneas; (iv) aumento das

matas ciliares melhorando a qualidade e a quantidade da oferta de água e (v) o reestabelecimento da fauna, dentre outros.

Finalmente, ao término destes 30 anos, espera-se que a sucessão ecológica tenha atingido um nível tal que permita que a área continue se desenvolvendo sem a necessidade de intervenções humanas constantes, reestabelecendo a saúde ambiental da área, reconectando fragmentos florestais isolados da região e ainda tendo servido para mitigar os impactos ambientais negativos causados pela liberação de gases de efeito estufa do empreendimento licenciado.

Adicionalmente, as dificuldades enfrentadas pelo projeto e as lições advindas destas, serviram como uma das bases para a elaboração da Nota Técnica em elaboração pelo IBAMA no que diz respeito às medidas mitigadoras e compensatórias de emissões de GEE. O objetivo principal da Nota Técnica é a padronização dos inventários de emissões de GEE pela indústria do petróleo e gás, das medidas mitigadoras e compensatórias e do monitoramento de tais emissões. Desta forma, o projeto é ainda um balizador para a elaboração de políticas públicas e demais medidas a serem adotadas pelo setor em relação às suas emissões.

Espera-se que nos próximos anos surjam outros projetos similares a este, acompanhando o crescimento da produção de petróleo e gás no Brasil no período, permitindo desta forma, além da compensação parcial das emissões dos empreendimentos do setor brasileiro de petróleo e gás, a recuperação de outras áreas degradadas, de forma que o setor possa se desenvolver de maneira mais sustentável e ambientalmente responsável.

## 6 – CONCLUSÃO

O objetivo principal deste trabalho é o de preencher a lacuna legal em relação às emissões de GEE do setor de E&P de petróleo e gás natural. Contudo, ressalta-se que o documento ainda está em elaboração e não foi publicado. Entretanto, sua Minuta continuará sendo discutida e aprimorada nas próximas reuniões do GT-10/CGPEG/IBAMA para que possa ser publicado o mais breve possível. Assim, a Nota Técnica é tecnicamente consistente e embasada nos documentos de referência da área, sendo de aplicação prática, uma vez que grande parte das empresas já possuem sistemas internos de gestão de emissões atmosféricas e precisarão apenas adaptar-se às diretrizes da NT.

A força legal do documento advém da sua utilização como condicionante das licenças ambientais a serem emitidas pelo IBAMA, o que faz com que seja um documento relativamente frágil e susceptível à contestação e até mesmo à judicialização, como a Instrução Normativa nº 07/2009. A IN 07/2009 obrigava as usinas termelétricas a óleo e a carvão a compensarem 100% de suas emissões de CO<sub>2</sub>, o que inviabilizaria a atividade econômica conforme defendido pelo setor e cujos argumentos foram aceitos pelo Judiciário. Entretanto, o documento em elaboração não exige neutralização de emissões, e abre diversas possibilidades para as compensações, que serão exigidas em casos específicos já embasados na legislação pertinente, o que dificulta que a Nota seja extinta pela Justiça em caso de contestação e/ou judicialização.

Além disso, a NT cumpre ainda seu objetivo de trazer uma normatização para os procedimentos relativos aos GEE dentro do Licenciamento Ambiental Federal (LAF). Conforme previsto no documento, ele poderá ser revisado a qualquer momento para se adequar às novas legislações que possam ser publicadas, acordos internacionais que possam ser assinados pelo País e novas tecnologias de mitigação de emissões que possam surgir. Ela poderá ser revista ainda devido à experiência acumulada que possibilite a determinação dos limites de emissões e parâmetros específicos para o monitoramento dos GEE nas fontes de emissões.

Deve ser ressaltado que a cobrança do inventário para apenas três dos GEE visou englobar as principais e mais significativas emissões do setor e facilitar a análise. Esta decisão foi tomada em contraposição às diretrizes de elaboração de inventários nacionais de emissões do IPCC e do próprio Protocolo Brasileiro *GHG Protocol*, que recomenda que todos os GEE tratados no Protocolo de Quioto devem ser inventariados. Entretanto, a bibliografia específica do setor de petróleo e gás indica que os três gases solicitados nos inventários são os principais emitidos pelo setor. Além disso, não é objetivo do LAF as informações sobre os demais gases, pois as suas emissões são em geral insignificantes em relação aos três principais, e poucas ações poderiam ser realizadas em termos de mitigação destas emissões.

Adicionalmente, a avaliação prévia de impactos ambientais contida nos Estudos de Impactos Ambientais dos empreendimentos tem como meta a antecipação, minimização e a compensação dos efeitos biofísicos, sociais e outros relevantes de caráter negativo das propostas de empreendimento, ou seja, os impactos negativos dos empreendimentos. É por este motivo que a normativa proposta solicita a estimativa prévia de emissões, para que as medidas mitigadoras possam ser avaliadas e exigidas desde o início do processo de avaliação ambiental, e para que estas estimativas possam ser posteriormente comparadas com as emissões reais relatadas nos inventários de emissões encaminhados ao órgão ambiental.

Nesse sentido se dá uma das colaborações do produto proposto ao desenvolvimento sustentável, pois através das estimativas, dos inventários, das medidas mitigadoras e compensatórias, poderão ser atingidos ganhos ambientais ainda maiores que os já obtidos em relação às emissões de GEE, uma vez que estas medidas só foram exigidas em contextos

específicos e em empreendimentos pontuais.

Além disso, os ganhos da sistematização das informações sobre as emissões do setor possibilitarão a construção e consolidação de um banco de dados. Esse banco de dados das emissões de GEE das diferentes tipologias de empreendimentos, empresas e locais de exploração, baseados nos fatores de emissões mais específicos disponíveis, permitirão maior aproximação dos dados reais das emissões das empresas, em contraste com os dados provenientes de cálculos realizados com base em fatores de emissões genéricos disponibilizados de maneira geral para todos os setores. Dessa forma, espera-se ganho em termos da qualidade da informação disponível, o que permitirá uma aproximação das emissões reais divulgadas pelo setor em seus relatórios de sustentabilidade.

