



The Nature
Conservancy



Brasil

**Opções para alavancar
o financiamento para
a produção de soja
e carne bovina livre
de desmatamento e
conversão via carbono na
Amazônia e Cerrado**

Novembro de 2022

Sumário

Sumário Executivo	3
Contexto e objetivos	6
Opções de mitigação de carbono	8
Resultados da análise	18
Referências	28
2 Anexo	32

AUTORES

Fernanda Rocha

Edenise Garcia

Fernando Cesário

Julia Manguiera

Greg Fishbein

Apoio da Radicle Brasil

Financiado pela Gordon and Betty Moore Foundation

Copyright

©André Dib

Sumário Executivo

O setor de uso do solo oferece uma das maiores oportunidades do mundo para reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) na próxima década e limitar o aquecimento global a 1.5 graus centígrados – por meio de uma combinação de deter o desmatamento e a conversão de vegetação nativa, restaurando florestas e vegetação nativa e reduzindo as emissões da agropecuária e outras práticas de uso do solo. O Brasil oferece um dos ambientes mais ricos do mundo para implementar tais abordagens dado o vasto estoque de carbono nas florestas de seus biomas Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica, as ameaças que a agropecuária traz a esses ecossistemas críticos e a quantidade de terra já degradada disponível para a restauração.

As oportunidades relacionadas à agropecuária no setor de uso do solo podem ser divididas em várias estratégias de conservação, ou seja, a expansão da agricultura regenerativa em pastagens já desmatadas, a intensificação sustentável da pecuária, a proteção da vegetação nativa além do que é legalmente exigido, a restauração de vegetação nativa e a promoção de agroflorestas. Essas estratégias podem então se conectar a rotas que geram benefícios de carbono, tais como melhorias em carbono do solo, conversão de vegetação nativa evitada (dentro e fora das propriedades) e restauração de vegetação nativa. Por exemplo, um programa

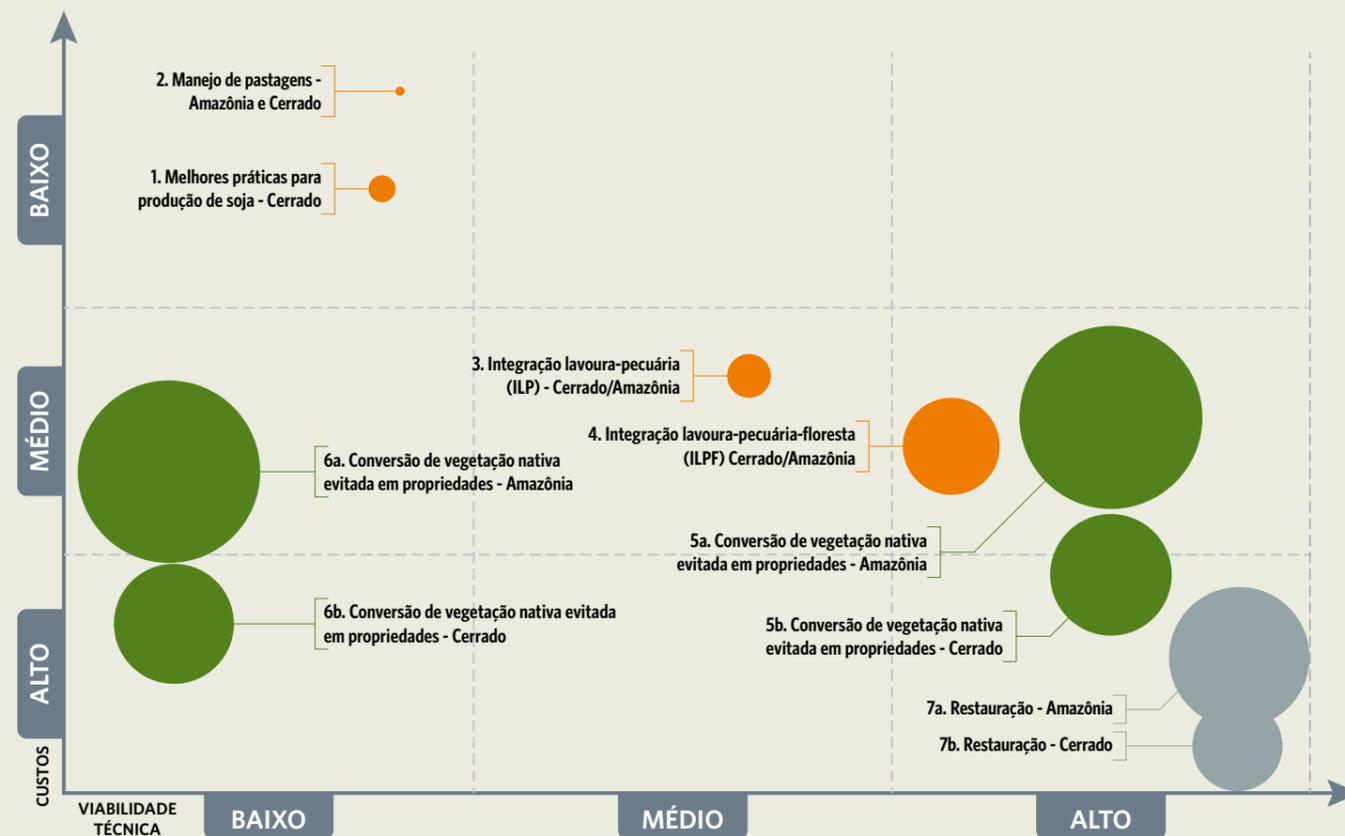
para expandir a produção de soja em pastagens degradadas pode gerar benefícios climáticos devido ao melhoramento da saúde do solo, conversão de vegetação nativa evitada na paisagem (dentro e fora das propriedades restauradas) e potencialmente pela restauração de vegetação nativa conforme os produtores cumprem o Código Florestal. A intensificação sustentável da pecuária pode criar tipos de benefícios similares, ainda que de magnitudes diferentes.

Vários mecanismos emergentes geram valor advindo dos benefícios de carbono da agricultura sustentável para impulsionar investimentos mais significativos nessas atividades, incluindo mercados de compensação, programas de redução de emissão escopo 3, programas jurisdicionais e os de nível nacional para atingir as NDCs. O objetivo desse relatório é avaliar as diferentes estratégias de agricultura sustentável para a Amazônia e Cerrado, as opções de benefícios de carbono associadas e os emergentes mecanismos de financiamento de carbono para ilustrar onde as oportunidades mais promissoras estão disponíveis para acelerar investimentos.

A Figura 1 sintetiza as opções relacionadas ao potencial de mitigação, a factibilidade técnica de mensurar e monetizar o carbono os custos associados com a implementação.

Observações-chave desse estudo incluem:

Figura 1: Sumário do estudo baseado em informação e critérios quantitativos e qualitativos



4

» **Evitar o desmatamento (dentro e fora de propriedades) emerge como a maneira mais acessível para reduzir as emissões em grande escala.**

- No caso da conversão evitada dentro de propriedades, ou seja, a proteção de excedente de reserva legal, existem metodologias disponíveis para monetizar o valor por meio do mercado de compensação. Várias iniciativas trabalham para implementar essa abordagem, mas encontram desafios relacionados a questões metodológicas, alto custo de transações e desafios em obter o compromisso dos produtores de proteger a vegetação nativa por várias décadas.

- No caso de conversão evitada fora das propriedades, a única maneira conhecida de medir e monetizar o carbono em nível de paisagem é por meio de programas jurisdicionais ou nacionais que envolvem incertezas significativas com respeito à alocação de recursos dos programas jurisdicionais/nacionais aos atores que implementam estratégias de agricultura sustentável.

» **A restauração de florestas e outras vegetações nativas têm um alto potencial de mitigação e existem abordagens técnicas comprovadas para monetizar os benefícios de carbono por meio da compensação. Contudo, a questão financeira é desafiadora**

dado os altos custos iniciais e o longo período necessário para o crescimento da biomassa. Consequentemente, a restauração de vegetação nativa tem demorado a ganhar escala.

» **A restauração de pastagens para cultivo de soja e sistemas integrados lavoura-pecuária (ILP) geram benefícios de carbono no solo tangíveis e têm grande potencial de ganhar escala, contudo, a magnitude por hectare desses benefícios é pequena relativo às opções com o componente florestal. Além disso, existem desafios técnicos para monetizar o carbono do solo, incluindo questões de variabilidade e medição e desafios de permanência no solo. Quando os sistemas integrados contemplam o componente floresta (ILPF), o potencial de mitigação aumenta e os cobenefícios são incrementados.**

À luz dessas observações, recomendamos os seguintes passos para acelerar o investimento e a implementação de estratégias agropecuárias sustentáveis e positivas ao clima:

» **Maior enfoque deve ser dado ao trabalho com programas climáticos jurisdicionais e nacionais para apoiar e recompensar iniciativas agropecuárias que promovam a conversão evitada de vegetação natural, incluindo a expansão da agricultura regenerativa em pastagens e intensificação sustentável da pecuária.**

- Evitar a conversão de vegetação nativa em nível de paisagens é a oportunidade mais importante para o Brasil. Atualmente não existem mecanismos substanciais para alavancar os benefícios de carbono e fomentar a expansão de pastagens e gerar melhorias proporcional às contribuições que eles fazem para evitar a conversão. Conectar os benefícios de carbono a essas práticas só pode ser feito de forma rentável e em escala por meio de um programa jurisdicional ou nacional

e merece uma discussão mais profunda sobre que mecanismos podem ser criados em iniciativas como o PCI no Mato Grosso, Pará Agora ou programas nacionais.

