



NOTA TÉCNICA

Metodologias para gerar créditos de carbono na agropecuária



Introdução



Esta nota técnica tem como objetivo apresentar o estado atual do mercado voluntário de carbono, com foco na geração de créditos para o setor de agropecuária. De forma mais específica, espera-se aproveitar a experiência de metodologias internacionais que já são aplicadas para contribuir com o desenvolvimento do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE), instituído pela Lei no 182/2024.

Segundo o Banco Mundial, há 75 mecanismos de precificação de carbono em operação, incluindo sistemas de comércio de emissões e taxação de carbono, cobrindo aproximadamente 24% das emissões globais¹. Com abrangência multisetorial, tais mecanismos têm se mostrado importantes aliados em direção à descarbonização.

Apesar da dificuldade de mensurar os resultados e da complexidade de implementar um projeto, o papel da agropecuária no mercado de carbono é crescente. Nos últimos quatro anos, houve um crescimento no volume de transações de créditos de agropecuária, chegando a 4.7 MtCO₂ e em 2023.

A evolução do mercado de carbono internacional, no âmbito do Artigo 6 do Acordo de Paris, bem como um aumento no número de metas voluntárias de neutralidade climática, podem contribuir para a evolução dos mercados. Contudo, o potencial da agropecuária como um grande gerador de créditos depende também de outros fatores, como metodologias adequadas às particularidades nacionais e mecanismos robustos capazes de monitorar o progresso.

Nesse contexto, a presente nota técnica visa subsidiar a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) no entendimento das principais metodologias já adotadas para a agropecuária, como base para orientar potenciais ações no contexto do mercado regulado brasileiro, mercado internacional do Acordo de Paris, bem como mercado voluntário.

¹World Bank. Carbon pricing dashboard. Disponível em: <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/>.



1.

Mercado voluntário de carbono e a integridade ambiental



Criados como um incentivo para reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE), os mercados de carbono consistem em um mecanismo de precificação por meio do qual são gerados e comercializados créditos de carbono como forma de compensar emissões, o que é denominado, no jargão do mercado, *offset*.

No mercado voluntário, os projetos são gerados seguindo as metodologias das certificadoras e passando por auditorias externas. Nele, os créditos são adquiridos por atores que não possuem metas obrigatórias de redução, mas que gostariam de compensar suas emissões. Ao contrário dos mercados regulados, os mercados voluntários são mais abrangentes, não estando limitados a uma região e/ou setor específico.

A experiência adquirida nos mercados de carbono, especialmente sob o Protocolo de Kyoto, consolidou princípios fundamentais que devem nortear as metodologias para assegurar a integridade ambiental na geração de créditos de carbono.

A mitigação do risco de não permanência é crucial para garantir que os créditos de carbono refletem reduções ou remoções permanentes de emissões, fortalecendo a ação climática. Para prevenir a reversão dessas emissões, os padrões de certificação exigem uma análise do risco de não permanência. Como medida adicional de mitigação, os projetos mantêm *buffer pools* de créditos de carbono, dos quais uma porcentagem é reservada e está indisponível para negociações em mercados voluntários de carbono, funcionando como uma forma de seguro contra perdas futuras.

A dupla contagem é uma preocupação significativa, pois pode minar os esforços de redução de emissões. Um crédito de carbono deve estar associado à redução ou remoção de 1 tCO₂e ou sua remoção da atmosfera, não podendo ser adquirido por duas empresas diferentes. Para evitar a dupla contagem, são necessárias estruturas robustas de rastreamento e governança.

A adicionalidade também deve ser comprovada para assegurar a integridade ambiental. Trata-se da demonstração de que a atividade que gerou o resultado de mitigação não ocorreria sem o projeto em questão. Exigências legais, como a preservação ambiental obrigatória, não geram adicionalidade, princípio extremamente relevante no debate metodológico e que tem sido amplamente aprimorado.

Outros aspectos como titulação de terras, conflitos territoriais e salvaguardas sociais, como o consentimento livre, prévio e informado de povos indígenas e comunidades locais, precisam ser rigorosamente controlados para garantir a legitimidade do projeto.

Além disso, muitos projetos possuem cobenefícios além da mitigação das emissões ou da captura de GEE, que contribuem para a geração de créditos de alta qualidade. Eles incluem a proteção da biodiversidade, impactos positivos nas comunidades envolvidas, alinhamento com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), entre outros. Nesse contexto, o impacto de um projeto não está limitado à ação climática, sendo fundamental o reconhecimento dos cobenefícios associados.



2.

Metodologias para créditos de carbono na agropecuária



Um número crescente de metodologias está sendo desenvolvido para diferentes tipos de projeto de carbono no setor agropecuário. A seguir, serão analisadas as metodologias das principais certificadoras, embora nem todas sejam aplicáveis no Brasil.

2.1 Verra

A Verra administra o **Verified Carbon Standard** (VCS), principal programa global para a geração de créditos de carbono, amplamente utilizado no setor agrícola. Reconhecida internacionalmente, a certificadora se destaca em atividades de manejo de terras agrícolas, permitindo a certificação de uma ampla gama de práticas, como manejo agrícola aprimorado, pastoreio aprimorado, uso de biochar e agrofloresta.

2.1.1. VM0032 – Metodologia para a adoção de pastagens sustentáveis por meio do ajuste do fogo e do pastoreio²

Aprovada em 2015, a metodologia VM0032 quantifica as reduções e remoções de emissões de GEE de atividades que introduzem o ajuste sustentável de densidade de animais em pastagem e a frequência de queimadas controladas em uma paisagem de pastagem não cultivada. Atualmente, há sete projetos em desenvolvimento utilizando a metodologia VM0032, enquanto outros três estão em fase de validação.

As atividades elegíveis incluem: manipulação do número e tipo de animais em pastagem; alteração do agrupamento, tempo e estação de pastagem (e.g., pastagem contínua sem restrições, pastoreio rotacional planejado, pastoreio em rebanho agrupado ou outras formas de restringir o acesso dos animais ao pasto); e alteração da frequência e/ou intensidade de queimas (e.g., alteração de queima tardia para queima antecipada e mudança na programação de queimas prescritas).

2.1.2. VM0041 – Metodologia para a redução das emissões de metano entérico de ruminantes por meio do uso de ingredientes de ração³

A metodologia VM0041 fornece procedimentos para estimular a redução das emissões de metano entérico geradas pela inibição da metanogênese por meio da introdução de um ingrediente alimentar na dieta de ruminantes. Atualmente, há seis projetos em desenvolvimento sob a metodologia VM0041 e outros cinco em fase de validação.

2.1.3. VM005 – Metodologia para a melhoria do manejo de terras agrícolas⁴

A metodologia VM005 quantifica a redução das emissões de GEE e as remoções de carbono orgânico do solo (SOC, na sigla em inglês) resultantes da adoção de práticas aprimoradas de manejo de terras agrícolas. Ela é compatível com a agricultura regenerativa e tem foco no aumento do armazenamento de carbono orgânico no solo.

² Verra. VM0032 Methodology for the Adoption of Sustainable Grasslands through Adjustment of Fire and Grazing. Disponível em: <https://verra.org/methodologies/vm0032-methodology-for-the-adoption-of-sustainable-grasslands-through-adjustment-of-fire-and-grazing-v1-0/>

³ Verra. VM0041 Methodology for the Reduction of Enteric Methane Emissions from Ruminants through the Use of Feed Ingredients. Disponível em: <https://verra.org/methodologies/revision-to-vm0041-methodology-for-the-reduction-of-enteric-methane-emissions-from-ruminants-through-the-use-of-100-natural-feed-supplement-v1/>

⁴ Verra. VM005 Improved Agricultural Land Management. Disponível em: <https://verra.org/methodologies/VM005-improved-agricultural-land-management-v2-1/>



Lançada em 2020 e introduzida em 2023, a Verra propôs novas revisões em agosto de 2024, realizando webinars de consulta pública para receber sugestões, o que levou à publicação de uma versão revisada em setembro. Atualmente, há 46 projetos em desenvolvimento utilizando a metodologia, enquanto outros 76 aguardam validação.

Com aplicação global, a VM005 abrange uma ampla gama de atividades que aumentam o armazenamento de SOC e/ou diminuem as emissões líquidas de CO₂, CH₄ e N₂O, sendo aplicável nas seguintes condições:

- i. Mudança nas práticas de manejo de terras agrícolas: introdução ou implementação de novas práticas que melhorem o manejo de fertilizantes e o manejo da água, reduzam o cultivo intensivo, melhorem a gestão de resíduos, melhorem o plantio e a colheita de culturas e/ou melhorem práticas de pastoreio;
- ii. Ajustes quantitativos significativos: introdução ou implementação de ajustes quantitativos (e.g., redução na taxa de aplicação de fertilizantes) que excedam 5% do valor pré-existente, com base no período histórico desenvolvido para a linha de base; e
- iii. Uso da terra: as atividades são implementadas em terras classificadas como terras agrícolas ou pastagens no início do projeto e devem manter essa classificação durante toda a sua duração. Exceções são permitidas nos casos de introdução de pastagens temporárias em terras agrícolas, desde que seja demonstrado, antes do início do projeto, que essa integração de forragens faz parte de um sistema integrado de longo prazo, ou no caso de recuperação de áreas degradadas.

