



**ADITIVO AO
COMPONENTE 1
DA FASE DE
IMPLEMENTAÇÃO
DO PMR BRASIL**

SUBCOMPONENTE FLORESTAL

**Atividade B.1 - Análise de metodologias e elaboração de
recomendações sobre ativos de carbono de base florestal**

RELATÓRIO - PB.F1.2



WWW.WAYCARBON.COM

ENTREGÁVEL

[PB.F1.2]

Relatório - Análise de metodologias e elaboração de recomendações sobre ativos de carbono de base florestal

AUTORES

COORDENADOR GERAL

Sergio Margulis (WayCarbon)

GERENTE DO PROJETO

Matheus Brito (WayCarbon)

EQUIPE DE ESPECIALISTAS

Ecossistêmica

Beatriz Soares da Silva (UnB)

Raoni Rajão (UFMG)

Letícia Gavioli (WayCarbon)

Histórico do documento

Nome do documento	Data	Natureza da revisão
PB.F1.2 – Relatório	21/08/2019	Versão final
PB.F1.2 – Relatório	13/09/2019	Versão final 2
PB.F1.2 – Relatório	02/10/2019	Versão final 3

SUMÁRIO

LISTA DE ACRÔNIMOS.....	III
LISTA DE QUADROS.....	IV
LISTA DE TABELAS.....	IV
1 APRESENTAÇÃO	5
2 MAPA CONCEITUAL.....	6
3 DETALHAMENTO DAS ATIVIDADES.....	11
4 MATERIAIS E MÉTODOS	13
4.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
4.2 MATRIZ FOFA - FORTALEZAS, OPORTUNIDADES, FRAQUEZAS, AMEAÇAS.....	14
5 RESULTADOS.....	17
5.1 SETOR FLORESTAL NO CONTEXTO CLIMÁTICO E MERCADOS DE CARBONO	17
5.2 O SEQUESTRO DE CARBONO PELAS FLORESTAS	18
5.3 IMPORTÂNCIA DAS FLORESTAS PARA O BRASIL	19
5.4 METODOLOGIAS PARA CONTABILIZAÇÃO DO CARBONO DE ATIVIDADES FLORESTAIS	20
5.4.1 <i>Escala nacional</i>	21
5.4.2 <i>Escala de projetos</i>	25
5.4.3 <i>Escala das organizações</i>	47
5.4.4 <i>Exemplos de metodologias para quantificação do balanço de carbono em atividades florestais</i>	51
5.5 METODOLOGIAS PARA GERAR CRÉDITOS DE CARBONO DE ATIVIDADES FLORESTAIS	57
5.5.1 <i>Outros Potenciais Ativos de Carbono de Base Florestal</i>	58
5.6 REGRAS E PARÂMETROS APLICÁVEIS À GERAÇÃO E USO DE COMPENSAÇÕES POR ATIVIDADES FLORESTAIS NOS SISTEMAS DE COMÉRCIO DE EMISSÕES OU NA TRIBUTAÇÃO DO CARBONO.....	61
5.7 MATRIZ FOFA - FORÇAS, OPORTUNIDADES, FRAQUEZAS, AMEAÇAS.....	69
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	73
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75

LISTA DE ACRÔNIMOS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CO ₂	Gás carbônico
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CERs	<i>Certified emission reduction</i> (Reduções Certificadas de Emissões)
CRA	Cota de Reserva Ambiental
CTax	<i>Carbon Tax</i> (Tributo sobre emissões de carbono)
DAP	Diâmetro a altura do peito
DCP	Documento de Concepção de Projeto
FOFA	Fortalezas, Oportunidades, Fraquezas, Ameaças
GEE	Gases de Efeito Estufa
INPA	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
ITL	<i>International Transaction Log</i> - Registro de transação internacional
LULUCF	<i>Land Use, Land-Use Change, and Forestry</i> (Uso da Terra, Mudança no Uso da Terra e Florestas)
MCTIC	Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MRV	<i>Monitoring, reporting and verification</i> (Mensuração, Relato e Verificação)
ONG	Organização Não-Governamental
PMR	<i>Partnership for Market Readiness</i>
PNMC	Política Nacional sobre Mudanças do Clima
PSA	Pagamento por Serviços Ambientais
REDD	<i>Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation</i> (Redução de Emissões de gases de efeito estufa provenientes do Desmatamento e da Degradação florestal)
SCE	Sistema de Comércio de Emissões
UNFCCC	Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas
USD	Dólar americano
VCS	<i>Verified Carbon Standard</i>

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - ANÁLISE CRUZADA DA MATRIZ FOFA.	16
QUADRO 2 - DADOS A SEREM COLETADOS PARA ESTIMAR O VAZAMENTO/ FUGAS.	39
QUADRO 3 – DADOS A SEREM COLETADOS PARA MONITORAR AS MUDANÇAS NOS ESTOQUES DE CARBONO NOS RESERVATÓRIOS NAS FRONTEIRAS DAS ATIVIDADES DO PROJETO FLORESTAL	40
QUADRO 4 - RESERVATÓRIOS DE CARBONO SELECIONADOS PARA CONTABILIZAÇÃO DAS MUDANÇAS NOS ESTOQUES DE CARBONO ...	41
QUADRO 5 - FONTES DE EMISSÃO E GEES SELECIONADOS PARA CONTABILIZAÇÃO.....	41
QUADRO 6 - FONTES DE EMISSÃO DO SETOR DE CELULOSE E PAPEL	49
QUADRO 7 - EFEITOS SECUNDÁRIOS POTENCIAIS CAUSADOS POR ATIVIDADES DE PROJETOS DE REFLORESTAMENTO	53
QUADRO 8 – ANÁLISE FOFA PRELIMINAR.....	70

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - ESTOQUE GLOBAL DE CARBONO NA VEGETAÇÃO E NO SOLO (PROFUNDIDADE DE 100 CM).....	18
TABELA 2 - MÉDIA DE ESTOQUES E FLUXOS DE CARBONO, POR BIOMA, NO BRASIL.....	19
TABELA 3 - SEQUESTRO E EMISSÕES DE CO ₂ PARA OS DOIS SISTEMAS AVALIADOS.....	55

1 APRESENTAÇÃO

O Projeto PMR Brasil tem por objetivo discutir a conveniência e oportunidade da inclusão da precificação de emissões (via tributo e/ou mercado de carbono) no pacote de instrumentos voltados à implementação da Política Nacional sobre Mudanças do Clima (PNMC) no pós-2020. O Projeto pretende avaliar diferentes opções de instrumentos: (i) a regulação de preços, via tributo sobre emissões; (ii) a regulação de quantidades, via a adoção de um sistema de comércio de emissões; ou (iii) alguma combinação dos dois instrumentos (focados em diferentes setores).

Diante da demanda do Projeto PMR Brasil de integrar as atividades florestais à concepção de instrumentos de precificação de carbono, este plano de trabalho apresenta a linha mestra para a realização de um amplo levantamento das metodologias já consolidadas para contabilizar e quantificar estoques e fluxos de carbono em atividades florestais (emissões, manutenção e incremento de estoque).

O presente documento desta consultoria, apresenta um mapa conceitual que introduz os principais conceitos envolvidos nos mecanismos de precificação do carbono, bem como a metodologia empregada para alcance dos objetivos propostos e resultados encontrados. As atividades desenvolvidas foram baseadas em levantamentos de metodologias e abordagens já utilizadas no Brasil e no mundo para geração de dados referentes a estoques e fluxos de carbono resultantes de atividades florestais. A análise destes exemplos poderá guiar as recomendações finais do PMR Brasil para consolidação de políticas públicas brasileiras de precificação de carbono e potenciais instrumentos para esta precificação, incluindo o setor florestal.

2 MAPA CONCEITUAL

Esta seção apresenta os principais conceitos envolvidos na inclusão das atividades florestais em mecanismos de precificação de emissões, seja um Sistema de Comércio de Emissões (SCE) e/ou um tributo sobre emissões (CTax), visando dar um panorama geral do que será tratado no restante do documento. Partindo destes conceitos, entende-se que a inclusão do setor florestal em qualquer um dos dois instrumentos se dará por meio da regulamentação de “unidades representativas de 1 tonelada de carbono” a serem aceitas em cada um dos instrumentos, de acordo com seu desenho específico. Por isso, seja para um SCE ou para um CTax, há dois aspectos da regulamentação dessas “unidades” que precisam ser levados em conta: a contabilidade de carbono (aspecto não-monetário das unidades e que decorre do MRV - *Monitoring, reporting and verification* incluindo a quantificação) e os ativos de carbono de base florestal (aspecto monetário das unidades).

Sistema de Comércio de Emissões (SCE)/ *Emissions Trading Scheme* - ETS: instrumento de precificação de carbono comumente conhecido como mercado de carbono ou *cap and trade*, no qual o governo estabelece um limite máximo de emissões que pode ser transacionado no mercado e “cria” um novo título: a permissão para emitir GEE. Os participantes desse mercado (empresas e indústrias) transacionam tais permissões. A implantação de um SCE (ou comércio de permissões), tem como principal objetivo reduzir ou controlar emissões em uma determinada jurisdição ao menor custo possível para os agentes envolvidos.

Tributo sobre emissões (*Carbon Tax* - CTax): instrumento de precificação de carbono baseado na cobrança de um valor fixo por unidade de emissão de GEE, onerando proporcionalmente mais os produtos, serviços ou setores que são relativamente mais emissores que outros.

Ativos de carbono de base florestal: aspecto monetário da contabilidade do carbono, refletem o aspecto financeiro das unidades físicas geradas a partir do MRV das emissões/remoções. Nesse sentido, pode ser qualquer tipo de título transacionável de base florestal aceito no SCE e/ou CTax.

O presente trabalho separa os ciclos de projetos em três diferentes escalas: nacional, de projeto e de organizações. Entretanto, vale ressaltar que esta classificação é complexa haja visto que nos conceitos de *carbon accounting* tais escalas são fortemente interligadas e para cada uma delas há metodologias de contabilização e quantificação de emissões/ remoções de carbono diferentes.

Ciclo de Projeto: composto por diversas etapas incluindo MRV de emissões/remoções e toda a parte documental que é composta pela elaboração de documento de concepção do projeto (usando metodologia de linha de base e adicionalidade), validação, processos para aprovação pelo órgão responsável, monitoramento, verificação, certificação e emissão dos créditos de carbono.

Linha de base e procedimentos de linha de base: as reduções de GEE associadas a um projeto LULUCF são quantificadas de acordo com um nível de referência de remoções de GEE. Esse nível de referência é calculado usando possíveis linhas de base, usos alternativos do solo ou práticas de manejo (e seus níveis associados de remoções de GEE) que poderiam ser implementados no local, na

ausência das atividades do projeto. As possíveis linhas de base são identificadas explorando potenciais usos ou práticas de manejo dentro de uma área geográfica especificada e em um intervalo temporal definido. Uma vez que as alternativas possíveis tenham sido identificadas, um dos dois procedimentos diferentes deve ser usado para derivar as remoções de GEE das linhas de base. Os procedimentos são ligeiramente diferentes (WRI, 2006):

Procedimento específico do projeto: compara o uso da terra ou práticas alternativas de manejo - possíveis linha de base - para identificar a possibilidade que de fato representa o cenário da linha de base. Ao usar este procedimento, as possíveis linhas de base referem-se a tipos de usos da terra ou práticas de manejo viáveis em uma área específica (Ex: cultivo agrícola ou pastagem).

Procedimento Padrão de Desempenho: em vez de identificar um único cenário de linha de base, ou seja, uso de terra ou prática de manejo para medições das reduções de GEE, este procedimento deriva as remoções de GEE de todas as possíveis linhas de base. Em vez de usar tipos de usos da terra ou práticas de manejo viáveis para definir as remoções de GEE, o procedimento usa cada unidade de terra individual na área geográfica (Ex: cada hectare) e suas remoções de GEE correspondentes como possível linha de base. Essas possíveis linhas de base são depois classificadas de acordo com suas remoções de GEE, da menor para a maior. Usando uma precisão predefinida para este tipo de cálculo, normalmente a precisão é melhor que a média, as remoções de GEE da linha de base são derivadas desse espectro de potenciais remoções de GEE.

Fator de tendência de uso ou manejo do solo: estima a taxa de ocorrência de mudanças no uso ou manejo do solo dentro da área geográfica de um projeto LULUCF durante um intervalo temporal. Este fator é aplicado às remoções de GEE da linha de base para ajustá-las de maneira que possam refletir as mudanças nas práticas de uso ou manejo do solo em uma área. É apropriado aplicar um fator de tendência de uso ou manejo do solo quando as possíveis linhas de base representarem usos ou práticas de manejo distintas (WRI, 2006).

- **Atividades de Reflorestamento**: possíveis linhas de base em projetos de reflorestamento são usos distintos do solo como cultivo agrícola, pastagem, floresta. Portanto, um fator de tendência de uso da terra deve ser usado para todas as atividades de projeto de reflorestamento.
- **Atividades de Manejo Florestal**: a maioria dos projetos de manejo florestal apresentam mudanças apenas no nível ou intensidade do manejo, por exemplo, aumento no tempo entre colheitas, ou alteração no grau de desbaste da floresta. Nestas situações, pode não ser possível identificar as diferenças nas práticas de manejo em toda a paisagem. Assim, torna-se inapropriado estimar um fator de tendência de uso ou manejo do solo.

Variabilidade: a quantificação de estoques de carbono em projetos LULUCF usa dois tipos de “variabilidade” (WRI, 2006):

- 1- Variabilidade de estoques de carbono e/ou mudanças no estoque de carbono dentro de um grupo de linhas de base possíveis ou dentro de um grupo de possíveis linhas de base semelhantes. Por exemplo, uma categoria de possíveis linhas de base abrange 1000 hectares,

e o carbono do solo foi medido cinquenta vezes sobre esta área. As medições de carbono variam entre 20 e 100 tC/ha em um determinado ano e representa a variabilidade dentro de uma determinada categoria de possível linha de base. O mesmo poderia ocorrer ao medir as mudanças nos estoques de carbono.

- 2- A variabilidade dos estoques de carbono e a mudança no estoque do carbono em diferentes possíveis linhas de base. Por exemplo, uma possível linha de base tem baixo estoque de carbono (Ex. 50 tC/ha em um determinado ano), e outra possível linha de base tem estoques de carbono mais altos (Ex. 300 tC/ha no mesmo ano).

A questão da variabilidade torna-se importante em vários estágios do processo de quantificação e os critérios utilizados para definir a área geográfica ajudam a minimizar a variabilidade dentro da linha de base (Ex. condições climáticas, características do solo). Determinar o grau de variabilidade dentro das possíveis linhas de base é importante para quantificar os estoques básicos de carbono e as mudanças nos estoques. A variabilidade deve ser considerada ao abordar questões como exatidão, precisão e conservadorismo. Alta variabilidade nas possíveis linhas de base pode resultar em altos níveis de incerteza na quantificação dos estoques de carbono ou mudanças nos estoques de carbono.

Incerteza: incertezas nas estimativas ou quantificação das reduções de GEE podem prejudicar seu valor para compradores ou outras partes interessadas. A incerteza é encontrada em muitos estágios do processo de quantificação, desde a mensuração ou estimativa de carbono em vários reservatórios de carbono e mudanças nos estoques de carbono esperados em cada reservatório, até a longevidade do estoque de carbono (permanência). Indicar claramente onde a incerteza existe e como tem sido abordada - por exemplo, fazendo estimativas conservadoras ou criando um plano de gerenciamento para minimizar emissões não intencionais de CO₂ para a atmosfera - ajuda a garantir a integridade do projeto LULUCF aos compradores, investidores e outras partes interessadas. A incerteza não é uma característica restrita a projetos LULUCF.

Permanência: a permanência refere-se à longevidade de um reservatório de carbono e à estabilidade dos estoques ao longo do tempo. Como um determinado programa de relato de GEE garante a permanência de estoques de carbono é uma decisão política. O capítulo 11 do “*The Greenhouse Gas Protocol: The Land Use, Land-Use Change, and Forestry Guidance for GHG Project Accounting*” (WRI, 2006) apresenta um plano de gerenciamento de reversibilidade de carbono mostrando aos desenvolvedores de projetos como documentar os riscos do carbono armazenado nos diferentes reservatórios e como eles podem mitigar e monitorar esses riscos. O guia “*Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*” (IPCC, 2003) também descreve como rastrear os estoques totais de carbono e as remoções de GEE ao longo do tempo, permitindo que as partes interessadas possam verificar como o armazenamento líquido de carbono no solo está progredindo.

Adicionalidade: as reduções de GEE de um projeto são quantificadas em relação à linha de base de GEE, que deriva de um cenário de linha de base identificado ou usando um padrão que tem a mesma função de cenário de linha de base. Embora uma atividade de projeto seja geralmente assumida como diferente de seu cenário de linha de base, uma atividade de projeto às vezes seria implementada "de

qualquer maneira", mesmo sem o projeto. Nesses casos, a atividade de projeto e seu cenário de linha de base são efetivamente idênticos. Tal atividade de projeto pode parecer aumentar as remoções de GEE em relação às taxas de remoção históricas. Entretanto, quando comparado com o cenário de linha de base, a atividade de projeto não gera reduções de GEE. Programas de relato de GEE devem contabilizar apenas as reduções de GEE das atividades do projeto que diferem de - ou, são adicionais a - seus cenários de linha de base.

A diferença entre as emissões de uma atividade de projeto e as de seu cenário de linha de base é frequentemente referida como adicionalidade. Embora o conceito básico de adicionalidade possa ser fácil de entender, não há acordo sobre como provar que uma atividade de projeto e seu cenário de linha de base são diferentes. Os dois procedimentos de linha de base (projeto específico e desempenho padrão) refletem duas abordagens metodológicas para a adicionalidade.

Co-benefícios e considerações ecológicas das atividades de projetos: o manejo do uso da terra e as condições ecológicas (Ex. considerações sobre água e biodiversidade, meios de subsistência de comunidades) são componentes importantes das atividades de projetos e devem ser considerados no desenvolvimento do projeto.

Montante atribuído (*assigned amount*): quantidade total de permissões válidas de emissões (unidades de Kyoto) detida por uma Parte dentro do seu registro nacional. O montante inicial atribuído a uma Parte é determinado pelas emissões no ano base, pelo seus limites de emissões e metas de redução. Qualquer unidade de Kyoto adquirida por uma Parte através dos mecanismos de Kyoto, ou remoções por uso da terra, mudanças de uso da terra e atividades florestais (LULUCF) são adicionadas ao montante atribuído da Parte; qualquer unidade transferida pela Parte, ou cancelamento de emissões de atividades de LULUCF serão subtraídas do montante atribuído da Parte. No final do período de compromisso, cada Parte precisa garantir que o total de emissões do Anexo A do período de compromisso é menor que ou igual ao seu montante atribuído. Uma vez que o montante atribuído é registrado no banco de dados de compilação e contabilidade, ele se torna permanente para o período de compromisso da Parte e não pode ser alterado. O termo "quantidade atribuída disponível" significa a quantia inicial atribuída, mais quaisquer adições ou subtrações de montante atribuído através das atividades LULUCF ou dos mecanismos de Kyoto.

Unidade de remoção (RMU): uma unidade de Kyoto que representa permissão para emitir uma tonelada métrica de CO_{2eq}. As RMUs são emitidas para remoções de emissões das atividades LULUCF.

Unidade de redução de emissões (ERU): unidade de Kyoto que representa permissão para emitir uma tonelada métrica de CO_{2eq}. As ERUs são geradas para reduções de emissões ou remoções de emissões de atividades de projeto de implementação conjunta convertendo uma quantidade equivalente de AAUs ou RMUs existentes da Parte.

Redução certificada de emissões (CER): unidade de Kyoto que representa permissão para emitir uma tonelada métrica de CO_{2eq}. CERs são emitidas para reduções de emissões de atividades de projeto do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Dois tipos especiais de CERs chamados reduções temporárias de emissões certificadas (tCERs) e reduções certificadas de emissões de longo prazo

(ICERs) são emitidas para remoções de emissões de projetos de florestamento e reflorestamento de MDL.

Unidade de quantidade atribuída (AAU): unidade de Kyoto que representa uma permissão para emitir uma tonelada métrica de CO_{2eq}. As AAUs são criadas (emitidas) até o nível do montante inicial atribuído a uma parte.

Compilation and accounting database (CAD) - Base de dados de contabilidade: Repositório oficial de informações relacionadas a contabilidade de emissões e quantidade atribuída de cada parte, no âmbito do Protocolo de Kyoto. O CAD também mantém as informações de elegibilidade de cada parte para participar nos mecanismos de Kyoto e outras informações necessárias para contabilidade de emissões e quantidade atribuída.

International Transaction Log (ITL) - Registro de transações internacionais: *Sistema de dados eletrônicos que monitora e rastreia as transações de unidades de Kyoto pelas Partes.*

Commitment period reserve (CPR) - Reserva do Período de compromisso: o requisito de cada Parte do Anexo I de manutenção de uma quantidade mínima de unidades de Kyoto válidas no seu registro nacional em todos os momentos. O CPR destina-se a impedir que as Partes transfiram em excesso suas unidades e, assim, ponham em risco sua capacidade de cumprir seu compromisso.

Expert review team (ERT) - Equipe de especialistas em revisão: uma equipe de especialistas internacionais nomeados pelas Partes, responsáveis por conduzir revisões no âmbito do Artigo 8 do protocolo de Kyoto.

Banking and borrowing: *banking* consiste na autorização às empresas para “estocarem” permissões visando cumprimento de obrigações no futuro. Já o mecanismo do tipo “empréstimo” (*borrowing*) consiste na antecipação de permissões de anos futuros para cumprimento de obrigações no presente. Este tipo de mecanismo introduz flexibilidade temporal ao sistema de comércio de emissões e reduz o risco de grandes flutuações de preço, além de incentivar a criação de mercados futuros.

3 DETALHAMENTO DAS ATIVIDADES

Subcomponente Florestal: Atividade B.1

1) Análise dos Ciclos de Projeto¹ para a geração de estimativas de estoques e fluxos de carbono de atividades florestais e seu uso no comércio de emissões ou nos sistemas fiscais de carbono incluindo:

(a) metodologias para quantificação do balanço de carbono (emissões, manutenção, aumento de estoque) em atividades florestais, incluindo reflorestamento comercial, sistemas de produção agrícola e recuperação/ manutenção de florestas nativas.

Este item aborda contabilidade (MRV de emissões e remoções) e quantificação de carbono das atividades florestais, classificadas por escala (nacional, de projeto, de organizações).

(b) metodologias para gerar créditos de carbono de atividades florestais usadas como compensação em sistemas de precificação de emissões.

Este item sintetiza as etapas a serem cumpridas pelos proponentes de projeto até que seus créditos sejam registrados e emitidos sob as diferentes iniciativas (MDL, VCS, outros...). Serão abordados especificamente os ativos de carbono de base florestal, refletindo o aspecto financeiro das unidades físicas geradas a partir do MRV das emissões/remoções.

(c) regras e parâmetros aplicáveis à geração e uso de compensações por atividades florestais nos sistemas de comércio de emissões ou na tributação do carbono.

Esta etapa visa detalhar os instrumentos existentes no contexto do comércio de emissões e tributação do carbono, em iniciativas classificadas como relevantes. Neste momento serão avaliados os tipos de ativos aceitos, duração e validade desses créditos, quantidade máxima permitida, etc.

2) Preparação de propostas para a integração das atividades florestais aos instrumentos de precificação de carbono e recomendações de ajustes para políticas, resultantes do Componente 1 do Projeto PMR Brasil.

As propostas e recomendações serão elaboradas a partir da análise das metodologias a fim de embasar as alternativas de um ponto de vista técnico e metodológico. Nesta etapa está prevista a compilação de resultados preliminares e o envolvimento de toda equipe (WayCarbon, UFMG, Ecossistêmica), para construção de uma matriz FOFA. Esta ferramenta será útil para o levantamento de oportunidades e fraquezas referentes à geração de ativos de carbono provenientes de atividades florestais no contexto das políticas públicas brasileiras, considerando os exemplos de outros setores e as metodologias identificadas preliminarmente. Este exercício facilitará a elaboração das recomendações, considerando critérios e indicadores sobre o assunto.

¹ O termo ciclo de projeto substitui o termo metodologias utilizado no Detalhamento das Atividades no contexto do contrato celebrado entre as partes.

Espera-se que a matriz FOFA auxilie na seleção e justificativa das metodologias/ abordagens a serem trabalhadas na etapa de modelagem e também a serem recomendadas para a inserção em um sistema de precificação de carbono. Organizando os resultados da Matriz FOFA, será possível identificar as principais potencialidades a serem recomendadas como pontos positivos e os principais aspectos que merecem atenção em termos de vulnerabilidade, debilidades e pontos de defesa. Ao final, sugere-se uma interação com *stakeholders* para apresentação dos resultados da modelagem e da análise FOFA. Os resultados da FOFA poderão balizar o planejamento de estratégias (ofensiva, confronto, reforço e defesa) para a integração das atividades de base florestal à precificação de carbono. A interpretação dos resultados e uma análise minuciosa pelos parceiros atuantes no Projeto PMR Brasil podem ainda indicar a possibilidade de converter variáveis que se apresentam como ameaças ou fraquezas em oportunidades para se atingir os objetivos do Projeto.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

No presente trabalho foram utilizadas metodologias para levantamento de informações sobre o assunto e, na sequência, empregou-se ferramentas para análise e sistematização de informações úteis para a elaboração das recomendações técnicas acerca das políticas públicas sobre ativos de carbono baseados em florestas.

4.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O processo de revisão bibliográfica proposto buscou levantar materiais relevantes sobre o tema (livros, artigos, registros históricos, relatórios governamentais, teses e dissertações). A busca não esgotou as fontes de informações e a seleção dos estudos e a interpretação das informações estão sujeitas ao foco da pesquisa. Durante o levantamento das metodologias para a geração de estoques de carbono de atividades florestais e seu uso no comércio de emissões, adotou-se um olhar comparativo com o objetivo de construir uma síntese de informações relevantes para a orientação dos tomadores de decisão, compondo, então, as recomendações técnicas sobre o assunto.

Algumas referências importantes, organizadas nas **escalas de contabilização de carbono**:

1. Nacional

- IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories - 2006. Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>
- Kyoto Protocol Reference Manual on Accounting of Emissions and Assigned Amount.

