

2005/2004/002/2011

AZURIT

L. 469

Belo Horizonte, 13 de outubro de 2011.

A/c Sr. Jorge Luiz Oliveira
Superintendência Regional Regularização Ambiental do Alto São Francisco
(SUPRAM ASF)
Rua Bananal, nº 549
Vila Belo Horizonte, Divinópolis/MG
Tel: (37) 3229 2800



OF. /Nº 138/2011

Referência: Processo COPAM nº 02005/2004/002/2011.

Assunto: Encaminhamento do Projeto de Carboneutralização da Construção da PCH Nova Dorneles.


Prezado senhor

Dando prosseguimento ao processo de licenciamento ambiental da PCH Nova Dorneles, segue em anexo o Projeto de Carboneutralização das Emissões de Gases de Efeito Estufa – GEE Provenientes das Obras de Implantação da referida PCH, em atendimento às condicionantes:

- LP/LI nº 1 incluída pela Câmara de Atividades de Infra-Estrutura (CIF), conforme ANEXO ao Parecer Técnico DIENE nº 019/2007, que solicita: "O empreendedor deverá carboneutralizar a construção do empreendimento."
- LO nº 12, que solicita: "Apresentar o Relatório Consolidado, com respectivo memorial de cálculo, conforme proposto no cumprimento da referida condicionante, a fim de carboneutralizar a construção do empreendimento. Obs.: Apresentar a proposta com possibilidade de neutralização das obras."

Colocamo-nos à disposição para qualquer esclarecimento.

Atenciosamente,


Azurit Engenharia Ltda.
Juliana Santos

SUPRAM-ASF

Regional Copam 19/10/2011 15:19 - R160596/2011

PROJETO DE CARBONEUTRALIZAÇÃO DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA – GEE PROVENIENTES DAS OBRAS DE IMPLANTAÇÃO DA PCH NOVA DORNELES

Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa (BASE METODOLÓGICA GHG PROTOCOL)

Projeto de Compensação das Emissões de GEE através de Restauro Florestal

FERLIG FERRO LIGA LTDA.

PCH Nova Dorneles

Responsável pelo Estudo: Ambiente Gestão em Sustentabilidade

Belo Horizonte, 07 de janeiro de 2011.

Índice

INTRODUÇÃO

PARTE I

Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa (BASE METODOLÓGICA GHG PROTOCOL)

- 1.1. INTRODUÇÃO
- 1.2. DESCRIÇÃO DA EMPRESA
- 1.3. DEFINIÇÕES E CONCEITOS
 - 1.3.1. Inventário de Emissões de GEE – Gases de Efeito Estufa
 - 1.3.2. Metodologias de quantificação
 - 1.3.3. Premissas
 - 1.3.4. Escopos
 - 1.3.5. Gases de Efeito Estufa
 - 1.3.6. Cálculo das emissões
 - 1.3.7. Emissões de CO₂ da biomassa
- 1.4. ABRANGÊNCIA DO INVENTÁRIO
 - 1.4.1. Fronteiras organizacionais
 - 1.4.2. Fronteiras operacionais
 - 1.4.3. Período do Inventário
- 1.5. RESULTADOS
 - 1.5.1. Emissão de GEE por categoria de fonte de emissão
 - 1.5.2. Emissão de GEE por escopo
 - 1.5.3. Emissão de GEE por Unidade Operacional
 - 1.5.5. Emissão de CO₂ da queima da biomassa
- 1.6. RESPONSÁVEIS
- 1.7. REFERÊNCIAS

PARTE II

Projeto de Compensação das Emissões de GEE através de Restauo Florestal

- 2.1. CONTEXTUALIZAÇÃO
 - 2.2. OBJETIVOS
 - 2.3. PROCEDIMENTO
 - 2.3.1. Fator de Fixação
 - 2.3.2. Recomendações para o Restauo Florestal
 - 3. RESULTADOS
 - 4. RESPONSÁVEIS
- Anexo I - Resolução SMA - 8, de 7-3-2007
Anexo II - Metodologia para cálculo do Fator de Fixação

INTRODUÇÃO

O presente Projeto de Carbonização tem a finalidade, em um primeiro momento, de levantar e apresentar os números, em toneladas de CO₂e (dióxido de carbono equivalente)¹, com base nos preceitos contidos no GHG Protocol, hoje metodologia mais utilizada para se inventariar Gases de Efeito Estufa – GEE, das emissões ocorridas por consequência das obras de implantação da Pequena Central Hidrelétrica Nova Dorneles.

Em um segundo momento, o projeto apresentará proposta de compensação das referidas emissões de GEE através de Restauro Florestal em área destinada exclusivamente para fins de plantio para carbonizar as emissões.

O estudo será apresentado em duas partes, conforme acima indicadas, visando facilitar a sua compreensão, bem como as metodologias utilizadas para cada etapa.

¹ Uma tonelada métrica de dióxido de carbono equivalente é calculada de acordo com o Potencial de Aquecimento Global (*Global Warming Potential – GWP*), que é um índice divulgado pelo Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima, e é utilizado para uniformizar as quantidades de diversos gases de efeito estufa em termos de dióxido de carbono equivalente, possibilitando que a redução de diferentes gases possa ser somada.

Parte I

*Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa
(BASE METODOLÓGICA GHG PROTOCOL)*

1.1. INTRODUÇÃO

Inventariar emissões de Gases de Efeito Estufa - GEE, considerados causa do aquecimento global, tem se mostrado uma ação eficiente para que as organizações possam dar seu primeiro passo frente aos esforços globais de combate às mudanças do clima.

O presente inventário se dá em função da necessidade apresentada pela empresa **Ferlig – Ferro Liga Ltda.**, referente às obras de construção do empreendimento denominado **PCH Nova Dorneles**, para cumprimento de condicionante das Licenças Prévia e de Instalação, concedidas concomitantemente (PA COPAM 02005/2004/001/2005) e sua relação com a emissão de gases de efeito estufa: Dióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxido Nitroso (N₂O), Hexafluoreto de Enxofre (SF₆), e as famílias dos Hidrofluorcarbonos (HFCs) e Perfluorcarbonos (PFCs).

As atividades exercidas em quaisquer organizações podem influir direta ou indiretamente no aquecimento global, por meio da emissão de gases que provocam o efeito estufa. Por isso, várias iniciativas estão acontecendo a nível global, nacional e local, no sentido de limitar estas emissões dos GEE.

Várias são as metodologias existentes no mundo para realização de inventários de GEE. A AMBIENTE adota em seus inventários de emissões a metodologia de maior aceitação e respeitabilidade mundial, denominada *The Greenhouse Gas Protocol – A Corporate Accounting and Reporting Standard* (O Protocolo de Gases de Efeito Estufa – Um Padrão Corporativo de Contabilização e Reporte), conhecido simplesmente por *GHG Protocol*. Lançado em 1998, é hoje a ferramenta mais utilizada mundialmente por empresas e instituições públicas para entender, quantificar e gerenciar emissões de GEE.

A metodologia *GHG Protocol* é compatível com as normas da *International Organization for Standardization* (ISO) e com as metodologias de quantificação do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC) e sua aplicação no Brasil se dá através do Programa Brasileiro GHG Protocol², capitaneado pela FGV – Fundação Getúlio Vargas, utilizando como base o documento *Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol*³. Os dados obtidos neste inventário podem ser utilizados nos relatórios de iniciativas como o *Carbon Disclosure Project*, o Índice Bovespa de Sustentabilidade (ISE) e no *Global Reporting Initiative* (GRI).

