



**ELEMENTOS PARA UMA AÇÃO DE MITIGAÇÃO NACIONALMENTE  
ADEQUADA (NAMA) A PARTIR DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL DE ÓLEO DE  
DENDÊ PELA AGRICULTURA FAMILIAR NO BRASIL**

Marcelo Golin Buzzatti

Dissertação de Mestrado apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em Planejamento  
Energético, COPPE, da Universidade Federal  
do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos  
necessários à obtenção do título de Mestre em  
Planejamento Energético.

Orientador: Emilio Lèbre La Rovere

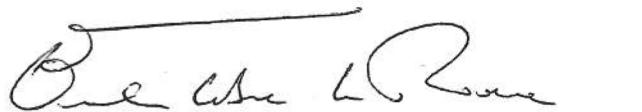
Rio de Janeiro  
Julho de 2011

ELEMENTOS PARA UMA AÇÃO DE MITIGAÇÃO NACIONALMENTE  
ADEQUADA (NAMA) A PARTIR DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL DE ÓLEO DE  
DENDÊ PELA AGRICULTURA FAMILIAR NO BRASIL

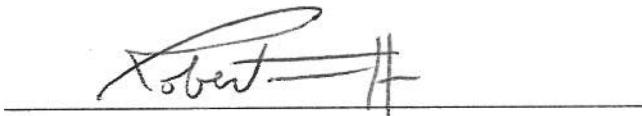
Marcelo Golin Buzzatti

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO  
LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA  
(COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE  
DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE  
EM CIÊNCIAS EM PLANEJAMENTO ENERGÉTICO.

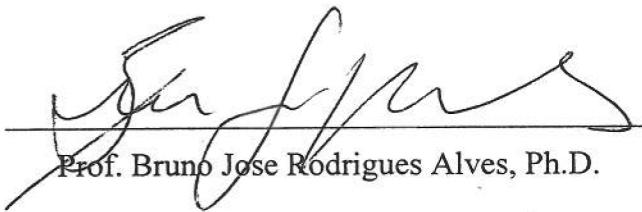
Examinada por:



Prof. Emilio Lèbre La Rovere, D.Sc



Prof. Roberto Schaeffer, Ph.D.



Prof. Bruno Jose Rodrigues Alves, Ph.D.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

JULHO DE 2011

Buzzatti, Marcelo Golin

Elementos para uma Ação de Mitigação Nacionalmente Adequada (NAMA) a partir da produção de biodiesel de Óleo de Dendê pela Agricultura Familiar no Brasil / Marcelo Golin Buzzatti - Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2011.

XII, 147p.: Il; 29,7cm

Orientador: Emilio Lèbre La Rovere

Dissertação (mestrado) – UFRJ/COPPE/Programa de Planejamento Energético, 2011.

Referências Bibliográficas: p. 127 – 135.

1. Mudanças Climáticas Globais. 2. Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. 3. Monitoramento e Verificação. I. La Rovere, Emilio Lèbre. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Planejamento Energético. III. Título

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Professor Emílio Lèbre La Rovere, pelo apoio e incentivo no desenvolvimento desta dissertação, e pela oportunidade de fazer parte da equipe de pesquisadores do Laboratório Interdisciplinar de Meio Ambiente LIMA/COPPE/UFRJ.

Aos membros da banca, Roberto Schaeffer e Bruno Jose Rodrigues, que com suas críticas muito contribuíram para o aperfeiçoamento do trabalho.

Aos demais professores do PPE, pelas aulas que muito contribuíram para meu progresso intelectual.

Aos pesquisadores da Natura Inovação e Tecnologia de Produtos, Debora Castellani, Andresa Cristina da Silva, Carlos Capela, e da Embrapa Amazônia Oriental, Steel Silva Vasconcelos, pelo apoio na coleta dos dados e acolhida nas visitas ao campo.

Aos colegas do LIMA/COPPE/UFRJ, em particular Silvia Schaffel, Maria Regina Maroun, Daniel, Martin, Renzo, Nino, Heliana, Selena e William pelo companheirismo, apoio e troca de informações, e queridas secretárias Carmen e Elza pelo carinho e suporte.

Aos colegas do PPE, Guima, Paulo Roberto, Susanne e Alberto, pelos longos e divertidos debates filosóficos.

Aos funcionários do Programa de Planejamento Energético da COPPE pelo suporte e atenção recebida, em particular Sandrinha e Paulo.

Ao Toninho, ecologista de primeira hora, que me instigou a trilhar o caminho da ecologia pelo viés acadêmico.

Aos meus pais Nilo e Hilka, e minha família Bia, Tainá, Gaia e Flora pelo carinho e apoio incondicional nas horas mais difíceis.

E por fim, ao CNPq pelo apoio financeiro.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

**ELEMENTOS PARA UMA AÇÃO DE MITIGAÇÃO NACIONALMENTE  
ADEQUADA (NAMA) A PARTIR DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL DE ÓLEO DE  
DENDÊ PELA AGRICULTURA FAMILIAR NO BRASIL**

Marcelo Golin Buzzatti

Julho / 2011

Orientador: Emilio Lèbre La Rovere

Programa: Planejamento Energético

A utilização do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) como instrumento de transferência de recursos e tecnologias aptos a implantar atividades de desenvolvimento sustentável nos países em desenvolvimento, tem-se revelado limitada apenas a pequenos ajustes em processos ou tecnologias. Esta pesquisa discute as limitações que o MDL apresenta para promover o desenvolvimento sustentável, e explora as possibilidades da proposta atualmente em debate no âmbito da Convenção do Clima, de que a implementação da Convenção seja ampliada com Ações de Mitigação Nacionalmente Adequadas (NAMAs). Essas ações deverão ser monitoradas, reportadas e verificadas (MRV) e apoiadas pelos países do Anexo I em termos financeiros, de transferência de tecnologia e capacitação. Como forma de explorar os conceitos e constatações da pesquisa, optou-se por estudar a contribuição do MDL e das NAMAs para a inserção da agricultura familiar na cadeia de produção de biodiesel. O estudo de caso demonstrou a possibilidade da contribuição do MDL, porém de forma limitada. Em seguida buscou-se apresentar elementos de uma NAMA com objetivo de fortalecer o papel do mecanismo do Selo Combustível Social do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

ELEMENTS FOR A NATIONALLY APPROPRIATE MITIGATION ACTION  
(NAMA) FROM PALM-OIL BIODIESEL PRODUCTION BY FAMILY FARMERS  
IN BRAZIL

Marcelo Golin Buzzatti

July / 2011

Advisor: Emilio Lèbre La Rovere

Department: Energy Planning

The use of the Clean Development Mechanism (CDM) as an instrument of resource and technologies transfer, capable of promoting sustainable development activities in developing countries, has proven to be limited to small adjustments to processes and technologies. The current research discusses CDM limitations with regards to promoting sustainable development, and explores the possibilities of the proposal, currently under discussion within the UNFCCC, that the implementation be combined with nationally appropriate mitigation actions (NAMAs). These actions should be monitored, reported and verified (MRV) and supported by Annex I countries in terms of finance, technology transfer and capacity building. In order to explore the concepts and research findings, this study focused on the contribution of the CDM and NAMAs to involving family farmers in the production of biodiesel. The case study demonstrated the potential contribution of the CDM, albeit limited; then presented the elements of a NAMA with the objective of strengthening the role of the National Programme for Production and Use of Biodiesel (PNPB) and their Social Fuel Stamp mechanism.

## SUMÁRIO

|                                                                                                                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>INTRODUÇÃO .....</b>                                                                                                                                              | <b>1</b>  |
| A questão da pesquisa, objetivo e justificativa .....                                                                                                                | 3         |
| <b>CAPÍTULO I - CONCEITOS FUNDAMENTAIS .....</b>                                                                                                                     | <b>5</b>  |
| 1.1 – Desenvolvimento Sustentável e Mudanças Climáticas .....                                                                                                        | 5         |
| 1.2 – A Convenção do Clima.....                                                                                                                                      | 11        |
| 1.3 – Do MDL às NAMAs.....                                                                                                                                           | 14        |
| 1.3.1 – O Protocolo de Quioto e o MDL.....                                                                                                                           | 14        |
| 1.3.1.1 – A estrutura do MDL .....                                                                                                                                   | 16        |
| 1.3.2 – Discussões sobre o acordo climático global pós-2012 e as NAMAs .....                                                                                         | 21        |
| <b>CAPÍTULO II – O MONITORAMENTO E VERIFICAÇÃO NO REGIME INTERNACIONAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA .....</b>                                                              | <b>26</b> |
| 2.1 – A experiência de implementação do MDL - Críticas e Limitações .....                                                                                            | 26        |
| 2.1.1 – Quadro regulatório do MDL .....                                                                                                                              | 27        |
| 2.1.2 – Atividades de projetos .....                                                                                                                                 | 30        |
| 2.1.3 – Objetivos do MDL .....                                                                                                                                       | 31        |
| 2.1.4 – Demonstração da Adicionalidade.....                                                                                                                          | 32        |
| 2.2 – O Monitoramento e Verificação no MDL .....                                                                                                                     | 32        |
| 2.3 – O Monitoramento e Verificação no regime internacional sobre mudança do clima.....                                                                              | 37        |
| <b>CAPÍTULO III – AVALIAÇÃO DA CONTRIBUIÇÃO DO MDL PARA A INSERÇÃO DA AGRICULTURA FAMILIAR NA PRODUÇÃO DE BIODIESEL – ESTUDO DE CASO: SAF/DENDÊ .....</b>            | <b>42</b> |
| 3.1 – PNPB: Fator de promoção de desenvolvimento sustentável e de mitigação das mudanças climáticas .....                                                            | 43        |
| 3.1.1 – O Modelo de Biodiesel no Brasil.....                                                                                                                         | 44        |
| 3.1.2 – O Selo Combustível Social .....                                                                                                                              | 46        |
| 3.1.3 – Situação atual e limites do PNPB .....                                                                                                                       | 51        |
| 3.2 - Apresentação do sistema SAF/Dendê .....                                                                                                                        | 56        |
| 3.2.1 - Apresentação do estágio atual do projeto SAF/Dendê (ano 1, 2 e 3) .....                                                                                      | 60        |
| 3.3 - Apresentação dos dados de insumos – inventário e projeção.....                                                                                                 | 61        |
| 3.4 - Aplicação da metodologia MDL de pequena escala AMS III.AK, com comparação entre as opções padrão e específica para o cálculo de emissões da fase agrícola..... | 66        |
| 3.4.1 - Aspectos gerais da metodologia AMS-III.AK.....                                                                                                               | 66        |
| 3.4.2 - Aspectos específicos da metodologia AMS III.AK para o presente estudo                                                                                        | 68        |
| 3.4.3 – Etapas da metodologia de cálculo do RCEs.....                                                                                                                | 69        |
| 3.4.3.1 – Emissões específicas associadas ao cultivo do solo .....                                                                                                   | 82        |
| 3.4.4 – Apresentação dos resultados .....                                                                                                                            | 90        |
| 3.4.4.1 – Fator de emissões de cultivo (opção B da metodologia) .....                                                                                                | 90        |
| 3.4.4.2 – Reduções Certificadas de Emissões do projeto .....                                                                                                         | 93        |

|                                                                                                                                                        |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.5 – Análise dos Resultados .....                                                                                                                     | 98         |
| <b>CAPÍTULO IV – AMPLIAÇÃO DA PARTICIPAÇÃO DA AGRICULTURA<br/>FAMILIAR NA CADEIA DE PRODUÇÃO DE BIODIESEL – PROPOSTA DE<br/>ELEMENTOS DE NAMA.....</b> | <b>102</b> |
| 4.1 – Apresentação de políticas e medidas necessárias para inserção da agricultura familiar na cadeia de produção de biodiesel .....                   | 102        |
| 4.2 - Contextualização de alternativas para o aumento da participação da agricultura familiar .....                                                    | 106        |
| 4.3 – Elementos de uma NAMA-piloto para ampliação da participação da agricultura familiar na cadeia de biodiesel.....                                  | 109        |
| 4.3.1 – Definição e Escopo.....                                                                                                                        | 110        |
| 4.3.2 – Políticas e medidas propostas para NAMA.....                                                                                                   | 111        |
| 4.3.3 – Procedimentos de Monitoramento, Reportagem e Verificação .....                                                                                 | 114        |
| 4.3.3.1 – Estrutura do indicador da NAMA .....                                                                                                         | 115        |
| 4.3.3.2 – Relação entre indicador de desempenho e a linha de base .....                                                                                | 117        |
| 4.3.3.2 – Possível interface com o mercado de carbono.....                                                                                             | 119        |
| <b>CONCLUSÕES FINAIS .....</b>                                                                                                                         | <b>121</b> |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>                                                                                                                | <b>127</b> |
| <b>ANEXO A.1- APRESENTAÇÃO DA OPÇÃO B: EMISSÕES ESPECÍFICAS DO<br/>CULTIVO .....</b>                                                                   | <b>136</b> |
| <b>ANEXO A2 - RESULTADO DA APLICAÇÃO DA OPÇÃO B DA<br/>METODOLOGIA AMS-III.AK.....</b>                                                                 | <b>146</b> |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                                                                                     |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 1 – Comparação dos cenários de emissões de referência SRES (listrados, sem política climática) e os cenários com política de mitigação ..... | 9   |
| Figura 2 – Estrutura do MDL .....                                                                                                                   | 19  |
| Figura 3 –Número de projetos em função das metodologias aprovadas .....                                                                             | 35  |
| Figura 4 – Taxa de sucesso na emissão de RCEs (%) .....                                                                                             | 36  |
| Figura 5 – Agentes envolvidos no Programa Nacional de Produção de Biodiesel .....                                                                   | 45  |
| Figura 6 – Mapa de Plantio da UD2 .....                                                                                                             | 59  |
| Figura 7 – Produtividade do Dendê em SAF do 3º ao 25º ano - adaptado para densidade de 99 plantas/ha .....                                          | 62  |
| Figura 8 – Representação do cálculo da redução de emissões .....                                                                                    | 70  |
| Figura 9 - Padrão de desempenho e seu efeito na linha de base da NAMA.....                                                                          | 118 |

## ÍNDICE DE TABELAS

|                                                                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela 1 – Resumo das Conferências das Partes até 2010 .....                                                                 | 12  |
| Tabela 2 – Principais críticas ao MDL e suas Limitações.....                                                                 | 27  |
| Tabela 3 – Diferentes sistemas de MRV no nível internacional .....                                                           | 40  |
| Tabela 4 – Antecipações do volume obrigatório de adição de biodiesel ao diesel no país .....                                 | 46  |
| Tabela 5 – Quadro comparativo do modelo tributário do biodiesel e do diesel mineral                                          | 48  |
| Tabela 6 – Formas de Monitoramento dos Critérios do Selo Combustível Social pelo MDA.....                                    | 50  |
| Tabela 7 – Proporção de matéria prima utilizada para fabricação de biodiesel no Brasil .....                                 | 53  |
| Tabela 8 – Localização das Plantas de Biodiesel com Autorização de Comercialização por Região .....                          | 54  |
| Tabela 9 - Recursos humanos e materiais envolvidos na avaliação de aporte de nitrogênio no projeto SAF/Dendê.....            | 64  |
| Tabela 10 – Principais características de sistemas industriais e agrícolas .....                                             | 64  |
| Tabela 11 – Inventário dos insumos requeridos pela metodologia .....                                                         | 65  |
| Tabela 12 – Projeção dos insumos requeridos pela metodologia.....                                                            | 65  |
| Tabela 13 - Parâmetros para cálculo de emissões da linha de base de um módulo de 10 ha .....                                 | 72  |
| Tabela 14 - Parâmetros para cálculo de emissões de vazamento .....                                                           | 74  |
| Tabela 15 – Parâmetros para cálculo do fator de alocação.....                                                                | 77  |
| Tabela 16 - Fator de emissão padrão para emissões de GEE associadas com o cultivo do solo para produção de oleaginosas ..... | 81  |
| Tabela 17 - Fontes relevantes de emissão do cultivo do solo.....                                                             | 81  |
| Tabela 18 – Concentração de N dos fertilizantes orgânicos utilizados no SAF/Dendê .                                          | 83  |
| Tabela 19 – Quantidade média de N aportado pelos fertilizantes orgânicos.....                                                | 84  |
| Tabela 20 – Quantidade média de Calcário aplicado no SAF/Dendê .....                                                         | 85  |
| Tabela 21 – Estimativa de N de resíduos aplicado no SAF/Dendê .....                                                          | 88  |
| Tabela 22 – Fator de emissão de cultivo do solo (t CO <sub>2</sub> e/ ha) .....                                              | 91  |
| Tabela 23 – Sensibilidade do fator de emissões de cultivo com relação a insumos selecionados.....                            | 92  |
| Tabela 24 – Emissões de linha de base.....                                                                                   | 94  |
| Tabela 25 – Emissões do projeto.....                                                                                         | 94  |
| Tabela 26 – Emissões do vazamento .....                                                                                      | 95  |
| Tabela 27 – Resultado consolidado das RCEs para o SAF/Dendê.....                                                             | 96  |
| Tabela 28 – Resultado consolidado das RCEs para um sistema industrial .....                                                  | 97  |
| Tabela 29 – Análise de sensibilidade dos fatores de emissão e alocação.....                                                  | 99  |
| Tabela 30 – Principais requisitos para viabilizar a inserção do Agricultor Familiar do Semiárido no PNPB.....                | 104 |
| Tabela 31 – Síntese de elementos selecionados da NAMA proposta .....                                                         | 113 |
| Tabela 32 – Resultado da aplicação da opção B da metodologia AMS-III.AK.....                                                 | 146 |

## LISTA DE ABREVIAÇÕES

- AI – Países listados no Anexo I da CQNUMC
- ANP – Agência Nacional do Petróleo
- CE – Conselho Executivo do MDL
- CH<sub>4</sub> – Gás Metano
- CO<sub>2</sub> – Dióxido de Carbono ou Gás Carbônico
- COP – Conferência das Partes
- CQNUMC – Convenção Quadro das Nações Unidas para Mudanças Climáticas
- GEE – Gases de Efeito Estufa
- GtCO<sub>2</sub>e – Giga toneladas de dióxido de carbono equivalente
- IPCC – *Intergovernmental Pannel on Climate Change* (Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas)
- MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia
- MDL – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo do Tratado de Quioto
- MMA – Ministério do Meio Ambiente
- MME – Ministério de Minas e Energia
- MRV – “Monitoramento, Reportagem e Verificação” ou então “Mensuração, Comunicação e Verificação” (*Measurable, Reportable and Verifiable*, em inglês)
- N<sub>2</sub>O – Óxido Nitroso
- NAI – Países não listados no Anexo I da CQNUMC
- NAMA – Ações de Mitigação Nacionalmente Adequadas (*Nationaly Apropriated Mitigation Actions*, em inglês)
- PMDS – Políticas e Medidas de Desenvolvimento Sustentável (SD-PAMs em inglês)
- PNPB – Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel
- PoA – *Program of Activities* (Programas de Atividades, ou MDL programático)
- RCE – Reduções Certificadas de Emissões
- tCO<sub>2</sub>e – tonelada de dióxido de carbono equivalente
- UNFCCC – *United Nations Framework Convention on Climate Change* (Convenção Quadro das Nações Unidas para Mudanças Climáticas)



## Introdução

---

As alterações climáticas induzidas pelo Homem, um fenômeno que é de tal forma conhecido que pode ser atribuído ao aumento da liberação de gases de efeito estufa (GEE) desde meados do século XIX, são um verdadeiro desafio para formuladores de políticas enfrentarem o problema. As características das mudanças climáticas globais induzidas pelo Homem - emissão difusa, de longa duração, natureza incerta, entre outras - infligem o desafio que as ações sobre o que deve ser feito para mitigar seus efeitos só podem ser encontradas na ação conjunta global, através do regime internacional sobre mudança do clima – composto pela Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima e seu Protocolo de Quioto.

Apesar de ter sido reconhecido, tanto na Convenção quanto no Protocolo, que os países desenvolvidos possuem maior responsabilidade em atuar, está claro que, frente à magnitude das mudanças que serão requeridas pela humanidade, todos devem participar deste esforço. Frente à perspectiva de crescimento dos países em desenvolvimento, é estimado que sua contribuição ultrapasse a dos desenvolvidos, tornando-se vital que os países em desenvolvimento continuem a implementar políticas e medidas com efeitos positivos, além de aumentar sua participação no regime internacional sobre mudança do clima.

Entretanto, frente à magnitude e relevância de desafios sociais, econômicos e ambientais que os países em desenvolvimento são obrigados a enfrentar, é irracional esperar que sejam feitos sacrifícios de necessidades básicas para combater problemas ambientais globais. Seguindo esta linha de raciocínio, uma maior participação dos países em desenvolvimento só será obtida através de uma maior integração entre os objetivos de desenvolvimento sustentável com as políticas de combate às mudanças climáticas.

De acordo com WINKLER (2008), a definição de caminhos mais sustentáveis para o atendimento de determinados objetivos de desenvolvimento geram co-benefícios significativos para o clima, já amplamente relatados pela literatura e reconhecidos pelo quarto relatório do IPCC, como será apresentado mais adiante na pesquisa.

O terceiro relatório do IPCC, publicado em 2001, sugere que o desenvolvimento sustentável pode ser o caminho mais efetivo para tratar a questão das mudanças climáticas. Esta ligação é especialmente reforçada ao se considerar que é justamente o caminho definido pelo desenvolvimento socioeconômico que determina os níveis de emissões de GHG gerados pela atividade humana.

Para aumentar a eficiência no alcance das metas estabelecidas aos países desenvolvidos (constantes no Anexo I), foram criados três mecanismos de flexibilização, dentre os quais um em particular: o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), que visa facilitar esse objetivo de promover uma maior participação dos países em desenvolvimento (não Anexo I) através de um foco no desenvolvimento sustentável.

O MDL permitiu contribuições significativas na inserção dos países em desenvolvimento. Este sucesso pode ser evidenciado na criação de instituições e capacitação nos NAI relacionadas às mudanças climáticas, sendo considerado um dos elementos mais inovadores do protocolo de Quioto. Entretanto, seu sucesso é desafiado por várias fraquezas, governança complexa, e questionamento sobre sua efetiva contribuição para o Desenvolvimento Sustentável, reforçando a percepção de que o MDL precisa ser melhorado e possivelmente complementado por novos mecanismos que criem incentivos apropriados para ampliar de forma significativa as ações de mitigação nos países em desenvolvimento.

O marco mais recente da evolução do regime internacional foi a adoção, na 13<sup>a</sup> Conferência das Partes da UNFCCC (Bali, Indonésia, dezembro de 2007), do chamado “mapa do caminho” de Bali, que trata sobre o mandato para as atuais negociações, as quais, pretende-se, levarão à definição do que serão os próximos rumos do regime internacional do clima. Neste contexto, foi definido o “Plano de Ação de Bali”, que define medidas e ações destinadas à plena implementação da Convenção, tendo como base cinco pontos principais: Adaptação, Mitigação, Financiamento, Tecnologia e, como foco orientador dos demais, uma Visão Compartilhada sobre o futuro de longo prazo do regime.

O plano de ação trouxe para as agendas políticas internacionais e nacionais dois novos conceitos que representam grandes desafios, riscos e oportunidades para os países e as respectivas partes interessadas. O primeiro conceito é o de NAMAs, sigla em inglês das “*ações de mitigação nacionalmente adequadas*”. O segundo conceito é que estas ações deverão ser *mensuráveis*, “*reportáveis*” e *verificáveis* – o chamado *MRV*, sendo que este procedimento deve ser aplicável também ao apoio financeiro e tecnológico que essas ações poderão receber de países desenvolvidos.

De acordo com WINKLER (2008), as ações de mitigação mensuráveis, reportáveis e verificáveis deverão ocupar um papel central nas futuras negociações do regime climático, pois possuem grande relevância ao oferecer condições para um equilíbrio mais duradouro entre compromissos e ações, uma vez que seu emprego reforça suas formas de implementação ao promover apoio financeiro e tecnológico.

Existe, portanto motivação para se tirar proveito da oportunidade representada por dominar os mecanismos de *MRV*, tanto pelos países desenvolvidos, interessados em ceder tecnologia e obter reconhecimento ou créditos, quanto pelos países em desenvolvimento, interessados em investimento e desenvolvimento (MOTT 2010). Os países já estão intensificando seus esforços no sentido de planejar e implementar ações de mitigação e aumentar sua capacidade de mensurar e reportar tais esforços de acordo com os procedimentos de *MRV* indicados pelo plano de Bali. Neste sentido, SUTTER (2011) alerta para o déficit de expertise no uso de metodologias para projeção de linha de base e monitoramento que serão necessários para proposição e implementação de NAMAs. Os mesmos relatórios reconhecem que o conjunto de metodologias desenvolvidas e tornadas públicas no âmbito do *MDL* representam uma importante plataforma para o desenvolvimento da linha de base para os NAMA, e recomendam esforços para capacitação nos procedimentos de *MRV*.

### **A questão da pesquisa, objetivo e justificativa**

O **objetivo principal** da pesquisa é explorar a contribuição do *MDL* e das NAMAs como instrumentos de mitigação e de inclusão sustentável da Agricultura Familiar na cadeia de produção de biodiesel do Brasil.

Foram abertas **questões relevantes** para auxiliar a pesquisa a atingir o objetivo principal proposto:

- Quais são as críticas ao MDL em relação ao seu objetivo de promover o Desenvolvimento Sustentável nos países em desenvolvimento?
- Em que medida a metodologia MDL de Pequena Escala pode oferecer incentivos para inserção da agricultura familiar na cadeia produtiva de biodiesel?
- De que forma uma NAMA pode incentivar o aumento da participação da agricultura familiar na cadeia de produção de biodiesel?

A **justificativa** da escolha pelo tema da *inserção da agricultura familiar na cadeia de produção de biodiesel através de um SAF/Dendê* como objeto de estudo está ligada às seguintes motivações centrais:

- A importância destacada da agricultura familiar para a promoção do Desenvolvimento Sustentável e para a redução da pobreza;
- O grande potencial de inserção regional que o Dendê representa dentro do PNPB, tanto sob o aspecto de mitigação das mudanças climáticas, quanto do ponto de vista social;
- A oportunidade de investigar um projeto estruturado de pesquisa que avalia um sistema produtivo alternativo à monocultura para produção de oleaginosas, por iniciativa de uma grande empresa nacional, com a participação da Embrapa e da FINEP.

No que se refere à **metodologia e organização** do presente trabalho, sua primeira etapa constituiu-se de uma pesquisa bibliográfica e documental em diversas fontes de informação, tais como livros, dissertações e teses, artigos técnicos e trabalhos científicos, acordos internacionais, além de páginas na Internet. A partir da análise crítica desse material, o primeiro e segundo capítulo da dissertação foram construídos, incluindo-se constatações e análises pessoais. Quanto à abordagem do problema, foi apresentado um estudo de caso – o terceiro capítulo - com objetivo de exemplificar as constatações e propostas desenvolvidas, além de explorar o caso específico do Brasil. O quarto capítulo visou explorar a utilização de mecanismos da Convenção do Clima para ampliar a participação da agricultura familiar na cadeia produtiva de biodiesel no Brasil. Por fim, o capítulo final apresenta as conclusões com base em subsídios fornecidos pelos resultados do estudo de caso e da estratégia proposta.

# Capítulo I - Conceitos fundamentais

---

## 1.1 – Desenvolvimento Sustentável e Mudanças Climáticas

O debate acerca do conceito de *desenvolvimento* é bastante rico e até controverso no meio acadêmico, principalmente quanto à distinção entre desenvolvimento e crescimento econômico. Entrar neste campo teórico iria desviar muito a abordagem desta pesquisa, cujo foco é o uso operacional e prático deste conceito. Portanto, será apresentado apenas um breve panorama sobre a evolução de sua base conceitual.

Segundo VEIGA (2005), entre o final da Segunda Guerra Mundial e meados dos anos sessenta, não se fazia distinção entre desenvolvimento e crescimento econômico. Discutia-se a melhor maneira de medir o crescimento do produto anual de uma nação, mas havia um largo consenso sobre a idéia de que uma economia cresce quando a produção aumenta pelo menos no mesmo compasso que a população. Quando a expansão do produto ultrapassa a da população, elevando a *renda per capita*, costuma-se dizer que o crescimento não foi apenas extensivo, mas intensivo.

Entretanto, apesar do rápido crescimento econômico mantido durante os 25 anos após a Segunda Guerra Mundial, os países do Hemisfério Norte passaram a enfrentar uma forte crise estrutural de desenvolvimento apresentando, entre outras, as seguintes características (LA ROVERE, 2009):

- A insuficiência generalizada de prosperidade; persistência de graves desigualdades sociais e regionais;
- Níveis insustentáveis de desperdício de recursos (materiais e humanos); destruição progressiva do ambiente e dos recursos naturais;
- Crises no desemprego, assistência social e no sistema de ensino;
- Sentimentos de frustração e alienação motivados pela impossibilidade de desempenhar um papel significativo no próprio destino: profunda crise de identidade de valores e cultural.

A insatisfação com essa visão do desenvolvimento como sinônimo de crescimento resultou em um longo processo de transformação, gradualmente incorporando uma série de aspectos sociais – emprego, necessidades básicas, saúde, educação, equidade – ao conceito de desenvolvimento.

No extremo oposto, um novo paradigma era consolidado: o ‘outro desenvolvimento’, que surgiu gradualmente através da elaboração do conceito do ‘eco-desenvolvimento’. Lançado em 1972 por Maurice Strong, secretário-geral da Conferência de Estocolmo sobre o Meio Ambiente, postulava o desenvolvimento como sendo:

- Direcionado para a satisfação das necessidades materiais e imateriais de toda a população, ao invés de estarem sujeitos a uma lógica de produção tomada como um fim em si mesmo;
- Endógena e auto-suficiente, com base na autonomia das decisões tomadas pela população que a implementa “através de seus próprios esforços”, buscando modelos adequados para cada contexto histórico, cultural e ecológico;
- Consciente de seus aspectos políticos, que se esforça para estabelecer a harmonia entre Homem e Natureza, com base em uma postura ecologicamente prudente.

De acordo com LA ROVERE (2009), esta redefinição condena duplamente o conceito evolucionista de desenvolvimento, definido como um processo linear em que os países atrasados iriam apenas imitar, alcançar e possivelmente superar seu semelhantes mais avançados.

O conceito de Desenvolvimento Sustentável foi discutido amplamente em 1987 pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Comissão Brundtland) das Nações Unidas, quando foi publicado o relatório *Nosso Futuro Comum*, CMMAD (1991), que se tornou uma das principais referências, definindo-o como um “*desenvolvimento que permite satisfazer as necessidades presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer suas próprias necessidades*”. Desta forma, foi reconhecido que o padrão de desenvolvimento até então praticado não mais poderia ser utilizado, pois levaria inevitavelmente ao colapso do sistema econômico.

Segundo SACHS (1993) o desenvolvimento sustentável é o processo que melhora as condições de vida das comunidades e, ao mesmo tempo, respeita os limites e a capacidade de cargas dos ecossistemas, portanto este conceito obedece a três critérios fundamentais, simultaneamente, o de equidade social, prudência ecológica e da eficiência econômica.

No contexto da presente pesquisa, o conceito objetivo para ‘desenvolvimento sustentável’ será considerado como “*desenvolvimento que permite satisfazer as necessidades presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer suas próprias necessidades*” (WINKLER, 2002).

#### A ligação entre Mudanças Climáticas Globais e Desenvolvimento Sustentável

Conforme será apresentado mais adiante, a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC, sigla em inglês de *United Nations Framework Convention on Climate Change* - UNFCCC), ao entrar em vigor no ano de 1994, a CQNUMC estabeleceu um regime jurídico internacional cujo objetivo principal definido no seu Artigo 2 é alcançar a estabilização das concentrações de GEE na atmosfera num nível que impeça interferências antrópicas perigosas no sistema climático. A estabilização das concentrações deverá ser alcançada num prazo suficiente que permita aos ecossistemas adaptarem-se sem comprometer a produção de alimentos e permitindo que o desenvolvimento prossiga de forma sustentável (MCT, 2009).

OLSEN (2007) afirma que, historicamente, os conceitos de desenvolvimento sustentável e mudanças climáticas permaneceram dissociados durante um longo período de tempo. Enquanto o debate sobre mudanças climáticas ocorre no campo das ciências naturais, o debate sobre desenvolvimento sustentável acontece no domínio das ciências sociais e humanas. Esta abordagem separada persistiu até 2002, quando delegados da Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável realizado na África do Sul, após a publicação do Terceiro Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), criaram plataformas para promover a integração e articulação entre mudança climática e desenvolvimento sustentável. Esta busca por

integração pode ser evidenciada pela quantidade significativa de pesquisas e publicações acadêmicas divulgadas desde então (FIGUERES, 2005; COSBEY 2005). Pode-se afirmar que existe um consenso de que a busca pelo desenvolvimento sustentável proporciona uma significativa contribuição para mitigação das mudanças climáticas.

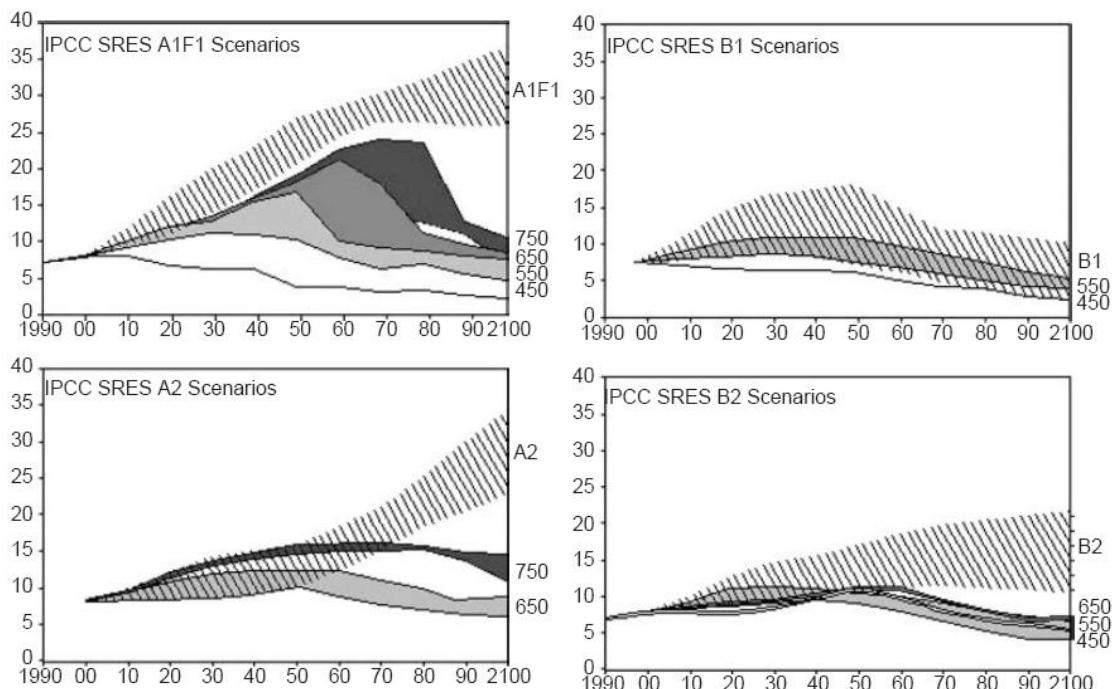
O conceito de Políticas e Medidas de Desenvolvimento Sustentável (PMDS) foi introduzido por WINKLER et al. (2002). O objetivo das PMDS é incentivar o desenvolvimento de políticas que contribuam para os objetivos de desenvolvimento econômico e social dos países em desenvolvimento, com a possibilidade de, ao mesmo tempo, reduzir as emissões de gases de efeito estufa. A mitigação de GEE viria com um co-benefício de sua implementação, uma vez que as PMDS não possuem como principal objetivo a mitigação de GEE em seu planejamento. As PMDS seriam, portanto, desenvolvidas como parte do plano de desenvolver um país de forma mais sustentável e também para reduzir ou limitar o crescimento das emissões de GEE. De acordo com WINKLER et al. (2002), sua definição pode ser resumida pelas seguintes características:

- Natureza doméstica, nacional – As PMDS são desenvolvidas a partir de objetivos e necessidades do país, e não a partir da busca por oportunidades para mitigação de GEE;
- Abordagem diversificada – Ao reconhecer que existem diversos caminhos de desenvolvimentos possíveis, as PMDS devem promover um caminho mais sustentável para os objetivos identificados de uma forma diferente da adotada até então;
- Foco no desenvolvimento – Adotando o conceito de sustentabilidade ao prover meios para necessidades humanas básicas, que deveriam incluir tipicamente: Erradicação da pobreza, criação de empregos, segurança alimentar, acesso a transporte, água potável, educação, serviços de saúde e terra.

Como forma de explicitar a ligação entre Desenvolvimento Sustentável e a redução de emissões, WINKLER (2008) cita o resultado do quarto relatório do IPCC e seu Relatório Especial de Cenário de Emissões (SRES – Special Report on Emission Scenarios). Este relatório foi preparado pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças

Climáticas (IPCC) em 2000, com base em dados desenvolvidos no Earth Institute, na Universidade Columbia. Os cenários de emissões descritos no Relatório foram usados para fazer projeções de possíveis mudanças climáticas.

Os cenários SRES deliberadamente desconsideraram as políticas explicitamente concebidas para o combate às mudanças climáticas. Na figura 1 abaixo, cada uma das linhas representa um caminho de como as emissões globais podem se desenvolver no futuro. Os cenários listados são os de referência, que não incluem políticas climáticas e são apresentados juntamente com outros cenários de mitigação, resultando na estabilização da concentração atmosférica de CO<sub>2</sub>. É possível notar que a escolha de um caminho de referência (B1 ou B2, na direita) sustentável leva a emissões de GEE menores. Em outras palavras, um caminho de desenvolvimento sustentável leva a menores emissões, mesmo que seja desenvolvido *sem nenhuma política explícita* para mitigação de GEE.



**Figura 1 – Comparação dos cenários de emissões de referência SRES (listados, sem política climática) e os cenários com política de mitigação**  
**Fonte:** IPCC (2000)

O Sumário para os Formuladores de Políticas do Quarto Relatório de Avaliação do IPCC, Grupo de Trabalho III, relata que (IPCC, 2007):

Tornar o desenvolvimento mais sustentável por meio da mudança das trajetórias de desenvolvimento pode contribuir bastante para a mitigação da mudança do clima, mas a implementação pode exigir recursos para superar as múltiplas barreiras. Há um entendimento crescente das possibilidades de escolha e implementação das opções de mitigação em vários setores a fim de realizar sinergias e evitar conflitos com outras dimensões do desenvolvimento sustentável (ampla concordância, muitas evidências) (IPCC, 2007).

De acordo com este relatório, mudanças nas trajetórias de desenvolvimento surgem das interações entre os processos decisórios públicos e privados envolvendo o governo, as empresas e a sociedade civil, muitos dos quais não são considerados tradicionalmente como política climática. Costuma haver sinergia entre as políticas de mudança do clima e outras políticas de desenvolvimento sustentável, mas nem sempre isso ocorre.

Como exemplo de que a definição de objetivos de desenvolvimento mais sustentáveis implementados por países em desenvolvimento pode trazer benefícios significativos na redução da taxa de crescimento de suas emissões, mesmo sem estarem vinculadas às metas de mitigação, um estudo publicado por LA ROVERE (2006) quantificou as emissões evitadas de ações visando à eficiência energética e a ampliação do uso de fontes renováveis no Brasil, que atingiram o nível de 40 M t CO<sub>2</sub>/ano. Foram consideradas políticas e medidas governamentais já em curso como Proálcool, PNPB, Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), entre outros. Quase todas essas emissões evitadas foram bancadas por financiamentos internos, sem envolver o MDL.

## 1.2 – A Convenção do Clima

Em 1992, na ECO-92 no Rio de Janeiro, foi organizada a “Cúpula da Terra”, onde países do mundo inteiro debateram a questão ambiental e definiram uma série de metas, políticas e acordos para lidar com os problemas ambientais emergentes em todo o mundo. Um dos documentos criados foi a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC). Esse documento, assinado por mais de 150 países, reconhece as mudanças climáticas como "uma preocupação comum da humanidade" (NAE, 2005). A partir disso, signatários da convenção se propuseram a elaborar uma estratégia global para proteger o sistema climático para gerações presentes e futuras e definir estratégias e ações para adaptação as possíveis mudanças climáticas minimizando seus impactos no meio ambiente e na sociedade.

A Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima – também chamada de Convenção do Clima – entrou em vigor em 21 de março de 1994 (NAE, 2005). A Convenção se baseou em princípios comuns, mas com responsabilidades diferenciadas entre países, e determinou que países industrializados e de Economias em Transição (listados no Anexo I da Convenção) deveriam conduzir esforços na mitigação das mudanças climáticas. A Convenção teve como objetivo último, a estabilização da concentração de gases de efeito estufa na atmosfera em tal nível que pudesse prevenir a interferência antropogênica com o sistema do clima, permitindo que os ecossistemas se adaptassem naturalmente à mudança climática. Esse objetivo deve ser atingido seguindo três princípios básicos:

- A equidade;
- Responsabilidades comuns, porém diferenciadas;
- Promoção do desenvolvimento sustentável

E como obrigações, as partes signatárias devem:

- Elaborar e divulgar seus inventários nacionais de emissões de gases
- Promover programas de redução destas emissões.
- Promover ações de educação, treinamento e conscientização sobre o problema das mudanças climáticas e também cooperar para o intercâmbio pleno, aberto e

imediato de informações científicas, tecnológicas, técnicas e socioeconômicas sobre o tema.

- Realizar reuniões anuais das partes signatárias da convenção (*Conference of Parties* – COPs) para regulamentação e discussão da estratégia de mitigação/adaptação e estabelecimento de políticas globais.

A partir de 1995 deu-se início a realização das COPs, ou reuniões anuais para regulamentação, discussão e implementação das ações necessárias para concretizar a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima. A título de orientação, é apresentado a seguir um quadro resumo de todas as 16 Conferências das Partes ocorridas até o presente.