Em relação ao estabelecimento do ano-base de emissões de GEE, a NT especifica que o mesmo será o segundo ano de atividades no caso dos empreendimentos de longa duração. Isso foi determinado, pois no primeiro ano dos empreendimentos está compreendido o período do comissionamento, e nesse período de ajustes dos equipamentos e plantas de processo, as emissões costumam ser muito maiores quando comparadas às emissões durante o período de operação normal das atividades.

Outro ganho da NT se dará em termos de facilitar a análise dos projetos de mitigação e compensação, uma vez que os critérios para os mesmos já estão estabelecidos, poupando tempo de análise e, assim, permitirá abordagem unificada da Coordenação independente do técnico ambiental que estiver analisando os projetos.

As metas progressivas de compensação de acordo com a forma escolhida pelo empreendedor dentro das opções apresentadas também representa ganho, pois o percentual a ser compensado é maior conforme a relevância ambiental do método escolhido ou proposto. Ou seja, quanto menos direta for a forma de compensação, maior o percentual de compensação exigido. Tal progressividade foi estabelecida para estimular os empreendedores a compensarem diretamente suas emissões ao invés de recorrer aos mecanismos de mercado ou aos aportes de fundos financeiros de fomento aos projetos de reflorestamento e/ou desmatamento evitado.

O planejamento para início da aplicação da NT é o de inserir a exigência de seu cumprimento pelas empresas como condicionante ambiental em todas as novas licenças a serem emitidas pela CGPÊG/DILIC/IBAMA. Nos casos das licenças ambientais já emitidas, a NT poderá entrar como condicionante, nos casos pertinentes, no momento da renovação da licença, para que os mesmos possam se adequar às novas regras padronizadas para a gestão das emissões de GEE.

Finalmente, outra vantagem da NT é o de trazer a exigência do estabelecimento das metas voluntárias de redução de emissões. O objetivo neste caso é aumentar a eficiência da indústria nacional de exploração e produção de petróleo e gás natural. Em um cenário de aumento da produção nacional, com a entrada em operação dos campos do pré-sal, especialmente na Bacia de Santos, não é factível a redução absoluta das emissões nacionais do setor. Entretanto, com o acompanhamento por parte do órgão ambiental e o estabelecimento de metas de redução de emissões, é possível obter melhor eficiência, diminuindo a intensidade de carbono por unidade de produção estabelecida para cada uma das tipologias, trazendo ganhos ambientais reais em termos de emissões.

Em relação ao produto complementar apresentado (Estudo de Caso do Reflorestamento do Parque Estadual da Pedra Branca – Setor Piraquara), que se enquadrava como medida compensatória de emissões de GEE em empreendimento realizado na Bacia de Santos, sua avaliação trouxe aprendizado que foi incorporado à NT no item sobre medidas compensatórias.

Como o projeto, apesar de ainda não estar finalizado, vêm demonstrando sinais de que não conseguirá atingir o quantitativo acordado de compensação de 10% das emissões do

empreendimento, esse percentual exigido foi elevado na NT para 15%, para que haja ganho ambiental real nos próximos projetos de compensação direta de emissões através de sequestro de carbono em biomassa vegetal. Outra lição aprendida com o Projeto de Restauração Florestal no PEPB diz respeito à necessidade de realização de vistoria na área proposta para o projeto previamente à sua aprovação, para que alguns problemas possam ser antecipados pelo órgão ambiental. No caso específico da área no PEPB, alguns fatores como a grande declividade da área impossibilitando o espaçamento das mudas proposto inicialmente e a grande quantidade de afloramentos rochosos, assim como os animais na área e as invasões poderiam ter sido antecipadas caso a área fosse vistoriada previamente à aprovação do projeto.

Contudo, apesar dos problemas apontados que dificultaram sua execução, o projeto de restauração florestal é relevante e tem trazido benefícios para a região. Além da captura do carbono, os projetos desse tipo podem trazer ganhos ambientais adicionais. Alguns exemplos são a recuperação dos serviços ambientais, a proteção dos corpos hídricos devido à reconstituição das matas ciliares, trazendo aumento da oferta de água em quantidade e qualidade, a proteção contra os incêndios florestais na região devido à maior umidade em áreas de florestas quando comparadas à campos de gramíneas, a amenização do microclima local, a atração da fauna silvestre, dentre outros benefícios. Conforme mencionado nas conclusões do estudo de caso, não é possível determinar de maneira definitiva o sucesso do projeto, uma vez que o mesmo ainda encontra-se em andamento, e possui previsão de finalização dos reflorestamentos e manutenção a ser realizada durante os próximos 30 anos.

Assim, as vantagens desse tipo de ação é a de ser um projeto direto de compensação, independente de fundos de fomento ou mecanismos de mercado, podendo recuperar ambientes degradados em biomas ameaçados como a Mata Atlântica, além de ser próximo à área de influência dos empreendimentos de petróleo e gás, ou seja, nas regiões costeiras nas quais a Mata Atlântica é o Bioma predominante. As desvantagens deste tipo de projeto são a longa duração necessária para sua completa implementação até que o sistema possa se tornar autossustentável, além de todas as dificuldades relacionadas à contratação e manutenção da mão de obra, possíveis intempéries climáticas, invasão de animais, incêndios, dentre outros.

Outro aspecto positivo do projeto de reflorestamento foi a atenção dada aos aspectos sociais, com a contratação de mão de obra local e a realização de alguns projetos de educação ambiental dentro e fora da Unidade de Conservação. Embora incipientes estes projetos possuem o potencial para conscientizar e conquistar o apoio da população, objetivando reduzir algumas das dificuldades enfrentadas pelo mesmo.

Dessa forma, considera-se que a Nota Técnica e o Estudo de Caso são produtos que se complementam e a elaboração de cada um deles contou com o arcabouço teórico de um e a experiência prática do outro, tornando possível a concretização desse estudo, assim como dos produtos técnicos propostos inicialmente.



## 7 – PERSPECTIVAS

As perspectivas e possibilidades futuras deste estudo são diversas, assim como da aplicação prática dos produtos após a sua publicação, conforme detalhada-se a seguir.

A publicação da Nota Técnica após a realização de consulta pública e compilação das contribuições da sociedade e da indústria advindas desta etapa. Após esta fase, haverá um período para a efetivação e início da aplicação do instrumento, de maneira a consolidar a sistematização da gestão das emissões de GEE pela indústria brasileira de exploração e produção de petróleo e gás natural.

