

Solidaridad

**BALANÇO DE CARBONO
NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA
FAMILIAR NA AMAZÔNIA
Cenários e oportunidades**



2018

BALANÇO DE CARBONO NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA FAMILIAR NA AMAZÔNIA

Cenários e oportunidades

EXPEDIENTE

Organização:
Solidaridad Brasil

Edição de texto:
Cintia Munch Cavalcanti
Joyce Brandão
Mariana Pereira
Rodrigo Castro

Relatório técnico:
Marina Piatto (Imaflora)
Ciniro Costa Junior (Imaflora)
Matheus Couto (Imaflora)
Fatima Cardoso
Joyce Brandão
Mariana Pereira

Projeto gráfico e diagramação:
Mario Benevento Neto
Rafael Miranda Campos

Revisão:
Cilene Marcondes
Joyce Brandão
Mariana Pereira
Rodrigo Castro
Ciniro Costa Junior (Imaflora)

Fotos: Andre Marques Albuquerque

Revisão ortográfica: Casa de Frilas

Impressão: Cópias & Cia
Tiragem: 500 exemplares

Solidaridad.

Balanço de carbono na produção agrícola familiar na Amazônia:
cenários e oportunidades / Solidaridad; Imaflora. São Paulo: 2018.

46p. : il. color ; 27cm.

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Agricultura familiar. 3.
Emissões de GEE. 4. Economia de baixo carbono. 5. Cacau. 6.
Pecuária. I. Imaflora II. Título.

A presente publicação pode ser reproduzida desde citada a fonte autoral.
"Copyright @SolidaridadNetwork"

Imagem aérea do assentamento
Tuerê, em Novo Repartimento (PA).



SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	7
INTRODUÇÃO	11
METODOLOGIA	13
ONDE ESTAMOS: BIOMA AMAZÔNIA - ASSENTAMENTO TUERÊ EM NOVO	
REPARTIMENTO, PARÁ	13
FERRAMENTAS UTILIZADAS PARA CÁLCULO DO BALANÇO DE GEE EM SISTEMAS	
INTEGRADOS	17
Passo 1: Caracterização do uso do solo nas unidades produtivas	19
Passo 2: Refinamento de dados in loco..	20
Passo 3: Desenvolvendo uma estrutura de cálculo para o balanço das emissões de GEE de uma unidade produtiva familiar.	20
Passo 4: Cenários projetados para a unidade produtiva familiar média do Tuerê..	22

RESULTADOS	27
BALANÇO DAS EMISSÕES DE GEE NO CENÁRIO LINHA DE BASE 2016	27
Características e balanço das emissões de GEE de sistema de pecuária (2016).....	28
Características e balanço das emissões de GEE do sistema de cacau (2016).....	30
Características e balanço das emissões de GEE em áreas florestais (2016).....	31
BALANÇO DAS EMISSÕES DE GEE NOS CENÁRIOS PROJETADOS	32
Cenário BAU 1 – Desmatamento e Produtividade Reduzida.....	35
Cenário BAU 2 – Produtividade Reduzida.....	36
Cenário BAU 3 – Desmatamento e Manejo Melhorado	37
Cenário Melhorado 1 – Manejo Melhorado.....	38
Cenário Melhorado 2 – Manejo Melhorado e Restauração.....	39
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	41
REFERÊNCIAS	46

APRESENTAÇÃO

Cada vez mais tornam-se explícitos os efeitos da elevação de temperatura, das mudanças nos regimes hídricos e da maior frequência e intensidade de desastres naturais sobre a sociedade. Embora a relação entre clima e sociedade seja evidente, menos claro talvez seja o fato de que problemas sociais, em particular a desigualdade e a exclusão, podem comprometer esforços para a consolidação de uma economia de baixo carbono. Dessa maneira, a redução da desigualdade e a inclusão social constituem não apenas um fim, como também, um meio em direção ao desenvolvimento sustentável.

Com a ratificação do Acordo de Paris, durante a 21ª Conferência das Partes (COP 21) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) pelo governo brasileiro, o país assumiu a meta de reduzir as emissões de carbono em 37% até 2025, e em 43% até 2030 — ambos em comparação aos níveis de 2005. Para atingir as metas e fazer com que esse processo seja balizador no desenvolvimento brasileiro no contexto da economia de baixo carbono, será necessário considerar as diversidades e os desafios regionais para que essa transição aconteça de forma socialmente inclusiva.

Este estudo realizado pela Solidaridad Brasil, no âmbito dos Programas Cacau e Pecuária na região da rodovia Transamazônica, em parceria técnica com o Instituto de Manejo e Certificação Agrícola (Imaflora), teve como objetivo entender como diferentes atores sociais, mais especificamente agricultores familiares assentados na Amazônia, atuam e como podem contribuir para alcançar as metas do Acordo de Paris. Para isso, buscou-

se desenvolver **uma estrutura de mensuração de balanço de GEE expedita, – com base científica nos modelos já existentes –, para estimar o balanço das emissões de GEE em unidades produtivas familiares na Amazônia e, assim, projetar cenários futuros de balanço de carbono. Além disso, o estudo buscou oferecer suporte ao monitoramento abrangente de GEE em sistemas diversificados de produção familiar.** Com as atividades desenvolvidas no escopo dos Programas Cacao e Pecuária que integra a Iniciativa Territórios Inclusivos e Sustentáveis, a Solidaridad busca mapear oportunidades e riscos para a agricultura familiar na Amazônia, buscando colaborar para a melhoria de políticas públicas e setoriais para uma agricultura de baixo carbono inclusiva.

INTRODUÇÃO

O Brasil está entre os dez maiores emissores de gases de efeito estufa (GEE) do mundo, os quais, em conjunto, respondem por dois terços das emissões globais. No país, os setores de Mudança do Uso da Terra e Floresta e da Agropecuária têm sido os principais responsáveis pelas emissões, contribuindo para 74% das emissões nacionais em 2016 (SEEG, 2017). Dentro desses setores, as maiores fontes são o desmatamento, a pecuária, a degradação do solo e o uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos.

Ainda que as unidades agropecuárias de pequena escala representem 24% da área rural e 75% da população rural (FAO, 2012; IBGE, 2006), os esforços na quantificação das emissões e remoções de GEE da agricultura brasileira têm se concentrado nos cultivos agrícolas e sistemas de produção animal de larga escala (Brasil, 2016).

A insuficiência de dados sobre as emissões e remoções de GEE em unidades produtivas de pequeno porte tem representado um fator limitante na caracterização das suas emissões, constituindo, assim, uma lacuna no conhecimento sobre o efeito das práticas adotadas e as medidas necessárias para promover mudanças. A falta dessas informações, do acesso a tecnologias adaptadas e de incentivos públicos, reduz a capacidade dos agricultores familiares no Brasil de realizar uma transição para um desenvolvimento territorial rural de baixas emissões de carbono, acessar políticas públicas direcionadas, garantir oportunidades para atrair fundos de investimentos inclusivos para mitigação das emissões de carbono e demonstrar seu papel nas cadeias de fornecimento globais que possuem comprometimento com a agenda climática.