A metodologia não será aplicável se:

- (i) tiver havido desmatamento de ecossistemas nativos nos 10 anos anteriores ao início do projeto;
- (ii) houver redução da produtividade superior a 5%, conforme demonstrado por estudos sobre a atividade na região ou em regiões comparáveis;
- (iii) a atividade envolve a aplicação de biochar sem descontar o carbono orgânico do biochar aplicado; e
- (iv) as atividades ocorrerem em áreas úmidas, exceto para cultivos sujeitos a inundações artificiais que não impactem a hidrologia de áreas úmidas próximas.

Entre as práticas aceitas estão: cultivo reduzido e melhorias na aplicação de fertilizantes, gerenciamento hídrico e de resíduos, práticas de plantio e colheitas de culturas comerciais e de cobertura e práticas de pastoreio.

Limites do projeto

A extensão espacial do projeto abrange todas as áreas que implementarão as práticas agrícolas propostas, incluindo os seguintes reservatórios de carbono:

- (i) biomassa lenhosa acima do solo⁵;
- (ii) biomassa lenhosa abaixo do solo⁶; e
- (iii) SOC.

⁵ Deve ser incluída quando as atividades do projeto resultarem numa redução significativa em comparação com a linha de base. Caso contrário, é opcional.

⁶ Inclusão opcional caso as atividades do projeto aumentem significativamente esse reservatório.



As fontes de emissões a serem incluídas são: CH₄ da fermentação entérica; CH₄ e N₂O da deposição e do manejo de esterco; N₂O do uso de fertilizantes nitrogenados e de espécies fixadoras de nitrogênio. Emissões de CO₂ de combustíveis fósseis e calagem, CH₄ da metanogênese do solo, N₂Oe CH₄ de queima de biomassa e CO₂ de biomassa lenhosa devem ser incluídas se as atividades do projeto aumentarem as emissões em mais de 5%, podendo também ser consideradas em caso de redução.

Quantificação das reduções estimadas de emissões de GEE e remoções de CO₂

A metodologia adota uma abordagem flexível para quantificar as reduções e remoções resultantes da adoção das melhores práticas de manejo agrícola em relação ao cenário de linha de base. As emissões são expressas em termos de fluxo de CH₄, N₂O e CO₂, medidos em toneladas de carbono equivalente (tCO₂eq) por unidade de área.

Ela propõe as seguintes abordagens para quantificação:

- i. Medir e modelar: uso de um modelo aceito para estimar o fluxo de GEE relacionados a mudanças no SOC, metanogênese do solo e uso de fertilizantes nitrogenados. Tudo isso exige medições periódicas de SOC;
- ii. Medir e remedir: medição direta das mudanças no estoque de SOC nos casos em que os modelos não estão disponíveis ou não foram validados; e
- iii. Fatores padrão: aplicação de fatores de emissão padrão para emissões de CO₂, CH₄ e N₂O de fontes como a fermentação entérica, a combustão de combustíveis fósseis e a queima de biomassa.

Linha de base

O cenário de linha de base assume a continuação das práticas de manejo de terras agrícolas existentes, com um histórico mínimo de três anos para estabelecer as atividades pré-projeto. As mudanças no SOC e as emissões de GEE são modeladas ou medidas diretamente em relação a essa linha de base.

Adicionalidade

A adicionalidade é comprovada ao mostrar que as práticas de manejo agrícola não são comuns, seja pela introdução de uma nova prática, seja pela interrupção ou ajuste de uma prática pré-existente. Os proponentes de projetos deverão:

- i. Demonstrar excedente regulatório;
- ii. Identificar barreiras institucionais que impediriam a implementação de mudanças nas práticas de manejo de terras agrícolas existentes; e
- iii. Demonstrar que a adoção do conjunto de atividades propostas no projeto não é uma prática comum na região, onde práticas comuns são definidas como tendo uma adoção superior a 20%.⁷

⁷ Para projetos com múltiplas atividades, a média ponderada deve ser inferior a 20%. Caso uma atividade tenha adoção superior a 20%, ela pode ser compensada com outras atividades menos adotadas, de forma que a média ponderada fique sempre abaixo desse limite.



As evidências devem vir de fontes públicas, como censos agrícolas, literatura científica, dados de pesquisa independentes ou relatórios de associações da indústria. A área do projeto deve ser estratificada a nível estadual/provincial ou, se necessário, pode-se usar dados subnacionais, nacionais ou regionais com justificativa. Se as evidências forem insuficientes, pode-se obter uma declaração assinada de um especialista local qualificado para estimar a taxa de adoção das atividades do projeto.

Vazamento de emissões

O vazamento deve ser calculado e monitorado em cada verificação, sendo as emissões vazadas deduzidas dos créditos elegíveis para emissão de unidades de carbono verificadas (VCUs, na sigla em inglês). O número de créditos de GEE emitidos considera as reduções ou remoções de emissões, subtraindo-se os créditos de **buffer**, calculados com base no risco de não permanência.

Os projetos de melhoria de manejo agrícola podem resultar em vazamentos devido a aplicação de aditivos orgânicos externos, queda na produtividade, deslocamento de gado para fora da área do projeto e/ou desvio de resíduos de biomassa que foram usados para bioenergia no cenário de linha de base. Se o aumento das emissões de GEE resultante do vazamento for inferior a 5% do total líquido de reduções e remoções do projeto, essas fontes podem ser ignoradas.

A VM005 fornece as seguintes orientações sobre como contabilizar o vazamento em tais hipóteses:

i. Nova aplicação de aditivos orgânicos fora da área do projeto:

Deve-se aplicar uma dedução da parte de carbono do esterco, composto ou biossólido que permanece na área do projeto sem se degradar e que, de outra forma, teria sido aplicado em terras agrícolas fora dessa área.

Essa dedução não deverá ser aplicada se:

- (i) o esterco ou composto aplicado é produzido no local a partir de fazendas na área do projeto;
- (ii) o esterco é desviado de uma lagoa, tanque ou fossa anaeróbica não controlada, da qual não há recuperação de metano para geração de energia; e
- (iii) o esterco, o composto ou o biossólido é documentado como não tendo sido usado como aditivo de solo.

ii. Deslocamento de gado:

Para evitar a atribuição de reduções resultantes do deslocamento de gado, o número de animais no projeto deve ser igual ou superior ao do período histórico de referência. Caso ocorra deslocamento de gado, as emissões de CH_4 e N_2O associadas devem ser contabilizadas no cenário do projeto para considerar o potencial vazamento.



iii. Queda na produtividade:

Apesar do vazamento ser provavelmente negligenciável, devem ser seguidos os seguintes passos a cada 10 anos, de modo a garantir que ele não ocorra:

Passo 1: demonstrar que a produtividade de cada produto agrícola não caiu mais de 5% comparando a produtividade média durante o projeto com a linha de base, excluindo anos com eventos climáticos extremos;

Passo 2: avaliar se a queda superior a 5% foi temporária, seguindo o cálculo do passo 1, excluindo os primeiros três anos do projeto; e

Passo 3: se a queda de produtividade persistir, deve-se analisar se ela está associada a combinações específicas de fatores, como mudança de prática, tipo de cultura ou zona climática. Caso a queda seja atribuída a uma combinação específica, esta tornar-se-á inelegível para futuras atribuições de créditos.

iv. Desvio de resíduos de biomassa usados para aplicações energéticas no cenário de linha de base:

As emissões de vazamento devem ser determinadas seguindo o procedimento da Ferramenta 16 do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL): Emissões do projeto e de vazamento a partir de biomassa⁸.

Risco de não permanência

A AFOLU Non-Permanence Risk Tool (NPRT)⁹ fornece procedimentos para a análise do risco de não permanência para projetos de AFOLU e o cálculo das contribuições para a **buffer pool**¹⁰. Vale mencionar que atividades que resultam em reduções de emissões de CO₂, CH₄ e N₂O não estão sujeitas ao **buffer**, pois não apresentam risco de reversão, ao contrário das remoções de GEE. Em caso de reversões, os créditos de **buffer** serão cancelados para compensar o carbono perdido, sem exigir a devolução dos VCUs, que são permanentes.

A análise de risco é realizada com base em três categorias – riscos internos, externos e naturais –, que são subdivididos em fatores como gestão do projeto, viabilidade financeira e engajamento com partes interessadas. Cada fator é avaliado e recebe uma pontuação de risco, conforme as fórmulas de cálculo estabelecidas.

A avaliação considera diversos aspectos, como adequação das espécies plantadas às zonas agroecológicas, proteção contra desmatamento ilegal, plano de gestão adaptativa, garantia de financiamento para implementação do projeto, além dos direitos de propriedade e uso. Disputas de posses, frequência e magnitude de riscos naturais, impactos projetados das mudanças climáticas futuras e da elevação do nível do mar também devem ser levados em conta.

⁸ A íntegra da metodologia está disponível em: https://cdm.unfccc.int/methodologies/PAmethodologies/tools/am-tool-16-v2.pdf/history_view.

⁹ Verra. Non-Permanence Risk Tool for Agriculture, Forestry, and Other Land Use (AFOLU) Projects. Disponível em: <https://verra.org/verra-releases-update-d-afolu-non-permanence-risk-tool/>.