**Tabela 1 – Resumo das Conferências das Partes até 2010**

|                      |                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| COP 1                | 1995, Berlim. Alerta sobre a necessidade de redução de GEE para mitigação das mudanças climáticas, estabeleceu que países industrializados deveriam reduzir suas emissões; Mandato de Berlim                                                               |
| COP 2                | 1996, Gênova. Países em desenvolvimento deveriam receber assistência tecnológica e financeira.                                                                                                                                                             |
| COP 3                | 1997, Quioto. Estabeleceu o Protocolo de Quioto. Estipulou que países do Anexo I da Convenção do Clima deveriam reduzir em 5,2% suas emissões de GEE baseado nos níveis de 1990.                                                                           |
| COP 4                | 1998, Buenos Aires. Início das discussões e negociações relacionadas às regras e procedimentos de como o Protocolo seria implementado na prática. Estabelecimento do Plano de Ação de Buenos Aires                                                         |
| COP 5                | 1999, Bonn. Tentativa de implementação do Plano de Ação de Buenos Aires e destaca-se o inicio da abordagem de aspectos concernentes ao Uso da Terra, Mudança de Uso da Terra e Florestas (LULUCF, de Land Use, Land Use Change and Forestry)               |
| COP 6 *<br>(1 parte) | 2000, Haia. Discussões a cerca das regulamentações do MDL e do Comércio de Emissões. Também não se chegou a um acordo quanto às propostas relativas ao LULUCF                                                                                              |
| COP 6<br>(2 parte)   | 2001, Bonn. Após a saída dos EUA do Protocolo a COP 6 implementou o Acordo de Bonn, um pacote com as soluções possíveis de consenso sobre os temas mais controversos das negociações essa COP ficou conhecida como a conferência que salvou o protocolo.   |
| COP 7                | 2001, Marraqueche. Estabeleceu regras operacionais para implementação dos mecanismos do Protocolo de Quioto: MDL, Implementação Conjunta e Comércio de Emissões e LULUCF                                                                                   |
| COP 8                | 2002, Nova Deli. Foram apresentados diversos projetos no escopo do MDL, evidenciando a formação de mercados para o comércio de créditos de carbono e iniciativas como o <i>PCF – Prototype Carbon Fund</i> , e <i>CCX - Chicago Climate Exchange</i> , etc |

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| COP 9  | 2003, Milão. Teve como ponto forte a discussão sobre as regras e procedimentos para projetos florestais no âmbito do MDL. Prosseguimento do debate sobre a ratificação de Quioto.                                                                                                                                                                                                                                                 |
| COP 10 | 2004, Buenos Aires. Destaca-se pela confirmação da entrada em vigor do Protocolo de Quioto a partir de 16 de fevereiro de 2005. A concretização do documento se deu com a ratificação da Rússia (membro do Anexo I), o que possibilitou reunir o número mínimo de países responsáveis pelos maiores índices de emissão de GEE, comprometidos com as metas estabelecidas. Foi fundamental para que o Protocolo fosse implementado. |
| COP 11 | 2005, Montreal. Ocorreu concomitantemente com a primeira reunião das Partes para o Protocolo de Quioto (MOP 1). As discussões têm seu foco direcionado para as perspectivas pós 2012. Associações ambientais da Europa apontam para a necessidade de uma redução de 20 a 30% das emissões de GEE (com base em 1990) até 2030, e de 60% a 80% até 2050.                                                                            |
| COP 12 | 2006, Nairobi. COP-12 – Representantes assumiram o compromisso de levar aos seus países a missão de rever os prós e os contras do Protocolo de Quioto. Definiu condições de operacionalização do Fundo Especial de Mudanças Climáticas, solicitando ao GEF a devida prioridade para os projetos de Adaptação e dinamização dos seus programas.                                                                                    |
| COP 13 | 2007, Bali. Ocorreu após a divulgação do quarto relatório do IPCC. A Austrália ratifica o Protocolo de Quioto. Discussão sobre um novo acordo para conter as alterações climáticas no pós 2012. Aprovado o Plano de Ação de Bali; foi negociado o processo de negociação chamado 'Mapa do Caminho' que estabeleceu dois trilhos: AWG-KP e AWG-LCA; estabelece o conceito de NAMAS, e MRV.                                         |
| COP 14 | 2008, Poznan. Começou a ser delineado o próximo acordo, com instrumentos como um fundo de adaptação e o plano de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação (REDD), mas falhou em definir metas de emissões para países em desenvolvimento.                                                                                                                                                                                |
| COP 15 | 2009, Copenhague. Reconhece a necessidade de limitar o aumento da temperatura global para não ultrapassar 2ºC. Reconhece as NAMAS como forma de aumentar a participação dos países em desenvolvimento no esforço de redução das emissões de gases efeito estufa.                                                                                                                                                                  |
| COP 16 | 2010, Cancun. Acordo adquiriu eficácia jurídica, através da aprovação dos Acordos de Cancun, aprovado de forma consensual, mas não unânime, já que a Bolívia rejeitou o seu endosso.                                                                                                                                                                                                                                              |

*Nota: A sexta Conferência das Partes foi realizada em dois períodos, uma vez que no primeiro encontro não houve acordo em questões essenciais citadas no Plano de Ação de Buenos Aires.*

Fonte: Adaptado e atualizado com base em ROCHA, 2009

Em função da importância do Protocolo de Quioto nas negociações internacionais sobre o clima, pode-se dizer que as COP's mais significativas foram a COP 3, realizada em dezembro de 1997, quando foi negociado o protocolo; e a COP 7, realizada em novembro de 2001, quando o protocolo foi regulamentado através dos Acordos de Marraqueche (IPCC, 2001); e a COP 13, realizada em Dezembro de 2007, quando foi aprovado o Plano de Ação de Bali (BAP em inglês).

## 1.3 – Do MDL às NAMAs

### 1.3.1 – O Protocolo de Quioto e o MDL

O Protocolo de Quioto, formalizado em 1997 pelos países participantes da Convenção-Quadro das Nações Unidas para Mudança do Clima (CQNUMC), é o principal tratado voltado para a redução das emissões dos GEE. Somente em 2005, após quase sete anos de prolongadas negociações, ele entrou em vigência.

Entre as mais importantes medidas do protocolo, destaca-se o estabelecimento de metas e prazos relativos à redução ou limitação das emissões futuras de GEE para os países desenvolvidos, discriminados no Anexo I do protocolo. Os países integrantes do Anexo I deverão reduzir suas emissões, no período de 2008 a 2012, em pelo menos 5,2% frente aos níveis apresentados no ano de 1990. Os países em desenvolvimento, como Brasil, Índia e China, não estão inseridos no Anexo I e, assim, não possuem nenhuma meta ou prazo para reduzir suas emissões de GEE na primeira fase do protocolo.

Para aumentar a eficiência no alcance das metas estabelecidas para os países constantes do Anexo I, foram criados três mecanismos de flexibilização. A formação de um mercado para as reduções de GEE permitiria o alcance das metas de redução com um custo mínimo através dos seguintes mecanismos: Implementação Conjunta (IC, do inglês *joint implementation* – JI); Comércio Internacional de Emissões (CIE, do inglês *emissions trade*); Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL, do inglês *clean development mechanism* – CDM).

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo é um instrumento de mercado multilateral, que permite a governos ou investidores privados de países incluídos no Anexo I implementarem projetos de redução de emissões no território de países não-listados no referido Anexo I.

O princípio básico do MDL é fundamentado na possibilidade de países desenvolvidos investirem em oportunidades de redução de emissões nos países em desenvolvimento a custos menores. Em contrapartida, os países em desenvolvimento beneficiam-se com o

incremento do fluxo de investimentos direcionados à promoção do desenvolvimento sustentável

O MDL representa a única forma direta de participação dentro do protocolo de Quioto, na qual países em desenvolvimento (não Anexo I) podem contribuir para atingir os objetivos da CQNUMC. De acordo com COSBEY (2005), durante a fase de elaboração do conceito do MDL em Quioto, os países em desenvolvimento depositaram grandes esperanças no mecanismo, com expectativa na melhoria de eficiência, manutenção do desenvolvimento econômico e contribuição para um ambiente mais limpo para os seus cidadãos. A participação no MDL traria co-benefícios através do aumento na transferência de tecnologia, no comércio e nos investimentos.

O artigo 12.2 do protocolo de Quioto apresenta o duplo objetivo do MDL <sup>1</sup>:

“O objetivo do mecanismo de desenvolvimento limpo deve ser:

- 1) assistir às Partes não incluídas no Anexo I para que atinja o desenvolvimento sustentável e contribuam para o objetivo final da Convenção, e;
- 2) assistir às Partes incluídas no Anexo I para que cumpram seus compromissos quantificados de limitação e redução de emissões, assumidos no Artigo 3.

As modalidades e procedimentos foram posteriormente adicionados pelo acordo de Marraqueche, na qual vários acordos chave foram enunciados, entre eles:

- É prerrogativa do país hospedeiro das atividades de projeto determinar se um projeto MDL auxilia na promoção do desenvolvimento sustentável.
- O financiamento público para projetos MDL não deve resultar em um desvio de assistência oficial ao desenvolvimento.
- Os projetos de MDL devem promover a transferência de conhecimento e emprego de tecnologias ambientalmente seguras.

---

<sup>1</sup> Fonte: MCT (1998) – numero e ênfase adicionados pelo autor.

### **1.3.1.1 – A estrutura do MDL**

O objetivo final de mitigação de gases de efeito estufa é atingido através da implementação de atividades de projeto nos países em desenvolvimento que resultem na redução da emissão de gases de efeito estufa. Para que sejam consideradas elegíveis no âmbito do MDL, as atividades de projeto devem contribuir para o objetivo primordial da Convenção e observar alguns critérios fundamentais, entre os quais o da adicionalidade, ou seja, resultar na redução de emissões de gases de efeito estufa e/ou remoção de CO<sub>2</sub>, adicional ao que ocorreria na ausência da atividade de projeto do MDL. As quantidades relativas a reduções de emissão de gases de efeito estufa atribuídas a uma atividade de projeto resultam em Reduções Certificadas de Emissões (RCEs), medidas em tonelada métrica de dióxido de carbono equivalente (t CO<sub>2</sub>e). As RCEs representam créditos que podem ser utilizados pelas Partes Anexo I que tenham ratificado o Tratado de Quioto – como forma de cumprimento parcial de suas metas de redução de emissão de gases de efeito estufa.

O Protocolo de Quioto estabelece uma estrutura institucional, bem como um conjunto de procedimentos para aferição, verificação e certificação das atividades de projeto. Dentre as instituições relacionadas ao MDL destacam-se (MCT 2009):

#### **COP/MOP – Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes do Protocolo de Quioto**

A COP/MOP (sigla, em inglês, de *Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties of the Protocol*) é órgão máximo da CQNUMC, composta por todos os países que a ratificaram e é responsável pela sua implementação. A COP se reúne anualmente e determina diretrizes gerais para plena implantação da CQNUMC.

#### **Conselho Executivo do MDL**

O Conselho Executivo é composto por representantes das Partes, seguindo a proporção definida previamente pela Convenção, com capacidade técnica para analisar os projetos. Ele atua sob a autoridade e a orientação da COP/MOP e tem como função supervisionar

o funcionamento do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Para isso, acumula diversas atribuições, dentre as quais destacam-se: o credenciamento das Entidades Operacionais Designadas; registro das atividades de projeto do MDL; emissão das RCEs; desenvolvimento e operação do Registro do MDL; estabelecimento e aperfeiçoamento de metodologias para definição da linha de base, monitoramento e fugas.

O Conselho Executivo pode estabelecer comitês, painéis e grupos de trabalho para auxiliá-lo no desempenho de suas funções. Da estrutura atual, destacam-se os seguintes:

- Painel de Metodologias

As funções do Painel de Metodologias são desenvolver recomendações ao Conselho Executivo sobre diretrizes para metodologias de linha de base e de monitoramento já existentes e elaborar recomendações sobre novas propostas.

- Grupo de Trabalho para Pequena Escala

O Grupo de Trabalho para Pequena Escala tem a função de elaborar recomendações sobre propostas de novas metodologias de linhas de base e monitoramento para as atividades de projeto de pequena escala.

### **AND - Autoridade Nacional Designada**

As Partes envolvidas em uma atividade de projeto do MDL devem designar junto à CQNUMC uma Autoridade Nacional Designada (AND). Uma das funções importantes da AND de cada Parte envolvida é atestar o caráter voluntário do envolvimento dos participantes do projeto e, no caso da Parte anfitriã, que as atividades de projeto contribuem para o desenvolvimento sustentável do país. A aprovação das atividades de projeto do MDL é concedida por meio de uma Carta de Aprovação emitida pelas ANDs envolvidas.

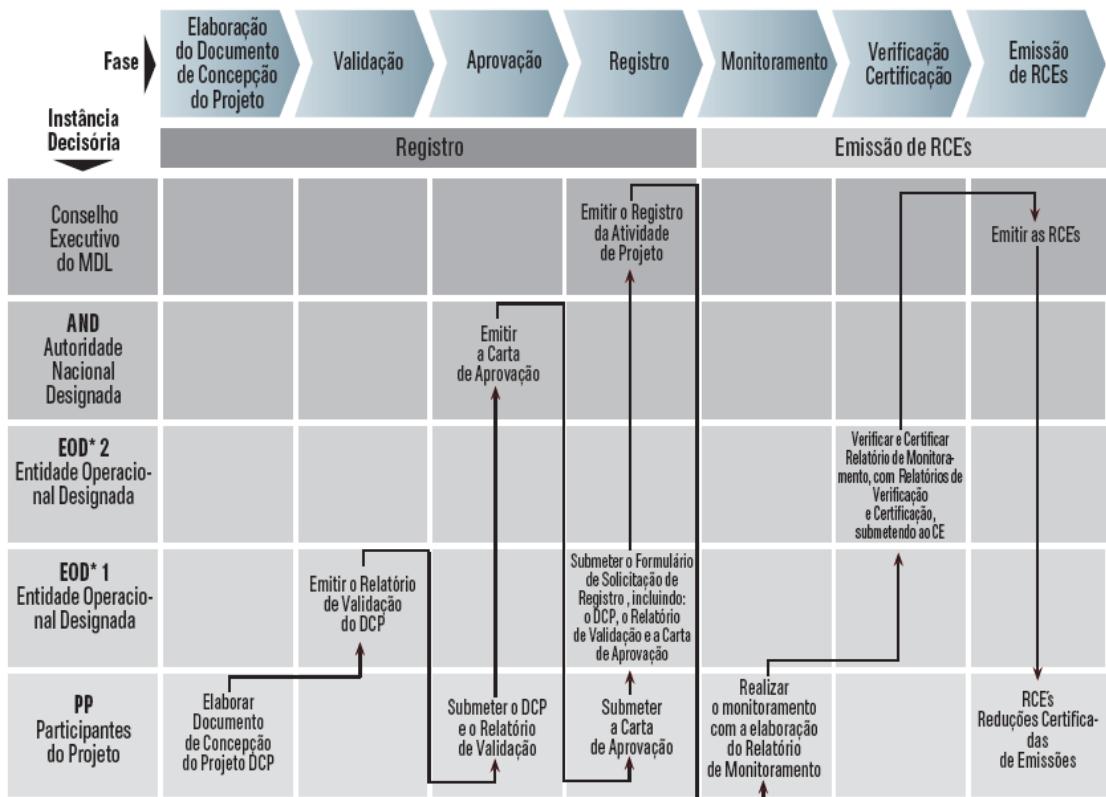
### **EOD - Entidade Operacional Designada**

A Entidade Operacional Designada (EOD) é uma certificadora credenciada pelo Conselho Executivo do MDL, e designada pela COP/MOP, que garante que as atividades de projeto estão aplicando corretamente as normas e os procedimentos estabelecidos pelo Protocolo de Quioto e pelo Conselho Executivo do MDL. No Brasil, exige-se, adicionalmente, que a EOD esteja legalmente estabelecida no país.

A EOD cumpre duas funções fundamentais no ciclo do projeto do MDL:

- Validação – fase na qual a EOD analisa o Documento de Concepção do Projeto (DCP, onde estão as principais informações), visita o empreendimento, checa a documentação, solicita alterações e complementações, entre outras providências, de forma a garantir que a atividade de projeto cumpre a regulamentação do MDL, antes de solicitar seu registro ao Conselho Executivo; e
- Verificação / Certificação – fase na qual a EOD confirma que o plano de monitoramento foi adequadamente aplicado e que seus dados expressam as efetivas reduções de emissões (ou remoção de CO<sub>2</sub>), traduzindo-as em Relatório de Certificação a ser enviado ao Conselho Executivo para a emissão das RCEs correspondentes.

Todos os projetos de MDL necessitam cumprir uma série de procedimentos até receberem a confirmação do conselho executivo do MDL, instância máxima de avaliação do MDL e responsável pela emissão das RCEs. As seguintes etapas devem ser atendidas: elaboração do documento de concepção de projeto (DCP), utilizando metodologia de linha de base e plano de monitoramento válidos; validação / aprovação; registro; monitoramento; verificação / certificação; aprovação e emissão das RCEs, conforme mostrado na figura 2 abaixo.



**Figura 2 – Estrutura do MDL**

**Fonte:** MCT (2009)

**As etapas fundamentais do ciclo do projeto são as seguintes:**

- Elaboração do Documento de Concepção do Projeto (DCP):  
O DCP é o documento principal para fins de aprovação da atividade de projeto no MDL. A partir do DCP a entidade responsável pela validação do projeto vai avaliar se este satisfaz os requisitos do MDL. O DCP é composto de:
  - Descrição do projeto;
  - Descrição da linha de base calculada a partir de uma metodologia aprovada;
  - Definição do período de obtenção de créditos;
  - Metodologia de cálculo da redução de emissões adicionais, contendo o estabelecimento dos limites das atividades de projeto e o cálculo das fugas;
  - Análise dos impactos ambientais;
  - Apresentação dos resultados da consulta pública efetuada; e,
  - Plano de monitoramento, utilizando uma metodologia de monitoramento aprovada;

A linha de base é a quantidade de emissões de GEE que ocorrem na ausência da atividade de projeto proposta de MDL. Seu objetivo é permitir a verificação da adicionalidade proporcionada pela implementação do projeto. A linha de base do projeto de MDL é obtida a partir de metodologia aprovada pelo Conselho Executivo do MDL. No caso de ser desenvolvida nova metodologia de linha de base, esta tem que ser aprovada previamente à submissão do projeto para validação.

- Validação/Aprovação;

A Validação é o processo de avaliação das atividades de projeto, apresentadas no DCP, dentro dos critérios do MDL. Para a Validação a Entidade Operacional Designada verifica se foram incluídos no DCP: a aprovação formal pela AND do país hospedeiro das atividades de projeto e a voluntariedade do mesmo; o atendimento aos critérios de elegibilidade; a comprovação do critério de adicionalidade; os comentários dos atores envolvidos e se foram de alguma forma considerados; a análise de impacto ambiental segundo a legislação ambiental nacional; os limites do projeto e as fugas; e, a definição do período para obtenção dos créditos.

Aprovação é o processo pelo qual a Autoridade Nacional Designada confirma que a participação das partes é voluntária além de atestar que a atividade de projeto contribui para o desenvolvimento sustentável

- Registro: É o processo formal de aceite do projeto pelo Conselho Executivo do MDL, com base no relatório de validação da EOD
- Monitoramento: É a implementação do Plano de Monitoramento registrado no DCP, conforme metodologia aprovada. O Monitoramento é condição limitante para a verificação/certificação e emissão das RCEs.
- Verificação/Certificação:

Uma vez verificado, através do monitoramento, que as reduções de emissões de GEE atingiram de fato o que foi declarado no DCP para o período de obtenção estipulado, a EOD emite um relatório de Verificação para a atividade de projeto de MDL. A partir da Verificação é emitido para o Conselho Executivo do MDL um relatório de Certificação das reduções de emissões.

A formalização da Certificação é considerada definitiva quinze dias após o relatório de Certificação ter sido recebido pelo Conselho Executivo do MDL. A Certificação garante que as reduções de emissões de GEE foram de fato adicionais às que ocorreriam na ausência das atividades de projeto.

- Emissão das RCEs: O Relatório de Certificação incluirá uma solicitação da EOD para que o Conselho Executivo emita o montante de RCEs correspondente ao total de emissões reduzidas (ou removidas no caso de projetos de florestamento e reflorestamento) e certificadas.

### **1.3.2 – Discussões sobre o acordo climático global pós-2012 e as NAMAs**

Em 2005, durante a COP-11/CMP-1, foi criado um novo órgão subsidiário, chamado *Grupo de Trabalho Ad Hoc sobre Compromissos Adicionais no âmbito do Protocolo de Quioto para os Países do Anexo I* (AWG-KP), para discutir os compromissos pós-2012. Além do AWG, foi estabelecido um “Diálogo” para discutir cooperação de longo prazo no âmbito da Convenção. O “Diálogo” resultou no estabelecimento do *Grupo de Trabalho Ad Hoc sobre Ação Cooperativa de Longo Prazo no âmbito da Convenção* (AWG-LCA), na COP-13.

Por ocasião da COP-13, realizada na Indonésia, em dezembro de 2007, as Partes da Convenção sobre Mudança do Clima concordaram em estabelecer o Plano de Ação de Bali, que compreende o processo de implementação plena, efetiva e sustentada da Convenção sobre Mudança do Clima, por meio de ação cooperativa de longo prazo. O Plano de Ação de Bali traz a identificação de quatro blocos principais de discussão: mitigação (ações de redução de emissões), adaptação (ao aumento de temperatura já verificado em relação à era pré-industrial), financiamento e tecnologia. Também insere a necessidade de se articular uma visão compartilhada para ações de cooperação no longo-prazo (*shared vision*) (MIGUEZ, 2010).

No que se refere à mitigação, deve-se notar que o Plano de Ação de Bali, acordado em 2007, não requer que os países em desenvolvimento tenham metas de redução de

emissão e sim, estabelece que a implementação da Convenção seja ampliada com Ações de Mitigação Nacionalmente Adequadas (NAMAs) que levem a um desvio substancial das emissões dos países em desenvolvimento em relação à trajetória tendencial (MIGUEZ, 2010).

O texto do Plano de Ação de Bali diz que a Conferência das Partes (COP) decide promover ações de mitigação nacionais/internacionais por parte dos países em desenvolvimento, que incluam ações de mitigação nacionalmente adequadas – *nationally appropriate mitigation actions* (NAMAs) – no contexto do desenvolvimento sustentável, apoiadas e viabilizadas por tecnologia, financiamento e capacitação, incluindo procedimentos de mensuração, comunicação e verificação – *in a measurable, reportable and verifiable manner* – no jargão do clima, MRV (AMERICANO, 2010).

É relevante salientar que as Ações de Mitigação Nacionalmente Apropriadas (NAMAs) estão inseridas no contexto da Convenção, no Plano de Ação de Bali, como meio de fortalecer as ações de mitigação nos países em desenvolvimento, e não no contexto do Protocolo de Quioto, que tem efeitos vinculantes (MIGUEZ, 2010).

De acordo com CCAP (2009), a maioria dos países concorda com a utilização da definição mais ampla para NAMAs: São entendidas como ações propostas pelos países em desenvolvimento, que reduzam significativamente as emissões a um nível abaixo do que seria o usual (BAU - *business-as-usual* em inglês). Existe um consenso razoável que devam ser voluntárias e escolhida pelo país em desenvolvimento, segundo seu entendimento de que a mesma seja adequada. Uma ampla gama de atividades pode ser qualificada como NAMAs, tanto como ações individuais, quanto grupos de ações. Tomando a forma de regulamentos, normas, programas, políticas ou incentivos financeiros, estas ações podem incluir:

- ❖ Atividades de capacitação, tais como:
  - Identificação de oportunidades de mitigação;
  - Atividades de coleta de dados e desenvolvimento de base de dados nacionais;
  - Desenvolvimento de instituições para monitorar e fazer cumprir programas de redução de emissões domésticas;
  - Preparação para implementação de NAMAs;
  - Formação em operação e manutenção de tecnologias, e

- Desenvolvimento de estratégias de desenvolvimento de baixo carbono setoriais e nacionais.
- ❖ De redução de emissões e afundar aprimoramento de NAMAs, tais como:
  - Padrões e metas de intensidade de emissões;
  - Demonstração e implantação de tecnologias de baixo carbono;
  - Programas de eficiência energética e precificação de energia;
  - Taxas de Carbono, créditos fiscais e outros instrumentos de mercado;
  - Programas Nacionais de redução de emissões por desmatamento e degradação (REDD), e
  - Políticas e programas de âmbito nacional com metas específicas para redução de carbono.
- ❖ NAMAs de transformação, tais como:
  - Pesquisa e desenvolvimento de tecnologias de baixo carbono e
  - Desenvolvimento e implementação de estratégias econômicas globais e setoriais para transformar o uso da energia e padrões de desenvolvimento, tanto a curto quanto a longo prazo.

Os pontos que suscitam um maior debate nas negociações internacionais são aqueles referentes à natureza das ações domésticas, ao apoio financeiro, de tecnologia e capacitação e aos procedimentos de MRV. Com relação às ações que não recebem apoio externo, as dificuldades residem em classificar essas ações como NAMAs e definir os procedimentos específicos de MRV para as ações sem apoio externo (AMERICANO, 2010).

As discussões internacionais giram em torno de três categorias de NAMAs:

1. NAMA Unilateral - ações autônomas adotadas pelos países em desenvolvimento para atingir reduções de emissões sem apoio externo ou financiamento.
2. NAMA Apoiada - ações empreendidas por países em desenvolvimento com o apoio financeiro de países desenvolvidos, que resultam em reduções de emissões mais agressivas.
3. NAMA de Crédito - ações que se baseiam em NAMAs Apoiadas e excedam uma linha de base de créditos previamente acordada, produzindo compensações passíveis de comercialização no mercado de carbono global.

Enquanto as duas primeiras categorias, NAMA unilateral e apoiada, recebem apoio quase unânime nas negociações, as NAMAs de Crédito ainda são contestadas por alguns países em desenvolvimento (CCAP, 2009).

De acordo com CCAP (2009), a definição das NAMAs por meio de uma ampla gama de categorias poderá assegurar que atividades como capacitação e pesquisa e desenvolvimento sejam apoiadas, ao invés de restringir o foco para as NAMAs que geram reduções de emissões imediatas ou de curto prazo. Uma visão inclusiva das NAMAs deverá permitir flexibilidade para que países em desenvolvimento possam receber apoio e adaptar ações apropriadas para as suas circunstâncias nacionais. Pode-se ressaltar que muitas atividades que poderiam ser qualificadas como uma NAMA já está em curso em alguns países em desenvolvimento, sob forma de políticas e planos nacionais de mudanças climáticas.

Para complementar a conceituação de NAMAs, deve-se ressaltar que suas ações devem procurar:

- Alcançar reduções significativas de emissões, aumento de sumidouros e substancial desvios de emissões de GEE a partir de projeções BAU;
- Desenvolver políticas, marcos regulatórios e institucionais para promover reduções de GEE e aumento de sumidouros;
- Criar infra-estrutura (por exemplo, instituições e regras) e metodologias para coleta de dados e relatórios para facilitar os procedimentos de MRV de ações de mitigação;
- Demonstrar as novas tecnologias ou testar novas abordagens.

De forma análoga, NAMAs não podem ser:

- Projetos individuais de mitigação de GEEs;
- Pesquisa Científica; ou
- Estratégias setoriais que não evidenciem desvio das emissões BAU.

## **Decisões da COP 16**

Considerando que a definição das NAMAs ainda se encontra em elaboração pela Convenção do Clima, é apresentado a seguir um resumo das decisões da última COP16, realizada em 2010 em Cancún.

A Convenção das Partes concorda que os países em desenvolvimento devem adotar NAMAs, no contexto do desenvolvimento sustentável, com o objetivo de reduzir as emissões em 2020 em relação a um cenário tendencial. Países desenvolvidos devem prover apoio tecnológico, financeiro e capacitação para que os países não-Anexo I possam implementar suas NAMAs, levando em consideração as diferentes circunstâncias e capacidades nacionais (CENTROCLIMA, 2011).

Para facilitar o aporte de auxílio financeiro, tecnológico e de capacitação, será criado um registro para armazenar informações sobre as NAMAs que buscam apoio internacional. Para que os países em desenvolvimento consigam obter o apoio internacional mencionado eles devem informar ao secretariado os custos estimados e redução de emissões para cada NAMA, assim como o prazo previsto para sua execução. Para que as NAMAs que forem adotadas por países não-Anexo I possam ser avaliadas quanto à sua eficiência em reduzir emissões, suas comunicações nacionais devem ser realizadas com uma freqüência de quatro anos e incluir as ações nacionais de mitigação e seus efeitos (CENTROCLIMA, 2011).

NAMAs apoiadas internacionalmente estarão sujeitas a MRV nacional e internacional, em conformidade com as diretrizes a serem desenvolvidos, enquanto as ações de mitigação apoiadas apenas domesticamente estarão sujeitas a MRV nacional, em conformidade com orientações também a serem desenvolvidas (CENTROCLIMA, 2011).

## **Capítulo II – O Monitoramento e Verificação no Regime Internacional sobre Mudança do Clima**

---

Enquanto na primeira parte do trabalho procurou-se apresentar os conceitos fundamentais relacionados aos acordos internacionais sobre mudança do clima, o segundo capítulo busca explorar o monitoramento e verificação dentro do contexto da Convenção do Clima.

Conforme será visto neste capítulo, a utilização do MDL como instrumento de transferência de recursos e tecnologias aptos a implantar atividades de desenvolvimento sustentável nos países em desenvolvimento, tem-se revelado limitada à apenas pequenos ajustes em processos ou tecnologias.

Este capítulo busca apresentar uma revisão das principais críticas e limitações do MDL, de forma a explorar a experiência acumulada durante sua implementação, com foco na sua contribuição para a promoção do desenvolvimento sustentável dos países em desenvolvimento.

Conforme apresentado no capítulo anterior, o Plano de Ação de Bali (BAP) não requer que os países em desenvolvimento tenham metas de redução de emissão, e estabelece que a implementação da Convenção seja ampliada com ações de mitigação nacionalmente adequadas (NAMAs) que levem a um desvio substancial das emissões dos países em desenvolvimento em relação à trajetória tendencial. Essas ações deverão ser monitoradas, reportadas e verificadas (MRV) e apoiadas pelos países do Anexo I em termos financeiros, de transferência de tecnologia e capacitação. O presente capítulo busca explorar a questão do MRV destas ações.

### **2.1 – A experiência de implementação do MDL - Críticas e Limitações**

O MDL foi capaz de criar, em um curto espaço de tempo, um mercado de carbono dinâmico, capaz de identificar oportunidades de mitigação de GEE, e atraindo um considerável fluxo de capital de investidores públicos e privados para projetos de mitigação implementados nos países em desenvolvimento (IETA, 2010).

Este rápido crescimento impôs ao MDL desafios operacionais que podem ser atribuídos em grande parte ao seu próprio sucesso, além de questionamentos sobre sua contribuição para o Desenvolvimento Sustentável.

A percepção de que o MDL precisa ser melhorado e possivelmente complementado por novos mecanismos justifica a análise do seu processo de implementação, críticas e limitações a serem apresentados na presente seção. Neste sentido, optou-se por utilizar a categorização das principais questões referentes ao MDL elaboradas por HAYASHI (2010), apresentadas abaixo na Tabela 2.

**Tabela 2 – Principais críticas ao MDL e suas Limitações**

| Tema                   | Limitações                                                                                                              |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Quadro regulatório     | <ul style="list-style-type: none"><li>• Corpo normativo do CQNUMC</li><li>• Estrutura do MDL</li></ul>                  |
| Atividades de projetos | <ul style="list-style-type: none"><li>• Distribuição Geográfica</li><li>• Tipos de Projetos</li></ul>                   |
| Objetivos do MDL       | <ul style="list-style-type: none"><li>• Desenvolvimento Sustentável</li><li>• Abatimento a Custo Mínimo</li></ul>       |
| Metodologias           | <ul style="list-style-type: none"><li>• Demonstração da Adicionalidade</li><li>• Metodologia de Monitoramento</li></ul> |

Fonte: Adaptado a partir de HAYASHI (2010)

A seguir, cada tópico será abordado de forma sucinta, deixando para a próxima seção uma análise mais detalhada sobre a Metodologia de Monitoramento do MDL.

### **2.1.1 – Quadro regulatório do MDL**

#### **Corpo normativo da CQNUMC**

Conforme apresentado na parte I, a estrutura do MDL é composta por um conjunto de instituições internacionais, com regras hierárquicas bem definidas. O Guia de Orientação do MDL (MCT, 2009) ressalta a importância de levar em conta o fato de que MDL é um mecanismo construído em uma mesa de negociação internacional. Como um instrumento político, deve ser abrangente para acomodar os interesses de todas as Partes envolvidas, o que se reflete na complexidade da linguagem empregada e dos procedimentos do Mecanismo. Esta peculiaridade confere uma complexidade que se reflete na estrutura de governança e no próprio corpo de regras.

O relatório IETA (2008) reconhece o sucesso em superar o desafio da criação de um mecanismo com tamanha complexidade em curto período de tempo. Entretanto, justamente devido à escala de seu sucesso, ressalta a necessidade de abandonar o processo inicial de ‘aprendizagem por tentativa’ (*learn-by-doing*), e consolidar os sistemas de gestão para comportar o volume crescente de projetos.

De acordo com HAYASHI (2010), a falta de capacidade administrativa da estrutura do MDL resulta em atrasos e pedidos de esclarecimento, aumentando a sobrecarga da própria estrutura. Mudanças frequentes e rápidas nas regras e, por vezes, incoerentes, dificultam seu emprego apropriado. Ocorrências desta natureza acarretam, por vezes, a exposição do Conselho Executivo a ameaças legais por desenvolvedores de projeto.

Os problemas na eficiência operacional são motivos de atraso e incertezas nos processos de registro, emissão de certificados e aprovação de metodologias, realimentando pressões na própria estrutura operacional do MDL, assim como aumento nos custos de transação e no risco percebido pelos investidores e desenvolvedores de projeto.

## **A Estrutura do MDL**

O escopo de atuação a partir de atividades de projeto (*bottom up*) induziu, principalmente em sua fase inicial, o desenvolvimento de metodologias com aplicabilidade e necessidade de dados muito específicos, inibindo a contribuição para transformações setoriais mais abrangentes (HAYASHI, 2010). O custo e tempo de

desenvolvimento de metodologias são relevantes, e por ser muito específico, oferece poucos incentivos aos desenvolvedores a aplicá-lo em outros projetos de forma a recuperar seu investimento.

De acordo com FIGUERES (2006), um dos principais motivos para o baixo desempenho do MDL é explicado por ser um instrumento limitado a atividades de projeto. Enquanto uma atividade de projeto pode ser adequada para introduzir uma nova tecnologia ou reduzir suas próprias emissões, não existe alcance suficiente para outras atividades de projetos semelhantes no mesmo setor. Tendo em conta os altos custos de transação e a incerteza da aprovação, os proponentes de outras atividades semelhantes apresentam uma atitude tipicamente de "esperar para ver". Esta abordagem diminui significativamente o seu potencial para transformação das economias intensivas em carbono e também contribuir para melhorar os padrões de crescimento dos países em desenvolvimento.

Um dos principais apelos do MDL consiste na sua estrutura de mecanismo de mercado, destinada a criar um mercado global de reduções de emissões, reduzindo desta forma o custo de cumprimento de metas ao permitir que países industrializados reduzam as emissões no país aonde for menos dispendioso. Entretanto, HAYES (2010) afirma que, na prática, o MDL não cria um mercado de reduções de emissões. Ele cria um mercado de *licenças de emissões*, uma vez que o principal interesse da maioria dos compradores de RCE é a autorização para emitir, na medida em que buscam por opções de baixo custo para cumprir os regulamentos climáticos nacionais. De acordo com a autora, na maior parte dos casos, nem o comprador nem o vendedor de RCEs estão genuinamente preocupados com as reduções de emissões, de modo que não têm um forte interesse em assegurar o benefício ambiental representado pelas licenças vendidas. Ainda de acordo com a autora, como estas licenças de emissão são 'virtuais', isto é, são uma criação humana, um número em um banco de dados sem correspondente físico, de modo que nenhum custo extra é incorrido ao se produzir mais licenças. Desta forma, além dos proponentes do projeto de MDL receberem poucos incentivos para proteger a integridade ambiental das licenças, eles têm um interesse financeiro em maximizar a quantidade de créditos de carbono gerados por projetos de MDL.

O interesse comum a ambas as partes (ganha-ganha) torna crucial a função de regulação deste mecanismo. Esta regulação é uma função particularmente difícil de ser exercida, pois requer o cálculo de reduções de emissões contra um cenário hipotético, e sobretudo, determinando se a realização do projeto em si é uma parte desse cenário.

### **2.1.2 – Atividades de projetos**

As análises sobre as atividades de projetos constatam um desequilíbrio na distribuição dos projetos, tanto na geografia - predominância da Ásia e América Latina, enquanto que a África está sub-representada-, quando na distribuição dos projetos por tipo de atividade. Do total de projetos submetidos, 70% referem-se a projetos de energia renovável, seguido pelo setor de disposição e gerenciamento de resíduos com 14% (UNFCCC, 2009).

COSBEY (2005) sugere que a distribuição geográfica desigual dos investimentos de MDL pode ser inevitável, uma vez que o MDL é, efetivamente, um veículo para o investimento estrangeiro direto (IED), cujo fluxo segue padrões previsíveis para destinos com uma série de pré-requisitos amplamente compreendidos, tais como: uma macroeconomia estável, baixo risco político, infraestrutura adequada, o acesso aos grandes mercados nacionais e regionais, instituições nacionais fortes e burocracia, entre outros. Por este motivo, é natural que a distribuição de investimentos em MDL seja semelhante a verificada por outros tipos de IED reunidos em torno de países anfitriões mais atraentes.

De acordo com ELLIS (2007), não se pode perder de vista que o MDL foi concebido como um mecanismo de mercado. Dessa forma, ao invés de sinal de imperfeição desse instrumento, o fato da dinâmica do MDL seguir as oportunidades e a lógica do mercado é o retrato do próprio formato dado a esse instrumento, sendo que os desequilíbrios na distribuição regional e nos tipos de atividades não são falhas, mas, ao contrário, resultados da abordagem de mercado dos mecanismos propostos pelo Protocolo de Quioto.

### **2.1.3 – Objetivos do MDL**

#### **Desenvolvimento Sustentável e Minimização dos Custos de Abatimento**

Os críticos do MDL afirmam que os critérios para a aprovação e registro de atividades de projeto de MDL determinam muito mais considerações referentes à adicionalidade e de definição da linha de base, do que as considerações ligadas à sustentabilidade. Para COSBEY (2006), o desenvolvimento sustentável geralmente não é um fator de decisão para a realização de projetos de MDL. Segundo este autor, o foco de atenção tem ficado restrito ao volume de redução de emissões de GEE e o correspondente retorno financeiro advindo da comercialização das CER geradas pelas atividades de projeto.

A própria estrutura legal do Protocolo de Quioto, que deixa a cargo dos governos locais, representados pela Autoridade Nacional Designada, a definição se as atividades de projetos propostas ao Conselho Executivo do MDL atendem aos objetivos de Desenvolvimento Sustentável, permite que, em muitos casos, não haja um efetivo comprometimento daqueles diretamente envolvidos e interessados pelos projetos. O principal argumento para esta falta de definição está no fato de que uma normalização internacional dos critérios de sustentabilidade seria conflitante com a soberania do país anfitrião em definir seus próprios critérios e prioridades de desenvolvimento.

É preciso também levar em conta que a própria complexidade e subjetividade relacionadas ao conceito de desenvolvimento sustentável, são responsáveis, em grande medida, pela dificuldade na definição dos critérios de sustentabilidade.

Neste contexto, as Autoridades Nacionais Designadas podem adotar padrões menos rigorosos em relação ao desenvolvimento sustentável, de forma facilitar a aprovação dos projetos propostos, buscando maximizar a atração dos investimentos para seus Países. Esta tendência cria uma competição entre os países, o que pode gerar incentivos para reduzir ainda mais os padrões de sustentabilidade (OLSEN, 2007).

FIGUERES (2006) ressalta que, na ausência de orientação internacional, a tendência dos países anfitriões de utilizar os critérios constantes em políticas nacionais *já vigentes*

no país, tem a consequência de limitar a capacidade do MDL em alterar, de fato, os padrões de desenvolvimento dos países em Desenvolvimento, limitando a capacidade de transformação do MDL a apenas pequenos ajustes em processos ou tecnologias.

#### **2.1.4 – Demonstração da Adicionalidade**

A questão dos procedimentos para demonstração da adicionalidade concentra uma grande parte das críticas ao MDL. Conforme apresentado na sessão de conceitos fundamentais, o MDL é um mecanismo de compensação onde reduções de emissões nos países em desenvolvimento resultam em autorização para maiores emissões nos países desenvolvidos. Para que o mecanismo seja neutro, a redução deve ser real e mensurável no país em desenvolvimento, o que é garantido pelo conceito de adicionalidade. Ou seja, as reduções de emissões devem ser adicionais às reduções que ocorreriam na ausência do projeto.

Cabe ao proponente de cada projeto MDL demonstrar que ele é ‘adicional’. Entretanto, a natureza desta demonstração é complexa, uma vez que implica em avaliar considerações de um cenário contrafactual, isto é sem a execução do projeto. Por não ser uma questão simples de provar, e envolver algumas questões subjetivas, a partir de 2007 o painel executivo do MDL publicou diretrizes na tentativa de impedir que projetos de baixa qualidade passassem no teste de demonstração da adicionalidade.

Existe um consenso entre vários autores (FIGUERES 2006, COSBEY 2005, HAYA 2010, IETA 2008) de que a complexidade relacionada à adicionalidade é uma das principais causas do baixo desempenho do MDL, além de ser uma das maiores causas de rejeição e pedidos de revisão de projetos submetidos por proponentes. De forma análoga, à questão operacional, este problema possui o mesmo efeito de aumentar os custos de transação e o risco percebido pelas partes interessadas, afastando os investidores e desenvolvedores de projeto.