A criação de um banco de dados para acompanhar de maneira sistemática as emissões de cada uma das tipologias de empreendimento, por empreendimento individualmente, por empresa operadora, em cada uma das Bacias Sedimentares, tipo de Campo (pós-sal e pré-sal), dentre outras. A partir desse acompanhamento, poderão ser elaborados novos critérios para as medidas mitigadoras e compensatórias, assim como poderão ser estabelecidos os limites de emissão de maneira a trazer avanços ainda maiores em termos de redução de emissões no setor do País.

A multiplicação de projetos de compensação de emissões, com grande aporte de fundos nos mercados de carbono, para os fundos financiadores de projetos de reflorestamento ou de desmatamento evitado, e especialmente, a ampliação do número de projetos de restauração florestal. Tais projetos podem trazer grandes benefícios em termos ambientais em diversos biomas reduzidos e fragmentados.

De maneira geral, a expectativa da NT é trazer benefícios em termos de melhoria na eficiência de carbono da indústria de E&P nacional de maneira ampla. E assim, Contribuir para a redução das emissões nacionais, e para a concretização dos objetivos propostos pelo País em sua Política Nacional de Mudanças Climáticas. Desta maneira, a evolução da prática da indústria seria acompanhada de um amadurecimento do próprio marco regulatório que o criou, o aperfeiçoando e retroalimentando um círculo virtuoso.

Já a perspectiva para o projeto de restauração florestal no PEPB é a finalização do reflorestamento, a realização do adensamento e a introdução de mais espécies de diversidade, para que ao longo do processo de sucessão ecológica sejam necessários cada vez menos manutenção. Até que a área se torne ao longo desses 30 anos uma floresta autossustentável em termos de ciclagem de nutrientes e manutenção de seu estoque de carbono.

Outra perspectiva para o projeto é a ampliação dos projetos de educação ambiental, trazendo cada vez mais o apoio das comunidades circundantes para o projeto. Esta aliança pode ser valiosa ao longo do tempo, pois a consolidação e manutenção da área em médio e longo prazo dependem também destas comunidades do entorno da Unidade de Conservação.

Seria vantajosa também para a área que fosse realizada a regularização fundiária de toda a UC, reduzindo os moradores de dentro da mesma, e diminuindo atividades que possam causar riscos de novos incêndios. A publicação do plano de manejo, a efetivação do cercamento nas áreas planejadas, a redelimitação dos limites do parque, e a consolidação da atenção especial da gestão do parque para a área do Parque do Carbono também poderiam melhorar as chances da área se manter ao longo do tempo.

Espera-se também que este projeto de restauração florestal inicial, evolua em termos de acompanhamento dos fluxos de carbono no local através de medições do CO<sub>2</sub> capturado, o que permitirá melhor controle e maior confiabilidade no quantitativo de CO<sub>2</sub> sequestrado na biomassa vegetal. Além disso, espera-se que seja acompanhada e avaliada a evolução na recuperação dos serviços ambientais na área.

Por fim, espera-se que a área permaneça florestada após a conclusão do projeto, para que a condicionante de licença ambiental seja atendida, e para que o projeto pioneiro de compensação de carbono, mesmo diante de todas as dificuldades enfrentadas ao longo de sua execução, possa ser considerado uma referência para os projetos vindouros de reflorestamento e de restauração florestal como forma de compensação de emissões de GEE.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Norma ABNT n° 6024** - Informação e documentação – Numeração progressiva das seções de um documento escrito. Rio de Janeiro: ABNT. 2003.
- AMADOR, D. B. **Restauração de ecossistemas com sistemas agroflorestais**. In: KAGEYAMA, P. Y. *et al.*. Restauração ecológica de ecossistemas naturais. Botucatu: FEPAF, 2003. p.333 - 340.
- ANP. **PORTARIA ANP N° 249**, DE 1º.11.2000 - DOU 3.11.2000. Aprova o Regulamento Técnico de Queimas e Perdas de Petróleo e Gás Natural, que dispõe sobre as questões relacionadas com as queimas em flares e as perdas de gás natural. 2000.
- API. **Compendium of greenhouse gas emissions methodologies for the oil and gas industry**. p.489. American Petroleum Institute. Washington, 2009.
- ARPEL - Asociacion Regional de Empresas de Petróleo y Gas Natural em Latinoamerica y El Carobe. **Atmospheric Emissions Inventories Methodologies in the Petroleum Industry**, 1998.
- BADER, N. e BLEISCHWITZ, R.. **Study Report: Comparative Analysis of Local GHG Inventory Tools**. Institute Veolia Environment. 2009.
- BARBIERI, J. C. **Gestão Ambiental Empresarial: Conceitos, Modelos e Instrumentos**. 1ª Ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2004.
- BARBOSA, L.M.; BARBOSA, J.M.; BARBOSA, K.C.; POTOMANI, A.; MARTINS, S.E.; ASPERTI, L.M. **Recuperação florestal com espécies nativas no Estado de São Paulo**. Florestar Estatístico, v.6, p.28-34, 2003.
- BIDERMAN, R. **Diretrizes para Formulação de Políticas Públicas em Mudanças Climáticas no Brasil**. (Observatório do Clima). São Paulo/SP. Junho, 2009.
- BIELLO, D. **For the first time in human civilization, we have reached 400 PPM CO2 in the atmosphere**. 2013. Disponível em: <[www.scientificamerican.com](http://www.scientificamerican.com)> acesso em 10 de maio de 2013.
- BNDES. **Relatório Anual de Atividades do Fundo Amazônia**. 2009. Disponível em: <[http://www.fundoamazonia.gov.br/FundoAmazonia/export/sites/default/site\\_pt/Galerias/Arquivos/Boletins/RAFA\\_2009\\_versxo\\_final\\_portuguxs\\_.pdf](http://www.fundoamazonia.gov.br/FundoAmazonia/export/sites/default/site_pt/Galerias/Arquivos/Boletins/RAFA_2009_versxo_final_portuguxs_.pdf)>.
- BRASIL. **Lei n° 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências. Diário Oficial da União - 02/09/1981). 1981. Disponível em: <[http://www.feam.br/Normas\\_Ambientais/leis\\_federais/lei06938-81.pdf](http://www.feam.br/Normas_Ambientais/leis_federais/lei06938-81.pdf)>. Acesso em 04 de março de 2013.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Resolução Conama n° 001**.