² <http://ghgprotocolbrasil.com.br/index.php?page=Conteudo&id=7>, site consultado aos 03 de novembro de 2010.

³ <http://www.ghgprotocolbrasil.com.br/cms/arquivos/ghgespec.pdf>, site consultado aos 03 de novembro de 2010.

1.2. DESCRIÇÃO DA EMPRESA/EMPREENDIMENTO INVENTARIADO

A Pequena Central Hidrelétrica Nova Dorneles (PCH Nova Dorneles) é desenvolvida pela empresa Ferlig Ferro Liga Ltda. que tem como principal atividade a produção de ferro liga, atividade que necessita de uma demanda elevada de energia, ramo demasiadamente afetado pela crise que abalou o mundo no segundo semestre de 2008.

A PCH Nova Dorneles localiza-se na cidade de Passatempo, região oeste do Estado de Minas Gerais.

O projeto consiste na geração de energia elétrica por fonte renovável – hídrica – através da construção de duas Pequenas Centrais Hidrelétricas a fio d'água, denominadas PCH Nova Dorneles (objeto do presente estudo) e PCH Nova Dorneles, com capacidade de 1,5MW e 4,7MW, respectivamente, num total de 6,2MW de capacidade instalada, no Alto Rio Pará/MG.

O objetivo principal é atender parte da demanda de energia da Ferlig que atualmente utiliza energia advinda da rede, o que também visa compensar a geração térmica por combustíveis fósseis presente no Sistema Interligado Nacional - SIN, bem como óleo diesel nos horários de pico.

Com isto, ajudará no fornecimento de eletricidade por fonte renovável contribuindo para a sustentabilidade ambiental através do aumento da participação da energia renovável em relação ao consumo total de eletricidade do SIN no Brasil, possibilitando a redução da emissão dos Gases do Efeito Estufa - GEE, neste caso o CO₂ (dióxido de carbono), conseqüentemente a redução do aquecimento global, fenômeno ocorrente no planeta Terra que causa o desequilíbrio dos aspectos ambientais globais.

Serão obtidos com o projeto benefícios ambientais, econômicos e sociais, além de favorecer benefícios financeiros fundamentais com a comercialização de RCE – Reduções Certificadas de Emissões vez que se encontra em validação seu Projeto de MDL – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, via Protocolo de Quioto.

Sua contribuição à mitigação de emissões dos GEE vem da atividade de projeto que reduz as emissões desses gases ao evitar a entrada em operação de centrais termelétricas que utilizam combustíveis fósseis como insumos energéticos. Na ausência da atividade de projeto, os combustíveis fósseis seriam queimados nas unidades geradoras termelétricas interligadas à rede. Esta iniciativa ajuda o Brasil a cumprir suas metas de promover o desenvolvimento sustentável.

1.3. CONCEITOS E DEFINIÇÕES

1.3.1. Inventário de Emissões de GEE

Um Inventário de Emissões de GEE é a contabilização das fontes de emissão associadas normalmente às operações de uma empresa e começa com a definição dos limites de atividades a serem considerados em sua elaboração. Um inventário de GEE deve considerar premissas amplamente aplicadas, a fim de obter dados que possam ser comparados entre empresas, e as fontes de emissão devem também ser agrupadas sobre algum critério geral.

A aplicação de premissas é fundamental para garantir que a informação relacionada aos GEE seja resultado de um cálculo seguro. As premissas formam a base que sustenta a uniformidade de métodos no inventário e entre inventários de diferentes empresas. Este Inventário atende à premissas estabelecidas nas metodologias citadas no item 3.2.

1.3.2. Metodologias de Quantificação

Este inventário foi elaborado com base nas Normas Corporativas de Quantificação e Relatórios de GEE do GHG Protocol (2004), elaboradas pelo WBCSDWRI (*World Business Council for Sustainable Development - World Resources Institute*) que especifica princípios e requisitos no âmbito da organização para a quantificação e elaboração de relatórios de emissões e remoções de gases GEE.

Também foram adotadas metodologias de cálculo das emissões de GEE segundo o 2006 IPCC (Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories), elaborado pelo *National Greenhouse Gas Inventories Programme*.

1.3.3. Premissas

O GHG Protocol assegura que as informações relacionadas ao GEE atendam aos seguintes princípios, os quais nortearam a realização do presente inventário:

- a) **Relevância:** o inventário deve refletir, com exatidão, as emissões da empresa/empreendimento e deve servir às necessidades de decisão empresariais;
- b) **Integralidade:** inclusão de todas as emissões e remoções pertinentes de GEE;
- c) **Consistência:** possibilidade de acompanhamento e de comparações significativas de informações relacionadas ao GEE;
- d) **Precisão:** os dados devem ser suficientemente precisos e deve-se buscar a redução de assimetrias e incertezas até onde seja viável;
- e) **Transparência:** divulgação de informações suficientes e apropriadas, relacionadas ao GEE para permitir a tomada de decisões com razoável confiança, interna ou externa à empresa.

1.3.4. Escopos

A fim de colaborar com as empresas na estruturação de seus limites operacionais, o GHG Protocol introduziu o conceito de escopos, a saber:

Escopo 1 (obrigatório): Emissões Diretas de GEE – são as emissões provenientes de fontes que pertencem ou são controladas pela empresa. Por exemplo, as emissões de combustão em caldeiras, fornos, veículos da empresa, emissões de sistemas de ar condicionado e refrigeração, entre outros.

Escopo 2 (obrigatório): Emissões Indiretas de GEE – são emissões atribuídas à compra de eletricidade, calor ou vapor, que são emitidas no local de sua geração. Por exemplo, a energia elétrica comprada e recebida através da rede.

Escopo 3 (facultativo): Outras emissões indiretas de GEE – são outras emissões indiretas possivelmente atribuíveis à atividade da empresa, mas que ocorrem em fontes que não pertencem ou não são controladas pela empresa. Neste escopo podem ser incluídas as emissões provenientes da extração e produção de produtos adquiridos de terceiros, transporte em veículos de terceiros e tratamento de resíduos sólidos, entre outras.

Não é obrigatória a contabilização deste escopo nos inventários de GEE que sigam o padrão GHG Protocol, em virtude de suas peculiaridades, dificuldades, abrangência e custos.

Este escopo 3 não foi utilizado/cálculo para fins de apresentação das emissões das obras de construção da PCH Nova Dorneles.

1.3.5. Gases de Efeito Estufa (GEE)

Dos seis gases de efeito estufa, apenas o CO₂ (dióxido de carbono), CH₄ (metano) e o N₂O (óxido nitroso) são pertinentes para as emissões de GEE decorrentes das operações das obras de construção da PCH Nova Dorneles.

Eles serão relatados, seja individualmente em tonelada de GEE (tonelada de CO₂, CH₄ e N₂O) ou de forma agregada, em tonelada de CO₂ equivalente (t. CO₂e).

1.3.6. Cálculo das emissões de GEE

Conforme as metodologias adotadas, as categorias de fontes de emissão do tipo combustão estacionária, combustão móvel e consumo de energia elétrica, são calculadas como o produto de um dado de atividade e um fator de emissão adequado.

Todos os dados e fatores de emissão utilizados neste Inventário foram desenvolvidos com base na “Ferramenta GHG Protocol - Cálculo de Emissões – Versão 2009 – v2⁴”.