#### **2.2 – O Monitoramento e Verificação no MDL**

A seção anterior apresentou uma compilação das principais críticas ao MDL, buscando associá-las com uma análise das causas. Esta seção da pesquisa busca aprofundar o foco na questão do monitoramento do MDL.

ELLIS (2002) destaca a relevância e abrangência do monitoramento por todo o ciclo de projeto do MDL: É a comparação das emissões ou remoções de GEE de um projeto contra sua linha de base, que permite calcular o efeito da mitigação do projeto. Este cálculo, por sua vez, é determinado pelo monitoramento da performance do projeto durante um horizonte de tempo.

Conforme apresentado anteriormente, as regras do MDL determinam que um plano de monitoramento deva ser estabelecido como parte do Documento de Concepção de Projeto. O monitoramento pode ser também necessário para outros propósitos ou ocasiões, como estabelecer linha de base, ou determinar se o período inicial de creditação pode ser estendido.

De acordo com SOUZA (2005), a geração das RCEs pode ser considerada como uma função de dois parâmetros: a *metodologia* de definição e quantificação da linha de base e da atividade de projeto; e dos próprios *dados* que servirão de entrada para esta metodologia. O autor destaca que, dentro do ciclo da atividade de um projeto MDL, o processo de monitoramento possui relação direta com as fases de elaboração de nova metodologia, Elaboração de um DCP, Implantação da atividade de projeto e Verificação/Certificação. Além de possuir uma relação indireta com a Validação e a Emissão de RCEs.

SOUZA (2005) destaca ainda o grau de relevância do monitoramento, exemplificando que, caso ocorra algum tipo de não conformidade durante a fase de verificação, pode não haver mais chances para correções caso os dados necessários não tenham sido monitorados. Consequentemente, os RCEs não poderão ser emitidos.

De acordo com COSBEY (2005), as principais críticas relacionadas às metodologias de monitoramento do MDL podem ser resumidas da seguinte forma:

- Complexas e necessitam de dados específicos para os cálculos de linha de base e monitoramento de emissões;
- Condições de aplicabilidade são geralmente muito restritivas;
- Parâmetros de monitoramento, por vezes são, muito rigorosos ou, relaxados;

De forma semelhante às outras limitações apontadas na seção anterior, o impacto destes fatores no desempenho do MDL é refletido na lentidão para desenvolver e aprovar projetos, altos custos de transação, alta percepção de risco pelas partes interessadas, entre outros.

Ao analisar a causa das críticas acima descritas, MICHAELOWA (2007) destaca que o MDL é baseado em um amplo conjunto de regras que são submetidas à uma hierarquia bem definida:

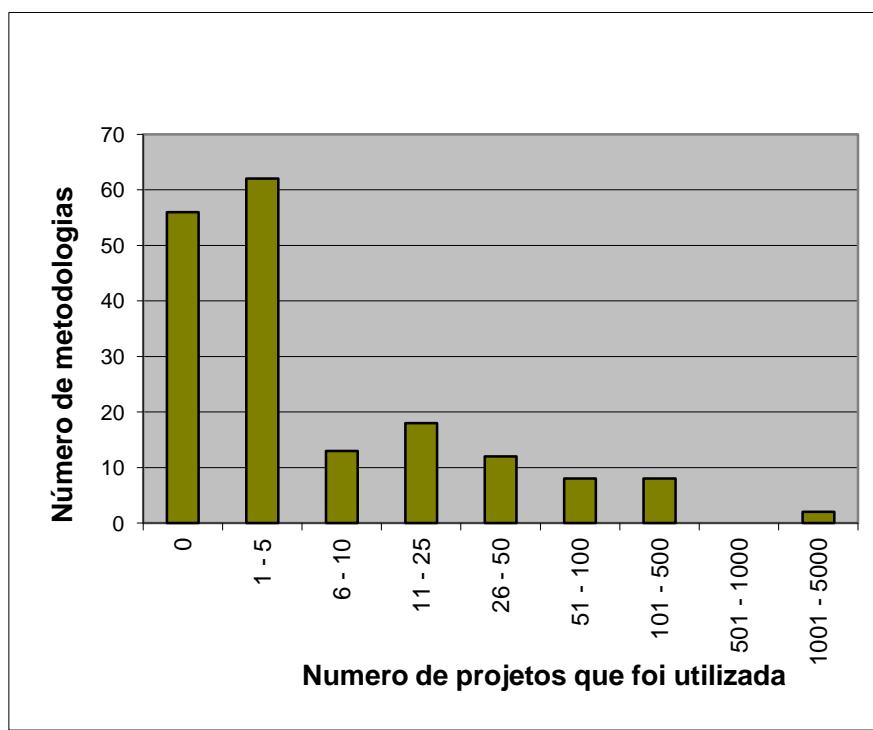
- Seu nível mais alto é definido por tratados internacionais que tenham sido formalmente ratificados pelos países membros, como é o caso do Protocolo de Quioto.
- Os acordos do segundo nível são aprovados na Conferência das Partes (COP).
- O terceiro nível é representado pela decisão do Conselho Executivo do MDL. Os órgãos consultivos do Conselho Executivo definem partes importantes destas regras, mesmo quando não participam formalmente das decisões, como é o caso, por exemplo, do Painel de Metodologias, ou do Grupo de Trabalho para Pequena Escala.

Dependendo do seu nível hierárquico, as regras terão características e dinâmicas diferentes.

Já com relação à especificidade e condições muito restritivas das metodologias MDL, HAYASHI (2010) justifica que é decorrente do fato da maioria das metodologias terem sido desenvolvidas em função de projetos específicos, uma vez que o mecanismo é estruturado a partir de projetos (*bottom-up, project based mechanism*). Esta característica é ainda mais reforçada pela estratégia adotada de estímulo para que os próprios desenvolvedores de projeto proponham novas metodologias.

Ainda segundo HAYASHI (2010), outro fator adicional que inibe o desenvolvimento de metodologias mais padronizadas pode ser explicado pela falta de incentivo para uma empresa fornecer um bem público para seus competidores, uma vez que metodologias não podem ser patenteadas. O autor acrescenta que, além dos custos, a significativa demanda por tempo e os riscos são aspectos importantes para o desenvolvimento de uma nova metodologia. O autor acrescenta ainda que, de acordo com a racionalidade econômica, os desenvolvedores de projeto somente investirão no desenvolvimento de uma nova metodologia caso esperem implementar um número razoável de projetos após a aprovação da nova metodologia.

Como forma de evidenciar os problemas com desenvolvimento e utilização de metodologias MDL, é possível verificar que existe um número significativo de metodologias que não foram utilizadas de forma ampla. A figura 3 abaixo apresenta um histograma da utilização de metodologias já aprovadas em projetos registrados, no estágio de validação, rejeitados ou cancelados até abril de 2011.



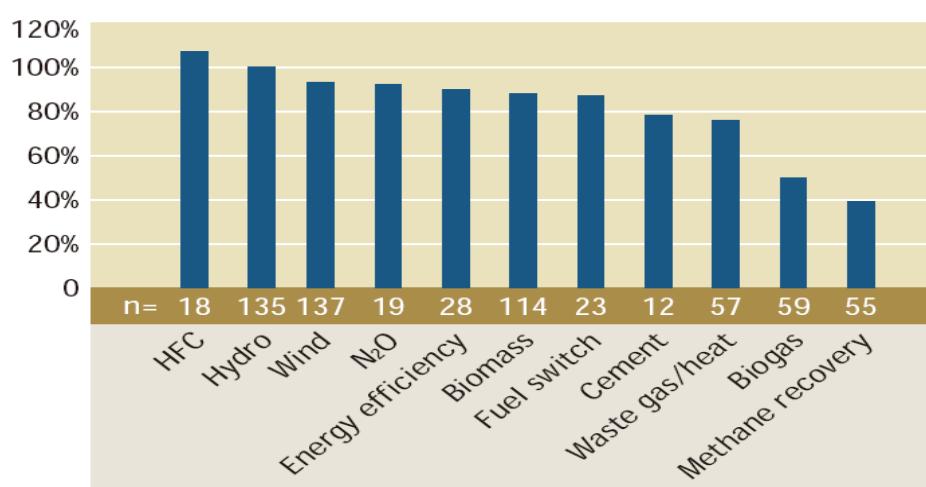
**Figura 3 –Número de projetos em função das metodologias aprovadas**

**Fonte:** UNEP Risoe (2011)

A análise da utilização das metodologias feita pelo UNEP/Risoe mostra que, em abril de 2011, existiam 56 metodologias aprovadas e ainda não utilizadas em projetos, representando 31% do total de metodologias. Por outro lado, apenas duas metodologias – ACM0002 e AMS-I.D, ambas relacionadas à geração de eletricidade por fontes renováveis conectadas ao sistema elétrico – haviam sido utilizadas em mais de 1.000 projetos.

De acordo com HAYASHI (2010) a principal razão para o uso restrito de uma metodologia aprovada pode ser consequência de alterações significativas durante seu processo de aprovação, dificultando, portanto, sua utilização pelo desenvolvedor. Para reforçar a argumentação, o autor sugere que a não utilização de determinadas metodologias representam forte indício que as regras e procedimentos determinados por tais metodologias possuem condições de aplicabilidade muito restritas.

Uma análise nos relatórios disponibilizados pelo IGES (Instituto for Global Environmental Strategies) permite exemplificar a relevância das metodologias no ciclo dos projetos MDL. A figura 4 apresenta a relação entre a redução de emissões *originalmente estimadas* (estimadas por cálculo ex-ante no DCP, ou por estudos de viabilidade), contra as RCEs efetivamente verificadas e emitidas pelo EB, em função da tipologia dos projetos.



**Figura 4 – Taxa de sucesso na emissão de RCEs (%)**

Nota: n= número de projeto registrados, com emissão de RCEs

Fonte: IGES (2010)

Ainda que os fatores que determinam as reduções sejam de natureza diversa – em especial os que não estão sob controle dos participantes do projeto, como, por exemplo, um menor acionamento de uma turbina eólica por falta de vento –, parece ser lógico associar uma redução no registro de emissões, com os obstáculos nas condições de monitoramento ressaltados acima (complexidade da metodologia e disponibilidade de dados). A racionalidade nesta associação vem do fato que não há interesse do proponente do projeto, tampouco da EOD, em diminuir a quantidade de RCEs.

De acordo com IGES (2010), em média 83% das RCEs originalmente estimadas foram efetivamente emitidas dos projetos registrados. Enquanto projetos de HFC ou N2O obtiveram altas taxas de sucesso, os projetos de recuperação e utilização de metano – que notadamente possuem metodologias de monitoramento complexas, com grande número de parâmetros – obtiveram menos de 40% de sucesso na emissão de seus RCEs.

### **2.3 – O Monitoramento e Verificação no regime internacional sobre mudança do clima**

Considerando que as negociações da Convenção do Clima são de âmbito internacional, é natural que se explore inicialmente as definições da lei internacional sobre o conceito de Monitoramento, Reportagem e Verificação (MRV), para então apresentar os conceitos utilizados na Convenção do Clima.

**Mensurável** – Normalmente o conceito de "medição" é utilizado no contexto de atributos quantificáveis, tais como volume, massa, distância, área, tempo e temperatura, que podem ser caracterizados e determinados com precisão. Entretanto não é prático ou, por vezes, impossível realizar medições em um atributo diretamente, sendo necessário o uso de indicadores indiretos ou de inferências (BREIDENICH , 2009).

No caso dos Gases de Efeito Estufa (GEE), por exemplo, inventários de emissões são calculados com base em indicadores diretos ou indiretos (referidos como dados de atividade), tais como quantidade de kWh produzidos, ou número de quilômetros percorridos – números que são por sua vez, em alguns casos, derivados indiretamente de

outros parâmetros. Considerando as dificuldades na determinação das relações de causa e efeito, o resultado de medir os efeitos de uma atividade introduz um nível adicional de incerteza. É possível medir se determinado país implementou uma política de mudança climática, como um padrão de eficiência de combustível, e se as emissões de carros declinaram. Mas não é possível saber ao certo qual a parcela da redução das emissões desta medida pode ser atribuída ao padrão de eficiência de combustível frente a outras causas possíveis (BREIDENICH, 2009).

**Reportável** – Tudo que é mensurável é, por definição, reportável. No entanto, a efetividade do relatório é caracterizada não só pela existência de dados de medição confiáveis, mas também se o relatório é feito de forma transparente e padronizada.

No contexto das mudanças climáticas, o objetivo do relatório é permitir que as outras partes possam avaliar o que um país está fazendo, em termos absolutos e/ou em relação aos outros. As informações que devem ser reportadas, portanto, dependem da natureza de suas ações ou compromissos (BREIDENICH, 2009).

**Verificável** – "Verificação" geralmente se refere ao processo de verificar, de forma independente, a precisão e confiabilidade das informações reportadas, ou dos procedimentos usados para gerar as informações (BREIDENICH, 2009).

FRANSEN (2009) ainda acrescenta que, dentro do contexto dos acordos ambientais internacionais, sistemas de verificação geralmente servem a dois conjuntos de objetivos: um relacionado à prestação de contas e fortalecimento da confiança, e outro relacionado a facilitar a implementação do próprio acordo.

## **O MRV no contexto da Convenção do Clima**

A Convenção do Clima emprega um sistema de comunicações nacionais e inventários de GEE para monitorar sua implementação. Os Inventários Nacionais resumem as emissões e remoções antropogênicas de GEE de um país em um determinado ano, enquanto a Comunicação Nacional apresenta uma ampla gama de atividades relacionadas às mudanças climáticas, incluindo as políticas e medidas, vulnerabilidade e adaptação e de pesquisa.

A CQNUMC exige a apresentação de inventários por todas as partes, entretanto segundo o princípio da responsabilidade comum mas diferenciada, as regras são diferentes entre os países Anexo I (AI) e não-Anexo I (NAI). Para os países AI, o MRV é feito através dos inventários e comunicações nacionais, enquanto os países NAI possuem requerimentos distintos, apenas informativos, e com frequência irregular. É importante ressaltar que o monitoramento de projetos MDL é feito de forma a possibilitar o abatimento das RCEs nos inventários dos países AI.

TENG (2009) afirma que a estrutura de um sistema de MRV é determinada por seu objetivo. Como exemplo, o autor apresenta uma comparação dos ‘procedimentos de conformidade’ dos inventários de emissões dos países Anexo I e os ‘procedimentos de certificação’ do MDL. Os requerimentos de MRV de projetos de MDL são muito maiores do que os inventários, por serem diretamente ligados ao mercado de carbono, que requer medições precisas das reduções de emissões.

Os sistemas são diferentes em vários aspectos. Os inventários medem somente emissões, e não redução de emissões. O inventário é composto por um conjunto de setores, e não um conjunto de ações de mitigação. Já o Documento de Concepção de Projeto (DCP) de um projeto MDL, não mede somente emissões (incluindo as do projeto e da linha de base), mas também a totalidade das contribuições das ações de mitigação dos projetos propostos. O DCP deve garantir que cada RCE é decorrente de esforços de mitigação, e não devido à outras variáveis naturais, como por exemplo uma recessão econômica.

Segundo TENG (2009), os procedimentos de verificação de uma comunicação nacional (o inventário de emissões e remoções) de um país Anexo I é realizada por especialistas que verificam se as diretrizes foram respeitadas. Já o processo de verificação do MDL é muito mais rigoroso, pois exige não só a verificação, mas uma auditoria das fontes de dados originais e a implementação do plano de monitoramento. A tabela 3 apresenta as diferenças entre os sistemas para cada etapa do MRV.

**Tabela 3 – Diferentes sistemas de MRV no nível internacional**

|               | Compromisso de Redução de Emissões de países Anexo I                                    | Mecanismo de Desenvolvimento Limpo                                                                                                        |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Monitoramento | Inventários Nacionais de GEE                                                            | DCP                                                                                                                                       |
| Reportagem    | Comunicação Nacional, relatório ‘in-depth’ review, relatório demonstrativo de progresso | DCP, relatório de validação, relatório de verificação.                                                                                    |
| Verificação   | Revisão por especialista de questões metodológicas.                                     | - Antes do registro: Relatório de Validação do preparado por EODs<br>- Depois do registro: Relatório de Verificação do preparado por EODs |

Fonte: TENG (2009)

Como exemplo do rigor exigido pelo sistema de MRV de um mecanismo de mercado, TRENG (2009) cita o mais importante mercado de carbono EU-ETS (*European Union – Emissions Trading Scheme*), no qual o objetivo da verificação é garantir um alto grau de confiança que o relatório de emissões é elaborado de forma justa, e para tal, seus dados devem ser verificados com base em 5% de requerimento de materialidade e alta confiança.

### **As funções de um processo de MRV**

Dentro do contexto de explorar as formas para facilitar a promoção do desenvolvimento sustentável pelos mecanismos da CQNUMC, a pesquisa buscou explorar as diferentes funções que um processo de Monitoramento, Reportagem e Verificação. Neste sentido, FRANSEN (2009) ressalta que em um processo de MRV deve ser considerada, além da função de contabilização, mais evidente e já descrita anteriormente, a função de facilitação, que permite:

- catalisar a coordenação e o planejamento de ações de mitigação e apoio entre os países, assim como dentro do próprio país;
- facilitar a troca de informações, dentro e entre os países, sobre as diferentes opções de mitigação, e seu custo;
- melhorar a capacidade da Conferência das Partes (COP) para avaliar a eficácia do acordo;

- estabelecer uma clara ligação entre as ações de mitigação propostas pelos países Não Anexo I e o respectivo apoio financeiro, tecnológico e de capacitação por eles recebido.

Enquanto o papel facilitador do MRV pode ser considerado menos crítico quando se trata do estabelecimento de um acordo, ele pode ter uma função importante durante sua implementação (FRANSEN, 2009).

## **Capítulo III – Avaliação da contribuição do MDL para a inserção da agricultura familiar na produção de biodiesel – Estudo de Caso: SAF/Dendê**

---

Como foi visto no Capítulo II, existem lições significativas ao longo da história da implementação do MDL. Foram apresentadas as principais críticas à implementação do MDL, com foco na promoção do Desenvolvimento Sustentável, além de apresentadas algumas propostas em discussão para evolução do mecanismo e do regime internacional. No Capítulo III será apresentado o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB). Em seguida, será analisada a aplicação de uma metodologia MDL de pequena escala em um projeto que poderia ser enquadrado no âmbito da agricultura familiar e dentro do PNPB.

As principais justificativas para escolha do projeto SAF/Dendê como objeto do estudo de caso para aplicação da metodologia são:

- O fato de que o projeto objetiva desenvolver um sistema mais apropriado para pequenos agricultores, oferecendo alternativa ao sistema de monocultura largamente dominante na produção de dendê. É importante ressaltar que mesmo quando há integração de empresas com pequenos agricultores, o sistema produtivo utilizado é pouco diferenciado do sistema industrial, uma vez que as empresas não permitem o consorciamento de culturas alimentares com o dendê, o que acaba sendo uma pressão a mais sobre a segurança alimentar dos pequenos agricultores;
- O fato de este projeto ser coordenado por uma grande empresa nacional (Natura), estruturado como pesquisa aplicada com apoio da Embrapa, garante o caráter científico da coleta e do tratamento dos dados requeridos para aplicação de metodologia, conforme será apresentado adiante. Por outro lado, é também necessário ressaltar a complexidade do sistema proposto, considerando o grande número de variáveis decorrentes de especificidades locais, do desenho dos sistemas agroflorestais e do grau de inovação. Muitas dessas variáveis não estão sob controle na unidade de produção, podendo demandar ajustes periódicos e interferências nas diferentes formas de manejo. Desta forma, deve-se considerar

- que o sistema produtivo se encontra em fase experimental, sendo necessários maiores estudos antes de sua aplicação a programa ou em escala maior;
- A escolha da oleaginosa é justificada por sua excepcional produtividade e por estar elencada como um dos principais oleaginosas do PNPB para região Norte do Brasil (GOVERNO FEDERAL 2006). Além disso, o *Programa de Produção Sustentável de Palma de Óleo no Brasil* foi lançado pelo governo federal no dia 6 de abril de 2010, com objetivo de reforçar a introdução do dendê – ou palma de óleo - produzido pela agricultura familiar. O programa é composto por um conjunto de ações para disciplinar a expansão do cultivo de palma de óleo no território nacional. Para isso, proíbe a derrubada de floresta, determina áreas aptas para plantio, oferece linhas de crédito especiais e amplia a assistência técnica e extensão rural (ATER). Para a agricultura familiar, o Programa tem a proposta de oferecer condições para que os investidores incorporem estes agricultores como parceiros (MDA, 2010).

### **3.1 – PNPB: Fator de promoção de desenvolvimento sustentável e de mitigação das mudanças climáticas**

A escolha do caso da produção de biodiesel no Brasil como forma de explorar como os mecanismos da CQNUMC poderiam estimular a adoção de políticas e medidas de mitigação em países em desenvolvimento é justificada tanto pelo potencial de mitigação de emissões de GEE apresentado pelo biodiesel (ao substituir o uso de combustível fóssil) quanto pela sinergia com a busca por desenvolvimento sustentável, explicitada nos objetivos do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB).

De acordo com SCHAFFEL (2010), o PNPB instituiu o Selo Combustível Social com base em um novo modelo de negócios procurando articular objetivos econômicos, sociais, regionais e ambientais, estabelecendo um vínculo declarado e inédito entre a produção de energia e o fortalecimento da agricultura familiar, parte interessada frágil dentro desta cadeia produtiva. A inclusão dos agricultores familiares na cadeia produtiva de biodiesel não foi pensada sob um ponto de vista exclusivamente financeiro. O PNPB foi concebido sob uma perspectiva que vai além da política energética, buscando integrar o desenvolvimento rural e social.

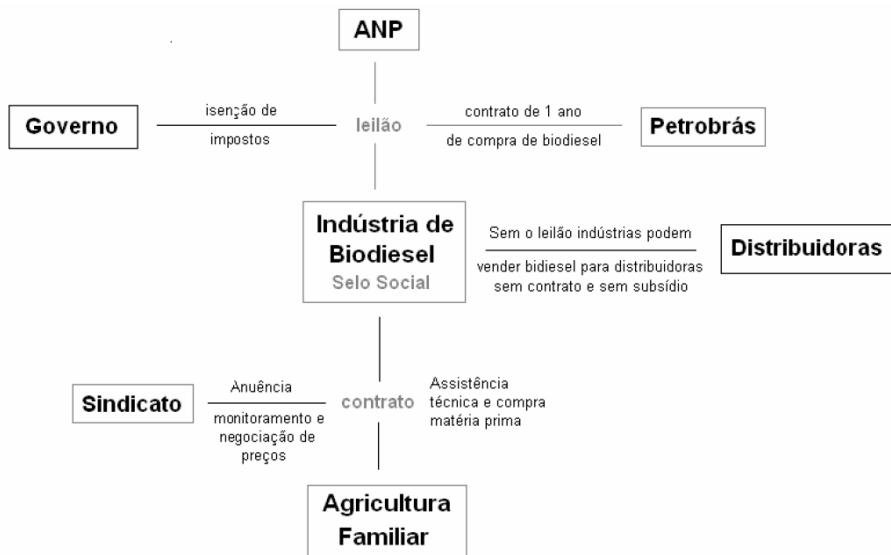
### **3.1.1 – O Modelo de Biodiesel no Brasil**

Em 2003, deu-se início no Brasil, por intermédio da criação de um Grupo de Trabalho Interministerial (GTI) estabelecido no Decreto de 02 de julho do mesmo ano, ao estudo de viabilidade da produção e uso do biocombustível. O Grupo concluiu que o Biodiesel poderia, além da redução da dependência de importações de petróleo, contribuir favoravelmente para o equacionamento das seguintes questões fundamentais para o País (SCHAFFEL, 2010):

- geração de emprego e renda;
- redução das emissões de poluentes e custos na área de saúde;
- atenuação de disparidades regionais e
- redução da dependência de importações de petróleo.

Conforme ABRAMOVAY e MAGALHÃES (2007), o PNPB volta-se, claramente, à inclusão social, criando oportunidades para integrar agricultores familiares à oferta de matéria-prima para produção de biodiesel, a partir da produção consorciada com alimentos, evitando, assim a monocultura. Naturalmente, para que a estrutura desse novo mercado fosse formada, uma nova relação entre os agentes foi estabelecida. Conforme o autor, é inédito em nível internacional, o vínculo declarado entre a oferta de matérias-primas para a produção de biocombustível, e a geração de renda pela agricultura familiar, sob o patrocínio do Estado e a operacionalização de empresas privadas.

Dessa forma, como foi estabelecido, o PNPB integra elementos inovadores enquanto política pública ao criar condições para que parte da oferta de matéria-prima venha de unidades produtivas, que sem intervenção, dificilmente teriam participação no mercado. A Figura 5 ilustra essa nova relação entre os agentes envolvidos no programa (ABRAMOVAY e MAGALHÃES, 2007).



**Figura 5 – Agentes envolvidos no Programa Nacional de Produção de Biodiesel**

Fonte: ABRAMOVAY e MAGALHÃES (2007)

O Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) foi lançado pelo Presidente da República, em 6 de dezembro de 2004, com as seguintes diretrizes gerais (BRASIL, 2010):

- introduzir o biodiesel na matriz energética brasileira de forma sustentável;
- gerar emprego e renda, especialmente no campo, com a produção de matérias-primas oleaginosas (inclusão social);
- atenuar disparidades regionais;
- reduzir as emissões de poluentes;
- reduzir a importação de diesel de petróleo;
- não privilegiar rotas tecnológicas;
- conceder incentivos fiscais e implementar políticas públicas (financiamento, assistência técnica) para conferir sustentabilidade econômica, social e ambiental ao biodiesel.

Em 13 de janeiro de 2005 foi sancionada a Lei No. 11.097, conhecida como a Lei B2/B5, que introduziu o biodiesel na matriz energética brasileira e estabeleceu o percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor final em qualquer parte do território nacional. A Lei estabeleceu claramente a participação da agricultura familiar na oferta de matérias-primas. A tabela 4 apresenta a evolução das sucessivas antecipações do percentual mínimo obrigatório de adição de

biodiesel ao óleo diesel, estabelecidas pelo do Conselho Nacional de Política Energética a partir do marco legal inicial.

**Tabela 4 – Antecipações do volume obrigatório de adição de biodiesel ao diesel no país**

| Lei ou Resolução                              | Percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao diesel | Ano(s)                                            |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Lei No. 11.097 (Lei B2/B5)<br>Janeiro de 2005 | 2% opcional,<br>2% obrigatório,<br>5% obrigatório,             | 2005 a 2007,<br>2008 a 2012,<br>A partir de 2013. |
| Resolução CNPE Nº 2/2008<br>Março de 2008     | 3% obrigatório                                                 | A partir de jul 2008                              |
| Resolução CNPE Nº 2/2009<br>Maio de 2009      | 4% obrigatório                                                 | A partir de jul 2009                              |
| Resolução CNPE Nº 6/2009<br>Setembro de 2009  | 5% obrigatório                                                 | A partir de jan 2010                              |

Fonte SCHAFFEL (2010)

### **3.1.2 – O Selo Combustível Social**

O Selo Combustível Social (SCS) diferencia as empresas produtoras de biodiesel que adquiram um percentual mínimo de matéria-prima da agricultura familiar, concedendo-lhes benefícios fiscais e o direito de participar dos leilões da Petrobras. Este instrumento reforça a opção pela combinação diversificada de oleaginosas e procura evitar que o mercado de biodiesel, ainda em fase de estruturação, seja dominado pela cadeia da soja e por regiões que tradicionalmente são grandes produtoras de grãos, como as regiões Centro-Oeste e Sul. De acordo com KATO (2008), ao instituir um regime tributário diferenciado – por região produtora, tipo de produção e oleaginosa, o PNPB foge dos instrumentos tradicionais de política pública, normalmente setoriais, e permite o diálogo entre objetivos econômicos e sociais. Esta característica reforça o caráter inovador do PNPB.

Complementando o marco regulatório do PNPB, um conjunto de decretos, normas e portarias cria mecanismos de incentivos à inserção da agricultura familiar na cadeia produtiva de biodiesel, tendo como marco mais importante o SCS, cujas condições iniciais para que uma empresa possuísse o SCS, até 2008, são (SCHAFFEL, 2010):

- Adquirir matéria prima dos agricultores familiares em percentuais mínimos calculados sobre o custo total de aquisição da matéria-prima: 50% para a região Nordeste e semiárido, 30% para as regiões Sudeste e Sul e 10% para as regiões Norte e Centro-Oeste.
- Celebrar contratos com os agricultores familiares, realizado através de um representante da associação de agricultores familiares, esclarecendo duração, valor total de compras de matéria-prima, condições de ajustes de preços e condições de entrega da matéria-prima, além de garantia de ambas as partes, nome da organização que representa os agricultores familiares e acordo.
- Garantir assistência técnica e treinamento.

Importantes alterações foram incorporadas a este regulamento, à luz das principais dificuldades contestadas pelos produtores de biodiesel do país. De acordo com o contexto da presente pesquisa, a principal mudança foi relacionada ao percentual para aquisição de matéria-prima da agricultura familiar, que passou para 30% nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul. Nas regiões Norte e Centro-Oeste, o percentual foi alterado para 10% até a safra de 2009/2010, e 15% a partir da safra 2010/2011. Outra alteração relevante foi a possibilidade de incluir no custo de aquisição de matéria-prima da agricultura, gastos relativos à análise do solo e doações de insumos e serviços, tais como: sementes, mudas, adubos, corretivo de solo, horas-máquina e combustível. Acrescenta-se, ainda, que para incentivar o cultivo de matérias-primas diferentes da soja, o valor de aquisição da matéria-prima será multiplicado por 1,5 (um e meio) quando se tratar de matéria-prima adquirida em regiões sob o zoneamento agrícola ou recomendação técnica emitida por órgão público competente (MDA, 2011).

Para que um produtor rural seja considerado um agricultor familiar, os seguintes critérios devem ser atendidos: não possuir, a qualquer título, área maior do que 4

(quatro) módulos fiscais; utilizar predominantemente mão-de-obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento; ter renda familiar predominantemente originada de atividades econômicas vinculadas ao próprio estabelecimento ou empreendimento; e dirigir seu estabelecimento ou empreendimento com sua família (BRASIL, 2006).

O processo de concessão do SCS está dividido em duas etapas: a primeira é o enquadramento social atendendo aos critérios da Instrução Normativa (IN) Nº 01 do MDA, de 19 de Fevereiro de 2009. Através deste enquadramento a empresa obtém o direito de contrair melhores condições de empréstimos financeiros e de concorrer nos leilões de venda de biodiesel que são organizados pela ANP. A segunda etapa concretiza-se quando as empresas, cumprindo com o projeto negociado com o governo, obtêm o SCS que lhes confere a redução nos pagamentos dos tributos federais proporcionais às compras de matérias-primas da agricultura familiar (SINISCALCHI, 2010).

Os empreendimentos tidos como aptos à aquisição do SCS são beneficiados com a redução no pagamento de PIS/PASEP e COFINS que variam de acordo com a oleaginosa e a região onde a mesma é plantada, conforme a tabela 5, que compara o modelo tributário do biodiesel com o do diesel (SINISCALCHI, 2010).

**Tabela 5 – Quadro comparativo do modelo tributário do biodiesel e do diesel mineral**

| Impostos Federais          | Agricultura Familiar<br>Norte, Nordeste ou<br>Semiárido<br>(Qualquer Oleaginosa) | Agricultura Familiar<br>Outras regiões   | Agronegócio,<br>Norte, Nordeste ou<br>Semiárido com<br>qualquer oleaginosa | Regra Geral<br>(demais<br>regiões, formas<br>de agricultura e<br>matéria-prima) | Diesel Mineral            |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| CIDE                       | Inexistente                                                                      | Inexistente                              | Inexistente                                                                | Inexistente                                                                     | R\$ 0.070/ m <sup>3</sup> |
| PIS/PASEP<br>e Cofins      | R\$0.00/ m <sup>3</sup><br>(100% redução)                                        | R\$0.07/ m <sup>3</sup><br>(68% redução) | R\$ 0.151/ m <sup>3</sup><br>(32% redução)                                 | R\$ 0.222/ m <sup>3</sup>                                                       | R\$ 0.148/ m <sup>3</sup> |
| Total<br>Impostos Federais | R\$0.00/ m <sup>3</sup><br>(100% redução)                                        | R\$0.07/ m <sup>3</sup><br>(68% redução) | R\$ 0.151/ m <sup>3</sup><br>(32% redução)                                 | R\$ 0.222/ m <sup>3</sup>                                                       | R\$ 0.218/ m <sup>3</sup> |

Fonte: MDA (2010)

Os dados revelam que o modelo tributário busca atender os princípios orientadores básicos do PNPB, promover a inclusão social e reduzir disparidades regionais mediante a aplicação de um percentual maior de redução dos impostos nas regiões mais carentes do país: o Norte e o Nordeste, sobretudo o Semiárido.

Conforme citado antes, além de incentivos fiscais, o SCS proporciona vantagens ao acesso a melhores linhas de financiamento junto ao Banco Nacional para o Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e suas Instituições Financeiras Credenciadas, apoiando investimentos em todas as fases da produção de biodiesel: fase agrícola, produção de óleo bruto, produção de biodiesel, armazenamento, logística e aquisição de equipamentos para a produção de biodiesel.

O Selo Combustível Social também inovou quanto à obrigação da prestação dos serviços de assistência, que passou a ser componente obrigatório do contrato. A nova legislação obriga o produtor de biodiesel a entregar um plano de assistência técnica ao solicitar a concessão do SCS. Este plano deve contemplar, no mínimo: descrição do quadro de funcionários da assistência técnica, com sua respectiva inscrição na entidade de classe e funções; identificação da área de atendimento de cada técnico; descrição da metodologia empregada na assistência; e deve ser entregue junto com o plano de visitação às propriedades (SINISCALCHI, 2010).

A avaliação do SCS é realizada pelo MDA por intermédio de auditorias anuais e do Projeto Pólos de Produção. Inicialmente, quando o SCS foi estabelecido, a avaliação era feita na concessão inicial, a cada ano civil e a qualquer tempo, em caso de indícios de inconformidades. Atualmente a legislação mudou, e a fiscalização é feita pelo MDA, conforme apresentado na Tabela 6 (SCHAFFEL, 2010).

O Projeto dos pólos de produção tem como objetivo contribuir para a organização dos produtores, visando ao aumento da eficiência. A principal preocupação por trás deste instrumento é criar um ambiente que possibilite o crescimento da produção de oleaginosas pela agricultura familiar. Os pólos funcionariam como mesas de negociação contando com representantes de STRs (Sindicatos de Trabalhadores Rurais),

Federações, empresas produtoras, ONGs, prefeituras, órgãos de Estado, bancos e outros atores (KATO, 2010).

**Tabela 6 – Formas de Monitoramento dos Critérios do Selo Combustível Social pelo MDA**

| Critério            | Monitoramento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aquisições Mínimas  | Comprovação do percentual de aquisições da agricultura familiar em relação às aquisições totais, em base monetária. Ex:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>- Documentos fiscais de aquisições de matérias-primas exigidos no estado,</li> <li>- Documentação de controle interno da empresa,</li> <li>- Contabilização de contratos firmados com os agricultores,</li> <li>- Para culturas perenes reconhecidas, cálculo da expectativa de produção com base em dados técnicos oficiais e área plantada estabelecida em contrato.</li> </ul>                                                                                                                                                                                            |
| Contratos           | Comprovação da veracidade dos contratos apresentados e se as aquisições são feitas de agricultores contratados. Ex:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>- Apresentação dos contratos firmados,</li> <li>- Relação de agricultores familiares contratados,</li> <li>- Relação de contratos e área plantada e/ou produção contratada verificados e confrontados com as aquisições mínimas, com firma reconhecida e CNPJ identificado,</li> <li>- Anuência da representação familiar que participou das negociações,</li> <li>- Consulta ao agricultor: se assinou o contrato e se possui cópia do mesmo,</li> <li>- Consulta ao Sindicato de Trabalhadores Rurais, se participou das negociações e se deu anuência ao contrato.</li> </ul> |
| Assistência Técnica | Comprovação da aplicação do plano de ATER para os agricultores contratados. Ex:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>- Registros de visitas, reuniões, atas, listas de presença e fotos para comprovação da realização da ATER,</li> <li>- Comprovação fiscal de gastos com a ATER (registro funcionários, pagamento salários, notas de serviços de terceiros, etc)</li> <li>- Confronto da ATER comprovada com as avaliações nos Sindicato de Trabalhadores Rurais e junto aos agricultores,</li> <li>- Avaliação da relação técnicos/agricultor e da metodologia empregada em relação ao demonstrado ao MDA quando da solicitação do Selo.</li> </ul>                                                                                   |

Fonte SCHAFFEL (2010)

### **3.1.3 – Situação atual e limites do PNPB**

Do ponto de vista produtivo, o sucesso do PNPB é inquestionável, considerando que a meta de adicionar 5% de biodiesel (B5) ao diesel mineral foi alcançada oficialmente em 2010, antecipando em três anos a previsão inicial. De acordo com FLEXOR (2010), o PNPB não apenas conseguiu atender à demanda antecipada do B5, como alcançou uma capacidade produtiva bem superior à demanda atual. No curto espaço de cinco anos, o programa conseguiu induzir a formação de um parque industrial cuja capacidade produtiva atual será suficiente para garantir uma oferta segura do combustível até 2019, segundo o Plano Decenal de Expansão de Energia 2019 (EPE, 2011).

O êxito industrial do PNPB está em grande parte associado a uma série de ajustes institucionais que minimizaram os riscos dos empreendimentos empresariais – as antecipações do volume obrigatório de adição de biodiesel ao diesel citadas anteriormente. Estas antecipações foram solicitadas pelos produtores de biodiesel e avaliadas positivamente pelo governo, proporcionando uma demanda crescente e segura para a indústria (FLEXOR, 2010).

Ainda com relação ao sucesso do programa, FLEXOR (2010) afirma que a implementação do PNPB gerou também alguns benefícios econômicos adicionais. Em especial, com relação ao impacto no fornecimento da matéria prima, que é mais diretamente ligado ao agricultor, a produção de biodiesel estabeleceu uma nova demanda por óleos vegetais – um produto cujo valor é superior ao grão “in natura”. Dado o baixo crescimento do consumo de óleos vegetais (1,8% ao ano) no Brasil, a demanda criada pelo PNPB garantiu um mercado seguro para um produto que, se fosse exportado na forma de grão, de óleo ou de farelo, enfrentaria condições de comercialização muito mais incertas.

Contudo, do ponto de vista dos ambiciosos objetivos sociais do PNPB, simbolizados pelo Selo Combustível Social (introdução da agricultura familiar na nova cadeia produtiva de biodiesel com inclusão social, geração de emprego e renda, e atenuação das disparidades regionais a partir da produção de uma diversidade de oleaginosas adequadas a cada região do país), não foram alcançados conforme planejado pelo

governo. SCHAFFEL (2010) sintetiza os principais problemas relacionados ao PNPB e ao Selo Combustível Social, que distanciam seus ideais da realidade.

- Não inserção da agricultura familiar na nova cadeia produtiva de biodiesel conforme planejado;
- Descompasso entre oferta e demanda de oleaginosas, falta de matéria prima;
- Não utilização da diversidade de oleaginosas disponíveis nas diversas regiões do país para a produção de biodiesel, predominância da soja;
- Problemas relacionados ao biodiesel de mamona;
- Problemas relacionados aos Leilões de Compra de Biodiesel;
- Fragilidade histórica das condições socioeconômicas da agricultura familiar;
- Controle insuficiente de requisitos ambientais;
- Problemas relacionados à construção da nova cadeia produtiva de biodiesel (à exceção da soja);
- Precariedade no monitoramento dos critérios do Selo Combustível Social por parte do MDA.

(SCHAFFEL [2010]: 138)

Dentre os principais problemas elencados acima, serão destacados os mais relevantes para a presente dissertação, cujo foco é avaliar a contribuição do PNPB para a mitigação da mudança climática e para o desenvolvimento mais sustentável.

- Não inserção da agricultura familiar na nova cadeia produtiva

A participação da agricultura familiar não vem crescendo junto com a produção de biodiesel no Brasil. Segundo dados do MDA, cerca de 36 mil agricultores familiares venderam oleaginosas para as indústrias de biodiesel em 2007, representando 18% do biodiesel produzido, um número muito aquém dos 200.000 agricultores familiares inicialmente esperados pelo governo quando do lançamento do PNPB (SCHAFFEL, 2010).

De acordo com FLEXOR (2010), os interesses, valores e rotinas que sustentam as políticas energéticas, usualmente pautados por normas de segurança e de planejamento de longo prazo, não aderem facilmente ao objetivo de inclusão dos agricultores familiares nordestinos, já que estes são, geralmente, pouco capitalizados e organizados e, muitas vezes, sem familiaridade com relações contratuais de médio e longo prazos. Segundo o autor, estes atores em especial enfrentam um recorrente problema de acesso à água e solos de qualidade. Em consequência, a oferta de matéria-prima torna-se mais

incerta e os custos de coordenação das atividades elevam-se criticamente. A articulação desses mundos tão diferentes mostra-se complicada e é fonte de problemas potenciais.

SCHAFFEL (2010), apresenta outras peculiaridades, como a importância dos fatores naturais, a diversidade de formas de organização da produção e a importância das diferenças regionais, com distintos pesos de atores em cada região, distintas lógicas econômicas e práticas de negócios.

- Descompasso entre oferta e demanda de oleaginosas, juntamente com a Não utilização da diversidade de oleaginosas disponíveis nas diversas regiões do país para a produção de biodiesel, com a predominância da soja.

Conforme apresentado anteriormente, as antecipações do volume obrigatório de adição de biodiesel ao diesel realizadas para garantir os empreendimentos empresariais tiveram também efeitos distributivos não desejados na fase de formatação do PNPB. Segundo FLEXOR (2010), ao alterar as regras dos leilões e encurtar o cronograma de implementação, a ANP acabou favorecendo os diferentes atores da cadeia de soja, a única estrutura organizacional capaz de responder aos desafios postos pela necessidade de abastecer um mercado desse tipo e dessa amplitude. Trata-se, com efeito, da única matéria-prima com oferta estruturada, segura e abundante, conforme a tabela 7.