2. De Projetos

- Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) <http://cdm.unfccc.int/methodologies/index.html>
- Verified Carbon Standard (VCS) <https://verra.org/methodologies/>
- SOCIALCARBON® <http://www.socialcarbon.org/documents/>
- California ETS <https://www.c2es.org/content/california-cap-and-trade/>
- EU ETS - EU https://ec.europa.eu/clima/policies/forests_en
- NZ ETS <http://www.mfe.govt.nz/ets>
- CTax da África do Sul <http://climateneutralgroup.co.za/wp-content/uploads/2019/01/INSIGHT-factsheet-The-South-African-Carbon-Tax.pdf>

3. De Organizações

- GHG Protocol

* Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol – Contabilização, Quantificação e Publicação de Inventários Corporativos de Emissões de Gases de Efeito Estufa. 2010. https://s3-sa-east-1.amazonaws.com/arquivos.gvces.com.br/arquivos_ghg/152/especificacoes_pb_ghgprotocol.pdf

* The Greenhouse Gas Protocol: The Land Use, Land-Use Change, and Forestry Guidance for GHG Project Accounting. Outubro, 2006. <https://www.wri.org/publication/land-use-land-use-change-and-forestry-guidance-greenhouse-gas-project-accounting>

- ISO 14064

Outros Potenciais Ativos de Carbono de Base Florestal

- Lei nº 12.651/2012 e Decreto Nº 9.640/2018 - Cota de Reserva Ambiental - CRA http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/57221639

Além das referências já destacadas, foram também consultadas publicações de instituições nacionais como Embrapa, Universidades (teses e dissertações), INPA, MCTIC, empresas de pesquisa agrícola/agropecuária dos estados e ONGs que atuam diretamente com os instrumentos econômicos para conservação/ restauração florestal.

4.2 MATRIZ FOFA - FORTALEZAS, OPORTUNIDADES, FRAQUEZAS, AMEAÇAS

A matriz FOFA, ou análise SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*), é uma ferramenta utilizada em planejamento estratégico e tem como objetivo formular planos e metas com base nas fortalezas e fraquezas do negócio (ambiente interno), e nas oportunidades e ameaças do ambiente externo.

A matriz será construída pelos membros da equipe (WayCarbon, UFMG e Ecosistêmica) que desenvolverão os critérios e indicadores de análise das fortalezas, oportunidades, fraquezas e ameaças relacionadas aos ativos de carbono de base florestal. O objeto da análise da matriz é a geração de ativos de carbono provenientes de atividades florestais no Brasil e sua aplicação em sistemas de precificação de carbono, considerando as metodologias identificadas e estudadas neste Produto. Cenários a serem considerados, preliminarmente:

Interno – setor florestal no contexto da geração de ativos de carbono de base florestal.

- Fortalezas – elementos considerados vantajosos, pontos fortes dos modelos de geração de ativos de carbono de base florestal.
- Fraquezas - pontos que devem ser melhorados, incertezas e desafios das experiências estudadas.

Externo – contexto nacional, envolvendo aspectos políticos, econômicos e ambientais.

- Oportunidades – Lista de oportunidades que poderão ser aproveitadas.
- Ameaças – possíveis obstáculos ou fatores impeditivos.

Abaixo detalhes de cada aspecto a ser analisado no contexto da matriz FOFA:

- **Fortalezas:** aspectos positivos das metodologias de geração de ativos de carbono de base florestal já existentes. Eficiência das operações, transparência, reconhecimento, etc.
- **Fraquezas:** aspectos que inibem o desempenho bem sucedido. São representadas pelos fatores como incertezas, desafios metodológicos, etc.

- **Oportunidades:** são provenientes do ambiente no qual os projetos se desenvolvem. Oportunidades podem surgir a partir de informações vindas do mercado, da concorrência, do governo, das mudanças tecnológicas ou outras.
- **Ameaças:** são identificadas quando as condições do ambiente externo comprometem o desenvolvimento dos projetos. Apesar de não ser possível ter controle absoluto sobre elas, o conhecimento das ameaças é importante para o desenvolvimento de medidas preventivas. Exemplos de ameaças são: alterações em políticas ambientais, mudanças no padrão de preferência dos consumidores, entre outros.

Análise dos Fatores Internos

No início da análise SWOT, é importante focar na avaliação do que está acontecendo internamente, no caso em específico, serão avaliados os sistemas de geração de ativos de carbono de base florestal. Esta análise dos fatores internos considera os elementos fundamentais das metodologias identificadas: quantificação, MRV, tipo e duração dos créditos gerados. Cada um desses fatores passa por uma avaliação para a classificação como força ou fraqueza, dependendo do papel de cada um no contexto das iniciativas existentes.

Análise dos Fatores Externos

O segundo conjunto de fatores está relacionado aos aspectos externos, portanto, fora da esfera de controle. Inclui elementos como políticas governamentais, mercado, ambiente econômico, globalização, etc. A classificação como oportunidade ou ameaça é circunstancial e depende de cada iniciativa. Fatores do ambiente podem motivar a escolha de um novo caminho, ou apresentar algum nível de risco para o crescimento dos projetos.

Os resultados encontrados na matriz FOFA serão um primeiro passo para desenvolvimento de estratégias para aprimorar as metodologias de geração de ativos de carbono de base florestal, bem como integrar as atividades florestais na precificação do carbono. As análises da matriz auxiliarão na seleção e justificativa das metodologias/ abordagens a serem trabalhadas na etapa de modelagem. Ressalta-se que neste momento o objetivo da matriz FOFA é analisar as fortalezas, oportunidades, fraquezas e ameaças de algumas opções de geração de ativos de carbono de base florestal separadamente. Ou seja, devido à demanda de *stakeholders* pela inclusão do setor florestal em um eventual sistema de precificação de carbono, o que foi, inclusive, uma das motivações para a contratação deste estudo, assume-se que seria desejável a inclusão daquele setor no sistema, não sendo analisada a opção de não inclusão. Sugere-se, ao final, uma interação com *stakeholders* e parceiros do Projeto PMR Brasil para a apresentação da análise FOFA e dos resultados da modelagem que pode, eventualmente, mostrar que a inclusão do setor florestal na precificação de carbono em forma de *offset* não seria a melhor opção. Este encontro (formato de workshop) será fundamental para aprofundamento nos resultados e discussões práticas que serão importantes balizadores para desenvolvimento de estratégias para a integração das atividades florestais à precificação de emissões. As estratégias poderão ser desenhadas utilizando a análise cruzada da matriz FOFA (Quadro 2):

1. Estratégia Ofensiva: Fortalezas x Oportunidades
2. Estratégia de Confronto: Fortalezas x Ameaças
3. Estratégia de Reforço: Fraquezas x Oportunidades
4. Estratégia de Defesa : Fraquezas x Ameaças

Quadro 1 - Análise cruzada da Matriz FOFA.

	OPORTUNIDADE	AMEAÇAS
FORTALEZA	Estratégia Ofensiva: potencialidades.	Estratégia de Confronto: pontos de defesa.
FRAQUEZA	Estratégia de Reforço: debilidades.	Estratégia de Defesa: vulnerabilidade.

Fonte: Elaboração própria.

A sistematização de todos os dados, incluindo os aspectos levantados durante encontro com *stakeholders* e parceiros, irão balizar a discussão das recomendações e propostas para ajustes nas políticas brasileiras como previsto nos resultados do Componente 1 do PMR Brasil e integrarão o Relatório final do Subcomponente Florestal. Este resultado poderá ainda orientar futuras atividades como um plano de ação de curto, médio e longo prazo.

Sugestão de stakeholders a serem convidados para eventual workshop para apresentação de resultados: Plantar (Fábio Marques), Associação Mineira de Silvicultura (Alexandre Melo), IMAFLORA, Embrapa Carne Carbono neutro, Serviço Florestal Brasileiro, Ministério da Economia, World Bank, entre outros.

Finalmente, os resultados finais da matriz FOFA serão inseridos no Produto 6 do Componente 1 do Projeto PMR Brasil de modo a integrar as recomendações finais de pacotes de instrumentos de precificação de emissões.

5 RESULTADOS

Esta seção apresenta os resultados alcançados durante o desenvolvimento deste trabalho. Os itens descritos no “Detalhamento das atividades” do contrato firmado entre as partes é abordado da seguinte forma nos tópicos a seguir:

Item 1.a) *metodologias para quantificação do balanço de carbono em atividades florestais*: descrito nos tópicos 5.1 até 5.4.

Item 1.b) *metodologias para gerar créditos de carbono de atividades florestais usadas como compensação em sistemas de comércio de emissões*: tópico 5.5.

Item 1. c) *regras e parâmetros aplicáveis à geração e uso de compensações por atividades florestais nos sistemas de comércio de emissões ou na tributação do carbono*: tópico 5.6.

Item 2. *Preparação de propostas para a integração das atividades florestais aos instrumentos de precificação de carbono e recomendações de ajustes para políticas, resultantes do Componente 1 do Projeto PMR Brasil*: tópico 5.7.

5.1 SETOR FLORESTAL NO CONTEXTO CLIMÁTICO E MERCADOS DE CARBONO

Na Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas - UNFCCC, o sequestro florestal de carbono equivale à mitigação biológica, ou seja, à forma dos vegetais de capturarem o CO₂ da atmosfera, por meio da fotossíntese, cujo processo permite a fixação do carbono nas plantas. Embora esse conceito tenha sido lançado desde o princípio dessa Convenção, ele se consagrou somente a partir da terceira Conferência das Partes (COP 3), em Kyoto em 1997, quando foram aprovados os mecanismos de flexibilização (Comércio de Emissões, Implementação Conjunta e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL) que incorporaram o sequestro florestal do carbono (FUJIHARA & PARIS, 2005). Estes mecanismos de redução resultaram no “mercado de carbono”, baseados nos conceitos de desenvolvimento sustentável e pagamento por serviços ambientais (WEST, 2012). Na COP 7, realizada em 2001 em Marrakesh, as regras operacionais para os mecanismos de flexibilização foram formalizadas, além de outras regras sobre inventário de emissões e Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas (LULUCF, sigla em inglês). Este acordo criou ainda o Comitê Executivo do MDL, responsável pela aprovação das metodologias, aprovação das entidades validadoras de projeto e desenvolvimento e manutenção dos registros dos projetos de MDL (ROCHA, 2004).

Os créditos de carbono são baseados na unidade de dióxido de carbono equivalente (CO_{2e}). Uma unidade de crédito ou certificado de redução de GEE corresponde a uma unidade de CO_{2e}, que por sua vez, representa uma tonelada de CO₂ que deixa de ser emitida ou que foi removida da atmosfera. Todos os demais GEE considerados no Protocolo de Kyoto tiveram seu potencial de aquecimento global padronizado em relação ao CO₂ (WEST, 2012).

O *Kyoto Protocol Reference Manual on Accounting of Emissions and Assigned Amount* é um manual que provê instrumentos de referências para auxiliar os países do Anexo I na implementação de seus compromissos relacionados à contabilização das emissões no âmbito do Protocolo de Kyoto. Desta

forma, o manual sintetiza os requisitos relativos a preparação de Inventários Nacionais; registros nacionais para rastrear transações de unidades de Kyoto; relatoria, revisão e cumprimento dos procedimentos relativos aos inventários de emissões de GEE, dentre outros. Este protocolo demonstra um avanço pois delinea as metodologias para inventários nacionais e possibilita a transformação das emissões/remoções em unidades de Kyoto a serem contabilizadas nos registros nacionais, com base nos inventários nacionais.

5.2 O SEQUESTRO DE CARBONO PELAS FLORESTAS

As florestas podem remover o CO₂ atmosférico e, por isso, são consideradas opções viáveis para compensação das emissões de gases causadores do efeito estufa. Essa remoção ocorre através do processo de fotossíntese, quando o CO₂ é fixado em compostos reduzidos de carbono, que são armazenados em forma de biomassa na vegetação. Porém, através do processo de respiração da planta, da decomposição de resíduos e da carbonização da biomassa, o carbono pode ser emitido, retornando para a atmosfera. Os compostos de carbono constituem a maior parte da biomassa de uma floresta e, para melhor entender a fixação e o armazenamento do carbono da atmosfera, é preciso analisar, qualitativa e quantitativamente, os vários compartimentos do ecossistema florestal. Normalmente, avaliam-se os estoques de carbono através de dados da biomassa das árvores, em seus diversos compartimentos, por constituírem-se em grandes reservas de carbono por unidade de área. A proporção do carbono absorvido pelas florestas está relacionada ao crescimento e à idade das árvores. As florestas removem carbono em maiores proporções quando jovens e em fases de crescimento. À medida que vai atingindo a maturidade e o crescimento estabiliza, a absorção do carbono é reduzida (REIS et al., 1994). A Tabela 1 apresenta estoques globais de carbono dos diversos tipos de florestas do mundo.

Tabela 1 - Estoque global de carbono na vegetação e no solo (profundidade de 100 cm).

Bioma	Área (10 ⁹ km ²)	Estoques de carbono (Gt de C)		
		Vegetação	Solos	Total
Floresta tropical	17,6	212	216	428
Floresta temperada	10,4	59	100	159
Floresta boreal	13,7	88	471	559
Savanas tropicais	22,5	66	264	330
Campos temperados	12,5	9	295	304
Desertos e semidesertos	45,8	8	191	199
Tundra	9,5	6	121	127
Pântanos	3,5	15	225	240
Terras agrícolas	16	3	128	131
Total	151,5	466	2.011	2.477

Fonte: Adaptado de Lemos et al. (2010).

Florestas plantadas com espécies do gênero *Eucalyptus* sp. tem elevada taxa de crescimento e alta eficiência fotossintética, sendo, portanto, bastante eficientes no sequestro de carbono. PAIXÃO (2004) encontrou um estoque médio de carbono de 71,13 tC ha⁻¹ em um plantio de *Eucalyptus grandis* aos 6 anos de idade, o que corresponde aproximadamente a 270 tCO₂ ha⁻¹, ou seja, 270 CERs ha⁻¹.

Lemos et al. (2010) apresentou dados médios de estoques e fluxos de carbono com base em artigos de especialistas da área florestal (Tabela 2). Os autores ressaltam que a grande variabilidade de resultados deve-se aos diversos métodos de aferição utilizados pelos especialistas e pesquisadores da área. Os dados apresentados não consideram o carbono abaixo do solo. A inclusão do carbono abaixo do solo pode duplicar o valor dos resultados apresentados.

Tabela 2 - Média de estoques e fluxos de carbono, por bioma, no Brasil.

Bioma	Estoque de carbono (tC/ha)	Fluxo de carbono (tC/ha/ano)
Amazônia	125	0,8
Eucalipto	105	5,5
Pínus	128	6,2
Mata Atlântica	121	3,8

Fonte: Adaptado de Lemos et al. (2010).

5.3 IMPORTÂNCIA DAS FLORESTAS PARA O BRASIL

As florestas cobrem cerca de 30% da superfície da terra e estocam em torno de 85% do carbono orgânico disponível no meio ambiente (Houghton, 1994). Devido à importância das florestas no ciclo do carbono global, tem sido crescente o interesse de muitos pesquisadores sobre o assunto. O autor destaca ainda que, com a perda da cobertura florestal, perde-se também a maior fonte de carbono do solo, a serrapilheira e as raízes, que também são responsáveis pela fixação do carbono disponível na atmosfera.

Segundo um estudo da FAO publicado em 2015, a área total de florestas no mundo corresponde a aproximadamente 4 bilhões de hectares. O Brasil é o segundo país com maior cobertura florestal, ficando atrás apenas da Rússia. O Brasil tem aumentado a sua área de reflorestamentos com fins comerciais e em 2015 ocupava a nona posição, em termos de área de florestas plantadas, respondendo por menos de 2,7% dos plantios florestais do mundo. Entretanto, o índice de desmatamento no país ainda representa uma grande ameaça aos biomas brasileiros e à biodiversidade. Mesmo com todos os esforços dos órgãos ambientais e de todas as regulamentações legais sobre o assunto, este ainda é um desafio para a gestão florestal brasileira.

Considerando o papel do setor florestal para o Brasil e o potencial de mitigação de gases de efeito estufa neste ambiente, torna-se fundamental entender os principais desafios técnicos e metodológicos para realização da quantificação do balanço de carbono nesta atividade. Além disso, é importante identificar as ferramentas existentes e modelos já vigentes, para que possam ser realizadas as

adaptações necessárias para atendimento das especificidades do Brasil, contribuindo assim com a implementação de políticas públicas condizentes com esta realidade. Estas recomendações podem ser significativas para a valorização da política climática e ambiental, visando, de maneira geral, a conservação dos recursos naturais, a proteção do clima e o desenvolvimento sustentável em bases tecnológicas mais limpas.

Os ativos de carbono podem contribuir para um mercado baseado nos bens e serviços ecossistêmicos, podendo permitir compensações financeiras aos produtores e comunidades rurais que preservam ou restauram a vegetação nativa, por exemplo.

5.4 METODOLOGIAS PARA CONTABILIZAÇÃO DO CARBONO DE ATIVIDADES FLORESTAIS

O termo *Carbon Accounting* é amplamente utilizado por cientistas em várias disciplinas e frequentemente é encontrado em discussões da integração de aspectos climáticos na contabilidade. Entretanto, não existe uma definição consistente para o termo. Stechemesser & Guenther (2012) concluíram que o termo *carbon accounting* compreende o reconhecimento, a valoração não-monetária e monetária e o monitoramento de emissões de GEE em todos os níveis da cadeia de valor e o reconhecimento, valoração e monitoramento dos efeitos das emissões no ciclo do carbono nos ecossistemas.

Segundo Hespeneide et al. (2010) citado por Stechemesser & Guenther (2012), o termo indica as medidas para mensurar as emissões/ remoções de carbono por um lado e as implicações financeiras de outro lado. Esta definição significa que aspectos monetários e não-monetários são incluídos dentro da perspectiva organizacional e são também descritas as aplicações da contabilidade do carbono no ambiente interno e externo.

Contabilidade de carbono: Ascuri and Lovell (2011) citado por Stechemesser & Guenther (2012), apresentam uma vasta definição na qual enfatizam que a contabilidade do carbono pode ocorrer para propostas obrigatórias ou voluntárias e em escalas diferentes (global, nacional, organizacional). Este conceito está totalmente relacionado ao MRV e pode ser chamado de “contabilidade física” das emissões/remoções, o aspecto não monetário da contabilidade de carbono. Assim, no presente documento, contabilização de emissões apresenta o que é contabilizado para cada metodologia, por exemplo: emissões diretas e indiretas, fontes de emissões, dentre outros aspectos.

Quantificação de emissões: refere-se à efetiva quantificação das emissões/ remoções a partir de uma abordagem de cálculo ou da medição direta. A quantificação das reduções de emissões de GEEs demanda:

- 1- Mudança nos estoques de carbono entre dois períodos de tempo para a linha de base, e a atividade de projeto por unidade de área terrestre (tC/ha). A mudança nos estoques de carbono é traduzida em reduções de emissões de GEE ao multiplicar tC/ha por 3,6667 (razão entre o peso molecular do CO₂ e peso molecular do C, 44/12) para obter tCO₂/ha.

2- O estoque total de carbono da linha de base e o total do estoque de atividades do projeto em tC. Isso é usado para comparar o total de carbono armazenado, bem como rastrear a longevidade do carbono armazenado (permanência).

A mudança nos estoques de carbono (fluxo) geralmente reflete a taxa de crescimento das árvores/vegetação e a dinâmica do carbono no solo e em outros reservatórios entre dois períodos de tempo, bem como o respectivo carbono armazenado no período. Se a mudança nos estoques de carbono for negativa, a floresta pode ser chamada de fonte de emissão, já que está emitindo ou perdendo carbono. Se a mudança no estoque de carbono é positiva durante um determinado período de tempo, a floresta é considerada um reservatório, pois está absorvendo carbono.

O cálculo das reduções de GEE é importante para gerar créditos de carbono, porque o crédito é calculado pela diferença entre as reduções de GEE da atividade de projeto e da sua linha de base, e não pela quantidade total de carbono armazenado em qualquer momento. Os estoques totais de carbono podem ser usados para comparar florestas com menos biomassa (por exemplo, plantações mais jovens ou menos densas) com florestas com mais biomassa (por exemplo, mais velhas, maduras florestas). Os estoques de carbono também permitem que as partes interessadas facilmente avaliem o armazenamento de carbono na biomassa e solos ao longo do tempo (permanência). Portanto, em termos de inventário de emissões, é válido reportar as métricas de reduções de emissões de GEE, bem como estoque de carbono armazenado ao longo do tempo.

5.4.1 ESCALA NACIONAL

5.4.1.1 IPCC GUIDELINES FOR NATIONAL GREENHOUSE GAS INVENTORIES - 2006

O guia do IPCC para orientar inventários nacionais de gases de efeito estufa, em seu capítulo 4, descreve metodologias para gerar estimativas de emissões e remoções de gases de efeito estufa pelas alterações na biomassa, matéria orgânica morta e carbono orgânico no solo em áreas florestais e áreas reflorestadas. O documento foi baseado nas Diretrizes revisadas do IPCC de 1996 para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa (Diretrizes do IPCC 1996) e Orientações Práticas para o Uso da Terra, Mudança no Uso da Terra e Florestas (GPG-LULUCF 2003). O capítulo aborda todos os cinco reservatórios de carbono (*carbon pools*) identificados (biomassa acima e abaixo do solo, matéria orgânica morta - serapilheira e madeira morta, matéria orgânica do solo) e as transferências de carbono entre diferentes reservatórios da mesma área; inclui as mudanças no estoque de carbono em florestas manejadas devido a atividades humanas, tais como colheita, plantio comercial, coleta de lenha e outras práticas de manejo, além de perdas naturais causadas por incêndios, tempestades de vento, insetos, doenças e outros distúrbios; métodos simples, valores *default* e outros esboços de abordagens para métodos mais complexos para estimativas de mudanças nos estoques de carbono; métodos para estimar as emissões de gases de efeito estufa além do CO₂ (N₂O, CH₄, CO, NO_x) provenientes da queima de biomassa.

Estas diretrizes fornecem métodos (Tier²) para estimar e relatar fontes e sumidouros de gases de efeito estufa apenas para florestas manejadas³ (Capítulo 1). Os países devem aplicar consistentemente as definições nacionais de florestas ao longo do tempo. As definições nacionais devem cobrir todas as florestas sujeitas à intervenção humana, incluindo toda variedade de práticas de manejo (florestas de proteção, plantações florestais, regeneração natural, produção comercial de madeira, extração não comercial de lenha e abandono de florestas manejadas).

Método Tier-1 (Método de Ganho/ Perda de Biomassa)

O Tier 1 é viável mesmo quando as estimativas específicas do país relativas aos fatores de emissão/remoção não estão disponíveis. Funciona quando as alterações do reservatório de carbono na biomassa em terras florestais remanescentes de florestas (*Forest Land Remaining Forest Land*) são relativamente pequenas. O método requer que a perda de carbono da biomassa seja subtraída do ganho de carbono da biomassa. A variação anual nos estoques de carbono na biomassa pode ser estimada usando este método, onde o aumento anual dos estoques de carbono devido ao crescimento da biomassa e a redução anual nos estoques de carbono devido às perdas de biomassa são estimados.

- Aumento anual do estoque de carbono da biomassa é estimado multiplicando a área sob cada subcategoria florestal pelo incremento médio anual em toneladas de matéria seca por hectare por ano.
- O crescimento da biomassa é estimado geralmente em termos de volume comercializável ou biomassa acima do solo. A biomassa abaixo do solo é estimada através de uma razão entre biomassa abaixo do solo e acima do solo. Alternativamente, o volume comercializável (m³) pode ser convertido diretamente em biomassa total usando fatores de conversão e expansão de biomassa (BCEFI).
- Se os valores do BCEFI não estiverem disponíveis, e se os valores do fator de expansão da biomassa (BEF) e da densidade básica da madeira (D) forem estimados separadamente, então a seguinte conversão pode ser usada:

$$BCEFI = BEF_i * D \quad \text{[Equação 1]}$$

Fatores de Expansão de Biomassa (BEF_i) expandem o volume comercializável para volume de biomassa total acima do solo para explicar os componentes não comercializáveis da árvore, da área e da floresta. BEF_i é adimensional.

- O volume 4 do Guia do IPCC apresenta uma série de tabelas com estimativas e fatores para: biomassa média acima do solo de áreas florestais afetadas por distúrbios; médias dos valores

² Tier: representa opções metodológicas para cálculo de estoques de carbono que variam de um nível menos detalhado (Tier 1) para um nível mais detalhado (Tier 3). A escolha do Tier depende dos reservatórios de carbono selecionados e dos gases a serem considerados na abordagem.

³ Uma floresta manejada é uma área florestal sujeita a intervenções e práticas humanas que são aplicadas para realizar funções de produção, ecológicas ou sociais.

de crescimento da biomassa anual acima do solo; incremento anual líquido do volume; densidade de madeira; razões entre biomassa abaixo do solo e biomassa acima do solo (R).

- Em alguns ecossistemas, a densidade básica da madeira (D) pode influenciar os padrões espaciais da biomassa florestal (Baker et al., 2004b). Usuários do Tier 1 que não possuem medições de densidade de madeira no nível de sub-estratos desejados podem estimar a densidade da madeira estimando a proporção da biomassa total da floresta composta por 2-3 espécies dominantes e usando valores de densidade de madeira específicos da espécie para calcular uma média ponderada da densidade da madeira.
- A perda anual de biomassa ou redução nos estoques de carbono da biomassa requer estimativas da perda anual de carbono devido a remoções de madeira, remoção de lenha e distúrbios. A transferência de biomassa para matéria orgânica morta é estimada usando equações baseadas na estimativa anual de carbono perdido da biomassa devido a mortalidade ou corte.
- As estimativas de biomassa são convertidas em valores de carbono usando a fração de carbono da matéria seca.

Quando o estoque de biomassa ou sua mudança é significativo, considera-se uma boa prática a seleção de um nível mais alto de metodologia para gerar as estimativas de emissões/ remoções da atividade. A escolha dos métodos Tier 2 ou 3 depende dos tipos e da precisão dos dados e modelos disponíveis, do nível de desagregação espacial dos dados da atividade e das circunstâncias nacionais. Se estiver usando dados coletados via Tier 1, e não for possível usar dados suplementares para identificar a quantidade de terra convertida de e para florestas, o compilador do inventário deve estimar os estoques de C da biomassa em todas as Terras Florestais usando o método Tier 1 descrito acima para terras florestais remanescentes de florestas (*Forest Land Remaining Forest Land*).