» **Maiores esforços devem ser feitos para criar projetos de carbono agrupados que incentivem produtores a não desmatar a vegetação nativa além das exigências legais.**

- Esse tipo de conversão evitada pode ser medida e monetizada por meio de um programa de compensação dentro do mercado voluntário de carbono. Essa abordagem não tem sido implementada extensivamente e vemos oportunidades significativas para fazê-lo. Estimativas indicam que existe mais de um milhão de hectares de vegetação nativa no Cerrado em excedente de reserva legal que estão aptas à produção de soja (MapBiomass, 2022).

» **Empresas e produtores podem continuar a mensurar e monetizar os benefícios de carbono do solo, mas devem considerar a inclusão de medidas para evitar a conversão e restaurar a vegetação nativa em seus programas a fim de aumentar o impacto de carbono e monetizar benefícios de forma rentável.**

- Os sistemas que integram lavoura e pecuária, e potencialmente as árvores, terão maiores benefícios de carbono do que somente a lavoura.

» **A restauração de vegetação nativa deve ser expandida e para torná-la mais rentável, as despesas podem ser custeadas pela integração da restauração em programas com bases financeiras sólidas, tais como expansão da agricultura em pastagens e a intensificação sustentável da pecuária. A restauração é comumente exigida em tais programas para cumprir com o Código Florestal.**

5

Contexto e objetivos

6



Preocupações com os impactos sociais, ambientais e econômicos das mudanças climáticas têm levado os setores públicos e privados, as ONGs e a sociedade em geral a dialogar e se engajar em iniciativas relacionadas à mitigação das emissões de GEE e adaptação aos efeitos das mudanças climáticas.

As soluções climáticas naturais (NCS) – ou ações que usam a natureza para armazenar carbono ou evitar/reduzir emissões de GEE – são essenciais para alcançar as metas de manter o aumento da temperatura média global abaixo de 1.5°C. As NCS têm o potencial de mitigar aproximadamente 11 gigatons de emissões de GEE globais anualmente – um terço do que é necessário para estabilizar o clima até 2030 (Griscom, et al., 2017).

O Brasil oferece um dos ambientes mais propícios do mundo para implementação de NCS dados os vastos estoques de carbono nos biomas Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica, as ameaças a esses ecossistemas críticos e a quantidade de terras já degradadas e disponíveis para restauração de vegetação e solo. Além disso, em 2021, o Brasil perdeu 2,90 milhões de hectares (Mha) de florestas naturais, o que resultou em 1,70 Gt de emissões de CO (GFW, 2022¹). O desmatamento decorrente da pressão na agricultura contabilizou quase 97% de todo o desmatamento validado pelo MapBiomas Alerta em 2021 no Brasil (MapBiomas, 2022).

7

Seguindo esse cenário, a TNC vem implementando projetos de NCS por meio da conservação, melhor manejo e restauração de ecossistemas nos últimos 30 anos no Brasil. A TNC também vem desenvolvendo exigências ambientais consistentes para associar a novos e já-existentes produtos para uma abordagem livre de desmatamento e conversão (DCF) na produção de soja e carne bovina – um fator necessário para empresas cujas cadeias de valores são baseadas em terras para obter resultados em suas estratégias de clima e planos de emissão zero.

Esse relatório aborda como os benefícios de carbono relacionados à produção de soja e carne livre de desmatamento podem ser medidos e monetizados para acelerar e expandir o financiamento para essa produção na Amazônia e no Cerrado. Ele analisa várias opções NCS considerando seu potencial estimado de mitigação de carbono, custos associados e viabilidade técnica para monetizar os benefícios e como pagamentos podem ser feitos aos produtores.

1. Disponível no Global Forest Watch:
<https://www.globalforestwatch.org/>



Opções de mitigação de carbono

8

*Brazil oferece um dos
melhores cenários para
implementação de NCS*

A TNC classifica as modalidades de NCS nas opções definidas de mitigação de carbono² abrangendo quatro domínios - florestas, pastagens, agricultura e áreas úmidas e três tipos de intervenções abrangentes - proteção, manejo e restauração. Algumas combinações específicas foram selecionadas baseadas na representatividade para analisar caminhos para a mitigação de carbono associados com soja e pecuária DCF na Amazônia e no Cerrado. O objetivo desse relatório é avaliar as opções mais promissoras de mitigação de carbono para

ambos os biomas baseado nas metodologias de mensuração existentes e abordagens de monetização que incluem o tipo de financiamento para oferecer recursos aos produtores.

As opções são avaliadas conforme a estimativa do potencial de mitigação, os custos de implementação e as metodologias e questões técnicas para medir e monetizar o impacto de carbono de forma segura. As opções de adoção de sistemas regenerativos e as de restauração têm como ³ como condição inicial (base de referência) áreas degradadas.

9

2. **Florestas:** conversão florestal evitada, silvicultura inteligente para o clima, manejo de plantações, manejo de incêndios, colheita evitada de combustível de madeira, cobertura de dossel urbano, reflorestamento; **Pastagens:** conversão evitada de pastagens, restauração de pastagens; **Agricultura:** árvores em terras agrícolas, manejo de arroz, manejo de nutrientes, biochar, culturas de cobertura, lavoura reduzida, culturas de leguminosas, leguminosas em pastagens, otimização do pastoreio, manejo de animais de pasto e alimentação, manejo de estrume; **Áreas úmidas:** impactos evitados em zonas úmidas costeiras, impactos evitados em zonas úmidas de água doce, restauração de zonas úmidas costeiras, restauração de zonas úmidas de água doce.

3. O reservatório de carbono do solo bem manejado tende à saturação (para um novo equilíbrio) em algum momento ao longo do tempo de implementação do sistema (Wiesmeier et al., 2020). Para solos, o tempo adotado é o padrão do IPCC de 20 anos (IPCC, 2006; 2019). Além disso, outras publicações relatam o período padrão de 20 anos (Smith, 2004). Da mesma forma, o caminho inverso, ou seja, a emissão de GEE pela degradação do solo, também tem prazo máximo padrão de 20 anos.

Os caminhos incluídos nesse relatório são detalhados abaixo:

Tabela 1 – Opções para mitigação de carbono.

Tipo de intervenção NCS	Opção	Descrição
Manejo	1 - Melhores práticas para produção de soja Cerrado	Área degradada convertida em lavouras de soja em condições de práticas regenerativas, tais como plantio direto, culturas de cobertura e rotação com outras culturas - práticas que compreendem um conjunto de processos tecnológicos agrícolas que promovem o manejo de conservação do solo ⁴ .
	2 - Melhores práticas de manejo de pastagens - Cerrado/Amazônia	Área degradada convertida em pastagem bem manejada com aumento significativo de rendimento, emprega um sistema essencialmente de alimentação do gado com pasto e segue práticas reconhecidas para a intensificação sustentável de pastagens. Essa prática inclui o restabelecimento da produção, por meio de adubação e correção do solo, sem preparo mecanizado da área e sem troca de forragem.
	3 - Integração lavoura-pecuária (ILP) Cerrado/Amazônia	Pastagem degradada convertida em integração lavoura-pecuária (ILP) que compreende a utilização de diferentes sistemas de produção dentro de uma mesma área. Pode ser realizada por meio de consorciação, sucessão de culturas ou rotação de culturas, com a pecuária associada - de forma que todas as atividades sejam mutuamente benéficas.
	4 - Integração lavoura-pecuária floresta (ILPF) Cerrado/Amazônia	Área degradada convertida em integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) que é uma estratégia de produção que vem crescendo no Brasil nos últimos anos. Compreende diferentes sistemas de produção: agrícola, pecuária e florestal, dentro de uma mesma área.
Proteção	5 - Conversão de vegetação nativa evitada na propriedade Cerrado/Amazônia	Emissões evitadas ao impedir a conversão de florestas em usos não-florestais, tais como terras agrícolas. Essas opções se referem à preservação de florestas em terras privadas além do que é exigido pela lei de acordo com o bioma (excedente de reserva legal).
	6 - Conversão de vegetação nativa evitada fora de propriedades Cerrado / Amazon	Emissões evitadas ao impedir a conversão de florestas em usos não-florestais, tais como terras agrícolas dada a intensificação da pecuária e/ou restauração de pastagem para produção agrícola que contribui para aliviar a pressão de desmatamento na paisagem. Esse é um impacto de benefício de carbono gerado fora da propriedade.
Restauração	7 - Restauração da vegetação nativa - Cerrado/Amazônia	Aumento do sequestro advindo da restauração da vegetação nativa, ou seja, a transição de usos do solo de vegetação não-nativa à usos do solo de vegetação nativa em locais onde a vegetação nativa esteve presente historicamente. Essa opção considera a revegetação com espécies nativas e o plantio mixto de árvores principalmente em áreas de preservação permanente e reserva legal de acordo com as exigências legais.

4. Eventuais ações de preparo do solo durante a primeira fase de transição para a agricultura regenerativa podem ser necessárias devido ao alto nível de degradação e ao solo extremamente compacto.

Existe mais uma opção relevante aos dois biomas Amazônia e Cerrado, representada por sistemas agroflorestais (SAF). Diferentemente dos sistemas ILPF, SAF consiste em sistemas integrados de produção baseados em árvores e culturas que otimizam o uso do solo e promovem a biodiversidade e a sustentabilidade socioeconômica e ambiental. Nessa abordagem, SAF pode envolver diferentes espécies produtivas nativas - comerciais ou não - e culturas semiperenes. Devido à grande variedade de arranjos de SAF possíveis e o potencial de remoção de carbono, as estimativas de SAF ainda estão em desenvolvimento e não foram incluídas neste estudo.