¹⁰ Para mitigar riscos, os projetos de carbono possuem buffer pools de créditos de carbono, ou seja, uma porcentagem dos créditos é reservada e não está disponível para negociação em mercados voluntários de carbono, funcionando como uma forma de seguro.



Caso o proponente do projeto comprove que as atividades de mitigação estão sendo ou serão aplicadas, a pontuação de risco pode ser reduzida. Projetos com classificação de risco “falha” em qualquer fator não serão elegíveis para crédito até que o risco seja adequadamente mitigado. Se os riscos forem relevantes apenas para parte da área do projeto, esta será dividida em subáreas para análise de risco. Por fim, tal avaliação realizada pelo proponente será verificada pelo órgão de validação para apoiar a classificação final.

Dupla contagem¹¹

É vedada a solicitação de crédito de carbono para a mesma redução de emissões de GEE ou remoção de CO₂ no VCS e em outro programa de geração de créditos. Caso os proponentes tenham solicitado ou recebido créditos em dois programas distintos, é necessário submeter à Verra informações detalhadas sobre o outro programa, como contato do administrador, detalhes da participação e dos períodos de vigência e números de série.

Também é preciso comprovar que as reduções e remoções não foram e não serão contabilizadas, creditadas ou utilizadas no outro programa, ou apresentar prova de cancelamento dos créditos.

Projetos registrados previamente em outro programa de GEE podem se registrar no VCS, mas a emissão de VCUs só será permitida após a confirmação da inatividade no programa anterior. Para projetos AFOLU, o relatório de monitoramento do VCS deve incluir o total de créditos emitidos no outro programa, e um relatório de risco de não permanência do projeto deve ser submetido a validação do VCS. Em caso de perda ou reversão, aplicam-se as regras de reporte e cancelamento.

Por fim, para atividades de redução e remoção de emissões incluídas em um sistema de comércio de emissões ou limite obrigatório, é necessário comprovar a ausência de dupla contagem ou creditação, com detalhes de participação, escopo e quantificação das reduções, além de uma carta assinada pelo administrador do programa ou pelas autoridades responsáveis, garantindo que não há sobreposição com créditos já emitidos ou, se houver, que estes foram devidamente cancelados.

Reavaliação dos dados

Os estoques de SOC devem ser reavaliados a cada cinco anos com o objetivo de verificar o erro de precisão ou recalibrar o modelo. Antes da reavaliação, o erro do modelo é baseado em publicações **peer-reviewed** e em conjuntos de dados disponíveis. Embora não seja necessário, esse conjunto pode ser usado para recalibrar os parâmetros do modelo, melhorando a sua precisão.

Os proponentes devem seguir os procedimentos de validação, submeter um relatório de validação do modelo atualizado e recalcular as deduções de incerteza. As VCUs emitidas anteriormente permanecerão inalteradas.

¹¹ Verra. VCS Program. Disponível em: <https://verra.org/verra-releases-version-4-5-of-the-vcs-standard/>.



Cobenefícios

A Verra oferece padrões opcionais, como o *Climate, Community & Biodiversity Standards* (CCBS)¹² e o *Sustainable Development Verified Impact Standard* (SD VISta)¹³, para projetos que desejam gerar cobenefícios alinhados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Embora o cumprimento dessas diretrizes não seja obrigatório, projetos que optam por segui-las podem ser certificados como geradores de cobenefícios, agregando valor aos créditos gerados no VCS.

Atividades elegíveis

A metodologia VM005 estabelece uma lista não exaustiva das práticas aceitas a fim de aumentar os estoques de SOC e/ou reduzir as emissões de GEE em diversos sistemas de cultivo e pecuária. São elas:

a. Melhorar a aplicação de fertilizantes (orgânicos ou inorgânicos):

- Otimização na aplicação de fertilizantes;
- Aplicação de fertilizantes orgânicos (e.g., composto, esterco); e
- Aplicação de fertilizantes nitrogenados de eficiência aprimorada (e.g., inibidores de urease/nitrificação, fertilizantes de liberação controlada).

b. Melhorar a gestão da água/irrigação:

- Alteração da irrigação (e.g., irrigação de precisão);
- Umedecimento e secagem alternados em sistemas de arroz; e
- Gestão do nível de águas subterrâneas (e.g., ajuste dos níveis de água subterrânea para reduzir a oxidação da turfa).

c. Reduzir o preparo do solo e melhorar o manejo de resíduos:

- Preparo reduzido do solo/agricultura conservacionista;
- Preparo do solo em faixas/cultivo de cobertura;
- Plantio direto;
- Retenção dos resíduos da colheita; e
- Evitar a queima de resíduos.

d. Melhorar a plantação de cultivos e a colheita:

- Rotação de culturas comerciais;
- Cultura comercial contínua com planta de cobertura;
- Cultura comercial rotacional com planta de cobertura;

¹² Verra. Carbon, Community and Biodiversity Standards (CCBS). Disponível em: <https://verra.org/programs/ccbs/>

¹³ Verra. Sustainable Development Verified Impact Standard (SD VISta). Disponível em: <https://verra.org/programs/sd-verified-impact-standard/sd-program-details/>.



- Dupla colheita;
- Sucessão de culturas;
- Consorciação de planta de cobertura com cultura comercial na mesma safra;
- Incorporação de inoculantes microbianos ou outros probióticos para o solo; e
- Agrofloresta.

e. Melhorar a gestão de pastagens:

- Pastejo rotacionado;
- Pastoreio adaptativo em vários piquetes (pastoreio rotativo, com ajustes no número de animais de acordo com a disponibilidade de forragem);
- Pastejo múltiplo ou misto;
- Pastejo de plantas de cobertura e resíduos agrícolas após a colheita;
- Sistema silvipastoril; e
- Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF).

Para demonstrar elegibilidade e adicionalidade, o proponente deve comprovar que a prática proposta representa uma melhoria em relação à prática anterior na região do projeto.

Demonstração da degradação das terras do projeto no cenário de linha de base

Como forma de incentivar a restauração de terras agrícolas e pastagens degradadas, a metodologia permite uma única conversão entre esses usos, desde que o proponente demonstre:

- i. Degradação atual e futura no cenário de linha de base, utilizando a ferramenta do MDL para identificar terras degradadas¹⁴; e
- ii. Melhorias esperadas na saúde do solo e nos resultados socioambientais resultantes da implementação do projeto, com base em indicadores de degradação, análise de especialistas e estudos internacionais.

2.1.4 VM0044 – Metodologia para a utilização de biochar em aplicações no solo e fora dele¹⁵

Com aplicação global, a metodologia VM0044 quantifica as remoções de dióxido de carbono resultantes da conversão de biomassa residual em biochar em novas instalações de produção de biochar. As aplicações elegíveis incluem plantações e pastagens e produtos emergentes, como concreto e materiais de construção enriquecidos com biochar.

2.2. Gold Standard

O Gold Standard é um programa independente de certificação de projetos de carbono, amplamente reconhecido pelo seu rigor técnico para soluções focadas em descarbonização e impac-

¹⁴ A ferramenta está disponível em: https://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/tools/ar-am-tool-13-v1.pdf/history_view.

¹⁵ Verra: VM0044 Methodology for Biochar Utilization in Soil and Non-Soil Applications. Disponível em: <https://verra.org/methodologies/vm0044-methodology-for-biochar-utilization-in-soil-and-non-soil-applications/>.



tos socioambientais. Com metodologias em diversas áreas, o programa garante a integridade ambiental de projetos destinados a combater as mudanças climáticas e promover o desenvolvimento sustentável.

2.2.1. Soil Organic Carbon Framework¹⁶

Lançada em 2020, a metodologia *Soil Organic Carbon Framework* funciona como um “guarda-chuva”, estabelecendo requisitos e orientações para assegurar a qualidade das atividades de carbono orgânico no solo conduzidas por desenvolvedores de projetos. Junto ao framework, a Gold Standard oferece módulos específicos de atividades, permitindo uma ampla aplicabilidade, desde práticas de uso da terra de pequena escala e baixa tecnologia até a gestão de terras de grande escala e altamente industrializadas.

No momento, há 16 projetos agrícolas registrados no Gold Standard.

A metodologia estabelece requisitos para quantificar as mudanças nas emissões de GEE e nos estoques de SOC por meio da adoção de práticas agrícolas aprimoradas. O limite espacial abrange os impactos das atividades, como redução nas emissões e sequestro de carbono, que estão sob o controle do proprietário do projeto. O período de crédito dos projetos varia entre cinco e 20 anos, conforme definido nos módulos de atividade.

Nos projetos de SOC, o principal gás monitorado é o CO₂, podendo incluir o CH₄ e o N₂O, conforme o módulo de atividade. Todos os sumidouros e fontes de GEE impactados devem ser monitorados, com possíveis exclusões para impactos de mensurabilidade limitada, desde que conservadoras, e para emissões insignificantes.¹⁷

Emissões adicionais significativas de GEE devido às atividades do projeto devem ser contabilizadas, incluindo as emissões do aumento da aplicação de fertilizantes e da combustão de combustíveis fósseis. Além disso, as emissões adicionais de agroquímicos devem ser contabilizadas caso haja aumento no uso de pesticidas ou fertilizantes não nitrogenados.