1.3.6.1. Dado de atividade

O dado de atividade é uma medida que expressa a intensidade de uma determinada fonte de emissão de GEE. São exemplos de dados de atividade o consumo de combustível de veículos, o consumo de óleo diesel em geradores de energia elétrica, o consumo de eletricidade, entre outros.

Na medição destes dados de atividade não se leva em consideração a qualidade de combustíveis, mas apenas a quantidade que está relacionada a uma dada atividade.

⁴ <http://ghgprotocolbrasil.com.br/index.php?page=Conteudo&id=7>, consultado aos 03 de novembro de 2010.

1.3.6.2. Fator Emissão

O fator de emissão é uma expressão da emissão associada a uma unidade da atividade da fonte de emissão. Os fatores de emissão reportam a quantidade de CO₂e emitida por unidade de atividade. Assim, expressam o quão intensiva é uma dada atividade em emissão de gases de efeito estufa, ou seja, é uma medida da taxa de emissão.

1.3.7. Emissão de CO₂ da biomassa

Segundo o GHG Protocol, as emissões de CO₂ oriundas da queima de biomassa têm um fator de emissão zero, porque a combustão de biomassa é considerada como sendo parte do ciclo natural do carbono. As emissões de CH₄ e N₂O devem ser informadas no inventário, uma vez que estas emissões não ocorreriam se a biomassa não tivesse sido queimada e não são sequestradas em quantidades significativas pelos ciclos naturais de carbono e nitrogênio. Elas são relatadas como CO₂e no inventário.

O Guia de Boas Práticas do IPCC (*IPCC Good Practice Guidance*⁵) recomenda que as emissões de CO₂ de origem biogênica sejam relatadas a fim de fornecer informações completas, devendo, portanto, ser reportadas, mas não são incluídas no total do inventário de GEE.

1.4. ABRANGÊNCIA DO INVENTÁRIO

A definição da abrangência deste Inventário Piloto teve como critério a inclusão das atividades que mais contribuíram para a emissão de GEE das obras de construção da PCH Nova Dorneles, com dados disponíveis desde a sua concepção até final concretização da implantação. Neste primeiro Inventário utilizamos a abordagem com agregação das fontes de emissão (tipo *top-down*).

1.4.1. Fronteiras Organizacionais

Não aplicável, vez que se trata de inventário de emissões de obra para construção de uma PCH e não para inventário de emissões de uma corporação.

1.4.2. Fronteiras Operacionais

Para uma gestão de GEE eficaz, este Inventário estabelece os limites operacionais englobando as emissões diretas e indiretas de suas operações.

Emissões Diretas de GEE: são provenientes de fontes de emissão de GEE que pertencem ou são controladas pela empresa.

Contabilizadas no presente Projeto de Carboneutralização (Escopos 1 e 2).

⁵ <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/english/>, consultado aos 03 de novembro de 2010.

Emissões Indiretas de GEE: são aquelas que são consequência das atividades da empresa, mas que ocorrem em fontes de emissão de GEE que pertencem ou são controladas por outra empresa.

Não contabilizadas no presente Projeto de Carboneutralização (Escopo 3).

1.4.2.1. Fontes de Emissões de GEE

As fontes de emissão que foram consideradas neste Inventário estão associadas a atividades listadas abaixo.

ESCOPO 1:

- Combustão Estacionária para geração de eletricidade, vapor, calor ou energia com o uso de equipamento em um local fixo.
- Combustão Móvel – para transporte em geral (transporte terrestre frota própria)

ESCOPO 2:

- Consumo de Energia Elétrica

1.4.3. Período do Inventário

O período do inventário é diretamente proporcional ao período de duração das obras de construção da PCH Nova Dorneles, qual seja janeiro/2009 a outubro/2010.

1.5. RESULTADOS

A quantificação total das emissões foi de **637,02 toneladas de CO₂e**, conforme demonstrado abaixo.

Seguindo as diretrizes do GHG Protocol, os resultados de emissões foram organizados por escopo, categorias de fontes de emissão e as emissões diretas relativas a CO₂ da biomassa estão relatados em separado. Também são apresentados os resultados por unidade operacional.

1.5.1. Emissão de GEE por categoria de fonte de emissão

Com base em dados de atividades fornecidos pelos técnicos da Ferlig foram calculadas as emissões de GEE diretas (Escopo1), de fontes próprias ou controladas pela dona do empreendimento, e emissões indiretas relacionadas a compra de energia elétrica da rede (Escopo 2).

Os resultados obtidos encontram-se nas tabelas 01 e 02 abaixo.

**Tabela 01. Emissões
ESCOPO 1**

Fonte	Quantidade	Unidade	Emissão Total (tCO ₂ e)
Diesel consumido (fração fóssil)	249.900	litros	636,57

**Tabela 02. Emissões
ESCOPO 2**

Consumo	Quantidade	Unidade	Emissão Total (tCO ₂ e)
Energia elétrica	21.021	kWh	0,55

Emissões Escopo 1 + Escopo 2 (tCO₂e)
--

637,12

1.6. RESPONSÁVEIS

- Danilo Fernandez Miranda
- Vinicius Francisco de Carvalho Porto
- Gustavo de Carvalho Porto
- Luciana Gomide Porto
- Bernanrdo Rocha de Almeida
- Gustavo Guimarães Henrique
- Roberto Strumpf
- Gustavo Cambraia Santos (interno Ferlig Ferro Liga Ltda.)

1.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Greenhouse Gas Protocol. **Guide to Calculation Worksheets** v1.2 January 2007.
- Greenhouse Gas Protocol. **“CO₂ Emissions from Business Travel”** Version 2.0. June 2006.
- Greenhouse Gas Protocol. **Calculating CO₂ Emissions from Mobile Sources: Guidance to Calculation Worksheets.** EUA 2004.
- Greenhouse Gas Protocol. **Indirect CO₂ Emissions from the Consumption of Purchased Electricity, Heat, and/or Steam. Guide to Calculation Worksheets.** V 1.2.. January 2007.

- Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC. **IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Chapter 3 - Energy.** Japão: 2006.
- Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC. **Revised IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Chapter 6 – Waste.** Japão: 1996.
- Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC. **Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories.**
- Ministério de Minas e Energia – **Balanco Energético Nacional – BEN 2006**, Empresa de Pesquisa Energética – EPE. Brasília: 2006.
- Fatores de Emissão de CO₂ para o Sistema Elétrico Nacional, Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/72899.html>

PARTE II

Projeto de Compensação das Emissões de GEE da construção da PCH Nova Dorneles através de Restauro Florestal

2.1. Contextualização

O uso predatório dos recursos florestais é a causa de uma significativa parte dos problemas ambientais e socioeconômicos que o planeta vem enfrentando na atualidade, e que inclui: a escassez de águas, a significativa perda da biodiversidade planetária, e a mudança do clima planetário, apenas para citar alguns. No que diz respeito ao clima, estima-se que a eliminação da cobertura florestal do planeta no último século é responsável por 25% do aumento dos gases de efeito estufa na atmosfera.

A geração de energia é em âmbito global um dos principais vetores de graves impactos ambientais. Estes são impactos climáticos diretos, como no caso de termelétricas que emitem grandes quantidades de CO₂, ou impactos sobre a biodiversidade, como na construção de grandes hidrelétricas que demandam a supressão de vastas áreas de vegetação nativa.

A Ferlig Ferro Liga Ltda., grande produtora de ferro-liga do estado de Minas Gerais, ciente destes grandes problemas ambientais busca suprir a sua demanda por energia elétrica através de alternativas renováveis e de menor impacto ambiental possível. É neste contexto que se enquadra a construção da Pequena Central Hidrelétrica (PCH) Nova Dorneles, com início das obras em janeiro de 2009, com término em outubro de 2010.