As oportunidades relacionadas à agricultura no setor de uso do solo podem ser divididas em várias estratégias de conservação, ou seja, expansão agrícola regenerativa em pastagens já desmatadas, intensificação sustentável da pecuária, proteção da vegetação nativa além do que é exigido legalmente e restauração da vegetação nativa. Essas estratégias podem então se conectar à uma ou mais opções que geram benefícios de carbono, tais como melhorias em carbono do solo, conversão evitada de vegetação nativa (dentro e fora da propriedade)

e restauração de vegetação nativa. Por exemplo, um programa para expandir a produção de soja em pastagens degradadas pode gerar benefícios climáticos que vão desde a melhoria da saúde do solo, à contribuição da conversão evitada de vegetação nativa na paisagem (dentro e fora de propriedades restauradas) e potencialmente a restauração nativa conforme os produtores se adequem ao Código Florestal. A intensificação sustentável da pecuária pode criar tipos de benefícios similares, ainda que de magnitudes diferentes.

O processo metodológico usado nesse relatório está representado na Figura 2. O primeiro passo foi avaliar as opções associadas às estratégias de conservação de recuperação de pastagens, intensificação da pecuária e proteção de vegetação nativa que poderiam se beneficiar de incentivos de carbono. As opções foram avaliadas baseadas em seu potencial de mitigação de carbono, a viabilidade técnica para medir e monetizar os benefícios de carbono e os custos associados para concretizá-las. Depois, mecanismos para monetizar o carbono foram identificados e associados aos diferentes tipos de pagamentos correspondentes aos produtores.

Figura 2: Processo metodológico do relatório



Mecanismos de medição e monetização

Para alavancar a implementação das opções acima, os benefícios de carbono poderiam ser medidos e monetizados por meio de vários mecanismos existentes, tais como compensação, gestão das emissões de escopo 3 e abordagens jurisdicionais:

Compensação: As compensações podem ser usadas pelas empresas como um instrumento para atingir suas metas climáticas, incluindo emissões líquidas zero. Tal estratégia deveria, inicialmente, identificar devidamente as fontes e reduzir as emissões em suas operações e cadeias de abastecimento e só então adquirir compensações para mitigar as emissões residuais que não mais podem ser reduzidas. O Brasil ainda não possui um mercado de carbono regulado, então o mercado de compensações conta com o mercado voluntário. De acordo com as metodologias existentes, os produtores de soja e pecuaristas poderiam utilizar esse mecanismo para várias opções de carbono, da remoção de GEE às conversões evitadas.

Gestão de emissões de escopo 3: Representa as emissões ou remoção de GEE de uma organização que impactam indiretamente sua cadeia de valor. Dentre as muitas categorias de emissões de escopo 3, existe a “compra de bens e serviços.” É por isso que o setor de alimentos e agricultura têm suas principais fontes de emissões alocadas no escopo 3. Assim, os produtores (fornecedores) representam emissões de escopo 3 das indústrias porque eles fazem parte da cadeia de abastecimento. O mesmo se

aplica às instituições financeiras cujas operações financeiras são categorizadas como emissões de escopo 3 em seus inventários de GEE.

As ações que reduzem as emissões sob a abordagem de escopo 3 são legítimas quando as empresas podem medir devidamente as emissões de escopo 3 em seus inventários de GEE e tomar ações concretas para reduzir as emissões em suas cadeias de abastecimento. Por exemplo, uma empresa que é grande compradora ou vendedora de produtos de base agrícola pode tomar ações em nível de propriedades para incentivar a redução de emissões em suas cadeias de abastecimento por vários meios, tais como expandir a agricultura regenerativa ou evitar desmatar a vegetação nativa. Assim, a empresa pode incluir em seu inventário a redução ou remoção de emissões obtidas nas fazendas da cadeia de abastecimento.

O método de inventário da gestão das emissões de escopo 3 permite que as empresas acompanhem o efeito agregado de suas atividades sobre o total de emissões de GEE das empresas ao longo do tempo. No setor agrícola, por exemplo, as empresas podem incentivar seus fornecedores a demonstrar melhorias no carbono de solo advindas de práticas agrícolas regenerativas e contabilizar os benefícios associados em seus inventários. Ao mesmo tempo, as emissões da conversão de vegetação nativa atribuídas aos fornecedores podem também ser contabilizadas no inventário da empresa,

assim trabalhar com os produtores para evitar a conversão ajuda a reduzir emissões de escopo 3.

Essa é uma iniciativa que parte das empresas para os produtores em suas cadeias de abastecimento por meio de várias formas de apoio, tais como assistência técnica aos produtores para melhorar os sistemas de produção, pagamentos diretos por remoção de carbono ou financiamento de baixo-custo, entre outros.

Abordagens jurisdicionais: Programas de gestão integrada de paisagens de governos que congregam atores-chave para codesenvolver e alinhar metas de práticas sustentáveis dentro da jurisdição. Desmatamento e degradação da floresta são as principais áreas em que os estados brasileiros estão concentrando suas abordagens jurisdicionais seguidas de restauração da vegetação nativa. Os resultados das abordagens jurisdicionais podem ajudar o Brasil a cumprir sua Contribuição Nacional Determinada (NDC em inglês) submetida à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) e pode apoiar autoridades locais e empresas a cumprir suas metas voluntárias de ação climática.

Essas abordagens são comumente apoiadas por recursos financeiros de cooperações internacionais, tais como programas de REDD e de pagamentos por serviços

ambientais que permitem a transferência de recursos baseada em resultados de redução do desmatamento dentro de uma dada jurisdição. Recentemente, começou uma movimentação para conectar programas jurisdicionais de REDD+ ao mercado de carbono. A Arquitetura para Transações de REDD+ (ART em inglês) e seu padrão jurisdicional associado (TREES) visam a facilitação de transações entre compradores de empresas e governos no que diz respeito a compra de créditos de escala jurisdicional. A ART fornece um processo padrão para registrar, verificar e emitir créditos de redução de emissões REDD+ de forma transparente. Uma vez emitidos, esses créditos com números de série exclusivos podem ser vendidos no mercado voluntário ou regulados. Apesar da ART ser focada no REDD+ de nível nacional, ela também permite participação subnacional direta de acordo com certos critérios, tais como aprovação do governo nacional.

Abordagens nacionais: Programas e iniciativas de nível nacional relacionados às NDCs, que no caso do Brasil podem incluir vários programas de agricultura climaticamente inteligente liderados pelo MAPA e outras agências, políticas de fiscalização do Código Florestal, programas de financiamento tais como o Fundo Amazônia e outras iniciativas.



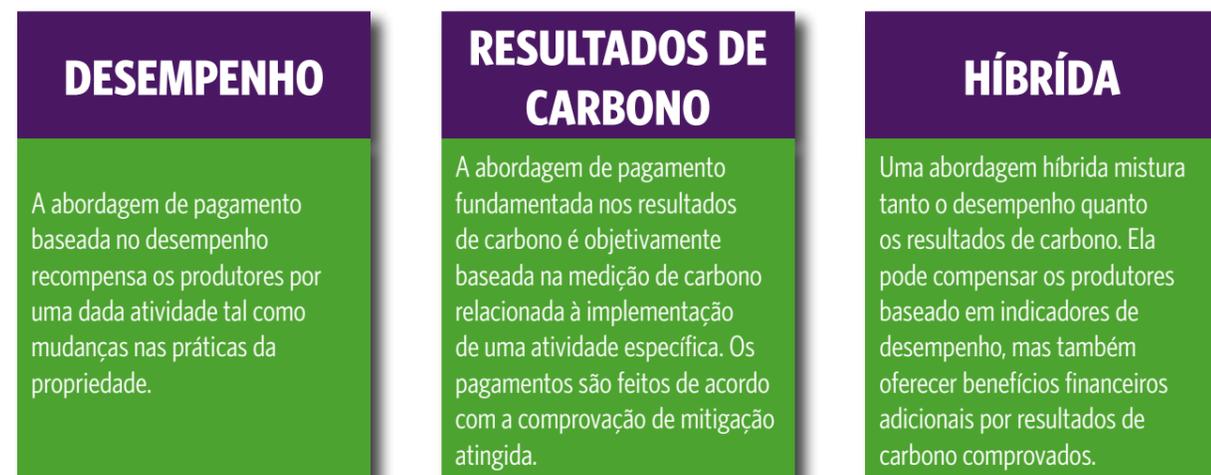
Tipos de pagamentos

O engajamento exitoso de produtores para as opções escolhidas levanta a questão de como estes serão recompensados e incentivados à mudança de comportamento.

As abordagens podem ter diferentes níveis de complexidade dependendo do resultado

ou prática que devem ser apresentados pelo produtor para obter acesso a um recurso financeiro específico. O relatório indica três tipos de abordagens de pagamento baseadas na maneira como se medirá a prática ou o resultado na propriedade.

Figura 3 – Tipos de pagamento.



Avaliação das opções de mitigação de carbono

Todas as opções relacionadas são avaliadas considerando-se os três critérios a seguir:

- » **Potencial de mitigação de carbono:** Os valores de emissões e remoções foram compilados por meio da literatura sobre o tópico para estimar o balanço de carbono por hectare por ano. O objetivo dessa medição é fornecer um único indicador do desempenho climático das diferentes opções. As estimativas se encontram no Anexo. As principais premissas incluem:
 - Sistemas de agricultura regenerativa bem gerenciados requerem vários tipos de insumos para restaurar e manter a capacidade de um sistema produtivo e essas emissões precisam ser compensadas para os benefícios de carbono terem um impacto de carbono líquido. As principais fontes de emissões de GEE de cada opção foram estimadas, incluindo fertilizantes nitrogenados, combustíveis, emissões entéricas e calcário.
 - O modelo do potencial de mitigação considerou a permanência de carbono de 30 anos levando em consideração o critério de elegibilidade dos principais padrões internacionais para projetos de carbono, tais como o Gold Standard e o *Verified Carbon Standard* (VCS).
 - O reservatório de carbono em solos bem manejados tende à saturação (para um novo equilíbrio) em algum momento ao longo do tempo de implementação do sistema (Wiesmeier et al., 2020). Para solos, o tempo adotado é o padrão do IPCC de 20 anos (IPCC, 2006; 2019). Além disso, outras publicações relatam o período predefinido de 20 anos (Smith, 2004).
 - Implementação em área mínima de 2.000 hectares ao longo de 10 anos (200 hectares por ano). De acordo com algumas modelagens, esse é o mínimo de área para tornar projetos de carbonos viáveis técnica e financeiramente, considerando-se a permanência de 30 anos do carbono.
 - Os fatores da emissão de GEE advindos de rebanhos e insumos vieram da Quarta Comunicação Nacional do Brasil para a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) (Brasil, 2020).
 - O potencial de mitigação de cada opção foi preparado baseado nas diretrizes do GHG Protocol.