**Tabela 7 – Proporção de matéria prima utilizada para fabricação de biodiesel no Brasil**

| Matéria Prima          | Participação (%) |
|------------------------|------------------|
| Soja                   | cerca de 80%     |
| Sebo bovino            | cerca de 15%     |
| Óleo de algodão        | cerca de 4%      |
| Demais matérias primas | cerca de 1%      |

Fonte: MME, 2009.

O PNPB, nesse sentido, transfere um volume de recursos não desprezível para os sojicultores do Centro-Oeste e do Sul do Brasil, resultando num efeito distributivo não esperado. A tabela 8 apresenta a distribuição das usinas com autorização, de onde se

pode observar que 58% estão localizadas nas regiões Centro-Oeste e Sul, em contraste aos ideais do PNPB.

**Tabela 8 – Localização das Plantas de Biodiesel com Autorização de Comercialização por Região**

| Região       | No. Plantas | Capacidade   |             |
|--------------|-------------|--------------|-------------|
|              |             | Mil m3/ano   | %           |
| Norte        | 6           | 185          | 5%          |
| Nordeste     | 7           | 698          | 19%         |
| Centro-Oeste | 16          | 1.199        | 33%         |
| Sudeste      | 8           | 629          | 18%         |
| Sul          | 6           | 917          | 25%         |
| <b>TOTAL</b> | <b>43</b>   | <b>3.628</b> | <b>100%</b> |

Fonte: MME, 2009.

Conforme verificado na tabela acima, a maioria das plantas está localizada no centro-oeste, região caracterizada pela monocultura da soja. Cerca de 80% da produção de soja no Brasil está em poder de multinacionais, cujo objetivo final é a exportação do grão “in natura” ou de derivados, os demais 20% estão com produtores de pequeno e médio porte, com custos de produção mais elevados (SCHAFFEL, 2010).

- Fragilidade histórica das condições socioeconômicas da agricultura familiar

De acordo com análise de KATO (2010) sobre a região Nordeste, os estabelecimentos da agricultura familiar correspondem a aproximadamente 2 milhões (88% do total), dos quais 1,2 milhão encontra-se em situação de acentuada pobreza. Os agricultores familiares encontram-se desarticulados e organizados precariamente: as cooperativas ou associações formalmente instituídas só existem no papel. O acesso ao crédito e ao seguro é obstruído pela burocracia e pela dificuldade das instituições financiadoras compreenderem a lógica da produção familiar. Segundo a autora, o fortalecimento econômico da agricultura familiar representa um importante desafio para o desenvolvimento do Nordeste com maior equidade social.

- Precariedade no monitoramento dos critérios do Selo Combustível Social por parte do MDA

O SCS é concedido, monitorado e revogado pelo MDA. Há pouca transparência, por parte do MDA e das empresas, sobre a quantidade de agricultores familiares incluídos e contratos celebrados por região, por oleaginosa, e sobre a qualidade e quantidade de assistência técnica rural. De acordo com SCHAFFEL (2010), uma das principais críticas ao SCS é que não há uma eficaz avaliação de sua evolução, abrindo brechas para que empresas que já o obtiveram, pouco invistam na sua manutenção. Desde o início do PNPB até 2009, apenas duas empresas perderam o SCS.

Ainda que existam problemas importantes no funcionamento do instrumento Selo Combustível Social frente a seus objetivos originais, é possível constatar que a maioria da produção de biodiesel no Brasil vem de plantas que possuem o Selo. De acordo com SCHAFFEL (2010), este interesse parece ser motivado pelas melhores condições de participação nos leilões de venda de biodiesel promovidos pela ANP, evidenciando uma distorção, onde empresas ostentam um Selo e recebem benefícios por colaborarem com a inclusão de um segmento na cadeia produtiva de biodiesel que não está sendo incluído na quantidade e qualidade esperadas quando do planejamento do PNPB.

Com relação aos benefícios que o PNPB pode trazer para a cadeia produtiva, em especial para o produtor de oleaginosas (fase agrícola da cadeia), FLEXOR (2011) afirma que a produção de biodiesel, estabeleceu uma nova demanda por óleos vegetais, um produto cujo valor é superior ao grão “in natura”. Dado o baixo crescimento do consumo por óleos vegetais (1,8% ao ano) no Brasil, a demanda criada pelo PNPB garantiu um mercado seguro para um produto que, se fosse exportado na forma de grão, de óleo ou de farelo, enfrentaria condições de comercialização muito mais incertas.

Mais especificamente com relação aos benefícios para a agricultura familiar, KATO (2011) ressalta que, além de intervenções sobre as condições de produção e fortalecimento da agricultura familiar, esforços em torno de uma maior diversificação produtiva também devem ser destacados. A diversificação produtiva (agrícola, pecuária, florestal) contribui para um maior ganho por propriedade e para a redução de perdas

pelo risco climático. A autora sugere que, como a produção de oleaginosas em bases competitivas fornece um valor restrito por hectare, a diversificação pode ser uma forma de garantir a essas famílias uma maior renda monetária e uma ocupação mais eficiente da mão de obra familiar.

### **3.2 - Apresentação do sistema SAF/Dendê**

O projeto faz parte de uma parceria entre a empresa *Natura Inovação e Tecnologia de Produtos Ltda.*, a *Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açu* (CAMTA) e a *Embrapa*, contando com apoio financeiro da *FINEP* e *MCT* (FNCT). A seguir será feita uma breve descrição conceitual do projeto, baseado em entrevistas com coordenadores do projeto e no relatório de progresso submetido à *FINEP* em 2010.

O projeto está localizado no município de Tomé-Açu, região nordeste do estado do Pará, na margem esquerda do Rio Acará- Mirim, nas coordenadas geográficas  $2^{\circ}40'54''$  S e  $48^{\circ}16'11''$  W, distante 230km de Belém, capital do estado do Pará. O projeto, tem como objetivo pesquisar, desenvolver e estudar sistemas agroflorestais (SAFs) de produção, adequados à realidade de pequenos agricultores e da agricultura familiar, cultivando dendê em associação com espécies frutíferas oleaginosas amazônicas, culturas alimentares e madeireiras.

Os princípios básicos adotados no planejamento e execução do Projeto Dendê como um agroecossistema sustentável foram: conservação dos recursos naturais, adaptação das culturas ao local, manutenção de um nível bom de produtividade e relação custo-benefício favorável. Na pesquisa de manejo dos SAF's estão sendo incrementadas as práticas de manejo que otimizam a capacidade de uso múltiplo do solo, a manutenção e o reciclagem da matéria-orgânica e nutrientes, a redução do uso de recursos naturais, a manutenção de itens alimentares, a diversificação do sistema, a conservação da biodiversidade e a geração de renda.

Admite-se que exista uma relação positiva entre estabilidade econômica e os anos de produção e que os sistemas de produção incluem os sistemas de cultivo e as práticas e tecnologias adotadas na produção dos sistemas agroflorestais.

Os sistemas de produção são manejados visando promover alta capacidade fotossintética e cultivo mínimo. A altura das plantas, o formato, a disposição das folhas, a taxa de crescimento e o tempo para as culturas atingirem a capacidade produtiva são aspectos considerados no crescimento e desenvolvimento das culturas.

A lista de controle das informações provenientes do projeto inclui a descrição das atividades relacionadas ao: (1) Preparo do solo, (2) Plantio, (3) Desbaste/Podas, (4) Capinas, (5) Adubações, (6) Controle de Pragas, (7) Colheita e (8) Pós-colheita/Beneficiamento.

O tamanho da área de produção (SAF), as condições climáticas, a disponibilidade de água, a fertilidade do solo, a demanda de mão de obra, a necessidade de infraestrutura e equipamentos, a demanda de insumos químicos, o controle de pragas e doenças, o custo de produção e o balanço energético serão utilizados como indicadores na avaliação dos SAF's Dendê.

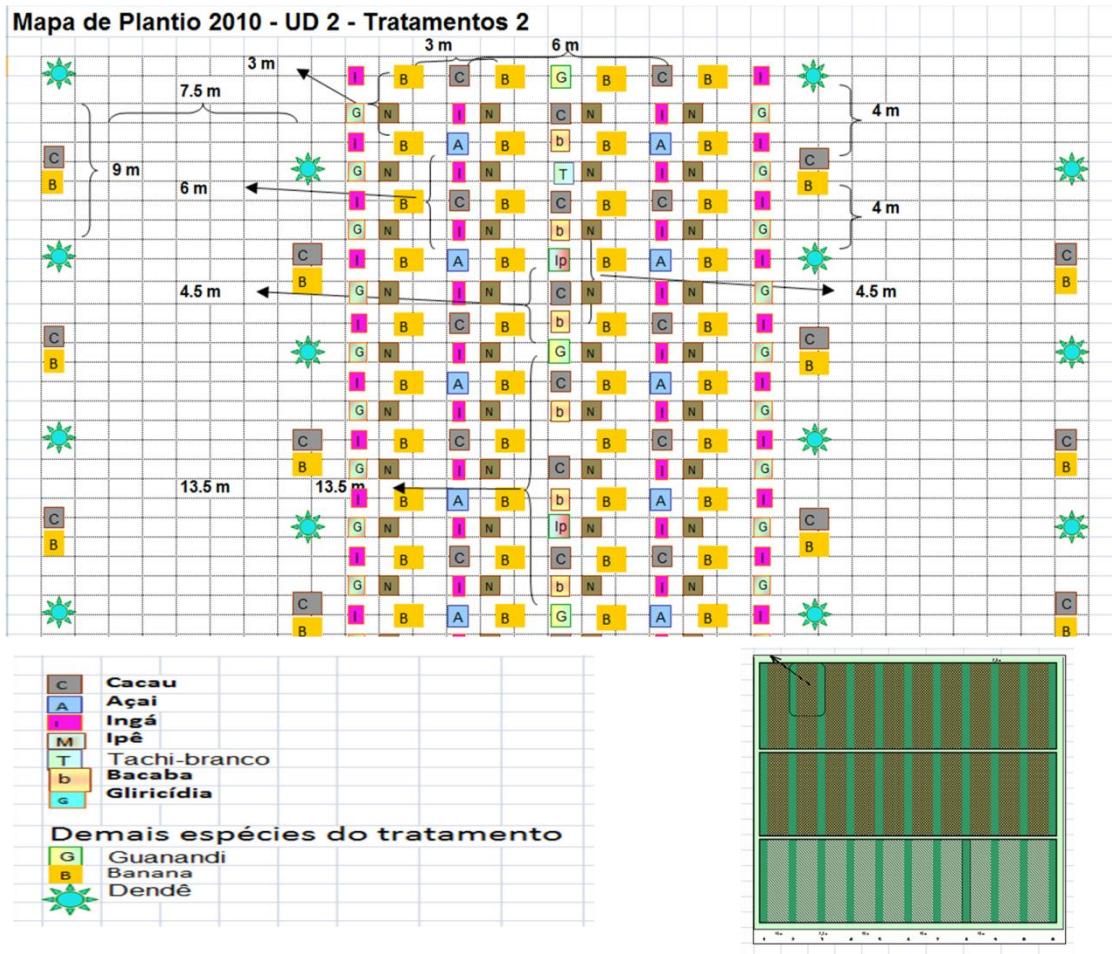
As Unidades Demonstrativas (UD's) estão localizadas em três propriedades rurais do município de Tomé-açu, Pará. As Unidades Demonstrativas apresentam características diferentes e os sistemas de produção são adaptados periodicamente buscando atender as necessidades das culturas e dos produtores.

A composição de espécies implantadas nas áreas foi definida de forma participativa e de acordo com os interesses dos produtores, envolvendo uma alta diversidade de espécies frutíferas e madeireiras, e sistemas com elevada densidade de leguminosas e forrageiras para adubação verde. Todos os sistemas têm como cultura comum o dendêzeiro (*Elaeis guineensis*). Foram implantados dois hectares de cada sistema em cada propriedade, totalizando 6 hectares de unidade demonstrativa (UD) e, portanto, nove áreas experimentais.

Decidiu-se por limitar a aplicação da metodologia somente na unidade demonstrativa dois (UD2) dentre as demais unidades, por ter sido implantada em uma área de capoeira cujo aporte de matéria orgânica e nutrientes, originários desta vegetação, são considerados importantes para um bom desenvolvimento inicial do sistema agroflorestal. Além disso, o preparo de área na unidade foi realizado com um triturador de capoeira (Tritucap) sendo este equipamento um implemento agrícola que deu agilidade às atividades de implantação, mesmo considerando o custo pelo equipamento mecanizado. Considerou-se que em um cenário de expansão do modelo em estudo este implemento poderá ser uma opção para as atividades de preparo de área.

Outra razão da seleção da UD2 foi o espaçamento entre as linhas de SAF e linhas duplas de dendê de 15 metros, o que é compreendido como uma boa ocupação da área para o plantio das espécies plantadas como adubadeiras e com valor comercial.

A figura a seguir apresenta um esquema da disposição da UD2 em 2010, destacando-se a espécie principal (dendê) e as outras componentes do sistema (adubadeiras e plantas com valor comercial).



**Figura 6 – Mapa de Plantio da UD2**

Fonte: Adaptado a partir de Natura, 2010.

Em resumo, as principais diferenças entre os sistemas de monocultivo e os SAF/Dendê são:

- Arranjo do Plantio: o arranjo do plantio do dendê no sistema agroflorestal respeitou o espaçamento preconizado para o dendê em monocultivo admitindo que na área explorada pela planta de dendê não há competição com outras espécies, principalmente competição por luz. O plantio do SAF foi realizado entre as filas duplas de dendê nas entre-linhas de 15 m. Este arranjo altera a densidade de dendê de 143 (monocultivo) para 99 plantas/hectare.
- Implantação e Manutenção: as atividades de implantação e manutenção do dendê no SAF são realizadas conforme o sistema de monocultivo, porém com as seguintes diferenças:

- a densidade de plantas de dendê é 69% menor que o monocultivo (99/143);
- o uso de insumos externos, principalmente adubos, foi feito apenas com insumos de fontes orgânicas;
- não são utilizados agrotóxicos para controle de insetos, doenças ou plantas invasoras;
- introdução do uso de adubação verde com a introdução de espécies de plantas “**adubadeiras**” (mandioca, banana, margaridão, ingá, gliricídia, crotalária, feijão-de-porco, feijão-guandu e puerária) plantadas com objetivo de produção de biomassa para a adubação verde do dendê e das espécies de **interesse comercial** das fruteiras oleaginosas (cacau, açaí, bacaba e guanandi) e as espécies madeireiras (ipê e tachi branco).

### 3.2.1 - Apresentação do estágio atual do projeto SAF/Dendê (ano 1, 2 e 3)

A seguir será apresentado uma breve descrição do estado atual da implementação do projeto SAF/Dendê.

A implantação do projeto foi iniciada em 2007, considerando-se 2008 como o primeiro ano. O projeto se encontra atualmente no inicio do quarto ano de implantação, quando é iniciada a fase produtiva com a colheita dos cachos de dendê.

O preparo da área ocorreu nos meses de setembro e outubro de 2007, e foi feito sem o uso do fogo, baseado nos princípios de cultivo mínimo e plantio direto, sem o revolvimento do solo. A trituração manual foi realizada com motosserra e machado, enquanto que a trituração mecanizada envolveu um protótipo de triturador, denominado TRITUCAP, que deixa sobre o solo a vegetação triturada na forma de cobertura morta (mulch).

O plantio do dendê ocorreu em fevereiro e março de 2008, totalizando 99 plantas/ha, e foi realizado para incluir espécies não plantadas ou fazer novo plantio de espécies de ciclo curto. As espécies plantadas foram: feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), crotalária (*Crotalaria juncea*), feijão-guandu (*Cajanus cajan*), margaridão (*Sphagneticola trilobata*) e manga (*Mangifera indica*).

O replantio foi realizado para substituir mudas ou estacas plantadas em 2008 ou 2009 que não tiveram desenvolvimento adequado ou morreram. As espécies replantadas foram: ingá (*Ínga edulis*), gliricídia (*Gliricidia sepium*), cacau (*Theobroma cacao*), açaí (*Euterpe oleracea*), bacaba (*Enocarpus Bacaba*) e tachi branco (*Sclerolobium paraense* *Huber*).

Os tratos culturais, como capinas, podas, roçagens seletivas, adubação orgânica e coroamento no dendê foram feitos de acordo com a necessidade, assim como as vistorias técnicas mensais para a inspeção fitossanitária do dendê (verificar a presença de pragas e doenças) e observação de aspectos de manutenção e desenvolvimento das espécies.

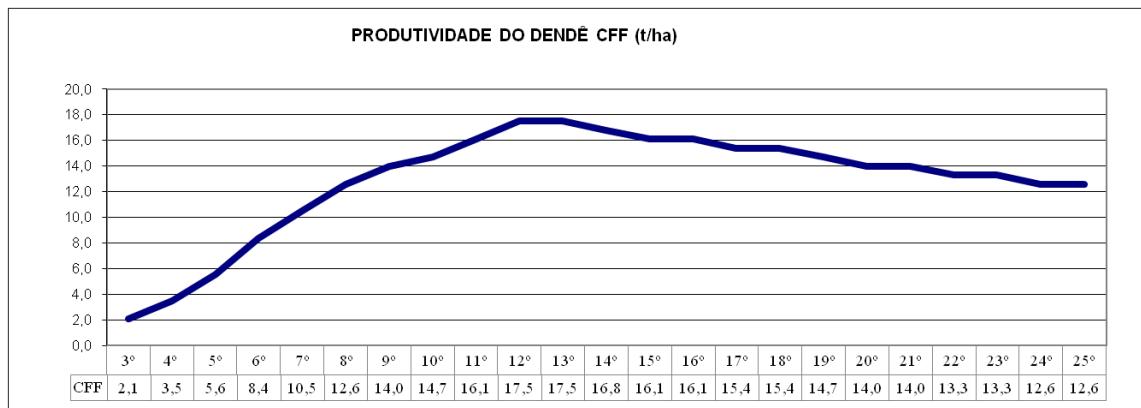
No mês de julho de 2010 foi realizada a primeira colheita de cachos de frutos do dendê. Apesar da produção obtida ainda ser pequena, tendo em vista que a primeira colheita foi realizada aos 2,5 anos, foi importante coletar os frutos para fazer o acompanhamento da produção.

### **3.3 - Apresentação dos dados de insumos – inventário e projeção**

Os dados dos insumos utilizados como parâmetros na metodologia foram inventariados para o ano 1 ao 3, isto é, coletados pelos participantes do projeto. Já os dados dos insumos dos anos futuros, de 4 a 25, foram estimados de acordo com um cenário de uso de insumos projetado a partir dos dados coletados no terceiro ano, que foi considerado como ano base, por ser o mais atual e melhor documentado pela equipe. Ou seja, os dados medidos no terceiro ano foram considerados como base para a projeção dos insumos a serem utilizados durante a vida útil do sistema.

A curva de utilização dos insumos foi projetada a partir da curva que representa a evolução da produtividade de um sistema convencional (AGRIANUAL, 2009), que por sua vez, utiliza como referência a mesma região do projeto SAF/Dendê, no Pará. Foi necessário um ajuste nesta curva de produtividade, uma vez que a densidade do sistema é de 99 plantas por hectare, enquanto um sistema convencional tem densidade de 143 plantas por hectare. A densidade do SAF/Dendê é, portanto 69% de um sistema

convencional. A Figura 7 apresenta a curva ajustada de produtividade de cachos de frutos frescos (CFF) do sistema, assim como os valores de produção de dendê já conhecidos, conforme apresentado na figura abaixo.



**Figura 7 – Produtividade do Dendê em SAF do 3º ao 25º ano - adaptado para densidade de 99 plantas/ha**

**Fonte:** Adaptado a partir de AGRIANUAL (2009)

Foi considerada, portanto, a hipótese de que a produtividade do sistema SAF/Dendê apresentará uma dinâmica semelhante ao monocultivo. Para relaxar tal hipótese, poderia ser criado um cenário alternativo mais pessimista, e, portanto, com maior aporte de insumos. Esta opção será indicada como sugestão para futuras pesquisas, entretanto será elaborada uma análise de sensibilidade de parâmetros selecionados, para avaliação do impacto de cada um na modelagem.

A metodologia de cálculo das Reduções Certificadas de Emissões (RCEs) determina quais são os parâmetros que devem ser monitorados. Estes parâmetros, por sua vez, determinam quais os insumos da fase agrícola devem ser monitorados pelos participantes do projeto. Estes parâmetros estão apresentados em detalhe na seção 3.4, que apresenta as etapas de cálculo da metodologia.

De acordo com a literatura (CHERUBINI (2009), LARSON et al (1998), CRUTZEN et al. (2007)), as emissões de nitrogênio provenientes do cultivo do solo representam a parcela mais significativa dos gases de efeito estufa da fase agrícola do ciclo de produção dos biocombustíveis. Por este motivo, e de forma a exemplificar os requisitos de monitoramento da metodologia, decidiu-se apresentar de forma resumida a quantificação de um dos parâmetros significativos para as emissões da fase agrícola do

projeto, que requer coleta, tratamento e processamento de material de campo: A quantificação do aporte de nitrogênio por deposição de matéria orgânica na projeção da copa (aro) de indivíduos de dendzeiro (VASCONCELOS, 2011).

Em cada parcela, foram selecionados ao acaso 3 dendzeiros em cujos aros foram coletadas amostras de cobertura morta (mulch). Em cada aro foi coletada uma amostra de mulch, em uma área de 0,5 m x 0,5 m demarcada com uma grade metálica. Após a coleta, a amostra foi imediatamente pesada com balança tipo gancho. Em seguida, uma subamostra foi retirada e pesada em balança digital. Em Belém, no Laboratório de Ecofisiologia e Propagação de Plantas da Embrapa Amazônia Oriental, as subamostras foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C até peso constante, pesadas, moidas e armazenadas em sacos plásticos para posterior análise química. A umidade da subamostra foi usada para estimar a massa seca total da amostra. A concentração de nitrogênio no mulch foi determinada por combustão via seca, em analisador elementar LECO modelo CNS-200.

A quantidade total de mulch por indivíduo foi estimada com base na relação entre a área utilizada na amostragem (0,25 m<sup>2</sup>) e a área total do mulch por planta. A área total do mulch foi estimada medindo-se o diâmetro da circunferência formada pelo aro. (VASCONCELOS, 2011)

De acordo com entrevistas aos membros da equipe do projeto, devido às dificuldades logísticas associadas com o acompanhamento *in loco* do manejo relativo à roçagem e à deposição de material vegetal no aro, ocorreu uma demora (geralmente de 1 a 2 semanas) entre o aporte de material e a quantificação do aporte. Logo, os resultados de massa de material vegetal podem estar subestimados devido à decomposição que ocorre entre o aporte de material vegetal e as medições.

A tabela 9 abaixo apresenta os recursos necessários especificamente para avaliação do parâmetro de aporte de nitrogênio utilizados no projeto SAF/Dendê. Foi estimada uma frequência de pelo menos 8 medições por ano, sendo que cada medição (ida ao campo) tem duração aproximada de uma semana.

**Tabela 9 - Recursos humanos e materiais envolvidos na avaliação de aporte de nitrogênio no projeto SAF/Dendê**

| Recursos Humanos - Membro                     | Função                                                              |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Pesquisador com nível de doutorado            | Planejamento do experimento, análise e interpretação dos resultados |
| Assistente de pesquisa com nível de mestrado  | Coordenação das atividades em campo                                 |
| Assistente de pesquisa com nível de graduação | Análise química                                                     |
| Assistente de pesquisa com nível médio        | Apoio nas atividades em campo e laboratório                         |
| Bolsista de iniciação científica              | Apoio nas atividades em campo e laboratório                         |
| Recursos materiais                            | Aplicação                                                           |
| Analizador elementar de C e N                 | Determinação da concentração de N no material vegetal               |
| Estufa de circulação forçada de ar            | Secagem de material vegetal                                         |
| Balança                                       | Pesagem de material vegetal                                         |
| Moinho                                        | Moagem de material vegetal                                          |

**Fonte:** Elaboração própria, a partir de dados do projeto.

Neste contexto, é importante ressaltar que a literatura apresenta estudos publicados sobre Análise do Ciclo de Vida (ACV) de biocombustíveis, nos quais é frequente a afirmação de que os resultados possuem grande variabilidade. MILÀ (2003), em sua publicação sobre ACV de sistemas agrícolas, apresenta um quadro comparando as características de sistemas industriais e agrícolas.

**Tabela 10 – Principais características de sistemas industriais e agrícolas**

| Característica               | Sistema Industrial                                                                                                  | Sistema Agrícola                                                                                                                     |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dependência da localização   | Altamente independente (exceto em fronteiras com a natureza: extração de materiais brutos e disposição de resíduos) | Altamente dependente (algum grau de independência pode ser obtido às custas de energia e infraestrutura, como por exemplo, estufas). |
| Definição das fronteiras     | Claramente definido                                                                                                 | Indefinido, tanto física quanto temporal.                                                                                            |
| Principais fontes de impacto | Consumo de material e energia                                                                                       | Uso da terra, consumo de material de energia e de emissões no campo                                                                  |
| Grau de conhecimento         | Alto (processos simples e pré-estabelecidos)                                                                        | Relativamente baixo (processos naturais complexos)                                                                                   |
| Funcionalidade               | Uma ou poucas funções                                                                                               | Multifuncional                                                                                                                       |

**Fonte:** MILÀ (2003)

Outra classe de parâmetro importante para a aplicação da metodologia de monitoramento e cálculo de RCEs está relacionada com os insumos utilizados pela fase agrícola do SAF/Dendê. As tabelas 11 e 12 a seguir apresentam a consolidação dos dados dos insumos inventariados (ano 1 a 3) e projetados (anos 4 a 25) que serão utilizados na aplicação da metodologia de cálculo de RCEs.

**Tabela 11 – Inventário dos insumos requeridos pela metodologia**

| Insumo          | Unidade     | 1 ano    | 2 ano   | 3º ano<br>(referência) |
|-----------------|-------------|----------|---------|------------------------|
|                 |             | 2007 e   |         |                        |
|                 |             | 2008     | 2009    | 2010                   |
| Diesel          | l / ha ano  | 414,3    | 39,8    | 76,0                   |
| Composto CAMTA  | l / ha ano  | 52.120,0 | 3.960,0 | -                      |
| Cacho vazio     | kg / ha ano | -        | -       | 9.900,0                |
| Torta de Mamona | kg / ha ano | -        | 198,0   | 198,0                  |
| Farinha osso    | kg / ha ano | -        | 49,5    | 49,5                   |
| Cama frango     | l / ha ano  | 23.090,0 | -       | -                      |

**Fonte:** Elaboração própria, a partir de dados do projeto

**Tabela 12 – Projeção dos insumos requeridos pela metodologia**

| Insumo          | Unidade     | Projeção |         |          |          |                |                 | Total     | Média 25<br>anos |
|-----------------|-------------|----------|---------|----------|----------|----------------|-----------------|-----------|------------------|
|                 |             | 4 anos   | 5 anos  | 6 anos   | 7 anos   | 8 a 22<br>anos | 23 a 25<br>anos |           |                  |
| Diesel          | l / ha ano  | 130,0    | 130,0   | 143,5    | 134,0    | 156,5          | 108,0           | 3.739,0   | 149,6            |
| Composto CAMTA  | l / ha ano  | -        | -       | -        | -        | -              | -               | 56.080,0  | 2.243,2          |
| Cacho vazio     | kg / ha ano | 9.900,0  | 9.900,0 | 14.850,0 | 14.850,0 | 20.790,0       | 14.850,0        | 415.800,0 | 16.632,0         |
| Torta de Mamona | kg / ha ano | 396,0    | 495,0   | 495,0    | 495,0    | 594,0          | 396,0           | 12.375,0  | 495,0            |
| Farinha osso    | kg / ha ano | 49,5     | 49,5    | 49,5     | 49,5     | 49,5           | -               | 1.039,5   | 41,6             |
| Cama frango     | l / ha ano  | -        | -       | -        | -        | -              | -               | 23.090,0  | 923,6            |

**Fonte:** Elaboração própria, a partir de dados do projeto

Com objetivo de contextualizar o exercício de cenarização dos insumos utilizados pelo sistema alternativo, determinados parâmetros foram confrontados com o estudo de FERNANDES (2009), que publicou a *avaliação energética e ambiental da produção de óleo de dendê para biodiesel na região do baixo sul da Bahia*. Um dos sistemas avaliados foi a produção orgânica de dendê, que utiliza intensivamente cachos vazios como alternativa para adubação, muito semelhante à proposta do projeto SAF/Dendê em análise. O inventário de sua pesquisa resultou no consumo médio de 94,3 litros de diesel por ha ano, e 28,6 ton. de cachos vazios por ha ano.

O consumo de cachos de frutos vazios pode ser considerado equivalente: 33,2 do SAF/Dendê contra 28,6 ton. por ha ano de FERNANDES (2009). Já para o consumo de diesel, o valor do SAF/Dendê foi consideravelmente maior: 149,5 do SAF/Dendê contra 94,3 litros por ha ano de FERNANDES (2009).

No estudo de PACCA (2010), que publicou o *balanço de GEE e Energia do biodiesel de Palma* considerando dados de produção da Agropalma, o valor do consumo de diesel foi de 87,5 litros / ha ano, contra 149,5 do SAF/Dendê.

O maior consumo de diesel na fase de implantação do projeto pode ser explicado pelas atividades de preparo de área (uso do TRITUCAP) e enleiramento de matéria orgânica, visto que o uso anterior da área era uma capoeira. Na fase de manutenção e produção do dendê, o volume maior de diesel se dá pela necessidade de transportar grande volume de adubos orgânicos (cachos vazios de dendê) e para o transporte de cachos de frutos com uso de tobatas, um equipamento de pequeno porte e pouco eficiente em comparação com as máquinas utilizadas em sistemas industriais.

### **3.4 - Aplicação da metodologia MDL de pequena escala AMS III.AK, com comparação entre as opções padrão e específica para o cálculo de emissões da fase agrícola**

A justificativa para a escolha da metodologia do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo de pequena escala AMS III.AK levou em consideração que o principal objetivo da apresentação do estudo de caso foi explorar o monitoramento e verificação das emissões da fase agrícola da cadeia produtiva de biodiesel. Esta metodologia apresenta a particularidade de oferecer duas opções para o cálculo das emissões associadas ao cultivo da terra para produção de oleaginosas. Para o caso do dendê e do pinhão manso, existe a opção do uso de um fator de emissão padrão, que será analisado nesta pesquisa.

#### **3.4.1 - Aspectos gerais da metodologia AMS-III.AK**

A metodologia AMS-III.AK abrange atividades de projeto relacionadas com o cultivo de oleaginosas destinadas à produção de biodiesel utilizado no transporte veicular. A metodologia restringe a produção de oleaginosas cultivadas em áreas já degradadas, e apenas o biodiesel consumido além da mistura mandatária é elegível a créditos como projeto de MDL.

Apesar da redução de emissão ocorrer na etapa do consumo do combustível, a metodologia determina que são os produtores de biodiesel que recebem os créditos de carbono. A redução de emissão de GEE se dá pela diminuição do consumo de combustível fóssil (diesel) que seria consumido, caso não fosse misturado a um biocombustível. As emissões do biodiesel na etapa de consumo por veículos não são contabilizadas, pois o CO<sub>2</sub> emitido pelo biodiesel foi absorvido pela biomassa durante seu crescimento e já fazia parte do ciclo de carbono natural, o que não se aplica aos combustíveis fósseis.

As condições de aplicabilidade desta metodologia são explicitadas na metodologia conforme a lista a seguir (UNFCCC, 2010a):

- Na situação da linha de base, os veículos devem utilizar diesel;
- O uso final de biodiesel, ou de sua mistura, deve ser feita por veículos de frota cativa;
- O diesel, o biodiesel e a sua mistura devem respeitar as regulamentações nacionais de padrão de qualidade;
- Tanto os usuários finais, quanto o produtor de biodiesel e suas misturas são vinculados por um contrato que define que o consumidor final não poderá reivindicar a redução das emissões resultantes do seu consumo. O contrato também permite ao produtor monitorar o consumo de biodiesel e suas misturas. Apenas o produtor de biodiesel pode reivindicar a redução das emissões no âmbito da presente metodologia;
- O álcool utilizado no processo de transesterificação deve ser o metanol de origem fóssil. O biodiesel produzido com álcoois que não metanol (etanol, por exemplo) não poderão ser considerados na redução de emissões reivindicadas. Entretanto, os proponentes de projeto são estimulados a submeter revisões desta metodologia de forma a incluir a utilização de etanol;
- Não é permitido a exportação de biodiesel produzido sob esta metodologia.

Conforme apresentado no capítulo anterior, o fato da metodologia ser de pequena escala restringe sua aplicação a projetos que resultem em reduções de emissão inferiores ou

iguais a 60 mil t CO<sub>2</sub> equivalente por ano. Com relação à produção de oleaginosas, as condições para aplicabilidade são as seguintes (UNFCCC, 2010a):

- a. As atividades do projeto não devem causar mudanças das atividades pré-existentes fora da fronteira dos limites do projeto, isto é, o solo pertencente à atividade do projeto deve continuar a prover pelo menos as mesmas funções de bens e serviços que teriam na ausência do projeto;
- b. O cultivo deve ser estabelecido em solo:
  - que antes da implementação do projeto era classificado como degradado ou em processo de degradação, de acordo com a metodologia de ‘identificação de solo degradado ou em processo de degradação’; ou
  - em área pertencente à fronteira de um projeto MDL de florestamento / reflorestamento
- c. Não é elegível cultivo em área de turfa, mesmo que seja enquadrada na condição “b” acima.

### **3.4.2 - Aspectos específicos da metodologia AMS III.AK para o presente estudo**

Conforme mencionado anteriormente, este trabalho tem foco na fase agrícola da produção dos biocombustíveis, uma vez que esta etapa da cadeia produtiva possui significativo potencial para promover o desenvolvimento e por seu aspecto distributivo. Outra motivação importante para escolha deste foco é decorrente do fato de que o processo industrial (extração do óleo, transformação em biodiesel, mistura) e de distribuição serem bastante conhecidos e já possuem diversos estudos publicados: SHEEHAN et al. (1998), MARZULLO (2007), LARSON et al. (1998), MARZULLO (2006), GNANSOUNOU (2009), CHERUBINI (2009)

A principal fonte de dados da fase industrial foi o artigo de PACCA (2010), que apresenta o balanço de energia e GEE do biodiesel de palma, produzido na mesma região onde se situa o projeto SAF/Dendê, no estado do Pará, e comparando o balanço com estudos de 5 diferentes países, utilizando a metodologia ACV descrita pela ISO 14044:2006. Os resultados apresentam de forma desagregada a fase agrícola, o transporte e a fase industrial, permitindo que os dados da fase industrial sejam utilizados

como insumo para aplicação da metodologia MDL no estudo de caso. A fronteira do estudo de PACCA (2010) foi a mesma requerida pela metodologia MDL: cultivo, transporte da matéria prima para extração do óleo vegetal e processamento de biodiesel, o transporte de biodiesel às unidades misturadoras, o transporte do diesel acrescido de biodiesel aos postos de abastecimento e finalmente o consumo de biodiesel.

Os dados da fase agrícola foram fornecidos pela equipe de pesquisa do projeto SAF/Dendê, obtidos por uma visita de campo realizada ao projeto em Tomé Açú, PA, em 2010, por correspondência durante a pesquisa. Além disto, foi necessário utilizar de forma complementar, diversas fontes de literatura, sempre optando por uma postura conservadora.

### **3.4.3 – Etapas da metodologia de cálculo do RCEs**

Por questão de consistência e para propiciar facilidade à aplicação do modelo da metodologia, optou-se por manter os acrônimos das fórmulas com a mesma terminologia da UNFCCC, derivados do inglês.

#### **Redução das Emissões**

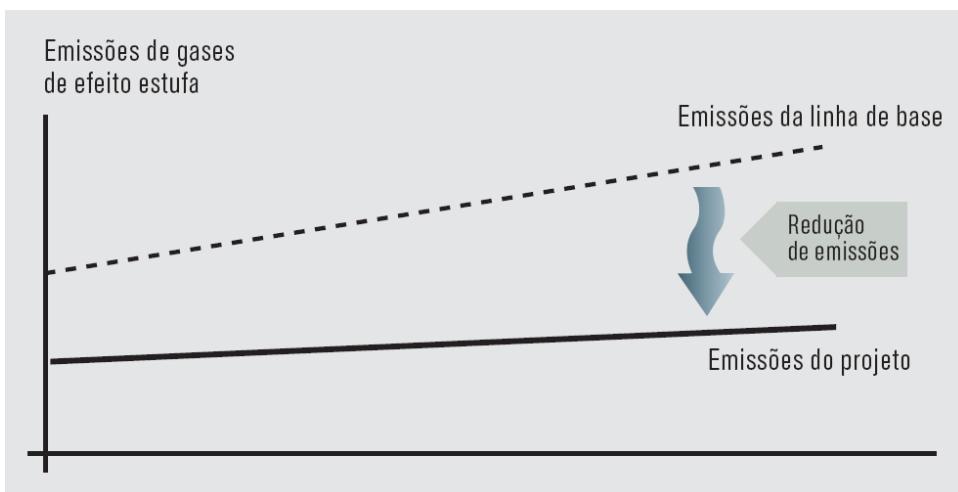
A síntese do cálculo da redução das emissões é representada a partir da seguinte equação:

$$ER_y = BE_y - PE_y - LE_y \quad (1)$$

Onde,

|        |                                                              |
|--------|--------------------------------------------------------------|
| $ER_y$ | Redução das emissões no ano y (t CO <sub>2</sub> /ano);      |
| $BE_y$ | Emissões da linha de base no ano y (t CO <sub>2</sub> /ano); |
| $PE_y$ | Emissões do projeto no ano y (t CO <sub>2</sub> /ano);       |
| $LE_y$ | Emissões do vazamento no ano y (t CO <sub>2</sub> /ano).     |

A figura abaixo ilustra a forma de cálculo da redução das emissões.



**Figura 8 – Representação do cálculo da redução de emissões**  
Fonte MCT 2009

### Emissões da Linha de Base

A linha de base deve representar, de forma razoável, o que teria ocorrido na ausência do projeto. As emissões da linha de base são calculadas a partir da quantidade de diesel fóssil deslocado pela atividade do projeto, que por sua vez são determinadas a partir da produção de biodiesel na usina do projeto no ano y, em toneladas, determinada a partir da seguinte equação:

$$BE_y = BD_y \times NCV_{BD,y} \times EFCO2,PD,y \quad (2)$$

com  $BD_y = \min \{ (P_{BD,y} - P_{BD,planta,y} - P_{BD,outros,y}), (f_{PJ,y} \times f_{PD,y} \times C_{BBD,y} - P_{BD,outros,y}) \}$

Onde,

$BE_y$  Emissões da linha de base no ano y (t CO<sub>2</sub>);

$NCV_{BD,y}$  Poder calorífico inferior do biodiesel produzido, para o ano y; (GJ/t);

$BD_y$  Quantidade de biodiesel passível de receber os RCEs no ano y (tonelada);

$P_{BD,y}$  Produção de biodiesel na usina do projeto no ano y (tonelada);

$P_{BD,planta,y}$  Quantidade de biodiesel consumido na planta de produção de biodiesel do projeto e/ou de óleo no ano y (tonelada);

|                            |                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $P_{BD, \text{outros}, y}$ | Quantidade de biodiesel produzido com outro álcool diferente do metanol de origem fóssil ou a partir de outros óleos ou gorduras diferentes do óleo considerado nesta metodologia (tonelada); |
| $EF_{CO2, PD}$             | Fator de emissão de CO <sub>2</sub> do diesel mineral (t CO <sub>2</sub> /GJ);                                                                                                                |
| $C_{BBD, y}$               | Consumo de biodiesel (misturado) produzido pelo projeto e consumido pela frota cativa no ano y (tonelada);                                                                                    |
| $f_{PJ, y}$                | Proporção de biodiesel na mistura com o diesel no ano y (fração);                                                                                                                             |
| $f_{PD, y}$                | Proporção de diesel fóssil ao qual será adicionado a mistura produzida pelo projeto. Considerar 1,0, caso diesel puro for utilizado para mistura;                                             |

A quantidade de biodiesel produzido pela usina (BD) é estimada a partir da área cultivada e da produtividade média. Para este estudo de caso, será considerada a produtividade de 4.500 litros do óleo de palma por hectare ano (EPE, 2007) e pelo rendimento médio de 0,965 litro de biodiesel por litro de óleo de palma (EPE, 2007). Considerando a densidade média do biodiesel<sup>2</sup> como 880 kg/m<sup>3</sup>, o cálculo da produtividade média resulta em:  $4.500 \times 0,880 \times 0,965 = 3,82 \text{ ton. biodiesel / ha / ano}$ .

Conforme apresentado anteriormente, a densidade usual de um sistema produtivo industrial (monocultivo) é de 143 palmas / ha (BERTHAUD et al, 2000). No caso do SAF/Dendê, onde a densidade é 99 palmas por ha, a produtividade do SAF/Dendê deve ser corrigida por um fator de 69% (99/143). Desta forma, a quantidade de biodiesel produzido (BD) pela usina é obtida pela multiplicação da área cultivada pela produtividade. No estudo de caso, consideramos um módulo familiar de 10 ha, portanto  $BD = 10 \text{ ha} \times 69\% \times 3,82 \text{ ton. biodiesel / ha / ano} = 26,5 \text{ ton. biodiesel / ano}$ .

Para utilização no estudo de caso, considerou-se que a mistura de combustível consumida pela frota cativa seria o B 20, valor máximo permitido pela metodologia. A mistura obrigatória no Brasil é atualmente B 5, portanto o fator f<sub>PD</sub> deve ser 0,95.