Esta PCH localiza-se na cidade de Passatempo, a aproximadamente 133 quilômetros de Belo Horizonte – MG (Figura 01).

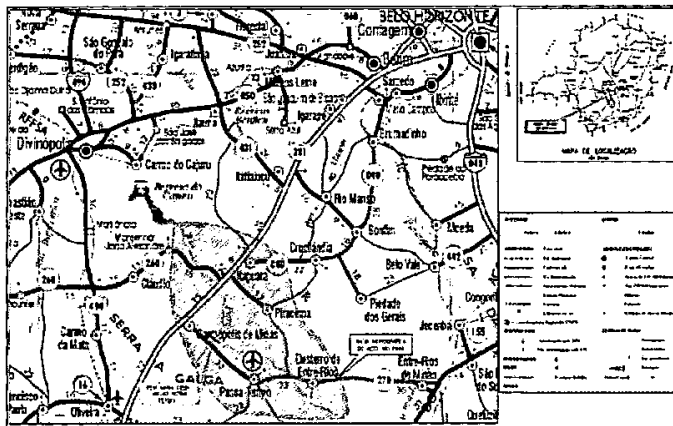


Figura 01. Área de implantação do empreendimento. Fonte: DER, 2007. Modificado.

O estudo foi feito com o objetivo de cumprimento de condicionante das Licenças Prévia e de Instalação, concedidas concomitantemente (PA COPAM 02005/2004/001/2005) e sua relação com a emissão de gases de efeito estufa.

As emissões relativas à construção do empreendimento PCH Nova Dorneles foram estimadas previamente através da elaboração de um inventário de emissões de Gases de

Efeito Estufa - GEE (Parte I do presente documento) baseado nas Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol. O Presente projeto é focado nas atividades de compensação destas emissões, ou seja, no pós-inventário.

2.2. Objetivos

Dimensionar um restauro florestal com espécies nativas que, em um período de crescimento de aproximadamente 40 anos, possibilite a absorção e fixação em biomassa de uma quantidade de CO₂e equivalente àquela calculada no inventário de emissões do empreendimento, contribuindo, desta forma para a mitigação das mudanças climáticas.

Além disso, o presente projeto pretende maximizar os co-benefícios de uma compensação de emissões através de restauro florestal, como a proteção dos recursos hídricos, do solo e da biodiversidade e a geração de renda no campo.

2.3. Procedimento

A partir do resultado final do inventário de emissões de GEE relativo à construção do empreendimento PCH Nova Dorneles, foi estimado o número de espécies arbóreas nativas a serem plantadas.

A equação utilizada para estimar do número de árvores é:

$$N = Et / Ff * 20\%$$

Equação 1

Onde:

N – número de árvores a serem plantadas;

Et – emissão total de GEE estimada no inventário (tCO₂e);

Ff – fator de fixação de carbono em biomassa no local de implantação do projeto (tCO₂e/árvore).

20% - buffer⁶

2.3.1 Fator de Fixação

O restauro florestal será implementado nos arredores do empreendimento, área de transição entre os Biomas Mata Atlântica e Cerrado, mais especificamente em uma área de ocorrência original de floresta estacional semi-decidual (Figuras 02 e 03).

⁶ Projetos de reflorestamento com espécies mistas apresentam em média uma mortalidade natural de mudas em torno de 10%. Uma abordagem conservativa é recomendada em restauros florestais que visam a carboneutralização, desta forma o número total de árvores calculado através da *equação 1* será acrescido de 20% como garantia de que todas as emissões contabilizadas serão absorvidas pela floresta em crescimento, esta medida de segurança é comumente chamada de *buffer* em projetos florestais visando a mitigação das mudanças climáticas.

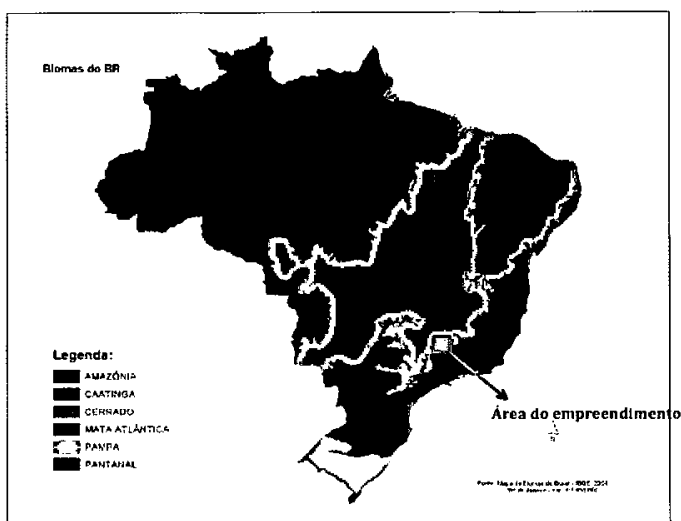


Figura 02. Mapa dos biomas brasileiros e área de implantação da PCH Nova Dorneles.
Fonte: IBGE, 2004. Modificado.

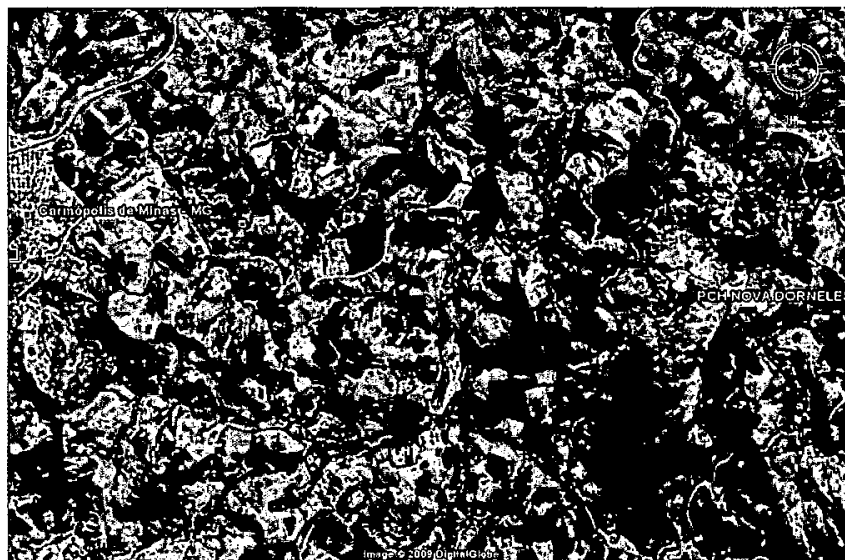


Figura 03. Imagem de satélite da área do empreendimento.
Fonte: Google Earth - August/2009

Para garantir que a quantidade de carbono a ser absorvida pelo restauro florestal será equivalente àquela calculada no inventário de GEE do empreendimento é importante que se busque referencia de fatores de fixação adequados a área de implantação do restauro. O Fator de Fixação representa a quantidade media de biomassa, e conseqüentemente carbono, que um hectare de uma dada vegetação consegue absorver da atmosfera ao atingir seu estado clímax.

O Fator de Fixação utilizado neste projeto foi estimado em estudos anteriores (Martins, 2004). Neste estudo foram amostradas áreas de mata ciliar em florestas estacionais semi-decíduais, com condições bioclimáticas similares a área a ser implementada o presente projeto.