Geralmente, no Brasil, os sistemas de produção utilizados por agricultores familiares são diversificados, sendo compostos por sistemas de produção agrícola e pecuária dentro de uma mesma propriedade. Dada a complexidade das interações entre tais sis-



Lote do assentamento Tuerê, em Novo Repartimento (PA).

temas, **identificar indicadores e métodos adequados para analisar o balanço das emissões de GEE, nessa escala, é essencial para se estabelecer uma linha de base** que capture todas as informações relevantes, bem como indique sistemas de monitoramento e de avaliação significativos para abordar as opções de mitigação e adaptação climática para esse contexto (FAO, 2012; Rosenstock et al., 2013; Colomb et al., 2013).

Atualmente, as medições de campo de GEE apresentam custo elevado, são demoradas e propensas a erros devido à diversidade de abordagens e métodos utilizados. Além disso, as variações de práticas e heterogeneidade nos sistemas produtivos adotados por agricultores familiares, somados à diversidade das paisagens nas quais estão inseridos, representam desafios na obtenção de informações robustas, o que sugere a necessidade de desenvolvimento e ajustes de calculadoras para quantificar o balanço de GEE nesses sistemas.

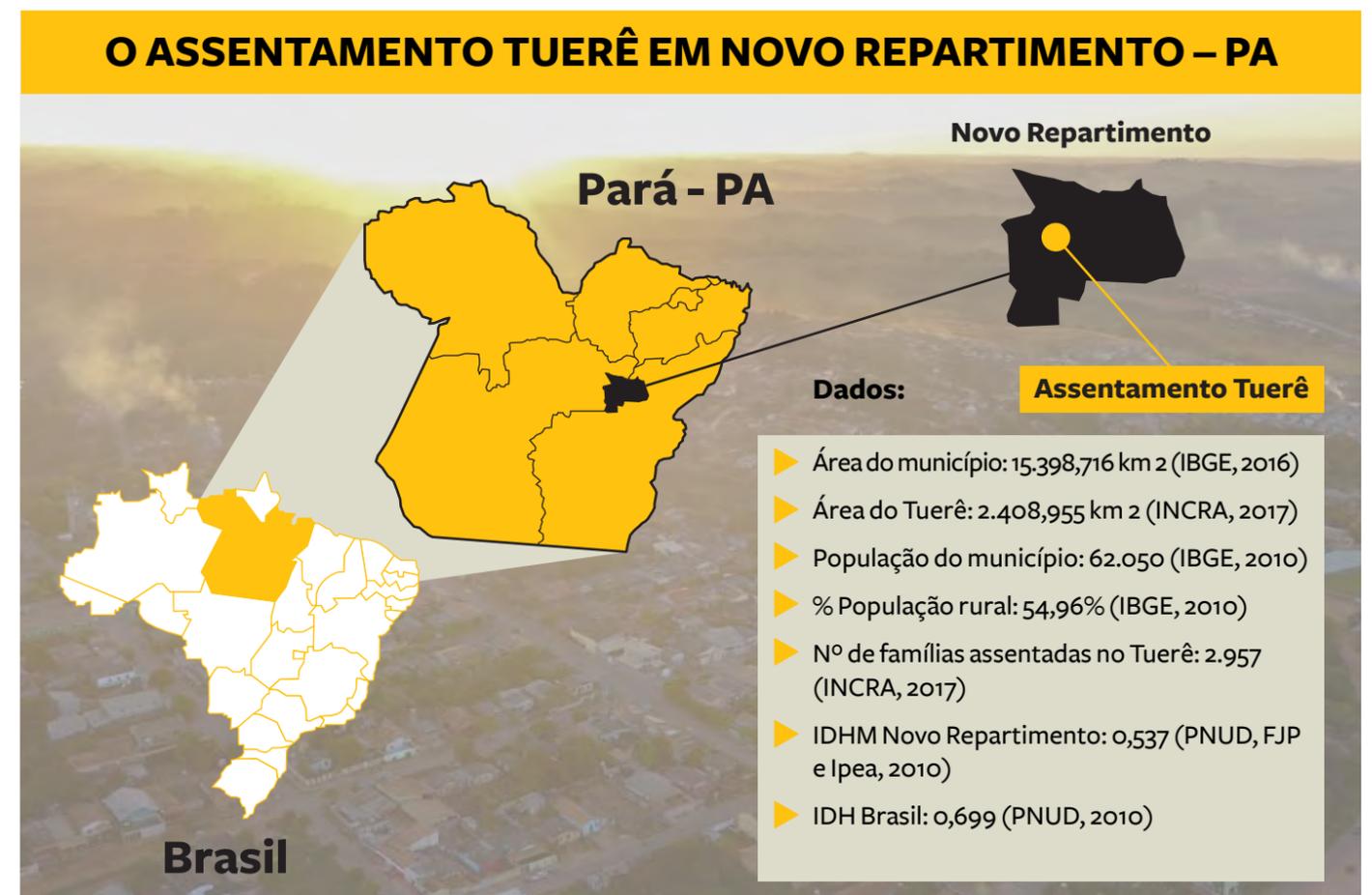
Considerando as limitações apresentadas pelas ferramentas de cálculo de GEE mais usadas no Brasil e no mundo, e os possíveis vieses associados ao seu uso, mostrou-se necessário o desenvolvimento de estratégias específicas, que combinem e adaptem componentes de calculadoras existentes à elaboração e uso de novos modelos baseados na literatura científica e nas diretrizes do IPCC (IPCC, 2006). Esses modelos complementares podem servir, inclusive, para o fortalecimento das ferramentas existentes para avaliação do balanço de carbono em unidades produtivas familiares.

A presente avaliação, realizada em parceria com o Imaflora, visa contribuir para o desenvolvimento territorial inclusivo e para a agenda climática brasileira através do fomento à adoção de boas práticas agropecuárias de baixas emissões de carbono em unidades produtivas familiares. A partir dos resultados deste estudo, a Solidaridad busca compreender os riscos e oportunidades para a agricultura familiar na Amazônia visando colaborar para a melhoria de políticas públicas e setoriais para uma agricultura de baixo carbono.

Dessa maneira, o objetivo do estudo foi criar uma estrutura para estimar o balanço de emissões de GEE e, a partir dela, avaliar cenários futuros de manejo do uso do solo numa unidade produtiva familiar média na Amazônia, tendo como base as experiências da iniciativa Territórios Inclusivos e Sustentáveis no assentamento Tuerê, no município de Novo Repartimento, no Estado do Pará, Brasil. Além disso, o estudo buscou oferecer suporte ao monitoramento abrangente e expedito de GEE em sistemas diversificados de produção familiar.