Quantificação das reduções de emissões de GEE e remoções de carbono

Adota-se uma abordagem flexível para quantificação das melhorias de SOC nos cenários de linha de base e de projeto, permitindo as seguintes formas de medição:

- i. Realização de medições no local para documentar diretamente os estoques de SOC nos cenários de linha de base e de projeto;
- ii. Utilizações de abordagens de cálculo, conjuntos de dados, parâmetros e/ou modelos de publicações peer-reviewed para estimar os estoques de SOC nos cenários de linha de base e de projeto¹⁸; e

¹⁶ Gold Standard. Soil Organic Carbon Framework Methodology. Disponível em: <https://globalgoals.goldstandard.org/402-luf-agr-fm-soil-organic-carbon-framework-methodology/>.

¹⁷ Para a Gold Standard, emissões insignificantes representam menos de 5% do total de redução de emissões e sequestro de carbono.

¹⁸ Os responsáveis pelo projeto precisam comprovar que os resultados da pesquisa são conservadores e aplicáveis ao local e à prática de manejo do projeto.



iii. Adoção de fatores padrão para quantificar as mudanças de SOC, conforme a metodologia geral descrita nas Diretrizes do IPCC para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa¹⁹, utilizando a abordagem de escopo 2, sempre que possível.

Linha de base

O cenário de linha de base é a continuação das práticas de manejo da terra adotadas nos últimos cinco anos antes do início do projeto.

Para determinar a linha de base da área elegível do projeto, a terra deve ser estratificada em unidades de modelagem de acordo com os seguintes critérios:

Tipo de solo;

- i. Zona climática;
- ii. Níveis de insumo (e.g., fertilização); e
- iv. Outros critérios estabelecidos pelos módulos de atividade, podendo incluir práticas de cultivo, propriedades do solo (e.g., saúde do solo), hidrologia e risco de perda de carbono (e.g., risco de incêndio).

As medições de SOC devem ser feitas para cada módulo conforme um dos critérios de quantificação aceitos.

Adicionalidade

O Gold Standard permite que a adicionalidade seja comprovada de três formas:

- (i) uso de ferramentas do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL);
- (ii) cumprimento de critérios específicos da Lista Positiva; e
- (iii) avaliação da penetração da atividade.

Para comprovação via MDL, são aceitas as seguintes diretrizes: *Guidelines for the establishment of sector-specific standardized baselines*²⁰; *Combined tool to identify the baseline scenario and demonstrate additionality*²¹; *Guideline on the assessment of investment analysis*²²; e *Guidelines for objective demonstration and assessment of barriers*²³.

Na Lista Positiva, os critérios obrigatórios incluem localização em regiões de baixo desenvolvimento humano e ausência de exigência legal para as atividades. Pelo menos um dos seguintes requisitos também deve ser atendido: áreas com precipitação anual inferior a 600 mm; projetos com mínimo de cinco espécies nativas em sistemas agroflorestais; projetos de pequenos agricultores com redução de até 60.000 tCO₂e; e localização em pequenos estados insulares ou países com IDH abaixo de 0,5.

Por fim, o método de penetração da atividade verifica se as práticas do projeto são amplamente adotadas na região, sendo aplicável a projetos agrícolas específicos²⁴. A adicionalidade será

²⁰ UNFCCC CDM. *Guidelines for the establishment of sector specific standardized baselines*. Disponível em: https://cdm.unfccc.int/Reference/Guidclarif/meth/meth_guid42.pdf.

²¹ UNFCCC CDM. *Combined tool to identify the baseline scenario and demonstrate additionality*. Disponível em: https://cdm.unfccc.int/methodologies/PAmethodologies/tools/am-tool-02-v2.2.pdf/history_view.

²² UNFCCC CDM. *Guideline on the assessment of investment analysis*. Disponível em: https://cdm.unfccc.int/Reference/Guidclarif/reg/reg_guid03.pdf.

²³ UNFCCC CDM. *Guidelines for objective demonstration and assessment of barriers*. Disponível em: https://cdm.unfccc.int/EB/050/eb50_repan13.pdf.

²⁴ Projetos que apliquem o GHG Emissions Reduction & Sequestration Product Requirements e resultem em reduções anuais de GEE menores que 60.000 tCO₂e.



confirmada se menos de 5% dos agricultores locais adotarem as práticas do projeto, indicando inovação ou baixa disseminação das mesmas.

Vazamento de emissões

A metodologia prevê que o vazamento de emissões pode ocorrer quando a produção agrícola é transferida para outras terras para compensar a redução de rendimentos ou devido ao aumento do escoamento de carbono. Por isso, projetos em zonas úmidas, onde o escoamento de carbono é um risco, não são permitidos.

Quanto aos rendimentos, os projetos visam manter ou aumentar o nível de produtividade, minimizando o risco de vazamento. No entanto, se houver uma redução nos rendimentos, assume-se que a produção será compensada em terras fora da área do projeto. As emissões resultantes dessa mudança devem ser contabilizadas como vazamento, a menos que o proprietário do projeto prove que a redução foi causada por fatores externos, como uma queda regional de produtividade devido ao clima.

Risco de não permanência

O Gold Standard exige que todos os projetos de soluções baseadas na natureza (uso da terra, agricultura e silvicultura) que resultem em sequestro de carbono contribuam com 20% dos créditos gerados para o *Gold Standard Compliance Buffer* como forma de mitigação dos riscos de reversão e não permanência.

Dupla contagem²⁵

Para mitigar o risco de dupla contagem, o Gold Standard adota diversas medidas para evitar a dupla emissão, o duplo uso e a dupla reivindicação de unidades de redução ou remoção de emissões.

Projetos não podem estar registrados em outro programa voluntário ou de conformidade, salvo autorização expressa. Quando a certificação dupla é permitida, o projeto deve reivindicar as reduções ou remoções de uma determinada safra apenas uma vez e em um único programa.

Para evitar o duplo uso, o proprietário do projeto deve garantir a propriedade legal de todos os produtos gerados, incluindo as Reduções de Emissões Verificadas pelo Gold Standard (GS VERs, na sigla em inglês). Caso ocorra transferência da propriedade, é necessária a comprovação transparente e documentada da titularidade, com consentimento livre, prévio e informado e suporte documental.

Além disso, ao aposentar unidades no Gold Standard Impact Registry, o titular renuncia permanentemente aos direitos sobre essas unidades, impedindo o uso por terceiros. O descumprimento dessas regras pode resultar em suspensão ou exclusão do registro.

²⁵ Gold Standard. GHG Emissions Reductions & Sequestration Requirements. Disponível em: <https://globalgoals.goldstandard.org/501-pr-ghg-emissions-reductions-sequestration/>.



Quando houver risco de dupla reivindicação com políticas nacionais, o desenvolvedor do projeto deve fornecer evidências de que não haverá dupla contagem. Essas provas podem incluir:

- (i) o escopo das reduções ou remoções de GEE não é contabilizado no sistema nacional;
- (ii) a participação no esquema é voluntária, sem captura automática das reduções de emissões no inventário nacional;
- (iii) não contabilização das reduções voluntárias pelo regulador do país anfitrião. Se isso não for possível, será necessário cancelar as unidades em questão.

O processo de certificação inclui notificações à Autoridade Nacional Designada e uma avaliação inicial do risco de dupla contagem realizado pelo Gold Standard. No caso de compromissos voluntários, as empresas devem ajustar seus inventários para refletir as transferências de GS VERs e garantir que as mesmas unidades não sejam reportadas. O desenvolvedor do projeto deve monitorar possíveis casos de dupla contagem e informar o Gold Standard, quando necessário.

Cobenefícios

Os projetos devem atender aos critérios do Gold Standard e promover segurança climática e desenvolvimento sustentável, alinhando-se aos ODS. O desenvolvedor deve comprovar sua contribuição ao ODS 13 (Ação contra a Mudança Global do Clima), por meio da prevenção de emissões e do sequestro de carbono no solo, além de contribuir para pelo menos dois outros ODS.

Monitoramento

Em cada verificação de desempenho, o proponente deve submeter um plano de monitoramento com descrição do projeto, implementação, sistema de monitoramento, cálculo de impactos dos ODS, salvaguardas e contribuições de **stakeholders**. Também é necessário um relatório anual que resuma atividades, feedbacks, incidentes, atualizações do projeto e dados monitorados.

É necessário manter evidências de que as condições metodológicas são atendidas, arquivar dados de monitoramento por até dois anos após o período de crédito e garantir que os equipamentos de medição sejam certificados e calibrados.

Durante a validação, o proprietário do projeto deve confirmar a aplicabilidade de parâmetros e modelos usados, incluindo amostragens de solo para verificar tipo e profundidade, composição inorgânica, matéria orgânica e histórico de manejo. As amostras devem ser representativas, e a auditoria inicial deve avaliar a adequação dessa coleta para verificar a precisão das abordagens selecionadas. As informações da linha de base devem incluir identificador único, proprietário, localização e uma declaração de propriedade das reduções de emissões para todas as áreas do projeto.



2.2.2. Soil Organic Carbon Activity Module for Zero Tillage²⁶

O módulo de atividade *Soil Organic Carbon for Zero Tillage*, aplicável globalmente, tem como foco a prática de plantio direto, contabilizando apenas os benefícios no estoque de SOC.

A quantificação dos resultados permite somente duas abordagens: a Abordagem 1, que exige medições locais para documentar os níveis de SOC antes e após o projeto; e a Abordagem 2, que utiliza conjuntos de dados, parâmetros e modelos específicos do projeto para quantificar os níveis de estoque de SOC, tanto da linha de base quanto do projeto, incluindo medições de verificação.