1986. Disponível em: <[www.mma.conama.gov.br/conama](http://www.mma.conama.gov.br/conama)> Acesso em 17/04/2013.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA 1997. **Resolução Conama nº 237**. 1997. Disponível em:< [www.mma.conama.gov.br/conama](http://www.mma.conama.gov.br/conama)> Acesso em 17/04/2013.
- BRASIL. **Manual de Redação da Presidência da República**. 2a Ed. Rev. e Atual. - Brasília: Presidência da República. 2002a.
- BRASIL. **Normas sobre correspondências e atos oficiais**. Brasília: Agência Nacional de Águas. CDOC. 2002b.
- BRASIL. **Decreto Federal nº 6.514**. Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências. 2008. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2008/decreto/D6514.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/D6514.htm)>. Acesso em 02 de junho de 2013.
- BRASIL. **Decreto nº 6.527**, de 1º de agosto de 2008. Dispõe sobre o estabelecimento do Fundo Amazônia pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES. 2008. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2008/decreto-6527-1-agosto-2008-578808-norma-pe.html>> Acesso em 05 de março de 2013.
- BRASIL. Decreto Legislativo nº 499, de 11 de agosto de 2009. **Aprova o texto consolidado da Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios**. Diário Oficial da União, Brasília, DF. 2009. Disponível em: <<http://legislacao.planalto.gov.br/legisla/legislacao.nsf/8b6939f8b38f377a03256ca200686171/bde2f626e4f4f2718325760f0043427e?OpenDocument>>. Acesso em 15 de agosto de 2013.
- BRASIL. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009a. **Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Brasília, DF. 2009a. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/12187.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/12187.htm)>. Acesso em 17 de agosto de 2012.
- 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 Mudança do Clima – PNMC, e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Brasília, DF. 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7390.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7390.htm)>. Acesso em 17 de agosto de 2012.
- BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Coordenação Geral de Mudanças Globais de Clima. **Segunda Comunicação Nacional do Brasil a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. MCT, Brasília, DF. 2010a.
- BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). **Emissões Fugitivas do Setor de Petróleo e Gás Natural**. Relatórios de Referência – Segundo Inventário Nacional de Gases de Efeito Estufa (GEE). MCT, Brasília, DF, 38 pp. 2010b.
- BRASIL. **Lei Complementar nº. 140**, de 08 de dezembro de 2011. 2011. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/LCP/Lcp140.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LCP/Lcp140.htm)>. Acessado em 02.10.2012.

- CMMAD – Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso Futuro Comum**. 1ª Ed. Rio de Janeiro. Editora FGV, 1988.
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 382/2006. Estabelece os limites máximos de emissões de poluentes atmosféricos por fontes fixas**. 26 de dezembro de 2006.
- CURY, R. T. S. **Manual para restauração florestal: florestas de transição**. Belém : IPAM - Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, 2011. -- (Série boas práticas ; v. 5) ISBN 978-85-87827-26-5
- D'AMÉLIO, M. T. S. **Estudos de gases de efeito estufa na Amazônia**. (Dissertação de Mestrado). Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2006.
- EPA. **The Offshore and Coastal Dispersion (OCD) model – User Guide**. U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC. 1989.
- EPA. **Application of CALMET/CALPUFF and MESOPUFF II to Compare Regulatory Design Concentrations for a Typical Long-Range Transport Analysis**. U.S. Environmental Protection Agency, 88 pp. Research Triangle Park, NC. 2002.
- EPA. **Implementation Guide for the AERMOD Meteorological Preprocessor (AERMET)**. U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC. 2009.
- EPA. **Clean Air Action Regulamentation**. U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC. 2012.
- FERNANDES, A. C., SANTOS, M. C. **Modelo de Emissões de Gases de Efeito Estufa na Indústria de Petróleo e Gás**. Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade GeAS – EISSN: 2316-9834. 2012.
- FGV. Centro de Estudos em Sustentabilidade da EAESP e WRI – World Resources Institute. **Contabilização, quantificação e publicação de inventários corporativos de emissões de gases de efeito estufa**. Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol. 2ª ed. 2009.
- FLANNERY, T. F. **Os Senhores do Clima**. Rio de Janeiro – RJ. 2007.
- FORRESTER, J. W. **Industrial Dynamics**. Cambridge, MIT Press. 1961.
- FORSTER, P.; RAASWAMY, V.; ARTAXO, P.; BERNTSEN, T.; BETTS, R.; FAHEY, D.; HAYWOOD, J.; LEAN, J. *et al.* **Changes in atmospheric constituents and in radiative forcing**. In: Solomon, S.; Qin, D., et al (Ed.). *Climate Change 2007: The physical science basis: Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. p.129-234.
- FREESE, B.; CLEMMER, S.; NOGEE, A. **Coal Power in a Warming World: A Sensible**

- Transition to Cleaner Energy Options Union of Concerned Scientists.** Cambridge, p.70. 2008.
- FORTE, S. H. A. C. - **Manual de elaboração de tese, dissertação e monografia.** Fortaleza: Universidade de Fortaleza. 2006.
- GIBBINS, J.; CHALMERS, H. **Carbon capture and storage.** Energy Technology for Sustainable Development Group. London. 2008.
- IAIA – INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR IMPACT ASSESSMENT. **Principles of Environmental Impact Assessment Best Practice.** IAIA, North Dakota, USA, 4 pp. 1999.
- IAIA – INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR IMPACT ASSESSMENT. **What Is Impact Assessment?** IAIA, North Dakota, Estados Unidos, 4 pp. 2009.
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Norma Administrativa – 100-70-01 - Norma de Atos Administrativos,** de 5 de janeiro de 2009 – Publicada no Diário Oficial da União, Brasília, DF. 2009.
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Instrução Normativa IBAMA nº. 12.** Publicada em 24 de novembro de 2010.
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA nº 01/11. Projeto de Controle da Poluição:** Diretrizes para apresentação, implementação e para elaboração de relatórios, nos processos de licenciamento ambiental dos empreendimentos marítimos de exploração e produção de petróleo e gás”. 2011.
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Parecer Técnico CGPEG/DILIC/IBAMA nº 254/2011–** Análise do 1º Relatório Semestral de Atividades do Reflorestamento do Parque Estadual da Pedra Branca. 2011a.
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Parecer Técnico CGPEG/DILIC/IBAMA nº 499/11 –** Análise do 2º Relatório Semestral de Atividades do Reflorestamento do Parque Estadual da Pedra Branca. 2011b.
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Parecer Técnico CGPEG/DILIC/IBAMA 219/2012 –** Análise do 3º Relatório Semestral de Atividades do Reflorestamento do Parque Estadual da Pedra Branca. 2012a.
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Nota Informativa Nº 02/2013/CGPEG/DILIC/IBAMA. Emissões de Gases de Efeito Estufa -** Procedimentos adotados e perspectivas em relação aos impactos ambientais das emissões de gases de efeito estufa nos empreendimentos marítimos de exploração e produção de petróleo e gás. 2013.
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Parecer Técnico CGPEG/DILIC/IBAMA nº 030/2013 –** Análise do 4º Relatório Semestral de Atividades do Reflorestamento do Parque Estadual da Pedra Branca. 2013a.

- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Parecer Técnico CGPEG/DILIC/IBAMA nº 480/2013** – Análise do 5º Relatório Semestral de Atividades do Reflorestamento do Parque Estadual da Pedra Branca. 2013b.
- ICF. **Estudo de Impacto Ambiental – EIA para o Teste de Longa Duração – TLD na Área de Tupi – Bloco BM-S-11 – Bacia de Santos. Revisão 00.** ICF International. 2008a.
- ICF. **Estudo de Impacto Ambiental – EIA - Piloto do Sistema de Produção e Escoamento de Óleo e Gás na Área de Tupi, Bloco BM-S-11, Bacia de Santos.** Revisão 00. ICF International. 2008b.
- ICF. **Estudo de Impacto Ambiental - EIA Testes de Longa Duração – TLDs nas Áreas de Guarará, Carioca (BM-S-9), Iara e Iracema (BM-S-11), Bacia de Santos.** Revisão 00. ICF International. 2009.
- INEA. Instituto Estadual do Meio Ambiente. **Projeto do Plano de Manejo para o Parque Estadual da Pedra Branca – PEPB.** Rio de Janeiro, 2008.
- INEA. Instituto Estadual do Meio Ambiente – **Sítio Eletrônico.** Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: < <http://www.inea.rj.gov.br> >. Acesso em: 19 outubro 2013.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2001: The Scientific Basis. Third Assessment Report: Climate Change 2001** New York. 2001.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.** Japan. 2006.
- IPCC – International Panel on Climate Change. **Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Suíça, 104 pp. 2007.
- IPIECA. **Petroleum Industry Guideline for Reporting Greenhouse Gas Emissions.** Report of the Joint industry Task Force. International Petroleum Industry Environmental Conservation Association. Londres, p.81. 2003.
- KATZER, J. **The Future of Coal: Options for a Carbon-Constrained World.** Massachusetts Institute of Technology. Cambridge. 2007. Disponível em: < [http://web.mit.edu/coal/The\\_Future\\_of\\_Coal.pdf](http://web.mit.edu/coal/The_Future_of_Coal.pdf) >.
- LASHOF, D. A.; AHUJA, D. R. **Relative contributions of greenhouse gas emissions to global warming.** Nature, 344, 529-531p. 1990.
- LERF – Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal. **Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal** – São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, 2009. 256p. ISBN 978-85-60840-02-1
- LOVELOCK, J. **A Vingança de Gaia.** 1a Edição. 2006. (ISBN 85-209-1042-4)

- MCTI. **Inventário Nacional de Emissões de Gases de Efeito Estufa**. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. 2006. Disponível em: < <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/17341.html> >.
- MCTI. **Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil**. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. 2013. Disponível em: < <http://gvces.com.br/arquivos/177/EstimativasClima.pdf> > - Acessado em 14 de maio de 2014.
- MESQUITA, C. A. B.; MOREIRA, G. V.; COPELLO, A. **Restauração Florestal no Parque Estadual da Pedra Branca - Setor Piraquara - Rio de Janeiro / RJ**. Instituto Bioatlântica. 2009.
- METZ, B.; DAVIDSON, O.; CONINCK, H.; LOOS, M.; MEYER, L. **IPCC Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage**. 2005. Disponível em: < [http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srccs/srccs\\_wholereport.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srccs/srccs_wholereport.pdf) >
- MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Portaria nº 422, de 26 de outubro de 2011**. Dispõe sobre procedimentos para o licenciamento ambiental federal de atividades e empreendimentos de exploração e produção de petróleo e gás natural no ambiente marinho e em zona de transição terra-mar. 2011.
- MORAES, L. F. D.; CAMPELLO, E. F. C.; FRANCO, A. A. **Restauração florestal: do diagnóstico de degradação ao uso de indicadores ecológicos para o monitoramento das ações**. Oecologia Australis, Melbourne, v. 14, n. 2, p. 437-451, June 2010.
- OGP – INTERNATIONAL ASSOCIATION OF OIL & GAS PRODUCERS. **Environmental performance in the E&P industry – 2010 data**. Report nº 466, 50 pp. 2011.
- PARKER, V. T.; PICKETT, S. T. A. **Restoration as in ecosystem process: implications on the modern ecological paradigm**. In: URBANSKA, K. M.; WEBB, N. B.; EDWARDS, P. J. (Ed.). Restoration ecology and sustainable development. Cambridge: Cambridge University, 1997. p. 17-32.
- PETROBRAS. **1º Relatório Semestral de Atividades do Projeto de Reflorestamento no Parque Estadual da Pedra Branca – Setor Piraquara**. 2011a.
- PETROBRAS. **2º Relatório Semestral de Atividades do Projeto de Reflorestamento no Parque Estadual da Pedra Branca – Setor Piraquara**. 2011b.
- PETROBRAS. **3º Relatório Semestral de Atividades do Projeto de Reflorestamento no Parque Estadual da Pedra Branca – Setor Piraquara**. 2012a.
- PETROBRAS. **4º Relatório Semestral de Atividades do Projeto de Reflorestamento no Parque Estadual da Pedra Branca – Setor Piraquara**. 2012b.
- PETROBRAS. **5º Relatório Semestral de Atividades do Projeto de Reflorestamento no Parque Estadual da Pedra Branca – Setor Piraquara**. 2013a.
- PETROBRAS. **6º relatório Semestral de Atividades do Projeto de Reflorestamento no**



**Parque Estadual da Pedra Branca – Setor Piraquara. 2013b.**

RODRIGUES, R.R.; BRANCALION, P.H.S.; ISERNHAGEN, I. **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: Referencial dos conceitos e ações de restauração florestal.** LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, São Paulo. 264p. 2009.