» **Viabilidade técnica** - Classificada a partir de medição, reporte e verificação (MRV), permanência e adicionalidade - classificada como alta, média e baixa da seguinte forma:

Tabela 2: Critérios para avaliar opções de viabilidade técnica para monetizar os benefícios de carbono.

MRV	
Alta	Opções com metodologias e processos bem estabelecidos para todos os passos (por exemplo, maior transparência e métodos para monitorar projetos e opções com sistemas florestais). Opções de MRV bem consolidadas para todos os passos.
Média	Opções com metodologias e processos para alguns passos ou reservatório de carbono (por exemplo, ainda existem lacunas e grandes desafios no monitoramento de carbono do solo ⁵). Opções com MRV adequadas para alguns passos.
Baixa	Opções que podem ser monitoradas e relatadas, mas não verificadas.
Permanência	
Alta	Maiores quantidades de reservatórios de carbono levam à maior resiliência de projetos e diminuem os riscos de não-permanência. Opções com 2 reservatórios de carbono - solo e biomassa.
Média	O reservatório de carbono biomassa tem um risco menor de não-permanência quando comparado ao reservatório de carbono do solo (devido a perdas de manejo de carbono do solo).
Baixa	O reservatório de carbono de solo tem um alto risco de não-permanência devido ao aumento da perda de recuperação (prática comum em sistemas agrícolas); heterogeneidade de solos tropicais, biogeoquímica de carbono do solo devido a fatores edafoclimáticos. No caso das conversões evitadas fora das propriedades, o risco de não-permanência está relacionado às lacunas de governança de projetos jurisdicionais.
Adicionalidade	Avaliada usando a abordagem de prática comum
Alta	A opção não tem ou tem baixa probabilidade de ser prática comum no país. Opções com componentes de florestas em sistemas integrados.
Média	A opção pode ser prática comum em algumas regiões do país.
Baixa	A opção tem maior probabilidade de ser prática comum no país ou opções sem comprovação.

» **Custos associados** - Análises quantitativas compostas de custos de monitoramento, custos de implementação e custos de oportunidade.

Tabela 3: Critérios de avaliação das opções de custo

Custo	
Alto	Custo de monitoramento: obrigatoriedade de monitorar dois reservatórios de carbono (biomassa e carbono de solo). Custo de implementação: no caso de conversão evitada em propriedades, alto custo para projetos de compensação, como registro, validação e verificações. No caso de conversão evitada fora de propriedades, alto custo devido ao arranjo jurisdicional, envolvimento de diversos atores e ações. Para restauração, há custos associados à aquisição de mudas, insumos, mão de obra, monitoramento da área, etc. Nos casos de regeneração natural, há custos com mão de obra. Custo de oportunidade: o produtor desiste da produção ao proteger a terra que poderia ser convertida legalmente em agricultura.
Médio	Custo de monitoramento: obrigatoriedade de monitorar um reservatório (solo ou biomassa). Custo de implementação: o custo operacional (insumos, mão de obra, mudas, sementes, maquinário, monitoramento, administração, etc.) dos sistemas integrados é superior aos custos operacionais apenas de lavoura ou pecuária. Custo de oportunidade: o produtor não abre mão totalmente da produção para proteger (o produtor pode administrar a reserva legal com atividades econômicas).
Baixo	Custo de monitoramento: obrigatoriedade de monitorar um reservatório de carbono (solo). Custo de implementação: lavoura ou pecuária em sistemas únicos apresentam infraestrutura, logística e pacotes técnicos bem conhecidos, comparados a sistemas integrados. Eles também geram retornos econômicos positivos que os tornam economicamente viáveis e de baixo custo de implementação. Para proteção da vegetação nativa dentro das propriedades, há pouca necessidade de intervenção pelo produtor rural. Para conversão evitada fora das propriedades, não há custo para o agricultor. Custo de oportunidade: o produtor não abre mão da produção, por exemplo, com sistemas produtivos que melhoram a saúde do solo.

5. Por exemplo, a quantificação de carbono do solo que ainda está em análise por Verra para VM00042.

Resultados da análise

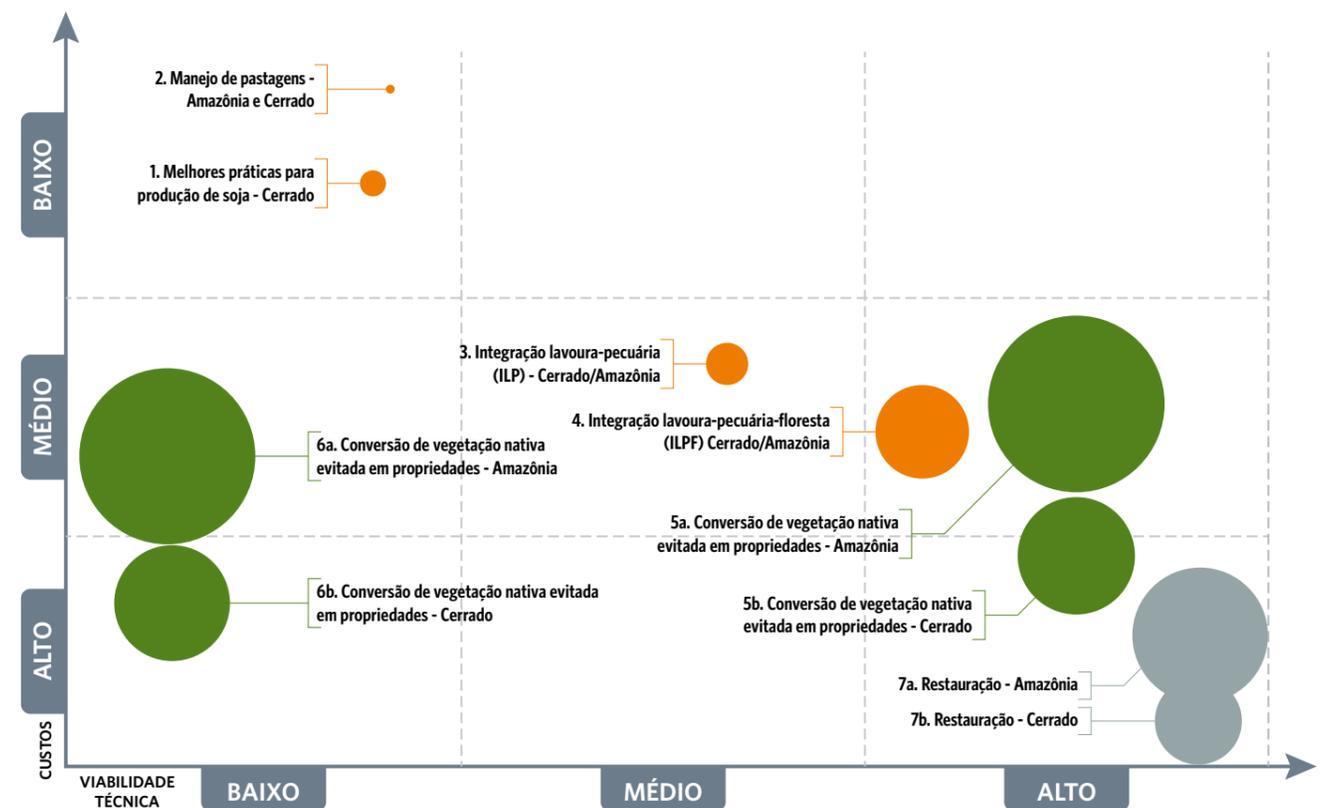
Consistente com a literatura sobre o assunto, as opções com maior potencial de mitigação de carbono são as de conversões evitadas e a restauração da vegetação nativa. As conversões evitadas emergem como a maneira mais custo-econômica para reduzir emissões de larga-escala. As opções agrícolas também têm grandes oportunidades de implementação, especialmente considerando-se os sistemas de produção integrados.

O eixo x inferior refere-se à viabilidade

técnica quanto aos procedimentos de MRV, permanência e adicionalidade, e o eixo y, aos custos associados. O tamanho dos balões representa a magnitude do potencial de armazenamento/sequestro de carbono*. As cores das bolhas representam as estratégias de conservação de cada opção resumidas em 3 grandes grupos: agricultura regenerativa, conversão de vegetação nativa evitada e restauração.

*Mais detalhes no Anexo .

Figura 4: Figura final com todos os aspectos da análise – que está baseada em argumentos e critérios qualitativos e quantitativos.



Observe que na Figura 4 a magnitude de carbono por hectare de conversão evitada fora das propriedades é a mesma que a de dentro das propriedades. Na prática, para cada hectare de expansão agrícola em pastagens, por exemplo, a conversão evitada fora da propriedade será apenas uma fração desse total porque parte da expansão já se daria sob

áreas abertas como BAU (business as usual). A análise histórica indica que aproximadamente 70% da expansão de soja no Cerrado é sobre pastagens e 30% sobre vegetação nativa. Como não temos essa mesma estimativa para o bioma Amazônia, incluímos o valor total de carbono por hectare para conversão de vegetação nativa fora da propriedade.