Este módulo é restrito a áreas que não tenham adotado o plantio direto por mais de um ciclo de rotação completo antes do início do projeto. Em monoculturas, não são permitidos mais de dois anos consecutivos de plantio direto, e é exigido que tenha ocorrido uma aração dois anos antes do início do projeto. Solos orgânicos (histossolos) são inelegíveis, pois o plantio direto não contribui para o aumento do carbono neles, sendo permitido apenas para solos minerais.

As práticas do projeto não devem reduzir a produtividade agrícola. Assim, o módulo exige monitoramento da produtividade durante o período de crédito. Reduções acima de 5% na média de cinco anos devem ser tratadas como vazamento, exceto nos três primeiros anos, para ajustes.

Não são permitidas reversões para práticas convencionais nas áreas do projeto e o aumento de insumos de carbono orgânico não deve exceder 5% da média da linha de base, salvo se cumulado a outra metodologia do Gold Standard que adote a mesma abordagem de quantificação.

Qualquer mudança agrícola adicional que impacte o SOC deve seguir a mesma abordagem de quantificação para evitar dupla contagem de benefícios. O uso de herbicidas deve ser limitado, sem aumento superior a 5% em relação ao período de linha de base.

A quantificação de SOC no cenário do projeto deve abranger todas as mudanças em práticas agrícolas, incluindo manejo de culturas, fertilização e uso de agroquímicos, e considerar interações de novas atividades, como culturas de cobertura ou insumos orgânicos, para uma contabilização abrangente e precisa.

2.2.3. Soil Organic Carbon Activity Module for Enhancing Carbon Stocks in Managed Pasture²⁷

Aplicável somente na União Europeia, o *Soil Organic Carbon Activity Module for Enhancing Carbon Stocks in Managed Pasture* visa ao manejo aprimorado de pastagens, com foco em definir, monitorar e relatar essas práticas. As atividades elegíveis incluem:

- i. Corte e colheita da grama em uma altura maior ao cenário de linha de base;
- ii. Semeadura e cultivo de espécies de pastagem mais diversas;
- iii. Semeadura e cultivo de espécies com raízes mais profundas;

²⁶ Gold Standard. Soil Organic Carbon Activity Module for Zero Tillage. Disponível em: <https://globalgoals.goldstandard.org/402-4-luf-agr-am-soc-module-zero-tillage/>.

²⁷ Gold Standard. Soil Organic Carbon Activity Module for Enhancing Carbon Stocks in a Managed Pasture. Disponível em: <https://globalgoals.goldstandard.org/402-5-luf-agr-am-soc-module-managed-pastures/>.



- iv. Práticas de manejo aprimorado de pastagem que aumentem o SOC;
- v. Práticas de preparo do solo que mantenham ou reduzam a intervenção em comparação ao cenário de linha de base; e
- vi. Campos irrigados ou dependentes da chuva.

Para quantificação, o módulo permite apenas a medição local, conforme a Abordagem 1 do *Gold Standard*. A implementação do projeto não deve resultar em desmatamento ou uso de terras nativas e se concentra exclusivamente no aumento de SOC. A introdução de matéria orgânica é permitida, desde que as emissões sejam contabilizadas e não haja vazamento.

O projeto deve adotar práticas de irrigação sustentável e seguir as orientações locais para manejo de pastagens. Devido ao lento acúmulo de SOC, o período de crédito estabelecido é de 10 anos, com possibilidade de renovação única.

2.2.4. Soil Organic Carbon Activity Module: Increasing Soil Carbon through Improved Tillage Practices²⁸

O modulo de atividade *Increasing Soil Carbon through Improved Tillage Practices* estabelece requisitos e diretrizes para quantificar as emissões de GEE provenientes da agricultura por meio da alteração de práticas de preparo do solo nos sistemas agrícolas.

Para ser elegível, o projeto deve atender a certos critérios, incluindo a aceitação apenas de solos minerais e a exigência de que os sistemas de cultivo sejam manejados por, no mínimo, cinco anos, sem mudanças no uso da terra. Além disso, é necessário adotar práticas de preparo do solo conservacionistas, como o preparo reduzido, garantindo que pelo menos 30% da superfície permaneçam cobertos após o plantio, com o objetivo de minimizar a erosão hídrica.

Quanto à quantificação das reduções de GEE, poderá ser adotada qualquer uma das abordagens descritas na metodologia de SOC, que incluem:

- (i) medições locais;
- (ii) cálculos baseados em publicações *peer-reviewed*; e
- (iii) uso de fatores padrão.

2.2.5. Reducing Methane Emissions from Enteric Fermentation in Dairy Cows through Application of Feed Supplements²⁹

Com aplicação global, esta metodologia encontra-se em fase inicial de testes, com o objetivo de quantificar a redução das emissões de metano provenientes da fermentação entérica de vacas leiteiras e os impactos do manejo de dejetos. O foco da metodologia é a aplicação de suplementos alimentares para inibir diretamente a metanogênese.

Para quantificar as emissões da fermentação entérica, é possível realizar medições locais (Abordagem 1) ou adotar parâmetros de publicações *peer-reviewed* (Abordagem 2).

²⁸ Gold Standard. Soil Organic Carbon Activity Module: Increasing Soil Carbon through Improved Tillage Practices. Disponível em: <https://globalgoals.goldstandard.org/402-1-luf-agr-arm-soc-module-improved-tillage/>.

²⁹ Gold Standard. Reducing Methane Emissions from Enteric Fermentation in Dairy Cows through Application of Feed Supplements. Disponível em: <https://globalgoals.goldstandard.org/404-luf-agr-livestock-enteric-fermentation-in-dairy-cows-through-application-of-feed-supplements/>.



Os suplementos alimentares utilizados devem ter eficácia comprovada em estudos científicos e estar registrados para uso em vacas leiteiras no país do projeto. Caso não existam regulamentações específicas, é permitido o uso de produtos documentados como seguros em publicações peer-reviewed. A aplicação dos suplementos deve respeitar as dosagens máximas e os proprietários da fazenda devem ser treinados sobre riscos à saúde animal e humana. Ainda, as fazendas devem ter pelo menos três anos na experiência de produção de leite.

A atividade do projeto não deve reduzir a produção de leite, exceto por fatores externos. A metodologia não deve ser exigida por legislação e não deve causar diminuição da biomassa lenhosa ou dos estoques de SOC. Além disso, a metodologia não se aplica a práticas de manejo fora da fazenda, como transporte e processamento de leite, e deve garantir o cumprimento dos requisitos de bem-estar animal do Gold Standard.

Os limites espaciais da metodologia abrangem as atividades do projeto que estão sob controle do proponente e aquelas diretamente influenciadas pelo projeto, incluindo a produção e o transporte dos suplementos alimentares. O período de crédito é de cinco anos, podendo ser renovado uma vez.

Os GEE incluídos no projeto são:

- (i) metano (CH_4) emitido durante a fermentação entérica dos animais, o manejo do esterco e possivelmente na combustão de combustíveis fósseis associados ao projeto;
- (ii) óxido nitroso (N_2O), liberado no manejo de esterco; e
- (iii) dióxido de carbono (CO_2), emitido durante a produção de suplementos.

Linha de base

Ao contrário do framework, o cenário de linha de base é definido pela média das atividades e emissões ao longo de, no mínimo, três anos contínuos, com término não superior a dois anos antes do início do projeto.

As emissões para o cenário de linha de base são calculadas como a soma das emissões médias anuais durante os três anos, provenientes da fermentação entérica e do manejo de esterco.

2.3. Climate Action Reserve

Climate Action Reserve é uma certificadora de créditos de carbono que desenvolve metodologias para promover a redução das emissões de GEE, assegurando tanto a integridade ambiental quanto o benefício financeiro dos projetos. Como o principal registro para o mercado norte-americano, o Climate Action Reserve oferece diversas metodologias voltadas ao setor agropecuário.



2.3.1. U.S. Soil Enrichment Protocol³⁰

Restrita aos Estados Unidos, a metodologia fornece orientações sobre como quantificar, monitorar, relatar e verificar as práticas agrícolas que aumentam o armazenamento de carbono no solo e/ou diminuem as emissões líquidas de CO₂, CH₄ e N₂O. Entre as práticas aceitas estão: uso de plantas de coberturas; rotação de culturas; manejo eficiente de fertilizantes; gerenciamento de recursos hídricos/irrigação; preparo do solo; e boas práticas de manejo para pecuária. Atualmente, há cinco projetos adotando essa metodologia.

2.3.2. U.S. Nitrogen Management Protocol³¹

Aplicável nos Estados Unidos, a metodologia abrange as reduções de GEE decorrentes da melhoria da eficiência do uso de nitrogênio na produção agrícola, havendo três projetos registrados sob essa metodologia.

2.3.3. Livestock Protocol³²

O protocolo de pecuária abrange as reduções de emissões de GEE associadas à instalação de um sistema de controle de biogás de esterco para operações de pecuária, como fazendas de gado leiteiro, gado de corte, frangos e suínos. Atualmente, estão disponíveis protocolos para os Estados Unidos, o México, a República Dominicana e a Argentina. No registro do Climate Action Reserve, há 156 projetos registrados ou concluídos dentro dos diversos protocolos voltados à pecuária.