METODOLOGIA

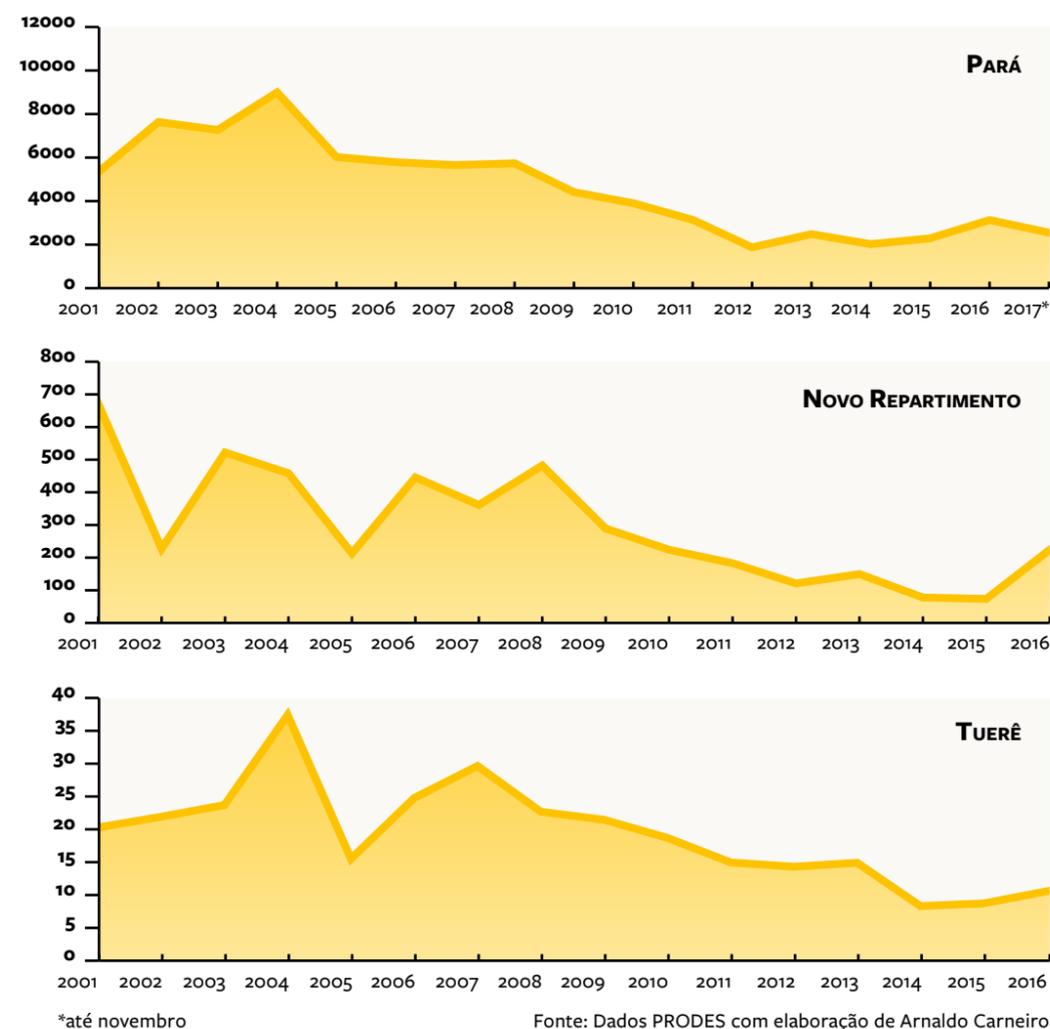
ONDE ESTAMOS : BIOMA AMAZÔNIA - ASSENTAMENTO TUERÊ EM NOVO REPARTIMENTO – PA



Novo Repartimento é um município do sudeste paraense, fundado em 1991, cuja origem remonta ao povoamento de um vilarejo criado a partir da construção da Rodovia Transamazônica (BR-230), posteriormente realocado em virtude da construção da Usina Hidroelétrica de Tucuruí. Até a década de 1990, a exploração madeireira e a coleta de castanha do Brasil foram os principais motores da economia local, ao passo que a pecuária apresentava uma pequena contribuição, sendo praticada apenas em sistemas de escala superior a 50 hectares.

Na década seguinte, como consequência do incentivo de órgãos governamentais para a ocupação das áreas destinadas ao estabelecimento de assentamentos - entre outros fatores - observou-se um aumento considerável das taxas de desmatamento.

TAXA DE DESMATAMENTO (KM²)



Acompanhando esse processo de conversão do uso do solo, os rebanhos de gado aumentaram rapidamente em Novo Repartimento, atingindo em 2016 uma população de 970 mil cabeças (IBGE, 2016).

A partir de 2000, o plantio de cacau começou a se expandir nas fronteiras da rodovia Transamazônica, no Pará. Embora seja uma atividade relativamente recente, ocupa hoje cerca de 11 mil hectares no município, gerando em torno de R\$ 33 milhões anualmente para a economia local (IBGE, 2016).

Por se tratar de uma espécie nativa da Amazônia com demanda crescente pelos mercados interno e externo, a produção de cacau é considerada uma atividade econômica prioritária do planejamento estratégico estadual "Pará 2030". Além de seu potencial econômico, seu cultivo constitui uma atividade chave para aumentar a cobertura florestal a partir de sistemas agroflorestais, reduzir a degradação de solos, promover a recuperação de solos e gerar renda para os agricultores familiares. Ou seja, trata-se de uma cultura agrícola com alto potencial de inclusão social e provisão de serviços ecossistêmicos.

Nesse contexto, Tuerê, que está entre os maiores assentamentos rurais da América Latina, foi estabelecido em uma área de 240 mil hectares integralmente abrangida pelo bioma Amazônia. Na década de 2000, Tuerê passou a liderar as taxas de desmatamento em assentamentos rurais da Amazônia, enfrentando desafios como exploração madeireira ilegal,



Dinâmica da mudança de uso do solo no assentamento Tuerê, no período entre 1986 e 2016

ineficiência na regularização fundiária e especulação de terras. Os impactos na cobertura florestal resultantes do processo de ocupação do assentamento, conhecido como desmatamento em “espinha de peixe”, que consiste da abertura inicial de áreas florestais pelas estradas, deixando fragmentos remanescentes intercalados, como mostra a figura na página anterior.

O cultivo de cacau constitui, hoje, a principal fonte de renda para os agricultores no assentamento (Horizonte Rural – Solidaridad Brasil, 2015), ainda que as pastagens ocupem as maiores porções das unidades produtivas familiares. Já o tamanho dos remanescentes florestais varia de lote para lote, conforme as estratégias adotadas pelos agricultores na conversão da floresta em pastagens e/ou culturas agrícolas e, embora não representem uma fonte de renda direta para as unidades produtivas familiares, de modo geral, são reguladores importantes de serviços ecossistêmicos.