Agricultura regenerativa:

Melhores práticas de produção de soja no Cerrado (opção 1), manejo de pastagens no Cerrado e na Amazônia (opção 2) e ILP tanto no Cerrado quanto na Amazônia (opção 3) têm o menor potencial de sequestro de carbono por hectare e viabilidade técnica baixa/média como resultado das grandes incertezas quanto aos procedimentos de permanência, adicionalidade e MRV. No entanto, essas são opções de baixo custo, portanto, se essas barreiras puderem ser superadas, poderão ser altamente escaláveis, dada a grande quantidade de terras degradadas na Amazônia e no Cerrado.

Para tornar viáveis projetos com pouca quantidade de carbono por hectare, soluções agrupadas precisam ser consideradas. Na prática, projetos viáveis incluiriam uma variedade de soluções, de agricultura regenerativa a desmatamento evitado em propriedades e reflorestamento de vegetação nativa.

No caso de MRV, mais especificamente projetos com monitoramento de carbono do solo, as lacunas estão sendo amplamente discutidas com vários atores envolvidos com o tema: o setor privado, instituições de pesquisa, representantes do setor agrícola, corpo técnico de sistemas internacionais de registros de projetos de carbono no mercado voluntário, etc. Existe a necessidade de encontrar soluções que permitam análises acessíveis de amostra de solo e de reduzir incertezas técnicas.

As práticas aprimoradas de produção de soja e manejo de pastagens serão mais relevantes para projetos de carbono quando os problemas de viabilidade técnica forem superados e as compensações de carbono puderem ser produzidas em escala. As principais lacunas estão relacionadas ao monitoramento do carbono do solo. A permanência do carbono no solo ainda é um desafio, devido a algumas práticas de revolvimento do solo amplamente utilizadas pelos agricultores brasileiros, como o uso de grades. Isso causa perdas significativas de carbono do solo. No entanto, um potencial impacto significativo dessas opções é reduzir a pressão sobre a conversão de florestas em terras agrícolas, uma vez que o aumento da produtividade e os pagamentos por compensações

de carbono irão, em teoria, reduzir a necessidade de converter novas terras.

As duas opções têm a vantagem de serem altamente escaláveis, pois fazem parte do conhecimento dos produtores, pacotes técnicos disponíveis no mercado e grande disponibilidade de terra. Além disso, essas opções geram retornos econômicos positivos que os fazem economicamente viáveis e de baixo-custo de implementação.

A ILP é uma maneira bem eficiente de produzir alimentos sustentavelmente, regenerar a terra e sequestrar carbono enquanto também abastece o mercado com commodities como soja e carne. Ela tem uma vantagem comparada às opções 1 e 2 já que pode combinar lavoura e pecuária, as duas principais commodities do agronegócio no Brasil, no mesmo sistema. Além disso, tem um potencial maior para armazenar carbono do que sistemas de monocultura ou de pecuária (mas bem menor do que vegetação nativa), maior adicionalidade (já que ainda não é uma prática comum em algumas regiões do país) e pacotes tecnológicos bem desenvolvidos que permitem aos produtores fazer transições de maior escala para práticas regenerativas, considerando que as áreas atualmente com rotação de soja e milho estariam mais facilmente disponíveis e aptas para a transição a um sistema de ILP.

A ILP é uma promissora solução de agricultura de baixo-carbono já que é potencialmente escalável em todas as terras degradadas do Brasil. Ela requer conhecimento, tecnologia e financiamento para ter escala, mas não desorganiza sistemas convencionais, facilitando sua adoção pelos produtores.

Uma oportunidade a ser explorada é considerar essas três opções sob um programa jurídico que alavancaria a escala do programa, também incluindo produtores e pecuaristas que de outra forma não teriam acesso ao mercado de carbono, principalmente devido aos custos e exigências específicas de programas de compensação (elegibilidade, adicionalidade e 30 anos de permanência). No entanto, os riscos precisam ser avaliados cuidadosamente, pois mudanças nas prioridades governamentais



poderiam comprometer a continuidade de tais programas e colocar em risco a confiança e o engajamento dos produtores nos mercados de carbono. Essa mudança de rumo na criação, manutenção ou contribuição de recursos para os planos e programas de governo é muito comum no Brasil devido a alternância de partidos políticos de ideologias diferentes. No entanto, é urgente que a agenda do clima e agricultura seja uma prioridade de longo prazo no Brasil.

A opção 3, integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) é uma estratégia que integra sistemas produtivos diferentes, isto é, agrícola, pecuária e sistemas florestais dentro de uma mesma área. Ela pode ser feita por meio de consórcio, sucessão de culturas ou rotação de cultura de modo que todas as atividades sejam mutuamente benéficas. A ILPF se beneficia de um segundo reservatório de carbono – biomassa florestal (em comparação com outras opções de agricultura regenerativa). Isso promove segurança de maior permanência assim como maior potencial de mitigação. Esses aspectos aumentam as possibilidades de oportunidades de gestão.

Atualmente, a maioria dos sistemas implementados no Brasil usam espécies exóticas como componente florestal. No entanto, o

uso de espécies nativas deveria ser igualmente incentivado, pois traz benefícios de conservação adicionais para o bioma.

A ILPF tem um potencial significativo para armazenar carbono e ainda trazer uma renda agrícola, o que reduz o impacto da oportunidade de custo. Sua viabilidade técnica com relação ao MRV, permanência e adicionalidade é alta, contudo, sua escala de adoção é baixa já que requer mão-de-obra mais intensa, necessita de investimentos iniciais altos e ser implementada em áreas menores. Esses sistemas são complexos e ainda que seu uso esteja aumentando, ainda não são práticas comuns no Brasil, exigindo acompanhamento e treinamento de especialistas. Ainda não é uma prática tradicional e exige uma mudança significativa por parte dos produtores com planos de longo prazo e assistência técnica que seja capaz de entender e promover as diversas atividades necessárias para implementar o ILPF.

Em relação ao mecanismo de monetização mais promissor e tipo de pagamento, a opção pela agricultura regenerativa poderia se beneficiar de três abordagens: compensação, emissões de escopo 3 e programas jurisdicionais. As opções que contemplam apenas o aumento do carbono de solo (sem o aspecto da vegetação nativa), tais como melhores práticas para

a produção de soja, ILP e manejo de pastagens, o escopo 3 seria o melhor.

A geração de valor para os programas de escopo 3 é clara, pois grandes empresas agrícolas que têm produtores em sua cadeia de abastecimento podem reivindicar a redução de emissões quando financiam a transição para uma agricultura mais sustentável. Há geração de valor para ambos os lados, as empresas usam suas receitas para oferecer incentivos financeiros aos produtores em troca de benefícios de escopo 3 para elas. Esses programas de

escopo 3 podem ganhar escala uma vez que as lacunas metodológicas para monitoramento de carbono do solo sejam superadas para liderar a transição a uma agricultura mais sustentável.

Um programa híbrido tem um potencial real de dar escala à transição uma vez que aborda o escopo 3 e as oportunidades jurisdicionais. Do ponto de vista da agricultura, a ILPF é um sistema complexo, difícil de ganhar escala e de difícil investimento, portanto, ter o carbono como uma nova fonte de renda pode ser um incentivo para a adoção dessas práticas.

Conversão de vegetação nativa evitada

A conversão evitada de vegetação nativa fora de propriedades está relacionada à conservação de florestas nos biomas Cerrado e Amazônia fora de propriedades. Ela ocorre sob uma abordagem jurisdicional ou aninhada (JNR) na qual florestas públicas e privadas são preservadas em projetos liderados por órgãos governamentais. Ela oferece uma alta mitigação de carbono por hectare que pode ser realizada rapidamente e a um custo comparativamente baixo por tCO₂e, geralmente com muitos cobenefícios, como

conservação de biodiversidade e água.

A mudança de uso do solo de floresta a terras agrícolas é a maior fonte de emissões no Brasil. Aproximadamente, 75% das emissões de GEE estão relacionadas a mudanças de uso do solo e agricultura (SEEG, 2022). Conservar as florestas sob um programa jurisdicional em grandes áreas da Amazônia e Cerrado pode ter um grande impacto na nas emissões de carbono.

Diferenças regionais do Cerrado e da Amazônia foram consideradas nas análises

A expansão da agricultura sobre pastagens, a intensificação sustentável da pecuária sem desmatamento de vegetação nativa pode contribuir para evitar a conversão da vegetação nativa fora da propriedade, reduzindo a pressão de desmatamento.

devido às diferentes oportunidades de custos e o potencial de estoque de carbono de cada bioma. Assim, opção 6 foi dividida entre opção 6a - Amazônia, e opção 6b - Cerrado, para que as diferenças entre os biomas pudessem ser ressaltadas.

As opções de conversões evitadas fora das propriedades têm potencial de armazenamento de carbono médio (levando em consideração o que já é legalmente protegido pelo Código Florestal) e adoção em alta escala. Entretanto, possuem baixa viabilidade técnica e custos elevados, principalmente pelo custo de oportunidade associado. Além disso, existem barreiras associadas a um programa jurisdicional, que envolve uma quantidade razoável de incertezas com relação à conexão de um benefício monetário com a estratégia base de conservação. É importante ressaltar que os custos não estão diretamente relacionados ao produtor. Estes são custos envolvidos na governança de programas jurisdicionais e custos de oportunidade de terra se a conversão evitada fora das propriedades ocorrer em áreas legalmente desmatadas.