---

<sup>2</sup> De acordo com a norma EN 14214, a densidade mássica do biodiesel deve estar na faixa de 860 kg/m<sup>3</sup> a 900 kg/m<sup>3</sup> (KNOTHE et al, 2005).

**Tabela 13 - Parâmetros para cálculo de emissões da linha de base de um módulo de 10 ha**

| Parâmetro                | Unidade                | Valor     | Fonte                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------|------------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| BDy                      | t CO <sub>2</sub>      | Calculado | Equação (2)                                                                                                                                                                                        |
| NCV <sub>BD</sub>        | GJ / t                 | 39,6      | PERES (2007)                                                                                                                                                                                       |
| EF <sub>CO2,PD</sub>     | t CO <sub>2</sub> / GJ | 0,0726    | IPCC (2006)                                                                                                                                                                                        |
| P <sub>BD,y</sub>        | ton.                   | 26,5      | Calculado acima                                                                                                                                                                                    |
| P <sub>BD,planta,y</sub> | ton.                   | 0         | Não será considerado consumo de biodiesel pelas atividades do projeto                                                                                                                              |
| P <sub>BD,outros,y</sub> | ton.                   | 0         | Não será considerado consumo pela planta                                                                                                                                                           |
| C <sub>BBD,y</sub>       | ton.                   | 132,3     | É considerado que todo biodiesel produzido será consumido pela frota cativa na forma de B20 (20%). Desta forma, este parâmetro é calculado segundo a fórmula:<br>$C_{BBD} = P_{BD} \times 1 / 0,2$ |
| f <sub>PJ,y</sub>        | razão volumétrica      | 0,2       | B 20 (20%)                                                                                                                                                                                         |
| f <sub>PD,y</sub>        | razão volumétrica      | 0,95      | Razão volumétrica de diesel fóssil no B 5                                                                                                                                                          |

Fonte Elaboração própria

### **Emissões de Vazamento**

A metodologia AMS III.AK oferece a opção de desconsiderar os efeitos de fuga das emissões provenientes da produção do metanol, caso o vazamento relativo à produção evitada do diesel fóssil (incluindo a produção, transporte e refino do óleo cru) for também desconsiderado. Caso contrário, as emissões provenientes da produção do metanol utilizado no processo de transesterificação devem ser calculadas de acordo com a metodologia consolidada ACM0017. Da mesma forma, as ‘emissões negativas’ associadas à produção, transporte e refino do óleo cru devem ser calculadas de acordo com as equações de vazamento da metodologia consolidada ACM0017, apresentadas abaixo (UNFCCC, 2010b):

$$LE_y = LE_{MeOH,y} - LE_{PD,y} \quad (3)$$

#### **Emissões do vazamento associado à produção do metanol utilizado na produção de biodiesel no ano y (LE<sub>MeOH,y</sub>)**

As emissões relacionadas à produção de metanol utilizado na transesterificação de biodiesel são determinadas a partir da seguinte equação:

$$LE_{MeOH,y} = MC_{MeOH,y} \times EF_{MeOH,PC} \quad (4)$$

Onde,

|                |                                                                                                                            |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $LE_{MeOH,y}$  | Emissões do vazamento associado à produção do metanol utilizado na fabricação de biodiesel no ano y (t CO <sub>2</sub> );  |
| $MC_{MeOH,y}$  | Quantidade de metanol consumido pelo processo de produção de biodiesel, incluindo perdas e evaporação no ano y (tonelada); |
| $EF_{MeOH,PC}$ | Fator de emissão da produção de metanol (t CO <sub>2e</sub> / t MeOH);                                                     |

### **Emissões do vazamento relacionado com a produção evitada de diesel fóssil no ano y (LEPD,y)**

A substituição de diesel fóssil por biodiesel diminui as emissões indiretas associadas à produção do diesel, que inclui as seguintes fontes, conforme a metodologia em questão:

- Produção de petróleo: emissões pelo uso de energia, *venting* e *flaring*;
- Refinaria do óleo fóssil: emissões pelo uso de energia, produção de produtos químicos e catalisadores, descarte dos resíduos da produção (incluindo o *flaring*) e emissões diretas;
- Transporte de longa distância.

As equações correspondentes são:

$$LE_{PD,y} = LE_{PROD,y} + LE_{REF,y} + LE_{LDT,y} \quad (5)$$

Onde,

|               |                                                                                              |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| $LE_{PD,y}$   | Vazamento relacionado com a produção evitada de diesel de petróleo (t CO <sub>2</sub> /ano); |
| $LE_{PROD,y}$ | Vazamento relacionado com a produção de petróleo (t CO <sub>2</sub> /ano);                   |
| $LE_{REF,y}$  | Vazamento relacionado com o refino do petróleo (t CO <sub>2</sub> /ano);                     |
| $LE_{LDT,y}$  | Vazamento relacionado com o transporte de longa distância (t CO <sub>2</sub> /ano).          |

### **Emissões do vazamento relacionado à produção de petróleo (LEPROD)**

$$LE_{PROD,y} = BD_y \times NCV_{BD,y} / NCV_{PD,y} \times EF_{PROD} \quad (6)$$

Onde,

|               |                                                                            |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------|
| $LE_{PROD,y}$ | Vazamento relacionado com a produção de petróleo (t CO <sub>2</sub> /ano); |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------|

|                     |                                                                              |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| BD <sub>y</sub>     | Quantidade de biodiesel passível de receber os RCEs no ano y (tonelada);     |
| NCV <sub>BD,y</sub> | Poder calorífico inferior do biodiesel (GJ/t);                               |
| NCV <sub>PD,y</sub> | Poder calorífico inferior do diesel (GJ/t);                                  |
| EF <sub>PROD</sub>  | Fator de emissão para a produção de petróleo (t CO <sub>2</sub> e/t diesel). |

### Emissões do vazamento relacionado ao refino do petróleo (L<sub>REF</sub>)

$$L_{REF,y} = BD_y \times NCV_{BD,y} / NCV_{PD,y} \times EF_{REF} \quad (7)$$

Onde,

EF<sub>REF</sub> Fator de emissão para o refino do petróleo (t CO<sub>2</sub>e/t diesel).

### Emissões do vazamento relacionado ao transporte de longa distância do petróleo (L<sub>ELDT</sub>)

De acordo com a metodologia, as emissões decorrentes do transporte internacional de longa distância (bunker fuel) não podem ser consideradas, somente as do consumo do transporte doméstico. As emissões correspondentes são calculadas a partir da seguinte equação:

$$L_{ELDT,y} = BD_y \times NCV_{BD,y} / NCV_{PD,y} \times EF_{ELDT} \quad (8)$$

Onde,

EF<sub>ELDT</sub> Fator de emissão para o transporte de longa distância (t CO<sub>2</sub>e/t diesel).

O valor e fonte dos parâmetros utilizados no cálculo da estimativa das emissões de vazamento são explicitados na tabela abaixo.

**Tabela 14 - Parâmetros para cálculo de emissões de vazamento**

| Parâmetro             | Unidade                      | Valor | Fonte                                             |
|-----------------------|------------------------------|-------|---------------------------------------------------|
| EF <sub>MeOH,PC</sub> | t CO <sub>2</sub> e / t MeOH | 1,95  | Valor definido pela metodologia AMS III.AK (IPCC) |
| NCV <sub>BD,y</sub>   | GJ / t                       | 39,6  | PERES (2007)                                      |
| NCV <sub>PD,y</sub>   | GJ / t                       | 43    | IPCC (2006)                                       |
| EF <sub>PROD</sub>    | t CO <sub>2</sub> e/t diesel | 0,073 | Valor definido pela metodologia AMS III.AK (IPCC) |
| EF <sub>REF</sub>     | t CO <sub>2</sub> e/t        | 0,233 | SEES (1995)                                       |
| EF <sub>ELDT</sub>    | t CO <sub>2</sub> e/t        | 0,07  | SEES (1995)                                       |

Fonte: Elaboração própria

## **Emissões de Projeto**

As emissões da atividade de projeto são relacionadas ao cultivo de oleaginosas, à produção e à distribuição de biodiesel (fronteira do ‘campo ao tanque’). De acordo com a metodologia, as emissões da combustão (fronteira do ‘tanque à roda’) do carbono renovável contido no biodiesel são consideradas *neutras em carbono*, pois o mesmo foi sequestrado previamente pela plantação e podem ser desconsideradas.

As emissões de projeto são calculadas a partir do somatório das emissões de: (i) cultivo das oleaginosas (operações agrícolas), (ii) transporte da matéria prima (oleaginosas) até a planta de esmagamento e produção de biodiesel, (iii) produção de biodiesel (fase industrial), (iv) combustível fóssil utilizado pelo metanol no processo de transesterificação e finalmente (v) metano emitido pela decomposição dos resíduos sólidos e/ou efluentes. A equação abaixo determina o total das emissões de projeto para o ano y:

$$PE_y = \sum_k [FP_{BD,k,y} \times AF_{k,y} \times (PE_{CC,k,y} + PE_{TT,k,y} + PE_{PP,k,y})] + PE_{MeOH,y} + PE_{CH4,k,y} \quad (9)$$

Onde,

|                      |                                                                                                                                      |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PE <sub>y</sub>      | Emissões do projeto no ano y (t CO <sub>2</sub> e);                                                                                  |
| FP <sub>BD,k,y</sub> | Quantidade de biodiesel produzido com oleaginosa do tipo k que é produzido pelo projeto no ano y (tonelada);                         |
| AF <sub>k,y</sub>    | Fator de alocação para a produção de biodiesel pela oleaginosa k no ano y (fração);                                                  |
| PE <sub>CC,k,y</sub> | Emissões provenientes do cultivo de oleaginosas do tipo k no ano y (t CO <sub>2</sub> e);                                            |
| PE <sub>TT,k,y</sub> | Emissões provenientes do transporte de oleaginosas do tipo k a/ou biodiesel no ano y (t CO <sub>2</sub> e);                          |
| PE <sub>PP,k,y</sub> | Emissões provenientes da produção de biodiesel usando oleaginosas do tipo k no ano y (t CO <sub>2</sub> e);                          |
| PE <sub>MeOH,y</sub> | Emissões do projeto pelo combustível fóssil utilizado pelo metanol no processo de transesterificação no ano y (t CO <sub>2</sub> e); |

PECH<sub>4,y</sub>

Quando aplicável, emissões de metano provenientes dos resíduos sólidos e/ou efluentes no ano y (t CO<sub>2</sub> e);

## **Fator de Alocação**

A metodologia estabelece critérios para a repartição das emissões a partir de um processo de produção entre o produto principal, seus co-produtos e seus subprodutos. Desta forma, as emissões de projeto são parcialmente atribuídas à produção de biodiesel, o principal produto do projeto. As emissões são distribuídas entre o biodiesel, seus *coprodutos* (óleo de palmiste, e no caso do SAF/Dendê, podem ser os cultivo intercalados como cacau, feijão, etc...) e seus *subprodutos* (torta de prensagem – massa de frutos prensada remanescente sem o óleo bruto da palma –, e a glicerina) decorrentes do processo produtivo.

A metodologia MDL consolidada ACM0017 define o procedimento de alocação através de um anexo especialmente elaborado para esta metodologia: “Orientação sobre repartição das emissões dos processos de produção entre produto principal e co- e subprodutos” (UNFCCC, 2010c). Além de estabelecer escopo e definições, esta orientação permite a escolha entre quatro critérios de alocação a serem considerados: econômico (preço de mercado), substituição (ou expansão da fronteira do sistema), conteúdo de energia ou atribuição de todas emissões ao produto principal.

No caso da metodologia de pequena escala AMS III.AK, é definido que o critério de alocação deve ser o econômico (preço de mercado) e orienta que podem ser incluídos na alocação os coprodutos ou subprodutos do cultivo das oleaginosas que sejam comercializados no mercado.

Conforme apresentado anteriormente, não foi possível obter dados de produção dos coprodutos para o estudo de caso do SAF/Dendê. Portanto, por simplicidade, a alocação será feita considerando inicialmente os mesmos produtos do monocultivo (óleo de palmiste e torta de prensagem). Na etapa de interpretação dos resultados será feita uma análise de sensibilidade do fator de alocação para avaliar sua influência nos resultados.

Desta forma, o cálculo do fator de alocação  $AF_{k,y}$  é definido pela equação abaixo:

$$AF_y = \frac{FP_{BD,k,y} \times MP_{BD,k,y}}{FP_{BD,k,y} \times MP_{BD,k,y} + M_{OM,k,y} \times MP_{OM,k,y} + M_{G,k,y} \times MP_{G,y}}$$

(10)

Onde,

|               |                                                                                                                        |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $FP_{BD,k,y}$ | Quantidade de biodiesel produzido com oleaginosa do tipo k que é produzido pelo projeto no ano y (toneladas);          |
| $MP_{BD,k,y}$ | Preço de mercado de biodiesel produzido com oleaginosa do tipo k no ano y (\$/tonelada);                               |
| $M_{OM,k,y}$  | Quantidade de torta de prensagem obtida da oleaginosa do tipo k no ano y (toneladas);                                  |
| $MP_{OM,k,y}$ | Preço de mercado da torta de prensagem obtida da oleaginosa do tipo k no ano y (\$/tonelada);                          |
| $M_{G,k,y}$   | Quantidade de glicerina associada com a produção de biodiesel produzido com oleaginosa do tipo k no ano y (toneladas); |
| $MP_{G,k,y}$  | Preço de mercado da glicerina no ano y (\$/tonelada);                                                                  |

**Tabela 15 – Parâmetros para cálculo do fator de alocação**

| Parâmetro     | Unidade     | Valor | Fonte         |
|---------------|-------------|-------|---------------|
| $MP_{BD,k,y}$ | \$/tonelada | 1,95  | UNFCCC, 2010c |
| $MP_{OM,k,y}$ | \$/tonelada | 39,6  | UNFCCC, 2010c |
| $MP_{G,k,y}$  | \$/tonelada | 46    | UNFCCC, 2010c |

Fonte Elaboração própria

### Emissões do projeto provenientes do transporte ( $PE_{TT,k,y}$ )

As emissões provenientes do transporte de oleaginosa do tipo k ou biodiesel no ano y são calculadas pela seguinte fórmula:

$$PE_{TT,k,y} = (Q_{k,y} / CT_y) \times DAF_{k,y} \times EF_{CO2} \quad (11)$$

Onde,

|           |                                                                                       |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| $Q_{k,y}$ | Quantidade de matéria prima da oleaginosa do tipo k transportada no ano y (tonelada); |
| $CT_y$    | Capacidade média de transporte do caminhão (ton/caminhão);                            |

|                    |                                                                                                     |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DAF <sub>k,y</sub> | Distância média para o transporte da oleaginosa do tipo k. (km/caminhão).                           |
| EF <sub>CO2</sub>  | Fator de emissão de CO <sub>2</sub> do uso de combustível para transporte (kg CO <sub>2</sub> /km). |

Esta metodologia oferece a opção de, caso a origem de todas as oleaginosas estejam situadas a uma distância inferior a 50 km da planta de produção de biodiesel, as emissões provenientes do transporte podem ser desconsideradas. Entretanto, neste caso, também as emissões causados pelo transporte de longa distância do petróleo para produção de diesel fóssil devem ser desconsideradas. O presente estudo optou por desconsiderar tanto as emissões de transporte, quanto as do vazamento do transporte de petróleo.

Conforme apresentado anteriormente, como o foco do presente estudo está na fase agrícola, alguns dos parâmetros fora desta fronteira foram obtidos de outros estudos. No caso do transporte ocorrido fora da fronteira agrícola, cujos dados não eram disponíveis, foram utilizados os dados de PACCA (2010), uma vez que o estudo apresenta em separado as emissões específicas de transporte para as operações agrícolas e as da usina.

Como as emissões da fase agrícola serão contabilizadas em separado (opção B da metodologia, a ser apresentada adiante), será utilizado somente o dado das emissões de transporte referentes à usina, que totalizam 219,6 kg CO<sub>2</sub>/ha ano. PACCA (2010).

Considerando um módulo familiar de 10 ha, as emissões de transporte resultam em 2,2 ton. CO<sub>2</sub> / ano.

### **Emissões do projeto provenientes da produção de óleo e de biodiesel (PE<sub>PP,k,y</sub>)**

As emissões relacionadas ao processamento (ex. esmagamento, filtragem, transesterificação, degomagem, neutralização) são determinadas a partir da seguinte equação:

$$PE_{PP,k,y} = EC_{PP,k,y} \times EF_{CO2,Elec} + \sum (FC_{i,PP,k,y} \times NCV_i \times EF_{CO2,i}) \quad (12)$$

Onde,

|                        |                                                                                                                                          |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| EC <sub>PP,k,y</sub>   | Consumo de eletricidade para produção de biodiesel da oleaginosa do tipo k no ano y (MWh);                                               |
| EF <sub>CO2,Elec</sub> | Fator de emissão da eletricidade fornecida pela rede para o projeto (t CO <sub>2</sub> e/MWh);                                           |
| FC <sub>i,PP,k,y</sub> | Consumo de combustível fóssil do tipo i para processamento de óleo ou produção de biodiesel da oleaginosa do tipo k no ano y (tonelada); |
| NCV <sub>i</sub>       | Poder calorífico do combustível fóssil i (GJ/tonelada);                                                                                  |
| EF <sub>CO2,i</sub>    | Fator de emissão do combustível fóssil i (t CO <sub>2</sub> e/GJ combustível);                                                           |

No caso do processamento industrial ocorrido fora da fronteira agrícola, foram utilizados os dados de PACCA (2010), que apresenta as emissões específicas da produção de óleo vegetal e de biodiesel. Neste caso, estas equações e parâmetros não foram utilizados.

Do estudo de PACCA (2010), as emissões da fase industrial são de 65,1 kg CO<sub>2</sub>/ha ano. Considerando um módulo familiar de 10 ha, as emissões resultam em 0,65 ton. CO<sub>2</sub> / ano.

### **Emissões do projeto pelo combustível fóssil utilizado pelo metanol no processo de transesterificação (PE<sub>MeOH,y</sub>)**

As emissões relacionadas ao processo de transesterificação são determinadas a partir da seguinte equação:

$$PE_{MeOH,y} = MC_{MeOH,y} \times EF_{C, MeOH} \times 44/12 \quad (13)$$

Onde,

|                       |                                                                                                                            |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| MC <sub>MeOH,y</sub>  | Quantidade de metanol consumido pelo processo de produção de biodiesel, incluindo perdas e evaporação no ano y (tonelada); |
| EF <sub>C, MeOH</sub> | Fator de emissão do metanol, baseado no peso molecular (t C/t MeOH) (=12/32);                                              |
| 44/12                 | Razão do peso molecular para converter toneladas de carbono em toneladas de CO <sub>2</sub> .                              |

A quantidade de metanol consumido é calculada a partir da proporção determinada pelo estudo de PACCA (2010), pois conforme apresentado anteriormente, o estudo

considerou a mesma indústria (rota metílica) utilizada pela empresa que faria o processamento de biodiesel do estudo de caso. A proporção é : 396 ton. MeOH / 3962 ton. biodiesel.

### **Emissões de metano provenientes dos resíduos sólidos e/ou efluentes (PE<sub>CH<sub>4</sub>,y</sub>)**

De acordo com a metodologia AMS-III.AK, quando aplicável, as emissões de metano provenientes dos resíduos sólidos e/ou efluentes são determinadas a partir da metodologias AMS-III.G (aterro), AMS-III.F (compostagem), AMS-III.H (tratamento de efluentes).

O estudo de PACCA (2010) não esclarece como foram tratadas as emissões dos efluentes da usina de processamento. Como não foi possível obter dados para aplicação da metodologia AMS-III.H (tratamento de efluentes), conforme orienta a metodologia, optou-se por adotar uma abordagem conservadora, considerando a adoção de lagoas de decantação, com valores de emissão de CH<sub>4</sub> baseado em literatura, que considera emissão de 0,2 t de CO<sub>2</sub> eq por tonelada de óleo produzido (REIJNDERS et HUIJBREGTS, 2006).

### **Emissões do projeto associadas ao cultivo do solo para produção de oleaginosas**

A metodologia oferece duas opções para o cálculo das emissões associadas ao cultivo do solo para produção de oleaginosas:

**Opção A:** Fornece uma abordagem simplificada, através do uso de fator de emissão padrão de valor conservador, para as emissões associadas ao cultivo do solo, levando em conta diferentes regiões geográficas onde é cultivada a oleaginosa. Até o momento, esta abordagem pode ser usada apenas para palma (*Elaeis guineensis*) ou pinhão-manso (*Jatropha curcas*).

A equação correspondente é a seguinte:

$$PECC,y = A,y \times EF_y \quad (14)$$

Onde,

|                   |                                                                                                                                                                                       |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PECC,y            | Emissões provenientes do cultivo de oleaginosas do tipo k no ano y (t CO <sub>2</sub> e);                                                                                             |
| A <sub>ky</sub> , | Área total na qual a oleaginosa do tipo k é cultivada para uso no projeto no ano y (ha);                                                                                              |
| EF <sub>s,y</sub> | Fator de emissão padrão para as emissões de GEE associadas ao cultivo do solo s (t CO <sub>2</sub> e/ ha). A tabela abaixo apresenta os valores disponíveis já aprovados pela UNFCCC. |

**Tabela 16 - Fator de emissão padrão para emissões de GEE associadas com o cultivo do solo para produção de oleaginosas**

| Oleaginosa            | Zona Climática | EF <sub>s,y</sub> (tCO <sub>2</sub> e/ha) |
|-----------------------|----------------|-------------------------------------------|
| Palm Methyl Esther    | Tropical Moist | 1,87                                      |
| Palm Methyl Esther    | Tropical Wet   | 1,87                                      |
| Jatropha Methyl Ester | Tropical Moist | 1,76                                      |
| Jatropha Methyl Ester | Tropical Dry   | 2,52                                      |

Fonte UNFCCC, 2010a

**Opção B:** Esta opção exige o uso de dados específicos do projeto, ou seja, as emissões associadas ao cultivo do solo devem ser determinadas de acordo com os procedimentos definidos na metodologia consolidada ACM0017.

Conforme apresentado anteriormente, um dos objetivos da aplicação do estudo de caso é justamente comparar a opção A, simplificada, com a opção B, que representa a abordagem de uma metodologia que requer um grande nível de detalhes e rigor.

A tabela 17 abaixo apresenta as fontes de emissão consideradas pela opção B. A partir deste quadro, é possível constatar o nível de complexidade de monitoramento exigido, o que se reflete nos cálculos e requisitos de monitoramento.

**Tabela 17 - Fontes relevantes de emissão do cultivo do solo**

| Fontes de Emissão                                        | # da Equação no Anexo 1 |
|----------------------------------------------------------|-------------------------|
| Consumo de combustível fóssil em operações agrícolas     | -                       |
| Consumo de eletricidade em operações agrícolas           | -                       |
| Emissões de N <sub>2</sub> O resultantes de aplicação de | B1, B2, B3              |

| Fontes de Emissão                                                                                                     | # da Equação no Anexo 1  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| fertilizantes                                                                                                         |                          |
| Emissões CO <sub>2</sub> provenientes da aplicação de ureia                                                           | B4                       |
| Emissões CO <sub>2</sub> provenientes da aplicação de calcário e dolomita                                             | B5                       |
| Emissões de CH <sub>4</sub> e N <sub>2</sub> O provenientes da queima de biomassa no campo                            | B6                       |
| Emissões de N <sub>2</sub> O provenientes do cultivo do solo                                                          | B7, B8, B9, B10, B11, 12 |
| Emissões da produção de fertilizante sintético utilizado no cultivo                                                   | B13                      |
| Emissões de CO <sub>2</sub> resultantes da mudança do estoque de carbono no solo decorrente da mudança no uso do solo | B14, B15, B16, B17, B18  |

Fonte UNFCCC (2010b)

### **3.4.3.1 – Emissões específicas associadas ao cultivo do solo**

Esta parte da pesquisa apresenta os procedimentos de cálculo das emissões do projeto associadas ao cultivo do solo para produção de oleaginosas. Para facilitar a apresentação, optou-se por manter nesta seção somente os componentes do cálculo aplicáveis ao estudo de caso, e deixando para o Anexo A.1 a apresentação completa da metodologia. Os dados dos parâmetros necessários para aplicação do estudo de caso serão indicados próximo às respectivas fórmulas.

#### **Emissões de N<sub>2</sub>O resultantes de aplicação de fertilizantes**

Como já apresentado anteriormente, as emissões de N proveniente de fertilizantes são as mais significativas no ciclo de vida dos biocombustíveis. Esta parte é especialmente importante para o estudo de caso, uma vez que a aplicação de fertilizantes orgânicos é um dos principais fatores de diferenciação entre o sistema SAF/Dendê e a monocultura.

A equação correspondente é a seguinte:

$$PE_{N2O-N,Fer,y} = F_{N,y} \times EF_{N2O-N,dir} \times GWP_{N2O} \times \frac{44}{28}$$

(B1)

Onde,

|                    |                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $PE_{N2O-N,Fer,y}$ | Emissões diretas de $N_2O-N$ provenientes do cultivo do solo no ano $y$ (tCO <sub>2</sub> e);                                                                                                                                                  |
| $F_{N,y}$          | Quantidade de nitrogênio proveniente de fertilizante sintético, de fertilizante orgânico, de manejo animal, de água residual ou de composto de outra fonte orgânica aplicada no cultivo no ano $y$ (t N). Onde $F_{N,y} = F_{ON,y} + F_{SN,y}$ |
| $EF_{N2O-N,dir}$   | Fator de emissão para emissões diretas de óxido nitroso proveniente de fontes de nitrogênio (Valor padrão 0.01 t $N_2O-N/t$ N)                                                                                                                 |

A quantidade de nitrogênio proveniente do fertilizante orgânico aplicado no cultivo ( $F_{ON,y}$ ) é calculada com base na quantidade do fertilizante orgânico aplicado e no conteúdo de nitrogênio contido no fertilizante, de acordo com a equação:

$$F_{ON,y} = \sum_p M_{OF,p,y} \times w_{N,p,y} \quad (B2)$$

Onde:

- $F_{ON,y}$  = Quantidade de nitrogênio proveniente de fertilizante orgânico, de manejo animal, de água residual ou de composto de outra fonte orgânica aplicada no cultivo no ano  $y$  (t N)  
 $M_{OF,p,y}$  = Quantidade do fertilizante orgânico  $p$  aplicado no cultivo no ano  $y$  (t de fertilizante orgânico)  
 $w_{N,p,y}$  = fração do peso do nitrogênio contido no fertilizante orgânico do tipo  $p$  (t N / t de fertilizante orgânico)  
 $p$  = Tipo do fertilizante orgânico aplicado no cultivo no ano  $y$ .

A tabela 18 abaixo apresenta os fertilizantes orgânicos considerados no presente estudo de caso, e sua respectiva concentração de N. Foram considerados apenas os fertilizantes com alta concentração de N.

**Tabela 18 – Concentração de N dos fertilizantes orgânicos utilizados no SAF/Dendê**

| Adubo                | Concentração de N (%) | Fonte              |
|----------------------|-----------------------|--------------------|
| Cacho vazio de dendê | 0,715                 | FURLAN (2000)      |
| Cama de frango       | 3,04                  | KIEHL (1985)       |
| Composto da CAMTA    | 2,35                  | VASCONCELOS (2011) |
| Torta de mamona      | 5,44                  | VASCONCELOS (2011) |
| Farinha de osso      | 2,00                  | VASCONCELOS (2011) |

Fonte: VASCONCELOS (2011)

A tabela 19 abaixo apresenta o resultado do cálculo da quantidade média de aporte de N no SAF/Dendê

**Tabela 19 – Quantidade média de N aportado pelos fertilizantes orgânicos**

| Adubo                | Média 25 anos<br>(kg N / ha) |
|----------------------|------------------------------|
| Cacho vazio de dendê | 118,9                        |
| Cama de frango       | 22,5                         |
| Composto da CAMTA    | 23,7                         |
| Torta de mamona      | 26,9                         |
| Farinha de osso      | 0,8                          |

Fonte: NATURA (2011)

A quantidade de nitrogênio proveniente de fertilizante sintético aplicado no cultivo ( $F_{SN,y}$ ) não é considerado no estudo de caso, uma vez que a proposta do SAF/Dendê é a não utilização de fertilizantes sintéticos. Desta forma  $F_{SN,y} = 0$ .

A equação B3 referente a este componente se encontra no Anexo A.1.

### **Emissões de CO<sub>2</sub> provenientes da aplicação de ureia**

Este componente não é considerado no estudo de caso, uma vez que a proposta é a não utilização de fertilizantes sintéticos. Desta forma  $PE_{urea,y} = 0$ .

A equação B4 referente a este componente se encontra no Anexo A.1.

### **Emissões de CO<sub>2</sub> provenientes da aplicação de calcário e dolomita**

O uso de carbonatos no solo na forma de calcáreo ( $CaCO_3$ ) ou dolomita ( $CaMg(CO_3)_2$ ) acarreta em emissão de CO<sub>2</sub> e. Estas emissões são calculadas de acordo com a seguinte fórmula:

$$PE_{lime,y} = (M_{limestone,y} \times EF_{limestone} + M_{dolomite,y} \times EF_{dolomite}) \times \frac{44}{12} \quad (B5)$$

Onde:

- $PE_{lime,y}$  = Emissões de projeto provenientes da aplicação de calcário e dolomita na área de cultivo no ano y (tCO<sub>2</sub>)  
 $M_{limestone,y}$  = Quantidade de calcário ( $CaCO_3$ ) aplicado no cultivo no ano y (tCaCO<sub>3</sub>)

|                  |                                                                                                                         |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $M_{dolomite,y}$ | = Quantidade de dolomita ( $CaMg(CO_3)_2$ ) aplicado no cultivo no ano y<br>(t $CaMg(CO_3)_2$ )                         |
| $EF_{limestone}$ | = Fator de emissão de carbono para a aplicação de calcário (Valor padrão 0.12 tC/tCaCO <sub>3</sub> )                   |
| $EF_{dolomite}$  | = Fator de emissão de carbono para a aplicação de dolomita (Valor padrão 0.13 tC/tCaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ) |

Neste caso, o uso de Calcário foi inventariado e cenarizado no SAF/ Dendê de acordo com a seguinte tabela:

**Tabela 20 – Quantidade média de Calcário aplicado no SAF/Dendê**

| Insumo   | Quantidade aplicada no primeiro ano (kg/ ha) | Média 25 anos (kg/ ha) |
|----------|----------------------------------------------|------------------------|
| Calcário | 1.300,0                                      | 52,0                   |

Fonte: NATURA (2011)

### **Emissões de CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O provenientes da queima de biomassa no campo**

Este componente não é considerado no estudo de caso, uma vez que a proposta é a não utilização da prática de queimadas. Desta forma  $PE_{FB,y} = 0$ .

A equação B6 referente a este componente se encontra no Anexo A.1.

### **Emissões Diretas de N<sub>2</sub>O provenientes do cultivo do solo (PE<sub>N2O-N,dir,y</sub>)**

Este componente é relevante no estudo de caso, uma vez que a principal proposta do SAF/Dendê é justamente a utilização de resíduos orgânicos como fertilizante.

As emissões de N<sub>2</sub>O provenientes do cultivo do solo podem ocorrer das seguintes atividades:

- Nitrogênio proveniente de resíduos de colheita (acima e abaixo do solo);
- Mineralização do nitrogênio associada à perda de matéria orgânica do solo, resultante da mudança do uso da terra do solo mineral (aplicável no caso de solo mineral);
- Drenagem de solos orgânicos (aplicável no caso de solo orgânico).

De acordo com VASCONCELOS (2011), a concentração de carbono no solo do SAF/Dendê está abaixo de 8%, limite que define um solo orgânico. Portanto, o tipo de solo é considerado como mineral.

As emissões diretas de N<sub>2</sub>O provenientes do solo são calculadas da seguinte forma:

$$PE_{N2O-N,dir,y} = \left\{ \left( \sum_{s_{CR}} F_{CR,s_{CR},y} \right) \times EF_{N2O-N,dir} + \sum_{s_{MS}} [F_{SOM,s_{MS},y} \times EF_{N2O-N,dir}] + \sum_{s_{OS}} [A_{PJ,s_{OS},y} \times EF_{N2O,N,OS}] \right\} \times GWP_{N2O} \times \frac{44}{28} \quad (B7)$$

Where:

- PE<sub>N2O-N,dir,y</sub> = Emissões diretas de N<sub>2</sub>O-N provenientes do cultivo do solo no ano y (tCO<sub>2</sub>e)
- EF<sub>N2O-N,dir</sub> = Fator de emissão para emissões diretas de óxido nitroso proveniente de fontes de nitrogênio (Default Value 0.01 t N<sub>2</sub>O-N/t N)
- F<sub>CR,s<sub>CR</sub>,y</sub> = Quantidade de N em resíduos de colheita (acima ou abaixo do solo), incluindo o cultivo de espécies fixadoras de N
- F<sub>SOM,s<sub>MS</sub>,y</sub> = Quantidade de nitrogênio no solo mineral, que foi mineralizado no estrato *s<sub>MS</sub>*, no ano y, em associação com a perda de carbono na matéria orgânica do solo, como um resultado de mudança de uso da terra (t N)
- A<sub>PJ,s<sub>OS</sub>,y</sub> = Tamanho da área do estrato *s<sub>OS</sub>* (ha)
- EF<sub>N2O,N,OS</sub> = Fator de emissão para emissão de óxido nitroso provenientes da drenagem de solo orgânico (t N<sub>2</sub>O-N/ha)
- s<sub>CR</sub> = Estrato da área do projeto aonde resíduos de cultivo são retornados ao solo, incluindo cultivo de espécies fixadoras de nitrogênio
- s<sub>MS</sub> = Estrato da área do projeto com solo mineral
- s<sub>OS</sub> = Estrato da área do projeto com solo orgânico

A quantidade de nitrogênio proveniente dos resíduos de colheita retornados ao solo ( $F_{CR,s_{CR},y}$ ) é calculado para cada estrato *s<sub>CR</sub>* da seguinte forma:

$$F_{CR,s_{CR},y} = \sum_c M_{c,s_{CR},y} \times [R_{AG,c} \times w_{N,AG,c} \times (1 - Frac_{REMOVE,c,y}) \times (1 - f_{burnt,s_{CR},c,y} \times (1 - C_{f,c})) + R_{BG,c} \times w_{N,BG,c}] \quad (B8)$$

Onde:

- F<sub>CR,s<sub>CR</sub>,y</sub> = Quantidade de N em resíduos de colheita (acima ou abaixo do solo), incluindo o cultivo de espécies fixadoras de N, retornados ao solo no estrato *s<sub>CR</sub>* no ano y (t N)

|                      |                                                                                                                                                                 |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $M_{c,s_{CR},y}$     | = Quantidade de cultivo do tipo $c$ que é produzido no estrato $s_{CR}$ no ano $y$ (t matéria seca)                                                             |
| $f_{bumts_{CR},c,y}$ | = Fração da área do estrato $s_{CR}$ , produzido pelo cultivo tipo $c$ , que é queimada no ano $y$                                                              |
| $C_{f,c}$            | = Fator de combustão, que contabiliza a proporção dos resíduos do cultivo do tipo $c$ que são efetivamente queimados quando ocorre a prática de queima no campo |
| $R_{AG,c}$           | = Razão entre os resíduos acima do solo do cultivo do tipo $c$ , e o rendimento da colheita do cultivo do tipo $c$                                              |
| $W_{N,AG,c}$         | = Conteúdo de N nos resíduos acima do solo do cultivo do tipo $c$ (t N/t matéria seca)                                                                          |
| $Frac_{REMOV,c,y}$   | = Fração dos resíduos de biomassa acima do solo do cultivo do tipo $c$ que são removidos da plantação no ano $y$                                                |
| $R_{BG,c}$           | = Razão entre os resíduos abaixo do solo do cultivo do tipo $c$ , e o rendimento da colheita do cultivo do tipo $c$                                             |
| $W_{N,BG,c}$         | = Conteúdo de N nos resíduos abaixo do solo do cultivo do tipo $c$ (t N/t matéria seca)                                                                         |
| $C$                  | = Tipos de cultivo colhidos no estrato $s_{CR}$ no ano $y$                                                                                                      |
| $s_{CR}$             | = Estrato da área do projeto aonde resíduos de cultivo são retornados ao solo, incluindo cultivo de espécies fixadoras de nitrogênio                            |

Ainda que alguns parâmetros possam ser facilmente determinados, como por exemplo, o fato do uso de queimada não fazer parte da prática de manejo do SAF/Dendê, implicando no valor nulo do parâmetro  $f_{bumts_{CR},c,y}$ , não foi possível obter todas as informações necessárias para efetuar os cálculos da metodologia para este componente, como por exemplo, a quantidade cultivada de todas as espécies ( $M_{c,s_{CR},y}$ ), ou a razão de resíduos acima e abaixo do solo ( $R_{AG,c}$  e  $R_{BG,c}$ ). Optou-se por estimar o parâmetro  $F_{CR,s_{CR},y}$  por meio das medições diretas de nitrogênio feitas pela equipe, como parte das atividades já programadas de monitoramento do SAF/Dendê, conforme o procedimento de quantificação do aporte de nitrogênio por deposição de matéria orgânica na projeção da copa (aro) de indivíduos de dendezeiro, descrito na seção anterior. A tabela 21 abaixo apresenta o resultado das medições para os 3 primeiros anos:

**Tabela 21 – Estimativa de N de resíduos aplicado no SAF/Dendê**

| Ano  | Aro dendê                                        |            |                               |
|------|--------------------------------------------------|------------|-------------------------------|
|      | kg N ha-1                                        | Quantidade | TOTAL<br>(kg N ha-1<br>ano-1) |
| 2008 | <i>Não houve coleta<br/>em 2008.<sup>3</sup></i> | 3          | 73,2                          |
| 2009 | 38,9                                             | 5          | 194,5                         |
| 2010 | 9,9                                              | 5          | 49,5                          |
|      | Média                                            |            | 105,7                         |

Fonte: Embrapa (2011)

Como não houve coleta em 2008, optou-se por estimar através da média dos anos 2009 e 2010 disponíveis, como forma viabilizar a estimativa do calculo. Desta forma, para possibilitar a avaliação do fator de emissão de cultivo, foi considerada a média calculada. Portanto  $F_{CR,sCR,y} = 105,7$  kg de N por ha ano.

Com relação ao segundo parâmetro necessário para o cálculo das Emissões Diretas de  $N_2O$  provenientes do cultivo do solo ( $PE_{N2O-N,dir,y}$ ), as emissões de nitrogênio provenientes do solo mineral ( $F_{SOM,sMS,y}$ ) podem ser consideradas nulas, pois de acordo com a metodologia AMS-III.AK (UNFCCC, 2010), emissões deste tipo só ocorrem em solo mineral quando existe perda de carbono no solo resultante da mudança de uso do solo. Considerando as condições de aplicabilidade da metodologia, que restringe atividades de projeto a terras degradadas, e que um Sistema Agroflorestal aumenta o estoque de carbono no solo, pode-se considerar que  $F_{SOM,sMS,y} = 0$ .

A equação B9 referente a este componente se encontra no Anexo A.1.

#### **Emissões Indiretas de $N_2O$ provenientes do cultivo do solo ( $PE_{N2O-N,ind,y}$ )**

As emissões indiretas de  $N_2O$  são decorrentes da decomposição no nitrogênio volatilizado do cultivo e pela lixiviação do  $N_2O$ , e são calculadas da seguinte forma:

---

<sup>3</sup> Como não houve coleta em 2008, optou-se por estimar através da média dos anos disponíveis.

$$PE_{N2O-N,ind,y} = (PE_{N2O-N,ind,ATD,y} + PE_{N2O-N,ind,L,y}) \times \frac{44}{28} \times GWP_{N2O} \quad (B10)$$

Onde:

- $PE_{N2O-N,ind,y}$  = Emissões indiretas de  $N_2O-N$  provenientes do cultivo do solo no ano y (tCO<sub>2</sub>e)  
 $PE_{N2O-N,ind,ATD,y}$  = Emissões indiretas de  $N_2O-N$  provenientes da deposição atmosférica de nitrogênio volatilizado do solo no ano y (tN<sub>2</sub>O-N)  
 $PE_{N2O-N,ind,L,y}$  = Emissões indiretas de  $N_2O-N$  provenientes da lixiviação resultante a aplicação de nitrogênio no cultivo no ano y (tN<sub>2</sub>O-N)

As fórmulas B11 e B12 que detalham o cálculo das emissões dos componentes  $PE_{N2O-N,ind,ATD,y}$  e  $PE_{N2O-N,ind,L,y}$  são apresentadas no Anexo A.1, onde é possível constatar que o cálculo de ambos é efetuado a partir dos dados  $F_{ON,y}$  (apresentado acima pela equação B2), e  $F_{CR,s_{CR},y}$  (apresentado acima pela equação B8).

**Emissões provenientes da produção do fertilizante sintético utilizado no cultivo ( $PE_{FP,y}$ )**

Este componente não é considerado no estudo de caso, uma vez que a proposta é a não utilização de fertilizantes sintéticos. Desta forma  $PE_{FP,y} = 0$

A equação B13 referente a este componente se encontra no Anexo A.1.

**Emissões de CO<sub>2</sub> resultantes da mudança do estoque de carbono no solo, decorrente da mudança no uso do solo ( $PE_{CO2,soil,y}$ )**

De acordo com a metodologia AMS-III.AK (UNFCCC, 2010), as emissões de CO<sub>2</sub> provenientes do decréscimo do estoque de carbono decorrente da mudança no uso da terra devem ser estimados através do guia para inventários nacionais de GEE do IPCC. Entretanto, conforme foi comentado no componente anterior, considerando as condições de aplicabilidade da metodologia, que restringe atividades de projeto a terras degradadas, e que um Sistema Agroflorestal aumenta o estoque de carbono no solo, pode-se considerar que  $PE_{CO2,soil,y} = 0$ .

É interessante destacar que, mesmo para os casos de aumento no estoque de carbono no solo em decorrência de atividades de projeto – como é o caso do SAF/Dendê

mentionado acima, a metodologia não permite que este aumento seja contabilizado como emissões negativas (sumidouro de carbono).