2.3.4. U.S. Grassland Protocol³³

A metodologia é aplicável às reduções de emissões de GEE resultantes da conversão evitada de pastagens em terras agrícolas, incluindo níveis moderados de semeadura, aplicação de fertilizante orgânico, fenação, colheita de forragem, pastoreio de gado e/ou irrigação como escopo do projeto. Por ora, seu uso é restrito aos Estados Unidos, com um total de 34 projetos em diferentes fases de desenvolvimento.

2.3.5. U.S. Rice Cultivation Protocol³⁴

Aplicável somente nos estados, a metodologia fornece orientações sobre como quantificar, monitorar e verificar as reduções de emissões de GEE decorrentes de mudanças na gestão de água e resíduos no cultivo do arroz. Até o momento, não há projetos registrados sob essa metodologia.

2.4 Plan Vivo

A Plan Vivo é uma certificadora que apoia pequenos proprietários e projetos florestais comunitários, trabalhando em conjunto com pequenos agricultores para gerenciar suas terras de

³⁰ Climate Action Reserve. U.S. Nitrogen Management Protocol. Disponível em: <https://www.climateactionreserve.org/how/protocols/ncs/nitrogen-management/>.

³¹ Climate Action Reserve. U.S. Livestock Protocol. Disponível em: <https://www.climateactionreserve.org/how/protocols/waste/us-livestock/>.

³² Climate Action Reserve. U.S. Grassland Protocol. Disponível em: <https://www.climateactionreserve.org/how/protocols/ncs/grassland/>.

³³ Climate Action Reserve. U.S. Rice Cultivation Protocol. Disponível em: <https://www.climateactionreserve.org/how/protocols/ncs/rice-cultivation/>.



forma mais sustentável e reduzir emissões. Seus projetos, principalmente localizados em países em desenvolvimento, abrangem: manejo florestal aprimorado; manejo de terras agrícolas; reduções de emissões por desmatamento e degradação florestal; e restauração e conservação de pântanos. Atualmente, há 10 projetos de manejo agrícola.

2.4.1. Agriculture and Forestry Carbon Benefit Assessment Methodology³⁵

A metodologia fornece orientações sobre os procedimentos de contabilização de carbono que podem ser utilizados em programas comunitários de silvicultura e agricultura de pequena escala que gerem *Plan Vivo Certificates* (PVCs). Trata-se de uma metodologia modular, isto é, que integra outros elementos metodológicos, incluindo documentos da Plan Vivo e do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), para atender aos requisitos estabelecidos.

Aplicável a todos os tipos de floresta, a metodologia abrange intervenções realizadas em terras florestais, terras agrícolas ou de pastagens, alcançando práticas como agrofloresta, silvicultura agrícola, melhorias nas práticas de cultivo e manejo de gado e estrume, florestamento e reflorestamento, restauração florestal, proteção florestal, além de gestão florestal aprimorada.

2.5. Citrosuco, ECCON Soluções Ambientais e Reservas Votorantim

A Citrosuco, em parceria com a Reservas Votorantim e a ECCON Soluções Ambientais, desenvolveu a metodologia de Pagamento por Serviços Ambientais – PSA Carbon Agro Perene. Atualmente sob consulta pública, a metodologia será registrada na primeira plataforma brasileira de projetos de crédito de carbono, desenvolvida pela B3.

2.5.1. PSA Carbon Agro Perene³⁶

A PSA Carbon Agro Perene é um programa de pagamento por serviços ambientais, com valoração, constituição e pagamento pelos serviços ambientais prestados pela vegetação nativa contidas nas fazendas de culturas perenes, bem como as boas práticas de manejo de culturas perenes que contribuem para a mitigação das mudanças climáticas.

A remuneração dos produtores é feita de acordo com a valoração dos serviços ambientais a partir dos indicadores sistêmicos e de boas práticas agrícolas. Para isso, são aplicadas métricas que avaliam conservação florestal, manutenção e melhoria da qualidade de água, manutenção de habitat para biodiversidade (fauna e floresta), manutenção de ecossistemas, oferecimento de infraestrutura de suporte e boas práticas agrícolas, boas práticas de manejo sustentável, entre outras.

A medição desses indicadores é a base de geração dos Créditos de Carbono Plus (C+), que equivalem à remoção de uma tonelada de CO₂e da atmosfera e funcionam como um incentivo financeiro para a conservação ambiental para a adoção de boas práticas agrícolas.

³⁵ Plan Vivo. Agriculture and Forestry Carbon Benefit Assessment Methodology. Disponível em: <https://www.planvivo.org/pm001>.

³⁶ Citrosuco. PSA Carbon Agro Perene. Disponível em: <https://www.citrosuco.com.br/carbon/>.



Serviços ecossistêmicos (SE)

O desenvolvedor do projeto deverá apontar quais serviços ecossistêmicos serão considerados para demonstrar o esforço conservacionista e sustentável dos serviços ambientais que visam, entre outros benefícios, conservar o estoque de carbono florestal na vegetação nativa e promover o sequestro de carbono em espécies em crescimento em propriedades com múltiplos usos. Os indicadores ecossistêmicos, que serão utilizados para caracterizar e atribuir valor aos SE gerados na área do projeto, abrangem os seguintes temas:

- (i) carbono;
- (ii) uso e cobertura do solo;
- (iii) fragmentação de ecossistemas;
- (iv) recursos hídricos; (v) biodiversidade; e
- (vi) sociocultural. Para a viabilidade do projeto, devem ser escolhidos nove indicadores, dos quais oito são obrigatórios e um de livre escolha.

Os indicadores de carbono estocado e carbono sequestrado, cobertura de vegetação nativa e cobertura de vegetação nativa além do requerido por lei, conservação de áreas de preservação permanente (APP), biodiversidade para flora e fauna e impacto sociocultural são obrigatórios. Em contrapartida, os indicadores de conectividade estrutural, proporcionalidade, permeabilidade da matriz e densidade de nascentes são facultativos.

O estoque de carbono deverá ser representado pelos seguintes indicadores ecossistêmicos:

- (i) carbono estocado na vegetação nativa; e
- (ii) carbono sequestrado nas áreas de culturas perenes.

Para o cálculo de carbono estocado, devem ser selecionados os reservatórios de carbono que serão contabilizados, sendo obrigatoria a inclusão da biomassa acima e abaixo do solo. Madeira morta, solo e serrapilheira são opcionais, exigindo justificativa para sua inclusão ou exclusão.

No cálculo do carbono sequestrado, a biomassa acima e abaixo do solo deve ser considerada como reservatório de carbono, com justificativa de sua relevância para o projeto.

Práticas agrícolas

Os indicadores de práticas agrícolas serão utilizados para atribuir valor ao fomento de serviços ecossistêmicos gerados na área do projeto pela aplicação de práticas agrícolas. Estes abrangem:

- (i) as condições de aplicação de agroquímicos;
- (ii) os impactos da atividade de cultivo nos recursos hídricos; e
- (iii) os métodos de manejo do solo e fertilizantes. O projeto deverá considerar, no mínimo, cinco indicadores de práticas agrícolas, sendo quatro obrigatórios e ao menos um de livre escolha.



Os indicadores de agroquímicos, a eficiência no uso da água, o manejo sustentável do solo e a aplicação eficiente de fertilizantes são obrigatórios, enquanto indicadores de impactos de áreas cultiváveis na qualidade da água e sustentabilidade hídrica na agricultura são opcionais.

A metodologia estabelece três indicadores para agroquímicos, variando conforme o nível de detalhamento de informações, e avalia três tipos de cenário que consideram a categoria dos produtos utilizados, as classes de toxicidade, a quantidade e a frequência de aplicação. O proponente deverá selecionar o indicador mais adequado com base nas informações e nos dados disponíveis.

No manejo sustentável do solo, são consideradas as seguintes práticas: cultivo em nível, cultivo mínimo e/ou plantio direto, uso de cobertura morta, rotação de culturas, controle de queimadas e manejo do pousio.

Para o manejo sustentável de fertilizantes, as práticas sustentáveis contempladas são: uso de adubos orgânicos e compostagem, adubação verde, utilização de biofertilizantes, adubação foliar, fertilizantes estabilizados ou de liberação lenta, monitoramento da fertilidade do solo e fertilização de precisão.

Riscos de perda

Os riscos e as ameaças aos serviços ambientais estão relacionados aos distúrbios ambientais na área do projeto, incluindo áreas de vegetação nativa e de cultivo agrícola. Tais riscos podem envolver desmatamento, queima de biomassa, invasão, fogo, pragas e doenças, erosão, ondas de calor, secas, vendavais, granizo, entre outros.

O proponente deverá elencar e descrever os distúrbios identificados para a área do projeto e, caso se concretizem em ações degradadoras, detalhar as atividades geradoras do distúrbio.

Caso o risco de materialize, deve-se considerar o estoque de carbono com risco de perda, que representa o estoque de carbono da área da vegetação nativa em risco de ser perdido por fatores externos, levando à perda de biomassa e afetando os serviços ecossistêmicos e ambientais do projeto. Além da contabilização das perdas de estoque de carbono na área do projeto, o proponente deve descrever as medidas adotadas para mitigar potenciais perdas.