SACHS, I. **Desenvolvimento incluyente, sustentável, sustentado.** Rio de Janeiro. Garamond. 2004.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental: Conceitos e Métodos.** Oficina de Textos, São Paulo. 495 pp. 2008.

SCRIPPS - Institution of Oceanography at UC San Diego. **The Keeling Curve** - A daily record of atmospheric carbon dioxide. 2013. Disponível em <<http://keelingcurve.ucsd.edu/>> - Acesso em 10 de maio de 2013.

SER - *Society for Ecological Restoration International*, Grupo de Trabalho sobre Ciência e Política. **Princípios da SER International sobre a restauração ecológica.** y Tucson: Society for Ecological Restoration International. 2004. Disponível em [www.ser.org](http://www.ser.org) - Acesso em 16/02/2014.

SHINDELL, D. T.; FALUVEGI, G.; KOCH, D. M.; SCHMIDT, G. A.; UNGER, N.; BAUER, S. E. **Improved Attribution of Climate Forcing to Emissions.** Science, v. 326, n. 5953, p.716-718. 2009. Disponível em: <http://www.sciencemag.org/content/326/5953/716> - Acesso em 07 de março de 2014.

SILVA, I. P. **Balço de dióxido de carbono em áreas urbanas: emissão e sequestro.** (Dissertação de Mestrado). Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro. 2010.

SIQUEIRA, L.P.; MESQUITA, C.A.B. **Meu pé de Mata Atlântica: Experiências de recomposição florestal em propriedades particulares no Corredor Central.** Rio de Janeiro. Instituto BioAtlântica. 188p. 2007.

The Oil Industry International Exploration & Production Forum - **Methods for Estimating Atmospheric Emissions from E&P Operations** – Report N° 259/197 - TIER TWO ESTIMATION – Gas Flaring, September, 1994.

UNFCCC - UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE. **GHG data from UNFCCC.** 2012. Disponível em: [http://unfccc.int/ghg\\_data/ghg\\_data\\_unfccc/items/4146.php](http://unfccc.int/ghg_data/ghg_data_unfccc/items/4146.php). Acesso em 17 de agosto de 2012.

VIANI, R. A. G. **O uso da regeneração natural como estratégia de produção de mudas e resgate da diversidade vegetal na restauração florestal.** 2005. 203 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

WRI – *World Resources Institute*. **CAIT - Climate Analysis Indicators Tool.** Washington. 2010.

YIN, R. **Applications of case study research.** Beverly Hills, CA: Sage Publishing. 1993.

## **APÊNDICES**

- A – Fontes potenciais de emissões a serem consideradas no inventário de emissões de Gases de Efeito Estufa.
- B – Espécies de preenchimento utilizadas no projeto de restauração florestal.
- C – Espécies de diversidade utilizadas no projeto de restauração florestal.

**APÊNDICE A - Fontes potenciais de emissões a serem consideradas no inventário de emissões de Gases de Efeito Estufa.**

Tabela 6: Fontes em Potencial de Emissão de Gases de Efeito Estufa –Setor: Exploração e Produção de Petróleo e Gás (Adaptada de API, 2009) (continua)

<b>Exploração e produção</b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>CH<sub>4</sub></b>	<b>N<sub>2</sub>O</b>
<b><i>FONTES DE COMBUSTÃO – Dispositivos Estacionários</i></b>			
Caldeiras/geradores de vapor	X	X	X
Refervedores/Destiladores de Desidratação	X	X	X
Aquecedores/depuradores	X	X	X
Geradores com motores de combustão interna	X	X	X
Bombas de incêndio	X	X	X
Acionadores de compressor alternativo	X	X	X
Geradores de turbina elétrica	X	X	X
Acionadores de compressor centrífuga/turbina	X	X	X
Perfuração de Poços	X	X	X
Flares	X	X	X
Incineradores	X	X	X
<b><i>FONTES DE COMBUSTÃO – Fontes Móveis</i></b>			
Equipamento de perfuração móvel	X	X	X
Aviões/Helicópteros	X	X	X
Barcos de apoio/fornecimento, barça	X	X	X
Outros veículos da empresa	X	X	X

Preparação, construção e escavação do local	X	X	X
---	---	---	---

Tabela 6: Fontes em Potencial de Emissão de Gases de Efeito Estufa –Setor: Exploração e Produção de Petróleo e Gás (Adaptada de API, 2009) (continuação - continua)

<b><i>FONTES DE COMBUSTÃO – Fontes Móveis</i></b>			
Equipamento de perfuração móvel	X	X	X
Aviões/Helicópteros	X	X	X
Barcos de apoio/fornecimento, barcaça	X	X	X
Outros veículos da empresa	X	X	X
Preparação, construção e escavação do local	X	X	X
<b><i>FONTES INDIRETAS</i></b>			
Importações de eletricidade	X	X	X
Aquecimento do processo/importações de vapor	X	X	X
Co-geração	X	X	X
<b><i>FONTES VENTILADAS – Ventilações de Processo</i></b>			
Processos de Desidratação	-	X	-
CO <sub>2</sub> associado	X	-	-
Tanques de armazenamento e recipientes de drenagem	X	X	-
Perfuração exploratória	X	X	-
Completações e testes de poços	X	X	-
Dispositivos pneumáticos	X	X	-
Bombas de injeção química	X	X	-
Análise e amostragem de gás	X	X	-
Desgasificação de fluidos de	X	X	-

perfuração

Completções e testes de poços	X	X	-
-------------------------------	---	---	---

Tabela 6: Fontes em Potencial de Emissão de Gases de Efeito Estufa –Setor: Exploração e Produção de Petróleo e Gás (Adaptada de API, 2009) (continuação)