Atualmente, não há metodologia de medição e monetização disponível para conversão de vegetação nativa evitada fora das propriedades sem ser do nível jurisdicional. É importante observar que, embora existam protocolos e diretrizes para programas jurisdicionais, pode existir muita variedade entre os programas, que nem sempre terão procedimentos consistentes para a medição dos benefícios de carbono. Além disso, sua implementação é de alta complexidade devido ao envolvimento de diversos atores.

Em um projeto jurisdicional, onde o objetivo principal é limitar o desmatamento e aumentar o percentual de áreas preservadas com vegetação nativa, a conversão evitada fora das propriedades é bastante relevante. Sobretudo quando

decorre da implementação da opção de agricultura regenerativa em terrenos degradados e já desmatados, uma vez que visam a intensificação da produção e redução da pressão para desmatar novas áreas. Nesse caso, o benefício do carbono de desmatamento fora das propriedades não seria contabilizado ou incluído nas opções de monetização, mas seguiria a abordagem de representar o benefício de carbono no nível da paisagem que poderia ser medido indiretamente por indicadores de desempenho das práticas regenerativas adotadas. Portanto, esse tipo de abordagem fora das propriedades é recomendado apenas em programas jurisdicionais.

Por outro lado, a conversão da vegetação nativa evitada dentro das propriedades da Amazônia (Opção 6a) e do Cerrado (Opção 6b) representa a conservação de todos os excedentes de reserva legal na Amazônia e Cerrado e tem a maior oportunidade de reduzir emissões considerando a realidade brasileira.

A legislação do Código Florestal brasileiro (Lei 12.651/12) determina que somente uma porcentagem de uma propriedade pode ser desmatada. Nos biomas Cerrado e Amazônia, as propriedades podem ser legalmente desmatadas em uma porcentagem de 65% e 20% de suas áreas, respectivamente. A preservação de áreas além do que é legalmente exigido pelo Código Florestal brasileiro dá direito a créditos de carbono relacionados ao “excedente” de floresta preservado no mercado voluntário de carbono.

Produtores que tenham uma área de floresta grande o suficiente em suas propriedades que está além do que é exigido legalmente podem adotar uma abordagem de compensação de conversão evitada. Nesse caso, se estiverem preparados para conservar a área permanentemente, eles poderiam se engajar com um projeto de REDD+. Essas oportunidades devem



ser avaliadas caso a caso e somente quando o tamanho do excedente de floresta for elegível. Se a área de floresta for pequena demais, é possível que produtores se juntem para participar como projetos agrupados para tornar o desenvolvimento e a verificação de carbono acessíveis.

As metodologias de compensação para esse tipo de projeto estão bem estabelecidas, embora ainda haja oportunidades para agilizar o processo de crédito para que os produtores possam adotar amplamente a opção. Os custos de implementação da conversão evitada na fazenda não são proibitivos, pois os principais custos diretos fazem parte do custo de gestão da parte produtiva da propriedade, embora existam algumas ações de conservação necessárias na área de vegetação nativa, como gestão de incêndios. O principal desafio é o custo de oportunidade para o produtor não desmatar a terra, embora isso seja um pouco mitigado por 1) o tempo e custo substanciais para obter licenças para desmatamento legal e 2) a tendência crescente no

mercado de não comprar soja e carne bovina associados ao desmatamento e conversão de vegetação natural. Desafios adicionais para implantar essas opções são a necessidade de um investimento inicial para certificar o carbono sob um padrão confiável e para os produtores se comprometerem com um contrato de 30 anos (comumente usados no mercado voluntário de carbono).

As compensações de conversões evitadas, como determinadas pelo STBi, não podem ser reivindicadas pelas empresas do setor agrícola para suas metas líquidas zero porque não abrangem uma área produtiva de sua cadeia de valor. Entretanto, opções de conversões evitadas contribuem para gestão de escopo 3, pois evitam um aumento nos estoques de GEE que ocorreria caso um fornecedor convertesse vegetação nativa.

Além disso, quanto à permanência, com o valor adequado do crédito, ações mais efetivas para garantir o carbono na área poderiam

ser tomadas. Ações que visam conter os riscos naturais (principalmente as queimadas) e riscos externos relacionados a diferentes questões (disputas de terras, engajamento da comunidade durante o período de obtenção de créditos e mudanças políticas) precisam ser tomadas. Essas medidas para garantir o sucesso do projeto demandam recursos financeiros. Além da buffer, parte da remuneração obtida com a venda desses créditos poderia ser utilizada em ações para garantir a permanência do carbono.

As recomendações para esta opção incluem esforços para reduzir os riscos de descontinuidade do projeto, como due diligence rigorosa

sobre a posse da terra, uma compreensão clara das comunidades locais e participação e uma repartição justa dos benefícios, além de outras estratégias para garantir a permanência, por exemplo, a implementação de servidões de conservação, a instituição de reservas particulares de proteção e acordos sólidos com proprietários de terras. Além disso, às vezes é muito complicado para um produtor montar rapidamente um projeto, comprová-lo para receber os créditos de carbono e acessar o mercado para vendê-los – é preciso estabelecer um projeto de grupo e agregar agricultores com o mesmo interesse.

Restauração da vegetação nativa

Os benefícios ambientais da restauração da vegetação nativa, com reflexos na redução dos custos dos sistemas de produção das propriedades, são muitos. Os principais benefícios são a geração de microclima favorável, proteção de nascentes e margens de rios, proteção e aumento de polinizadores, redução da incidência de pragas, aumento da disponibilidade de água do solo e redução da erosão do solo. A presença de polinizadores proporciona um aumento na produtividade das culturas e eles representam um serviço ecossistêmico vital para a produtividade agrícola (Potts et al., 2010).

Projetos de restauração podem se dar em áreas degradadas que atualmente estão ocupadas por agricultura de baixa produtividade. Os projetos de restauração em áreas de reserva legal e de preservação permanente são distintos. Nas reservas legais é possível obter algum retorno por meio do manejo sustentável dessas áreas, além da possibilidade de inserção de espécies exóticas. Isso resultaria em um custo de oportunidade menor quando somado às receitas de gestão. Embora ambas as atividades sejam exigidas pela legislação brasileira, considerando a atual fiscalização e passivos ambientais no Brasil, ambas são consideradas adicionais para fins de metodologias de carbono.

Se o custo de implementação para restauração (plantio de árvores) fosse incluído, evitar

o desmatamento (dentro e fora de propriedades) surgiria como o meio mais econômico para reduzir as emissões em larga escala. A regeneração natural como uma categoria de restauração também pode gerar grande impacto com menor custo, porém o potencial de mitigação é menor comparado ao plantio de árvores e os riscos de desempenho também devem ser considerados.

A restauração poderia ser incluída em um programa jurisdicional. Fazer parte da NDC brasileira seria então uma oportunidade para tais programas serem subsidiados por órgãos governamentais em um programa jurisdicional e ganhar escala, permitindo que os produtores cumpram integralmente os regulamentos florestais brasileiros, contribuindo ao mesmo tempo com as metas da NDC brasileira. O mecanismo de monetização proposto poderia acelerar a restauração dessas áreas, que, de acordo com o Código Florestal, têm um prazo de até 20 anos para serem restauradas, um tempo muito longo em relação à urgência climática.

A restauração também poderia ser incluída no escopo 3 e nos programas de compensação, porém é muito improvável que ocorra em grande escala, pois os custos de implementação e monitoramento são altos. Fazer parte da NDC brasileira seria então uma oportunidade para tais programas serem subsidiados por órgãos governamentais em um programa



jurisdicional e ganhar escala, permitindo que os produtores cumpram integralmente os regulamentos florestais brasileiros, contribuindo ao mesmo tempo com as metas da NDC brasileira.

A recomposição de áreas legalmente protegidas - reserva legal e preservação permanente - pode ser adicional considerando a situação do passivo ambiental do país. Além disso, a adicionalidade estaria ligada ao tempo de restauração. Os mecanismos de monetização propostos podem acelerar a recomposição dessas áreas, que, de acordo com o Código Florestal, têm prazo de até 20 anos para serem restauradas para reservas legais.

Resumindo, os projetos de restauração têm

Recomendação final

As Soluções Climáticas Naturais (NCS) diferem em seu potencial para mitigar as mudanças climáticas, no entanto, a proteção dos sistemas naturais existentes, como as florestas da Amazônia e do Cerrado, é a estratégia mais eficaz. As NCSs de proteção também se alinham aos compromissos globais para deter o desmatamento, limitar a degradação florestal e interromper a perda de biodiversidade. Ecossistemas naturais podem armazenar grandes quantidades de carbono, sequestrar carbono e representar estoques de carbono mais estáveis e de longo prazo em comparação com terras em funcionamento e restauradas. Evitar a conversão de ecossistemas secundários maduros e novos evita que o carbono seja liberado na atmosfera e mantém sua capacidade de manter o sequestro de carbono” (Cook-Patton, 2021).

Tendo em vista toda a avaliação apresentada, o desmatamento evitado (dentro e fora das propriedades) surge como o meio mais custo econômico para reduzir as emissões em larga escala. A conversão evitada nas propriedades é elegível para a abordagem do mercado de carbono, embora haja desafios de implementação, como obter o compromisso de longo prazo dos produtores de não converter. Por outro lado, as projeções para o valor do crédito de carbono e o avanço do mercado de carbono são animadoras. Esse cenário está intimamente relacionado a um dos principais

alta viabilidade técnica e oportunidades, pois a restauração tem alto potencial de mitigação, alta permanência de carbono e é bem aceita pelo mercado de carbono, além de apresentar vários cobenefícios para solo, água, biodiversidade e comunidades como já discutimos. Também é adicional e possui procedimentos de MRV bem estabelecidos. Seus custos, por outro lado, são extremamente altos devido ao grande esforço necessário para implementação e monitoramento. Outra barreira a ser superada nessa opção, especialmente no Cerrado, é o alto custo de oportunidade da terra devido ao alto retorno financeiro esperado das commodities agrícolas.

desafios para promover essa opção - o custo de oportunidade.