A escolha de uma área de mata ciliar é fortemente recomendada para o presente projeto por diversos motivos. Além da absorção do carbono atmosférico, estas vegetações ripárias são fundamentais para a preservação a água e o solo; criam corredores ecológicos, possibilitando a dispersão de espécies vegetais e animais; e funcionam como uma barreira contra a propagação de pragas e doenças nas culturas agrícolas. Com relação a legislação brasileira, estas áreas são consideradas de preservação permanente (APP) pelo nosso código florestal, nível máximo de proteção ambiental constituindo uma garantia a mais de que o carbono a ser absorvido permanecerá fixado na biomassa do novo fragmento florestal.

Segundo Martins (2004) a remoção líquida de carbono da atmosfera na região estudada é de aproximadamente 80 tC/ha, o que equivale a 290 tCO₂eq por hectare. Esta quantidade será atingida em um período de aproximadamente 40 anos, quando a floresta atingir o estágio clímax. A descrição detalhada da metodologia utilizada nesta análise encontra-se no Anexo 3 deste documento.

2.3.2. Recomendações para o Restauo Florestal

Para o restauo florestal proposto é recomendado um reflorestamento heterogêneo com essências nativas, seguindo as recomendações da Resolução SMA - 8, de 07/03/2007 (Anexo I).

O objetivo deste tipo de implantação florestal é dar origem a condições que permitam a uma área degradada recuperar características da floresta original, criando uma nova floresta com características estruturais e funcionais próximas as das florestas naturais. Através da metodologia proposta busca-se também a formação de um sistema florestal auto-regenerativo, que garanta a permanência do carbono estocado por longos períodos.

A escolha das espécies, forma de implantação, espaçamento, quantidade de insumos (calcário e fertilizante/adubo), e época do plantio dependem de estudo detalhado em campo para avaliar as características florísticas, climáticas e composição do solo. Segue abaixo algumas propostas para auxiliar nestas escolhas.

i. Espécies: nomes populares de algumas das espécies arbóreas nativas da Mata Atlântica – floresta estacional semi-decidual e seus respectivos grupos ecológicos⁷:

Sangra d'água (P), Bracatinga (P), Guapuruvu (P), Eritrina (P) Embaúba (P), Candiúva (P), Capixingui (P), Fedegoso (P), Jacatirão (P), Capororoca (P), Unha-de-vaca (P), Açoita cavalo (SI), Angico preto (SI), Aroeira mansa (SI), Aroeira da praia (SI), Aroeira preta (C), Canelinha (SI), Cássia (SI), Chichá (SI), Canafistula (SI), Guatambu (SI), Guanandi (ST) Imbira-de-Sapo (SI), Ingá (SI), Ipê amarelo do brejo (SI), Ipê felpudo (SI), Jacarandá (P), Jatobá (C), Jequitibá (C), Juçara (P), Monjoleiro (SI), Mutambo (SI), Pau formiga (SI), Pau-Pombo (SI), Pau jangada (SI), Jenipapo

⁷ Grupo ecológico: conceito da biologia que agrupa espécies de árvores de acordo com seu comportamento nos processos de sucessão ecológica, que é a auto-renovação da floresta a partir da germinação natural de novas árvores para preencher claros que se abrem por queda ou morte natural de algumas espécies.

(SI), Marinheiro (SI), Jambolão (SI), Amendoim bravo (ST), Cedro rosa (ST), Jerivá (ST), Mamica de porca (ST), Paineira (ST), Pitanga (ST), Saboneteira (ST), Sapucaia (ST), Sucupira (ST), Alecrim de Campinas (C), Canela sassafrás (C), Canela-preta (ST), Catiguá (C), Óleo-copaíba (C), Pau ferro (C), Peroba rosa (C), Virola (ST).

P	espécies pioneiras
SI	espécies secundárias iniciais
ST	espécies secundárias tardias
C	espécies climáceas

ii. Forma de implantação e espaçamento: no caso do plantio de mudas, recomenda-se a abertura de covas de no mínimo 30cm x 30cm x 30cm. O espaçamento mais utilizado é de 3 metros entre as linhas de plantio e 2 metros entre cada muda de uma linha. Este espaçamento facilita o manejo ao possibilitar a passagem de maquinário entre as linhas e garante espaço suficiente para o desenvolvimento das árvores. Considerando este espaçamento teremos 1667 árvores por hectare, número utilizado no cálculo da média de fixação de CO₂ por árvores (ver item 4).

iii. Insumos: para aumentar as chances de sucesso do plantio e a velocidade de crescimento das mudas, vale aplicar calcário e fertilizante nas covas. A quantidade depende da composição do solo do local, porém, em termos gerais, as quantidades giram em torno de mil a 2 mil gramas de calcário e 100 a 200 gramas de fertilizante por cova. Se possível, use adubos orgânicos em vez de fertilizantes químicos.

iv. Manutenção: as mudas plantadas necessitam de cuidados especiais durante os dois primeiros anos de vida. Neste período, é necessário uma manutenção com inspeções mensais durante o período seco e roçadas e capinas das mudas durante o verão. Esta manutenção visa combater infestações de formigas e de plantas daninhas e garante a sobrevivência das futuras árvores.

v. Monitoramento: a fim de se verificar a quantidade real de carbono absorvido e fixado no restauro florestal é recomendado a implementação de um monitoramento periódico após a fase de manutenção das mudas. Este monitoramento deve ocorrer a cada 5 anos e pode se basear na metodologia AR-AM0010, aprovada pela UNFCCC no âmbito de projetos de MDL.

3. Resultados

Com base em dados de atividades fornecidos pelos técnicos da Ferlig foram calculadas as emissões de GEE diretas (Escopo1), de fontes próprias ou controladas pela dona do empreendimento, e emissões indiretas relacionadas a compra de energia elétrica da rede (Escopo 2). Os resultados obtidos encontram-se nas tabelas 01 e 02 abaixo.

Tabela 01. Emissões ESCOPO 1

Fonte	Quantidade	Unidade	Emissão Total (tCO ₂ e)
Diesel consumido (fração fóssil)	249.900	litros	636,57

Tabela 02. Emissões ESCOPO 2

Consumo	Quantidade	Unidade	Emissão Total (tCO ₂ e)
Energia elétrica	21.021	kWh	0,55

Após o cálculo das emissões totais do empreendimento (soma dos Escopos 1 e 2), da identificação do fator de fixação adequado, voltamos a equação 1 para chegar aos resultados da Tabela 03 abaixo:

Tabela 03: Cálculo do número de árvores a serem plantadas.

Emissões Escopo 1 + Escopo 2 (tCO ₂ e)	Fator de Fixação (tCO ₂ /ha)	Número de árvores por ha	Fator de Fixação (tCO ₂ /árvore)	Total de Árvores
637,12	290	1667	0,174	3.662

Será necessário o plantio de **3.662 (três mil e seiscientos e sessenta e duas) mudas de árvores de espécies encontradas na região**, conforme sugeridas no item 2.3.2. "i", numa **área total** correspondente a **2,196 hectares**, pois possuem um fator de fixação de 0,174 tonelada de dióxido de carbono equivalente (CO₂e) por árvore a ser plantada, ou o correspondente a 290 toneladas de CO₂e por hectare, o que **compensará a totalidade de emissões calculada (conforme Parte I do presente estudo) de 637,12 toneladas de CO₂e**.