<b><i>FONTES VENTILADAS – Ventilações de Processo</i></b>			
Revestimentos de poço de gás de baixa pressão	X	X	-
Drenagens de compressor	X	X	-
Drenagem de recolha de gás	X	X	-
Drenagem de recipiente	X	X	-
Completção de Poços	X	X	-
Descarga de poço e re-trabalho	X	X	-
Parada de emergência (ESD) / Segurança de emergência	X	X	-
Drenagem (ESB)	X	X	-
Válvulas de alívio de pressão	X	X	-
<i>Blowout</i> de poço (quando não há queima em <i>flare</i> )	X	X	-
Supressão de Incêndio	X	X	-
<b><i>FONTES FUGITIVAS</i></b>			
Vazamentos de componentes de equipamentos	X	X	-
Tratamento de água residual	-	X	-
Ar condicionado/Refrigeração	-	-	-

## APÊNDICE B - Espécies de preenchimento utilizadas no projeto de restauração florestal

Tabela 7: Espécies de preenchimento utilizadas no projeto

<b>Nomenclatura binomial</b>	<b>Nomes Populares</b>
<i>Aegyphilla sellowiana</i>	Tamanqueira, Tamanquinho, Pau-de-tamanco.
<i>Cybistax antisiphilitica</i>	Ipê Verde; Ipê Mandioca; Ipê de flor verde.
<i>Croton floribundus</i>	capixinguí, capoeira preta, lixeira, sangra água, sangue de dragão, sangue de drago, tapixingui, urucurana, velame, velame de cheiro
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Tamboril, Araribá, Árvore-das-patacas, Cambanambi, Chimbó, Chimuva, Flor-de-algodão, Orelha-de-macaco, Orelha-de-negro, Orelha-de-onça, Orelha-de-preto, Pacará, Pau-de-sabão, Pau-sabão, Tambaré, Tamboi, Tambor, Tambori, Tamboril-do-campo, Tamboril-pardo, Tamborim, Tamburé, Tamburil, Tamburiúva, Tambuvé, Tambuvi, Timbaúba, Timbaúba, Timbaúba, Timbaúva, Timbaúva-branca, Timbaúva-preta, Timbúba, Timbó, Timboúba, Timborana, Timburi, Timboril, Timboúba, Timboúva, Timbuíba, Timburi, Timburil, Timbuva, Vinhática-flor-de-algodão, Ximbiuva, Ximbó, Ximbuva
<i>Erythrina speciosa</i>	Mulungu-do-litoral, Corticeira, Eritrina, Eritrina-candelabro, Eritrina-vermelha, Mulungu
<i>Guarea trichilioides</i>	Marinheiro, Camboatã, Carrapeta-Verdadeira, Açafroa, Bilreiro, Canjerana-Miúda, Cedrão, Cedro-Branco, Cedrorana, Macuqueiro, Jitó, Guaré, Jataúba, Pau-Bala, Jataúba-Branca, Pau-de-Sabão, Taúva e Peloteira, Marinheiro-do-Mato.
<i>Joannesia princeps</i>	Andá-assu , Boleira , Cutieira , Côco-de-purga , Fruta-de-arara , Fruta-de-cotia , Purga-de-cavalo.
<i>Luehea grandiflora</i>	Ivitinga, Mutamba-Preta, Papeá-Guassu, Uvatinga, Ubatinga, Caoveti.
<i>Mimosa artemisiana</i>	Jurema Branca, Tataré, Piteco.
<i>Mimosa bimucronata</i>	Maricá, Amorosa, Arranha-gato, Espinheira-de-cerca.
<i>Schinus therebinthifolius</i>	Aroeira-mansa, Aguaráiba, Aroeira do-sertão, Aroeira-brasileira, Aroeira-da-praia, Aroeira-do-brejo, Aroeira-do-paraná, Aroeira-pimenteira, Aroeira-vermelha, Bálsamo, Cabuí, Cambuí, Corneíba, Fruto-de-sabiá, Pimenta-rosa.
<i>Senna macranthera</i>	Fedegoso, Pau-fava, Aleluia, Cabo-verde, Ibixuna, Tararaçú, Mandurana, Mamangá, Ibixuna.
<i>Senna multijuga</i>	Aleluia , Cássia-aleluia , Pau-cigarra , Caquera , Canafístula.
<i>Sparattosperma leucanthum</i>	Caroba branca, caroba-da-mata.
<i>Spondias dulcis</i>	Cajá-manga, Cajá, Cajarana, Taperebá-do-sertão e Cajá-anão.
<i>Trema micrantha</i>	Pau pólvora, periquiteiro, candiúva, candiúba, taleira, motamba, gurindiba, curindiba, seriúva, trema.
<i>Miconia cinnamomifolia</i>	Jacatirão-açu, jacatirão, carvalho-vermelho, miconia, jacatirão-de-copada, nhacatirão, casca-de-arroz.
<i>Genipa americana</i>	Jenipapo, Jenipapeiro, Jenipá, Jenipapinho, Janipaba, Janapabeiro, Janipapo, Cabaçu, Janipapeiro, Jenipapo branco, Jenipapo manso, Jenipapo bravo, Jenipava, Guaitil, Huito, Caruto, Jagua.

## APÊNDICE C - Espécies de diversidade utilizadas no projeto de restauração florestal

Tabela 8: Espécies de diversidade utilizadas no projeto (continua)