Método Tier 2

O Tier 2 utiliza as mesmas equações do Tier 1 para cálculos dos estoques de carbono da biomassa e crescimento da biomassa. O nível 2 pode ser usado em países onde as estimativas dos dados de uma atividade e os fatores de emissão/ remoção estão disponíveis ou podem ser coletados a um custo razoável. Os valores da densidade específica de espécies de madeira permitem o cálculo da biomassa específica das espécies relatadas nos dados de inventário florestal. É possível usar o método da diferença de estoque no Tier 2 quando dados específicos do país estão disponíveis.

Método Tier 3

Esta abordagem para estimativa da mudança de estoque de carbono na biomassa permite uma variedade de métodos, incluindo modelos baseados em processos. A implementação pode diferir de um país para outro, devido a diferenças nos métodos de inventário, condições das florestas e dados da atividade. A transparência da documentação da validade e integridade dos dados, pressupostos, equações e modelos utilizados são, portanto, questões críticas desta abordagem. Tier 3 requer o uso de inventários florestais nacionais quando o método de diferença de estoque é utilizado. Eles podem

ser complementados por equações alométricas⁴ e modelos calibrados adequadamente para as circunstâncias nacionais que permitem a estimativa direta do crescimento da biomassa.

Inventários nacionais, estaduais e municipais podem aplicar diferentes tiers. Em geral, as estimativas de emissão ou remoção são obtidas a partir do produto entre dados de atividades e fatores de emissão. Por exemplo, para estimar as emissões de CO₂ por desmatamento, as abordagens Tier 1 e 2 do IPCC requerem uma estimativa da área desmatada (dado de atividade) e o conteúdo médio de carbono na biomassa (acima e abaixo do solo). Resumindo:

- Tier 1: utiliza valores *default* propostos pelo IPCC para fatores de emissão;
- Tier 2: utiliza valores nacionais (no caso de inventários estaduais, fatores de emissão mais apropriados para o estado podem existir ou ser desenvolvidos);
- Tier 3: utiliza métodos mais elaborados como, por exemplo, modelagens.

As diretrizes do IPCC de 2006 incluem uma variedade de métodos para tratar o carbono armazenado em produtos florestais madeireiros, e programas de GEE como o *Climate Action Registry* da Califórnia e o Programa de Relatórios Voluntários de Gases de Efeito Estufa do Departamento de Energia dos EUA oferecem orientações para quantificação em produtos florestais madeireiros. No entanto, se e como o reservatório de carbono dos produtos florestais madeireiros será incorporado às atividades de projeto de LULUCF, provavelmente continuará sendo uma decisão política tomada por programas individuais de GEE e, portanto, não são abordadas no Protocolo GHG LULUCF.

5.4.1.2 *KYOTO PROTOCOL REFERENCE MANUAL ON ACCOUNTING OF EMISSIONS AND ASSIGNED AMOUNT*

O *Kyoto Protocol Reference Manual on Accounting of Emissions and Assigned Amount* é um manual que provê instrumentos de referências para auxiliar os países do Anexo I na implementação de seus compromissos relacionados à contabilização das emissões no âmbito do Protocolo de Kyoto. Desta forma, o manual sintetiza os requisitos relativos a preparação de Inventários Nacionais; registros nacionais para rastrear transações de unidades de Kyoto; relatoria, revisão e cumprimento dos procedimentos relativos aos inventários de emissões de GEE e contabilidade do montante atribuído (*assigned amount*); contabilidade para uso da terra, mudança de uso da terra e florestas; participação nos mecanismos de Kyoto e procedimentos para estabelecimento, manutenção e elegibilidade para participação; e transações de unidades de Kyoto.

⁴ Modelo estatístico usado para calcular o volume e a biomassa das árvores, através das relações entre as diversas características dos indivíduos (altura, diâmetro, altura do fuste, etc). O termo alometria se refere ao crescimento de parte de um organismo em relação ao crescimento de outra parte ou de todo o organismo.

O compromisso fundamental no âmbito do Protocolo de Kyoto requer que cada Parte do Anexo I assegure que suas emissões totais das fontes de GEE listadas no Anexo A⁵ no período de compromisso não exceda o nível permitido de emissões. O nível permitido de emissões de cada Parte é chamado de montante atribuído (*assigned amount*). Cada Parte do Anexo I tem uma meta de emissões que é definida em relação às emissões de GEE no seu ano base. As metas de emissões do Anexo B e as emissões de GEEs da Parte no ano base determinam o montante inicial atribuído para o primeiro período de compromisso de cinco anos do Protocolo de Kyoto (2008 - 2012). A quantidade do montante inicial atribuído é denominada em unidades individuais, chamadas unidades de quantidade atribuída (AAUs), cada uma das quais representa uma permissão para emitir uma tonelada métrica de dióxido de carbono equivalente (t CO_{2eq}).

O manual para contabilização das emissões e montante atribuído demonstra um avanço pois delinea as metodologias para inventários nacionais e possibilita a transformação das emissões/remoções em unidades de Kyoto (AAU - Unidade de quantidade atribuída, RMU - Unidade de remoção, CER - Redução certificada de emissões e ERU - Unidade de redução de emissões) a serem contabilizadas nos registros nacionais, com base nos inventários nacionais.

É importante ressaltar que existe uma diferença entre as emissões/remoções mensuradas nos inventários nacionais (com base nas categorias de uso da terra: florestas manejadas, pastagens, etc.) e as emissões/remoções contabilizadas no Protocolo de Kyoto, que são baseadas na definição de atividades⁶ (artigos 3.3 e 3.4).

O *Kyoto Protocol Reference Manual* explica como são criadas as unidades de Kyoto no Registro Nacional, a partir da contabilidade do inventário nacional. Nesse sentido, entender a contabilidade dos inventários nacionais associada à criação de unidades em registro nacionais é importante no contexto da precificação do carbono.

O *Kyoto Protocol Reference Manual on Accounting of Emissions and Assigned Amount* apresenta também em um capítulo as regras para tipos de transação individuais e explica como o *International Transaction Log* - ITL verificará as transações para conformidade com as regras contábeis do Protocolo de Kyoto. Estas regras serão apresentadas no item 5.6 do presente documento.

5.4.2 ESCALA DE PROJETOS

Esta seção foi dividida em duas partes: I. Projetos incluídos em sistemas de precificação de carbono e II. Outros projetos.

⁵ Anexo A cobre emissões de GEE dos setores de energia, processos industriais, solventes e outros setores de uso de produtos, agricultura e resíduos.

⁶ Art. 3.3: Florestamento, reflorestamento e desmatamento ocorridos desde 1990, obrigatoriamente no primeiro e segundo período de compromisso (CP1 e CP2); Art. 3.4: manejo florestal (relato opcional no CP1 e obrigatório no CP2), revegetação, manejo de terras agrícolas, manejo de pastagens (relatos opcionais nos CP1 e CP2) e drenagem de terras alagadas e reumidificação (relato incluído como opcional apenas a partir o CP2).

I. PROJETOS INCLUÍDOS EM SISTEMAS DE PRECIFICAÇÃO DE CARBONO

5.4.2.1 PROGRAMA CAP-AND-TRADE DA CALIFÓRNIA (CALIFORNIA ETS)

O programa *cap-and-trade* da Califórnia é uma das principais políticas que o estado está usando para reduzir suas emissões de GEE. O programa da Califórnia é o quarto maior do mundo, seguindo os programas da União Europeia, da República da Coreia e da província chinesa de Guangdong (C2ES, 2019). Além de promover reduções de emissões em uma das maiores economias do mundo, o programa da Califórnia oferece experiência crítica na criação e no gerenciamento de um sistema *cap-and-trade* de toda a economia. Segundo ICAP (2019), o Programa *Cap-and-Trade* da Califórnia começou em 2012 e seus compromissos de conformidade iniciaram em janeiro de 2013. A Califórnia faz parte da *Western Climate Initiative* desde 2007 e vinculou formalmente seu sistema ao Québec em janeiro de 2014 e ao Ontário em janeiro de 2018 (até a rescisão deste último em meados de 2018). O programa da Califórnia cobre fontes responsáveis por aproximadamente 85% das emissões de GEE do estado. Em 2017, a legislação foi aprovada para fornecer orientação sobre o sistema *Cap-and-Trade* da Califórnia pós-2020 para ajudar a atingir as metas climáticas do estado.

GEEs cobertos pelo *Cap-and-Trade* da Califórnia: CO₂, CH₄, N₂O, SF₆, HFCs, PFCs, NF₃ e outros GEEs fluorados.

Atividades elegíveis: atividades de manejo florestal que aumentem a remoção de CO₂ da atmosfera ou que reduzam/ evitem emissões de CO₂ para a atmosfera através do aumento ou conservação dos estoques de carbono nas florestas. Os seguintes tipos de atividades de manejo florestal são elegíveis:

- Reflorestamento: projetos de restauração da cobertura florestal em áreas que não estejam no estoque ótimo de carbono e que tenham um mínimo de oportunidades comerciais em curto prazo (30 anos).
- Manejo Florestal aprimorado: projetos que envolvam atividades de manejo que mantenham ou aumentem estoques de carbono em áreas florestais quando comparadas com uma linha de base dos estoques de carbono definidos previamente.
- Conversão evitada: projetos que evitam a conversão de áreas florestadas para áreas não-florestadas através da manutenção contínua da cobertura florestal por meio de servidão ou transferência para entes públicos, exceto para propriedade federal.

Banking and borrowing: *banking* é permitido, ou seja, as empresas podem estocar permissões visando o cumprimento de obrigações no futuro. *Borrowing* ou empréstimos além do período de compromisso não são permitidos.

Offsets e Limite Quantitativo de Créditos: Até 8% da obrigação de conformidade de cada entidade.

Limite Qualitativo: Atualmente, seis tipos de compensação doméstica são aceitas como unidades de conformidade originadas de projetos executados de acordo com seis protocolos: (1) projetos florestais dos EUA; (2) projetos florestais urbanos; (3) projetos de pecuária (manejo do metano); (4) projetos de

substâncias destruidoras do ozônio; (5) projetos de captura de metano; e (6) projetos de cultivo de arroz.

Frequência de Relatórios MRV: anual.

Verificação: Os relatórios de dados de emissão e seus dados subjacentes exigem uma verificação independente por uma terceira parte a ser realizada anualmente para todas as entidades com emissões iguais ou superiores a 25.000 tCO₂e por ano.

Permanência: a regulação do *Cap-and-Trade* da Califórnia exige que as reduções acreditadas de emissões e remoções aprimoradas de GEE sejam permanentes. Para fins desta regulação, 100 anos é o tempo para ser considerado como permanente. A permanência de projetos florestais é verificada através de três mecanismos: monitoramento dos estoques de carbono no campo, submissão anual de relatórios de dados dos projetos de compensação de carbono, verificação de relatórios e visitas de campo pelo menos a cada 6 anos, a ser realizada por uma terceira parte durante a vigência do projeto; manutenção de uma conta tampão pelo ARB (*Air Resources Board*⁷) para providenciar seguros contra reversões de reduções de emissões de GEE e remoções aprimoradas por causas não intencionais (ARB, 2015). **Outros:** Os relatórios são necessários para a maioria das instituições com emissão de 10.000 tCO₂e ou mais por ano. Os operadores devem implementar auditorias internas, garantia de qualidade e sistemas de controle para relatar os dados no contexto do *Cap-and-Trade*.

Execução: As multas podem ser avaliadas de acordo com o '*Health and Safety Code Section 38580*' (contravenção, multas e, possivelmente, prisão). Existem penalidades separadas e substanciais para a falta de informação no âmbito do "Regulamento Obrigatório de Notificação de Gases de Efeito Estufa".

Registros: a regulamentação do *Cap-and-Trade* da Califórnia permite que o ARB aprove registros de projetos para ajudar a administrar partes do Programa de Conformidades das Compensações (*Compliance Offset Program*). Os registros de projetos devem atender a critérios regulatórios específicos para serem aprovados de acordo com o regulamento. Os registros de projetos de compensação ajudarão a facilitar a listagem, emissão de relatórios, verificação de projetos usando os protocolos desenvolvidos, além de auxiliar a emissão dos registros dos créditos de compensação. Estes registros não podem ser usados para conformidade com o Programa *Cap-and-Trade*. Os registros devem ser convertidos em créditos de compensação ARB para serem qualificados para uso no Programa *Cap-and-Trade* da Califórnia.

Lista de registros de projetos de compensação aprovados pela ARB: todos os projetos de compensação desenvolvidos sob o padrões de conformidade da ARB devem ser listados com um Registro de Projeto de Compensação aprovado pela ARB. Alguns dos registros de projetos de compensação já aprovados: *American Carbon Registry*, *Climate Action Reserve*, Verra (anteriormente *Verified Carbon Standard*).

⁷ Air Resources Board é o comitê da Agência de Proteção Ambiental da Califórnia (California Environmental Protection Agency).

5.4.2.2 SISTEMA DE COMÉRCIO DE EMISSÕES DA NOVA ZELÂNDIA (NZ ETS)

Segundo ICAP (2019), o Sistema de Comércio de Emissões da Nova Zelândia (NZ ETS) foi lançado em 2008. Originalmente projetado para cobrir toda a economia, tem a mais ampla cobertura setorial de qualquer SCE, incluindo a silvicultura como fonte simultânea de emissões e unidades de redução. Emissões biológicas da agricultura, no entanto, atualmente têm apenas obrigações de relato. O sistema de comércio de emissões da Nova Zelândia é a principal ferramenta do governo para reduzir as emissões de gases de efeito estufa. O NZ ETS tem objetivo duplo de ajudar Nova Zelândia a cumprir seus compromissos internacionais no âmbito do UNFCCC e do Protocolo de Kyoto, e de reduzir as emissões do país para que fiquem abaixo dos níveis atuais.

O *Climate Change Response Act 2002* define o quadro legislativo para o NZ ETS. O NZ ETS foi concebido como um sistema no escopo do Protocolo de Kyoto, com ligações completas aos mercados internacionais de carbono. No entanto, a partir de 1 de junho de 2015, o NZ ETS tornou-se um sistema somente doméstico. Como indicado pela NDC - *Nationally Determined Contribution* da Nova Zelândia, restabelecer o link com os mercados internacionais de carbono vai fazer parte da estratégia da Nova Zelândia para atingir sua meta de 2030.

Natureza das reduções: mandatórias.

Período de compromisso: de 2010-2012 (fase de transição)

Unidade de transação: New Zealand Units (NZU)

Participantes: todos os setores da economia, gradativamente.

Autoridades reguladoras: Ministério do Desenvolvimento Econômico e Ministério de Meio Ambiente.

Limites: O NZ ETS foi originalmente projetado para operar sem um limite doméstico específico, já que abrangia o sequestro de carbono das atividades florestais e uma ligação completa com os mercados internacionais de carbono do Protocolo de Kyoto. Em 2015, o fornecimento de permissões foi restrito à *New Zealand Units* (NZUs). O potencial acesso futuro a unidades internacionais estará sujeito a limites quantitativos. O NZ ETS terá seu próprio limite fixado no futuro. Isso restringiria o número de unidades fornecidas dentro do esquema, de acordo com as metas de redução de GEE da Nova Zelândia. Espera-se que seja implementado um processo para estabelecer o fornecimento de unidades (NZUs) durante um período de cinco anos com atualizações anuais.

Períodos de Negociação: Para a maioria dos setores, o NZ ETS tem entregas anuais obrigatórias. Para os participantes com atividades florestais pós-1989, o relatório anual de emissões e remoções é opcional, com períodos de relatório obrigatórios de cinco em cinco anos. Como resultado, o direito de transferências de unidade e entregas obrigatórias para esses participantes correspondem a quando eles escolherem relatar suas emissões.

Atividades do Setor Florestal Pós-1989 e Outras Remoções: NZUs são concedidas aos participantes que se inscreverem voluntariamente no programa para atividades de remoção, como descrito abaixo. Não há limite para o número de unidades que podem ser concedidas para atividades de remoção.

- **Atividades de Remoção Florestal:** Os participantes têm direito a receber um NZU por tonelada de CO₂ removida para florestas registradas após 1989. Se a floresta é manejada ou desmatada, as unidades devem ser contabilizadas considerando as emissões. Se o participante opta por cancelar o registro no esquema, as unidades NZU recebidas devem ser devolvidas.

18,3 milhões de NZUs foram emitidas para atividades de remoção de florestas de junho de 2017 a junho de 2018.

- **Outras atividades de remoção:** os participantes têm direito a receber uma NZU por tonelada de remoção de processos industriais reconhecidos, incluindo a exportação de produtos que incorporam carbono e exportação de HFCs e PFCs.

2,2 milhões de NZUs foram emitidos para outras atividades de remoção de junho de 2017 a junho de 2018.

- **Setores Florestal e da Pesca:** Proprietários de terras florestais pré-1990, bem como proprietários de quotas de pesca, receberam uma alocação gratuita única de NZUs quando o NZ ETS foi implementado para compensar parcialmente o impacto do sistema de comércio de emissões.

Definições de florestas e classificação: Uma floresta é uma área de pelo menos um hectare com presença de espécies florestais. A área tem, ou é provável que tenha: • Cobertura de copa maior que 30% em cada hectare. • Uma largura média da cobertura da copa das árvores de pelo menos 30 metros.

Florestas podem ser consideradas “temporariamente sem estoques” se tiverem sido desmatadas, mas é provável que atendam novamente aos requisitos para a definição de florestas. As espécies florestais são aquelas árvores capazes de atingir cinco metros de altura no local onde crescem. Isso não inclui árvores cultivadas principalmente para a produção de frutos ou nozes.

Os proprietários de florestas participam do NZ ETS de duas maneiras:

- Voluntariamente - os proprietários podem solicitar seu registro de áreas florestais após 1989 no NZ ETS para ganhar NZUs.
- Obrigatoriamente - os proprietários tornam-se participantes quando áreas florestais não exploradas são desmatadas antes de 1990.

As atualizações de 2018 no NZ ETS descrevem que os períodos anuais de conformidade para relatar emissões e unidades de entrega são aplicáveis à maioria dos participantes. Proprietários florestais pós-1989 que optaram pelo NZ ETS têm um período obrigatório de relato de emissões de cinco anos. No entanto, eles podem reportar voluntariamente a cada ano para receber unidades e então, devem

reportar sempre que realizarem alterações no registro no sistema. Para calcular as emissões, são fornecidos fatores de emissão padrão para todos os setores. Os participantes não-florestais têm a opção de utilizar fatores únicos de emissão em alguns casos. Ao medir as mudanças nos estoques de carbono florestal em florestas pós-1989, participantes com menos de 100 hectares devem usar as tabelas de consulta do governo, enquanto aqueles com áreas de 100 ha ou mais devem usar uma abordagem de medição de campo (*Field Measurement Approach* - FMA) envolvendo parcelas amostrais. Para medir as emissões de desmatamento, antes de 1990 os participantes devem usar tabelas de consulta do governo.

Os participantes seguem um modelo de “auto avaliação” para monitoramento/ mensuração, relato e verificação de emissões (MRV). Não é necessária a verificação dos relatórios de emissões por uma terceira parte independente, mas o governo tem o poder de realizar auditorias. Todos os anos, o Autoridade de Proteção Ambiental seleciona uma amostra de participantes do NZ ETS e escolhe livremente locais para revisões de conformidade internas e também realizadas por terceiros.

Leilão: Em 2018 o governo decidiu desenvolver e introduzir um mecanismo de leilão, dentro de um limite geral em setores não-florestais. Os primeiros leilões são esperados para 2020.

Banking and borrowing: *banking* permitido, exceto para as unidades que foram adquiridas sob a opção de preço fixo. Empréstimo não é permitido. O sistema NZ ETS permite estoque de unidades de permissões pelos participantes. Ao longo do tempo, os participantes do programa acumularam uma quantidade significativa de unidades que podem ser usadas para cumprimento de conformidades.

Offsets e Limite Qualitativo de Créditos: unidades dos mecanismos de flexibilização do Protocolo de Kyoto são elegíveis para uso no sistema, sem restrições até 2015. A partir de 1 de junho de 2015, as unidades internacionais não são elegíveis para o esquema NZ ETS. O NZ ETS atualmente opera como um sistema somente doméstico.

Período de Conformidade: um ano. Os participantes registrados para atividades florestais pós-1989 têm períodos obrigatórios de cumprimento de cinco anos (com a opção de relatar emissões anualmente).

Frequência de Relatórios MRV: A maioria dos setores é obrigada a relatar anualmente.

Desde a criação do sistema NZ ETS, ocorreram muitas mudanças em relação a obrigatoriedade de reportar emissões pelos diferentes setores. Em Janeiro de 2008, os setores assumiram o relato de emissões e unidades de redução em diferentes estágios. Em 2018, o Sistema NZ ETS aplicou obrigações de relato de unidades para 51% dos emissores brutos da Nova Zelândia (exclui o setor florestal). Isso cobre quase todas as emissões provenientes dos combustíveis fósseis, processos industriais e resíduos.

Verificação: auto-relato complementado por um programa de auditorias de segunda/ terceira parte realizadas pelo regulador. Os participantes devem buscar a verificação por terceiros se solicitarem o uso de um único fator de emissão.

Execução: uma entidade que não consegue entregar as unidades de emissões previstas é obrigada a entregá-las e pagar uma multa de USD 20,76 por cada unidade que não for entregue na data de vencimento. Em certas circunstâncias a penalidade/ condenação poderá ser reduzida. As entidades podem ser multadas em até USD 16.607 por falha na coleta de dados de emissões ou outras informações necessárias, cálculo de emissões e/ou remoções, manutenção de registros dentre outros motivos. As entidades também podem ser multadas em até USD 34.598 por conscientemente alterar, falsificar ou fornecer informações incompletas ou enganosas sobre quaisquer obrigações no escopo do ETS, incluindo retorno de emissões⁸. Esta penalidade e/ou prisão de até cinco anos também se aplica a entidades que deliberadamente mentem sobre obrigações sob o NZ ETS para ganhar benefício financeiro ou evitar perdas financeiras.

No NZ ETS são admitidas CERs (Reduções Certificadas de Emissões), ERUs (Unidades de Redução de Emissões) e RMUs (Unidades de Remoção). O mercado neozelandês está aberto para conexões com outros esquemas, como o EU ETS. A Nova Zelândia instituiu um registro NZ EUR (*New Zealand Emission Unit Register*) que contém informações sobre quem detém unidades de emissões e o número de unidades; sobre as transferências de unidades de emissões entre os detentores, no âmbito do NZ EUR e entre sistemas de registro internacionais; e sobre as unidades entregues pelos participantes para cumprimento de suas obrigações no âmbito do NZ ETS. O NZ ETS e o NZ EUR são administrados pelo Ministério do Desenvolvimento Econômico, competindo ao órgão verificar se os participantes estão cumprindo com as regras do mercado. Ao Ministério do Meio Ambiente, por sua vez, incumbe regulamentar e aplicar o *Climate Change Response Act*, exceto quanto às atividades florestais, sob jurisdição do Ministério de Agricultura e Florestas. O Ministério do Meio Ambiente é competente também para desenvolver os planos de alocação de unidades de emissões por fonte emissora.

5.4.2.3 CTAX DA ÁFRICA DO SUL

Segundo o *Climate Neutral Group South Africa* (2019), o presidente sul-africano assinou a Lei do Tributo sobre o Carbono em junho de 2019. A Lei, recentemente aprovada, taxará as emissões de gases do efeito estufa no setor industrial, de geração de energia, dentre outros. O governo espera que seu novo tributo sobre as emissões de carbono incentive os poluidores a se voltarem para as fontes renováveis de energia. Os tributos de carbono serão aplicados aos emissores cujas atividades excedam um limite declarado, por exemplo, provedores de eletricidade e calor que usem mais de 10 MW de energia térmica.

⁸ Retorno de Emissões (*Emissions return*) é um cálculo das mudanças no estoque de carbono de uma floresta durante um certo período. É baseado em quanto carbono é armazenado na floresta. Os participantes do NZ ETS devem registrar os retornos de emissões em determinados momentos para calcular as mudanças no estoque de carbono de suas florestas. Isso determina se eles devem pagar ou receber unidades (NZUs) (Te Uru Rakau, Forestry New Zealand, 2019).

As atividades de projetos elegíveis como compensações de carbono na África do Sul incluem, entre outras: agricultura, silvicultura e outros usos da terra como restauração de mata subtropical, florestas e bosques, restauração e manejo de pastagens, reflorestamento em pequena escala.

No regime sul-africano, as emissões de GEE dos entes regulados são calculadas usando metodologias aprovadas baseadas em diretrizes internacionais para inventários de gases de efeito estufa (conforme IPCC). Estas diretrizes diferem das metodologias corporativas convencionais como a Norma Corporativa GHG Protocol e ISO 14064. Os GEEs abrangidos por este mecanismo são: CO₂, CH₄, N₂O, HFCs (hidrofluorcarbonos), PFCs (perfluorcarbonos) e SF₆.

O CTax da África do Sul aceitará créditos compensatórios no escopo das metodologias de MDL, VCS/ VERRA e *Gold Standard* (GS), durante a primeira fase do tributo sobre o carbono. Para ser aceito no âmbito do CTax da África do Sul, os projetos precisam ser desenvolvidos de acordo com um desses padrões internacionais. Os padrões domésticos de elegibilidade de projetos existentes foram avaliados para serem empregados dentro do esquema de compensação de carbono futuramente. No contexto da parceria com o Banco Mundial para o projeto *Partnership for Market Readiness* (PMR) o governo irá desenvolver um manual para prover informações e orientações aos desenvolvedores dos projetos de compensação de carbono contendo detalhes sobre padrões elegíveis, processos administrativos para obtenção de permissões de compensação de carbono. Este documento também vai incluir o desenvolvimento de uma estrutura operacional e um guia para o desenvolvimento e desenho dos padrões domésticos de elegibilidade, assim como uma revisão piloto de padrões domésticos para inclusão no sistema de compensação de carbono (REPUBLIC OF SOUTH AFRICA, 2018).

O processo de aprovação do projeto de compensação é específico para cada padrão adotado. No caso do MDL, a validação do projeto pela entidade operacional designada (*Designated Operational Entity - DOE*) é seguida pelo registro do projeto pelo Comitê Executivo do MDL. No padrão VCS/ VERRA, a equipe de validação/ verificação valida o projeto e a Associação VCS é responsável pelo registro. Já no padrão *Gold Standard - GS*, a DOE valida o projeto e o GS registra o projeto para o mercado do MDL. Os projetos desenvolvidos para os mercados voluntários podem escolher uma equipe acreditada de verificação. Os desenvolvedores dos projetos de compensação de carbono são responsáveis pela garantia dos processos de validação externa e registro (REPUBLIC OF SOUTH AFRICA, 2018).