Reserva de segurança

A metodologia estabelece uma reserva de segurança contra imprevistos que possam comprometer a continuidade dos serviços ambientais nas áreas do projeto, funcionando como uma medida mitigadora de riscos. Esta corresponde a uma porcentagem de C+ na área do projeto, que não é comercializada anualmente. A cada dez anos de projeto, permite-se vender um décimo desse valor.



Critérios de elegibilidade

Serão elegíveis para participação no projeto os imóveis que atendam aos seguintes critérios:

- i. Existência de vegetação nativa conservada;
- ii. Imóveis com cultivo agrícola de lavouras perenes em implementação ou já implementadas;
- iii. Comprovação da regularidade legal do cultivo;
- iv. Comprovação de cadastro na plataforma ECCON Data;
- v. Inexistência de sobreposição com Unidades de Conservação de Proteção Integral;
- vi. Inexistência de sobreposição com terras de populações tradicionais, como indígenas e qui-lombolas;
- vii. Histórico de cobertura vegetal de, no mínimo, 10 anos anteriores à adesão ao PSA Carbon Agro Perene;
- viii. Cultivo agrícola estabelecido há, pelo menos, um ciclo de cultivo anterior à adesão ao PSA Carbon Agro Perene;
- Regularidade documental;
- ix. Fornecimento de declaração do proprietário indicando que não há sobreposição com outro projeto de PSA (exceto para PSA hídrico gerido por outras entidades) ou projeto de carbono na área do projeto; e
- xi. Verificação da existência de projetos de PSA cadastrados no Cadastro Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (CNPSA).

Atividades desenvolvidas e serviços ambientais prestados

O proponente deverá descrever todas as atividades desenvolvidas na área do projeto, abordando atividades econômicas, culturais, socioambientais e produtivas, além dos serviços ambientais prestados.

Monitoramento

A metodologia aceita os seguintes métodos de monitoramento:

- (i) monitoramento ambiental *in loco* por um agente de monitoramento;
- (ii) reportes de manejo agrícola;
- (iii) sensoriamento remoto;
- (iv) inventário florestal; e
- (v) método da demonstração da não diminuição.

No plano de monitoramento, é necessário selecionar os métodos que serão usados para acompanhar a evolução dos indicadores ecossistêmicos e de práticas agrícolas durante o período de validação na área do projeto, permitindo verificar a efetividade dos serviços ambientais prestados.



Os indicadores ecossistêmicos e de práticas agrícolas serão objeto de verificações periódicas, abrangendo monitoramento da implementação do projeto de PSA, cobertura vegetal, risco de perda, alterações nos indicadores e manejo agrícola.

Verificação de serviços ecossistêmicos e ambientais

O desenvolvedor do projeto deve descrever e fornecer evidências dos resultados obtidos pelo monitoramento dos indicadores ecossistêmicos e de práticas agrícolas e da provisão dos serviços ambientais na área do projeto. É necessário relatar quaisquer ocorrências que interfiram no projeto, incluindo eventos que possam impactar o estoque ou sequestro de carbono e a geração de outros serviços ecossistêmicos, além de descrever como os fatores de risco do projeto estão sendo monitorados e gerenciados.

2.6. Social Carbon

A Social Carbon é um padrão internacional de GEE focado em soluções baseadas na natureza, cujas metodologias vão além do carbono, incorporando benefícios ambientais, sociais e econômicos significativos aos projetos e às partes interessadas locais.

De acordo com a certificadora, todos os projetos de AFOLU devem comprovar a ausência de desmatamento de ecossistemas nativos nos últimos 20 anos anteriores ao projeto.

2.6.1. SCM002: Redução da emissão de metano por meio de práticas ajustadas de gerenciamento de água no cultivo de arroz³⁷

A SCM002, lançada em 2022, abrange tecnologias e medidas que resultam na redução da decomposição anaeróbica da matéria orgânica nos solos de cultivo de arroz e, portanto, na redução da geração de metano. Até o momento, nenhum projeto foi registrado sob essa metodologia.

A SCM002 inclui projetos como:

- Fazendas de arroz que alteram o regime hídrico durante o período de cultivo, passando de condições de inundação contínua para condições de inundação intermitente e/ou um período encurtado de condições inundadas;
- Método de encharcamento e secagem alternados e métodos de cultivo de arroz aeróbico; e
- Fazendas de arroz que alteram suas práticas de cultivo de arroz, passando de cultivo transplantado para arroz semeado diretamente.

2.6.2. SCM0005 Metodologia para manejo regenerativo de terras³⁸

Lançada em 2022, a metodologia estabelece procedimentos para estimar as remoções de emissões de GEE resultantes da adoção de práticas de manejo regenerativo que aumentam o armazenamento de carbono orgânico no solo. Atualmente, dois projetos registrados utilizam a SCM005.

³⁷ Social Carbon. SCM002: Methane emission reduction by adjusted water management practice in rice cultivation. Disponível em: <https://www.socialcarbon.org/scm0002>.

³⁸ Social Carbon. Methodology for regenerative land management. Disponível em: <https://www.socialcarbon.org/scm0005>.



A SCM005 é aplicável aos projetos que introduzam ou implementem uma ou mais mudanças³⁹ nas práticas de manejo agrícola pré-existentes que reduzem o preparo do solo/melhorem o manejo de resíduos, melhorem o plantio e a colheita das culturas (e.g., rotação de culturas, culturas de cobertura e agrofloresta), melhorem as práticas de pastoreio e utilizem o manejo integrado de pragas com controles biológicos.

Quantificação das reduções e remoções de GEE

A metodologia adota uma abordagem flexível para quantificar as reduções ou remoções de emissões associadas à adoção de práticas de manejo agrícola, com foco no aumento dos estoques de SOC e na redução de emissões pela otimização do uso de fertilizantes nitrogenados. Emissões adicionais, como o aumento no uso de fertilizantes, devem ser descontadas das remoções de emissões.

São disponibilizadas abordagens para quantificação:

- I. Medir e modelar: adoção de um modelo para estimar o fluxo de GEE com base nas práticas agrícolas implementadas e nas condições climáticas locais;
- II. Medir e remedir: medição inicial dos estoques de carbono em cada unidade amostral, seguida de reavaliações periódicas durante os ciclos de verificação; e
- III. Modelagem: estimativa do fluxo de GEE com base nas práticas implementadas, nos dados regionais publicados sobre o estoque de SOC e nas condições climáticas das unidades amostrais.

Linha de base

O cenário de linha de base pressupõe a continuidade das práticas de manejo agrícola anteriores ao projeto, sendo determinado por uma revisão histórica de três anos que gera um cronograma anual de práticas para cada unidade amostral. As remoções de emissões são calculadas por meio de um modelo ou abordagem de medida, podendo ser realizadas tanto pelos procedimentos da metodologia quanto por provedores de serviço aprovados pela Social Carbon.

Adicionalidade

Para demonstrar a adicionalidade, o proponente deve demonstrar o excedente regulatório e que a atividade proposta não é uma prática comum, definida como uma adoção superior a 20%.

Vazamento de emissões

Os projetos devem identificar o potencial de vazamento e implementar zonas de gestão para minimizar o deslocamento das atividades. Atividades de mitigação de vazamento, como práticas agrícolas sustentáveis e agrofloresta, são incentivadas, além de oferecer oportunidades econômicas para as comunidades locais.

³⁹ Uma mudança consiste na adoção de uma nova prática, cessação de uma prática pré-existente ou ajuste a uma prática pré-existente que se espera reduzir as emissões de GEE e/ou aumentar as remoções de GEE. Qualquer ajuste quantitativo (e.g., redução na aplicação de fertilizantes sintéticos) deve exceder 5% do valor pré-existente, que deve ser calculado como valor médio ao longo do período histórico de análise desenvolvido para o cronograma de atividades de referência.



A avaliação do vazamento deve ser documentada na descrição do projeto e nos relatórios de monitoramento. O vazamento internacional, isto é, fora do país anfitrião, e o vazamento positivo, no qual as reduções de emissões de GEE ocorrem fora da área do projeto devido às atividades do mesmo, não devem ser contabilizados.

O vazamento deve ser calculado e monitorado em cada verificação e, se ocorrer, será descontado do total de reduções e/ou remoções de GEE elegíveis para emissão de Social Carbon Units (SCUs, na sigla em inglês).

Risco de não permanência

O risco de não permanência deve ser quantificado com base em riscos internos, externos e naturais, como gestão e longevidade do projeto, titularidade da terra, engajamento da comunidade, viabilidade financeira, risco político, histórico de desastres naturais, medidas de mitigação implementadas, entre outros.

É necessário elaborar um relatório de risco de não permanência, incluindo os cálculos e as justificativas da pontuação, que será validado pelo órgão competente.

Essa análise de risco determinará o número de créditos a ser descontado da emissão de SCUs, que serão alocados na conta de **buffer**, garantindo a permanência dos resultados do projeto a longo prazo.

Dupla contagem

É vedada a solicitação de crédito para a mesma emissão de GEE sob o Social Carbon e outro programa de GEE. Projetos registrados em outros programas não são elegíveis para emissão de SCUs além do final do período de creditação desses programas ou do período total de creditação do projeto aceito pela Social Carbon. Os relatórios de monitoramento e verificação devem indicar o total de créditos (créditos de GEE e, quando aplicável, créditos de **buffer**) emitidos por outros programas.