As equações B14, B15, B16, B17 e B18 referentes às emissões de CO<sub>2</sub> resultantes da mudança do estoque de carbono no solo se encontram no Anexo A.1.

### **3.4.4 – Apresentação dos resultados**

As metodologias MDL são elaboradas de forma a contabilizar a redução de emissões no período de um ano, conforme apresentado em detalhes na seção anterior. No intuito de simplificar a aplicação da metodologia no presente estudo de caso, os dados anuais foram convertidos para a média dos 25 anos da vida útil do SAF/Dendê. Esta conversão foi feita de acordo com os dados do inventário dos anos 1 a 3, e a projeção do cenário dos anos 4 a 25, conforme apresentado na seção 3.4 do estudo de caso. Esta abordagem não altera em nada os resultados, uma vez que as operações de cálculo da metodologia são todas lineares. Os resultados obtidos do modelo por esta abordagem (RCEs) serão, portanto, equivalentes à média anual. Se for desejado o cálculo de RCEs de um determinado período específico dentro no horizonte do projeto, os dados médios podem ser desagregados para aplicação no modelo, para explicitar as emissões do período desejado.

Os resultados serão apresentados em etapas: primeiramente, a aplicação da opção B das emissões do projeto associadas ao cultivo do solo para produção de dendê, para a obtenção do fator específico de emissões de cultivo; em seguida, a utilização deste fator no cálculo das Reduções Certificadas de Emissões do projeto.

#### **3.4.4.1 – Fator de emissões de cultivo (opção B da metodologia)**

A planilha com os cálculos detalhados para cada componente é apresentada no Anexo A.2. A tabela abaixo apresenta o resultado consolidado do cálculo do fator específico de emissão de cultivo do solo (opção B), em comparação com o fator de emissão conservador da metodologia (opção A), fornecido pela UNFCCC (2010).

**Tabela 22 – Fator de emissão de cultivo do solo (t CO<sub>2</sub>e/ ha)**

| Fonte                                                                      | Fator SAF/Dendê | Fator conservador |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------|
| PE <sub>FB</sub> = Queima de biomassa no campo                             | 0,00            | 0,00              |
| PEC <sub>O2,soil</sub> = Mudança no estoque de carbono no solo             | 0,00            | 0,00              |
| PE <sub>FC,PL</sub> = Consumo de combustível fóssil em operações agrícolas | 0,46            | 0,61              |
| PE <sub>FP</sub> = Produção de fertilizante sintético utilizado no cultivo | 0,00            | 0,73              |
| PE <sub>N2O,soil</sub> = Emissões de N <sub>2</sub> O                      | 1,97            | 0,53              |
| PE <sub>urea</sub> = Uso de uréia no cultivo                               | 0,00            | 0,00              |
| PE <sub>lime</sub> = Aplicação de calcareo e dolomita                      | 0,03            | 0,00              |
| PE <sub>EC</sub> = Uso de eletricidade em operações agrícolas              | 0,00            | 0,00              |
| <b>PE<sub>BC</sub>= Fator de emissões de cultivo</b>                       | <b>2,45</b>     | <b>1,87</b>       |

**Fonte:** Elaboração própria

Como se pode constatar, o resultado do cálculo do fator específico de emissões de cultivo do sistema é 31% maior do que o fator padrão oferecido pela opção A da metodologia.

Uma das expectativas que motivaram a aplicação desta metodologia no projeto SAF/Dendê foi que as emissões deste sistema de cultivo seriam menores do que o fator padrão da metodologia, que geralmente é conservador. A análise dos componentes do cálculo do fator de emissão, apresentada na tabela 22, indica que as reduções referentes à restrição ao uso de fertilizante sintético foram mais que compensadas pelas maiores emissões de N<sub>2</sub>O provenientes do aporte de resíduos como adubo, assim como do maior consumo de diesel para transporte e distribuição dos resíduos dentro do próprio sistema.

A análise de sensibilidade permite avaliar impactos associados a alterações de parâmetros de determinado sistema por meio da análise das suas variáveis de saída. Para o estudo de caso, pode-se calcular a sensibilidade das emissões pela variação de determinados insumos, para calcular seu impacto no fator de emissão do sistema, representado pela seguinte expressão:

$$S_{Insumo\%} = \Delta PE_{cc}\% / \Delta Insumo\%$$

Onde

- S<sub>Insumo%</sub> representa a Sensibilidade do Fator de Emissão, referente ao Insumo;
- PE<sub>cc</sub> % representa a variação percentual do fator de emissão do sistema;

Insumo% representa variação percentual do insumo imposta ao sistema;

Esta análise pode ser relevante caso se deseje utilizar a metodologia de cálculo de emissões para otimizar as emissões do sistema através do controle de seus insumos.

A tabela 23 abaixo apresenta o resultado da análise de sensibilidade referente aos insumos selecionados. Percebe-se que a sensibilidade referente ao nitrogênio é significativamente maior que as demais.

**Tabela 23 – Sensibilidade do fator de emissões de cultivo com relação a insumos selecionados**

| Insumo                                     | Sensibilidade do PE <sub>CC</sub> |
|--------------------------------------------|-----------------------------------|
| Diesel                                     | 31%                               |
| N em Adubo Orgânico (F <sub>ON</sub> )     | 46%                               |
| N em Resíduos (F <sub>CR,SCR</sub> )       | 22%                               |
| Fertilizante sintético (PE <sub>FP</sub> ) | 28%                               |
| Calcário                                   | 1%                                |

**Fonte:** Elaboração própria

É importante ressaltar algumas considerações a respeito dos dados e pressupostos utilizados na aplicação da metodologia, pois se refletem em limitações da aplicação do estudo de caso.

- Conforme alertado na apresentação do estudo de caso, o sistema SAF/Dendê é relativamente complexo, e ainda se encontra em fase experimental. Apesar do esforço empregado para expurgar do inventário o retrabalho e problemas nas operações de implantação e manutenção do cultivo, considera-se que ainda existe uma grande margem para otimização nas operações agrícolas. O fato de o cultivo do dendê ser perene e de longa duração induz uma tendência para superdimensionar o aporte de insumos, para não comprometer a produtividade e o desenvolvimento das plantas. Espera-se que esse aporte possa ser otimizado, sendo que um dos parâmetros de otimização venha a ser a efetiva redução de emissões.

- O fato de o sistema estar na fase inicial forçou uma projeção de 25 anos, que foi fundamentada no inventário de apenas 3 anos. Qualquer desvio, principalmente em se tratando da fase de formação do cultivo, amplifica os erros da projeção.
- Ainda que exista uma equipe de pesquisa responsável pela coleta e tratamento dos dados, alguns dos parâmetros requeridos pela metodologia MDL não faziam parte do plano original de coleta de dados para o projeto. Isto é especialmente relevante para o caso do monitoramento do aporte de nitrogênio dos resíduos.

Um dos objetivos da aplicação do estudo de caso foi avaliar o impacto da utilização do fator padrão de emissões associadas ao cultivo do solo da metodologia, em especial em sistemas produtivos com possibilidade de aplicação na agricultura familiar.

Conforme apresentado anteriormente, a complexidade da metodologia pode ser avaliada através dos parâmetros que devem ser monitorados durante a execução do projeto.

A tabela 17 (Fontes relevantes de emissão do cultivo do solo) apresentada na seção anterior apresentou as fontes de emissão consideradas no cálculo de emissões do cultivo. Estes parâmetros são determinados pelo plano de monitoramento da metodologia. É possível constatar que a escolha da opção B torna a aplicação da metodologia significativamente mais complexa, tanto pela quantidade (13), quanto pela natureza dos parâmetros requeridos.

A complexidade dos requisitos de monitoramento da metodologia pode ser avaliada de forma alternativa pela análise dos recursos (humanos e materiais) necessários para coletar e processar os dados apresentados no estudo, conforme apresentado anteriormente na tabela 9 (Recursos humanos e materiais envolvidos na avaliação de aporte de nitrogênio no projeto SAF/Dendê).

#### **3.4.4.2 – Reduções Certificadas de Emissões do projeto**

O segundo objetivo da aplicação do estudo de caso foi estimar a receita de RCEs que poderiam ser geradas pelo projeto SAF/Dendê.

As fórmulas e respectivos valores de seus parâmetros foram apresentados na seção anterior. As tabelas abaixo apresentam os resultados parciais de cada etapa do cálculo.

**Tabela 24 – Emissões de linha de base**

| Componente      | Variável                                         | Subvariável | Unidade                | SAF/Dendê |
|-----------------|--------------------------------------------------|-------------|------------------------|-----------|
| BE <sub>y</sub> | Emissões de linha de base do t CO <sub>2</sub> e |             |                        | 72,3      |
|                 | NCV <sub>BD,y</sub>                              |             | GJ / t                 | 39,6      |
|                 | EF <sub>CO2,PD,y</sub>                           |             | t CO <sub>2</sub> / GJ | 0,0726    |
| BD <sub>y</sub> |                                                  |             | t                      | 25,1      |
|                 | P <sub>BD,y</sub>                                |             | t                      | 26,5      |
|                 | P <sub>BD, on-site,y</sub>                       |             | t                      | 0         |
|                 | P <sub>BD, other,y</sub>                         |             | t                      | 0         |
|                 | C <sub>BBD,y</sub>                               |             | t                      | 132       |
|                 | f <sub>PJ,y</sub>                                |             | razão volumétrica      | 0,2       |
|                 | f <sub>PD,y</sub>                                |             | % mistura              | 0,95      |

**Fonte:** Elaboração própria

**Tabela 25 – Emissões do projeto**

| Componente           | Variável                  | Subvariável | Unidade                       | SAF/Dendê |
|----------------------|---------------------------|-------------|-------------------------------|-----------|
| PE <sub>y</sub>      |                           |             | t CO <sub>2</sub> e           | 28,5      |
|                      | FP <sub>BD,y</sub>        |             | t                             | 1         |
|                      | AF <sub>y</sub>           |             | fração                        | 0,89      |
| PE <sub>cc,y</sub>   |                           |             | t CO <sub>2</sub> e           | 24,5      |
|                      | E <sub>y</sub>            |             | t CO <sub>2</sub> e/ha        | 2,45      |
|                      | A <sub>PJ</sub>           |             | ha                            | 10        |
| PE <sub>TT,y</sub>   |                           |             | t CO <sub>2</sub> e           | 2,2       |
|                      | Q <sub>y</sub>            |             | t                             | 0         |
|                      | CT <sub>y</sub>           |             | t / caminhão                  | 10        |
|                      | DAF <sub>y</sub>          |             | km / caminhão                 | 50        |
|                      | EF <sub>CO2</sub>         |             | t CO <sub>2</sub> e/km        | 0,999     |
| PE <sub>PP,y</sub>   |                           |             | t CO <sub>2</sub> e           | 0,7       |
|                      | EC <sub>PP,y</sub>        |             | MWh                           | 0         |
|                      | EF <sub>CO2,EL,y</sub>    |             | t CO <sub>2</sub> / MWh       | 0,294     |
|                      | FC <sub>diesel,PP,y</sub> |             | t                             | 0         |
|                      | NCV <sub>diesel</sub>     |             | GJ / t                        | 43        |
|                      | EF <sub>C2O,diesel</sub>  |             | t CO <sub>2</sub> / GJ diesel | 0,0726    |
| PE <sub>MeOH,y</sub> |                           |             | t CO <sub>2</sub> e           | 3,6       |
|                      | MC <sub>MeOH,y</sub>      |             | t                             | 2,6       |
|                      | EF <sub>C,MeOH</sub>      |             | t C / t MeOH                  | 0,375     |
| PE <sub>CH4,y</sub>  |                           |             | t CO <sub>2</sub> e           | 0,55      |

**Fonte:** Elaboração própria

É importante destacar que as emissões de cultivo representam 86% das emissões do projeto, seguidas pelas emissões do metanol com 13%. Isto confirma a afirmação feita antes, de que a fase agrícola é a que mais contribui com emissões do projeto. Esta significativa participação confirma a relevância do fator de emissão de cultivo, justificando assim o foco do estudo de caso na análise entre a opção A (fator de emissão padrão) e B (cálculo específico).

**Tabela 26 – Emissões do vazamento**

| Componente           | Variável             | Subvariável           | Unidade                   | SAF/Dendê |
|----------------------|----------------------|-----------------------|---------------------------|-----------|
| LE <sub>y</sub>      |                      |                       | t CO <sub>2</sub>         | -3,5      |
|                      | LE <sub>MeOH,y</sub> |                       | t CO <sub>2</sub>         | 5,2       |
|                      |                      | MC <sub>MeOH,y</sub>  | t MeOH                    | 2,6       |
|                      |                      | EF <sub>MeOH,PC</sub> | t CO <sub>2</sub> /t MeOH | 1,95      |
| LE <sub>PD,y</sub>   |                      |                       | t CO <sub>2e</sub>        | 8,7       |
| LE <sub>PROD,y</sub> |                      |                       | t                         | 1,7       |
|                      | BD <sub>y</sub>      |                       | t                         | 25,1      |
|                      | NCV <sub>bd</sub>    |                       | GJ / t                    | 39,6      |
|                      | NCV <sub>pd</sub>    |                       | GJ / t                    | 43        |
|                      | EF <sub>PROD</sub>   |                       | t CO <sub>2</sub> / t     | 0,073     |
| LE <sub>REF,y</sub>  |                      |                       | t                         | 5,4       |
|                      | EF <sub>REF</sub>    |                       | t CO <sub>2</sub> / t     | 0,233     |
| LE <sub>LTD,y</sub>  |                      |                       | t                         | 1,6       |
|                      | EF <sub>LTD</sub>    |                       | t CO <sub>2</sub> / t     | 0,07      |

**Fonte:** Elaboração própria

As emissões de vazamento ‘negativas’ são decorrentes do fato que as emissões de vazamento ‘positivas’ provenientes da produção do metanol, são mais que compensadas pelas emissões de vazamento ‘negativas’ provenientes da produção, refino e transporte do diesel fossil que deixará de ser consumida em decorrência do projeto.

A tabela 27 abaixo apresenta de forma resumida o resultado da aplicação da metodologia no sistema descrito, considerando todas as etapas requeridas pela metodologia, de acordo com as premissas e fatores apresentados na seção anterior.

Considerando a significativa variação do valor da tonelada métrica de carbono equivalente – oscilou desde US\$3,50 em 2001, ultrapassando US\$ 30,00 em meados de 2008 e no início de 2009 caiu para US\$13,00 aproximadamente (CARBONO BRASIL,

2009) – considerou-se para fins de estimativa da receita gerada a partir da comercialização das RCEs, o valor de US\$10,00, que ao câmbio de R\$ 1,70<sup>4</sup> (BCB, 2011) corresponde ao valor apresentado na tabela 27. Será apresentada mais adiante uma análise de sensibilidade para avaliar o impacto da variabilidade do valor do carbono.

**Tabela 27 – Resultado consolidado das RCEs para o SAF/Dendê**

|                                  | Unidade                       | Sistema<br>SAF |
|----------------------------------|-------------------------------|----------------|
| Área de produção                 | ha                            | 10,0           |
| Biodiesel produzido (B100)       | t óleo / ano                  | 26,5           |
| Linha de Base                    | t CO <sub>2</sub> e / ano     | 72,3           |
| Emissões do Projeto              | t CO <sub>2</sub> e / ano     | 28,5           |
| Vazamento (metanol e petróleo)   | t CO <sub>2</sub> e / ano     | -3,5           |
| Total de RCEs                    | t CO <sub>2</sub> e / ano     | 47,3           |
| RCEs por ton biodiesel produzido | t CO <sub>2</sub> e / t biod. | 1,79           |
| RCEs (@ \$10 / ton)              | US\$ / ano                    | 472,6          |
| Receita de RCEs                  | R\$ / mês                     | 66,9           |

**Fonte:** Elaboração própria

É possível constatar que as emissões de projeto equivalem a mais da metade das RCEs geradas, com 28,5 t CO<sub>2</sub>e. Lembrando que as emissões de cultivo são responsáveis por 86% das emissões de projeto, fica clara a relevância da fase agrícola na contribuição da receita do MDL.

Por outro lado, é necessário ressaltar que, como a redução de emissões é determinada pelo deslocamento do diesel fóssil, um sistema mais intensivo, como é o caso do monocultivo, é capaz de produzir mais óleo vegetal por unidade de área, e portanto gerar mais RCEs. Para ilustrar tal efeito, a mesma metodologia foi aplicada em um sistema industrial (monocultivo, com 140 plantas de dendê por ha), com um resultado de RCEs significativamente maior, conforme o quadro abaixo.

<sup>4</sup> Câmbio de setembro de 2011 (BCB, 2011).

**Tabela 28 – Resultado consolidado das RCEs para um sistema industrial**

|                                  | Unidade                       | Sistema industrial |
|----------------------------------|-------------------------------|--------------------|
| Área de produção                 | ha                            | 10,0               |
| Biodiesel produzido (B100)       | t oleo / ano                  | 38,2               |
| Linha de Base                    | t CO <sub>2</sub> e / ano     | 104,4              |
| Emissões do Projeto              | t CO <sub>2</sub> e / ano     | 25,7               |
| Vazamento (metanol e petroleo)   | t CO <sub>2</sub> e / ano     | -14,4              |
| Total de RCEs                    | t CO <sub>2</sub> e / ano     | 93,0               |
| RCEs por ton biodiesel produzido | t CO <sub>2</sub> e / t biod. | 2,43               |
| RCEs (@ \$10 / ton)              | US\$ / ano                    | 929,8              |
| Receita de RCEs                  | R\$ / mês                     | 131,7              |

**Fonte:** Elaboração própria

A diferença no resultado da simulação entre os dois sistemas representa um exemplo da crítica ao MDL anteriormente apresentada, relacionada ao abatimento a custo mínimo: da forma como está implementada, a metodologia oferece maiores incentivos à um sistema com maior potencial de abatimento, entretanto com menor potencial para promover o desenvolvimento sustentável.

O próximo passo da aplicação do estudo de caso é estimar a parcela das RCEs que pode ser atribuída à fase agrícola, ou mais especificamente, à agricultura familiar, uma vez que a metodologia se aplica a toda cadeia produtiva. A questão da distribuição de determinado recurso entre os elementos do sistema que o produziu é tratada pela técnica da Análise do Ciclo de Vida e também pela metodologia de MDL através da alocação, que pode seguir o critério de massa, energia ou econômico. Para ser consistente com o critério de alocação utilizado na própria metodologia apresentada na seção anterior, decidiu-se pela alocação econômica. De acordo com AGRIANUAL (2009), o custo de produção da matéria-prima, a oleaginosa, totaliza cerca de 80% do custo total de produção de biodiesel. É legítimo considerar que, seguindo o critério de alocação econômico dos custos de produção de biodiesel, 80% da RCEs sejam alocadas para o produtor da matéria-prima, ou seja, para o agricultor.

Desta forma, a renda média proveniente dos RCEs, atribuída à família produtora do SAF/Dendê de 10 ha seria R\$ 53,6 por mês.

O passo seguinte da aplicação do estudo de caso consiste em avaliar a relevância que a renda das RCEs teria para a agricultura familiar. Uma forma de contextualizar esta renda pode ser feita através da comparação com a renda transferida pelo Programa Bolsa Família.

O Programa Bolsa Família tem como objetivo favorecer a transferência direta de renda com condicionalidades, beneficiando famílias em situação de pobreza e de extrema pobreza. O programa integra o Programa Fome Zero, que tem como objetivo assegurar o direito humano à alimentação adequada, promovendo a segurança alimentar e nutricional e contribuindo para a conquista da cidadania pela população mais vulnerável à fome (MDS, 2011).

De acordo com os valores estipulados pelo programa, uma família com renda familiar mensal de R\$ 70 a R\$ 140 por pessoa, que integra 2 crianças/adolescentes de até 15 anos e 1 jovem de 16 e 17 anos, o valor do benefício a receber é de R\$ 77,00 (MDS, 2011). Desta forma, a renda adicional média proveniente das RCEs atribuídas ao agricultor representaria 70% do que atualmente é concedida pelo Programa Bolsa Família.

É importante levar em conta que este resultado é fortemente dependente do valor da tonelada do carbono no mercado, que por sua própria natureza apresenta variações significativas ao longo do tempo. Considerando o valor de US\$ 3,50 por tonelada de carbono negociado em 2001, a renda mensal de RCEs seria de apenas R\$ 18,70. Entretanto considerando o valor de US\$ 30,00 alcançado em meados de 2008, a renda mensal de RCEs seria de R\$ 160.

### **3.5 – Análise dos Resultados**

O resultado da simulação para o estudo de caso demonstrou, considerando-se as limitações das hipóteses e simplificações adotadas, que a renda dos RCEs atribuídas à agricultura familiar com módulo de 10 ha de SAF/Dendê, poderia ser equivalente a 70% do que hoje recebe uma família dentro do Programa Bolsa Família. Este resultado

comprova que a contribuição da RCE pode ser significativa, quando comparado a programas direcionados às famílias em situação de pobreza e de extrema pobreza, e confirma a possibilidade de sinergia positiva entre objetivos sociais, ambientais e econômicos, tanto do PNPB quanto do MDL.

O resultado da estimativa do fator de emissão do projeto ser maior que o fator padrão da metodologia indica que os valores de aporte de nitrogênio ao sistema podem estar superestimados, uma vez que este fator padrão é calculado de forma conservadora para garantir a integridade ambiental do MDL. Considerando-se as limitações na disponibilidade dos dados necessários para realização do cálculo, além da característica já ressaltada de que sistemas agrícolas possuem grande variabilidade, a análise de sensibilidade foi empregada novamente para avaliar os impactos específicos do fator de Emissão de Cultivo e do fator de Alocação, tanto no cálculo das emissões de projeto, quanto no cálculo das RCEs.

A tabela 29 abaixo apresenta o resultado da análise de sensibilidade referente aos insumos selecionados. Percebe-se que a sensibilidade referente ao nitrogênio é significativamente maior que as demais.

**Tabela 29 – Análise de sensibilidade dos fatores de emissão e alocação.**

| Parâmetro                 | Sensibilidade das RCEs | Sensibilidade das Emissões de Projeto (PE) |
|---------------------------|------------------------|--------------------------------------------|
| Emissão de cultivo (PEcc) | - 42%                  | 79%                                        |
| Alocação (AF)             | - 47%                  | 88%                                        |

**Fonte:** Elaboração própria

A análise de sensibilidade aplicada ao fator de alocação utilizado no cálculo das emissões de projeto resultou em 88% em relação às emissões de projeto. A alta sensibilidade indica que este é um parâmetro significativo para o cálculo de emissões. Quando analisado o impacto nas RCEs correspondentes, a sensibilidade resulta em -47% em relação às RCEs. O fator negativo indica que quanto menor o fator de alocação, maiores serão as RCEs geradas pelo sistema.

De acordo com a metodologia AMS III.AK em questão, foi apenas considerado como coproduto a glicerina (resultado do processo industrial de transesterificação), e a torta

(resultado do processo de esmagamento). No caso de sistemas cuja produção de coprodutos seja expressiva, como é caso do policultivo característico da agricultura familiar, a metodologia poderia incluir de forma mais completa os coprodutos provenientes do sistema. No caso do SAF/Dendê, a concepção do projeto tem como importante objetivo a produção de produtos com valor comercial, tais como: feijão, cacau, banana, entre outros.

Já a análise do fator de emissão de cultivo, resultou em uma sensibilidade de 79% em relação às emissões de projeto. Novamente, esta alta sensibilidade confirma a relevância das emissões de cultivo para o cálculo de emissões, justificando assim o foco do estudo de caso. Quando analisado o impacto nas RCEs correspondentes, a sensibilidade resulta em -42% em relação às RCEs.

A análise foi feita nos dois parâmetros que podem ser explorados, tanto para otimização do sistema produtivo, quanto para adequação da metodologia MDL às especificidades do Brasil, de forma a maximizar as RCEs e facilitar aplicabilidade da metodologia.

No que se refere à aplicabilidade da metodologia utilizada, a comparação entre as opções A (o fator de emissão conservador da metodologia) e opção B (fator específico de emissão de cultivo do solo) demonstrou a relevância da utilização de fator padrão de emissão. Enquanto a opção A requer a utilização e monitoramento de 21 parâmetros, dentre os quais apenas 4 são relacionados à fase agrícola, a utilização da opção B, conforme indica a seção 3.3, requer a utilização de 13 parâmetros adicionais específicos para fase agrícola, demandando uma complexa estrutura de monitoramento, tanto em recursos materiais, quanto recursos humanos qualificados.

É possível constatar a partir do estudo de caso, que houve impossibilidade de efetuar os cálculos com todos os componentes requeridos, optando-se por estimar dados e utilizar fatores da literatura, ainda que houvesse envolvimento de recursos humanos e materiais tanto da Embrapa quanto da Natura Inovação e Tecnologia de Produtos Ltda.

Considerando que a opção de fator de emissão padrão está disponível para apenas duas oleaginosas – Dendê ou Jatropha –, é importante ressaltar que a utilização desta

metodologia para outras oleaginosas está condicionada ao uso da opção B até que um novo fator padrão seja definido e aprovado pelo EB do MDL.

Com relação à renda adicional média proveniente das RCEs que poderiam ser atribuídas ao agricultor, é importante ressaltar que o valor estimado não considerou os custos incorridos para gerar esses créditos de carbono, incluindo os custos para elaboração de projetos MDL e auditorias necessárias para certificação das reduções. Outra questão relacionada à alocação das RCEs citadas anteriormente, reside em estabelecer a distribuição entre os elos da cadeia produtiva do biodiesel que receberá RCEs.

Estas questões desestimulam proponentes em potencial a implementar atividades de projetos com esta metodologia, podendo explicar o fato de, até Maio de 2011, existir apenas um projeto na fase de validação que utiliza a metodologia AMS III.AK em questão. Ainda que se considere a metodologia correspondente de grande escala, a ACM0017, existem apenas 9 projetos em fase de validação, dos quais apenas um inclui em suas atividades a produção de oleaginosas, enquanto os outros utilizam óleo vegetal usado como matéria prima para o biodiesel (UNEP/RISOE, 2011).

Ainda que o valor da contribuição de RCEs não venha a ser um fator determinante, reconhece-se que a rentabilidade do plantio de oleaginosas poderia servir como uma espécie de complementação aos baixos rendimentos auferidos pela maioria desses agricultores. Assim, os resultados dessa análise indicam que mesmo que, em um primeiro momento, a geração de renda não seja muito significativa, haveria um ganho potencial em termos de fixação dos agricultores familiares no campo.

## **Capítulo IV – Ampliação da participação da agricultura familiar na cadeia de produção de biodiesel – Proposta de elementos de NAMA**

---

O capítulo anterior apresentou a aplicação de uma metodologia de pequena escala que possibilita o enquadramento da produção de biodiesel pela agricultura familiar em um projeto de MDL. Foi estimada a contribuição de RCEs que poderia ser atribuída para um módulo de 10 hectares de cultivo de dendê, assim como aspectos da complexidade de aplicação da metodologia e análise de parâmetros mais relevantes para o cálculo de RCEs.

O presente capítulo tem como objetivo explorar a possibilidade de aumento da participação da agricultura familiar na cadeia de produção de biodiesel, através do uso de mecanismos da CQNUMC.

### **4.1 – Apresentação de políticas e medidas necessárias para inserção da agricultura familiar na cadeia de produção de biodiesel**

O ponto de partida será a análise das políticas e medidas necessárias para atingir o objetivo de *promover o aumento da participação da agricultura familiar na cadeia de produção de biodiesel de forma sustentável*.

Para tal, serão utilizados os resultados das pesquisas sobre a produção de oleaginosas pela agricultura familiar para produção de biodiesel, realizadas por MONTEIRO (2007), AVZARADEL (2008), SANTOS (2008) e SINISCALCHI (2010).

Com relação a utilização de agricultura familiar na produção de Dendê na Amazônia, SANTOS (2008) elencou os gargalos verificados, e apresentou considerações para contornar as dificuldades:

As mini-plantações, baseadas essencialmente na agricultura familiar não integrada, são dificultadas pela necessidade de elevados aportes de capital (com payback considerável) e pelo fato do rápido beneficiamento dos frutos constituir fator imperativo. Outros gargalos de ordem técnica podem ser verificados no caso de utilização de agricultura familiar não integrada, são eles:

- Reduzida oferta de crédito e de assistência técnica ao produtor agrícola;
- Falta de capacitação de agricultores para o cultivo de espécies perenes;
- Carência em pesquisas de melhoramento genético – sobretudo no que concerne à produção de híbridos mais resistentes a pragas e doenças;
- Disponibilidade de sementes para plantio;
- Desconhecimento do mercado.

Acredita-se, no entanto, que tais dificuldades possam ser contornadas com a introdução de projetos de assistência técnica, com a ampla participação de universidades, ONG's, centros de pesquisa, iniciativa privada e da própria Empresa de Assistência Técnica e Rural – EMATER. Tal coordenação é fundamental para a implantação de pequenas culturas da palma que visem a produção de óleo bruto para a combustão em grupos geradores na região amazônica.

(SANTOS [2008]:199)

Ainda sobre ações necessárias para a inserção da agricultura familiar na produção do Dendê, SANTOS (2008), apresenta os resultados de um estudo eleborado pelo o MAPA e o MDIC:

a) a promoção de mecanismos de compra direta pela indústria; b) criação de mecanismos de permuta que possibilitem a compra de insumos durante os primeiros anos de produção; c) priorização de um conjunto de políticas públicas (ex.: financiamento, assistência, técnica e extensão rural – ATER e apoio à comercialização); d) criação de um mercado institucional (ex.: abastecimento de órgãos públicos e transporte público), priorizado à agricultura familiar e assentados.

(SANTOS [2008]:202)

A tabela abaixo, resultado da pesquisa de SINISCALCHI (2010), sintetiza os principais requisitos para viabilizar a inserção do agricultor familiar do semiárido no PNPB à luz da análise das principais etapas da cadeia agrícola de oleaginosas.

**Tabela 30 – Principais requisitos para viabilizar a inserção do Agricultor Familiar do Semiárido no PNBP**

| Etapa Cadeia                                     | Ações                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Responsável                                                                         |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Cadastramento dos Agricultores</b>            | Garantir a Declaração de Aptidão ao PRONAF (DAP) e do Registro da Terra<br>Melhorar a qualidade das estradas vicinais de acesso às propriedade dos agricultores<br>Melhorar o mecanismo de comunicação com os agricultores                                                                                                  | MDA<br>INCRA<br>Instituição de ATER do Governo<br>Sindicatos do Meio Rural          |
| <b>Entrega de Insumos</b>                        | Garantir a entrega de sementes selecionadas a tempo de não prejudicar a produtividade das culturas<br>Investir em pesquisas de melhoramento genético de sementes das oleaginosas promissoras para o semiárido                                                                                                               | Instituição de ATER do Governo<br>Instituições Privadas de ATER                     |
| <b>Plantio</b>                                   | Incentivo às práticas agroecológicas através de subsídio estadual visando aumentar a produtividade das culturas e a qualidade do meio ambiente<br>Implantar Unidades Técnicas de Referência (UTR) em Agroecologia para capacitar os agricultores                                                                            | Governo Estadual<br>Instituição de ATER do Governo<br>Instituições Privadas de ATER |
| <b>Assistência Técnica (ATER)</b>                | Destinação de mais recursos para as instituições governamentais de ATER, visando melhorar a infraestrutura, reciclar e capacitar os recursos humanos desses órgãos estaduais                                                                                                                                                | Governo Federal e Estadual                                                          |
| <b>Organização e Comercialização da Produção</b> | Desenvolver o conceito de nucleação da produção, capacitando as cooperativas/associações a organizar a produção através de mecanismos de formação e formalização dessas estruturas organizacionais<br>Incentivo legal para obtenção dos requisitos básicos da DAP 3.2<br>Eficiência no pagamento da compra da matéria-prima | MDA<br>Sindicatos do Meio Rural<br>Empresas Contratantes de Agricultores Familiares |
| <b>Transporte</b>                                | Agrupar a produção em regiões estratégicas na zona rural para que o transporte para as usinas seja realizado de forma eficaz                                                                                                                                                                                                | Cooperativas/Associações<br>Empresas Contratantes de Agricultores Familiares        |

Fonte: SINISCALCHI (2010)

De forma a complementar o quadro de políticas e medidas, é apresentado o conjunto de políticas propostas por AVZARADEL (2008), com o objetivo de promover a inserção da agricultura familiar na cadeia de produção de biodiesel de forma sustentável. As seguintes políticas e medidas foram recomendadas:

Fortalecimento das instituições de apoio à agricultura familiar

- Incentivo à pesquisa agronômica voltada para as necessidades da agricultura familiar
- Incentivo à pesquisa agronômica em outras oleaginosas (por exemplo: o pinhão-manso)
- Zoneamento Agroecológico
- Fomento a estudos sobre a integração sustentável das oleaginosas aos sistemas produtivos locais
- Capacitação das cooperativas em relação ao manuseio e armazenagem de fertilizantes
- Fortalecimento da educação no meio rural
- Identificação das especializações técnicas necessárias à cadeia produtiva de biodiesel
- Fortalecimento das associações e cooperativas dos agricultores familiares
- Ampliação e monitoramento do acesso ao crédito para a agricultura familiar
- Articulação de políticas públicas

Estabelecimento dos mecanismos de difusão de tecnologia

- Distribuição de sementes certificadas
- Introdução e difusão de técnicas de fixação de água ou de irrigação de socorro
- Identificação das necessidades do mercado de biodiesel para o alinhamento das pesquisas voltadas para a agricultura familiar
- Incentivo à pesquisa do aproveitamento dos co-produtos

Avaliação e discussão do processo de reforma agrária

Investimentos em infra-estrutura: melhoria dos sistemas de transporte

(AVZARADEL [2008]:162-163)

É possível constatar nas 3 pesquisas relatadas, que a natureza da quase totalidade das políticas e medidas elencadas demonstram uma forte necessidade de intervenção governamental.

KATO (2011) sugere que o sucesso do PNPB em contribuir com o desenvolvimento regional, está condicionado à definição do papel estratégico do Estado e à sua capacidade de implementação de ações coordenadas para o Semi-Árido. O desenvolvimento regional requer a definição de um plano estratégico para a região, consistente e sustentável, que consiga articular e coordenar diferentes políticas públicas e variados atores sociais para esse fim.

#### **4.2 - Contextualização de alternativas para o aumento da participação da agricultura familiar**

De acordo com COSBEY (2007), Políticas e Medidas de Desenvolvimento Sustentável (PMDS) não se enquadram diretamente como mecanismos de mercado, pois seus compromissos são especificados em termos de implementação de políticas desenvolvimentistas, não necessariamente focadas nas reduções de emissões de GEE, como requer os procedimentos de certificação do MDL. Além da dificuldade de definição da adicionalidade abordada no capítulo anterior, o fato de que as PMDS são elaboradas para atender objetivos não-climáticos, indiretamente ligados aos objetivos de mitigação, trazem uma dificuldade adicional para o enquadramento de PMDS em um mecanismo de mercado.

Os mecanismos do Protocolo de Quioto utilizam um único e exclusivo indicador como medida de sucesso – as toneladas de emissões reduzidas de carbono. Entretanto, os efeitos diretos da redução de emissões de políticas e medidas são de difícil avaliação porque, com frequência, uma determinada ação de mitigação implementada por um agente do setor privado não ocorre somente devido a uma política ou ação específica (CHENG, 2009). O autor ainda ressalta que, por outro lado, o impacto de uma política ou ação específica não necessariamente resulta em mitigação, mas pode ser fundamental para criar condições favoráveis para que empresas ou indivíduos iniciem atividades de mitigação.

A constatação de que as políticas e medidas sugeridas pelas pesquisas acima apresentadas necessitam de forte intervenção do governo e com escopo de longo prazo, evidencia que um mecanismo de mercado, cujos agentes buscam a redução de emissões no curto prazo, não seria apropriado para seu financiamento e coordenação.

Conforme apresentado no Capítulo 1, um dos principais objetivos da proposta das NAMAs está justamente relacionado ao seu foco nas prioridades e circunstâncias nacionais de cada país, além de oferecer oportunidade para atrair apoio em nível internacional. As disposições do Plano de Ação de Bali oferecem uma oportunidade para considerar os tipos de políticas e medidas que melhor atendam às circunstâncias de

cada país, à luz de seus próprios desafios de desenvolvimento, suas forças institucionais e suas abordagens para a mitigação.

O reconhecimento da existência da oportunidade de que os acordos internacionais sobre mudanças climáticas possam estimular a adoção de políticas e medidas de mitigação levou o Brasil a submeter para a COP15 em Copenhague a sua lista com indicação das ações de mitigação nacionalmente adequadas que deseja empreender:

- Redução de 80% do desmatamento na Amazônia (redução estimada de 564 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> eq. em 2020);
- Redução de 40% do desmatamento no Cerrado (redução estimada de 104 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> eq. em 2020);
- Recuperação de Pastos (amplitude de redução estimada de 83 a 104 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> eq. em 2020);
- Integração Lavoura Pecuária (amplitude de redução estimada de 18 a 22 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> eq. em 2020);
- Plantio Direto (amplitude de redução estimada de 16 a 20 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> eq. em 2020);
- Fixação Biológica de Nitrogênio (amplitude de redução estimada de 16 a 20 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> eq. em 2020);
- Eficiência Energética (amplitude de redução estimada de 12 a 15 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> eq. em 2020);
- Incremento do uso de biocombustíveis (amplitude de redução estimada de 48 a 60 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> eq. em 2020);
- Expansão da oferta de energia por Hidroelétricas (amplitude de redução estimada de 79 a 99 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> eq. em 2020);
- Fontes Alternativas: pequenas centrais hidroelétricas, bioeletricidade, eólica (amplitude de redução estimada de 26 a 33 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> eq. em 2020);
- Siderurgia: substituir carvão de desmate por plantado (amplitude de redução estimada de 8 a 10 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> eq. em 2020);

Estima-se que o somatório dessas ações leve a uma redução da ordem de 36,1% a 38,9% com relação à projeção das emissões brasileiras para 2020.

(UNFCCC, 2011)

Destaca-se que o incremento do uso de biocombustíveis já faz parte das ações de mitigação submetidas pelo Brasil.

Neste contexto em que já existe significativa mobilização de países em vias de desenvolvimento buscando oportunidade para reconhecer e buscar suporte para suas políticas e ações, SUTTER (2011) apresenta uma análise das 43 NAMAs submetidas à UNFCCC durante a COP-15 (Copenhagem, 2009), chegando à conclusão que a metade das NAMAs submetidas continha poucos detalhes de como as reduções seriam

atingidas. Outros 30% apresentaram somente uma lista simples dos possíveis setores e/ou ações. Somente 21% das submissões apresentaram, com algum nível de detalhe, como o país atingiria a redução das emissões. Este tipo de cenário evidencia que o nível de elaboração das ações ainda é, em geral, muito básico.

Ao analisar o lento progresso das discussões sobre NAMAs nas ultimas COPs, Cancun (2010) e Copenhagen (2009), três anos após sua concepção inicial pela COP de Bali (2007), SUTTER (2011), afirma que ainda se está muito longe de um quadro legal inteiramente operacional para sua utilização. Existe um consenso razoável sobre algumas de suas características. Ser voluntária e escolhida pelo país em desenvolvimento, por exemplo, é um ponto de consenso. Entretanto, de acordo com AMERICANO (2010), os pontos que originam maior controvérsia são aqueles referentes à natureza das ações domésticas, ao apoio financeiro, à transferência de tecnologia e a capacitações para os procedimentos de MRV.

Frente à expectativa de lento progresso das NAMAs, ELLIS (2009) recomenda como estratégia de implementação de PMDS de países em desenvolvimento, o foco na coleta de informações qualitativas dos programas em curso, ao invés de se limitar apenas nos resultados de mitigação destas ações. Conforme apresentado anteriormente, a coleta de informação qualitativa de ações de mitigação de GEE pode vir a ser uma das regras para MRV no regime pós-2012. Este tipo de informação serviria ao propósito de dar transparência e credibilidade às ações desenvolvidas, além de trazer o co-benefício de facilitar a governança e ajustes da execução da própria medida, uma vez que são conhecidos os problemas enfrentados pela falta de dados e informações nos países em desenvolvimento.

Mesmo que as regras e procedimentos para NAMAs ainda necessitem passar por discussões e detalhamentos nos próximos anos, WEHENR (2010) sugere que países que hospedam NAMAs têm a possibilidade de elaborar e propor NAMAs piloto que possam receber apoio financeiro de doadores internacionais. Tais NAMAs, se apropriadamente elaboradas, poderiam ter grande chances de receber apoio de agências nacionais ou internacionais, que incentivam a experiência prática das NAMAs piloto como forma de ajudar a definição das regras e procedimentos em nível multilateral.

Levando-se em conta as considerações apresentadas anteriormente, os tópicos a seguir buscam resumir o contexto considerado para explorar o objetivo proposto de *promover o aumento da participação da agricultura familiar na cadeia de produção de biodiesel de forma sustentável*:

- A experiência adquirida com a implantação e operação do PNPB em escala nacional, com diretrizes explícitas para inclusão social. Ao mesmo tempo, a constatação da necessidade de ajustes para corrigir deficiências em seus mecanismos;
- A submissão, pelo Brasil ao Secretariado da UNFCCC, de um conjunto de ações de mitigação nacionalmente adequadas que o Governo brasileiro pretende implementar, dentre as quais, aquela específica para o incremento do uso de biocombustíveis;
- A necessidade de forte intervenção governamental para realização das políticas e medidas estratégicas, de longo prazo, e transformacionais necessárias para atingir o objetivo proposto, indica que as NAMAs podem ser um mecanismo mais apropriado para complementar o MDL;
- As incertezas, a expectativa de demora na operacionalização e necessidade de capacitação para o desenvolvimento das NAMAs, sugerem explorar a alternativa de investir em NAMAs piloto como forma de estruturar e dar publicidade às PMDS, possibilitando a captação de apoio financeiro, além do acúmulo de experiência prática para capacitação de pessoal.