Cabe ressaltar que o Código Florestal brasileiro (Lei 12.651/2012) determina que a cobertura vegetal nativa seja conservada em 80% da área dos imóveis rurais situados em áreas de florestas na Amazônia Legal por seus proprietários, possuidores ou ocupantes a qualquer título, área denominada Reserva Legal. No entanto, o tamanho da Reserva Legal exigido pode ser reduzido para 50% da área do imóvel em algumas regiões, a partir da determinação do Zoneamento Ecológico Econômico (Lei 7.398/2010), como no caso Tuerê.

No caso de desmatamento realizado em área superior ao estabelecido, após julho de 2008, a restauração ou compensação florestal se faz necessária. Porém, para a agricultura de pequena escala (área inferior a 4 módulos fiscais), caso o desmatamento tenha ocorrido antes de 2008, não há a exigência de implementação de atividades de restauração e/ou compensação florestal, entretanto, são vedadas novas conversões para uso alternativo do solo.

De maneira geral, os agricultores familiares do Tuerê lidam com múltiplas combinações de usos do solo e de sistemas produtivos, as quais englobam sistemas de cultivo de cacau (em sombra e pleno sol, diferentes árvores de sombra e densidades de cacau), sistemas de pecuária (para produção de leite, gado de corte: cria e recria e engorda), floresta nativa (degradada e não degradada) e culturas anuais para consumo próprio, como a mandioca.

Essa característica de uso do solo impõe uma situação especial para as calculadoras de GEE, que geralmente são construídas para serem utilizadas para uma única cultura agrícola.

Diante desse desafio, tendo como base as calculadoras, os métodos e as diretrizes existentes para cálculo do balanço de GEE em diferentes sistemas produtivos e de uso da terra, a Solidaridad, em parceria técnica com o Imaflora, buscou alternativas para realizar essa mensuração.

FERRAMENTAS UTILIZADAS PARA CÁLCULO DO BALANÇO DE GEE EM SISTEMAS INTEGRADOS

Fundamentado em uma compilação de trabalhos científicos disponíveis para estimar emissões e remoções de GEE dos setores agropecuário e uso da terra, o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) desenvolveu um protocolo para a contabilização de GEE em nível nacional (IPCC, 2006). A partir dele, novas ferramentas foram elaboradas a fim de dar suporte à quantificação mais precisa das emissões de GEE em atividades agrícolas e florestais,



Frutos de cacau dispostos em “bandeira” após a colheita

de acordo com a área ocupada pelo sistema produtivo considerado (Colomb et al., 2013; Deneff et al., 2012). No entanto, devido à variedade de usos do solo e práticas de manejo existentes no contexto da agricultura familiar, como no caso do Tuerê, essas ferramentas não consideram as principais fontes e sumidouros de GEE presentes nesse tipo de sistema produtivo.

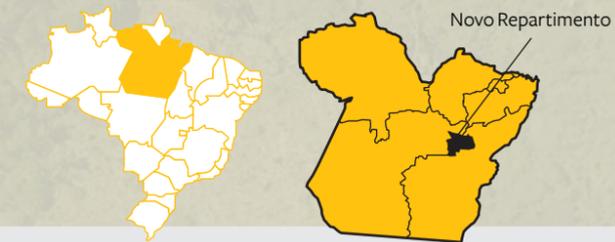
Assim, para a customização de uma ferramenta para mensuração do balanço de GEE das unidades produtivas familiares do Tuerê, um estudo preliminar das calculadoras mais reconhecidas e utilizadas globalmente foi desenvolvido. Suas principais características e limitações² são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Características das calculadoras de balanço de GEE e limitações apresentadas para mensuração em unidades produtivas familiares do assentamento Tuerê

FERRAMENTA DE CÁLCULO DE GEE	Características	Limitações
GHG-Protocol Agriculture	Apresenta boa estrutura de análise para o contexto da pecuária brasileira e culturas de larga escala, como soja e milho.	Não inclui: <ul style="list-style-type: none"> ▶ sistemas produtivos de cacau; ▶ reflorestamento e desmatamento de vegetação nativa.
Cool Farm Tool	Considera emissões de GEE a partir de: <ul style="list-style-type: none"> ▶ aplicação de fertilizantes nitrogenados, em função do tipo do solo; ▶ uso de combustíveis fósseis; ▶ queima de resíduos de colheitas. 	Não inclui: <ul style="list-style-type: none"> ▶ sistemas produtivos de cacau; ▶ emissões e estoque de carbono no solo em pastagens. <p>Estoque de carbono e biomassa no solo não é específico para cacau;</p> <p>Não permite aos usuários ajustar os fatores de emissão para customização local/regional;</p> <p>Emissões N₂O provenientes de insumos de fertilizantes nitrogenados são limitadas para solos tropicais.</p>
EX-ACT	Considera emissões de GEE a partir de: <ul style="list-style-type: none"> ▶ desmatamento; ▶ pecuária; ▶ sistemas de cultivo. <p>Permite ajustes de fatores de emissão pelos usuários.</p>	Não inclui: <ul style="list-style-type: none"> ▶ sistemas produtivos de cacau. <p>Apresenta pouca calibração para culturas perenes;</p> <p>Não é específico para categoria de gado de corte.</p>

²Esses dados foram levantados em 2016, atualizações no sistema de cada uma dessas ferramentas não foram incorporadas nesse estudo.

PASSO A PASSO



1 Identificação do uso do solo típico em uma unidade produtiva familiar no Tuerê

2 Coleta de dados de atividade de fontes e sumidouros de GEE desta unidade

3 Customização de uma calculadora usando métodos múltiplos para estimar o balanço de emissões de GEE

4 Aplicação da calculadora para realizar previsões de cenários nas mudanças de práticas de uso do solo e de manejo agropecuário

PASSO 1: CARACTERIZAÇÃO DO USO DO SOLO NAS UNIDADES PRODUTIVAS

A fim de identificar o uso do solo e as práticas de manejo nas unidades produtivas no Tuerê, foram usados dados coletados através de uma autoavaliação dos agricultores realizada com a ferramenta Horizonte Rural. Por fornecer informações quantitativas e qualitativas sobre aspectos produtivos e socioambientais das unidades produtivas familiares, essa ferramenta foi eficiente para subsidiar a avaliação inicial do balanço de GEE no contexto do Tuerê. Os dados compilados através do **Horizonte Rural** (box 1) foram essenciais para compreender o cenário atual e projetar cenários futuros de uso do solo e práticas agrícolas no assentamento.

Box 1 • O Horizonte Rural é uma ferramenta de melhoria contínua desenvolvida pela Solidaridad, que oferece aos produtores, suas organizações e parceiros da cadeia de valor, um conjunto de soluções para identificar desafios, planejar ajustes e acompanhar o progresso ao longo do tempo. Por meio da autoavaliação, os produtores comparam suas práticas aos requisitos legais e padrões de sustentabilidade internacionais relevantes, adaptados à realidade local. O Horizonte Rural já foi usado por mais de 5.000 produtores em dez commodities em diversos projetos na América Latina e África. A partir desta experiência, a Solidaridad está desenvolvendo aplicações digitais que permitirão que os produtores tenham estas e outras funcionalidades sempre a seu alcance.