4. Responsáveis:

- Danilo Fernandez Miranda
- Vinicius Francisco de Carvalho Porto
- Gustavo de Carvalho Porto
- Luciana Gomide Porto
- Bernanrdo Rocha de Almeida
- Gustavo Guimarães Henrique
- Roberto Strumpf

ANEXO I

Resolução SMA - 8, de 7-3-2007

*Altera e amplia as resoluções SMA 21 de 21-11-2001
SMA 47 de 26-11-2003. Fixa a orientação para o
reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e dá
providências correlatas.*

O Secretário de Estado do Meio Ambiente, em cumprimento ao disposto nos artigos 23, VII, e 225, § 1o, I, da Constituição Federal, nos artigos 191 e 193 da Constituição do Estado, nos artigos 2o e 4o da Lei Federal no 6.938, de 31 de agosto de 1981, e nos 2o, 4o e 7o da Lei Estadual no 9.509, de 20 de março de 1997, e Considerando o contido na Agenda 21 e na Convenção da Biodiversidade; Considerando as constatações realizadas por pesquisadores do Instituto de Botânica e de outras Instituições, quanto ao declínio dos reflorestamentos efetuados com baixa diversidade; Considerando as ações, atividades e discussões públicas promovidas no âmbito do projeto "Estabelecimento de parâmetros de avaliação e monitoramento para reflorestamentos induzidos visando o licenciamento ambiental" (Políticas Públicas/FAPESP) e do projeto "Mata Ciliar" da Secretaria do Meio Ambiente (apoiado pelo Global Environment Facility/ World Bank); Considerando a necessidade de revisão periódica dos termos contidos nas Resoluções SMA 21, de 21-11-2001 e SMA 47 de 26-11-2003, tendo em vista o avanço do conhecimento científico e resultados obtidos com sua aplicação prática; Considerando a promulgação da Lei 10.711 de 05 de agosto de 2003, que institui o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças e o Decreto 5153, de 23 de julho de 2004, que a regulamenta; Considerando que a perda da diversidade biológica significa entre outros aspectos a redução de recursos genéticos disponíveis ao desenvolvimento sustentável, na forma de madeira, frutos, forragem, plantas ornamentais e produtos de interesse alimentar, industrial e farmacológico; Considerando que o Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais - DEPRN - tem constatado que dentre outras formas de Recuperação de Áreas Degradadas, os plantios realizados têm apresentado resultados mais satisfatórios a partir dos critérios técnicos para a escolha e combinação das espécies, estabelecidos na Resolução SMA 21/01 e SMA 47/03, resolve:

Artigo 1o - As orientações contidas nesta Resolução aplicam-se para a recuperação florestal em áreas rurais, ou urbanas com uso rural, originalmente ocupadas por ambientes savânicos e/ou florestais. Parágrafo único - Nas demais situações, as orientações contidas nesta Resolução aplicam-se no que couber.

Artigo 2o - para efeitos desta resolução, entende-se por:

Diversidade: a relação entre o número de espécies (riqueza) e a abundância de cada espécie (número de indivíduos);

Espécie florestal: toda espécie vegetal lenhosa, arbórea ou arbustiva, nativa, ou exótica de interesse silvicultural;

Espécie zoocórica - Espécie cuja dispersão é intermediada pela fauna; Espécie-problema ou espécie-competidora: espécie nativa ou exótica que forme populações fora de seu sistema de ocorrência natural ou que exceda o tamanho populacional desejável, interferindo negativamente no desenvolvimento da recuperação florestal.

Espécies pioneiras e secundárias iniciais: espécies que normalmente ocorrem nos estádios iniciais da sucessão natural;

Espécies secundárias tardias e climácicas: espécies típicas dos estádios intermediário e final da sucessão natural;

Levantamento florístico: determinação das espécies vegetais ocorrentes em um local ou região, através da coleta e identificação das plantas;

Pequena propriedade rural: aquela explorada mediante o trabalho pessoal do proprietário ou posseiro e de sua família, admitida a ajuda eventual de terceiro e cuja renda bruta seja proveniente, no mínimo, em oitenta por cento, de atividade agroflorestal ou do extrativismo, cuja área não supere trinta hectares (conforme definida na Lei No 4.771, de 15 de setembro de 1965);

Projeto: documento detalhado ou simplificado com descrição das técnicas e cronograma propostos para a recuperação florestal de determinada área, para apresentação aos órgãos licenciadores;

Recuperação florestal: restituição de uma área desflorestada, perturbada ou degradada à condição de floresta

nativa, de acordo com projeto previamente elaborado de ocupação da área; Riqueza: número de espécies encontradas num local.

Sistema de produção comercial: qualquer atividade de produção rural, praticada fora das situações protegidas legalmente da propriedade rural (Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal).

Artigo 3o - a recuperação florestal deverá ser priorizada nas seguintes áreas:

- I. De preservação permanente, definidas pela Lei Federal 4771/65 e em outros instrumentos legais, em especial aquelas localizadas em cabeceiras de nascentes e olhos d'água;
- II. com elevado potencial de erodibilidade dos solos;
- III. De interligação de fragmentos florestais remanescentes na paisagem regional (corredores ecológicos);
- IV. Localizadas em zonas de recarga hídrica e de relevância ecológica;
- V. Localizadas em zonas de amortecimento de Unidades de Conservação.

Artigo 4o - o cumprimento integral das disposições contidas nesta Resolução deverá ser exigido nos seguintes casos:

- I. Projetos de recuperação florestal exigidos como condição para a emissão de licenças ambientais por órgãos integrantes do SEAQUA;
- II. Projetos de recuperação florestal exigidos com o objetivo de promover a reparação de danos ambientais que foram objeto de autuações administrativas;
- III. Projetos de recuperação florestal previstos em Termo de Ajustamento de Conduta;
- IV. Projetos implantados com recursos públicos sujeitos à aprovação de órgãos integrantes do SEAQUA.

Artigo 5o - a recuperação florestal exige diversidade elevada, compatível com o tipo de vegetação nativa ocorrente no local, a qual poderá ser obtida através do plantio de mudas e/ou de outras técnicas, tais como nucleação, semeadura direta, indução e/ou condução da regeneração natural.

Parágrafo único - a Secretaria de Meio Ambiente, por meio do Instituto de Botânica, disponibilizará informações periódicas atualizadas com orientações gerais (chave de tomada de decisões), para recuperação florestal em diferentes situações.

Artigo 6o - em áreas de ocorrência das formações de floresta ombrófila, de floresta estacional semidecidual e de savana florestada (cerradão), a recuperação florestal deverá atingir, no período previsto em projeto, o mínimo de 80 (oitenta) espécies florestais nativas de ocorrência regional, conforme o Artigo 8o e/ou identificadas em levantamentos florísticos regionais.

§ 1o - em relação ao número de espécies a ser utilizado nas situações de plantio: a. devem ser utilizadas, no mínimo, 20% de espécies zoocóricas nativas da vegetação regional; b. devem ser utilizadas, no mínimo, 5% de espécies nativas da vegetação regional, enquadradas em alguma das categorias de ameaça (vulnerável, em perigo, criticamente em perigo ou presumivelmente extinta); c. nos plantios em área total, as espécies escolhidas deverão contemplar os dois grupos ecológicos: pioneiras (pioneiras e secundárias iniciais) e não pioneiras (secundárias tardias e climácicas), considerando-se o limite mínimo de 40% para qualquer dos grupos, exceto para a savana florestada (cerradão).