Período de utilização das compensações de carbono:

O período de utilização dos créditos das reduções de emissões não-permanentes será baseado nos padrões internacionais aceitos na primeira fase do CTax da África do Sul (CDM, VCS/VERRA e GS). As regras para os períodos de utilização dos créditos temporários destes padrões, serão aplicados, mesmo quando as compensações forem listadas no registro da África do Sul.

A definição do período de utilização dos créditos para certos projetos irá demandar revisões periódicas para garantir que a linha de base assumida pelo projeto ainda é válida.

Vale ressaltar que o período de utilização do crédito de compensação estipulado para cada padrão de certificação não muda quando os créditos são transferidos para o registro sul-africano. Somente o

respectivo padrão poderá estender o período de utilização do crédito de um projeto de acordo com suas regras. O período de utilização do crédito é limitado no tempo, enquanto a duração do crédito não é, sendo esta última definida pelo respectivo padrão. Na maioria dos casos, os créditos de compensação são válidos indefinidamente até que sejam permanentemente retirados do mercado (REPUBLIC OF SOUTH AFRICA, 2018).

Provisões transitórias

O tributo sobre o carbono da África do Sul sugere uma abordagem para que as indústrias mais emissoras possam investir em tecnologias mais limpas sem comprometer a competitividade da indústria. O CTax tem um desenho abrangente para viabilizar de forma prática a cobertura da maioria das emissões de GEE, considerando ainda a necessidade de uma transição longa e suave para uma economia de baixo carbono de maneira sustentável. O nível significativo de isenções fiscais, as receitas decorrentes da redução do imposto sobre a geração de energia elétrica e do incentivo fiscal para práticas de economia e eficiência energética e a abordagem inicial para a introdução do tributo sobre o carbono vão garantir que a competitividade da África do Sul não seja comprometida. A primeira fase do CTax está prevista para o período de 2019 até 2022. A regra permite a dedução do tributo a pagar, fazendo uma disposição relativa de um certo número de isenções fiscais, como por exemplo:

- Subsídio de emissões fugitivas de 10%;
- Subsídio de desempenho de no máximo 5% para instituições que apresentarem desempenho acima da média;
- Utilização de 5 ou 10% de compensação de carbono como dedução do tributo a pagar;

No entanto, o efeito combinado das isenções acima descritas durante a primeira fase do CTax serão limitadas a 95% das emissões tributáveis.

5.4.2.4 EU ETS - EU EMISSIONS TRADING SYSTEM

O EU ETS é o sistema de comércio de emissões da União Europeia que trabalha com o princípio de *cap-and-trade*. Nele se define um limite para a quantidade total de certos gases de efeito estufa que podem ser emitidos pelas instalações do sistema. O limite é reduzido ao longo do tempo para que as emissões totais sejam reduzidas. Dentro deste limite, as empresas recebem ou compram licenças de emissão e podem negociá-las conforme necessidade. Estas empresas também podem comprar quantidades limitadas de créditos internacionais de projetos de redução de emissões em todo o mundo. O limite do número total de licenças que estão disponíveis no mercado, garantem que elas tenham um valor e podem tornar o negócio rentável.

GEEs abrangidos: CO₂, N₂O, PFCs.

Setores e limites: indústria, geração de energia, refinarias, plantas de aço, cimento, vidro, cerâmica, papel e celulose, aviação comercial (teve início na Fase 2), indústrias químicas (Fase 3).

Período de compromisso: Um ano, de maio a abril.

Banking and borrowing: *banking* permitido, sem limites desde 2008. *Borrowing* não é permitido.

Créditos e compensações:

- Fase 1 - uso de créditos do MDL e de Implementação Conjunta, sem limites;
- Fase 2: maioria dos créditos do MDL e de Implementação Conjunta - IC (restrições variam de acordo com os diferentes estados membros da União Europeia). Créditos de uso da terra, mudança do uso da terra e florestas, e créditos do setor de energia nuclear não são aceitos;
- Fase 3 (2013-2020):

Limites Qualitativos: Créditos internacionais recém-gerados (pós-2012) só podem vir de projetos desenvolvidos nos países menos desenvolvidos. Créditos de projetos de MDL e IC de outros países são elegíveis somente se registrados e implementados antes de 31 de dezembro de 2012. Projetos de créditos industriais de gás (projetos que envolvem a destruição de HFC-23 e N₂O) são excluídos independentemente do país anfitrião. Os créditos emitidos para reduções de emissões que ocorreram no primeiro período de compromisso do Protocolo de Kyoto deixaram de ser aceitos após 31 de março de 2015.

Limites quantitativos: O uso total de créditos para a fase 2 e fase 3 pode chegar a 50% da redução total no âmbito do EU ETS nesse período (~ 1,6 Gt CO₂e); Fase 4 (2021-2030): o uso de compensações não está previsto.

MRV: toda instalação aprovada pela autoridade competente precisa apresentar um plano de monitoramento.

- Frequência: auto relato anual baseado em modelos eletrônicos preparado pela Comissão Europeia.
- Verificação: realizada por acreditadoras independentes são requeridas antes de 31 de março de cada ano. Além disso, a Comissão desenvolveu um monitoramento específico e um guia para relato do setor de aviação.
- Enquadramento do MRV: Desde a fase 3, a estrutura do MRV para o EU ETS tem sido harmonizada. Os regulamentos da Comissão Europeia aplicam-se agora ao monitoramento de emissões e relatórios, bem como a verificação e acreditação dos verificadores. Um plano de monitoramento é necessário para cada instalação.

Reserva de Estabilidade do Mercado: a reserva começou a operar em janeiro de 2019 e tem como objetivo neutralizar os impactos negativos do excedente de licenças existentes e melhorar a resiliência do sistema a choques futuros.

Limites: as permissões serão adicionadas à reserva se o número total de licenças em circulação for superior a 833 milhões de licenças e devolvido ao mercado se o número de licenças em circulação cair para menos de 400 milhões (ICAP, 2019).

Execução: As entidades de execução devem pagar uma "multa por emissões excedentes" de 100 EUR/ tCO₂ por cada tCO₂ emitida para o qual nenhuma permissão foi entregue. O nome do operador

que esteja fora dos padrões de conformidade também é publicado. Existem penalidades diferentes em nível nacional para outras formas de descumprimento.

II. OUTROS PROJETOS

5.4.2.5 MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO (MDL)

O Ciclo de Projeto do MDL pode ser subdividido em sete passos, sendo:

- (1) Elaboração do Documento de Concepção de Projeto, usando uma metodologia de linha de base e um plano de monitoramento aprovados;
- (2) Validação (verificação se o projeto está em conformidade com a regulamentação do Protocolo de Kyoto);
- (3) Aprovação pela Autoridade Nacional Designada, que, no caso do Brasil, é a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima;
- (4) Submissão ao Conselho Executivo para registro;
- (5) Monitoramento;
- (6) Verificação/ certificação;
- (7) Emissão e distribuição de RCEs conforme acordado entre as partes do projeto no DCP.

As fases de implementação de projetos de florestamento e reflorestamento relacionados às atividades de MDL são similares a atividades de outros projetos de redução de emissões: validação, aprovação, verificação e monitoramento. Abaixo destaque para alguns conceitos importantes no contexto de projetos de florestamento/ reflorestamento no âmbito do MDL:

Reservatórios de carbono: biomassa acima do solo, biomassa abaixo do solo, serapilheira, madeira morta e carbono orgânico do solo.

Fronteiras do projeto: definição geográfica da atividade de projeto de florestamento ou reflorestamento. A atividade do projeto pode conter mais de uma área distinta de terra.

Linha de base das remoções líquidas de gases de efeito estufa por sumidouros: a soma das mudanças nos estoques dos reservatórios de carbono dentro do limite do projeto que teriam ocorrido na ausência da atividade de projeto de florestamento ou reflorestamento.

Remoções líquidas reais de gases de efeito estufa por sumidouros: soma das mudanças verificáveis nos estoques dos reservatórios de carbono, dentro do limite do projeto, menos o aumento das emissões de GEE provenientes das fontes (em equivalentes de CO₂), em consequência da implementação da atividade de projeto de florestamento ou reflorestamento.

Permanência dos estoques de carbono: nas negociações internacionais foi assumido que os estoques de carbono florestal são não-permanentes, ou seja, existe a incerteza da permanência desses estoques e firmou-se o princípio da reversibilidade.

Segundo CGEE (2010), a principal dificuldade científica para se aceitar a questão florestal no MDL foi o fato de que o carbono estocado nas florestas possui uma permanência incerta em relação às reduções obtidas nos outros setores. Existem metodologias de monitoramento para garantir, com uma certeza estatisticamente significativa, que uma determinada quantidade de metano foi destruída, por exemplo. Mas não se pode garantir que o carbono contido em uma floresta não retornará para a atmosfera. Isso pode ocorrer principalmente através de queimadas, o que inclusive é um dos fenômenos cuja frequência aumentará segundo os relatórios do IPCC. Essa incerteza associada aos estoques de carbono contidos nas florestas ficou conhecida como não-permanência, sendo exclusiva do MDL florestal.

Tipos de crédito e períodos de creditação: para lidar com esse cenário e o princípio da reversibilidade, a não-permanência foi transferida para os créditos florestais, que possuem duração limitada e são divididos em 2 tipos: RCE temporária (tCER⁹) e RCE de longo prazo (ICER¹⁰).

Em relação aos períodos de creditação, os projetos de MDL florestal podem possuir dois períodos: fixo e renovável. Se for escolhido um período fixo de creditação, esse não pode ultrapassar um limite máximo de 30 anos, enquanto na escolha de um período renovável, a duração máxima é de 20 anos, podendo ser renovado até duas vezes. Entretanto, em cada solicitação de renovação a Entidade Operacional Designada deve informar ao Conselho Executivo que a Linha de Base informada no documento de concepção do projeto original continua válida ou foi atualizada, levando-se em consideração a disponibilidade de dados mais recentes.

Atividades de projetos de pequena escala de florestamento ou reflorestamento: são medidas, operações ou ações de florestamento ou reflorestamento que tenham por objetivo alcançar remoções antrópicas líquidas de gases de efeito estufa por sumidouros, em quantidade inferior a 8 quilotoneladas de dióxido de carbono por ano. Se a média projetada das remoções antrópicas líquidas de GEE por sumidouros para cada período de verificação não exceder 8 quilotoneladas de dióxido de carbono por ano, e se forem desenvolvidas ou implementadas por comunidades e indivíduos de baixa renda, conforme definido pela Parte anfitriã serão atividades elegíveis para projetos de pequena escala de florestamento/ reflorestamento. Se uma atividade de projeto de pequena escala de florestamento e reflorestamento no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo gerar remoções antrópicas líquidas de GEE por sumidouros superiores a 8 quilotoneladas de equivalente de dióxido de carbono

⁹ tCER: certificado de redução de emissão emitido para uma atividade de projeto de reflorestamento no âmbito do MDL que perde a validade ao final do período de compromisso subsequente àquele em que foi emitida, ou seja é um CER temporária. A cada período de monitoramento são emitidas novas tCERs.

¹⁰ ICER: certificado de redução de emissão emitido para uma atividade de projeto de reflorestamento no âmbito do MDL que perde a validade ao final do período de creditação do projeto.

por ano, as remoções excedentes não serão elegíveis à emissão de reduções certificadas de emissões temporárias (tCERs), nem de longo prazo ou (ICERs).

Reflorestamento: plantio de florestas em terras que no passado estavam cobertas por florestas e que por algum motivo foram derrubadas. Deve ser demonstrado que a terra a ser reflorestada não continha florestas até 31 de dezembro de 1989.

Florestamento: plantio de florestas em áreas onde historicamente não ocorriam florestas. Isto é, em terras que estavam desflorestadas durante os últimos 50 anos.

Um projeto de MDL florestal, além de sequestrar carbono, pode emitir outros GEE em decorrência das atividades do projeto de MDL e, portanto, precisam ser contabilizados de maneira apropriada na estimativa final das reduções de emissões. Os principais GEE a serem monitorados ou estimados em um projeto são os seguintes:

Dióxido de carbono (CO₂): emitido a partir da queima de biomassa e queima de combustíveis fósseis, principalmente pelo setor industrial e de transporte;

Metano (CH₄): emitido principalmente nas queimadas florestais. O CH₄ tem potencial de aquecimento global 21 vezes superior ao CO₂;

Óxido nitroso (N₂O): emitido principalmente na utilização de fertilizantes nitrogenados. O N₂O tem potencial de aquecimento global 310 vezes superior ao CO₂.

Adicionalidade do projeto: apenas projetos considerados adicionais, isto é, que só ocorrerão devido ao impacto do registro da atividade no âmbito do MDL, podem ser registrados no Conselho Executivo. Para projetos de grande escala, o teste de adicionalidade se dá pela aplicação da ferramenta metodológica *“Tool for the Demonstration and Assessment of Additionality in A/R CDM Project Activities”*. Esta ferramenta estabelece uma abordagem detalhada onde são verificadas alternativas ao projeto proposto, a realização de análises financeiras bem como a identificação de barreiras que estariam impedindo a implementação do projeto (barreiras financeiras, institucionais e de práticas comuns).

Entretanto, nos projetos de pequena escala é necessário demonstrar que o projeto é impedido de ocorrer devido a pelo menos uma das seguintes barreiras:

- Barreiras de investimento, fator econômico/financeiro: falta de financiamento para a atividade; falta de acesso aos mercados internacionais de capital devido aos riscos reais ou percebidos associados ao investimento direto doméstico ou estrangeiro no país onde as atividades do projeto serão implementadas; Falta de acesso ao crédito.
- Barreiras institucionais: riscos relacionados às políticas e leis de governo; falta de regulação da legislação relacionada aos recursos florestais e ao uso da terra.
- Barreiras tecnológicas: falta de acesso aos materiais de plantio; falta de infraestrutura para implementação da tecnologia.

- Barreiras relacionadas às tradições locais: falta de conhecimento tradicional ou de leis e costumes, condições de mercado ou práticas relacionadas; falta de equipamentos e uso de tecnologias tradicionais.
- Barreiras devido às práticas dominantes: a atividade do projeto é a “primeira do tipo”. Nenhuma atividade desse tipo é atualmente operacional no país ou região hospedeira.
- Barreiras devido às condições ecológicas locais: solo degradado (erosão, salinidade, etc.); catástrofes naturais (desmoronamento, fogo); condições meteorológicas desfavoráveis (secas); espécies oportunistas que bloqueiam a regeneração de árvores; curso desfavorável da sucessão ecológica; pressão biótica em termos de herbívora, coleta de pasto, etc.
- Barreiras devido às condições sociais locais, entre outras: pressão demográfica na terra (demanda devido ao crescimento populacional); conflitos sociais entre os grupos de interesse na região onde a atividade do projeto ocorre; práticas ilegais disseminadas (extração ilegal de madeira, etc.); falta de mão-de-obra adequadamente treinada; falta de organização das comunidades locais.

De maneira geral, como os custos de restauro florestal de mata nativa, principalmente de matas ciliares, são elevados, pode-se comprovar a adicionalidade do projeto. Não existe nenhuma receita financeira significativa obtida com a adequação ambiental florestal de propriedades rurais, de modo que não existe nenhum atrativo financeiro relacionado a esta atividade. A demonstração de adicionalidade é mais difícil apenas quando existe uma receita financeira associada às atividades do projeto, o que ocorreria em uma floresta comercial de eucaliptos ou mesmo de seringueiras. Importante ressaltar que a adequação ambiental de propriedades rurais faz parte da legislação ambiental e deve ser cumprida por proprietários rurais de todo país. No entanto, existe uma série de situações a serem consideradas diante do contexto legal e dos programas ambientais brasileiros. Dentre as barreiras a serem analisadas no contexto das medidas mitigatórias de emissões de GEE e da adequação ambiental de propriedades rurais e futura geração de Cotas de Reserva Ambiental - CRA (*ver item 5.5.1*), Rajão et al (2017) destacam:

1) Barreiras, co-benefícios e instrumentos de políticas públicas

- Avaliação/ Implementação de uma medida se relaciona também com outros aspectos além do econômico. Questões sociais e culturais, políticas e institucionais, científicas e tecnológicas podem ser obstáculos para alcançar objetivos de restauração florestal, por exemplo.
- Algumas medidas podem ter vantagens que vão além da mitigação de GEE: co-benefícios ambientais como melhoria do solo, redução de erosão, aumento da recarga hídrica, dentre outros; benefícios sociais e econômicos como geração de empregos verdes, na cadeia da restauração florestal.

2) Barreiras Econômicas:

- Necessidade de investimentos públicos e privados.
- Ausência de alternativa econômica ao desmatamento.

- Ausência de incentivos econômicos à regularização ambiental.

3) Barreiras Socioculturais:

- Cultura da transgressão das leis ambientais no Brasil.
- Falta de informação sobre os serviços ecossistêmicos fornecido pelas florestas.
- Gestão não profissional do agronegócio.
- Comportamento conservador dos produtores rurais.

4) Barreiras Político-institucionais:

- Baixa eficácia do CAR na redução do desmatamento.
- Impunidade dos crimes ambientais.
- Falta de regulamentação para Pagamento por Serviços Ambientais - PSA.
- Assistência técnica rural insuficiente.
- Ausência de estratégias de regularização fundiária.
- Clima político desfavorável.

Vazamento ou fuga: aumento das emissões de GEE, por fontes que ocorrem fora dos limites de uma atividade de projeto de florestamento ou reflorestamento no âmbito do MDL, e que seja mensurável e atribuível à atividade de projeto de florestamento ou reflorestamento (Quadro 2).

Quadro 2 - Dados a serem coletados para estimar o vazamento/ fugas.

Variável	Fonte	Unidade	Medida, calculada, estimada
% de famílias da comunidade envolvidas/afetadas pelas atividades do projeto ou removidas pela mesma.	Pesquisa participativa	Número de famílias	Estimada
% da produção total do produto principal (ex. carne, milho) nas fronteiras do projeto alteradas pelas atividades do projeto.	Pesquisa	Quantidade (volume ou massa)	Estimada

Fonte: Adaptado de CGEE (2010).

Remoções antrópicas líquidas de gases de efeito estufa por sumidouros: remoções líquidas reais de GEE por sumidouros, menos as remoções líquidas de GEE da linha de base por sumidouros, menos as fugas.

Dados e parâmetros monitorados: nos projetos florestais do MDL, o carbono sequestrado pelas florestas e o emitido pelas atividades do projeto e pelo vazamento tem que ser monitorados. As metodologias aprovadas no MDL variam de acordo com a escala do Projeto (grande ou pequena) e também variam de acordo com a área de intervenção (área úmida - *wetland* ou não). Para a

mensuração do carbono sequestrado pela floresta têm que ser estabelecidas parcelas amostrais permanentes, cuja localização é georreferenciada e armazenada em um sistema de informações geográficas (Quadro 3). As árvores nessas parcelas são medidas em cada período de monitoramento e o seu estoque de carbono estimado por meio de equações alométricas. Outros reservatórios de carbono também devem ser mensurados e monitorados nessas parcelas, de acordo com as exigências da metodologia utilizada pelo projeto.

Quadro 3 – Dados a serem coletados para monitorar as mudanças nos estoques de carbono nos reservatórios nas fronteiras das atividades do projeto florestal

Variável	Fonte	Unidade	Medida, calculada, estimada
Localização das áreas onde a atividade do projeto foi implementada	Pesquisa de campo, informação cadastral, imagens aéreas ou de satélites	Latitude e longitude	Medida
Tamanho das áreas onde a atividade do projeto foi implementada para cada tipo de estrato	Pesquisa de campo, informação cadastral, imagens aéreas ou de satélites e GPS	ha	Medida
Localização dos <i>plots</i> permanentes	Mapas e desenho do projeto	Latitude e longitude	Definida
Diâmetro a altura do Peito - DAP	Plot permanente	cm	Medida
Altura da árvore	Plot permanente	m	Medida
Densidade básica da madeira	Plot permanente, literatura	Ton matéria seca/m ³ volume fresco	Estimada
Total CO ₂	Atividade do projeto	Mg	Calculada

Fonte: Adaptado de CGEE (2010).

Metodologias aprovadas de Florestamento e Reflorestamento - Larga Escala - MDL

1. AR-ACM0003 - Afforestation and reforestation of lands except wetlands (consolidada)
2. AR-AM0014 - Afforestation and reforestation of degraded mangrove habitats

Metodologias aprovadas de Florestamento e Reflorestamento - Pequena Escala - MDL

3. AR-AMS0003 - Simplified baseline and monitoring methodology for small scale CDM afforestation and reforestation project activities implemented on wetlands
4. AR-AMS0007 - Simplified baseline and monitoring methodology for small scale CDM afforestation and reforestation project activities implemented on lands other than wetlands

Exemplo de metodologia aprovada de larga escala: AR-AM0014 - Florestamento e reflorestamento de habitats de mangues degradados

Esta metodologia permite o florestamento e o reflorestamento de áreas úmidas que constituem o habitat de mangues degradados. A metodologia permite o uso de espécies de mangue e outras espécies, mas no caso de mais de 10% da área ser recoberta por plantio de outras espécies, ficam proibidas

mudanças hidrológicas na área do projeto. A metodologia restringe a extensão de alterações no solo da área do projeto à 10% da área total. As atividades do projeto que aplicam essa metodologia podem optar por excluir ou incluir a contabilização de qualquer um dos reservatórios (Quadro 4) de carbono de madeira morta e carbono orgânico do solo, mas não podem incluir o reservatório de carbono da serrapilheira.

Quadro 4 - Reservatórios de Carbono selecionados para contabilização das mudanças nos estoques de carbono

Reservatório de Carbono	Seleção	Justificativa/Explicação
Biomassa acima do solo	Sim	Este é o maior reservatório de carbono submetido à atividade do projeto.
Biomassa abaixo do solo	Sim	Espera-se que o estoque de carbono neste reservatório aumente devido à implementação da atividade de projeto.
Serrapilheira	Não	A biomassa da serrapilheira é submetida a alta rotatividade e deslocamentos devido a maré. É uma escolha conservadora excluir o reservatório da contabilização porque a atividade do projeto não diminuirá a taxa de acumulação de serrapilheira.
Madeira morta e carbono orgânico do solo	Opcional	O estoque de carbono nesses reservatórios pode aumentar devido à implementação da atividade do projeto.

Fonte: UNFCCC/CCNUCC. AR-AM0014 (metodologia aprovada MDL florestal larga escala, área úmida), 2011.

Aplicabilidade

Esta metodologia é aplicável sob as seguintes condições:

- A terra sujeita à atividade do projeto é um habitat de mangue degradado;
- Mais de 90% da área do projeto é plantada com espécies de mangue. Se mais de 10% da área do projeto for plantada com outras espécies, a atividade do projeto não levará a alterações na hidrologia da área, nem na hidrologia das áreas úmidas adjacentes;
- Alterações do solo atribuível à atividade de projeto (MDL) não cobrem mais de 10% da área.

As fontes de emissão e os gases de efeito estufa associados (GEE) selecionados para contabilização são mostrados no Quadro 5.

Quadro 5 - Fontes de Emissão e GEEs selecionados para contabilização

Fontes	Gás	Seleção	Justificativa/Explicação
	CO ₂	Não	Emissões de CO ₂ devido a queima de biomassa são contabilizadas como uma mudança no estoque de carbono

Fontes	Gás	Seleção	Justificativa/Explicação
Queima de biomassa lenhosa	CH ₄	Sim	A queima de biomassa lenhosa para fins de preparação da área, ou como parte do manejo florestal, é permitida nesta metodologia.
	N ₂ O	Sim	A queima de biomassa lenhosa para fins de preparação da área, ou como parte do manejo florestal, é permitida nesta metodologia.

Fonte: UNFCCC/CCNUCC. AR-AM0014 (metodologia aprovada MDL florestal larga escala, área úmida), 2011.

Se a distribuição da biomassa na área do projeto não for homogênea, deve-se fazer uma estratificação para melhorar a precisão da estimativa de biomassa. Diferentes estratificações podem ser apropriadas para a linha de base e cenários do projeto, a fim de alcançar a precisão ideal das estimativas das remoções líquidas de GEE por sumidouros. Em particular:

- Para remoções líquidas de GEE da linha de base por sumidouros, geralmente é suficiente estratificar a área de acordo com os principais tipos de vegetação e sua cobertura de copa e/ ou tipos de uso da terra;
- Para remoções líquidas de GEE por sumidouros, a estratificação para estimativas *ex ante* é baseada no projeto de plantio/ plano de manejo do projeto; e a estratificação para estimativas *ex post* é baseada na implementação real do projeto de plantio/ plano de manejo do projeto. Se impactos naturais ou antropogênicos (por exemplo, incêndios locais) ou outros fatores (por exemplo, tipo de solo) alterarem significativamente o padrão de distribuição de biomassa na área do projeto, então, a estratificação *ex post* deve ser revisada.

Outros obstáculos metodológicos são as incertezas associadas às metodologias de quantificação dos estoques de carbono nas diferentes formações florestais, em conjunto com uma base de dados relativamente escassa sobre as diferentes formações florestais do globo. Uma equação alométrica válida para estimar a biomassa de uma determinada espécie de árvore no estado de São Paulo pode apresentar, por exemplo, desvios enormes se aplicada à uma mesma espécie, mas em outra região do país.

Do ponto de vista político, outro obstáculo foi o fato de que alguns países Anexo I tentaram incluir nas contabilidades nacionais de reduções/emissões de GEE, as remoções de CO₂ de natureza não-antrópica, mas naturais ou indiretamente induzidas pelo Homem, como a evolução natural dos estoques de carbono em florestas ainda em crescimento, ou ao aumento da concentração de CO₂ desde tempos pré-industriais. No tratamento das atividades de LULUCF, foi acordado, na COP7, a separação de efeitos naturais ou indiretos dos antrópicos. Neste contexto político, foi garantido o princípio da reversibilidade. Isso significa que, a responsabilidade pelas emissões dos GEE continua sendo dos países emissores. Os créditos de MDL florestal, por possuírem um caráter temporário, podem ser usados em período determinado de tempo, viabilizando que os países industrializados realizem, em seus territórios, as reduções de emissões de GEE necessárias para o cumprimento das metas estabelecidas. Na prática, isso significa que, como as CERs que foram emitidas a partir de projetos de

MDL florestal perdem a sua validade após um determinado tempo, os países Anexo I terão que repor esses certificados no período pré-estabelecido.