PASSO 2: REFINAMENTO DE DADOS *IN LOCO*

A fim de refinar a informação qualitativa para um nível quantitativo e desenvolver uma estrutura para o cálculo do balanço de GEE em um lote característico, os dados obtidos através do Horizonte Rural foram complementados pela coleta de dados *in loco*. As visitas às unidades produtivas familiares do programa da Solidaridad e entrevistas com agricultores possibilitaram a avaliação das variáveis definidas para cada sistema produtivo e de uso do solo – no caso cacau, pecuária e floresta –, descritas no passo 4.

PASSO 3: DESENVOLVENDO UMA ESTRUTURA DE CÁLCULO PARA O BALANÇO DAS EMISSÕES DE GEE DE UMA UNIDADE PRODUTIVA FAMILIAR

A estrutura de cálculo criada para avaliar o balanço das emissões de GEE em uma unidade produtiva familiar no Tuerê foi resultado da utilização das calculadoras GHG-Protocol, EX-ACT e Cool Farm Tool, bem como da literatura científica, das diretrizes do IPCC (IPCC, 2006), e de equações alométricas reconhecidas para o cacau. A seguir, são descritos os métodos e as variáveis consideradas para cada um dos sistemas presentes em uma unidade produtiva familiar característica no assentamento Tuerê.

Método do balanço de GEE em sistemas de cacau

Para o balanço das emissões de GEE em sistemas produtivos de cacau, as variáveis contabilizadas em função do sistema adotado (sombreado ou pleno sol) foram: a produção de biomassa, o resíduo da poda do cacau (IPCC, 2006 e Guerrero; Chalapud, 2006), e a utilização de insumos do solo e práticas de manejo do solo adotadas (CFT, WRI, 2014).

Nos sistemas a pleno sol, para cálculo da biomassa dos cacauzeiros acima do solo, a equação alométrica proposta por Ortiz Guerrero e Riascos Chalapud (2006) foi utilizada. Contudo, a mesma não contabiliza os impactos da poda no balanço de carbono. No caso dos sistemas sombreados, a biomassa acima do solo foi estimada pela equação alométrica multiespécies proposta por Brown (1997).

$$\text{Biomassa do cacau (Kg)} = 10^{(-1,625 + (2,626 \times \log(D30)))}$$

$$\text{Biomassa da árvore de sombra (Kg)} = \exp(-2,289 + 2,649 (\ln(DBH) - 0,021 (\ln(DBH))))$$

A conversão da quantidade de biomassa acima do solo para o teor permanente de carbono foi realizada usando um coeficiente de 45%. A conversão seguinte do teor permanente de carbono para o CO₂ atmosférico equivalente (CO₂e) foi realizada usando o fator de transformação de 3,67.

Método do balanço de GEE em sistemas de pecuária

Para o cálculo do balanço de emissões de GEE nos sistemas de pecuária, as variáveis consideradas foram o número de animais por hectare e sua idade (WRI, 2014), a quantidade de insumos utilizados no solo, as práticas de manejo (CFT, WRI, 2014) e a condição dos solos nas unidades produtivas (WRI, 2014).

Para o cálculo das emissões de GEE pelo rebanho bovino, os fatores de emissão utilizados variaram conforme sexo e idade dos indivíduos (0–12 meses, 12–24 meses, acima de 24 meses). Além disso, foram coletados dados sobre a produtividade de leite e de bezerras por hectare e por unidade produtiva. No caso das emissões de GEE devido à utilização de insumos e às práticas de manejo do solo, as variáveis consideradas foram a aplicação de calcário e fertilizantes nitrogenados, o uso de com-

bustíveis fósseis e uso de práticas de queima. Por fim, para cálculo das emissões de GEE em função das condições do solo na unidade produtiva, foram utilizados fatores de emissão conforme as três categorias: degradado, nominal e melhorado.

Método do balanço de GEE em áreas florestais

As áreas florestais são reservas e sumidouros naturais de carbono. Estima-se que o estoque de carbono nas florestas tropicais seja próximo de 700 tCO₂e/ha, e que sejam sequestrados 0,5 tCO₂e/ha/ano adicionais para a manutenção de sua estrutura (IPCC, 2006).

As estimativas totais de estoque de carbono nas áreas florestais das unidades produtivas do Tuerê foram realizadas usando dados de Brown (1997) para estoques acima do solo, e de Mokany et al. (2006) para estoques abaixo do solo, resultando em 648 tCO₂e/ha. Na modelagem dos cenários foram também contabilizados os estoques de carbono acima e abaixo do solo para o balanço de emissões de carbono por desmatamento.

O cálculo da emissão de GEE devido ao desmatamento via corte e queima em florestas tropicais foi realizado através da ferramenta EX-ACT, que estima emissões de CO₂, CH₄ e N₂O (Bernoux et al., 2010).

PASSO 4: CENÁRIOS PROJETADOS PARA A UNIDADE PRODUTIVA FAMILIAR MÉDIA DO TUERÊ

Considerando as **variáveis utilizadas no balanço de GEE** de uma unidade produtiva familiar média em Tuerê no cenário baseline 2016 (linha de base), cinco cenários futuros para emissões e remoções de GEE foram projetados de acordo com **mudanças no uso do solo** (desmatamento, conversão para outros sistemas produtivos e restauração florestal), **na gestão e práticas de manejo dos sistemas produtivos de pecuária e cacau, na produtividade e na condição dos solos com pastagem** (Tabelas 2 e 3).

Os cenários “Business as Usual” (BAU) representam a ausência de adoção de boas práticas agrícolas (agricultura de baixo carbono), e consequentemente, a ausência de programas de melhoria e suporte ao agricultor familiar. Em contrapartida, os cená-

rios “Melhorados” representam o impacto esperado das intervenções de boas práticas de baixas emissões de carbono propostas para os participantes do programa (Box 2).

A construção dos cenários se deu a partir de entrevistas com atores locais e regionais, como agricultores familiares, empresas privadas de assistência técnica, técnicos da CEPLAC, agentes de comercialização local da cadeia da pecuária e do cacau; das tendências de alteração do uso do solo dos últimos anos; e da experiência técnica do Solidaridad e Imaflora.