§ 2o - em relação ao número de indivíduos a ser utilizado nas situações de plantio:

- a. O total dos indivíduos pertencentes a um mesmo grupo ecológico (pioneiro e não pioneiro) não pode exceder 60% do total dos indivíduos do plantio;
- b. nenhuma espécie pioneira pode ultrapassar o limite máximo de 20% de indivíduos do total do plantio;
- c. nenhuma espécie não pioneira pode ultrapassar o limite máximo de 10% de indivíduos do total do plantio;
- d. dez por cento (10%) das espécies implantadas, no máximo, podem ter menos de doze (12) indivíduos por projeto.

Artigo 7o - para outras formações ou situações de baixa diversidade de espécies florestais (áreas rochosas, florestas paludosas, florestas estacionais decíduas, floresta de restinga e manguezal), o número de espécies a ser utilizado será definido por projeto técnico circunstanciado, a ser aprovado no âmbito da Coordenadoria de Licenciamento Ambiental e de Proteção de Recursos Naturais - CPRN, considerando-se a maior diversidade possível.

Artigo 8o - para efeitos desta resolução, o Instituto de Botânica de São Paulo disponibilizará, através do portal eletrônico da Instituição e outros meios, a lista de espécies florestais de ocorrência regional, atualizada no mínimo anualmente, com informações necessárias para o cumprimento desta resolução, tais como: área de

ocorrência, formação vegetal, grupo sucessional, síndrome de dispersão e categoria de ameaça das espécies. Parágrafo único - o Instituto de Botânica apontará as regiões com insuficiência de conhecimento botânico no Estado de São Paulo, para as quais será recomendado que o proponente do projeto apresente levantamento florístico regional.

Artigo 9º - na execução da recuperação florestal:

- I. O solo deve ser preparado, considerando-se as características geotécnicas, pedológicas e edáficas;
- II. devem ser adotadas as recomendações técnicas de conservação /recuperação de solo;
- III. deve ser promovida a restauração da dinâmica hídrica superficial e subsuperficial do solo (inclusive do curso d'água);
- IV. deve ser previsto o controle inicial das espécies exóticas competidoras, e
- V. A área deve ser isolada, sempre que necessário, visando controlar os fatores impeditivos à sobrevivência e ao crescimento das plantas.

Artigo 10 - na execução da recuperação florestal, devem ser observados os seguintes aspectos:

§ 1º - As práticas de manutenção da área em recuperação florestal deverão ser executadas, no mínimo, por 24 meses após o plantio ou conforme deliberação do órgão responsável pelo licenciamento.

§ 2º - Como prática de manutenção da recuperação florestal será admitido, por até três anos, o plantio consorciado de espécies nativas com espécies para adubação verde e/ou agrícolas.

§ 3º - Recomenda-se a adoção de práticas de manutenção e condução da regeneração natural em situações em que sejam empregadas outras técnicas de recuperação florestal.

Artigo 11 - para recuperação de áreas com algum tipo de cobertura florestal nativa remanescente, devem ser observadas as seguintes recomendações:

- I. A área deve ser protegida, eliminando-se qualquer fator impeditivo à sobrevivência e ao crescimento das plantas;
- II. As espécies-problema devem ser controladas;
- III. As áreas devem ser enriquecidas com espécies não pioneiras, priorizando-se espécies nativas da flora regional presentes em alguma das categorias de ameaça (vulnerável, em perigo, criticamente em perigo ou presumivelmente extinta), bem como espécies zoocóricas.

Artigo 12 - para a recuperação florestal, associada ou não

ao plantio de mudas, deverá ser apresentado um projeto específico, com a devida anotação de responsabilidade técnica (ART), contendo minimamente o seguinte: I. Informações sobre o meio físico;

II. Informações sobre a ocorrência de remanescentes naturais na paisagem regional; III. Informações sobre a ocupação e uso da área do entorno; IV. Informações sobre o histórico de degradação da área;

V. Metodologia prevista para a eliminação dos fatores impeditivos de sobrevivência e crescimento das plantas; VI. Avaliação e metodologia proposta para a condução do processo de regeneração natural; VII. Proposta de práticas a serem executadas para a manutenção da área recuperada; VIII. Proposta de monitoramento periódico da recuperação florestal, considerando: a. estabelecimento e desenvolvimento da

cobertura florestal; b. incremento da riqueza de espécies florestais (implantadas e/ou regenerantes); c. evidências de processos erosivos (assoreamento, sulcos, ravinas e voçorocas); d. ocorrência de perturbações naturais e/ou antrópicas, e e. periodicidade e forma de apresentação da avaliação. § 1º - Qualquer alteração do projeto original deverá ser informada e justificada, para aprovação pelos órgãos licenciadores. § 2º - a

recuperação florestal na pequena propriedade rural

poderá ser assistida pelo poder público, dispensando-se a apresentação de projeto técnico, mas considerando, na execução das ações, os princípios gerais desta resolução.

Artigo 13 - a Secretaria do Meio Ambiente, de forma integrada com outras Secretarias de Estado, Universidades, Instituições Científicas, Ministério Público, outras esferas de governo e organizações não governamentais, estimulará o desenvolvimento de pesquisas e extensão, bem como o aprimoramento do conhecimento científico das medidas estabelecidas nesta resolução, visando: I. Ampliar os conhecimentos sobre hidroclimatologia e condicionantes geomorfológicos, geotécnicos e pedológicos associados à deflagração dos processos erosivos; II. Ampliar os conhecimentos sobre ecologia das espécies, formações florestais e tecnologia de produção de sementes e mudas; III. Estabelecer modelos alternativos para a recuperação florestal, visando à obtenção de maior eficiência e menor custo; IV. Capacitar os agentes públicos e privados envolvidos na recuperação florestal; V. Capacitar proprietários rurais para práticas de conservação e recuperação florestal; VI. Capacitar produtores de sementes e mudas para a

produção com diversidade florística e genética; VII. Fomentar a produção de espécies zocóricas da flora paulista e daquelas em alguma categoria de ameaça (vulnerável, em perigo, criticamente em perigo e presumivelmente extinta); VIII. Estimular processos de certificação de viveiros florestais, que garantam a produção de mudas de espécies nativas com diversidade florística e genética, e que atendam ao Sistema Nacional de Sementes e Mudas; IX. Estimular o desenvolvimento e a aplicação de sistemas de monitoramento para reflorestamentos com espécies nativas, utilizando técnicas de sensoriamento remoto e levantamentos por amostragem, inclusive para estimar a biomassa vegetal e quantidade de carbono acumulado.

Artigo 14 - para iniciativas voluntárias de recuperação florestal, em áreas consideradas de preservação permanente (Lei Federal 4771/65) e não enquadradas no Artigo 4o desta Resolução, deverá ser aplicado o procedimento simplificado de aprovação pelo DEPRN, com prioridade de análise e isenção de taxa.

Artigo 15 - a recuperação florestal será considerada cumprida por decisão do órgão licenciador, com base nas avaliações periódicas previstas no inciso VIII do artigo 12o desta Resolução.

Artigo 16 - Esta resolução entra em vigor na data de sua publicação, revogando-se as disposições em contrário.

Diário Oficial Poder Executivo - Seção I quinta-feira, 8 de março de 2007 **28** – São Paulo, 117 (45)

ANEXO II

Metodologia para cálculo do Fator de Fixação

Para estimar a quantidade de biomassa em um hectare de floresta estacional semidecidual foi utilizado o método não destrutivo. Este método baseia-se em análise dimensional, isto é, na relação alométrica existente entre dimensões de diferentes partes de um mesmo organismo e na manutenção da razão relativa de crescimento. Neste método, procura-se estabelecer uma relação entre dados dendrométricos facilmente coletados em campo, tais como o diâmetro e a altura do fuste, medidas coletadas com arvore em pé, com os pesos dos elementos componentes da árvore como tronco, galhos, folhas e casca.