Em relação à complexidade técnica, um projeto de MDL florestal implica em sistemas complexos de contabilização e monitoramento, geralmente mais sofisticados e trabalhosos que os utilizados para outros tipos de projeto. Toda a área de reflorestamento deve estar georreferenciada e as parcelas de monitoramento estabelecidas, além de que o próprio esforço amostral exige tempo, dinheiro e esforço de gerenciamento.

5.4.2.6 VERIFIED CARBON STANDARD - VCS

O Programa de VCS é considerado o programa de GEE voluntário mais abrangente do mundo. Indivíduos e instituições espalhados pelo mundo estão reconhecendo a importância de reduzir suas emissões de GEE. Consequentemente, muitos deles estão reduzindo sua “pegada de carbono” através de medidas como eficiência energética, dentre outras. Entretanto, muito frequentemente, é muito caro para estas instituições alcançarem suas metas apenas com reduções internas, e então eles precisam de um mecanismo para alcançar as metas almejadas. Assim, entram nos chamados mercados voluntários de carbono. Através destes mercados, as instituições podem neutralizar ou compensar suas emissões através da aquisição de créditos de carbono gerados por projetos de redução de emissão de GEE. O objetivo do Programa VCS é garantir a credibilidade das reduções de emissões de GEE destes projetos. Quando os projetos são certificados pelo Programa VCS, uma série de regras e requisitos devem ser cumpridos para que os créditos sejam efetivamente emitidos. Estes créditos podem ser vendidos no mercado aberto e adquiridos por indivíduos ou instituições para compensação de suas próprias emissões de GEE.

O mercado voluntário de carbono surgiu entre negociações dos encontros oficiais das Nações Unidas. Regimes não vinculados juridicamente, como *Verified Carbon Standard* (VCS), tornam elegíveis as atividades florestais de desmatamento evitado (REDD) e melhorias do manejo florestal, desde que baseadas em regras pré-estabelecidas pelos regimes e metodologias previamente aprovadas (VCS; WEST, 2012).

Vários padrões para mercado voluntário foram desenvolvidos e esse surgimento ocorre devido à preocupação dos compradores e de um público em geral com a qualidade dos créditos adquiridos, bem como parte do processo de aprimoramento deste mercado (Hamilton et al., 2009; Kollmuss et al., 2010; Merger, 2010 citados por WEST, 2012).

Os documentos do VCS têm como objetivo: fornecer um programa confiável que garanta qualidade para programas voluntários de carbono; criar regras e ferramentas inovadoras a fim de possibilitar que os créditos de carbono despertem o interesse de empresas, ONGs e entidades governamentais a se engajarem em ações de mitigação das mudanças do clima; e compartilhar conhecimento e incentivar a adoção das melhores práticas nos esquemas de compensação de carbono, de modo que eles desenvolvam linhas coerentes e compatíveis à medida em que novas regulamentações tomem forma (VCS; WEST, 2012).

O VCS incluiu as áreas agrícolas, florestais e de outros usos da terra na lista de projetos elegíveis, baseado em uma abordagem de gestão do risco de não-permanência dos créditos, como parte de seu processo de inovação e credibilidade, combinado com o fato de que créditos de projetos florestais representam uma larga fatia do mercado voluntário de créditos de carbono.

5.4.2.7 CLIMATE, COMMUNITY AND BIODIVERSITY STANDARD – CCBS

A *Climate, Community, and Biodiversity Alliance* (CCBA), com a cooperação de ONGs e especialistas independentes, lançou o Padrão de Clima, Comunidade e Biodiversidade (CCBS, sigla em inglês). A CCBA não tem como objetivo a emissão de créditos de carbono, mas visa certificar a geração de co-benefícios de projetos. Por isso, o padrão pode ser utilizado em combinação com outros, como o MDL ou o VCS, que incluem metodologias de quantificação e verificação do carbono. No entanto, este não é um requisito, já que os projetos podem ser certificados pelo CCBS apenas para evidenciar seus co-benefícios de características socioeconômicas e ambientais (Merger, 2008; 2010 citado por WEST, 2012).

5.4.2.8 CARBONFIX STANDARD (CFS)

O CFS foi desenvolvido pela associação sem fins lucrativos CarbonFix, credenciada pela UNFCCC. A primeira versão do padrão foi lançada na COP 13, em 2007. O objetivo principal é proporcionar aos desenvolvedores de projeto um padrão de alta qualidade que utilize metodologias práticas e aplicáveis a fim de fornecer créditos de carbono aos compradores com transparência, através de seu sistema de rastreabilidade e acompanhamento (*track-and-trace*). Apenas atividades de projetos de reflorestamento são elegíveis neste padrão (Merger, 2008; 2010; Lopez, 2009 citado por WEST, 2012).

De acordo com as definições da UNFCCC (Decisão 11/COP 07, 2001) o Padrão CarbonFix (CFS) é aplicável apenas aos projetos de florestamento e reflorestamento (A/R), mas este padrão pode ser aplicado aos projetos REDD+ com um programa de trabalho significativo na reabilitação da floresta ou atividades destinadas a aumentar os estoques de carbono em florestas existentes. O padrão fornece uma abordagem prática que inclui um quadro abrangente para projetar e implementar projetos de A/R promovendo manejo florestal sustentável e conservação de floresta. Além disso, o padrão pressupõe a implementação de monitoramento rigoroso e verificação de mudanças no estoque de carbono líquido com base nos princípios do IPCC (Merger et al., 2011 citado por WEST, 2012).

5.4.2.9 SOCIALCARBON®

O SOCIALCARBON é um padrão desenvolvido pelo Instituto Ecológica no Brasil e é classificado como um “Padrão de co-benefício das Melhores Práticas” pela *International Carbon Reduction and Offset Alliance*. O SOCIALCARBON é um padrão de avaliação e monitoramento de co-benefícios, e é aplicado em conjunto com padrões de quantificação de carbono. A norma garante um método transparente e participativo de monitoramento dos co-benefícios dos projetos através de um conjunto de indicadores

que apontam a sustentabilidade correlacionada com seis recursos: social, humano, financeiro, natural, biodiversidade ou tecnologia e carbono. SOCIALCARBON é considerado um padrão complementar (adicional) para co-benefícios e não inclui critérios específicos para as próprias reduções de emissões, como a adicionalidade e metodologias de linha de base. Portanto, é sempre usado junto com um padrão de quantificação do carbono (VCS, CDM, CAR ou outro) para demonstrar os requisitos rigorosos utilizados para gerar reduções de emissões verificadas “reais, adicionais e permanentes”.

SOCIALCARBON considera importante adotar uma diretriz básica flexível, incluindo os contextos políticos e sociais na abordagem. Essa inclusão já se provou ser essencial para uma avaliação precisa, especialmente ao considerar projetos de países em desenvolvimento.

SOCIALCARBON® é uma marca registrada internacionalmente que comunica que as reduções de emissões de GEE resultam de esforços que beneficiam e melhoram as condições de vida das partes interessadas, reforçando o seu bem-estar e a consciência cívica sem degradar os seus recursos naturais.

A certificação do SOCIALCARBON requer que os projetos de compensação de carbono atendam aos seguintes critérios:

1. Elegibilidade do Projeto de Compensação: é necessário que as atividades do projeto de compensação tenham um impacto direto ou indireto em uma comunidade local e no meio ambiente, porque projetos de compensação com baixa conexão com as pessoas e a natureza do entorno podem ser difíceis de se avaliar. Além disso, os critérios de elegibilidade do SOCIALCARBON são:

- i. A atividade do Projeto não deve resultar direta ou indiretamente em extremo impacto ambiental negativo;
- ii. A atividade do Projeto não deve resultar direta ou indiretamente em extremo impacto social negativo;
- iii. O desenvolvedor deve demonstrar que o projeto foi (ou está sendo) projetado de acordo com um padrão de quantificação de carbono aprovado pela SOCIALCARBON (ex. VCS, ISO, CDM, CAR, etc.); e
- iv. O projeto deve passar pela validação do Documento de Concepção do Projeto e verificação periódica por uma terceira parte independente, com base no padrão de quantificação de carbono utilizado.

2. Uso da metodologia SOCIALCARBON: é delegado aos desenvolvedores autorizados a criar indicadores e relatórios do SOCIALCARBON. Um desenvolvedor autorizado deve seguir as etapas descritas abaixo para qualquer projeto SOCIALCARBON:

- i. Indicadores devem ser delineados e usados para detalhar os benefícios e impactos gerados por um projeto de compensação de carbono, englobando os seis recursos da metodologia: social, humano, financeiro, natural, biodiversidade e carbono.

ii. Novos indicadores ou revisão dos indicadores existentes devem ser submetidos à aprovação por uma entidade certificadora e pela equipe SOCIALCARBON.

iii. Os dados utilizados para classificar os indicadores devem ser coletados por meio de entrevistas, questionários e/ou reuniões com as partes interessadas.

iv. Toda a informação recolhida deve ser organizada sob a forma de um relatório, seguindo as diretrizes do Modelo e Guia para completar relatórios do SOCIALCARBON.

3. Monitoramento do Projeto: primeiramente o projeto é submetido a um processo de validação e, na sequência, o monitoramento periódico é submetido à verificação. Os desenvolvedores autorizados estabelecem uma linha de base ("Ponto Zero") usando indicadores do padrão SOCIALCARBON na primeira avaliação, que são formalizados no primeiro relatório. Como o ponto zero do relatório SOCIALCARBON demonstra a linha de base do projeto, sua certificação é chamada de Validação. Para manter o padrão, o projeto deve ser monitorado periodicamente de acordo com os indicadores aprovados e produzir um novo relatório (Relatório Ponto 1) e assim sucessivamente.

4. Melhoria contínua do desempenho do projeto: padrão do SOCIALCARBON é diferente da maioria dos outros padrões de co-benefício porque não estabelece requisitos absolutos para pontuação de todos os indicadores, mas requer comprovação de compromisso do desenvolvedor autorizado para continuamente melhorar o desempenho social, ambiental e econômico do projeto. Assim, duas organizações diferentes que se envolvem em atividades semelhantes, mas estão em diferentes níveis de desempenho social, ambiental e econômico, podem estar em conformidade com os requisitos, desde que estejam melhorando o desempenho em comparação com suas próprias situações anteriores em cada ponto.

Durante as verificações periódicas do relatório do padrão SOCIALCARBON, o projeto deve apresentar alguns requisitos de melhoria contínua:

i. Deve demonstrar perspectivas de melhoria;

ii. Deve relatar o progresso alcançado e/ou justificar o insucesso de perspectivas incluídas em relatórios anteriores;

iii. Deve demonstrar evidências de que uma quantidade significativa das perspectivas está sendo atingida em comparação com o último relatório certificado. Esforços que estão em andamento, mas ainda não concluídas, ainda serão consideradas como melhorias; e

iv. Não deve diminuir em pontuação para um mesmo recurso, por duas vezes consecutivas

5. Auditorias independentes por uma entidade certificadora: a entidade certificadora pode adicionar seus próprios protocolos à lista de requisitos mínimos para auditoria. No entanto, o processo de auditoria deve limitar-se às informações explicitamente requeridas ou descritas nos indicadores. A coleta de informações e evidências para pontuar os indicadores deve ser feita preferencialmente usando os mesmos recursos sugeridos para a coleta de evidências, indicado no Critério 2 - Uso da Metodologia SOCIALCARBON como entrevistas e questionários. Outras evidências físicas e

documentais podem ser necessárias para comprovar as informações do relatório. Cada indicador fornece uma lista de exemplos de evidências que podem ser coletadas. A amostragem pode ser usada para avaliar evidências onde o auditor a considera aplicável.

6. Registro e emissão de CARBONO SOCIAL: o registro SOCIALCARBON é gerenciado por um prestador de serviços *Markit Environmental Registry* que também gerencia registros de vários padrões de compensação reconhecidos pelo Padrão SOCIALCARBON. Sempre que SOCIALCARBON compensar unidades de projetos registradas no SOCIALCARBON, os registros são emitidos dentro da plataforma *Markit Environmental Registry*, uma série única de números será concedida para cada unidade de compensação. O sistema garante rastreabilidade e transparência em todas as transações. Os manuais e indicadores do SOCIALCARBON são documentos públicos, que podem ser utilizados por qualquer organização como um guia para planos de ação e monitoramento. No entanto, se uma organização deseja usar a marca SOCIALCARBON® em conexão com projetos e unidades de compensação, além de todas as outras diretrizes e requisitos estabelecidos, o projeto deve primeiro ser registrado e as compensações emitidas dentro do registro do SOCIALCARBON, de acordo com as condições estabelecidas pelo *Markit Environmental Registry*.

5.4.3 ESCALA DAS ORGANIZAÇÕES

5.4.3.1 GHG PROTOCOL

O inventário de emissões pode ser considerado o primeiro passo para que uma instituição possa contribuir para o combate às mudanças climáticas. A partir do diagnóstico de emissões, a instituição pode se organizar para estabelecer estratégias, planos e metas de redução de emissões de gases de efeito estufa - GEE.

O GHG Protocol foi lançado em 1998 e revisado em 2004, e hoje é a ferramenta mais utilizada por empresas e governos do mundo, para entender, quantificar e gerenciar suas emissões. O GHG Protocol foi desenvolvido pelo *World Resources Institute (WRI)* em associação com o *World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)* e com apoio de empresas, organizações não governamentais (ONGs), governos e outros. A ferramenta possui uma estrutura para contabilização de GEE, caráter modular e flexível, neutralidade em termos de políticas ou programas e é baseada em um amplo processo de consulta pública.

A metodologia do GHG Protocol é compatível com as normas da *International Organization for Standardization (ISO)* e com as metodologias de quantificação do Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC), e sua aplicação no Brasil, a partir do início do Programa Brasileiro GHG Protocol, em 2008, acontece de modo adaptado ao contexto nacional.

O Programa Brasileiro GHG Protocol busca promover a cultura corporativa de mensuração, publicação e gestão voluntária das emissões de GEE no Brasil, proporcionando aos participantes acesso a instrumentos e padrões de qualidade internacional para contabilização e elaboração de inventários de GEE. A implementação do Programa é uma iniciativa do Centro de Estudos em Sustentabilidade, da

Fundação Getúlio Vargas (FGV), e do *World Resources Institute* (WRI), em parceria com o Ministério do Meio Ambiente (MMA), o Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS) e o *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD). O Programa Brasileiro GHG Protocol especifica o que é requerido dos participantes em caráter obrigatório, bem como o que é opcional para a elaboração e publicação dos inventários. O Programa pode desenvolver padrões complementares aos que estão descritos atualmente, ou ainda, promover alterações periódicas nas especificações, de modo a acompanhar a evolução das práticas nacionais e internacionais de contabilização de emissões de GEE, garantindo a melhoria contínua de suas ações.

O Programa Brasileiro GHG Protocol inclui em seu inventário de emissões todos os gases internacionalmente reconhecidos como gases de efeito estufa regulados pelo Protocolo de Kyoto, a saber: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hexafluoreto de enxofre (SF₆), hidrofluorcarbonos (HFCs), perfluorcarbonos (PFCs). O Programa do Brasil estipulou limites operacionais para definições das emissões contabilizáveis.

No **Escopo 1** estão as emissões diretas de GEE, provenientes de fontes que pertencem ou são controladas pela organização (emissões de combustão em caldeiras, fornos, veículos; emissões da produção de químicos; emissões de sistemas de ar condicionado e refrigeração, entre outros). As emissões diretas de CO₂ resultantes da combustão de biomassa não deverão ser incluídas no Escopo 1, mas, sim, comunicadas separadamente.

As emissões de GEE e gases precursores destes que não estejam cobertas pelo Protocolo de Kyoto, como, por exemplo, CFCs, HCFCs, NO_x etc., não deverão ser incluídas no Escopo 1, mas podem ser comunicadas em separado. Emissões do Escopo 1 devem ser subdivididas nas cinco categorias abaixo:

1. *Combustão estacionária para geração de eletricidade*, vapor, calor ou energia com o uso de equipamento (caldeiras, fornos, queimadores, turbinas, aquecedores, incineradores, motores, fachos etc.) em um local fixo;
2. *Combustão móvel para transportes em geral* (frota operacional da empresa) e veículos fora de estrada, tais como os usados em construção, agricultura e florestas;
3. *Emissões de processos físicos e químicos*: emissões, que não sejam de combustão, resultantes de processos físicos ou químicos, tais como as emissões de CO₂ da calcinação na fabricação de cimento, as emissões de CO₂ da quebra catalítica no processamento petroquímico, as emissões de PFC da fundição do alumínio etc.
4. *Emissões fugitivas*: (i) liberações da produção, transmissão, armazenamento e uso de combustíveis e (ii) liberações não intencionais de substâncias que não passem por chaminés, tubos de escape ou outra abertura funcionalmente equivalente, tais como liberação de hexafluoreto de enxofre (SF₆) em equipamentos elétricos, vazamento de hidrofluorcarbonos (HFCs) durante o uso de equipamento de refrigeração e ar condicionado e vazamento de metano (CH₄) no transporte de gás natural;

5. *Emissões agrícolas*: (i) fermentação entérica (CH₄); (ii) manejo de esterco (CH₄, N₂O); (iii) cultivo do arroz (CH₄); (iv) preparo do solo (CO₂, CH₄, N₂O); (v) queima prescrita da vegetação nativa (CH₄, N₂O); (vi) queima dos resíduos agrícolas (CH₄, N₂O).

O **Escopo 2** contabiliza as emissões de GEE provenientes da aquisição de energia elétrica e térmica que é consumida pela empresa. A energia adquirida é definida como sendo aquela que é comprada ou então trazida para dentro dos limites organizacionais da empresa. No Escopo 2 as emissões ocorrem fisicamente no local onde a energia é produzida, quando a produção ocorre fora do limite organizacional.

O **Escopo 3** é uma categoria opcional, que permite a consideração de todas as outras emissões indiretas. As emissões do Escopo 3 são consequência das atividades da empresa, mas ocorrem em fontes que não pertencem ou não são controladas pela empresa. Alguns exemplos de atividades de Escopo 3 são: a extração e produção de matérias-primas e outros materiais realizados por outra empresa, mas utilizados nos processos da empresa que está elaborando o inventário; o transporte de colaboradores da empresa em meios não controlados pela mesma; dentre outros.

As emissões resultantes da combustão de biomassa devem ser tratadas de forma diferente daquelas provenientes de combustíveis fósseis. O CO₂ liberado na combustão de biomassa é igual ao CO₂ retirado da atmosfera durante o processo de fotossíntese e, dessa forma, é possível considerá-la “carbono neutro”. As emissões de CO₂ advindas da combustão da biomassa devem ser excluídas dos Escopos 1, 2 e 3 e ser reportadas separadamente, requerimento este para prover consistência com o inventário nacional. Por outro lado, as emissões de CH₄ e N₂O não podem ser consideradas neutras, em virtude de estes gases não serem removidos da atmosfera durante o crescimento da biomassa. Neste caso, as emissões de CH₄ e N₂O devem ser incluídas nos escopos.

O Quadro 6 apresenta um resumo das fontes de emissão nos Escopos 1, 2 e 3 para a atividade do setor de Celulose e Papel.

Quadro 6 - Fontes de emissão do setor de Celulose e papel

Fontes de emissão		
Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3
* Combustão estacionária (produção de vapor/ energia, emissões de combustíveis fósseis da calcinação do carbonato de cálcio em fornos de cal, secagem de produtos com infravermelho abastecido com combustíveis fósseis) * Combustão móvel (transporte de matérias primas, produtos e resíduos; operação do equipamento de colheita) * Emissões fugitivas (CH ₄ e CO ₂ dos resíduos)	* Combustão estacionária (consumo de energia, calor ou vapor adquiridos)	* Combustão estacionária (produção de materiais adquiridos, combustão de resíduos) * Emissões de processo (produção de materiais adquiridos) * Combustão móvel (transporte de matérias primas, produtos e resíduos; viagens de negócios) * Emissões fugitivas (emissões de CH ₄ e CO ₂ de aterros)

Fonte: Adaptado de Programa Brasileiro GHG Protocol, 2010.

LULUCF - The Land Use, Land-Use Change, and Forestry Guidance for GHG Project Accounting

O Programa Brasileiro GHG Protocol não aborda as emissões em atividades florestais, mas o Guia de quantificação de GEE em Projetos de Uso da Terra, Mudança no Uso da Terra e Florestas (LULUCF sigla em inglês), desenvolvido pelo *World Resources Institute* - WRI, complementa o GHG Protocol e fornece orientações mais apropriadas para quantificar e relatar reduções de emissões de GEE em atividades de projeto LULUCF. O guia foi escrito em consulta com diversas partes interessadas, em semelhança ao processo usado para desenvolver o GHG Protocol. Embora o guia LULUCF possa ser usado para vários tipos de projetos no contexto de mudanças do uso da terra, o guia concentra-se em duas atividades principais: reflorestamento e manejo florestal. Este guia também pode ser usado para atividades de projetos de desmatamento evitado, embora eles não sejam explicitamente apresentados no documento.

5.4.3.2 ISO 14064

Segundo LOPES et al (2015) a ISO 14.064 traz um conjunto de ferramentas para contabilidade/quantificação e reporte de emissões de GEE, além de programas e orientações para a redução dos GEE e consequente negociação de compra e venda. A ISO 14.064 divide-se em três padrões, que descrevem as especificações e orientações para inventários e projetos de GEE, sua validação e sua verificação.

ISO 14.064. Parte 1: Organização. “Gases de Efeito Estufa: especificação com orientações de quantificação e reporte de emissões de gases de efeito estufa e transferências para organizações”.

ISO 14.064. Parte 2: Projetos. “Gases de Efeito Estufa: especificação com orientações de quantificação, monitoramento e reportagem da redução das emissões de gases de efeito estufa e aumento de transferências para projetos”.

ISO 14.064. Parte 3: Validação e Verificação. “Gases de Efeito Estufa: especificação com orientações para a validação e verificação das declarações de gases de efeito estufa”.

O padrão especificado na Parte 1 da ISO 14.064 tomou como base o *Corporate Standard* elaborado pelo GHG Protocol, destacando o papel desta norma como um padrão internacional. Mas, ainda que tenha adotado o GHG Protocol como base de parte de suas disposições, há diferenças a serem consideradas entre este e a ISO 14.064. Isto ocorre porque, enquanto o GHG Protocol traz orientações específicas sobre quais as devidas ferramentas e quais os métodos de quantificação que devem ser utilizados, a ISO 14.064 fornece um guia mais amplo sobre como proceder. Enquanto o GHG Protocol indica quais os exatos instrumentos e métodos específicos para se atestar a adicionalidade de um projeto, a ISO 14.064 indica que a adicionalidade é um conceito a ser considerado pelas empresas e organizações, mas não especifica os instrumentos destinados a tal verificação.

Além disso, para uma adequada regulação de mercado, se faz necessário que as formas e métodos para se elaborar um projeto de redução de emissões, bem como a forma de atuação dos validadores e verificadores de projeto, sejam reguladas, criando-se um “nivelamento” dos projetos e dos ativos gerados e, conseqüentemente, aumentando a qualidade e liquidez ao mercado brasileiro.

Neste sentido, a referência à complementaridade da ISO 14.064, e das determinações do GHG Protocol, se dá exatamente por conta da previsão sobre aspectos que se completam quando estas normas são utilizadas por uma organização/empresa.

5.4.4 EXEMPLOS DE METODOLOGIAS PARA QUANTIFICAÇÃO DO BALANÇO DE CARBONO EM ATIVIDADES FLORESTAIS

O balanço geral do carbono na atmosfera do planeta Terra indica que cerca de 8 bilhões de toneladas de carbono são emitidas anualmente na forma de CO₂ pela queima de combustíveis fósseis e mudanças no uso da terra. Somente 3,2 bilhões permanecem na atmosfera, provocando o aumento do efeito estufa, o restante é reabsorvido pelos oceanos e pela biota terrestre. Assim, é crescente o interesse por temas relacionados à fixação do carbono nas florestas, principalmente devido às elevadas taxas de crescimento das florestas plantadas e conseqüente capacidade de remoção do dióxido de carbono da atmosfera (BAESSO et al., 2010). Os itens que se seguem retratam algumas metodologias já empregadas para quantificação do balanço de carbono (emissão, manutenção, aumento de estoque) em atividades florestais, incluindo reflorestamento comercial, sistemas de produção agrícola e recuperação/ manutenção de florestas nativas (correspondem à Atividade B.1. item 1a).

Métodos científicos para quantificação de estoques de carbono em florestas

Segundo Higuchi *et al.* (1994), os métodos para quantificação de biomassa florestal podem ser *diretos* (determinação) e *indiretos* (estimativas). O **método direto** consiste na derrubada e pesagem de todos os componentes das árvores que ocorrem em determinado número de parcelas, sendo feita em seguida a extrapolação da avaliação para a área total. A estimativa de biomassa aérea pelo **método indireto** consiste em correlacioná-la com alguma variável de fácil obtenção e que não requeira a destruição do material vegetal. As estimativas podem ser feitas por meio de relações quantitativas ou matemáticas, como razões ou regressões de dados provenientes de inventários florestais (DAP - diâmetro a altura do peito, altura e volume), por dados de sensoriamento remoto (imagens de satélite) ou utilizando base de dados em sistemas de informações geográfica. No método indireto, a biomassa é estimada a partir do volume da madeira, calculado através de equações alométricas e usando a densidade média da madeira. Em algumas situações, fatores de correção são utilizados para melhorar as estimativas (HIGUCHI *et al.*, 2004). Sanquetta (2002) ressalta que os métodos diretos implicam em determinações, enquanto os métodos indiretos geram estimativas. O autor distingue determinação de estimativa: *determinação* é uma medição real feita diretamente na biomassa; *estimativa* é feita utilizando as relações quantitativas ou matemáticas, como razões ou regressões.

Os estudos de biomassa florestal são feitos com objetivos diversos, dentre os quais destacam-se: quantificação da ciclagem de nutrientes, quantificação para fins energéticos e geração de informações

para estudos de sequestro de carbono. Esses estudos são de grande importância para a tomada de decisões do manejo dos recursos florestais (Páscoa et al., 2004).