Projetos que reduzem as emissões de GEE em atividades incluídas em sistemas de comércio de emissões devem fornecer evidências que as reduções ou remoções geradas não foram e não serão contabilizadas em outros mecanismos, como comprovações do cancelamento de permissões de emissões equivalentes ou declarações de que as reduções não estão dentro do escopo do programa.

Para evitar o duplo uso, a aposentadoria e o cancelamento das SCUs são permanentes, realizados no registro da Social Carbon, sendo visíveis publicamente. Além disso, há requisitos específicos para evitar a dupla contagem de créditos em relação às NDCs do país anfitrião e ao CORSIA, desenvolvido pela ICAO⁴⁰.

⁴⁰ Social Carbon. Standard. Disponível em: <https://static1.squarespace.com/static/6161c89d030b89374bec0b70/t/649c658fd132f37be881760/1687971216510/SOCIALCARBON+Standard+v6.1.pdf>.



Cobenefícios

O Social Carbon exige que todos os projetos abordem cobenefícios, avaliando-os por meio de indicadores que mostrem seus benefícios e impactos nas seguintes áreas: carbono, humano, financeiro, natural, biodiversidade e social. Esses indicadores, de 3 a 10 para cada tema, devem estar incluídos na descrição do projeto e nos relatórios de monitoramento⁴¹.

Os proponentes devem usar critérios objetivos e quantitativos para pontuar cada indicador, com base em relatórios, opiniões de especialistas e consultas com stakeholders. É essencial estabelecer uma linha de base anterior ao projeto para avaliar seus impactos ao longo do tempo.

Também é necessário realizar uma avaliação inicial sobre o impacto do projeto em relação aos ODS, incluindo a definição daqueles que serão alcançados e justificativas quantificáveis para monitorar o progresso. Nessa avaliação deve constar cada relatório de monitoramento.

Atividades elegíveis

A metodologia ainda prevê uma lista não exaustiva de práticas de manejo agrícolas esperadas para aumentar os estoques de SOC e/ou reduzir as emissões de GEE:

a. Reduzir o preparo do solo/melhorar o manejo de resíduos:

- Preparo reduzido;
- Preparo em faixa/lavoura com cobertura vegetal;
- Plantio direto contínuo; e
- Retenção de resíduos na cultura.

b. Melhorar o plantio e a colheita de culturas:

- Cultivo comercial rotacionado;
- Cultivo comercial contínuo com cultura de cobertura;
- Cultivo comercial rotacionado com cultura de cobertura;
- Dupla colheita;
- Sucessão de culturas;
- Consorciação de culturas de cobertura com culturas comerciais durante a mesma estação de crescimento;
- Incorporação de inoculante fúngico/microbiano ou outro probiótico do solo; e
- Utilização de manejo integrado de pragas usando controles biológicos.

⁴¹ Social Carbon. Indicators. Disponível em: <https://static1.squarespace.com/static/6161c89d030b89374bec0b70/t/65a53c23e-72c915e91e44723/1705327653402/SOCIALCARBON+Indicators+v1.0.pdf>.



c. Melhorar o manejo de pastagens:

- Pastoreio rotativo;
- Pastoreio adaptativo de multi-piquete (rotacionado, com o número de animais ajustado conforme as condições mudam);
- Pastagem de múltiplas espécies; e
- Pastagem de resíduos agrícolas pós-colheita e culturas de cobertura.

d. Aplicação de aditivos para o solo:

- Substituição de fertilizante sintético por fertilizante orgânico;
- Aplicação de aditivos orgânicos para o solo (excluindo fertilizantes e biochar); e
- Aplicação de aditivos inorgânicos para o solo que foram aprovados sob a Social Carbon.



3.

Desempenho do mercado de carbono voluntário com foco em créditos provenientes da atividade agrícola



Em 2021, o mercado de carbono voluntário atingiu um valor de USD 2 bilhões, quadruplicando o seu valor em comparação a 2020. Esse crescimento expressivo foi seguido, contudo, por uma desaceleração em 2022⁴². De acordo com o Banco Mundial, o número de créditos emitidos caiu 20%, passando de 475 milhões em 2021 para 275 milhões em 2022. Essa redução pode ser atribuída às críticas sobre a qualidade e integridade de alguns créditos.

Ainda assim, 2022 registrou o preço médio mais alto dos créditos de carbono nos últimos 15 anos. Embora o volume total de créditos negociados tenha diminuído em 51%, o preço médio por crédito subiu consideravelmente, com um aumento de 82% por tonelada⁴³. Projetos baseados na natureza, como os florestais e de uso da terra, incluindo os de agricultura, representaram 46% da participação de mercado.

No segmento agrícola, os preços dos créditos registraram uma queda de 10% entre 2020 e 2021 devido ao aumento de 160% no volume de créditos de metano oriundos da pecuária. No entanto, 2022 reverteu essa tendência com aumentos tanto no preço quanto no volume de transações. O preço dos créditos agrícolas subiu de USD 9,65 para USD 11,02, enquanto o volume negociado aumentou em 283% em relação a 2021, tornando-se os créditos com o maior preço médio e superando os créditos florestais.

Apesar da queda no valor total do mercado em 2023, o volume de transações de créditos agrícolas continuou a crescer, com um aumento de 24%, totalizando 4,7 MtCO₂e em comparação aos 3,8 MtCO₂e de 2022. Esse é o quarto ano consecutivo de crescimento desde 2019⁴⁴. Desse montante, 95% dos créditos negociados são de projetos certificados pelo VCS, da Verra, reforçando sua posição como a principal certificadora de créditos de carbono.

Category	2022			2023			Percent Change		
	Volume (MtCO ₂ e)	Value (USD)	Price (USD)	Volume (MtCO ₂ e)	Value (USD)	Price (USD)	Volume	Value (USD)	Price (USD)
Forestry & Land Use	113.0	\$1.1 B	\$10.14	36.2	\$351.3 M	\$9.72	-68%	-69%	-4%
Renewable Energy	92.7	\$386.1 M	\$4.16	28.6	\$111.1 M	\$3.88	-69%	-71%	-7%
Chemical Processes / Industrial Manufacturing	13.3	\$68.5 M	\$5.14	12.2	\$50.2 M	\$4.10	-8%	-27%	-20%
Household / Community Devices	9.1	\$77.6 M	\$8.55	9.9	\$76.6 M	\$7.70	+10%	-1%	-10%
Energy Efficiency / Fuel Switching	6.6	\$35.6 M	\$5.39	9.4	\$34.4 M	\$3.65	+43%	-3%	-32%
Agriculture	3.8	\$41.7 M	\$11.02	4.7	\$30.6 M	\$6.51	+24%	-26%	-41%
Waste Disposal	6.2	\$44.9 M	\$7.23	1.5	\$10.9 M	\$7.48	-77%	-76%	+3%
Transportation	0.18	\$770 K	\$4.37	-	-	-	-	-	-

Fonte: Ecosystem Marketplace.

⁴² World Bank. State and Trends of Carbon Pricing 2023. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/58f2a409-9bb7-4ee6-899d-be47835c838f>.

⁴³ Ecosystem Marketplace. State of the Voluntary Carbon Markets 2023. Disponível em: <https://www.ecosystemmarketplace.com/publications/state-of-the-voluntary-carbon-market-report-2023/>.

⁴⁴ Ecosystem Marketplace. State of the Voluntary Carbon Markets 2024. Disponível em: <https://www.ecosystemmarketplace.com/publications/2024-state-of-the-voluntary-carbon-markets-sovcm/>.



Com o objetivo de aumentar a confiança no mercado, fornecendo uma maior transparência aos compradores de créditos, foram lançadas diferentes iniciativas para operacionalizar um mercado de integridade. Entre elas, vale mencionar o Integrity Council for the Voluntary Market (ICVM) e o Voluntary Carbon Markets Integrity Initiative (VCMI).

O ICVM visa garantir a qualidade e integridade dos créditos, considerando fatores como adicionalidade, permanência, vazamento de carbono e salvaguardas. Em 2023, foram lançados os Core Carbon Principles (CCPs), que estabelecem limites rigorosos na divulgação e no desenvolvimento de créditos de carbono de alta integridade, garantindo uma maior credibilidade do mercado⁴⁵.

Por outro lado, o VCMI fornece maior confiança, transparência e credibilidade sobre o uso corporativo dos mercados voluntários de carbono. O Claims Code of Practice, publicado em 2023, estabelece um conjunto de regras que devem ser seguidas por empresas e stakeholders que queiram fazer uso de créditos de carbono de alta integridade como parte de suas estratégias climáticas de forma credível⁴⁶.

A evolução dessas e de outras iniciativas dependerá do amplo reconhecimento de seus esforços. Empresas que atenderem aos critérios estabelecidos e buscarem créditos de alta qualidade certamente terão destaque. O desenvolvimento sustentável do VCM exige que todos os participantes garantam integridade, credibilidade e transparência, em apoio às ações climáticas globais.

⁴⁵ ICVM. Core Carbon Principles. Disponível em: <https://icvcm.org/core-carbon-principles/>. Acesso em: ??/??/????.

⁴⁶ VCMI. Claims Code of Practice. Disponível em: <https://vcminintegrity.org/vcmi-claims-code-of-practice/>. Acesso em: ??/??/????.