Tabela 2 – Variáveis consideradas na linha de base e nos cenários projetados para uma unidade produtiva média no assentamento Tuerê

Cenários	BAU 1 Desmata- mento e Pro- dutividade Reduzida	BAU 2 Produtivida- de Reduzida	BAU 3 Desma- tamento e Manejo Melhorado	Linha de Base - Retrato 2016	Melhorado 1 – Manejo Melhorado	Melhorado 2 – Manejo Melhorado e Restauração
Taxa de des- matamento	5% da área florestal	Zero	5% da área florestal	Zero	Zero	Zero
Mudanças no uso do solo	90% da área recentemente desmatada é convertida em pastagem, e 10% em plantações de cacau		90% da área recentemente desmatada é convertida em pastagem, e 10% em plantações de cacau			Diminuição da área de pastagem em 1 hectare, convertida em sistemas de cacau
Mudanças na pecuária	Rebanho (vacas): 0,43 cabeças / ha ▶ Taxa de ferti- lidade: de 75% para 70%	Rebanho (vacas): 0,43 cabeças / ha ▶ Taxa de ferti- lidade: de 75% para 70%	Rebanho (vacas): 1,38 cabeças / ha ▶ Taxa de ferti- lidade de 75% para 80%	Rebanho (vacas): 0,86 cabeças / ha ▶ Taxa de ferti- lidade de 75%	Rebanho (vacas): 1,728 cabeças / ha ▶ Taxa de ferti- lidade de 75% para 80%	Rebanho (vacas): 1,72 cabeças / ha ▶ Taxa de ferti- lidade de 75% para 80%
Condição do solo da pastagem	▶ Degradado	▶ Degradado	▶ Melhorado*	▶ Degradado	▶ Melhorado*	▶ Melhorado*
Sistemas de cacau	▶ Produtividade estável de 720 kg/ha ▶ 60% dos siste- mas sombre- ados	▶ Produtividade estável de 720 kg/ha ▶ 60% dos siste- mas sombre- ados	▶ Produtividade aumentada para 1200 kg/ha ▶ 60% dos sistemas de cacau são combinados com árvores de sombra ▶ Uso de fertili- zantes**	▶ Produtividade estável de 700 kg/ha ▶ 60% dos siste- mas sombre- ados	▶ Produtividade aumentada para 1200 kg/ha ▶ 100% dos sistemas de cacau são combinados com árvores de sombra ▶ Uso de fertili- zantes**	▶ Produtividade aumentada para 1200 kg/ha ▶ 100% dos sistemas de cacau são combinados com árvores de sombra ▶ Uso de fertili- zantes**

BOX 2 - BOAS PRÁTICAS NOS SISTEMAS DE PECUÁRIA E CULTIVO DE CACAU

Foram consideradas como melhorias nas práticas produtivas da pecuária de cria e recria e no manejo do cacau, atividades que possibilitam tanto a estocagem de carbono, quanto o aumento de produtividade sem desmatamento associado - por meio da conversão de pastagem degradada para restauração de florestal associada ao cultivo do cacau. Essas incluem basicamente:

1. ***SISTEMAS DE PECUÁRIA:** implementação de melhoria no manejo animal (reprodutivo, sanitário e de criação), pastejo rotacionado, fertilização com nitrogênio e calagem em áreas de pastagem (100 kg de ureia/ha/ano e 1,5 t de calcário a cada 5 anos) e cessamento de práticas de queima. Ademais, considera o uso de 10 litros de diesel/ha/ano.
2. ****CULTIVO DE CACAU:** uso de fertilizantes, realização de poda e aumento do número de árvores de sombra nos sistemas.

As emissões de GEE causadas pelo desmatamento foram proporcionalmente alocadas nas áreas que eventualmente se tornaram pastagem (90%) e sistemas de cultivo de cacau (10%).

Tabela 3 - Uso do solo na unidade produtiva familiar nos cenários 2016 e projetados

Atividade	BAU 1	BAU 2	BAU 3	Retrato 2016	Melhorado 1	Melhorado 2
Pasto (ha)	27,6	27,6	27,6	27,0	27,0	26,0
Cacau (ha)	10,1	10,0	10,1	10	10,0	11,0
Floresta (ha)	12,4	13,0	12,4	13	13,0	13,0
Total (ha)	50	51	50	50	50	50



Unidade produtiva familiar do assentamento Tuerê, em Novo Repartimento (PA)



Agricultor José Antônio de Oliveira em seu plantio de cacau durante a colheita

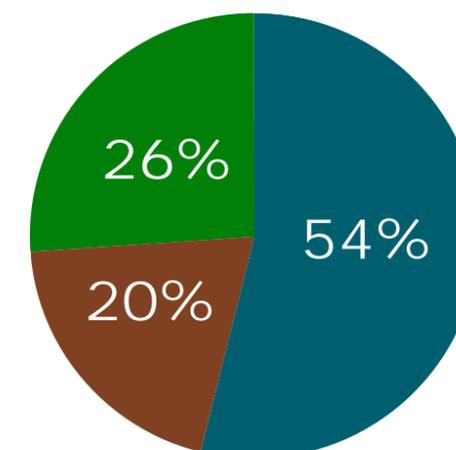
RESULTADOS

BALANÇO DAS EMISSÕES DE GEE NO CENÁRIO LINHA DE BASE 2016

A partir da identificação do uso do solo em uma unidade produtiva familiar média do Tuerê foi possível calcular um **balanço de emissões de GEE de 1,76 tCO₂e/ano (50 ha), ou 0,04 tCO₂e/ha/ano.**

Exemplo de uso do solo em lote agrícola médio no assentamento Tuerê (50 ha).

-  54% pastagens
-  20% cultivo de cacau
-  26% floresta nativa



* O sistema de manejo é orgânico, ou quase extrativista, por padrão, sendo que apenas 9% dos produtores participantes do programa em 2016 declarou ter usado fertilizantes químicos no passado. Fonte: Horizonte Rural, 2016.



Exemplo de uso do solo em lote agrícola no assentamento Tuerê (50 ha).

A seguir são descritos as características e os resultados do cálculo do balanço de GEE dos sistemas produtivos de pecuária e de cacau e nas áreas de floresta nativa que integram a unidade produtiva familiar no cenário linha de base.

CARACTERÍSTICAS E BALANÇO DAS EMISSÕES DE GEE DO SISTEMA DE PECUÁRIA (2016)



0,9 vaca por hectare

0,7 bezerro (ou 119,3 kg) por hectare/ano

40 kgCO_{2e} emitido por kg produzido

No assentamento Tuerê, as áreas de pastagem são predominantemente degradadas (nível moderado), frequentemente divididas em três parcelas, manejadas com sistema rotativo simples, uso de insumos (calcário e fertilizantes) praticamente inexistente e uso de regime de queima do pasto, em geral, a cada dois anos, para controle da regeneração da vegetação que ocorre durante esse período. O tamanho médio do rebanho por unidade produtiva é de 44 cabeças (25 vacas, 18 bezerros e um boi). Em função do regime de queima adotado, assumiu-se uma quantidade de biomassa acumulada na vegetação secundária em pastagens degradadas de 5,0 t/ha/ano (Uhl, 1988).

Os resultados indicaram que um sistema de pecuária característico de uma unidade produtiva familiar no assentamento Tuerê **emite 4,8 tCO_{2e}/ha/ano, ou 128,8 tCO_{2e}/ano por área de pastagem da unidade** (27 ha).