Segundo Ketterings et al. (2001), a estimativa de biomassa é imprescindível aos estudos do balanço global de carbono. Para Higuchi et al. (1998), as estimativas de biomassa representam um importante indicador para monitorar e avaliar a exportação de nutrientes após exploração florestal, na busca de minimizar os impactos ambientais gerados por essa atividade. Para se proceder à avaliação dos teores de carbono dos diferentes componentes da vegetação (parte aérea, raízes e camadas decompostas sobre o solo, entre outros) e, por consequência, contribuir para estudos de balanço energético e do ciclo de carbono na atmosfera, é necessário, inicialmente, quantificar a biomassa vegetal de cada componente da vegetação.

O carbono estocado na biomassa pode ser estimado por meio da multiplicação dos valores de biomassa encontrados pelo fator 0,47, conforme recomendação do IPCC (2006)¹¹. A partir das estimativas de carbono fixado por hectare em áreas florestais, podem ser também estimadas as quantidades de CO₂ que seriam removidas da atmosfera. A obtenção desse valor é feita através da multiplicação do peso atômico do carbono por 3,6667, que é o fator de conversão dos pesos atômicos da molécula de C (peso atômico 12) para a de CO₂ (peso atômico 44). Isso porque a valoração do serviço da floresta de fixar carbono é contabilizada em toneladas de CO₂.

Métodos científicos para quantificação de estoques de carbono em florestas têm sido comumente utilizados para prospecções de mercado e também como forma de alertar a sociedade sobre os serviços ambientais relacionados ao clima prestados pelas florestas. Os tópicos descritos a seguir sugerem alguns exemplos de quantificação de estoques e balanço de carbono que geram ativos de base florestal. As atividades e metodologias de quantificação apresentadas na sequência poderão ser aceitas ou não nos desenhos de SCE e CTax. Se aceitas, conforme metodologias e ciclos de projetos específicos, as atividades descritas a seguir podem gerar títulos negociáveis de carbono em formas diversas (créditos compensatórios, unidades de remoção, dentre outros).

REFLORESTAMENTO COMERCIAL

O Brasil tem aptidão para a produção florestal e se destaca na fabricação de celulose de fibra curta de eucalipto e também na produção de móveis à base de MDF e outros produtos oriundos, principalmente, de plantios de *Eucalyptus* spp. e *Pinus* spp. Estes plantios, além de fornecerem produtos e bens diretos que movimentam a economia, podem também servir como reservatórios de carbono. Plantios de *Eucalyptus* spp. tem curta rotatividade, cerca de 6-7 anos, crescimento constante e potencial de sequestro de grandes quantidades de carbono. O rápido crescimento desta espécie significa um acelerado processo fotossintético e, conseqüentemente, altas taxas de sequestro de carbono. Dados

¹¹ A fração de carbono na matéria seca é de aproximadamente 50%. Segundo a FAO - *Food and Agriculture Organization*, o estoque de carbono na vegetação é surpreendentemente constante em uma ampla variedade de ecossistemas e espécies. Schlesinger (1991) notou que o estoque de carbono na biomassa seca é de quase sempre correspondente a 40 a 50%. Assim, em muitos casos o estoque de carbono da vegetação pode ser estimado da seguinte forma: $Carbono = 0,475 * Biomassa\ seca$

médios de produtividade indicam que um plantio de *Eucalyptus* spp. pode alcançar produtividade média de 42m³/ha/ano. Isso significa que ao final de 10 anos de crescimento, produziria 105 tC/ha (LEMOS et al, 2010).

Segundo Lemos et al (2010), o incremento médio anual de coníferas no Brasil situa-se ao redor de 28 m³/ha/ano. Isso significa que, a cada ano, um hectare de floresta aumenta em volume, em média, 28 m³. Considerando a densidade básica do *Pinus* spp. (cerca de 0,48g/cm³), é possível dizer que a cada ano a floresta de *Pinus* spp. acumula 14 toneladas de biomassa por hectare e, portanto, dado o fator de conversão (0,4), 5,6 toneladas de carbono. Como a molécula de CO₂ é 3,67 vezes mais pesada que a de carbono, o fluxo anual de sequestro de carbono estimado para a floresta de *Pinus* spp. seria de, aproximadamente, 20,6 toneladas de CO₂/ha/ano.

O termo “Efeitos dos GEEs” retrata as remoções e emissões de GEE, causados por uma atividade de projeto. Podem ser efeitos primários ou efeitos secundários.

Efeitos primários: mudanças no estoque de carbono biológico causadas pela atividade do projeto *in loco*. É definido como a diferença entre remoção de GEE da atividade de projeto e remoções de linha de base de GEE. Embora uma unidade de área de terra possa agir como uma fonte ou um reservatório em qualquer tempo ao longo da vida do projeto de GEE, em última instância, espera-se que as atividades de projeto sejam um reservatório líquido de carbono.

Efeitos secundários: mudanças nas emissões não-biológicas de GEE causadas pela atividade do projeto e quaisquer mudanças nos estoques de carbono que ocorram fora do local do projeto. Os efeitos secundários não são intencionais em termos de redução de GEE, embora possam ser parte integrante da atividade do projeto.

O Quadro 7 apresenta um exemplo de emissões de GEE relacionadas à preparação do local para plantio ou colheita da madeira, em projeto de reflorestamento.

Quadro 7 - Efeitos secundários potenciais causados por atividades de projetos de Reflorestamento

Ações possíveis do Projeto que causam efeitos secundários	Tipo de efeito secundário	Potencial de emissões de GEE
Fertilização	Efeito único ou recorrente de entradas (inputs)	N ₂ O dos fertilizantes CO ₂ do uso de combustível fóssil durante a aplicação. CO ₂ da fabricação de fertilizantes.
Aplicação de herbicidas	Efeito único ou recorrente de entradas (inputs)	CO ₂ do uso de combustível fóssil durante a aplicação. CO ₂ da fabricação de herbicidas.
Silvicultura: desbaste no local ou poda de árvores	Efeito único ou recorrente de entradas (inputs)	CO ₂ do uso de combustível fóssil durante o desbaste ou poda.
Colheita: remoção de árvores	Efeito único ou recorrente de saída	CO ₂ do uso de combustível fóssil durante a colheita.
Transporte (Ex. local ou fora do local; de produtos, funcionários e insumos).	Efeito recorrente de entrada (input)	CO ₂ do uso de combustível fóssil.

Ações possíveis do Projeto que causam efeitos secundários	Tipo de efeito secundário	Potencial de emissões de GEE
Controle de insetos ou de fogo.	Efeito único ou recorrente de saída	CO ₂ do uso de combustível fóssil durante a aplicação de inseticidas. CO ₂ da fabricação de inseticidas.
Replanteio de árvores após a colheita.	Efeito único ou recorrente de entrada	CO ₂ do uso de combustível fóssil durante o replanteio (aplicações de fertilizantes, etc., são incluídas em outro lugar).
Preparação do local (Ex. limpeza mecânica e preparação para plantio).	Efeito único ou recorrente de entrada	CO ₂ do uso de combustível fóssil.
Viveiro de produção de mudas.	Efeito recorrente de entrada	CO ₂ do uso de combustível fóssil. N ₂ O dos fertilizantes.

Fonte: Adaptado de WRI (2006).

SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA

Diversos sistemas de produção agrícola podem contribuir para reduções de emissões de gases de efeito estufa para a atmosfera. Já é consenso entre pesquisadores, produtores rurais e profissionais da área, que práticas agrícolas sustentáveis podem aumentar a produtividade ao mesmo tempo em que viabilizam a manutenção dos serviços ecossistêmicos. O Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura - Plano ABC tem como objetivo planejar ações a serem realizadas para a adoção das tecnologias de produção sustentáveis, selecionadas com o objetivo de responder aos compromissos de redução de emissão de GEE no setor agropecuário assumidos pelo país. O Plano ABC é composto por sete programas, seis deles referentes às tecnologias de mitigação, e ainda um último programa com ações de adaptação às mudanças climáticas: Recuperação de Pastagens Degradadas; Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) e Sistemas Agroflorestais (SAFs); Sistema Plantio Direto (SPD); Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN); Florestas Plantadas; Tratamento de Dejetos Animais; Adaptação às Mudanças Climáticas.

Exemplo de Balanço de Carbono em Sistema Agroflorestal

CASTRO NETO et al. (2017) realizou estudo em Viçosa-MG para determinar o balanço de carbono em Sistemas Agroflorestais em dois modelos distintos: sistema agrossilvipastoril com feijão/ *Eucalyptus* sp./ braquiária/ gado e sistema silvipastoril com *Eucalyptus* sp., braquiária e gado. Para estimativa da biomassa acima do solo, utilizou-se o modelo Schumacher-Hall (logaritimizado) ajustado para um sistema agrossilvipastoril com feijão, presente na mesma propriedade, com coeficiente de determinação (R²) igual a 93,69. Foram também contabilizadas as emissões de GEE em toneladas de dióxido de carbono equivalente para cada atividade dos sistemas, conforme resultados da Tabela 3.

Tabela 3 - Sequestro e emissões de CO₂ para os dois sistemas avaliados.

Sistema	Carbono sequestrado (t ha ⁻¹)			Emissão total (tCO _{2e} .ha ⁻¹) 2008 - 2012	Balanço de Carbono (tCO _{2e} .ha ⁻¹)	
	Biomassa	Carbono	CO _{2e}			
Agrossilvipastoril com feijão				Eucalipto	0,168	
				Feijão	1,454	
	29,013	13,636	49,999	Bovinocultura	3,494	42,75
				Braquiaria	2,123	
				Total	7,240	
Silvipastoril				Eucalipto	0,168	
				Bovinocultura	3,494	36,217
	24,455	11,455	42,002	Braquiaria	2,123	
				Total	5,785	

Fonte: Adaptado de CASTRO NETO et al. (2017).

Os sistemas agrossilvipastoril e silvipastoril apresentaram incremento anual de carbono de 3,719 tC e 3,124 tC ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente. Não foi contabilizado o carbono no solo.

Até a idade estudada os sistemas apresentaram balanço de carbono positivo. A unidade agrossilvipastoril com feijão apresentou estoque de 49,999 tCO_{2e}ha⁻¹ e, em contrapartida, estimou-se uma emissão de 7,240 tCO_{2e}ha⁻¹. Portanto, o sistema apresentou um balanço de carbono positivo de 42,759 tCO_{2e}ha⁻¹.

O sistema silvipastoril, apresentou estoque de 42,002 tCO_{2e}ha⁻¹, emissão de GEE de 5,785 tCO_{2e}ha⁻¹ e balanço de 36,217 tCO_{2e}ha⁻¹. CASTRO NETO et al. (2017) concluíram que os sistemas agrossilvipastoris e silvipastoris contribuem de forma efetiva para diminuir a concentração de gases de efeito estufa na atmosfera.

RECUPERAÇÃO/ RESTAURAÇÃO DE FLORESTAS NATIVAS

Azevedo et al. (2018) em estudo de avaliação da biomassa acima do solo e estoque de carbono em áreas de reflorestamento com diferentes idades (3, 5 e 7 anos) em áreas de Floresta Ombrófila Densa (testemunha), localizadas no município de Cachoeiras de Macacu (RJ), comprovou a hipótese de que o estoque de carbono na biomassa aérea total aumenta ao longo do gradiente crescente de idade dos reflorestamentos. A presença de gradiente no estoque de carbono florestal em função do tempo se torna relevante no contexto de projetos de reflorestamento para fins de conservação ambiental. No âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), bem como dos projetos de Redução de Emissões do Desmatamento e da Degradação Florestal (REDD), estudos para estimar esses estoques são necessários já que a conservação de áreas florestais é uma forma eficiente de garantir, a longo prazo, a estimativa do crédito de carbono gerado.

Ao longo da sucessão ecológica, ocorre incremento de biomassa em florestas tropicais em função do aumento da abundância de espécies exclusivas de estágios sucessionais mais avançados, que apresentam tronco com maior volume (CHAZDON, 2012 citado por AZEVEDO et al., 2018). No entanto,

de uma maneira geral, este acúmulo de biomassa em florestas tropicais se processa de maneira mais acelerada até os 20 primeiros anos, com posterior desaceleração em função da estabilização da produtividade primária ou do aumento da respiração. Em ambiente de Floresta Ombrófila Densa Submontana no estado do Rio de Janeiro, a produtividade de biomassa viva aérea em um fragmento secundário formado por regeneração natural (60 anos após completo desflorestamento nos limites da REGUA) atingiu níveis parecidos ($297 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ }^{12}$) aos verificados em mata preservada (313 Mg ha^{-1}), presente em uma área de conservação próxima.

MIRANDA et al. (2011) elaborou estudo para desenvolver e ajustar modelos alométricos para estimativa da biomassa seca e do carbono total em árvores plantadas em áreas de restauração florestal na Mata Atlântica e no Cerrado. Os modelos testados e ajustados apresentaram boa qualidade, permitindo estimativas apropriadas para as variáveis biomassa de matéria seca e carbono total em árvores de reflorestamentos, nas mesmas condições da região de amostragem. A estratificação por ritmo de crescimento das árvores permitiu melhorar o desempenho dos modelos alométricos.

CARBONO NO SOLO

CARVALHO et al (2010) apresentaram algumas estimativas para a quantidade de C estocada no solo. Em profundidades de até 1 m, estima-se que estejam armazenados algo próximo a 1.576 Pg^{13} , distribuídos em 12,8 bilhões de hectares, nos continentes. Quando se consideram apenas os 30 cm superficiais de solo, o estoque de C está em torno de 800 Pg. Estima-se que a metade do C estocado no solo (cerca de 787 Pg) seja referente aos solos sob florestas, enquanto as áreas sob pastagens contêm cerca de 500 Pg, e as sob cultivo agrícola, 170 Pg de C.

As condições climáticas das regiões tropicais favorecem a decomposição da matéria orgânica do solo (MOS), armazenando menos C em relação a regiões de clima temperado. Apesar dessa maior taxa de decomposição da MOS, os solos em regiões de clima tropical estocam 32% do total de C orgânico contido nos solos do planeta (Eswaran et al., 1993 citado por CARVALHO et al. 2010). Historicamente, a diminuição na quantidade de MOS tem contribuído com 78 Pg de C para a atmosfera na forma de CO_2 , devido às mudanças no uso da terra e agricultura. As práticas de manejo conservacionista do solo podem acumular valores na ordem de 30 a 60 Pg de C num período de 25 a 50 anos de cultivo (Lal, 2004 citado por CARVALHO et al. 2010), podendo assim recuperar praticamente todo o C emitido para a atmosfera, em curto período de tempo.

As emissões de CO_2 do solo para a atmosfera ocorrem principalmente por dois processos biológicos: a decomposição de resíduos orgânicos e a respiração de organismos e sistema radicular das plantas. As variáveis climáticas influenciam diretamente o fluxo de CO_2 para a atmosfera, e os principais fatores de influência são: temperatura (solo e atmosfera) e umidade do solo. A temperatura merece destaque especial no fluxo de CO_2 , uma vez que acréscimos podem elevar exponencialmente a taxa de

¹² Mg = Megagrama = 1.000.000 g.

¹³ Pg = Petagrama = 10^{15} g.

respiração do solo. As massas de ar que circulam no planeta possuem diferentes temperaturas e, por isso, o fluxo de CO₂ no globo terrestre também é diferenciado; em regiões mais quentes as emissões são superiores (CARVALHO et al., 2010).

Alguns sistemas de uso e manejo da terra em diferentes biomas do Brasil, como o sistema de plantio direto (SPD), o sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) sob plantio direto, o reflorestamento, o manejo de pastagens, a colheita de cana-de-açúcar, entre outros, podem alterar consideravelmente os estoques de C e a emissão de GEE do solo para a atmosfera. Conseqüentemente, estas práticas são importantes no que se refere à mitigação do aquecimento global do planeta.

5.5 METODOLOGIAS PARA GERAR CRÉDITOS DE CARBONO DE ATIVIDADES FLORESTAIS

Esta seção apresenta as etapas do ciclo de projeto que precisam ser seguidas por um proponente de projeto até que ele tenha seus *offsets* registrados. As metodologias das iniciativas apresentadas anteriormente apresentam similaridade e, de maneira geral, seguem as seguintes etapas:

1. Seleção da metodologia;
2. Elaboração de documento de projeto;
3. Demonstração de adicionalidade;
4. Validação do projeto por terceiros;
5. Aprovações;
6. Registros;
7. Verificação e monitoramento até a emissão dos créditos.

O cálculo das reduções de GEE é importante para gerar créditos de carbono, porque o crédito é calculado pela diferença entre as reduções de GEE da atividade de projeto e da sua linha de base, e não pela quantidade total de carbono armazenado em qualquer momento. A redução de emissões de GEE é calculada pela diferença entre as remoções líquidas de GEE do projeto (remoções de GEE do projeto menos emissões de GEE do projeto) e as remoções líquidas de GEE da linha de base, no mesmo período de tempo. A mudança nos estoques de carbono (fluxo) geralmente reflete a taxa de crescimento das árvores/ vegetação e a dinâmica do carbono no solo e em outros reservatórios entre dois períodos de tempo, bem como o respectivo carbono armazenado no período. Se a mudança nos estoques de carbono for negativa, a floresta pode ser chamada de fonte de emissão, já que está emitindo ou perdendo carbono. Se a mudança no estoque de carbono é positiva durante um determinado período de tempo, a floresta é considerada um reservatório, pois está absorvendo carbono.

Os estoques totais de carbono podem ser usados para comparar florestas com menos biomassa (por exemplo, plantações mais jovens ou menos densas) com florestas com mais biomassa (por exemplo,

mais velhas, maduras florestas). Os estoques de carbono também permitem que as partes interessadas facilmente avaliem o armazenamento de carbono na biomassa e solos ao longo do tempo (permanência). Portanto, em termos de inventário de emissões, é válido reportar as métricas de reduções de emissões de GEE, bem como estoque de carbono armazenado ao longo do tempo.

A quantificação das reduções de emissões de GEEs para gerar créditos de carbono demanda:

1- Mudança nos estoques de carbono entre dois períodos de tempo para a linha de base, e a atividade de projeto por unidade de área terrestre (tC/ha). A mudança nos estoques de carbono pode ser negativa ou positiva, dependendo das atividades que ocorrerem (Ex. cultivo ou colheita de árvores). A mudança nos estoques de carbono é traduzida em reduções de emissões de GEE ao multiplicar tC/ha por 3,6667 (razão entre o peso molecular do CO₂ e peso molecular do C, 44/12) para obter tCO₂/ha. Esta conversão permite que o desenvolvedor do projeto inclua facilmente emissões não-biológicas de GEE no cálculo das remoções de GEE.

2- O estoque total de carbono da linha de base e o total do estoque de atividades do projeto em tC. Isso é usado para comparar o total de carbono armazenado, bem como rastrear a longevidade do carbono armazenado (permanência).

5.5.1 OUTROS POTENCIAIS ATIVOS DE CARBONO DE BASE FLORESTAL

COTA DE RESERVA AMBIENTAL - CRA

O Novo Código Florestal (Lei nº 12.651 de 2012) dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e cria alguns dispositivos para adequação ambiental de propriedades rurais como o Cadastro Ambiental Rural - CAR, Programa de Regularização Ambiental - PRA, dentre outras medidas. A implementação do Código Florestal pode viabilizar o monitoramento das propriedades rurais, o combate ao desmatamento ilegal e também a preservação de áreas de proteção legalmente definidas e importantes para a provisão dos serviços ecossistêmicos. Esta política ambiental interage positivamente com os objetivos de mitigação das emissões de gases de efeito estufa, estabelecidas no Acordo de Paris.

A Cota de Reserva Ambiental - CRA foi criada no escopo da Lei nº 12.651/2012 e equivale a um título nominativo representativo de área com vegetação nativa existente ou em processo de recuperação e emitido nas hipóteses previstas nos incisos I a IV do caput e no § 4º do art. 44 da Lei nº 12.651, de 2012. O Decreto nº 9.640/2018 regulamenta a Cota de Reserva Ambiental. Para a criação de CRAs é necessário que os proprietários de terras interessados façam o seu Cadastro Ambiental Rural (CAR). A CRA se difere da compensação provinda da compra de terras florestadas pois trata-se de um tipo de servidão ambiental onde o vendedor do contrato da CRA se compromete em manter a cobertura vegetal da área durante o período de vigência do contrato (RAJÃO et al., 2015).

Art. 44. É instituída a Cota de Reserva Ambiental - CRA...

I - sob regime de servidão ambiental, instituída na forma do art. 90-A da Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981;

II - correspondente à área de Reserva Legal instituída voluntariamente sobre a vegetação que exceder os percentuais exigidos no art. 12 desta Lei;

III - protegida na forma de Reserva Particular do Patrimônio Natural - RPPN, nos termos do art. 21 da Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000;

IV - existente em propriedade rural localizada no interior de Unidade de Conservação de domínio público que ainda não tenha sido desapropriada.

§ 4o Poderá ser instituída CRA da vegetação nativa que integra a Reserva Legal dos imóveis a que se refere o inciso V do art. 3o desta Lei.

V - pequena propriedade ou posse rural familiar: aquela explorada mediante o trabalho pessoal do agricultor familiar e empreendedor familiar rural, incluindo os assentamentos e projetos de reforma agrária, e que atenda ao disposto no art. 3o da Lei no 11.326, de 24 de julho de 2006;

O Decreto nº 9.640/2018 estabelece que compete ao Serviço Florestal Brasileiro (SFB) a emissão das Cotas de Reserva Ambiental (CRA). A CRA foi construída tendo como alicerce o Sistema de Cadastro Ambiental Rural (SiCAR), que gerencia as bases do CAR e do Programa de Regularização Ambiental (PRA). Assim sendo, o lastro das Cotas de Reserva Ambiental é garantido a partir da inscrição, análise e monitoramento do CAR. Além disso, a regularização de imóveis utilizando a CRA é garantida por meio da estruturação do PRA dentro do SiCAR e as negociações serão todas registradas no sistema (ASCOM SFB, 2018).

Utilização da Cota de Reserva Ambiental (CRA): os proprietários de imóveis rurais que, até 22 de julho de 2008, detinham áreas de reserva legal em extensão inferior àquela estabelecida no art. 12 da Lei 12.651/2012, poderão compensar déficit de reserva legal por meio da aquisição da CRA. A compensação de área de reserva legal por meio da CRA poderá ser adotada isolada ou conjuntamente com as demais alternativas de regularização previstas no Novo Código Florestal, atendendo aos seguintes requisitos:

I - inscrição prévia do imóvel rural no CAR;

II - comprovação da quantidade de hectares em montante equivalente à área de reserva legal a ser compensada;

III - informação do número de identificação única de cada CRA utilizada para a compensação de reserva legal, por meio do Sicar;

IV - área vinculada à CRA localizada em área de reserva legal a ser compensada devem estar localizadas no mesmo bioma e, se estiver fora do Estado, deve estar localizada em áreas identificadas como prioritárias pela União ou pelos Estados.

Importante ressaltar que a compensação de reserva legal prevista neste artigo não poderá ser utilizada como forma de viabilizar a conversão de novas áreas para uso alternativo do solo, vedada a autorização de supressão de remanescente de vegetação nativa na propriedade onde ocorrerá a compensação do déficit da reserva legal.

Transferência das Cotas Reserva Ambiental: a CRA pode ser transferida, onerosa ou gratuitamente, à pessoa física ou jurídica de direito público ou privado, por meio de termo de transferência assinado pelo requerente ou pelo titular da CRA e pelo adquirente. O termo de transferência poderá contemplar mais de uma CRA e deve conter obrigatoriamente as seguintes informações: identificação das partes; número de identificação única de cada CRA (gerado pelo módulo CRA do SiCAR), integrado ao sistema de registro em bolsas de mercadorias de âmbito nacional ou ao sistema de registro e liquidação financeira de ativos autorizados pelo Banco Central do Brasil; cláusulas relativas aos direitos/obrigações das partes; prazo do termo de transferência da CRA; valor e a forma de pagamento.

Responsabilidades: o proprietário do imóvel rural em que se localiza a área vinculada à CRA tem responsabilidade plena pela manutenção das condições de conservação da vegetação nativa da área que deu origem ao título.

Observações:

- a área vinculada à emissão da CRA poderá ser utilizada em Plano de Manejo Florestal Sustentável, aprovado pelo órgão ambiental competente.
- o SFB levará o título a registro em bolsas de mercadorias de âmbito nacional ou em sistemas de registro e de liquidação financeira de ativos autorizados pelo Banco Central do Brasil, no prazo de trinta dias, contado da data de emissão da CRA.

Potencial comercialização e contribuições voluntárias para o clima

As CRAs possibilitam a criação de um mercado promissor de ativos ambientais já que as cotas podem ser vendidas para aqueles que precisam compensar a Reserva Legal, sendo assim uma fonte de renda extra e um reconhecimento para quem as cria e vende. As CRAs ainda não geram *offsets* de carbono ou outros serviços ambientais mas podem, futuramente, alimentar um potencial mercado de bens e serviços ambientais no Brasil.

Para que este instrumento seja bem sucedido no contexto da conservação ambiental, é preciso garantir direitos de propriedade seguros com terras demarcadas e sem sobreposição e um sistema efetivo de monitoramento e fiscalização. Adicionalmente, é importante que os custos de transação das CRAs sejam razoáveis para o bom desempenho do sistema e atratividade das partes interessadas.

No Brasil, o Grupo BVRio tem como missão a promoção do uso de mecanismos de mercado para facilitar o cumprimento de leis ambientais e apoiar a economia verde no país. Na plataforma do Grupo BVRio estão disponíveis cotações de lotes de Cotas de Reserva Legal e Áreas em Unidades de Conservação, no contexto do Mercado de Reserva Legal Florestal. O princípio das cotas da BVRio é semelhante ao das CRAs no que se refere ao excedente de vegetação nativa, entretanto, os mecanismos e sistemas para registro e monitoramento até o momento são diferentes. No futuro, estes mecanismos poderão ser compatíveis e com os avanços na regulamentação e operacionalização das CRAs, espera-se evoluções jurídicas que tragam atratividade e segurança jurídica aos investidores. O grupo BVRio tem investido na promoção de meios de negociação efetiva de ativos ambientais, dando visibilidade aos conceitos da economia ambiental e facilitando negociações entre diferentes partes.