<b>Nomenclatura binomial</b>	<b>Nomes Populares</b>
<i>Alchornea glandulosa</i>	Tamanqueiro, Tapiá, amor seco, pau-óleo.
<i>Anadenanthera colubrina</i>	Angico branco, Angico vermelho, Mamica de porca.
<i>Bombacopsis glabra</i>	Castanha do maranhão, castanha da praia, castanha, cacau do maranhão, mamorana, cacau selvagem, amendoim de árvore.
<i>Caesalpinia ferrea</i>	Pau-ferro, Ibirá-Obi, Icainha, Imirá-Itá, Jacá, Jucá, Jucaína, Muiarobi, Muiré-itá, Pau-ferro-do-ceará.
<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	Sibipiruna, Coração-de-negro, Sebipira, Sibipira.
<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro, cardo, cedro-branco, cedro-rosa, cedro-vermelho, cedrinho.
<i>Centrolobium tomentosum</i>	Araribá, araribá rosa, aribá, araruva, ararauba, carijó, iriribá rosa, putumuju, tipiri.
<i>Chorisia speciosa</i>	Paineira, sumaúma, barriguda, paina-de-seda
<i>Colubrina glandulosa</i>	Sobrasil, saguaraji, sabiá-da-mata, falso-pau-brasil, saguari.
<i>Cordia sellowiana</i>	Chá de bugre, juruté, louro mole, louro, catuteiro branco, mata fome, capitão do campo.
<i>Cordia superba</i>	Babosa branca, acoará muru, árvore de ranho, carapiá, grão de galo, grão de porco, jangada do campo, jagoará muru, tajaçu carapiá.
<i>Cordia trichotoma</i>	Louro-pardo, louro-amarelo, louro-batata, louro-do-sul, louro-mutamba, freijó.
<i>Cytharexylum myrianthum</i>	Tucaneiro, pau de viola, tucaneira, jacareúba, baga de tucano, pombeiro, tarumã, tarumã branco, pau viola.
<i>Eugenia uniflora</i>	Pitanga, Pitangueira, Cerejeira-brasileira, Ginja, Pitanga-branca, Pitanga-do-mato, Pitanga-rósea, Pitanga-roxa, Pitangueira-miúda, Pitangueira-vermelha, Pitanga-vermelha, Pitangueira, Pitangueira-comum.
<i>Gallesia gorazema</i>	Pau-d'alho, guararema, gurarema, guarema, <sup>2</sup> pau-de-mau-cheiro e ubaeté.
<i>Gochmatia polymorpha</i>	Candeia, Cambará, Cambará do Mato, Cambará Guaçú, Cambará de Folha Grande.
<i>Hymenaea courbaril</i>	Jatobá, jataí, jataí-amarelo, jataí-peba, jataí-vermelho, jitaí, farinha, jataíba, burandã, imbiúva, jatobá-miúdo, jatobá-de-catinga.
<i>Inga edulis</i>	Ingá de metro, ingá cipó, ingá de macaco, ingá macarrão, ingá rabo de mico, angá.
<i>Inga uruguensis</i>	Ingá do brejo, ingá de quatro quinas, ingazeiro, ingá banana, ingá, angá, ingá liso, ingá da várzea, ingá comum, ingá açu.
<i>Jacaranda puberula</i>	Caroba, caroba-brava, caroba-da-mata, caroba-do-campo, caroba-miúda, caroba-roxa, carobão, carobinha, carova, jacarandá, jacarandá-branco.
<i>Jacaratia spinosa</i>	Jaracatiá, mamãozinho, barrigudo, chamburu, mamão de veado, mamão do mato, mamoeiro bravo, mamoeiro de espinho, mamãozinho da mata.
<i>Peltophorum dubium</i>	Canafístula, Angico-amarelo, Farinha-seca, Faveira, Guarucaia, Ibirá-puitá, Sobrasil, Tamboril-bravo.
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	Pau Jacaré, jacaré, angico branco, monjoleiro, monjolo, icarapé, casco de jacaré.



Tabela 8: Espécies de diversidade utilizadas no projeto (continuação)

<b>Nomenclatura binomial</b>	<b>Nomes Populares</b>
<i>Pseudobombax grandiflorum</i>	Embiruçu, imbiruçu, embiruçu da mata, paina amarela, paina de arpoador, cedro d'água.
<i>Psidium guajava</i>	Goiaba, Araçá-das-almas, Araçá-goiaba, Araçá-guaçu, Araçá-mirim, Araçaíba, Araçauaçu, Goiaba-maçã, Goiabeira, Goiabeira-branca, Goiabeira-vermelha, Guaiaba, Guaiava, Guaiaba, Guava, Guiaba, Mepera.
<i>Schizolobium parahyba</i>	Guapuruvu, Bacurubu, Bacuruva, Bacuruvu, Badarra, Biroasca, Faveira, Ficheira, Gabiruvu, Gapuruvu, Garapuvu, Guapiruvu, Guarapuvu, Guavirovo, Igarapobu, Paricá, Pataqueira, Pau-de-canoa, Pau-de-tamanco, Pau-de-vintém.
<i>Spondias lútea</i>	Cajazeira, cajazeiro, cajá, cajá-mirim, cajazinha, taperebá, acaia, acaiaba, acajá, acajaíba, ambaló, ambareira, ambareiro, ambaró, cajaeiro, cajarana, cajá-pequeno, cajazeiro-miúdo, catona, guegue, ibametara, minguengue, moxubiá, muguenga, muguengue e taperibá.
<i>Tabebuia chrysotricha</i>	Ipê-amarelo, ipê-amarelo-cascudo, ipê-do-morro, aipê, ipê-tabaco, ipê-amarelo-paulista e pau-d'arco-amarelo
<i>Tabebuia heptaphylla</i>	Ipê-rosa, ipê-roxo da mata, ipê-comum, ipê-reto, pau d'arco-roxo.
<i>Tibouchina granulosa</i>	Quaresmeira, Flor-de-quaresma, Quaresmeira-roxa.
<i>Lecythis pisonis</i>	Sapucaia, Cabeça-de-macaco, Caçamba-do-mato, Castanha-de-sapucaia, Castanha-sapucaia, Cumbuca-de-macaco, Fruta-sapucaia, Jacapucaia, Marmita-de-macaco, Sapucaia-vermelha.
<i>Lafoensia glyptocarpa</i>	Mirindiba-rosa, Dedaleiro, Louro-de-são-paulo, Mirindiba, Mirindiba-bagre, Mirinduva.
<i>Pterocarpus violaceus</i>	Aldrigo, folha-larga, pau-sangue, sangueiro, dragociana, pau-vidro.
<i>Myrciaria trunciflora</i>	Jabuticabeira-preta, jabuticabeira-rajada, jabuticabeira-rósea.
<i>Marlierea edulis</i>	Cambucá, Cambucá-verdadeiro.
<i>Cupania vernalis</i>	Camboatá-vermelho, arco-de-barril, arco-de-peneira, camboatá, covatã, rabo-de-bugio.
<i>Eugenia brasiliensis</i>	Grumixameira, Grumixama, Grumixaba, Cumbixaba, Ibaporoiti.