129 tCO_{2e}/ano EMISSÃO

EMISSÕES DE GEE DA ÁREA DE PASTAGEM DA UNIDADE PRODUTIVA FAMILIAR / ANO

48% rebanho

43% degradação da pastagem

10% queima da pastagem



Cerca de 47% dessas emissões provêm do rebanho (fermentação entérica e estrume), 43% da degradação da pastagem e 10% de queima de pastagem. Ainda que a literatura sobre a avaliação do balanço de GEE em sistemas de cria e recria seja limitada, uma emissão de magnitude similar também foi estimada para sistemas de pecuária com a predominância de solos degradados na região amazônica (Imaflora, 2016). Assim, os resultados sugerem que sistemas de pecuária em pastagens degradadas podem apresentar perfis de emissão aproximados como consequência da falta de pastagem e manejo animal.

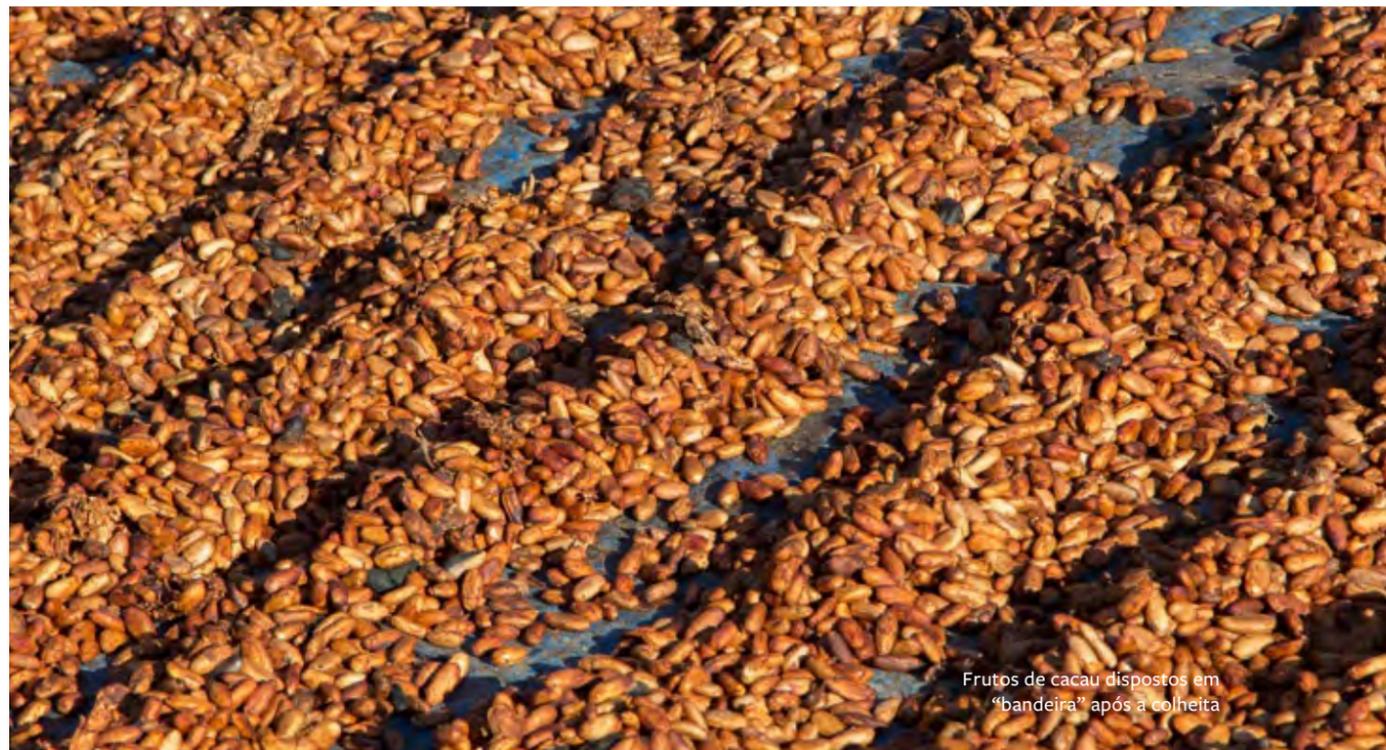
O principal produto da pecuária no Tuerê são os bezerros, os quais são vendidos após o desmame (8-10 meses), pesando cerca de 185 kg. Considerando que este sistema contém 0,9 vaca por hectare e produz cerca de 0,7 bezerro (ou 119,3 kg) por hectare anualmente, uma unidade produtiva típica do assentamento Tuerê emite **40 kg de CO_{2e} por kg de bezerro produzido**. Os valores são consistentes com aqueles encontrados na literatura (Bençoña et al., 2014; Beauchemin et al., 2006; Pelletier et al., 2010).

CARACTERÍSTICAS E BALANÇO DAS EMISSÕES DE GEE DO SISTEMA DE CACAU (2016)

De acordo com os dados coletados, não há fontes de emissão de GEE em sistemas de produção de cacau em uma unidade produtiva característica do Tuerê. Embora tenha sido identificada a emissão de N₂O decorrente da decomposição da casca do cacau após a época de colheita, o cacau e seu sombreamento são sumidouros naturais de CO₂.

O balanço de emissões de GEE foi avaliado em 26 sistemas produtivos de cacau, os quais apresentaram variações em função da idade dos plantios e modelos de sombreamento em 14 unidades. Os sistemas produtivos avaliados também apresentaram uma grande variação no número de árvores de sombra por área, sendo a densidade média de 58 árvores por hectare.

A avaliação dos resultados aponta que o sistema de cacau sombreado, com árvores nativas, tende a estocar e sequestrar mais carbono que o sistema a pleno sol. Enquanto ao longo de um período de 18 anos os sistemas sombreados estocaram em média 300 tCO₂e/ha, os sistemas a pleno sol estocaram cerca de 100 tCO₂e/ha. Já em relação ao sequestro de carbono, os sistemas produtivos de cacau apresentam taxas que variam entre 16,6 Mg de CO₂e/ha/



ano para sistemas sombreados e 5,4 Mg de CO₂e/ha/ano para sistemas a pleno sol - o que é consistente com taxas encontradas na literatura, as quais variam entre 10 e 40,7 Mg CO₂e/ha/ano.

O balanço médio de carbono nos sistemas de cacau para a situação mais comum encontrada em uma unidade do Tuerê é de -120,6 tCO₂e/ano ou -12,1 tCO₂e/ha/ano. O balanço por tonelada de amêndoas produzidas é de -16,7 tCO₂e.