No Portal de Contribuições Voluntárias para o Clima, está anunciado um montante de 1.939.631.065 tCO_{2eq} referente ao estoque/redução de carbono derivado dos instrumentos disponíveis na Plataforma BVRio, referente à Pegada de Carbono¹⁴ embutida nos mercados da BVRio. Todos os mecanismos de mercado vendidos na BVRio têm um impacto positivo em emissões de Carbono e, conseqüentemente, mudanças climáticas.

5.6 REGRAS E PARÂMETROS APLICÁVEIS À GERAÇÃO E USO DE COMPENSAÇÕES POR ATIVIDADES FLORESTAIS NOS SISTEMAS DE COMÉRCIO DE EMISSÕES OU NA TRIBUTAÇÃO DO CARBONO

Esta etapa consistiu na realização de síntese das regras de compensação usadas nos sistemas de comércio de emissões ou tributação de carbono em complementação aos detalhes metodológicos dos exemplos apresentados no item 5.4. (EU ETS, Califórnia ETS, Nova Zelândia, África do Sul). .

Em linhas gerais, os sistemas de comércio de emissões - SCE, seguem as regras e parâmetros abaixo detalhados (FGVces & BVRio, 2019):

1. Autoridade pública competente define um limite máximo (CAP) de emissões de gases de efeito estufa (GEE) a ser emitido dentro de determinada jurisdição em certo horizonte temporal (período de compromisso);
2. Esse volume de emissões é convertido em permissões a emitir que são alocadas (gratuitamente ou via leilões) entre os agentes regulados (emissores de GEE);
3. Os agentes regulados podem transacionar permissões entre si, devendo apresentar, ao final do período de compromisso, permissões em quantidade equivalente às suas emissões de GEE em determinado período base.
4. Eventualmente, faculta-se aos agentes regulados cumprir com parte de suas obrigações com títulos de fora do sistema, os chamados offsets (ou créditos de carbono), referentes a projetos de mitigação de emissões de GEE conduzidos por agentes não regulados.
5. Cabe a cada agente regulado, portanto, escolher a melhor forma de entregar o volume necessário de permissões ao final do período de compromisso: i) reduzir suas emissões internamente/- aumentar a eficiência carbônica da sua produção ou reduzir sua produção; ii) adquirir permissões de outros agentes; ou iii) adquirir títulos de offsets.
6. Assim, o SCE permite que aqueles entes regulados que possuem maiores custos para reduzir suas emissões de GEE optem por adquirir títulos de outros entes que tenham menores custos para reduzir suas emissões. Esse processo de equalização de custos, suportado pela flexibilidade inerente a um SCE, assegura que o limite máximo de emissões seja obedecido ao menor custo para a sociedade. Isso torna o instrumento “custo-efetivo” e bastante atrativo para lidar com a mudança do clima.

¹⁴ Carbon footprint, ou Pegada de Carbono mede o total das emissões de GEE causados diretamente e indiretamente por um indivíduo, organização, evento ou produto.

Exemplo de regras e parâmetros aplicáveis ao *Cap-and-trade* da Califórnia

Fase de registros de projetos de compensação aprovados pela ARB: todos os projetos de compensação desenvolvidos sob padrões de conformidade da ARB devem ser listados com um Registro de Projeto de Compensação aprovado pela ARB. Alguns dos registros de projetos de compensação já aprovados: *American Carbon Registry*, *Climate Action Reserve*, Verra (anteriormente *Verified Carbon Standard*).

Créditos de compensação de ação antecipada: O regulamento permite a transição de créditos de compensação existentes e elegíveis desenvolvidos sob metodologias de quantificação voluntária aprovadas para créditos de compensação ARB para uso no Programa *Cap-and-Trade*.

Projetos de compensação de ação antecipada: os projetos que estão sendo emitidos com compensações voluntárias devem ser listados pelo ARB para se tornarem projetos de ação antecipada. Os projetos de ação antecipada podem receber créditos de compensação ARB se os requisitos específicos do regulamento *Cap-and-Trade* forem cumpridos. Uma vez que um projeto voluntário submeta informações de listagem à ARB, o projeto de compensação será listado na página da web *Early Action Projects*, com informações gerais sobre o projeto de compensação.

Programas de compensação de ação antecipada: Os créditos de compensação de ação antecipada devem ser emitidos por Programas de compensação de ação antecipada aprovados de acordo com o regulamento de *Cap-and-Trade*. O Regulamento inclui requisitos que o programa deve cumprir para atuar como um Programa de Compensação de Ação Antecipada. Um programa de compensação de ação antecipada também pode ou não ser aprovado como um registro de projeto de compensação. Atualmente, três programas de compensação de ação antecipada foram aprovados: *American Carbon Registry*, *Climate Action Reserve*, Verra.

Verificação regulamentar para ação antecipada: as normas exigem verificação regulamentar de todas as reduções de emissões de GEE e aprimoramentos de remoção usados para fins de conformidade. O Regulamento *Cap-and-Trade* estabelece requisitos para verificação regulatória de créditos de compensação de ação antecipada. Todas as reduções de emissões de GEE e aprimoramentos de remoção obtidos por projetos de compensação de ação antecipada devem ser verificados por um órgão de verificação credenciado pelo ARB e o organismo de verificação deve ser diferente daquele que realizou a verificação original no programa de ação antecipada.

Transição para os protocolos de conformidade de compensação ARB: os créditos de ação antecipada só podem ser emitidos para reduções de emissões de GEE e realizações de remoção aprimorada até 2014. Desde 2015, todos os projetos de compensação operando no âmbito de metodologias de quantificação voluntárias aprovadas devem passar por transição para os protocolos ARB de conformidade para continuarem elegíveis no programa de compensação. O regulamento inclui os requisitos para a transição dos projetos incluindo requisitos de transição, registo, listagem e verificação da linha de base.

O *Kyoto Protocol Reference Manual on Accounting of Emissions and Assigned Amount* apresenta em um capítulo as regras para tipos de transação individuais e explica como o Registro de Transações Internacionais (*International Transaction Log - ITL*) verificará as transações para conformidade com as regras contábeis do Protocolo de Kyoto. A seguir destacam-se algumas destas regras estabelecidas.

1. **Regra de Emissão:** refere-se à criação de uma unidade individual de Kyoto. O ITL deve ter dados oficiais referentes a quantidade de unidades a serem emitidas por uma Parte antes de aprovar uma transação de emissão. Quando uma unidade é emitida, o registro emissor deve atribuir um único número de série para essa unidade. O número de série deve incluir:

- o período de compromisso para o qual a unidade é emitida;
- a parte de origem, identificada com o código do país (ISO);
- o tipo de unidade; e
- o número da unidade.

Observação: Informações adicionais devem ser incluídas no número de série para tipos de unidades específicas.

2. **Emissão de Unidades de Quantidade Atribuída - AAUs:** este tipo de unidade deve ser emitida de acordo com a quantia inicial atribuída de cada Parte. Cada Parte deve emitir uma AAU para cada tCO₂eq de sua quantidade atribuída, até o nível de sua quantidade atribuída. Cada Parte emitirá AAUs para a quantidade total de sua quantidade atribuída, antes de realizar outros tipos de transações.

Um registro nacional não pode emitir AAUs até que o valor inicial da quantidade atribuída da Parte seja registrada na Base de dados de contabilidade (CAD - *Compilation and accounting database*) e fornecida ao ITL. Neste momento, o registro pode iniciar a emissão de AAUs. Para cada emissão proposta, o ITL irá comparar a quantidade de AAUs propostas, o valor inicial atribuído pela Parte e a quantidade total de AAUs emitidas anteriormente pela Parte. Se uma proposta de emissão resultar em AAUs que excedem o montante inicial atribuído pela Parte, o ITL rejeitará a proposta. Neste caso, o registro deve propor a emissão de uma menor quantidade de AAUs.

3. **Emissão de Unidades de Redução de Emissões - ERU:** esta unidade é gerada convertendo uma AAU ou RMU existente em uma ERU, e adicionando um identificador de projeto e um número de faixa de implementação conjunta ao número de série da unidade original. Para um projeto de redução de emissões, uma ERU deve ser convertida de uma AAU existente. Para projetos LULUCF, uma ERU deve ser convertida de uma RMU existente. Nesse sentido, as ERUs não afetam a meta total definida por todos os países em conjunto, apenas redistribuindo o montante atribuído (ou seja, o teto conjunto) entre eles. As AAUs ou RMUs devem ser emitidas pela Parte anfitriã da implementação conjunta. Se uma Parte anfitriã estiver operando na Faixa 1, a Parte poderá propor a conversão de uma AAU ou RMU para uma ERU a qualquer momento, desde que a Parte detenha uma quantidade suficiente de AAUs ou RMUs válidas e que o identificador do projeto (ID) tenha sido

enviado ao ITL do sistema de informação da implementação conjunta. O ITL verificará se as AAUs ou RMUs propostas para a transação são válidas e se a Parte atende a todos os requisitos individuais de elegibilidade para a faixa 1. Se uma Parte anfitriã da implementação conjunta estiver operando sob a faixa 2, o ITL exigirá informações do sistema sobre o tipo de projeto (redução de emissões ou LULUCF), o ID do projeto e a quantidade de reduções ou remoções de emissões verificadas no projeto. O ITL verificará se a Parte atende aos requisitos de elegibilidade para emissão de unidades e se o tipo de unidade para conversão (AAU ou RMU) corresponde ao tipo de projeto. Se essas condições forem atendidas, o ITL aprovará a emissão de ERUs até o nível de emissões verificadas (reduções ou remoções).

4. Emissão de Unidades de Remoção - RMU: cada Parte deve emitir RMU com base nas remoções líquidas de suas atividades (Florestamento, reflorestamento, desmatamento, manejo florestal¹⁵, revegetação, manejo de terras agrícolas, manejo de pastagens, drenagem de terras alagadas e reumidificação). A RMU deve ser emitida com base na contabilização de remoções da atividade específica, e só poderá ser emitida após registro no CAD. Uma Parte não poderá emitir RMU para uma atividade específica se a magnitude de ajustes aplicados às suas estimativas de emissões e remoções para essa atividade naquele ano exceder um limite específico. Para cada atividade na qual uma Parte tenha escolhido a contabilidade anual¹⁶, a quantidade será registrada anualmente, e a Parte deve emitir RMU para qualquer remoção líquida do ano. Para cada atividade na qual uma Parte escolheu a contabilidade do período de compromisso¹⁷, a quantidade não será registrada até o início do período verdadeiro, e a Parte não poderá emitir RMU para remoção líquida até esse momento. Para cada transação de emissão, o ITL irá comparar a quantidade de RMU propostas para a quantidade total contábil e quaisquer unidades anteriormente emitidas ou canceladas pela Parte para essa atividade. Se esse valor reflete uma remoção líquida, o registro nacional pode então propor a emissão de RMUs até este nível. O registro deve incluir a atividade específica no número de série das RMUs propostas.

5. Emissão de Redução Certificada de Emissões - CER (Temporária - tCER e de Longo prazo - ICER): CERs, tCERs e ICERs são unidades que só podem ser emitidas pelo registro do MDL. Diferentemente das ERUs, unidades geradas em países em desenvolvimento aumentam o nível de emissões permitido aos países Anexo I em seu conjunto, estando sujeitas à requisitos mais detalhados para a geração desses créditos. O Comitê Executivo orientará o registro do MDL para

¹⁵ Para atividades de manejo florestal, a contabilização das remoções é feita a partir da definição de uma linha de base e a partir do segundo período de compromisso.

¹⁶ Contabilidade anual: rastreia as emissões e a quantidade atribuída de cada parte durante o período de compromisso. Durante o período de compromisso, cada Parte acumulará emissões do Anexo A e contabilizará as atividades LULUCF de acordo com o Artigo 3, parágrafo 3 e atividades eleitas de acordo com o Artigo 3, parágrafo 4. As Partes Elegíveis também poderão transferir ou adquirir unidades através dos mecanismos de Quioto. A contabilização precisa das emissões e a adição/ subtração da quantia atribuída são facilitadas pela apresentação pelas Partes de relatórios anuais e pelos procedimentos correspondentes de revisão e conformidade.

¹⁷ Se uma Parte optou pela contabilidade do período de compromisso, a Parte emite ou cancela unidades durante todo o período de compromisso seguindo os procedimentos de revisão e conformidade do inventário do último ano do período de compromisso.

emitir este tipo de certificado com base em reduções certificadas de emissões ou remoções de um projeto de MDL. O número de série dessas unidades incluirá um ID de projeto. No caso de tCERs e ICERs, as unidades também serão emitidas com uma data de expiração. A emissão dessas unidades será monitorada e validada pelo ITL com indicação da quantidade de CERs, tCER ou ICER especificadas pelo Comitê Executivo. Se o registro de aquisição foi iniciado e está operando no momento da emissão, as unidades podem ser encaminhadas ao registro de aquisição com base na requisição submetida pelos participantes do projeto. Alternativamente, as unidades permanecerão no registro do MDL, seja em contas de depósito de participantes do projeto das Partes não-Anexo I ou na conta pendente do registro do MDL, aguardando distribuição aos participantes do projeto.

REGRAS PARA TRANSAÇÕES EXTERNAS

Transações externas referem-se à transferência de unidades de Kyoto de um registro para outro.

6. **TRANSFERÊNCIAS:** uma Parte que atenda aos requisitos de elegibilidade para o comércio de emissões pode transferir unidades de Kyoto para outro registro nacional a qualquer momento, desde que mantenha seu nível adequado para a Reserva do Período de Compromisso - CPR (*commitment period reserve*). Da mesma forma, uma Parte pode transferir ERUs sob a implementação conjunta, desde que atenda aos requisitos apropriados para a Faixa 1 ou Faixa 2 e que mantenha sua CPR. Sempre que um registro iniciar uma transferência externa de unidades, o ITL vai verificar se a Parte satisfaz os critérios de elegibilidade para o mecanismo e se a transação está em conformidade com as regras do Protocolo de Kyoto. O ITL rejeitará a transferência se algum desses requisitos não for cumprido. O ITL irá então verificar se a transação proposta em unidades de Kyoto poderia fazer com que as participações de registro da Parte ficasse abaixo do nível de sua CPR. Se a transferência de unidades resultar em violação da CPR, o ITL rejeitará toda a transação e direcionará ao registro para encerrar a transferência. Por exemplo, se um registro iniciar uma transferência de 50 unidades e as últimas 10 resultarem em violação da CPR, o ITL rejeitará a transação para todas as 50 unidades. A transferência não será aprovada a menos que a quantidade total proposta seja de 40 unidades ou menos. Deve-se notar que a primeira transferência de ERU da Parte emissora verificada no âmbito dos procedimentos do Comitê Supervisor da Implementação Conjunta (Faixa 2) está isenta do requisito da CPR.

7. **AQUISIÇÃO:** em geral, uma Parte deve atender a todos os critérios de elegibilidade dos mecanismos de Kyoto para adquirir AAUs, ERUs, RMUs, CERs de outra Parte. A exceção é a aquisição de CERs, tCERs ou ICERs do registro do MDL. Essa aquisição é definida como um encaminhamento de unidades do registro do MDL de acordo com as regras do MDL (para as quais os requisitos de elegibilidade referem-se apenas ao uso de CERs, tCERs e ICERs para fins de conformidade), ao invés de uma transferência sob as regras do comércio de emissões.

Como explicado acima, CERs, tCERs e ICERs emitidos serão mantidos em conta pendente do registro do MDL até que o registro da Parte adquirente esteja pronto para receber as unidades. Assim que o registro de uma das partes tiver sido inicializado e esteja operando com o ITL, o encaminhamento de CERs do registro do MDL ao registro da Parte torna-se possível. Um registro

de aquisição não pode iniciar uma transferência; a transferência deve ser iniciada pelo registro da Parte transferidora.

8. **CANCELAMENTO:** refere-se à transferência interna por um registro de uma unidade para uma conta de cancelamento. Unidades transferidas para uma conta de cancelamento não poderão ser transferidas posteriormente e são inválidas para uso no compromisso de uma Parte. Existem cinco tipos diferentes de cancelamento implementados sob o Protocolo de Kyoto por registros e pelo ITL. Quatro desses tipos de cancelamento resultam na transferência de unidades para a conta de cancelamento correspondente no registro nacional de uma das Partes; um tipo de cancelamento resulta em uma transferência de unidades para uma conta de cancelamento no registro do MDL.

REGRAS PARA SUBSTITUIÇÃO DE CERTIFICADO TEMPORÁRIO

9. **CER ou ICER:** a substituição refere-se à transferência interna por um registro nacional de uma unidade de Kyoto para uma conta de substituição para substituir uma tCER ou ICER. tCERs e as ICERs mantidas na conta de substituição de uma Parte devem ser substituídas por outra unidade antes de expirarem. ICERs mantidas em contas de depósito também devem ser substituídas por "reversão de armazenamento" do projeto de MDL que gerou as ICERs, ou quando o relatório de certificação para esse projeto não tiver sido submetido. O ITL mantém um registro de quais tCERs e ICERs foram substituídas. Cada unidade só pode ser substituída uma vez. A substituição é semelhante ao cancelamento em que a unidade de substituição (unidade transferida para uma conta de substituição) não pode ser transferida. Os diferentes tipos de substituição são explicados abaixo.

- **Expiry:** As remoções de emissões associadas aos projetos de MDL LULUCF são consideradas potencialmente não permanente, visto que as remoções obtidas por esses projetos correm o risco de serem re-emitidas para a atmosfera em uma data futura. Por esta razão, as tCERs e as ICERs são válidas apenas para períodos específicos de tempo¹⁸. Qualquer Parte que possua uma dessas unidades é obrigada a substituir a tCER ou a ICER por outra unidade antes da data de expiração. As regras para expiração diferem para as tCERs e ICERs, mas envolvem sempre a transferência de unidades para uma conta de substituição. Não é a tCER que expira ou a própria ICER que é transferida para a conta de substituição; em vez disso, uma unidade diferente é selecionada e transferida para este propósito. Por exemplo, uma tCER que expira pode ser substituída pela transferência de uma AAU para a conta de substituição adequada.
- **tCER** expiram no final do período de compromisso subsequente ao período de compromisso para o qual foi emitida. Por exemplo, uma tCER que é emitida com base na remoção de emissões para o primeiro período de compromisso expirará no final do segundo período de

¹⁸ O mesmo não acontece no caso de projetos de LULUCF realizados em países Anexo I por meio do mecanismo da Implementação Conjunta. Isso porque nesse caso a contabilidade desses projetos está "aninhada" na contabilidade nacional, o que garante que qualquer reemissão para a atmosfera no futuro se verá refletida nos inventários anuais subsequentes e, portanto, contabilizada no cálculo de AAUs/RMUs futuras do país.

compromisso. Uma tCER só pode ser transferida no período de compromisso em que foi emitida. Qualquer tCER que tenha sido retirada ou usada para substituir outra tCER expirada deve ser substituída antes de expirar. A parte que detém a tCER deve transferir uma AAU, ERU, CER, RMU ou tCER para a conta de substituição da tCER.

- **ICER** tem a data de expiração determinada pelo período de creditação do projeto, escolhido pelos participantes do projeto. Os participantes têm duas opções para o período de creditação do projeto: um máximo de 20 anos, que pode ser renovado duas vezes, ou no máximo 30 anos sem renovação. As ICERs expiram no final do período de obtenção de créditos ou, quando o período de creditação é escolhido, no final do último período de atividade do projeto. Qualquer ICER transferida para uma conta de uma das Partes deve ser substituída antes de sua data de expiração. Para este efeito, a parte interessada deve transferir uma AAU, CER, ERU ou RMU para a conta de substituição da ICER para o período de compromisso atual. O ITL rastreará o vencimento e a substituição de cada tCER e ICER. Quando uma tCER ou ICER de uma conta de substituição estiverem prestes a expirar, o ITL notificará o registro desta unidade, 30 dias antes da data de expiração. O registro deve transferir a quantidade e o tipo apropriado de unidade para a substituição no prazo de 30 dias. A proposta de transação de substituição deve fazer referência ao ID de notificação recebido do ITL.
- **Reversão de Armazenamento:** os projetos de florestamento e reflorestamento no âmbito do MDL duram por longos períodos, por isso, um relatório de certificação deve ser submetido a cada cinco anos para informar sobre as remoções de emissões que ocorreram. Se o projeto gera ICERs e um relatório de certificação indica que as remoções de GEE alcançadas foram revertidas desde a última certificação (reversão de armazenamento), é necessária a substituição das ICER afetadas. No caso de projetos que geram tCERs, tal substituição não é necessária, pois as tCERs expiram muito mais cedo do que as ICERs. Cada registro nacional deve manter uma conta separada para substituição de ICERs caso as emissões removidas e armazenadas através de um projeto de MDL LULUCF e sejam reemitidas de volta para a atmosfera. Se o comitê executivo do MDL determinar que tal reversão de armazenamento tenha ocorrido, será necessário solicitar ao administrador do ITL que identifique a quantidade de ICERs do projeto que permanecem em sua conta. O ITL calculará a parte da substituição a ser realizada por cada registro afetado, com base na proporção de ICERs do projeto e enviará uma notificação da reversão de armazenamento para cada registro. As ICERs em conta serão invalidadas para transferência até que a Parte substitua a quantidade apropriada de unidades. Quando um registro nacional recebe uma notificação de reversão de armazenamento do ITL, o registro deve transferir uma quantidade de unidades equivalente à quantidade total de ICERs afetadas de suas contas. Para uma dada notificação de inversão de armazenamento, apenas AAUs, ERUs, RMUs, CERs e ICERs da mesma atividade de projeto poderão ser transferidas para a conta de substituição para a reversão do armazenamento. Cada substituição para uma transação de reversão de

armazenamento deve conter uma referência ID para viabilizar o ITL de rastrear a substituição contra a reversão de armazenamento. Uma vez que o registro substituiu a quantidade necessária de unidades, as ICERs afetadas serão novamente validadas para transferência.

- **Não Certificação:** se o comitê executivo do MDL determinar que um relatório de certificação para um projeto gerador de ICER não foi submetido dentro do período de cinco anos, a substituição de todas as ICERs restantes desse projeto é necessária. Isso pode ser considerado uma indicação de que o controle ativo sobre o projeto cessou e já não há garantia de que o carbono armazenado através do projeto permanece na floresta. Cada registro nacional deve manter uma conta separada para substituição de ICERs após a não apresentação do relatório de certificação do MDL. Se o comitê executivo do MDL determinar que um relatório de certificação não foi submetido, solicitará ao administrador do ITL que identifique a quantidade remanescente de ICERs do projeto na sua conta. O ITL enviará uma notificação de não submissão para cada registro afetado pelas ICERs informando-os sobre a necessidade de substituir essas unidades. Todas as ICERs afetadas na manutenção de contas serão permanentemente invalidadas para a transferência entre contas. No caso de o registro receber tal notificação do ITL, o registro deve transferir o número equivalente de unidades para a substituição na conta pela não submissão da certificação e incluir uma referência ao ID de notificação. Para uma notificação de não certificação, apenas AAUs, ERUs, RMUs, CERs e ICERs da mesma atividade de projeto podem ser transferidas para a conta de substituição pela não-certificação. O registro deve referenciar o ID da notificação em cada transação.
10. **TRANSFERÊNCIA** (*Carry-over*): refere-se ao processo pelo qual uma unidade que foi emitida e validada para um período de compromisso torna-se válida para transações durante o período de compromisso subsequente. A transferência não pode ser realizada para uma Parte até que sua avaliação de conformidade tenha sido concluída.
 11. **MUDANÇA NAS DATAS DE EXPIRAÇÃO:** as datas de expiração das tCERs e ICERs precisam ser alteradas em duas situações. a) as datas de expiração das tCERs devem ser alteradas se a data final do segundo período de compromisso for definida como uma data diferente da utilizada, por razões técnicas, durante a sua emissão; b) as datas de expiração das ICERs devem ser alteradas quando o período de uma atividade de projeto de florestamento e reflorestamento do MDL for renovada. Em qualquer uma dessas situações, o ITL enviará uma notificação ao registro informando sobre o novo prazo de validade e as tCERs ou ICERs para as quais as datas de expiração devem ser alteradas. O registro deve iniciar uma mudança na data de expiração das transações para estas unidades dentro de 30 dias, referenciando o ID de notificação recebido do ITL.

As informações levantadas sobre os ciclos de projeto, regras e parâmetros e outras especificidades das experiências estudadas servirão de referência para a condução das etapas subsequentes de recomendações de ajustes para políticas, resultantes do componente 1 do Projeto PMR Brasil, considerando a integração das atividades florestais aos instrumentos de precificação de carbono. Com base nos exemplos já em vigor, é possível refletir sobre a viabilidade de operação de sistemas de comércio de emissões ou na tributação do carbono no Brasil.

5.7 MATRIZ FOFA - FORÇAS, OPORTUNIDADES, FRAQUEZAS, AMEAÇAS

Este tópico apresenta os resultados da matriz FOFA, desenhada com a participação da equipe da WayCarbon e UFMG.

A Matriz FOFA foi organizada através da compilação das principais potencialidades a serem recomendadas como pontos positivos e os principais aspectos que merecem atenção em termos de vulnerabilidade, debilidades e pontos de defesa dos exemplos de geração de ativos de carbono de base florestal estudados. A matriz é composta por critérios e indicadores que descrevem as fortalezas, oportunidades, fraquezas e ameaças relacionados ao tema. O Quadro 8 apresenta a análise FOFA ilustrando os pontos analisados sobre as principais metodologias de geração de ativos de carbono provenientes de atividades florestais. Ressalta-se que, neste momento, objetivo da matriz FOFA é analisar as fortalezas, oportunidades, fraquezas e ameaças de algumas opções de geração de ativos de carbono de base florestal separadamente, assumindo-se que é desejável a inclusão do setor florestal em um eventual sistema de precificação de carbono.

Os resultados finais da matriz FOFA, incluindo as estratégias a serem sugeridas durante possível workshop com *stakeholders*, serão apresentados no Produto B.2.2. e serão um primeiro passo para o desenho das recomendações de integração dos ativos de carbono de base florestal aos sistemas de precificação de emissões.