#### **4.3 – Elementos de uma NAMA-piloto para ampliação da participação da agricultura familiar na cadeia de biodiesel**

Conforme apresentado anteriormente, as negociações em torno das NAMAs ainda estão em andamento e não fornecem muitos detalhes sobre como sua estrutura será implementada dentro dos quadros da CQNUMC

A abordagem consiste em explorar a possibilidade que as NAMAs oferecem para flexibilizar as medidas de mitigação de acordo com as necessidades nacionais, de forma

a atenuar a limitação do Monitoramento e Verificação imposto pelo Protocolo de Quioto, que utiliza única e exclusivamente as Reduções Certificadas de Emissões (RCE) como indicador de sucesso da ação. Este indicador ‘vinculado ao carbono’ pode não ser apropriado para o objetivo da NAMA, especialmente se for uma NAMA dita ‘de apoio’, com objetivos indiretamente ligados à mitigação de GEE. Conforme visto no Capítulo 2, outros indicadores não vinculados ao carbono podem ser utilizados para medir o sucesso das NAMAs de uma forma quantitativa. O indicador deve, contudo, refletir da melhor forma possível o progresso da(s) meta(s) que se deseja da NAMA, e ser capaz de demonstrar as mudanças no setor e os efeitos das políticas e medidas que fazem parte de seu quadro.

Desta forma, pretende-se explorar nesta seção, de que forma os elementos do sistema de Monitoramento, Reportagem e Verificação (MRV) de uma NAMA podem ser projetados para ir além da simples contabilidade das reduções de carbono.

A proposta dos elementos da NAMA desta pesquisa foi adaptada do estudo de WEHENR (2010), elaborado para o governo do México, com objetivo de explorar como uma NAMA apoiada poderia melhorar o impacto de medidas de eficiência energética para o setor residencial. Este estudo, por sua vez, utiliza o que CHENG (2010) chama de '*need-based NAMA mechanism*', que associa os mecanismos de uma NAMA com opções da abordagem setorial. Segundo o autor, o mecanismo é apropriado para uso em setores com oportunidades de mitigação dispersas e que necessitam significativas intervenções governamentais, como é o caso das políticas e medidas discutidas na seção anterior, necessárias para atingir o objetivo proposto da ampliação da participação da agricultura familiar na cadeia de biodiesel.

Considerando que a análise detalhada do mecanismo proposto por CHENG (2010) está além do objetivo da presente pesquisa, esta seção buscará utilizar os conceitos do mecanismo proposto, apenas como uma forma de explorar o potencial das alternativas atualmente em discussão dentro da CQNUMC sobre os possíveis formatos de NAMAs.

#### **4.3.1 – Definição e Escopo**

A elaboração e submissão de uma NAMA requer um intensa cooperação e coordenação entre vários atores e instituições de nível nacional e internacional, regional e até municipal (JUNG et al., 2010). O escopo de ações da NAMA pode ser amplo, como por exemplo, no caso do PNPB que abrange todo um país, ou ter escopo restrito à apenas uma ação específica. Em geral, as diversas ações de uma NAMA são interdependentes, e podem ter influências entre si. Por este motivo, é importante que seu escopo e fronteiras estejam bem estabelecidos de forma a possibilitar alinhamento com a estratégia nacional de desenvolvimento.

O objetivo da NAMA seria o aumento da mitigação de GEE já obtido pelo PNPB, através da ampliação da inserção da agricultura familiar na cadeia de produção de biodiesel, de forma adicional à participação que ocorreria sem a NAMA.

A proposta da presente pesquisa será limitada a explorar apenas as questões relacionadas ao principal mecanismo do PNPB que é diretamente relacionado à agricultura familiar: o Selo Combustível Social (SCS). Ao se considerar que o próprio PNPB poderia ser enquadrado como uma NAMA mais abrangente, poderia se dizer que se trata de uma ‘sub-NAMA’ com o objetivo de fortalecer o SCS.

O escopo desta sub-NAMA focaria no setor de biocombustíveis líquidos, e sua fronteira seria limitada ao âmbito da produção da matéria prima produzida pela agricultura familiar, a ser utilizada para produção de biodiesel. Optou-se por excluir a soja como matéria prima, uma vez que um dos objetivos para ajuste do SCS é justamente reduzir a predominância desta oleaginosa no PNPB.

#### **4.3.2 – Políticas e medidas propostas para NAMA**

##### **a) Políticas e medidas diretamente relacionadas com o objetivo da NAMA**

Novamente a título de ilustração, foram selecionadas, dentre as que foram elencadas pelas pesquisas apresentadas na seção 4.1, apenas algumas das medidas e ações mais diretamente ligadas ao SCS, listadas a seguir:

- Fortalecimento das instituições de apoio à agricultura familiar

- Incentivo à pesquisa agronômica voltada para as necessidades da agricultura familiar
- Fomento a estudos sobre a integração sustentável das oleaginosas aos sistemas produtivos locais
- Identificação das especializações técnicas necessárias à cadeia produtiva de biodiesel
- Fortalecimento das associações e cooperativas dos agricultores familiares
- Incentivo à pesquisa do aproveitamento dos co-produtos

#### **b) Ações de apoio e administrativas**

De acordo com as definições e propostas de NAMAs, ações de apoio e administrativas que são necessárias durante a fase de implementação e posteriormente durante sua operação também devem ser formalmente incluídas e monitoradas. Como exemplo das atividades de implementação pode-se destacar:

- Capacitação e acompanhamento da evolução das discussões na UNFCCC a respeito dos requisitos das NAMAs
- Definição do escopo final, modelo de financiamento, acordos legais
- Definição da estrutura e dos atores institucionais necessários para a administração da própria NAMA
- Detalhamento das medidas e ações que farão parte da NAMA
- Elaboração do plano de MRV e do sistema de coleta de dados
- Elaboração de pesquisas e auditorias
- Divulgação da NAMA

Com relação ao monitoramento das ações de apoio e administrativas, o fato de representarem um impacto indireto nos objetivos da NAMA, faz com que o monitoramento de seu impacto seja estimado de forma indireta.

A tabela 31 abaixo apresenta uma síntese de elementos selecionados da NAMA proposta.

Tabela 31 – Síntese de elementos selecionados da NAMA proposta

| Característica                      | Dimensão                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Setor                               | Biocombustíveis líquidos - transporte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Fronteira                           | Cultivo de oleaginosas para produção de biodiesel <ul style="list-style-type: none"> <li>• Matéria Prima produzida pela agricultura familiar utilizada para produção de biodiesel</li> <li>• Exclusão da soja</li> <li>• Cumprimento de critérios ambientais e legais vigentes</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Medidas e ações de impacto direto   | Aumento da participação da agricultura familiar no fornecimento da matéria prima do PNPB <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortalecimento das instituições de apoio à agricultura familiar</li> <li>• Incentivo à pesquisa agronômica voltada para as necessidades da agricultura familiar</li> <li>• Fomento a estudos sobre a integração sustentável das oleaginosas aos sistemas produtivos locais</li> <li>• Identificação das especializações técnicas necessárias à cadeia produtiva de biodiesel</li> <li>• Fortalecimento das associações e cooperativas dos agricultores familiares</li> <li>• Incentivo à pesquisa do aproveitamento dos co-produtos</li> </ul> |
| Medidas e ações de impacto indireto | Ações de apoio e administrativas que são necessárias durante a fase de implementação e operação da NAMA <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitação e acompanhamento da evolução das discussões na UNFCCC a respeito dos requisitos das NAMAs</li> <li>• Detalhamento das medidas e ações que farão parte da NAMA</li> <li>• Definição dos atores e estrutura institucional necessários</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Co-benefícios                       | Efeitos transformacionais que podem ser mais importantes que mitigação de GEE: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerar emprego e renda, especialmente no campo, com a produção de matérias-primas oleaginosas</li> <li>• Atenuar disparidades regionais</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Tipo de Nama                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apoiada</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Tipo de suporte requerido           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recursos financeiros, técnicos e de capacitação</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

Fonte: Adaptado a partir de WEHENR (2010)

#### **4.3.3 – Procedimentos de Monitoramento, Reportagem e Verificação**

Conforme apresentado anteriormente no capítulo 2, os requisitos de MRV de NAMAs apoiadas são muito menos rigorosos que os requisitos de MRV de NAMAs creditadas ou de projetos MDL. Por este motivo, a caracterização de uma NAMA de forma que seus objetivos não estejam diretamente relacionados à mitigação de GEE reforça seu atributo de NAMA apoiada, uma vez que, necessariamente, seus resultados de mitigação só podem ser monitorados indiretamente.

De acordo com CHENG (2010), a abordagem de incorporar o indicador definido como padrão de desempenho da NAMA na própria estrutura desta NAMA, possui a importante vantagem de simplificar seus procedimentos de MRV. O autor ainda ressalta a vantagem adicional de que, quando a estrutura de MRV da NAMA consegue formalizar a incorporação de seus objetivos, esta abordagem pode ajudar a atender a expectativa de MRV dos países interessados em fornecer o apoio, uma vez que aumenta a garantia de que o apoio fornecido será mensurado, reportado e verificado. Esta garantia, por sua vez aumenta a possibilidade para que esta NAMA seja selecionada por um país desenvolvido que utilizará o mecanismo da NAMA para cumprir com suas obrigações de apoio.

Por estes motivos, buscou-se selecionar um indicador ligado diretamente ao principal objetivo da NAMA, utilizando como base o Selo Combustível Social, de forma a refletir tanto o reconhecimento da importância deste mecanismo na promoção da inclusão da agricultura familiar no PNPB, quanto à necessidade de ajustes na sua implementação, conforme descrito e analisado no Capítulo 3.

Foi selecionado, portanto, o seguinte indicador de desempenho para a NAMA: *parcela de biodiesel produzido com matéria prima proveniente da agricultura familiar*.

O desempenho da NAMA seria, portanto, avaliado através da fração de biodiesel produzido com matéria prima proveniente da agricultura familiar, em relação à quantidade total de biodiesel produzido. Ressalta-se que atualmente o SCS utiliza a base

monetária como critério de avaliação. O processo de elaboração da NAMA deverá analisar qual critério é mais apropriado para incentivar o objetivo desejado. Será apresentado a seguir alguns elementos que podem ajudar na elaboração da estrutura de uma NAMA com estas características.

#### **4.3.3.1 – Estrutura do indicador da NAMA**

Considerando-se a importância de se alcançar um equilíbrio entre rigor e praticidade na elaboração da estrutura do indicador selecionado, optou-se por explorar os principais aspectos técnicos dos padrões de desempenho (*benchmark*), identificados por HAYASHI et al. (2010) como sendo: (i) nível de agregação, (ii) requisitos de dados (v) nível de exigência, e (vi) procedimentos de atualização.

##### i) Nível de agregação:

Este aspecto define os critérios para identificação do nível de agregação dos pares (peers) que terão seu desempenho comparado. As quatro dimensões que definem o nível de agregação do indicador são (HAYASHI et al., 2010):

- Processo – Busca investigar se os padrões de desempenho são diferenciados pelo processo de produção da matéria prima para o biodiesel. No caso da NAMA em questão, consideraram-se opções de produção/cultivo da oleaginosa. Desta forma, pode-se exemplificar algumas alternativas para esta dimensão a serem exploradas na definição da NAMA: cooperativa, monocultivo, SAF, produção consorciada, entre outros;
- Produto – Busca investigar o nível de desagregação do produto que terá seu desempenho comparado. No caso da NAMA em questão, considera-se como produto as “oleaginosas produzidas pela agricultura familiar para produção de biodiesel”. Pode-se exemplificar algumas alternativas para esta dimensão a serem exploradas na definição da NAMA: Tipo de oleaginosa (Dendê, Mamona, Algodão, Girassol, etc...), Forma do produto entregue pelo agricultor (semente, óleo);
- Temporal – No caso da NAMA em questão, pode-se exemplificar algumas alternativas para esta dimensão a serem exploradas na definição da NAMA:

Ciclo produtivo (cultivo perene ou sazonal), cultivos já existentes ou ainda a implementar;

- Espacial – Determina o limite geográfico em que os produtos em comparação estão localizados. No caso da NAMA em questão, pode-se exemplificar algumas alternativas para esta dimensão a serem exploradas na definição da NAMA: Oleaginosas produzidas em determinada região geográfica.

## ii) Requisitos de dados

Este aspecto define os dados necessários para o desenvolvimento do indicador de padrão de desempenho da NAMA.

No caso da NAMA em questão, como forma de se aproveitar a estrutura já implementada pelo mecanismo SCS, propõe-se iniciar com os dados atualmente utilizados no próprio monitoramento do SCS, conforme apresentado na tabela 6 (Formas de Monitoramento dos Critérios do Selo Combustível Social pelo MDA):

- Aquisições Mínimas: Comprovação do percentual de matéria prima da agricultura familiar em relação matéria prima total utilizada para produção de biodiesel, em base monetária.
- Contratos: Comprovação da veracidade dos contratos apresentados e se as aquisições são feitas de agricultores contratados.
- Assistência Técnica: Comprovação da aplicação do plano de Assistência Técnica para os agricultores contratados

Cabe ressaltar que a proposta referente à aquisição mínima apresenta uma distinção do que é atualmente praticado no SCS: Ao invés de apenas considerar as aquisições totais como base do cálculo do percentual, a proposta considera como base a produção total de biodiesel, em base física (peso ou volume). Esta diferença faz com que o indicador reflita a composição da matéria prima no biodiesel efetivamente produzido.

Em uma segunda etapa, quando a NAMA estiver melhor estruturada, seriam adicionados os dados necessários para incorporar as políticas e medidas que serão elencadas para a NAMA, exemplificadas na seção 4.3.2.

### iii) Nível de exigência

Este aspecto define o nível do padrão de desempenho que determinará a linha de base a partir da qual seria considerada a possibilidade de apoio para a NAMA. As implicações da determinação deste nível serão discutidas e exemplificadas em maior detalhe na seção seguinte.

Considerando que o objetivo da NAMA é *ampliação da inserção da agricultura familiar na cadeia de produção de biodiesel, de forma adicional à participação que ocorreria sem a NAMA*, parece ser natural que esta linha de base seja definida a partir do nível da participação atualmente praticado pelo SCS: 30% nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul, e 10% para as regiões Norte e Centro-Oeste.

Lembrando que, como a proposta do indicador é diferente do calculo atual do SCS, o valor do nível da participação correspondente deve calculado para base física (volume ou peso).

### iv) Procedimento de Atualização

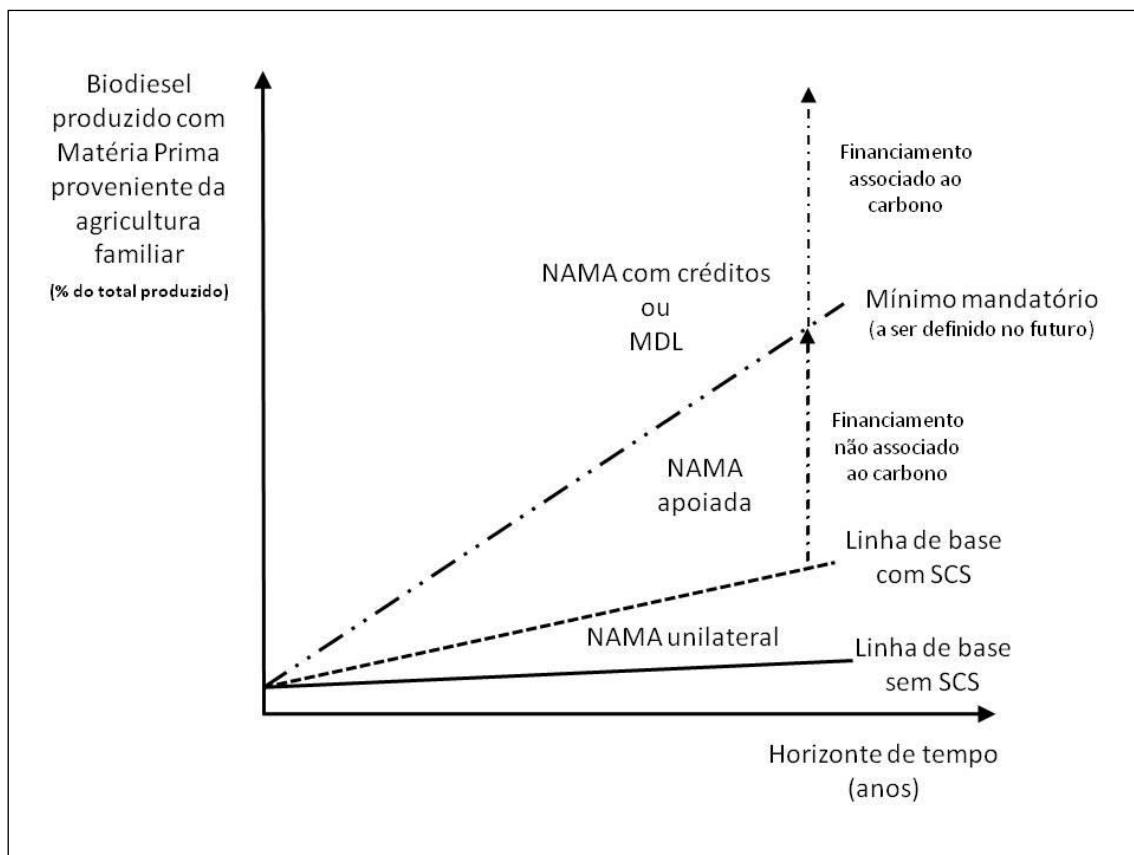
Este aspecto determina a frequência exigida para a atualização do padrão de desempenho ao longo do tempo. No caso da NAMA em questão, a frequência de atualização dos níveis do indicador deve ser avaliada de acordo com a capacidade de transformação do setor, que estaria relacionado com a eficácia das medidas e por sua vez com o nível de suporte obtido.

Em resumo, a apresentação dos aspectos técnicos dos padrões de desempenho exemplificou a diversidade de parâmetros que devem ser considerados. De acordo com HAYASHI et al. (2010), a definição da estrutura do indicador da NAMA possui tem um impacto crucial sobre a aplicabilidade da abordagem de padrão de desempenho, necessitando assim de uma implementação cuidadosa.

#### **4.3.3.2 – Relação entre indicador de desempenho e a linha de base**

A incorporação do padrão de desempenho da NAMA em sua própria estrutura de MRV é adequada para diferenciar entre as medidas tendenciais, que ocorreriam sem a

presença da NAMA, e as medidas subjacentes à NAMA de apoio (WEHENR, 2010). A figura 9 exemplifica a utilização do indicador de desempenho da NAMA como forma de definir a linha de base, e por consequência sua influencia no tipo de NAMA e financiamento.



**Figura 9 - Padrão de desempenho e seu efeito na linha de base da NAMA**

Fonte: Adaptado a partir de WEHENR (2010)

É possível perceber através da figura, que o indicador de desempenho define a distinção entre a NAMA unilateral, representada pelo nível atual do SCS, e a NAMA apoiada, representada pela proposta em questão. O nível mínimo mandatório representaria o patamar para acessar mercado de carbono, que será explorado na próxima seção.

É possível observar que o financiamento da NAMA apoiada está condicionado ao desempenho adicional ao nível do SCS, e pode ser ajustado de acordo com os critérios definidos para a evolução da NAMA. Cabe ressaltar que o tipo de financiamento também é definido pelo indicador de desempenho, uma vez que a NAMA apoiada não é associada ao carbono.

Como forma de ilustração, a NAMA unilateral representada na figura corresponderia ao próprio mecanismo SCS do PNPB. Seus procedimentos de MRV seriam equivalentes aos procedimentos atuais de monitoramento do SCS, já descritos no Capítulo 3, e por ser unilateral, é caracterizado por não receber interferência ou verificação externa de nenhum país. Isto exemplifica o grau de exigência relacionado às NAMAs unilaterais.

Já no patamar seguinte, uma NAMA apoiada requer um sistema de MRV mais elaborado, onde seria exigido um nível mínimo de verificação. Cabe ressaltar que um dos problemas referentes ao SCS ressaltados na seção 3.1.3 foi justamente a falta de transparência do mecanismo, o que evidencia o potencial das funções de MRV de NAMAs.

A reivindicação por apoio de financiamento e qualificação é justificada para que os países em desenvolvimento implementem as estruturas de MRV com rigor necessário, além de trazer o benefício de satisfazer a expectativa de MRV dos países desenvolvidos.

#### **4.3.3.2 – Possível interface com o mercado de carbono**

De acordo com CHENG (2010), a proposta da abordagem '*need-based NAMA mechanism*' permite a interface com o mercado de carbono, uma vez que a NAMA de apoio não irá gerar créditos de redução de emissões de GEE. Segundo o autor, a interface com o MDL possui grande potencial de sinergia quando a NAMA for capaz de criar condições que facilitem investidores privados a empreenderem atividades de mitigação no âmbito do MDL, alavancando investimentos do setor privado para mitigação de GEE.

Ainda segundo o autor, a implementação de um padrão mínimo de desempenho pode servir como uma interface bem definida entre o mecanismo da NAMA Apoiada (não relacionada à créditos de carbono), e os mecanismos do mercado de carbono. Este padrão mínimo serviria como referência para determinação da adicionalidade de projetos MDL.

Considerando esta possibilidade, é possível utilizar NAMA proposta e suas medidas subjacentes para, no longo prazo, fortalecer o sistema de MRV de forma a criar condições para adotar um nível desempenho mínimo mandatório. No caso da NAMA em questão, seria equivalente a converter o caráter voluntário do SCS em uma norma obrigatória, de forma semelhante ao que foi feito com o percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao diesel.

Decidiu-se por limitar a presente pesquisa somente ao estágio de NAMA Apoiada, que seria a primeira fase de aplicação do mecanismo proposto. A complexidade de uma NAMA de Crédito, ou a interface com o MDL extrapola a abordagem desta pesquisa, optando-se pela sugestão de recomendações para futuras pesquisas a este respeito.

## Conclusões finais

---

O MDL foi capaz de criar, em um curto espaço de tempo, um mercado de carbono dinâmico, capaz de identificar oportunidades de mitigação de GEE, e atraindo um considerável fluxo de capital de investidores públicos e privados para projetos de mitigação implementados nos países em desenvolvimento.

No entanto, criado para servir como instrumento de transferência de recursos e tecnologias aptos a implantar atividades de desenvolvimento sustentável nos países em desenvolvimento, o MDL tem-se revelado limitado à apenas pequenos ajustes em processos ou tecnologias, ao invés da efetiva promoção do desenvolvimento sustentável. A revisão de conceitos e críticas buscou explicitar as principais consequências e limitações impostas pelas características intrínsecas do MDL, listadas a seguir:

- Mecanismo de flexibilidade (compensatório) – Ao permitir que países anexo I (desenvolvidos) possam abater suas emissões com custos mais baixos através de investimento em projetos em países em desenvolvimento, a implementação do MDL necessita garantir controle rigoroso com relação à adicionalidade e sua estrutura de monitoramento e verificação;
- Mecanismo de mercado – Por ser um instrumento projetado como mecanismo de mercado, sua dinâmica e implementação são norteadas pela lógica econômica, e oportunidades do mercado. Tanto os proponentes do projeto (que irão gerar os créditos), quanto os compradores dos créditos, possuem interesse em maximizar as RCEs. Este interesse comum entre as partes obriga à criação e manutenção de regras e procedimentos rigorosos para validação e verificação de projetos MDL, de forma a garantir a credibilidade do sistema;
- Mecanismo de projeto – O escopo de atuação a partir de atividades de projeto induziu, principalmente em sua fase inicial, o desenvolvimento de metodologias com aplicabilidade e necessidade de dados muito específicos, inibindo a contribuição para transformações setoriais mais abrangentes;
- Desenvolvimento Sustentável – A impossibilidade de estabelecer uma orientação internacional clara sobre a definição de Desenvolvimento

Sustentável, devido à sua complexidade e subjetividade, além da necessidade de respeitar o princípio de soberania de cada país, limita a capacidade do MDL em alterar, de fato, os padrões de desenvolvimento dos países em Desenvolvimento;

A operacionalização de todos os conceitos acima citados no MDL induziu ao desenvolvimento de procedimentos e metodologias complexos, causando lentidão para desenvolver e aprovar projetos, altos custos de transação, alta percepção de risco pelas partes interessadas, entre outros. Estas características limitam, em grande medida, a inclusão de projetos com potencial para promover o Desenvolvimento Sustentável.

Neste contexto, projetos com baixos custos e maior potencial de RCEs sobrepõem-se comumente a atividades mais complexas, onerosas, mesmo que estas contemplem benefícios sócio-ambientais comparativamente mais relevantes. A consequência é evidenciada pelo desequilíbrio na distribuição regional e por atividades de MDL.

O Plano de Ação de Bali abriu caminho para que a implementação da Convenção seja ampliada com ações de mitigação nacionalmente adequadas (NAMAs). Essas ações deverão ser monitoradas, reportadas e verificadas (MRV) e apoiadas pelos países do Anexo I em termos financeiros, de transferência de tecnologia e capacitação.

As ações de mitigação mensuráveis, reportáveis e verificáveis deverão ocupar um papel central nas futuras negociações do regime climático, pois possuem grande relevância ao oferecer condições para um equilíbrio mais duradouro entre compromissos e ações, uma vez que seu emprego reforça suas formas de implementação ao promover apoio financeiro e tecnológico.

O reconhecimento de que o conjunto de metodologias desenvolvidas e tornadas públicas no âmbito do MDL podem representar uma importante plataforma para o desenvolvimento das linhas de base e monitoramento para os NAMA, justifica a motivação e foco da pesquisa na estrutura de monitoramento e verificação do MDL. E como forma de explorar os conceitos e constatações da pesquisa, optou-se por estudar a contribuição do MDL para a inserção da agricultura familiar na produção de biodiesel pelo Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB).

## Aplicação da metodologia MDL

O Capítulo III demonstrou a complexidade da aplicação da metodologia MDL de pequena escala em um projeto com potencial para a produção de oleaginosas pela agricultura familiar de forma sustentável, através de um sistema agroflorestal (SAF/Dendê). A metodologia AMS III.AK, apresenta duas opções diferentes para o cálculo das emissões decorrentes do cultivo do solo. O objetivo foi demonstrar a relevância da utilização do fator de emissão padrão como forma de simplificar a utilização da metodologia, viabilizando desta forma, que a renda de RCEs obtidas pela atividade de projeto MDL possa ser alocada para a agricultura familiar.

Ainda que existam recursos de pesquisa alocados ao projeto SAF/Dendê, a complexidade da metodologia exigida para o cálculo do fator de emissão de cultivo permitiu que fosse feita apenas uma estimativa de seu valor. A opção simplificada, que utiliza o fator de emissão de cultivo padrão, requer a utilização e monitoramento de 21 parâmetros, dentre os quais apenas 4 são relacionados à fase agrícola. Já a utilização da opção que exige o cálculo do fator de emissão de cultivo, requer a utilização de 13 parâmetros adicionais específicos para fase agrícola.

Este resultado comprova a relevância da utilização de fatores padrão nas metodologias MDL como forma de simplificar sua utilização. Esta importância é ainda mais significativa quando se trata de projetos de pequena escala, uma vez que reduzem de forma substancial os custos e riscos.

A análise do resultado do fator de emissão do projeto ter sido estimado como 31% maior que o fator padrão da metodologia (2,45 tCO<sub>2</sub>e/ha do projeto, contra 1,87 tCO<sub>2</sub>e/ha da metodologia) indica que as premissas referentes ao aporte de nitrogênio no sistema podem estar superestimadas, uma vez que este fator padrão é calculado de forma conservadora, de forma a preservar a integridade ambiental do MDL. Conforme exposto no Capítulo III, durante a apresentação da metodologia, determinados parâmetros foram estimados devido às limitações para obter os dados requeridos pela metodologia, sendo que estas estimativas foram sempre conservadoras.

Foi possível constatar que as emissões de cultivo foram responsáveis por 86% das emissões de projeto, explicitando a relevância da fase agrícola na contribuição da geração de RCEs para o MDL. O resultado da simulação para o estudo de caso demonstrou, considerando-se as limitações das hipóteses e simplificações adotadas, que a renda dos RCEs atribuídos à agricultura familiar com módulo de 10 ha de SAF/Dendê, poderia ser equivalente a 70% do que hoje recebe uma família dentro do *programa bolsa família*. Este resultado comprova que a contribuição de RCE pode ser significativa, quando comparado a programas direcionados às famílias em situação de pobreza e de extrema pobreza.

Entretanto ainda que o valor da contribuição de RCEs não venha a ser um fator determinante para os proponentes do projeto, reconhece-se que a rentabilidade do plantio de oleaginosas poderia servir como uma espécie de complementação aos baixos rendimentos auferidos pela maioria desses agricultores. Assim, os resultados dessa análise indicam que mesmo que, em um primeiro momento, a geração de renda não seja muito significativa, haveria um ganho potencial em termos de fixação dos agricultores familiares no campo.

Considerando-se, portanto, a questão aberta para direcionar a pesquisa – Em que medida a Metodologia MDL de Pequena Escala pode oferecer incentivos para inserção da agricultura familiar na cadeia produtiva de biodiesel? –, pode-se afirmar que existe sinergia positiva entre objetivos sociais, ambientais e econômicos, tanto do PNPB quanto do MDL, ainda que de forma limitada.

Considerando a complexidade de monitorar, reportar e verificar as emissões das atividades agrícolas, e considerando o grande potencial que a atividade agrícola representa para promoção do Desenvolvimento Sustentável, a pesquisa propõe o desenvolvimento de novos fatores padrão de emissão de cultivo para as oleaginosas apresentadas pelo PNPB como opções potenciais para produção de Biodiesel no Brasil, uma vez que a atual metodologia de pequena escala apresenta somente opções para dendê e pinhão manso.

Entretanto, a complexidade de elaboração deste fator padrão sugere que seu desenvolvimento não fique limitado somente no âmbito da iniciativa privada, como seria o caso do MDL, mas que poderia ser promovido pelo governo, como por exemplo, a Embrapa, uma vez que desenvolvedores de projeto (agricultores, usinas ou interessados na comercialização dos RCEs) não teriam incentivos suficientes para o desenvolvimento de uma nova metodologia ou fator de emissão padrão.

### **Ampliação da participação da agricultura familiar na cadeia de produção de biodiesel**

O Capítulo IV buscou explorar a utilização de mecanismos da Convenção do Clima para ampliar a participação da agricultura familiar na cadeia produtiva de biodiesel. A análise das políticas e medidas indicadas para este fim evidenciou a necessidade de forte intervenção governamental, o que compromete a eficácia do MDL, por ser um mecanismo de mercado, como fator de transformação.

A complexidade do MDL sugere que, para o caso de projetos relacionados aos biocombustíveis, cuja natureza do ciclo de vida é significativamente complexa, talvez não seja viável utilizar este mecanismo para ampliação da participação da agricultura familiar na cadeia do biodiesel. Por outro lado, a pesquisa explora as possibilidades de esta expansão ser feita através de ações de mitigação nacionalmente adequadas (NAMAs). Neste sentido, uma NAMA pode ser uma solução que privilegie um pouco mais a questão do Desenvolvimento Sustentável.

Optou-se por selecionar o Selo Combustível Social (SCS), principal mecanismo do PNPB voltado para a promoção da agricultura familiar, para explorar elementos de uma NAMA de apoio, como forma de fortalecer este mecanismo que tem apresentado um desempenho muito aquém do planejado. A pesquisa apresentou os problemas e limitações do SCS, sendo que o monitoramento constitui uma de suas principais questões.

Buscou-se então, explorar a vantagem que os requisitos de MRV necessários para uma NAMA de apoio (não diretamente associada à mitigação de GEE) podem ser muito

menos restritivos do que os requisitos de MRV do MDL. Outro fator utilizado para simplificar os procedimentos de MRV, foi incorporar o indicador definido como padrão de desempenho da NAMA na própria estrutura desta NAMA.

Considera-se, portanto, que a questão: “De que forma uma NAMA pode incentivar o aumento da participação da agricultura familiar na cadeia de produção de biodiesel?” tenha sido endereçada.

A pesquisa buscou demonstrar que elaboração do sistema de MRV de uma NAMA pode ser crucial para sua credibilidade e aplicabilidade. Potencializar a função de facilitação do MRV pode atinge o duplo objetivo de (i) catalisar a coordenação e o planejamento de ações de mitigação e apoio dentro do próprio país, ao criar condições para execução da NAMA, e (ii) aumentar as chances para que países desenvolvidos ofereçam apoio.

Existe, portanto motivação para se tirar proveito da oportunidade que dominar os mecanismos de MRV representam, tanto pelos países desenvolvidos, interessados em ceder tecnologia e obter reconhecimento ou créditos, quanto pelos países em desenvolvimento, interessados em investimento e desenvolvimento.

Em função do exposto, recomendam-se as seguintes ações e linhas de pesquisa:

- Aprofundar o estudo das opções de enquadramento de uma NAMA
- Seguindo o trilho do MDL, pesquisar a concepção de um Programa de Atividades (PoA)-piloto que teria como ponto de partida a adaptação da metodologia AMS III.AK, apresentada no Capítulo III. A metodologia de pequena escala seria adaptada para melhor atender as características regionais do PNPB. Algumas adaptações podem ser elencadas a partir do estudo de caso apresentado:
  - Refinamento do fator de alocação da metodologia de cálculo de emissões do projeto, de forma a melhor refletir a alocação entre a oleaginosa e os co-produtos da agricultura familiar;
  - Desenvolvimento de fator de emissão padrão (opção ‘A’) para outras oleaginosas e sistemas produtivos utilizados pelo PNPB, de forma a reduzir a atual limitação de palma e pinhão manso.

## Referências Bibliográficas

- ABRAMOVAY, R., MAGALHAES, R., 2007, *O Acesso dos Agricultores Familiares aos Mercados de Biodiesel: Parcerias entre Grandes Empresas e Movimentos Sociais*. São Paulo, Plural Pesquisa e Consultoria/Departamento de Economia da Universidade de São Paulo.
- AGRIANUAL, 2009, *Anuário Estatístico Agrícola*, 2009. São Paulo, Consultoria e Agroinformativos.
- AMERICANO, B., 2010. “O estágio atual das negociações sobre NAMAS: implicações para o Brasil e para o futuro das negociações sobre mudanças climáticas”, *Boletim Regional, Urbano e Ambiental*, v. 4, pp. 69-74.
- ANP, 2007, *Processo de obtenção de Registro de Produtor e comercializador de biodiesel pelas cooperativas*. 3º Seminário - A inserção das cooperativas no processo de produção de biodiesel, Rio de Janeiro, ANP.
- AVZARADEL, A. C., 2008, *A Contribuição da Política Estadual para Vibializar a Participação da Agricultura Familiar do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel: O Caso da Bahia*. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro, Programa de Planejamento Energético, COPPE/UFRJ.
- BCB – Banco Central do Brasil. Conversão de moedas, 2011. Disponível em: <http://www.bcb.gov.br>. Acesso em março de 2011.
- BERTHAUD, A., Nudnes, C. D. M., Barcelos, E., et al., 2000, “Implantação e exploração da cultura do dendêzeiro”. Em: Viegas, I., Muller, A. (Eds.), *A Cultura do Dendêzeiro na Amazônia Brasileira*, 1 ed., cap. 10, Belém,Embrapa, pp. 193-227.

BRASIL - CASA CIVIL DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2006, *LEI N° 11.326, de 24 DE JULHO DE 2006*. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2006./Lei/L11326.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006./Lei/L11326.htm). Acesso em junho de 2009.

BRASIL - CASA CIVIL DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2010, *O Programa Nacional de Biodiesel*. Disponível em: <http://www.biodiesel.gov.br/programa.html>. Acesso em dezembro de 2010.

CARBONO BRASIL. The energy of nature. Disponível em: <<http://www.carbonobrasil.com/>> Acesso em janeiro de 2011.

CCAP, 2009, *Nationally Appropriate Mitigation Actions by Developing Countries: Architecture and Key Issues*. Washington D.C., Center for Clean Air Policy.

CDM Watch, 2009, *Statement of NGOs, Activists and Citizens on the Reform of the Clean Development Mechanism*. New Delhi, CDM Watch.

CENTROCLIMA, 2011, *Relatório sobre a XVI Conferência das Partes da CQNUMC – Cancun*. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), Rio de Janeiro.

CHENG, C. C., 2010, “A new NAMA framework for dispersed energy end-use sectors”. *Energy Policy*, v. 38, pp. 5614-5624.

CHERUBINI, F., BIRD, N. D., COWIE, A., et al., 2009, “Energy- and greenhouse gas-based LCA of biofuel and bioenergy systems: Key issues, ranges and recommendations”. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 53, pp. 434-447.

CMMAD (Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento), 1991, *Nosso Futuro Comum*. Rio de Janeiro, Editora da Fundação Getúlio Vargas.

COSBEY, A., MURPHY, D., DREXHAGE, J., BALINT, J., 2006, *Making Development Work in the CDM*. Phase II of the development dividend project,

Winnipeg: International Institute for Sustainable Development. Disponível em: <http://www.iisd.org>. Acesso em dezembro de 2010.

COSBEY, A., PARRY, J.-E., BROWNE, J., et al., 2005, *Making the CDM Work for Developing Countries. Phase I of the development dividend project*, Winnipeg, International Institute for Sustainable Development. Disponível em: <http://www.iisd.org>. Acesso em dezembro de 2010.

CRUTZEN et al., 2007, *N<sub>2</sub>O release from agro-biofuel production negates global warming reduction by replacing fossil fuels*, Atmospheric Chemistry and Physics Discussions, 7, pp. 11191–11205,

DE GOUVELLO, C.; COTO, O., 2003, *Transaction Costs and Carbon Finance Impact on Smallscale CDM Projects*. PCF Plus Report 14, Washington, D.C., PCFPlus.

DELUCCHI, M. A., 2006, *Lifecycle Analyses of Biofuels*, Institute of Transportation Studies. Davis, University of California..

ELLIS, J., 2002, *Developing Guidance on Monitoring and Project Boundaries for Greenhouse Gas*. Paris, OECD and IEA Information Paper.

ELLIS, J., BARON R., BUCHNER, B., 2007, *SD-PAMS: What, Where, When and How*. OECD/IEA Information Paper, Paris

ELLIS, J., MOARIF, S., 2009, *GHG Mitigation Actions:MRV Issues and Options*. OECD/IEA Information Paper, Paris

EPE (Empresa de Pesquisa Energética), 2007, *Plano Nacional de Energia 2030 – Combustíveis Líquidos*. Rio de Janeiro, EPE.

FERNANDES, I. O. L. , 2009, *Avaliação Energética e Ambiental da Produção de Óleo de Dendê para Biodiesel na Região do Baixo Sul*. Ilhéus, UESC..

FIGUERES, C., 2005, "Policies and programs under the CDM, Sectoral CDM: Opening the CDM to the yet unrealized goal of sustainable development", *International Journal of Sustainable Development Law and Policy*, v. 2, pp. 1-19.

FLEXOR, G., 16 jun 2010, "O Programa Nacional de Biodiesel: avanços e limites", *Carta Maior*, p. 1-3.

GNANSOUNOU, E., DAURIAT, A., VILLEGRAS, J., et al., 2009. *Life cycle assessment of biofuels: Energy and greenhouse gas balances*. Bioresource Technology, v. 100, pp. 4919-4930.

GOVERNO FEDERAL, 2006, *Biodiesel. O Novo Combustível do Brasil. Programa Nacional e Uso do Biodiesel*. Brasília.

HAYASHI, D., Müller, N., Feige, S ., et al., 2010, *Towards a More Standardized Approach to Baselines and Additionality under the CDM*. London, UK Department for International Development.

IETA (International Emissions Trading Association), 2008, *State and Trends of Carbon Markets*. Genebra. Disponível em: [www.ietad.org](http://www.ietad.org). Acesso em dezembro de 2010.

IETA (International Emissions Trading Association), 2010, *State and Trends of Carbon Markets*. Genebra. Disponível em: [www.ietad.org](http://www.ietad.org). Acesso em dezembro de 2010. Acesso em dezembro de 2010.

IGES (Institute for Global Environmental Strategies), 2010, *Towards CDM Reform*. Arlington. Disponível em: [www.iges.or.jp/en/cdm/report.html](http://www.iges.or.jp/en/cdm/report.html). Acesso em abril de 2011.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2000, "Summary for Policymakers", *Emissions Scenarios: A Special Report of IPCC Working Group III*. Genebra. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/sres-en.pdf>. Acesso em junho de 2010.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2006, *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Genebra. Disponível em: [http://www.ipcc-ggip.iges.or.jp/public/gp/english/Table\\_of\\_contents.pdf](http://www.ipcc-ggip.iges.or.jp/public/gp/english/Table_of_contents.pdf). Acesso em janeiro de 2011.

JUNG, M., VIEWEG, M., EISBRENNER, K., et al., 2010, *Nationally Appropriate Mitigation Actions: Insights from Example Development*. Cologne, Ecofys Germany.

KATO, K., 17 mar 2008, “O biodiesel e o desenvolvimento regional”, Carta Maior, pp. 1-3.

KNOTHE, G., GERHARD, J. V., KRAHL, J., et al., 2006, *Manual de Biodiesel*. 1 ed., São Paulo, Editora Blucher.

LA ROVERE, E. L., 2009, *Evolution of the Concept of Development: From Economic Growth to Sustainable Development*. Rio de Janeiro, LIMA/COPPE/UFRJ.

LA ROVERE, E. L., OBERLING, D. F., OBERMAIER, M., SOLARI, R., WILLS, W., 2009, *Avaliação da Sustentabilidade da Expansão do Etanol da Cana-de-açúcar no Brasil*. Rio de Janeiro, LIMA/COPPE/UFRJ.

LARSON, E.D., JIN, H., CELIK, F.E., 2005, “A review of life-cycle analysis studies on liquid biofuel systems for the transport sector”, *Energy for Sustainable Development*, v. 10., pp. 109-126.

MARZULLO, R. C. M., 2007, *Análise de Ecoeficiência dos Óleos Vegetais Oriundos da Soja e Palma, Visando a Produção de Biodiesel*. Dissertação de Mestrado, São Paulo, USP.