As conversões evitadas fora das propriedades ainda enfrentam barreiras metodológicas para serem mensuradas e monetizadas individualmente pelos produtores. No entanto, programas jurisdicionais e nacionais são meios sugeridos para implementar essa opção na qual o benefício de carbono é avaliado em escala de paisagem.

As opções de reflorestamento apresentam altos potenciais de mitigação e também são contemplados nos projetos de compensação, mas devido ao investimento inicial necessário e o prazo longo para aumentar a biomassa, tem sido lento em ganhar escala.

O aumento do carbono do solo atribuído a opções agrícolas, tais como sistemas integrados, recuperação de pastagens para soja e intensificação da pecuária, é tangível e apresenta alta possibilidade para ganhar escala, tanto no bioma Cerrado quanto na Amazônia. Por outro lado, existem questões técnicas na medição e monetização para torná-lo uma opção viável para os produtores.

À luz dessas observações, recomendamos os seguintes esforços para acelerar o investimento e a implementação de estratégias agrícolas sustentáveis e positivas para o clima:

Maior foco deve ser dado ao trabalho com programas climáticos jurisdicionais e nacionais

para apoiar e recompensar as iniciativas agrícolas que incentivam a conversão evitada da vegetação natural, incluindo a expansão agrícola regenerativa em pastagens e a intensificação sustentável da pecuária. Evitar a conversão em escala de paisagem é a oportunidade mais importante para o Brasil e atualmente não existem mecanismos substanciais para alavancar os benefícios do carbono para incentivar a expansão de pastagens e melhorias de rendimento proporcionais à contribuição que eles fazem para evitar a conversão. A conexão dos benefícios do carbono com essas práticas só pode ser feita de maneira econômica e em escala por meio de um programa jurisdicional ou nacional, e merece uma discussão mais profunda sobre quais mecanismos poderiam ser criados em iniciativas como PCI no Mato Grosso, Pará Agora ou programas nacionais.

Maiores esforços devem ser investidos na criação de projetos de grupo para carbono para incentivar os agricultores a não desmatar a vegetação nativa além das exigências legais. Esse tipo de conversão evitada pode ser medido e monetizado por meio de um programa de compensação. Essa abordagem

não foi implementada extensivamente e vemos oportunidades significativas para fazê-lo. Estimativas indicam que há mais de 1 milhão de hectares de vegetação nativa no Cerrado além dos requisitos de reserva legal aptos para a produção de soja (MapBiomas, 2022).

Empresas e produtores podem continuar a medir e monetizar os benefícios do carbono do solo, mas devem considerar a inclusão em seus programas de medidas para evitar a conversão e restaurar a vegetação nativa, a fim de aumentar o impacto do carbono e a relação custo-benefício da monetização dos benefícios. Os sistemas que integram lavoura e pecuária, e potencialmente árvores, terão maiores benefícios de carbono do que somente a lavoura.

A restauração da vegetação nativa deve ser expandida e, para torná-la mais acessível, os custos podem ser sustentados integrando a restauração em programas com forte base econômica - como a expansão da agricultura em pastagens e a intensificação sustentável da pecuária. Muitas vezes, a restauração é necessária para que os produtores desses programas cumpram o Código Florestal.



Referências

- ARANTES et al. Potencial de intensificação da pecuária no Brasil baseado na análise de dados censitários e de satélite. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.53, n.9, p.1053-1060, Sept. 2018.
- ASSAD, E. D. et al. Papel do plano ABC e do PLANAVEG na adaptação da agricultura e da pecuária às mudanças climáticas. Working Paper. São Paulo, Brazil: WRI Brasil. 2020a. Available online at: <https://wribrasil.org.br/pt/publicacaoe>
- BARBOSA, F. A. et. al. Cenários para a pecuária de corte amazônica. Belo Horizonte: IGC/UFMG, 2015. Disponível em: <<http://csr.ufmg.br/pecuaria/pdf/contexto.pdf>>.
- BRASIL. Quarta comunicação nacional e relatórios de atualização bienal do Brasil à convenção-quadro das nações unidas sobre mudança do clima. Quarto inventário nacional de emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação - MCTI. 2020. 513p. Available at: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/comunicacoes-nacionais-do-brasil-a-unfccc>
- BRITO, B., ALMEIDA, J., GOMES, P., & SALOMÃO, R. 2021. 10 Fatos essenciais sobre a regularização fundiária na Amazônia (p. 104). Belém: Imazon.
- CANAL RURAL, Grupo propõe dobrar área com ILPF no Brasil até 2030. 2021. Available at: <https://www.canalrural.com.br/noticias/agricultura/area-ilpf-brasil-2030/#:~:text=Sa%C3%ADmos%20de%20menos%20de%202,%2C4%20milh%C3%B5es%20de%20hectares.%E2%80%9D>
- COOK-PATTON, S.C. et al. Protect, manage and then restore lands for climate mitigation. *Nature Climate Change*. Vol 11. Pag 1027-1034. (2021). Available at: <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01198-0>
- EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. 2022. Available at: <https://www.embrapa.br/en/tema-integracao-lavoura-pecuaria-floresta-inota-tecnica>
- FAO, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Sete Lagoas consensus. In: FAO. An international consultation on integrated crop-livestock systems for development, Rome: FAO, 2010. p. 1-3.
- FGV. Fundação Getúlio Vargas. Mercado de carbono voluntário no Brasil: Na realidade e na prática. Observatório da Bioeconomia. 2022. 17p.
- GOLD STANDARD. Value Chain Interventions: Guidance for Soil Organic Carbon. 2018. Available at: https://www.goldstandard.org/sites/default/files/documents/2018_10_value_chain_interventions_soc_guidelines_draft.pdf
- GREENHOUSE GAS PROTOCOL. GHG Protocol Agricultural Guidance. 2014. Available at: <https://ghgprotocol.org/agriculture-guidance>
- GRISCOM, B.W. et al. Natural Climate Solution. 2017 Available at: [Natural climate solutions \(pnas.org\)](https://www.naturalclimate.org/)
- GU, N.; INKOTTE, J. Emissões dos GEEs na intensificação da bovinocultura de corte para o estado do Mato Grosso alcançar as metas da PCI 2030. International Innovation Corps. 2016.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. 2019. Available at: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html>

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. 2006. Available at: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>

INTERNATIONAL PLATFORM FOR INSETTING (IPI). A Practical Guide for Insetting. 2022. Available at: <https://www.insettingplatform.com/insetting-guide/>

KRUID ET AL. Beyond Deforestation: Carbon Emissions from Land Grabbing and Forest Degradation in the Brazilian Amazon. *Frontiers in Forests and Global Change*, July 2021, v.4, 10p.

LAPIG, *Dados Mapeamento da Qualidade de Pastagem Brasileira entre 2000 e 2020. Qualidade de Pastagem (ufg.br)*. Acesso em julho, 2022, 2022.

LARSON, A.M. Land tenure and REDD+: The good, the bad and the ugly. *Global Environmental Change*. June 2013, v. 23, issue 3, p. 678-689.

LATAWIEC et al. *Animal* (2014), 8:8, pp 1255-1263. The Animal Consortium, 2014, doi:10.1017/S1751731114001566.

LIMA, et al. Dados de fatores de emissão de metano proveniente da fermentação entérica de gado de corte e de leite no Brasil. MAPA, 2020.

MAIA, S. M. F. et al. Contrasting approaches for estimating soil carbon changes in Amazon and Cerrado biomes. *Soil and Tillage Research*, v. 133, p. 75-84, 2013. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167198713001037>

MARTINS, A.L. et al. Soil Management Qualification Under No-till System in Center-Southern Brazil. *World Congress of Conservation Agriculture* (2017). Available at: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/167747/1/2017-063.pdf>

MARTINS, S.C. et al. Inverting the carbon footprint in Brazilian agriculture: an estimate of the effects of the ABC plan. *Revista Ciência, Tecnologia e Ambiente*. Vol. 7, No. 1, 43-52 (2018). Available at: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1100241/inverting-the-carbon-footprint-in-brazilian-agriculture-an-estimate-of-the-effects-of-the-abc-plan>

METZGER, J.P. et al. Por que o Brasil precisa de suas Reservas Legais. *Perspectives in ecology and conservation*, 2019, v. 7, pp. 104-116.

MINISTÉRIO DE MEIO AMBIENTE. The Implementation of the Warsaw Framework for REDD+ by Brazil. Nov. 2015, 215p. Available at: <http://redd.mma.gov.br/images/publicacoes/wfr-brazil-2015.pdf>

MORAES, A. et al. Integrated crop-livestock systems in the Brazilian subtropics. *Eur. J. Agron.* 2013 (IN PRESS), <http://dx.doi.org/10.1016/j.eja.2013.10.004>.

POLIDORO, ET AL. The impact of plans, policies, practices and technologies based on the principles of conservation agriculture in the control of soil erosion in Brazil. *Authorea*. April 21, 2020.

PINSKY, V.C.; KRUGLIANSKAS, I. Governing REDD+: A State-of-the-Art Review. *Rev. Adm. UFSM*, Santa Maria, v. 12, n.1, p. 182-197, 2019.

PORFIRIO-DA-SILVA, V.; MEDRADO, M. J. S.; NICODEMO, M. L. F.; DERETI, R. M. Arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras: implantação e manejo. Colombo: Embrapa Florestas, 2009. 49p.