Quadro 8 – Análise FOFA preliminar

	FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	FRAQUEZAS	AMEAÇAS
MDL - projetos de florestamento/reflorestamento (Adaptado de FAO, 2006)	<ul style="list-style-type: none"> Múltiplos benefícios para a população local e meio ambiente. Abordagens de monitoramento são sólidas e verificáveis, portanto, garantem transparência. Projetos piloto demonstram viabilidade, credibilidade e benefícios. O financiamento de carbono pode melhorar o desenvolvimento sustentável das atividades florestais. Metodologias aprovadas apresentam amplo escopo de possíveis tipos de projetos (por exemplo, madeira, bioenergia, agrossilvicultura). Tem potencial de reduzir os custos de <i>compliance</i> dos agentes, por meio da possibilidade de compra de ativos alternativos à permissão de emissão, que comumente são mais baratos. 	<ul style="list-style-type: none"> A demanda por créditos de carbono pelos governos e empresas pode ser ampliada com a regulamentação do art. 6 do Acordo de Paris Os esquemas de certificação aumentam a credibilidade dos benefícios ambientais e socioeconômicos. Seguradoras e outros esquemas de seguros podem lidar com riscos. Corretores podem facilitar a demanda e oferta de créditos e os fundos de carbono institucionalizados podem financiar projetos piloto. Compromisso político para mitigar a mudança climática e aumentar a conscientização pública sobre a importância das funções das florestas. Os requisitos de compromisso climático de agendas atuais de integração internacional do país – acesso à OCDE e acordo de livre comércio entre Mercosul e União Europeia – reforçam este ponto. Mecanismo bem visto por todos os regulados, como um mecanismo de flexibilidade. 	<ul style="list-style-type: none"> As metodologias e procedimentos ainda são complexos e demorados. Questões sociais são pouco abordadas e podem ameaçar o sucesso do projeto. Alto financiamento para implantação e retornos financeiros de longo prazo. Os projetos florestais apresentam riscos de não aprovação e não de permanência. Alto custo de transação ligado à elaboração e registro de projetos. Problemas de escalabilidade para constituir programas em escala nacional. 	<ul style="list-style-type: none"> Créditos temporários enfrentam desvantagem competitiva e valor relativamente baixo. EU ETS exclui créditos florestais. Futuro incerto para projetos de MDL dentro do Acordo de Paris e demais indefinições correlacionadas ao cumprimento voluntário das NDC¹⁹s cujas questões de permanência, temporalidade e dupla-contabilidade podem se tornar obstáculos ao sucesso dos projetos.. Se mal projetadas, as plantações podem causar impactos ambientais e socioeconômicos prejudiciais (por exemplo, através de plantações de monoculturas em grande escala, exclusão das comunidades locais).

¹⁹ NDC = Contribuição nacionalmente determinada.

	FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	FRAQUEZAS	AMEAÇAS
INVENTÁRIO NACIONAL - Protocolo de Kyoto	<ul style="list-style-type: none"> • Arcabouço de comércio global de emissões adotado atualmente sob a UNFCCC. • Metodologias para mensuração e contabilidade de emissões e remoções de atividades de LULUCF consolidadas e robustas. • Apresenta potencial de redução dos custos de <i>compliance</i> dos agentes, visto que é possível comercializar ativos alternativos à permissão de emissão, que comumente são mais baratos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Construir abordagem com base nas regras do Protocolo de Kyoto que provavelmente serão compatíveis com as regras em discussão dentro do Acordo de Paris. • Utilizar experiências da EU ETS e outros mercados que já estão operando. • Já contar com abordagens de mensuração e contabilidade de ativos florestais no mercado nacional adaptadas às regras do Protocolo de Kyoto, caso essas regras sejam aproveitadas de alguma forma no pós-2020. • Instrumento bem aceito como ferramenta de contabilidade e potencial mecanismo de flexibilidade. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incertezas devido à possível revisão do arcabouço do Protocolo de Kyoto diante da adoção do Acordo de Paris, cujas regras para mecanismos de mercado ainda estão para serem adotadas. • Aspectos de integração da política de clima com os ODS20 e consideração de aspectos sociais da implementação do mercado de carbono não são abordadas. • Custos substanciais de transação para o agente econômico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Novas regras sob o Acordo de Paris desconsiderem totalmente as atuais regras do Protocolo de Kyoto. • Exclusão ou limitação da contabilização da remoção de atividades florestais nas regras de contabilidade de mercado no Acordo de Paris.
COTA DE RESERVA AMBIENTAL – CRA	<ul style="list-style-type: none"> • Compensação financeira aos produtores rurais que preservaram áreas de florestas em suas propriedades. • Sinergia com a implementação do Código Florestal e mercado de compensação de reserva legal. • Manutenção de áreas de florestas, biodiversidade, carbono, dentre outros serviços ambientais. • CRA pode reduzir os custos de <i>compliance</i> dos agentes regulados no sistema de precificação, por meio da oferta de créditos de carbono mais baratos do que a permissão (ou a alíquota do tributo) no mercado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Regularização ambiental, recomposição dos biomas brasileiros através de processos de restauração florestal, por exemplo. • Potencial mercado de bens e serviços ambientais. • Contribuição para alcance das metas de redução de emissão através de atividades como restauração florestal, manejo sustentável de florestas nativas, manutenção de sumidouros de carbono, dentre outras. • Existência de base de dados (SiCAR) com informações especializadas sobre ativos e passivos ambientais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Regularização fundiária incipiente. Sistemas de cadastro, registro e monitoramento em desenvolvimento. • SiCAR contém informações provenientes de cadastro autodeclaratório, sem informações fundiárias validadas pelos órgãos competentes. • Morosidade dos órgãos ambientais responsáveis pela regulação e operacionalização das CRAs. 	<ul style="list-style-type: none"> • Novas discussões sobre Código Florestal Brasileiro. • Contaminação de incertezas jurídicas ligadas ao conceito de "identidade ecológica" nos mercados de CRA para compensação.

²⁰ ODS = Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

	FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	FRAQUEZAS	AMEAÇAS
		<ul style="list-style-type: none"> • Instrumento bem aceito no contexto da proteção da vegetação nativa no Brasil, potencial mecanismo de flexibilidade para cumprimento das metas de conservação. 		

Fonte: Elaboração Ecológica, WayCarbon, UFMG.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente produto indica que o tema é de alta complexidade e demanda constantes revisões e aprofundamento. Os levantamentos e revisões bibliográficas realizadas permitiram o alcance dos objetivos dos itens 1.a), 1.b) e 1.c) do detalhamento das atividades contratadas.

O mapa conceitual abordou as principais definições dos termos mais empregados no âmbito dos instrumentos de precificação do carbono, incluindo especificidades dos ativos de base florestal. Ambos instrumentos de precificação de emissões estudados (SCE e CTax) possuem diferenças de arranjo e de operacionalização. No entanto, a inclusão do setor florestal em qualquer um dos dois instrumentos pode ser implementada por meio da regulamentação de “unidades representativas de 1 tonelada de carbono” a serem aceitas nos respectivos sistemas (SCE ou CTax), de acordo com seu desenho específico. Tanto no SCE quanto no CTax, os principais aspectos da regulamentação dessas “unidades” que precisam ser considerados são: a contabilidade de carbono que decorre do MRV e os ativos de carbono de base florestal que tem relação direta com os aspectos monetários das unidades.

As metodologias para contabilização do carbono de atividades florestais foram divididas em escalas (nacional, de projetos e de organizações). Na escala nacional, destaque para o Inventário Nacional baseado no Protocolo de Kyoto que apresenta metodologias sólidas para mensuração e contabilidade de emissões e remoções de atividades de mudança de uso da terra (LULUCF). Na escala de projetos, destaque para o MDL cujas atividades de florestamento e reflorestamento são elegíveis. Projetos desenvolvidos no âmbito do MDL demonstram viabilidade técnica, credibilidade e diversos benefícios. Além disso, a abordagem estabelecida para monitoramento é sólida e verificável, garantindo a transparência do mecanismo. Por fim, outro potencial ativo de carbono de base florestal que merece destaque no contexto brasileiro é a Cota de Reserva Ambiental que pode ser entendido como um mecanismo de compensação financeira aos produtores rurais que preservaram florestas em suas propriedades, além das áreas exigidas por lei. Por se tratar de um instrumento relativamente novo na política ambiental brasileira, ainda deve ser melhor regulamentado para garantir a segurança jurídica do mecanismo e viabilizar as transações de maneira efetiva e transparente.

As regras e parâmetros dos sistemas estudados variam bastante e indicam que não há um modelo totalmente replicável, mas sim elementos já consolidados que podem ser empregados em outras metodologias para geração e uso de compensações por atividades florestais nos sistemas de comércio de emissões ou na tributação do carbono. Alguns aspectos devem ser considerados ao longo do desenho das metodologias de precificação de carbono e geração de ativos de base florestal:

- Importante considerar as incertezas no processo de geração das estimativas de emissão ou remoção de gases de efeito estufa. Todas as metodologias para quantificação do balanço de carbono e geração de créditos possuem algum nível de incerteza.
- No Brasil, a regularização fundiária é um desafio para o desenvolvimento do setor florestal e do comércio de carbono como um todo. Propriedades não regularizadas podem dificultar a implantação de mecanismos e instrumentos econômicos e também de algumas políticas públicas.

- As metodologias de geração de ativos de carbono provenientes de atividades florestais devem ser entendidas como mais uma ferramenta para complementar os esforços de mitigação dos efeitos das mudanças do clima, contribuindo para alcance das metas estabelecidas no Acordo de Paris.
- Os sistemas de monitoramento, relato e verificação (MRV) são essenciais para o desenvolvimento das iniciativas de redução líquida de emissões e para geração de ativos de base florestal.
- A inclusão de ativos de base florestal permitirá a adoção de metas de redução de emissões cada vez mais mais ambiciosas, envolvendo diversos setores da economia.

A matriz FOFA elaborada neste documento sinaliza alguns potenciais e limitações de metodologias de contabilização de carbono em atividades florestais. Esta matriz deverá ser atualizada durante workshop a ser realizado com parceiros do PMR Brasil. A nova matriz com *inputs* dos principais *stakeholders* e posterior análise estratégica será incluída no relatório B.2.2. Este documento também apresentará as recomendações de integração dos ativos de base florestal aos sistemas de precificação de emissões.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. (2007). ABNT NBR ISO 14064-1:2007, Gases de efeito estufa - Parte 1: Especificação e orientação a organizações para quantificação e elaboração de relatórios de emissões e remoções de gases de efeito estufa. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

AGUIAR, D. R. de. Dinâmica e potencial de créditos de carbono na floresta manejada da FLONA do Tapajós, estado do Pará. 2018. 148p. Tese (Doutorado). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA. Manaus - AM.

AIR RESOURCES BOARD - ARB. California Environmental Protection Agency. Compliance Offset Protocol U.S. Forest Projects. Junho, 2015. Disponível em: <https://ww3.arb.ca.gov/cc/capandtrade/offsets/offsets.htm> Acesso em 12 de agosto de 2019.

ASCOM SFB, 2018. Decreto regulamenta Cotas de Reserva Ambiental. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/informma/item/15368-decreto-regulamenta-cotas-de-reserva-ambiental.html>

AZEVEDO, A. D. FRANCELINO, M. R.; CAMARA, R.; PEREIRA, M. G.; LELES, P. S. dos S. Estoque de Carbono em Áreas de Restauração Florestal da Mata Atlântica. Floresta, Curitiba, PR, v. 48, n. 2, p. 183-194, abr/jun.2018.

BAESSO, R. C. E.; REIS, M. G. dos; RIBEIRO, A.; SILVA, M. P. Balanço de Carbono em Floresta de Eucalipto. Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2010. Disponível em: http://www.sbmet.org.br/cbmet2010/artigos/393_92666.pdf Acesso: 26 de março de 2019.

BAYER, C.; MARTIN NETO, L.; MIELNICZUK, J. & PAVINATO, A. Armazenamento de carbono em frações lábeis da matéria orgânica de um Latossolo Vermelho sob plantio direto. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 39: 677-683, 2004.

BRASIL. Lei Nº 12.187 de Dezembro de 2009. Política Nacional sobre Mudança do Clima. 2009. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm

BRASIL. 2012. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura: Plano ABC. MAPA, MDA, coordenação da Casa Civil da Presidência da República. Brasília - DF. 2012. 173 p.

BRASIL. Lei nº 12.651/2012 - Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651compilado.htm

BRASIL. Decreto Nº 9.640/2018 - Regulamenta a Cota de Reserva Ambiental. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/D9640.htm

C2ES - CENTER FOR CLIMATE AND ENERGY SOLUTIONS, 2019. California Cap and Trade. Disponível em: <https://www.c2es.org/content/california-cap-and-trade/>. Acesso em 10 de julho de 2019.

CARVALHO, J. L. N. AVANZI, J. C.; SILVA, M. L. N.; MELLO, C. R. DE; CERRI, C. E. P. Potencial de Sequestro de Carbono em Diferentes Biomas do Brasil. Rev. Brasileira de Ciências do Solo, 34: 277-289, 2010.

CASTRO NETO, F. de; JACOVINE, L. A. G.; TORRES, C. M. M. E.; OLIVEIRA NETO, S. N. de; CASTRO, M. M. de; VILLANOVA, P. H.; FERREIRA, G. L. Balanço de Carbono – Viabilidade Econômica de Dois Sistemas Agroflorestais em Viçosa, MG. Floresta e Ambiente, 2017. 24: e00092114.

CGEE - CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. Manual de capacitação sobre Mudança climática e projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) - Ed. rev. e atual. Brasília, DF, 2010.

CLIMATE NEUTRAL GROUP SOUTH AFRICA. 2019. The South African Carbon Tax: Turn carbon tax risk into opportunities. Disponível em: <http://climateneutralgroup.co.za/wp-content/uploads/2019/01/INSIGHT-factsheet-The-South-African-Carbon-Tax.pdf> Acesso em 02 de junho de 2019.

CORAZZA, E. J.; SILVA, J. E. D.; RESCK, D. V. S. & GOMES, A. C. Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte ou depósito de carbono em relação à vegetação de Cerrado. R. Bras. Ci. Solo, 23:425-432, 1999.

COTTA, M. K.; JACOVINE, L. A. G.; PAIVA, H. N. de; SOARES, C. P. B.; VIRGENS FILHO, A. de C.; VALVERDE, S. R. Quantificação de biomassa e geração de certificados de emissões reduzidas no consórcio seringueira-cacau. Revista Árvore, Viçosa-MG, v. 32, n. 6, p. 969-978, 2008.

ESTEVES, S. N.; BERNARDI, A. C. C.; VINHOLIS, M. M.; PRIMAVESI, O. Estimativas da emissão de metano por bovinos criados em sistema de integração lavoura-pecuária em São Carlos – SP. Circular Técnica. Embrapa. São Carlos, SP. 2010. 7 p.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Global Forest Resources Assessment 2015: How are the world's forests changing? Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i4793e.pdf>

FEARNSIDE, P.M. The potential of Brazil's forest sector for mitigating global warming under the Kyoto Protocol. Mitig. Adapt. Strat. Global Change, 3:355-372, 2001.

FGV EAESP & BVRio. SIMULAÇÃO DE SISTEMA DE COMÉRCIO DE EMISSÕES: Regras e parâmetros. 2019. Disponível em: <http://mediadrawer.gvces.com.br/sce-simulacao/original/simulacao-regras-e-parametros-2019.pdf#page=18&zoom=100,0,805> Acesso em 6 de junho de 2019.

FUJIHARA, M. A. E PARIS, A. G. Relações entre Recursos Florestais e mudanças climáticas. Visão Agrícola. Esalq. Piracicaba - SP. Nº 4 jul/dez, 2005. Disponível em: <http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va04-beneficios02.pdf> Acesso em 19 de março de 2019.

GOULARTE, B. S.; ALVIM, A. M. A comercialização de créditos de carbono e seu impacto econômico e social. Análise, Porto Alegre, v. 22, n. 1, p. 72-88, jan./jun. 2011. Disponível em: http://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/10480/2/A_Comercializacao_de_Credito_de_Carbono_e_seu_Impacto_Economico_e_Social.pdf

HIGUCHI, N.; CARVALHO JÚNIOR, J. A. Fitomassa e conteúdo de carbono de espécies arbóreas da Amazônia. In: SEMINÁRIO EMISSÃO x SEQUESTRO DE CO₂ - Uma nova oportunidade de negócios para o Brasil, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: CVRD, 1994. p. 125-145.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; RIBEIRO, R. J.; MINETTE, L.; BIOT, Y. Biomassa da parte aérea da vegetação de floresta tropical úmida de terra-firme da Amazônia Brasileira. **Acta Amazônica**, Manaus-AM, v. 28, p. 153-165, 1998.

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

HOUGHTON, R. A.; DIXON, R. K.; SOLOMON, A. M.; BROWN, S.; TREXIER, M. C.; WISNIEWSKI, J. Carbon pools and flux of global forest ecosystems. **Science**. 1994. 263 (5144): 185-90.

HOUGHTON, J., 2009. **Global warming: the complete briefing**. Fourth ed. Cambridge: Cambridge University Press.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de Biomassas do Brasil**. 2009. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>

ICAP - International Carbon Action Partnership. ETS Detailed Information. 2019. Disponível em https://icapcarbonaction.com/en/?option=com_etsmap&task=export&format=pdf&layout=list&systems%5B%5D=43 Acesso em: 12 de agosto de 2019.

INSTITUTO E BOLSA DE VALORES AMBIENTAIS - BVRI. 2019. Disponível em: <https://www.bvrio.org/>

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. 2003. **Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry**. Ed. J. Penman et al. Hayama: Institute for Global Environmental Strategies. Disponível em: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp>

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. 2000. Land use, land use change and forestry. **Special Report**. Inglaterra: Cambridge University Press, 2000. 375 p.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. 2006. **IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Agriculture, forestry and other land use**. Japan: Institute for Global Environmental Strategies (IGES), 2006. v. 4. Disponível em: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. 2013. **Climate Change 2013: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge, New York: Cambridge University Press.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. 2014. **Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change**. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge, United Kingdom and New York, NY: Cambridge University Press.

KETTERINGS, Q. M.; COE, R.; NOORDWIJK, M. van; AMBAGAU, Y. & PALM, C. A. 2001. Reducing uncertainty in the use of allometric biomass equations for predicting above-ground tree biomass in mixed secondary forests. **Forest Ecol Manag.** 146 (1): 199-209.

KOEHLER, H. S. et al. Fontes de erros nas estimativas de biomassa e carbono fixado na floresta ombrófila mista. **Biomassa & Energia**, v.2, n.1, p.69-77, 2005.

LEMOS, A. L. F.; VITAL, M. H. F.; PINTO, M. A. C. As florestas e o painel de mudanças climáticas da ONU. **Florestas. BNDES Setorial**. 2010. 32, p. 153-192. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/?locale=pt_BR

LESSA, A. C. R. Produção de óxido nitroso e volatilização de amônia derivados da aplicação de urina e fezes bovinos em pastagens sobre Latossolo em Goiás. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica - RJ. 2011.

LOPES, L., T. RICCI, R. OLIVEIRA SANTOS, T. BORMA CHAGAS, M. GALHANO, L.F. DE FREITAS PENTEADO, M. COURROL, M. FERNÁNDEZ, M. NETTO E C.E. LUDENA. **Estudos sobre Mercado de Carbono no Mercado de Carbono no Brasil: Análise Legal de Possíveis Modelos Regulatórios**. Banco Interamericano de Desenvolvimento, Monografia No. 307, Washington DC. 2015.

MIRANDA, D. L. C. de; MELO, A. C. G. de; SANQUETTA, C. R. Equações Alométricas para Estimativa de Biomassa e Carbono em Árvores de Reflorestamentos de Restauração. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.3, Edição Especial, p.679-689, 2011.

PAIXÃO, F. A. Quantificação do Estoque de Carbono em Floresta Plantada de Eucalipto e Avaliação Econômica de Diferentes Alternativas de Manejo. 2004. 76f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

PÁSCOA, F.; MARTINS, F.; GONZÁLES, R. S.; JOAO, C. Estabelecimento simultâneo de equações de biomassa para o pinheiro-bravo. **Anais...** Simpósio Iberoamericano de Gestión y Economía Forestal, 2, 2004, Barcelona. Título... Barcelona: p. i-f, 2004.

POPPE, M. K.; MEIRA FILHO, L. G.; FRANGETTO, F. W.; MOZZER, G. B.; MAGALHÃES, D. A.; SHELLARD, S. N.; ROCHA, M. T.; ESPARTA, A. R. J.; DELPUPO, C. H.; MARTINS, O. S.; BRANCO, M. B. C.; MASSARO, F. C. **Manual de capacitação: mudanças do clima e projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL)**. Brasília-DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2008. 276 p.

RAJÃO, R.; SOARES FILHO, B. S. et al. **Cotas de reserva ambiental (CRA): viabilidade econômica e potencial do mercado no Brasil**. 1. ed. Belo Horizonte: Ed. IGC/UFMG, 2015. 72 p.

RAJÃO, R.; SOARES FILHO, B. S.; et al. **Oportunidades de mitigação e barreiras no setor agropecuário brasileiro**. Resultados do Projeto “Opções de Mitigação”. II Workshop Técnico: Diálogos Setoriais – PMR Brasil. Brasília - DF, 2017.

REIS, G. G.; VALENTE, O. F.; FERNANDES, H. A. C. Sequestro e armazenamento de carbono em florestas nativas e plantadas dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Emissão x Sequestro de CO₂. Uma nova oportunidade de negócios para o Brasil. **Anais...** Rio de Janeiro - RJ. 1994.

REPUBLIC OF SOUTH AFRICA. Explanatory note for draft carbon tax bill: draft regulations made in terms of clause 19(c) of the draft carbon tax bill. November 2018. <http://www.treasury.gov.za/public%20comments/CarbonTaxBill2018/EXPLANATORY%20NOTE%20O%20REVISED%20CARBON%20OFFSET%20REGULATIONS.pdf>

RIBEIRO, S. C. Quantificação do estoque de biomassa e análise econômica da implementação de projetos visando à geração de créditos de carbono em pastagem, capoeira e floresta primária. 2007. 128 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2007.

ROCHA, M. T. Aquecimento global e o mercado de carbono: uma aplicação do modelo CERT. 2004. 196 p. **Tese** (Doutorado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba - SP. 2004.

SANQUETTA, C. R. Métodos de determinação de biomassa florestal. In: SANQUETTA, C. R. et al. **As florestas e o carbono**. Curitiba: Universidade Federal de Paraná, 2002. p.119-140.

SILVA, R.R. Qualidade do solo em função de diferentes sistemas de manejo na região Campos das Vertentes, Bacia Alto Rio Grande-MG. **Dissertação** (Mestrado). Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG. 2001. 97p.

SOARES, C. P. B.; OLIVEIRA, M. L. R. Equações para estimar a quantidade de carbono na parte aérea de árvores de eucalipto em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**. 2002. 26(5): 533-539.

SOARES, A. da C. et al. Organização do Mercado Local de Carbono: Sistema Brasileiro de Controle de Carbono e Instrumentos Financeiros relacionados. 2015.

STECHEMESSER, K.; GUENTHER, E. Carbon accounting: a systematic literature review. Journal of Cleaner Production. V. 36. p. 17 - 38. 2012.

TE URU RAKAU, FORESTRY NEW ZEALAND, 2019. **Emissions returns**. Disponível em: <https://www.mpi.govt.nz/growing-and-harvesting/forestry/forestry-in-the-emissions-trading-scheme/emissions-returns/> Acesso em 11 de julho de 2019

UNFCCC/CCNUCC. AR-AM0014, 2011. CDM Executive Board. Approved afforestation and reforestation baseline and monitoring methodology. AR-AM0014 - Afforestation and reforestation of degraded mangrove habitats. Disponível em: <https://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/CKSXP498IACIQHXZPEVRJXQKZ3G5WQ>

VCS - VERIFIED CARBON STANDARD. **Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU) requirements: requirements document**. Disponível em: <https://verra.org/project/vcs-program/rules-and-requirements/>

VCS - VERIFIED CARBON STANDARD. **AFOLU Guidance**: Additional guidance for VCS Afforestation, Reforestation and Revegetation projects using CDM Afforestation/Reforestation Methodologies. 2011. Disponível em: https://verra.org/wp-content/uploads/2018/03/VCS-Guidance-CDM-AR-Methodology-for-VCS-Reveg-Project_0.pdf

VIEIRA, S. A.; ALVES, L. F.; AIDAR, M. P. M.; ARAÚJO, L. S.; BAKER, T.; BATISTA, J. L. F.; CAMPOS, M. C. R.; CAMARGO, P. B.; CHAVE, J.; DELITTI, W. B.; HIGUCHI, N.; HONÓRIO, E.; JOLY, C. A.; KELLER, M.; MARTINELLI, L. A.; DE MATTOS, E. A.; METZKER, T.; PHILLIPS, O.; SANTOS, F. A. M.; SHIMABUKURO, M. T.; SILVEIRA, M.; TRUMBORE, S. E. Estimation of biomass and carbon stocks: the case of the Atlantic Forest. **Biota Neotropica**, v. 8, n. 2, p. 0-0, Jun. 2008. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/bn/v8n2/a01v8n2.pdf> Acesso em 25 de março de 2019.

WATZLAWICK, L. F.; MIRANDA, G. M.; KOEHLER, H. S. Quantificação e valoração econômica de biomassa e carbono. **Atualidades Florestais e Ambientais**, Irati, 179 p, 2005.

WEST, T. A. P. Metodologia para projetos florestais de crédito de carbono envolvendo a conversão da exploração madeireira convencional para o manejo florestal com exploração de impacto reduzido. 2012. 209 p. **Dissertação** (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba - SP. 2012.

WORLD RESOURCES INSTITUTE (WRI) & FGV/ CENTRO DE ESTUDOS EM SUSTENTABILIDADE DA FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS (GVces). **Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol: Contabilização, Quantificação e Publicação de Inventários Corporativos de Emissões de Gases de Efeito Estufa**. 2010. Disponível em: https://s3-sa-east-1.amazonaws.com/arquivos.gvces.com.br/arquivos_ghg/152/especificacoes_pb_ghgprotocol.pdf

WORLD RESOURCES INSTITUTE (WRI). FLORENCE DAVIET, SUZIE GREENHALGH, EMILY WENINGER. **The Greenhouse Gas Protocol: The Land Use, Land-Use Change, and Forestry Guidance for GHG Project Accounting**. Outubro, 2006. Disponível em: <https://www.wri.org/publication/land-use-land-use-change-and-forestry-guidance-greenhouse-gas-project-accounting>

WORLD RESOURCES INSTITUTE (WRI). **GHG Protocol Agricultural Guidance**. Interpreting the Corporate Accounting and Reporting Standard for the agricultural sector. 2014. Disponível em: https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/GHG%20Protocol%20Agricultural%20Guidance%20%28April%2026%29_0.pdf