MDA (Ministério do Desenvolvimento Agrário), 2010, *Programa Estimula Agricultura Familiar a Produzir Palma de Óleo*. Disponível em: [http://www.mda.gov.br/portal/noticias/item?item\\_id=4115959](http://www.mda.gov.br/portal/noticias/item?item_id=4115959). Acesso em março. 2010.

MDA (Ministério do Desenvolvimento Agrário), 2011, *O Selo Combustível Social*. Disponível em: <http://comunidades.mda.gov.br/portal/saf/programas/biodiesel/2286313>. Acesso em fevereiro de 2011.

MICHAELOWA, A., GAGNON-LEBRUN, F., HAYASHI, D., et al., 2007, *Understanding CDM Methodologies: A Guidebook to CDM Rules and Procedures*. London, DEFRA.

MICHAELOWA, A., HAYASHI, D., JUNG, M., et al., 2008, A Review of the Current State and Options for Reform of the CDM. London, DEFRA.

MIGUEZ, J. D., 2010. “Reflexões sobre o futuro do Regime Internacional sobre Mudança do Clima”, *Boletim Regional, Urbano e Ambiental*, v. 4, pp. 45-61.

MONTEIRO, J.M.G., 2007, *Plantio de Oleaginosas por Agricultores Familiares do Semi-Árido Nordestino para Produção de Biodiesel como uma Estratégia de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas*. Tese de D.Sc., Rio de Janeiro, Programa de Planejamento Energético, COPPE/UFRJ.

NAE- NÚCLEO DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. 2005. Cadernos NAE, *Mudança do Clima*, 250 p. Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, Secretaria de Comunicação de Governo e Gestão Estratégica, Brasília, DF.

NATURA, 2010, Projeto SAF/Dendê [mensagem pessoal]. Mensagem recebida de <[andresasilva@natura.net](mailto:andresasilva@natura.net)> em 20 de nov. 2010.

OLSEN, K., 2007, “The Clean Development Mechanism’s contribution to sustainable development: a review of the literature”, *Climatic Change*, v. 84, pp. 59-73.

PERES, S., SCHULER, A., ALMEIDA, C. H. T., et al., 2007, *Caracterização e Determinação do Poder Calorífico e do Número de Cetano de Vários Tipos de*

*Biodiesel Através da Cromatografia.* Anais do Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel,, Brasília, SETEC/MCT/ABIPTI.

REIJNDERS, L., HUIJBREGTS, M., 2006, “Palm oil and the emission of carbon-based greenhouse gases”, *Journal of Cleaner Production*, v. 16, pp. 477-482.

SACHS, I., 1993, *Estratégias de Transição para o Século XXI, Coleção Cidade Aberta*. São Paulo, Studio Nobel Editora e Fundação de Desenvolvimento Administrativo.

SANTOS, A. M., 2008, *Análise do Potencial do Biodiesel de Dendê para Geração Elétrica em Sistemas Isolados da Amazônia*. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro, Programa de Planejamento Energético, COPPE/UFRJ.

SCHAFFEL, S. B., 2010, *Em Busca da Eco-Sócio Eficiência no Caso da Agricultura familiar Voltada para a Produção de Biodiesel no Brasil*. Tese de Doutorado, Rio de Janeiro, Programa de Planejamento Energético, COPPE/UFRJ.

SEES, 1995. *Swiss EcoInventory of Energy Systems*, 2nd Edition, Vol. 1, p.245

SERRA, S. B., 2007, *O Brasil e a Mudança do Clima: Negociações e Ações, Presentes e Futuras*. II Conferência Nacional de Política Externa e Política Internacional, Rio de Janeiro, IPRI.

SHEEHAN, J., CAMOBRECO, V., DUFFIELD, J., et al., 1998. *Life Cycle Inventory of Biodiesel and Petroleum Diesel for Use in an Urban Bus*. NREL/SR-580-24089, Golden, NREL.

SINISCHALCHI, C. R., 2010, *Análise da Viabilidade para Inserção da Agricultura Familiar do Semiárido no Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel: O Caso do Ceará*. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro, Programa de Planejamento Energético, COPPE/UFRJ.

SOBRINHO, V. G., SCHNEIDER, P. R., 2008, “Análise bioeconômica do sequestro florestal de carbono: uma aplicação do caso do Rio Grande do Sul”, *Ciência Florestal*, v1. 18, pp. 493-510.

SUTTER, C., SCHIBLI R., 2011, “If you want a Nama tomorrow, You need a POA today”, *Point Carbon*, pp. 36-37.

UNEP/RISOE, 2011, *CDM pipeline Overview*. Disponível em: [www.cd4cdm.org](http://www.cd4cdm.org). Acesso em: abril de 2011.

UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change), 2010a, *AMS III.AK VI*,. Disponível em: <http://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/OK9Z4CJL0UYU0XCQPDFEET7FRI3WW9/view.html>. Acesso em abril de 2010.

UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change), 2010b, *ACM00017 V2*,. Disponível em: <http://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/Z6UFHXTRQJ2PSZ1EOD21IT8FEF4AE7/view.html>. Acesso em abril de 2010.

UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change), 2010c, *Guidelines on apportioning emissions from production processes V2*. Disponível em: <http://cdm.unfccc.int/UserManagement/FileStorage/KF8Q671P9JOTB3MVRN25LDCHS40IUE>. Acesso em: abr 2010.

VASCONCELOS, S. S., 2011. Resultado de análise da EMBRAPA [mensagem pessoal]. Mensagem recebida de <steel@cpatu.embrapa.br> em 20 de jan. 2011.

VEIGA, J. E., 2005, *Desenvolvimento Sustentável – O Desafio do Século XXI*. 1. ed., Rio de Janeiro, Garamond.

WEHNER, S., Hayashi, D., Michaelowa, A.; et al., 2010, *Supported NAMA Design Concept for Energy- Efficiency Measures in the Mexican Residential Building Sector*. Final Draft Working Paper, Mexico City, Point Carbon Global Advisory Services. Disponível em: [http://www.perspectives.cc/home/groups/7/Publications/NAMA\\_Design\\_Mexico\\_Working\\_Paper.pdf](http://www.perspectives.cc/home/groups/7/Publications/NAMA_Design_Mexico_Working_Paper.pdf). Acesso em março de 2011.

WINKLER, H., SPALDING-FECHER, R., MWAKASONDA, S., et al., 2002, “Sustainable development policies and measures: starting from development to tackle climate change”. Em: BAUMERT, K., BLANCHARD, O., LLOSA, S., PERKAUS, J. F. (Eds.), *Building on the Kyoto Protocol: Options for Protecting the Climate*. Washington, D.C., World Resource Institute.

WINKLER, H., Höhne, N., den Elzen, M., 2008, *Methods for quantifying the benefits of sustainable development policies and measures (SD-PAMs)*, Climate Policy 8(2), 119–134.

WORLD BANK, 2010, *State and Trends of the Carbon Market 2010*. Disponível em: <http://www.carbonfinance.org>. Acesso em fevereiro de 2011.

## Anexo A.1- Apresentação da opção B: Emissões específicas do cultivo

---

Neste anexo são apresentadas na íntegra as definições e fórmulas descritas para a opção 'B' da metodologia MDL ACM00017, presentes no seu Anexo 1 (UNFCCC, 2010b)

### **N<sub>2</sub>O emissions from the application of fertilizers**

$$PE_{N2O-N,Fer,y} = F_{N,y} \times EF_{N2O-N,dir} \times GWP_{N2O} \times \frac{44}{28} \quad (\mathbf{B1})$$

Where:

- $PE_{N2O-N,Fer,y}$  = Direct N<sub>2</sub>O-N emissions from land management at the plantation in year y (tCO<sub>2</sub>e)
- $F_{N,y}$  = Amount of synthetic fertilizer nitrogen and organic fertilizer nitrogen from animal manure, sewage, compost or other organic amendments applied at the plantation in year y (t N). Where  $F_{N,y} = F_{ON,y} + F_{SN,y}$
- $EF_{N2O-N,dir}$  = Emission factor for direct nitrous oxide emissions from Nitrogen inputs (Default Value 0.01 t N<sub>2</sub>O-N/t N)

The amount of organic fertilizer N applied at the plantation ( $F_{ON,y}$ ) is calculated based on the quantity of organic fertilizer applied and the N content in the organic fertilizer, as follows:

$$F_{ON,y} = \sum_p M_{OF,p,y} \times w_{N,p,y} \quad (\mathbf{B2})$$

Where:

- $F_{ON,y}$  = Amount of organic fertilizer nitrogen from animal manure, sewage, compost or other organic amendments applied at the plantation in year y (t N)
- $M_{OF,p,y}$  = Amount of organic fertilizer  $p$  applied at the plantation in year y (t organic fertilizer)
- $w_{N,p,y}$  = Weight fraction of nitrogen in organic fertilizer type  $p$  (t N / t organic fertilizer)
- $p$  = Organic fertilizer types (animal manure, sewage, compost or other organic amendments) applied at the plantation in year y.

The amount of synthetic fertilizer N applied at the plantation ( $F_{SN,y}$ ) is calculated based on the quantity of synthetic fertilizer applied and the N content in the synthetic fertilizer, as follows:

$$F_{SN,y} = \sum_q M_{SF,q,y} \times w_{N,q,y} \quad (B3)$$

Where:

- $F_{SN,y}$  = Amount of synthetic fertilizer nitrogen applied at the plantation in year  $y$  (t N)
- $M_{SF,q,y}$  = Amount of synthetic fertilizer  $q$  applied at the plantation in year  $y$  (t synthetic fertilizer)
- $w_{N,q,y}$  = Weight fraction of nitrogen in synthetic fertilizer type  $q$  (t N /t synthetic fertilizer)
- $q$  = Synthetic fertilizer types applied at the plantation in year  $y$

### CO<sub>2</sub> emissions from urea application

Adding urea to soils leads to a loss of CO<sub>2</sub> that was fixed in the industrial production process. Urea (CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>) is converted into ammonium, hydroxyl ion and bicarbonate in the presence of water and urease enzymes in the soil. The bicarbonate evolves into CO<sub>2</sub> and water. CO<sub>2</sub> emissions from urea application are calculated as follows:

$$PE_{urea,y} = M_{urea,y} \times EF_{CO2,urea} \times \frac{44}{12} \quad (B4)$$

Where:

- $PE_{urea,y}$  = Project emissions from urea application at the plantation in year  $y$  (tCO<sub>2</sub>)
- $M_{urea,y}$  = Quantity of urea applied at the plantation in year  $y$  (t urea)
- $EF_{CO2,urea}$  = CO<sub>2</sub> emission factor for urea application (Default Value 0.2 tCO<sub>2</sub>/t urea)

### CO<sub>2</sub> emissions from application of limestone and dolomite

Adding carbonates to soils in the form of lime (e.g., calcic limestone (CaCO<sub>3</sub>) or dolomite (CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) leads to CO<sub>2</sub> emissions as the limes dissolve and release bicarbonate, which evolves into CO<sub>2</sub> and water. The Tier 1 approach from the 2006 IPCC Guidelines for National GHG Inventories is used to estimate these emissions. CO<sub>2</sub> emissions from liming at the plantation are estimated as follows:

$$PE_{lime,y} = (M_{lime,y} \times EF_{lime} + M_{dolomite,y} \times EF_{dolomite}) \times \frac{44}{12} \quad (B5)$$

Where:

|                   |                                                                                                                                                        |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $PE_{lime,y}$     | = Project emissions from application of limestone and dolomite at the plantation in year $y$ (tCO <sub>2</sub> )                                       |
| $M_{limestone,y}$ | = Quantity of calcic limestone (CaCO <sub>3</sub> ) applied at the plantation in year $y$ (tCaCO <sub>3</sub> )                                        |
| $M_{dolomite,y}$  | = Quantity of dolomite (CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ) applied at the plantation in year $y$ (t Ca Mg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> )          |
| $EF_{limestone}$  | = Carbon emission factor for calcic limestone (CaCO <sub>3</sub> ) application (Default Value 0.12 tC/tCaCO <sub>3</sub> )                             |
| $EF_{dolomite}$   | = Carbon emission factor for dolomite (CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ) application (Default Value 0.13 tC/tCaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ) |

### CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O emissions from the field burning of biomass

Biomass from the plantation may be burnt regularly during the crediting period (e.g. after harvest). In these cases, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O emissions should be calculated for each time that field burning is occurring, as follows:

$$PE_{FB,y} = \sum_{s_{FB}} A_{PJ,s_{FB}} \cdot M_{B,s_{FB}} \cdot C_{f,s_{FB}} \cdot (EF_{N2O,FB} \cdot GWP_{N2O} + EF_{CH4,FB} \cdot GWP_{CH4}) \quad (B6)$$

Where:

|                 |                                                                                                                                                        |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $PE_{FB,y}$     | = Project emissions from field burning of biomass at the plantation site in year $y$ (tCO <sub>2</sub> e)                                              |
| $A_{PJ,s_{FB}}$ | = Size of the land area of stratum $s_{FB}$ (ha)                                                                                                       |
| $M_{B,s_{FB}}$  | = Average mass of biomass available for burning on stratum $s_{FB}$ (t dry matter/ha)                                                                  |
| $C_{f,s_{FB}}$  | = Combustion factor, accounting for the proportion of biomass that is actually burnt on stratum $s_{FB}$ (dimensionless)                               |
| $EF_{N2O,FB}$   | = N <sub>2</sub> O emission factor for field burning of biomass (tN <sub>2</sub> O/t dry matter). IPCC default values will be used, see guidance below |
| $GWP_{N2O}$     | = Global Warming Potential of nitrous oxide valid for the commitment period (tCO <sub>2</sub> e/tN <sub>2</sub> O)                                     |
| $EF_{CH4,FB}$   | = CH <sub>4</sub> emission factor for field burning of biomass (tCH <sub>4</sub> /t dry matter). IPCC default values will be used, see guidance below  |
| $GWP_{CH4}$     | = Global Warming Potential of methane valid for the commitment period (tCO <sub>2</sub> e/tCH <sub>4</sub> )                                           |
| $s_{FB}$        | = Strata of the project area where biomass is burnt in year $y$ <sup>5</sup>                                                                           |

---

<sup>5</sup> If biomass on a stratum is burnt two or more times in the year, emissions from this stratum should be accounted each time burning is occurring.

## Direct N<sub>2</sub>O emissions from land management at the plantation (PE<sub>N<sub>2</sub>O-N,dir,y</sub>)

N<sub>2</sub>O emissions from land management at the plantation can occur from the following activities:

- Nitrogen in crop residues (above-ground and below-ground);
- Nitrogen mineralization associated with loss of soil organic matter resulting from change of land use or a change of management practices of mineral soils (applicable in case of mineral soils);
- Drainage/management of organic soils (applicable in case of organic soils).

Some emission sources may not be relevant for certain project types. Project participants should document and justify in the CDM-PDD which of these activities may occur in the context of the proposed project activity.

Direct soil N<sub>2</sub>O emissions are calculated as follows:

$$PE_{N_2O-N,dir,y} = \left\{ \left( \sum_{s_{CR}} F_{CR,s_{CR},y} \right) \times EF_{N_2O-N,dir} + \sum_{s_{MS}} [F_{SOM,s_{MS},y} \times EF_{N_2O-N,dir}] + \sum_{s_{OS}} [A_{PJ,s_{OS},y} \times EF_{N_2O,N,OS}] \right\} \times GWP_{N_2O} \times \frac{44}{28} \quad (B7)$$

Where:

- $PE_{N_2O-N,dir,y}$  = Direct N<sub>2</sub>O-N emissions from land management at the plantation in year y (tCO<sub>2</sub>e)  
 $EF_{N_2O-N,dir}$  = Emission factor for direct nitrous oxide emissions from N inputs (Default Value 0.01 t N<sub>2</sub>O-N/t N)  
 $F_{CR,s_{CR},y}$  = Amount of Nitrogen in crop residues (above ground and below ground), including N-fixing crops, returned to the soil on stratum  $s_{CR}$  in year y (t N)  
 $F_{SOM,s_{MS},y}$  = Amount of Nitrogen in the mineral soil that is mineralized on stratum  $s_{MS}$  in year y in association with loss of soil carbon from soil organic matter as a result of a land use change or a change in the land management practice (t N)  
 $A_{PJ,s_{OS},y}$  = Size of the land area of stratum  $s_{OS}$  (ha)  
 $EF_{N_2O,N,OS}$  = Emission factor for direct nitrous oxide emissions from drained/managed organic soils (t N<sub>2</sub>O-N/ha). Default values are provided below  
 $s_{CR}$  = Strata of the project area where crops residues, including N-fixing crops, are returned to the soil  
 $s_{MS}$  = Strata of the project area with mineral soils  
 $s_{OS}$  = Strata of the project area with organic soils

The amount of Nitrogen in crops residues returned to the soil ( $F_{CR,s_{CR},y}$ ) is calculated for each stratum  $s_{CR}$  as follows:

$$F_{CR,s_{CR},y} = \sum_c M_{c,s_{CR},y} \times \left[ R_{AG,c} \times w_{N,AG,c} \times (1 - \text{Frac}_{REMOVE,c,y}) \times (1 - f_{burnt_{s_{CR},c,y}} \times (1 - C_{f,c})) + R_{BG,c} \times w_{N,BG,c} \right] \quad (B8)$$

Where:

|                            |                                                                                                                                                             |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $F_{CR,s_{CR},y}$          | = Amount of Nitrogen in crop residues (above ground and below ground), including N-fixing crops, returned to the soil on stratum $s_{CR}$ in year $y$ (t N) |
| $M_{c,s_{CR},y}$           | = Quantity of crop type $c$ that is harvested on stratum $s_{CR}$ in year $y$ (t dry matter)                                                                |
| $f_{burnt_{s_{CR},c,y}}$   | = Fraction of the area of stratum $s_{CR}$ , cultivated with crop type $c$ , that is burnt in year $y$                                                      |
| $C_{f,c}$                  | = Combustion factor, accounting for the proportion of the crop residues from crop type $c$ that are actually combusted when undertaking field burning       |
| $R_{AG,c}$                 | = Ratio of above-ground residue of crop type $c$ to harvested yield for crop type $c$                                                                       |
| $w_{N,AG,c}$               | = N content in the above-ground residues of crop type $c$ (t N/t dry matter)                                                                                |
| $\text{Frac}_{REMOVE,c,y}$ | = Fraction of above-ground biomass residues of crop type $c$ that are removed from the plantation in year $y$                                               |
| $R_{BG,c}$                 | = Ratio of below-ground residue of crop type $c$ to harvested yield for crop type $c$                                                                       |
| $w_{N,BG,c}$               | = N content in the below-ground residues of crop type $c$ (t N/t dry matter)                                                                                |
| $C$                        | = Crop types harvested on stratum $s_{CR}$ in year $y$                                                                                                      |
| $s_{CR}$                   | = Strata of the project area where crops residues, including N-fixing crops, are returned to the soil                                                       |

When soil Carbon is lost through oxidation as a result of a land use change or a change in land management practices, this loss will be accompanied by a simultaneous mineralization of Nitrogen. This Nitrogen is regarded as an additional source of Nitrogen available for conversion to  $N_2O$ . This quantity of N ( $F_{SOM,s_{MS},y}$ ) is estimated for each stratum  $s_{MS}$  as follows:

$$F_{SOM,s_{MS},y} = \frac{SOC_{historic,s_{MS}} - SOC_{PJ,s_{MS}}}{T} \times \frac{1}{R} \times A_{PJ,s_{MS}} \quad (B9)$$

Where:

|                    |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $F_{SOM,s_{MS},y}$ | = Amount of Nitrogen in the mineral soil that is mineralized on stratum $s_{MS}$ in year $y$ in association with loss of soil carbon from soil organic matter as a result of a land use change or a change in the land management practice (t N) |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                             |                                                                                                                                                           |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $SOC_{\text{historics}_MS}$ | = Soil organic carbon stock with the land use and land management practices on stratum $s_{MS}$ before the implementation of the project activity (tC/ha) |
| $SOC_{PJ,s_{MS}}$           | = Soil organic carbon stock with the land use and land management practices on stratum $s_{MS}$ under the project activity (tC/ha)                        |
| T                           | = Time dependence of the stock change factors (years)                                                                                                     |
| R                           | = Carbon:Nitrogen ratio of the soil organic matter                                                                                                        |
| $A_{PJ,s_{MS}}$             | = Size of the land area of stratum $s_{MS}$ (ha)                                                                                                          |

### ***Indirect N<sub>2</sub>O emissions***

Indirect N<sub>2</sub>O emissions comprise N<sub>2</sub>O emissions due to atmospheric decomposition of Nitrogen volatilized from the plantation and N<sub>2</sub>O emissions from leaching/run-off:

$$PE_{N2O-N,ind,y} = (PE_{N2O-N,ind,ATD,y} + PE_{N2O-N,ind,L,y}) \times \frac{44}{28} \times GWP_{N2O} \quad (\text{B10})$$

Where:

|                        |                                                                                                                                                                 |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $PE_{N2O-N,ind,y}$     | = Indirect N <sub>2</sub> O-N emissions from land management at the plantation in year $y$ (tCO <sub>2</sub> e)                                                 |
| $PE_{N2O-N,ind,ATD,y}$ | = Indirect N <sub>2</sub> O-N emissions due to atmospheric deposition of nitrogen volatilized from the soil of the plantation in year $y$ (tN <sub>2</sub> O-N) |
| $PE_{N2O-N,ind,L,y}$   | = Indirect N <sub>2</sub> O-N emissions due to leaching/run-off as a result of nitrogen application at the plantation in year $y$ (tN <sub>2</sub> O-N)         |

Indirect N<sub>2</sub>O emissions due to atmospheric deposition of nitrogen volatilized from the soil of the plantation are calculated as follows:

$$PE_{N2O-N,ind,ATD,y} = (F_{SN,y} \cdot \text{Frac}_{GASF} + F_{ON,y} \cdot \text{Frac}_{GASM}) \cdot EF_{N2O-N,ATD} \quad (\text{B11})$$

Where:

|                        |                                                                                                                                                                 |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $PE_{N2O-N,ind,ATD,y}$ | = Indirect N <sub>2</sub> O-N emissions due to atmospheric deposition of nitrogen volatilized from the soil of the plantation in year $y$ (tN <sub>2</sub> O-N) |
| $F_{SN,y}$             | = Amount of synthetic fertilizer nitrogen applied at the plantation in year $y$ (t N)                                                                           |
| $\text{Frac}_{GASF}$   | = Fraction of synthetic fertilizer N that volatilizes as NH <sub>3</sub> and NO <sub>x</sub> (t N volatilized / t N applied)                                    |
| $F_{ON,y}$             | = Amount of organic fertilizer nitrogen from animal manure, sewage, compost or other organic amendments applied at the plantation in year $y$ (t N)             |
| $\text{Frac}_{GASM}$   | = Fraction of organic N fertilizer that volatilizes as NH <sub>3</sub> and NO <sub>x</sub> (t N volatilized / t N applied)                                      |
| $EF_{N2O-N,ATD}$       | = Emission factor for atmospheric deposition of N on soils and water surfaces (t N <sub>2</sub> O-N / t N volatilized)                                          |

Indirect N<sub>2</sub>O emissions due to leaching and runoff only need to be estimated if leaching and runoff occurs. They are calculated as follows:

$$PE_{N2O-N,ind,L,y} = \left( F_{SN,y} + F_{ON,y} + \sum_{s_{CR}} F_{CR,s_{CR},y} + \sum_{s_{MS}} F_{SOM,s_{MS},y} \right) \cdot Frac_{LEACH} \cdot EF_{N2O-N,L} \quad (B12)$$

Where:

- $PE_{N2O-N,ind,L,y}$  = Indirect N<sub>2</sub>O-N emissions due to leaching/run-off as a result of nitrogen application at the plantation in year  $y$  (tN<sub>2</sub>O-N)
- $F_{SN,y}$  = Amount of synthetic fertilizer nitrogen applied at the plantation in year  $y$  (t N)
- $F_{ON,y}$  = Amount of organic fertilizer nitrogen from animal manure, sewage, compost or other organic amendments applied at the plantation in year  $y$  (t N)
- $F_{CR,s_{CR},y}$  = Amount of N in crop residues (above ground and below ground), including N-fixing crops, returned to the soil on stratum  $s_{CR}$  in year  $y$  (t N)
- $F_{SOM,s_{MS},y}$  = Amount of N in the mineral soil that is mineralized on stratum  $s_{MS}$  in year  $y$  in association with loss of soil carbon from soil organic matter as a result of a land use change or a change in the land management practice (t N)
- $Frac_{LEACH}$  = Fraction of all N added to/mineralized in the soil of the plantation that is lost through leaching and runoff (t N leached and runoff / t N applied)
- $EF_{N2O-N,L}$  = Emission factor for N<sub>2</sub>O emissions from N leaching and runoff (t N<sub>2</sub>O-N / t N leached and runoff)
- $s_{CR}$  = Strata of the project area where crops residues, including N-fixing crops, are returned to the soil
- $s_{MS}$  = Strata of the project area with mineral soils

### **Emissions from the production of synthetic fertilizer that is used at the plantations ( $PE_{FP,y}$ )**

The GHG emissions from the production of synthetic fertilizer are estimated for each synthetic fertilizer type  $f$  by multiplying an emission factor with the monitored quantity of fertilizer applied at the plantations during year  $y$ , as follows:

$$PE_{FP,y} = \sum_f (EF_{CO2e,FP,f} \cdot M_{SF,q,y}) \quad (B13)$$

Where:

- $PE_{FP,y}$  = Project emissions related to the production of synthetic fertilizer that is used at the dedicated plantations in year  $y$  (tCO<sub>2</sub>e)
- $EF_{CO2e,FP,f}$  = Emission factor for GHG emissions associated with the production of fertilizer type  $f$  (tCO<sub>2</sub>e/t fertilizer). Default value is provided below
- $M_{SF,q,y}$  = Amount of synthetic fertilizer  $q$  applied at the plantation in year  $y$  where

$q$  are the synthetic fertilizer types applied at the plantation in year  $y$  (t fertilizer/yr)

### **CO<sub>2</sub> emissions resulting from changes in soil carbon stocks following land use changes or changes in the land management practices ( $PE_{CO2,soil,y}$ )**

CO<sub>2</sub> emissions from decreases of carbon stocks in soil carbon pools as a result of land use changes or changes in management practices should be estimated, using the IPCC Tier 1/2 approaches in the 2006 Guidelines for National GHG Inventories. In cases where carbon stocks in soil carbon pools increase as a result of the project activity, these increases should not be accounted as emission reductions and  $PE_{CO2,soil,y}$  should be assumed as zero.

The approach to estimate carbon stock changes in soil organic carbon pools is different for organic and mineral soils. Changes in inorganic soil carbon are neglected. Project emissions may include emissions from mineral and organic soils within the project area:

$$PE_{CO2,soil,y} = PE_{CO2,MS,y} + PE_{CO2,OS,y} \quad (B14)$$

Where:

$PE_{CO2,soil,y}$  = Project emissions of CO<sub>2</sub> in year  $y$  resulting from changes in soil carbon stocks following a land use change or a change in the land management practices (tCO<sub>2</sub>)

$PE_{CO2,MS,y}$  = Project emissions of CO<sub>2</sub> in year  $y$  resulting from changes in soil carbon stocks of mineral soils following a land use change or a change in the land management practices (tCO<sub>2</sub>)

$PE_{CO2,OS,y}$  = Project emissions of CO<sub>2</sub> in year  $y$  resulting from changes in soil carbon stocks of organic soils following a land use change or a change in the land management practices (tCO<sub>2</sub>)

### ***CO<sub>2</sub> emissions from mineral soils***

For mineral soils, the IPCC Tier 1 method is used to estimate soil carbon emissions. Consistent with the IPCC Tier 1 approach, it is assumed that soil carbon stocks were in an equilibrium before the implementation of the project activity (or would have reached an equilibrium in the absence of the project activity) and change in a linear fashion during a transition period to a new equilibrium as result of the change in the land use or land management practice.

Annual CO<sub>2</sub> emissions from soil carbon stock changes are calculated based on the difference between the soil organic carbon stock before and after implementation of the

project activity and the duration of the transition period (i.e. the time dependence of the stock change factors  $T$ ), as follows:

$$PE_{CO2,MS,y} = \sum_{s_{MS}} \frac{SOC_{historic,s_{MS}} - SOC_{PJ,s_{MS}}}{T} \times A_{PJ,s_{MS}} \times \frac{44}{12} \quad (B15)$$

Where:

|                         |                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $PE_{CO2,MS,y}$         | = Project emissions of $CO_2$ in year $y$ resulting from changes in soil carbon stocks of mineral soils following a land use change or a change in the land management practices (t $CO_2$ ) |
| $SOC_{historic,s_{MS}}$ | = Soil organic carbon stock with the land use and land management practices on stratum $s_{MS}$ before the implementation of the project activity (tC/ha)                                    |
| $SOC_{PJ,s_{MS}}$       | = Soil organic carbon stock with the land use and land management practices on stratum $s_{MS}$ under the project activity (tC/ha)                                                           |
| $A_{PJ,s_{MS}}$         | = Size of the land area of stratum $s_{MS}$ (ha)                                                                                                                                             |
| $T$                     | = Time dependence of the stock change factors (years). In case of a renewable crediting period: 20 years. In case of a single crediting period: 10 years                                     |
| $s_{MS}$                | = Strata of the project area with mineral soils                                                                                                                                              |

The soil organic carbon stock is calculated based on reference soil organic carbon stock value of stratum  $s_{MS}$  ( $SOC_{REF,s_{MS}}$ ) for the relevant soil type and climate region and stock change factors ( $F_{LU}$ ,  $F_{MG}$  and  $F_I$ ) that reflect that land-use type, the land management practices and any carbon input in the soil, as follows:

$$SOC_{historic,s_{MS}} = SOC_{REF,s_{MS}} \times F_{LU,historic,s_{MS}} \times F_{MG,historic,s_{MS}} \times F_{I,historic,s_{MS}} \quad (B16)$$

and

$$SOC_{PJ,s_{MS}} = SOC_{REF,s_{MS}} \times F_{LU,PJ,s_{MS}} \times F_{MG,PJ,s_{MS}} \times F_{I,PJ,s_{MS}} \quad (B17)$$

Where:

|                          |                                                                                                                                                           |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $SOC_{historic,s_{MS}}$  | = Soil organic carbon stock with the land use and land management practices on stratum $s_{MS}$ before the implementation of the project activity (tC/ha) |
| $SOC_{PJ,s_{MS}}$        | = Soil organic carbon stock with the land use and land management practices on stratum $s_{MS}$ under the project activity (tC/ha)                        |
| $SOC_{REF,s_{MS}}$       | = Reference soil organic carbon stock value for stratum $s_{MS}$ (tC/ha). IPCC default values will be used, see guidance below                            |
| $F_{LU,historic,s_{MS}}$ | = Stock change factor for the historic land-use system on stratum $s_{MS}$                                                                                |
| $F_{LU,PJ,s_{MS}}$       | = Stock change factor for the land-use system on stratum $s_{MS}$ under the project activity                                                              |
| $F_{MG,historic,s_{MS}}$ | = Stock change factor for the historic land management regime on stratum $s_{MS}$                                                                         |

|                         |                                                                                                     |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $F_{MG,PJ,s_{MS}}$      | = Stock change factor for the land management regime on stratum $s_{MS}$ under the project activity |
| $F_{L,historic,s_{MS}}$ | = Stock change factor for input of organic matter on stratum $s_{MS}$ for the historical situation  |
| $F_{L,PJ,s_{MS}}$       | = Stock change factor for input of organic matter on stratum $s_{MS}$ under the project activity    |
| $s_{MS}$                | = Strata of the project activity with mineral soils                                                 |

### ***CO2 emissions from organic soils***

For organic soils, the land area is multiplied with an annual emission factor that estimates the losses of carbon following drainage. Annual project emissions are calculated as follows:

$$PE_{CO2,OS,y} = \sum_{s_{OS}} A_{PJ,s_{OS}} \times EF_{organic,s_{OS}} \times \frac{44}{12} \quad (B18)$$

Where:

|                       |                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $PE_{CO2,OS,y}$       | = Project emissions of CO <sub>2</sub> in year $y$ resulting from changes in soil carbon stocks of organic soils following a land use change or a change in the land management practices (tCO <sub>2</sub> ) |
| $A_{PJ,s_{OS}}$       | = Size of the land area of stratum $s_{OS}$ (ha)                                                                                                                                                              |
| $EF_{organic,s_{OS}}$ | = Emission factor for carbon soil losses for organic soils on stratum $s_{OS}$ (t C/ha). IPCC default values will be used, see guidance below                                                                 |
| $s_{OS}$              | = Strata of the project area with organic soils                                                                                                                                                               |

## Anexo A2 - Resultado da aplicação da opção B da metodologia AMS-III.AK

**Tabela 32 – Resultado da aplicação da opção B da metodologia AMS-III.AK**

| Fórmula | Componente               | Variável                  | Subvariável                  | Unidade                               | SAF/Dendê | Monocultivo |
|---------|--------------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------------------|-----------|-------------|
| B6      | PE <sub>FB,y</sub>       |                           |                              | t CO <sub>2</sub> e / yr              | 0         | 0           |
|         |                          | A <sub>PJ,SFB</sub>       |                              | ha                                    | 1         | 1           |
|         |                          | M <sub>B,SFB</sub>        |                              | t dry matter / ha                     | 136       | 136         |
|         |                          | C <sub>f,SFB</sub>        |                              |                                       | 0         | 0           |
|         |                          | EF <sub>N2O,FB</sub>      |                              | t N <sub>2</sub> O/ t dry matter      | 0,00006   | 0,00006     |
|         |                          | EF <sub>CH4,FB</sub>      |                              | t CH <sub>4</sub> / t dry matter      | 0,0061    | 0,0061      |
|         |                          | GWP <sub>CH4</sub>        |                              | t CO <sub>2</sub> e / CH <sub>4</sub> | 21        | 21          |
| B14     | PE <sub>CO2,soil,y</sub> |                           |                              | share of project area                 | 1         | 1           |
|         |                          | PE <sub>CO2,MS,y</sub>    |                              | t CO <sub>2</sub> / yr                | 0,000     | 0,000       |
|         |                          |                           |                              | t CO <sub>2</sub> / year              | -2,979    | -2,979      |
|         |                          |                           | SOC <sub>historic,SMS</sub>  | tC / ha                               | 63,05     | 63,05       |
|         |                          |                           | SOC <sub>REF,SMS</sub>       | tC / ha                               | 65        | 65          |
|         |                          |                           | F <sub>LU,historic,sms</sub> |                                       | 1         | 1           |
|         |                          |                           | F <sub>MG,historic,sms</sub> |                                       | 0,97      | 0,97        |
|         |                          |                           | F <sub>I,historic,sms</sub>  |                                       | 1         | 1           |
|         |                          |                           | SOC <sub>PJ,SMS</sub>        | tC / ha                               | 79,3      | 79,3        |
|         |                          |                           | F <sub>LU,PJ,sms</sub>       |                                       | 1         | 1           |
|         |                          |                           | F <sub>MG,PJ,sms</sub>       |                                       | 1,22      | 1,22        |
|         |                          |                           | F <sub>I,PJ,sms</sub>        |                                       | 1         | 1           |
|         |                          |                           | A <sub>PJ,SMS</sub>          | ha                                    | 1         | 1           |
| B13     | T                        |                           |                              | years                                 | 20        | 20          |
|         | PE <sub>CO2,OS,y</sub>   |                           |                              | t CO <sub>2</sub> / year              | 0         | 0           |
|         |                          |                           | EF <sub>organic,sos</sub>    | t C / ha*yr                           | 20        | 20          |
|         | PE <sub>FC,PL,y</sub>    |                           |                              | t CO <sub>2</sub> e / yr              | 0,46      | 0,61        |
|         |                          | FC <sub>Pl,i,y</sub>      |                              | Liter / ha*yr                         | 149,56    | 200         |
|         | NCV <sub>i</sub>         |                           |                              | GJ / Liter                            | 0,036     | 0,036       |
|         | EF <sub>CO2e,FF,i</sub>  |                           |                              | t CO <sub>2</sub> e/GJ                | 0,085     | 0,085       |
|         | i                        |                           |                              |                                       | Diesel    | Diesel      |
|         | PE <sub>FP,y</sub>       |                           |                              | t CO <sub>2</sub> e / yr              | 0,000     | 0,728       |
|         |                          | EF <sub>CO2,FP,AN</sub>   |                              | t CO2e/ t                             | 2,45      | 2,45        |
|         |                          | EF <sub>CO2,FP,Urea</sub> |                              | t CO2e/ t                             | 1,52      | 1,52        |
|         |                          | EF <sub>CO2,FP,P205</sub> |                              | t CO2e/ t                             | 0,7       | 0,7         |
|         |                          | EF <sub>CO2,FP,K2O</sub>  |                              | t CO2e/ t                             | 0,98      | 0,98        |
|         |                          | EF <sub>CO2,FP,MgO</sub>  |                              | t CO2e/ t                             |           |             |
|         |                          | EF <sub>CO2,FP,NPK</sub>  |                              | t CO2e/ t                             | 0,97      | 0,97        |
|         | M <sub>SF,AN,y</sub>     |                           |                              | t / ha*yr                             | 0         | 0,2         |
|         | M <sub>SF,Urea,y</sub>   |                           |                              | t / ha*yr                             | 0         | 0           |
|         | M <sub>SF,P205,y</sub>   |                           |                              | t / ha*yr                             | 0         | 0,05157     |
|         | M <sub>SF,K2O,y</sub>    |                           |                              | t / ha*yr                             | 0         | 0,20628     |
|         | M <sub>SF,MgO,y</sub>    |                           |                              | t / ha*yr                             | 0         | 0,03438     |
|         | M <sub>SF,NPK,y</sub>    |                           |                              | t / ha*yr                             | 0         | 0           |

| Fórmula  | Componente               | Variável                     | Subvariável | Unidade                                       | SAF/Dendê | Monocultivo |
|----------|--------------------------|------------------------------|-------------|-----------------------------------------------|-----------|-------------|
| B7 e B10 | PE <sub>N2O,soil,y</sub> |                              |             | t CO <sub>2e</sub> / yr                       | 1,970     | 0,534       |
|          |                          | GWP <sub>N2O</sub>           |             | t CO <sub>2e</sub> / N <sub>2O</sub>          | 310       | 310         |
|          |                          | PE <sub>N2O-N,dir,y</sub>    |             | t N <sub>2O-N</sub> / yr                      | 0,003     | 0,001       |
| B2       |                          | F <sub>ON,y</sub>            |             | t N / ha*yr                                   | 0,19      | 0           |
| B3       |                          | F <sub>SN,y</sub>            |             | t N / ha*yr                                   | 0         | 0,070       |
|          |                          | EF <sub>N2O-N,dir</sub>      |             | t N <sub>2O-N</sub> / t N                     | 0,010     | 0,010       |
| B8       |                          | F <sub>CR,SCR,y</sub>        |             | t N / ha*yr                                   | 0,11      | 0,014       |
|          |                          | A <sub>PJ,SOS,y</sub>        |             | ha                                            | 0         | 0           |
|          |                          | EF <sub>N2O,N,OS</sub>       |             | t N <sub>2O-N</sub> / ha*yr                   | 16        | 16          |
|          |                          | SCR                          |             | share of project area                         | 1         | 1           |
|          |                          | SMS                          |             | share of project area                         | 1         | 1           |
|          |                          | SOS                          |             | share of project area                         | 0         | 0           |
|          |                          | PE <sub>N2O-N,ind,y</sub>    |             | t N <sub>2O-N</sub> /yr                       | 0,001058  | 0,000258    |
| B11      |                          | PE <sub>N2-N,ind,ATD,y</sub> |             | t N <sub>2O-N</sub> /yr                       | 0,000386  | 0,000070    |
| B12      |                          | PE <sub>N2-N,ind,L,y</sub>   |             | t N <sub>2O-N</sub> /yr                       | 0,000672  | 0,000188    |
|          |                          | FracGASF                     |             | t N / t N                                     | 0,1       | 0,1         |
|          |                          | FracGASM                     |             | t N / t N                                     | 0,2       | 0,2         |
|          |                          | EF <sub>N2O-N,ATD</sub>      |             | t N <sub>2O-N</sub> / t N                     | 0,01      | 0,01        |
| B9       |                          | F <sub>SOM,SMS,y</sub>       |             | t N / ha*yr                                   | 0         | 0           |
|          |                          | R                            |             |                                               | 15        | 15          |
|          |                          | FRAC <sub>LEACH</sub>        |             | t N / t N                                     | 0,3       | 0,3         |
|          |                          | EF <sub>N2O-N,L</sub>        |             | t N <sub>2O-N</sub> / t N                     | 0,0075    | 0,0075      |
| B4       | PE <sub>urea,y</sub>     |                              |             | t CO <sub>2</sub> / yr                        | 0         | 0           |
|          |                          | M <sub>urea,y</sub>          |             | t urea / ha*yr                                | 0,00      | 0,00        |
|          |                          | EF <sub>CO2,urea</sub>       |             | t CO <sub>2</sub> / t urea                    | 0,20      | 0,20        |
| B5       | PE <sub>lime,y</sub>     |                              |             | t CO <sub>2</sub> / yr                        | 0,025168  | 0           |
|          |                          | M <sub>limestone,y</sub>     |             | t CaCO <sub>3</sub> / ha*yr                   | 0,06      | 0           |
|          |                          | M <sub>dolomite,y</sub>      |             | t CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> / ha*yr | 0         | 0           |
|          |                          | EF <sub>limestone,y</sub>    |             | t C / t CaCO <sub>3</sub>                     | 0,12      | 0,12        |
|          |                          | EF <sub>dolomite,y</sub>     |             | t C / CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>     | 0,13      | 0,13        |
|          | PE <sub>EC,y</sub>       |                              |             | t CO <sub>2e</sub> / yr                       | 0         | 0           |
|          |                          | EC <sub>y</sub>              |             | MWh / ha*yr                                   | 0         | 0           |
|          |                          | EF <sub>CO2,EL,y</sub>       |             | t CO <sub>2</sub> / MWh                       | 1,3       | 1,3         |

**Fonte:** Elaboração própria, a partir de dados do projeto