Desta forma, diâmetros de uma amostra de árvores são medidos e convertidos em estimativas de peso de biomassa utilizando-se equações de regressão alométricas. Esse tipo de equação existe para muitos tipos de florestas; algumas são específicas para um determinado lugar, enquanto outras, particularmente nas regiões tropicais, são mais genéricas (ALVES et al., 1997; BROWN, 1996; SCHROEDER et al., 1997). Ainda, segundo publicação do IPCC, em seu relatório específico sobre o tema "Land-use, land-use change and forestry", no item 2.4.2.1.2, que descreve os métodos para estimar a biomassa de uma árvore, cita que:

"Cortar e pesar um número suficiente de árvores para produzir equações alométricas locais pode ser extremamente caro e consumir muito tempo, o que pode estar além do objetivo de determinados projetos. A vantagem de se utilizar equações genéricas é que elas são baseadas em um número grande de equações e abordam uma grande variedade de diâmetros, fatores que aumentam a precisão das equações..."

Nas medidas realizadas no campo foram consideradas apenas as árvores com CAP maior ou igual a 15 cm. Assim sendo, o número médio de indivíduos por hectare fica sempre subestimado, já que as árvores com o diâmetro e a altura do peito inferior a este valor não aparecem nas amostras. Para a elaboração de um projeto de seqüestro de carbono, é preferível que a estimativa do potencial seja subestimada a super estimada, aumentando assim a confiabilidade do projeto. A definição do CAP mínimo está vinculada ao fato de que as equações alométricas disponíveis perdem drasticamente a confiabilidade quando aplicadas para valores abaixo deste limite.

Partindo destes princípios, foram utilizadas várias abordagens combinando várias equações alométricas com diferentes grupos de dados até a identificação da melhor alternativa, alternativa esta que apresentou o melhor resultado estatístico quando comparada a realidade de campo. Na utilização dessas equações, o valor obtido para a biomassa (Y) é dividido por mil para obter o resultado em toneladas.

O valor em toneladas é então multiplicado por 0,5 para obter as toneladas de carbono. A multiplicação por 0,5 é efetuada porque na bibliografia disponível, em média, a matéria vegetal contém 50% de carbono, uma vez que água é removida (MACDICKEN, 1997). O valor obtido é então dividido pelo tamanho da parcela amostrada (em m²) para então obter o valor em tC/m². Multiplicando esse valor por 10.000 m², obtém-se, o valor em tC/ha.

Desta forma, a metodologia utilizada para a determinação da quantidade de carbono no reflorestamento de mata ciliar foi:

- Instalar um número significativo de parcelas amostrais fixas em remanescentes de mata estacional semidecidual. As amostras foram georreferenciadas com o auxílio de um GPS (*global positioning system*).

2. Dentro de cada amostra, todas as árvores com CAP maior que 15 cm foram identificadas por espécie e classe de diâmetro tendo a circunferência na altura do peito medida.

3. A partir desses dados foi possível determinar para cada amostra o número médio de indivíduos e o CAP médio para cada espécie dentro de cada uma das categorias de diâmetro.

Finalmente, com a utilização de uma equação alométrica desenvolvida para a área de estudo, a quantidade de biomassa acima do solo presente no reflorestamento foi estimada.

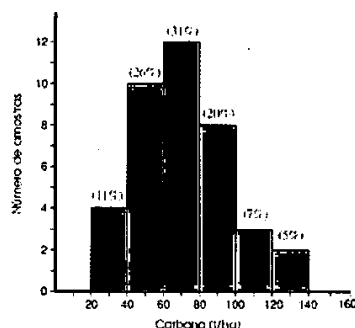


Figura 1. Distribuição do número de amostras por quantidade de carbono acima do solo.

A Figura 1 mostra a distribuição dos valores de toneladas de carbono em função do número de amostras encontradas entre as amostras analisadas. É possível observar que 11% das amostras se encontra na faixa entre 20 e 40 tC/ha. Parcela similar (12%) ocorre para a faixa entre 100 e 140 tC/ha. A grande maioria das amostras (77%) se encontra na faixa entre 40 e 100 tC/ha. Ainda é possível observar que do total 12 amostras (31%) se encontram na faixa entre 60 e 80 tC/ha.

Após a análise dos resultados da simulação e comparando os mesmos com os resultados das simulações feitas com os dados obtidos em campo e com os valores estimados de carbono em diversos ecossistemas, é possível estimar que um hectare de mata estacional semidecidual com 1500 indivíduos, conterá em média 78 tC em biomassa acima do solo.

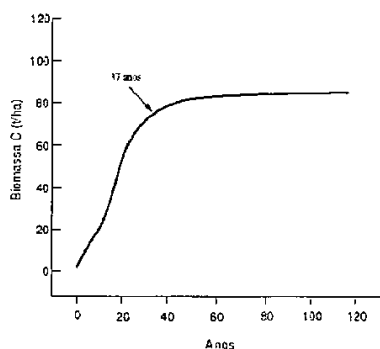


Figura 2. Variação simulada do carbono fixado em um reflorestamento de mata estacional semidecidual segundo o software CO₂FIX alimentado com dados de Tundisi (2000).

Em seguida, foi feita uma estimativa da quantidade de carbono que existe atualmente nas áreas que serão reflorestadas. Adotando uma postura conservativa foram definidas duas categorias principais de cobertura vegetal nas áreas a serem reflorestadas, cada uma delas ocupando 50% desta área:

1. Pasto
2. Capoeira

Nas áreas onde existe pasto a quantidade de carbono armazenada na forma de biomassa está entre 2 tC/ha e 10 tC/ha. Esta estimativa depende do tipo de gramínea cultivada, da qualidade do solo e ha quanto tempo a

área foi abandonada. Nas áreas de capoeira essa quantidade é de aproximadamente 8 tC/ha (RESENDE,2001).

Assim sendo é possível considerar que nas áreas que serão reflorestadas existe em média 7tC/ha. Desta forma a remoção líquida de carbono da atmosfera será de 71tC/ha, considerando se apenas a biomassa acima do solo.

Segundo SCHROEDER & WINJUM (1995) utiliza-se um fator de 23% para a relação entre a quantidade de biomassa contida na raiz e na parte aérea de uma árvore, CERRI *et al.* (2000) utiliza o valor de 18,7%. Para estimar a quantidade de carbono nas raízes foi utilizada uma abordagem conservadora considerando um valor de 16%.

Considerando que os reservatórios de carbono previstos pelo MDL para serem analisados nos projetos de LULUCF podem incluir:

1. biomassa acima do solo.
2. biomassa abaixo do solo.
3. serrapilheira.
4. madeira morta.
5. matéria orgânica no solo.

A abordagem utilizada considera a utilização de apenas dois desses reservatórios: a biomassa acima do solo e a biomassa abaixo do solo. A primeira é calculada seguindo a metodologia descrita anteriormente, e a biomassa abaixo do solo é estimada indiretamente utilizando a relação de 16% da biomassa acima do solo. Assim sendo a remoção líquida de carbono da atmosfera na região de estudo será de aproximadamente 80 tC/ha, o que equivale a 290 tCO₂ eq por hectare. Esta quantidade será atingida em um período de aproximadamente 40 anos, quando a floresta atingir o estágio clímax.