QUANTIS (2019). Quantis (2019). Accounting for Natural Climate Solutions: Guidance for Measuring GHG Emissions from Land, Forests, and Soils across the Supply Chain. Available at: <https://quantis-intl.com/report/accounting-for-natural-climate-solutions-guidance/>

REDE ILPF. Componente Florestal na iLPF - espaçamento entre renques, número de linhas e alinhamento. 2013.

SALTON, J. C.; HERNANI, L.; FONTES, C. Z. Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: Embrapa-SPI; Embrapa-CPAO, 1998. 248p.

SCIENCE BASED TARGETS INITIATIVE. Forest, Land and Agriculture Science Based Target Setting Guidance (Draft). 2022. Available at: <https://sciencebasedtargets.org/resources/files/FLAG-Guidance-Public-Consultation.pdf>

SEEG. Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa. 2022. Available at: https://plataforma.seeg.eco.br/total_emission

SMITH, P. How long before a change in soil organic carbon can be detected? *Global Change Biology*. v. 10, p. 1878-1883, 2004.

SPAROVEK, G. et al. A revisão do Código Florestal Brasileiro. *Novos Estudos - CEBRAP*. 2011. Available at: https://www.researchgate.net/publication/262448789_A_revisao_do_Codigo_Florestal_brasileiro

WIESMEIER, M., MAYER, S., PAUL, C., HELMING, K., DON, A., FRANKO, U., STEFFENS, M., KÖGEL-KNABNER, I. CO2 certificates for carbon sequestration in soils: methods, management practices and limitations. *BonaRes Series*. Germany. 2020. DOI: 10.20387/BonaRes-NEOG-CE98.

World Bank. 2022. State and Trends of Carbon Pricing 2022. State and Trends of Carbon Pricing; Washington, DC: World Bank. World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/37455> License: CC BY 3.0 IGO.

WRI Brasil. Greenhouse gas protocol calculation tool for forestry in Brazil. Technical note | Janeiro de 2020. 32p. Available at: https://wribrasil.org.br/sites/default/files/ghg_protocolo-florestas-technicalnote.pdf

Anexo

32



Estimativa do potencial de mitigação de carbono

As estimativas de carbono que subsidiaram este relatório correspondem a valores cumulativos dos primeiros 10 anos de implantação de cada opção. Para saturação do solo foi considerado um período de 20 anos e para projetos de carbono 30 anos.

Tabela A: As estimativas de mitigação de carbono adotadas pelo relatório

Opção	Magnitude C pool (tCO2e/ha/10yr)
1 - Melhores práticas para a produção de soja - Cerrado	3.82
2 - Manejo de pastagem - Cerrado / Amazônia	0.68
3 - ICL Integração Lavoura-Pecuária - Cerrado / Amazônia	25.2
4 - ICLF Integração Lavoura-Pecuária-Floresta- Cerrado/ Amazônia	108.5
5a - Conversão de vegetação nativa evitada em propriedade - Amazônia	496.59
5b - Conversão de vegetação nativa evitada em propriedade - Cerrado	185.17
6a - Conversão de vegetação nativa evitada fora de propriedades - Amazônia	496.59
6b - Conversão de vegetação nativa evitada fora de propriedades - Cerrado	185.17
7a - Restauração - Amazônia	256
7b - Restauração - Cerrado	129.5

As seguintes suposições foram consideradas para cada opção:

1. Melhores práticas para produção de soja

» O cenário de linha de base considerado é o de pastagem degradada e o sistema regenerativo é plantio direto (NT). No sistema NT, a palha decomposta das safras anteriores é convertida em adubo natural para o solo. Suas vantagens são o aumento do estoque de carbono do solo, a redução do uso de insumos químicos e o controle da erosão, pois a cobertura permanente do solo retarda o escoamento (Salton et al., 1998).

2. Manejo de pastagem

» A emissão de uma cabeça/ha foi considerada no cenário de linha de base (capacidade de carga do solo degradado), transitando para duas cabeças/ha no respectivo cenário de opção pela intensificação sustentável (Barbosa, et al., 2015; Arantes, et al., 2018; Gu; Inkotte, 2016) Foram consideradas as emissões de fermentação entérica e gerenciamento de resíduos.

3. ILP

» Foi considerado um aumento na capacidade de suporte, passando de uma cabeça/ha em pastagens degradadas para duas cabeças/ha nos sistemas de integração (Barbosa, et al., 2015; Arantes, et al., 2018; Gu; Inkotte, 2016).

» Foram consideradas as emissões de fermentação entérica e gerenciamento de resíduos.

33

4. ILPF

- » Foi considerado o cálculo do potencial de remoção de carbono na biomassa (tCO₂e/árvore/ano) de eucalipto com arranjo de plantio de 14 x 3 metros, totalizando 357 árvores por hectare (Porfirio-da-Silva, et al. 2009; Rede ILPF, 2013).
- » A emissão de três cabeças/ha foi considerada
- » Foi considerado um aumento na capacidade de suporte, passando de uma cabeça/ha em pastagens degradadas para quatro cabeças/ha em sistemas ILPF (Barbosa, et al., 2015; Arantes, et al., 2018; Gu; Inkotte, 2016).
- » Foram consideradas as emissões de fermentação entérica e gerenciamento de resíduos.

5. Conversão de vegetação nativa evitada em propriedades

- » Para valores genéricos, os estoques de biomassa aérea (AGB) e biomassa subterrânea (BGB) resultaram de uma média dos tipos de vegetação mais relevantes para cada bioma, conforme estimativas apresentadas no 4º Comunicado do Brasil à UNFCCC (2020). Apenas os tipos de vegetação classificados com um "F", de floresta, foram incluídos na composição do valor médio.

6. Conversão de vegetação nativa evitada fora das propriedades

- » Para valores genéricos, os estoques de biomassa aérea e subterrânea resultaram de uma média dos tipos de vegetação mais relevantes para cada bioma, conforme número apresentado na 4ª Comunicação do Brasil à UNFCCC (2020). Apenas os tipos de vegetação classificados com um "F", de floresta, foram incluídos na composição do valor médio.

7. Restauração

- » O potencial de remoção de carbono na biomassa (tCO₂e/árvore/ano) foi determinado considerando um valor médio de aumento anual da madeira (m³/árvore/ano) e densidade da madeira (g/cm³) de cerca de 250 espécies nativas com diferentes taxas de crescimento (rápido, moderado e lento) e tamanhos (alto, médio e baixo) (WRI, 2020). Essa suposição foi aplicada às opções 7a (com 2.000 árvores/ha - Amazônia) e 7b (com 1.000 árvores/ha - Cerrado), considerando uma estimativa média de árvores/ha por meio de diferentes técnicas de restauração visando o sucesso do plantio (TNC, 2015; IPAM, 2011; Almeida 2016).
- » Para os balanços de GEE da opção, foi considerado o monitoramento da área restaurada por cinco anos após o plantio das mudas. Este é um período de monitoramento seguro para garantir uma boa taxa de sobrevivência das mudas plantadas. Segundo TNC (2015), recomenda-se que até 30 meses após o plantio ou até que o solo esteja totalmente coberto pela sombra da copa das árvores, deve-se realizar a manutenção nas áreas de recuperação. Portanto, no presente estudo, foram consideradas as aplicações de nitrogênio e calcário, bem como o uso de combustível para tais operações.

Além disso, o seguinte fator de emissão foi usado para as estimativas:

Insumos agrícolas	Taxa de consumo	Unidade	Referência
Diesel	2.32	l/ha	Baseado na experiência de Radicle
Ureia	0.01	ton/ha	
Calcário (dolomítico)	1		

Fonte	Descrição	Fatores de emissão e remoção*	Unidade	Referência
Solo	Pastagem degradada para plantio direto	-0.7	tCO ₂ e/ha/yr	Maia et al. (2013)
Solo	Pastagem degradada para ICL	-6.23	tCO ₂ e/ha/yr	Martins et al, 2018; Assad; Martins, 2015; Agricultura do Protocolo GEE
Solo	Pastagem degradada para ICLF	-6.23	tCO ₂ e/ha/yr	Martins et al, 2018; Assad; Martins, 2015; Agricultura do Protocolo GEE
Solo	Pastagem degradada para pastagem recuperada	-1.78	tCO ₂ e/ha/yr	IPCC (2019)
Biomassa	Remoção de carbono devido ao crescimento das árvores	-10.2	tCO ₂ e/ha/yr	Assad et al. (2020b); Floresta do Protocolo GEE
Biomassa	Vegetação nativa evitada fora das propriedades - Amazônia	496.6	tCO ₂ e/ha	Foram utilizados dados da 4ª Comunicação correspondentes às fitofisionomias florestais que representam 80% da área do bioma, o que elimina as fitofisionomias que poderiam distorcer a média.
Biomassa	Vegetação nativa evitada fora das propriedades - Cerrado	185.2	tCO ₂ e/ha	
Biomassa	Remoção de carbono devido ao crescimento das árvores	Amazônia: -26 Cerrado: -13	tCO ₂ e/ha/yr	WRI (2020)
Combustível	Diesel	0.0026	tCO ₂ e/litro	IPCC (2006)
Insumos agrícolas	Ureia	0.0031	tCO ₂ e/t	Brasil, (2020); IPCC (1996, 2006)
	Calcário (dolomítico)	0.0005		
	Volatilização e deposição atmosférica	0.0100	kg N ₂ O-N/kg N	
Lixiviação / escoamento superficial	0.0075			
Resíduos agrícolas	Soja	0.000244	kgN ₂ O/kg	
Pecuária	Fermentação entérica e gerenciamento de resíduos	1.65	tCO ₂ e/cabeça/ano	Brasil, (2020)

* O sinal de menos representa a remoção de carbono e o sinal de mais representa a emissão de GEE.

The Nature
Conservancy



Brasil