CARACTERÍSTICAS E BALANÇO DAS EMISSÕES DE GEE EM ÁREAS FLORESTAIS (2016)

As áreas ocupadas por floresta nativa são sumidouros naturais de carbono. Estima-se que as florestas tropicais estoquem 648 tCO₂e por hectare, e sequestram 0,5 tCO₂e adicionais por ano para a manutenção de sua estrutura em função de seu crescimento. Assim, os resultados indicaram que a unidade produtiva familiar média no Tuerê possui cerca de **8.424 tCO₂e estocados em remanescentes de florestas nativas (13 hectares) e sequestra 6,5 tCO₂e adicionais anualmente com sua a manutenção.**

ÁREA DE FLORESTA DA UNIDADE PRODUTIVA FAMILIAR



BALANÇO DAS EMISSÕES DE GEE NOS CENÁRIOS PROJETADOS

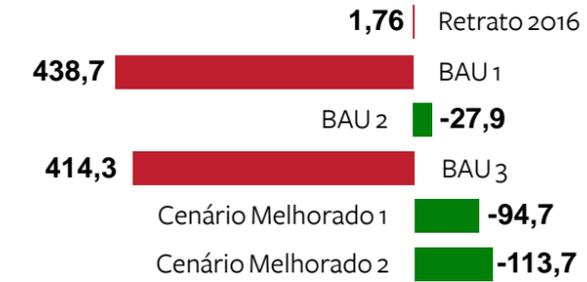
Tabela 4 - Emissões de GEE em unidade produtiva familiar média (50 ha) do Tuerê nos cinco cenários projetados e linha de base

Emissão de GEE por ano	Cenários			Retrato 2016	Melhorado 1	Melhorado 2
	BAU 1	BAU 2	BAU 3			
Pecuária	100,5	99,2	75,4	128,8	73,8	71,1
Emissões de GEE por hectare (tCO _{2e})	3,6	3,7	2,7	4,8	2,7	2,7
Emissão de GEE por animal (tCO _{2e})	4,7	4,8	0,9	3,1	0,9	0,9
Emissões de GEE por kg de bezerro desmamado (considerando desmatamento) (kgCO _{2e})	338,10	65,95	70,39	39,98	10,74	10,74
Cacau	-121,3	-120,6	-120,7	-120,6	-162	-178,3
Emissões de GEE por hectare (tCO _{2e})	-12,1	-12,1	-12,0	-12,1	-16,2	-16,2
Emissão de GEE por tonelada de grãos de cacau produzida (considerando desmatamento) (kgCO _{2e})	-10,3	-16,7	-5,9	-16,7	-13,5	-13,5
Floresta	459,5	-6,5	459,5	-6,5	-6,5	-6,5
Estoque florestal de carbono (tCO _{2e})	8002,8	8424,0	8002,8	8424,0	8424,0	8424,0
Emissões de GEE por hectare (tCO _{2e})	37,2	-0,5	37,2	-0,5	-0,5	-0,5
Balanço total (tCO_{2e})	438,7	-27,9	414,3	1,76	-94,7	-113,7
Balanço por hectare (tCO _{2e})	8,77	-0,56	8,29	0,04	-1,89	-2,27



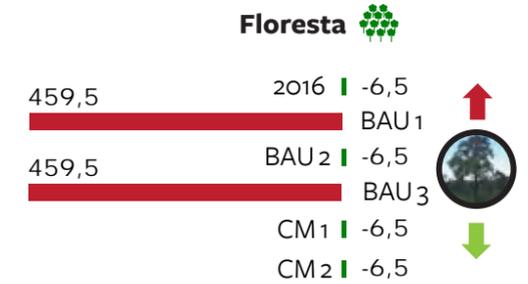
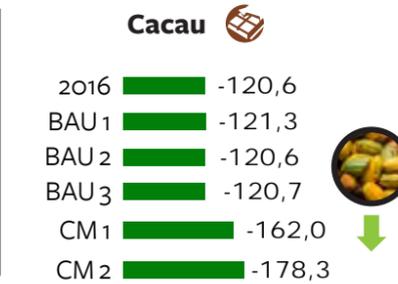
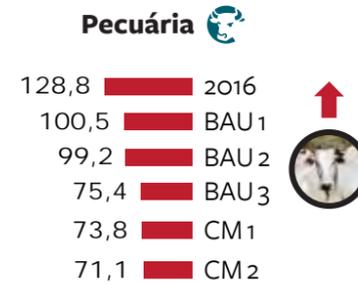
BALANÇO DE CARBONO

Emissões de GEE por ano (tCO_{2e})



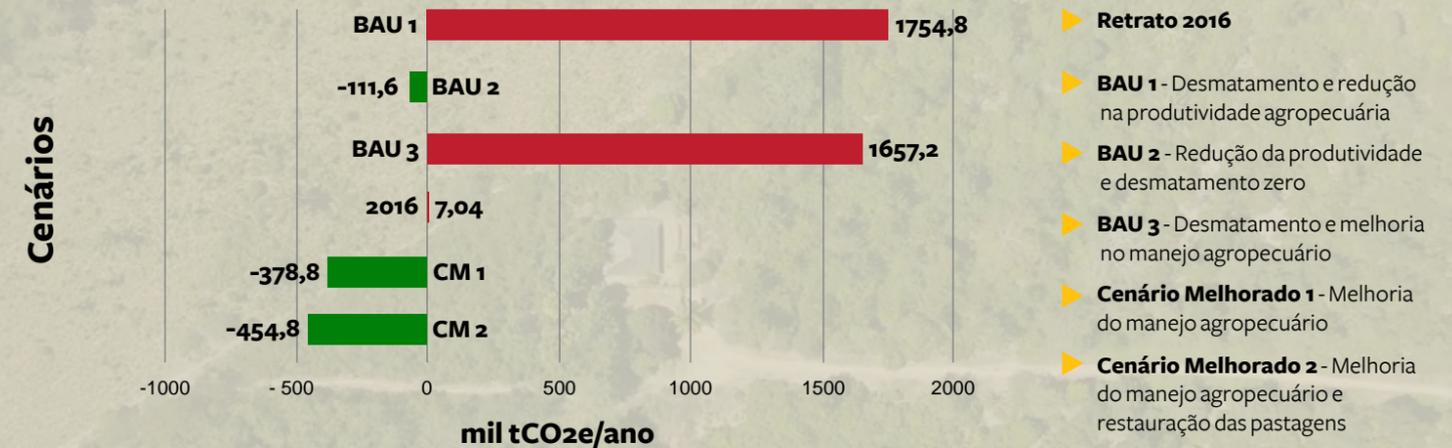
Retrato 2016

- ▶ **BAU 1** - Desmatamento e redução na produtividade agropecuária
- ▶ **BAU 2** - Redução da produtividade e desmatamento zero
- ▶ **BAU 3** - Desmatamento e melhoria no manejo agropecuário
- ▶ **Cenário Melhorado 1** - Melhoria do manejo agropecuário
- ▶ **Cenário Melhorado 2** - Melhoria do manejo agropecuário e restauração das pastagens



Baseando-se nos cenários desenvolvidos e levando em conta um estudo preliminar da Solidaridad, que aponta um potencial direto de atuação envolvendo 4.000 unidades produtivas, existe uma grande oportunidade da região Transamazônica tornar-se um sumidouro de GEE a partir da implementação de práticas agropecuárias eficientes e sustentáveis, como pode ser observado nos cenários melhorados do gráfico a seguir.

BALANÇO TOTAL DE GEE EM 4.000 UNIDADES PRODUTIVAS

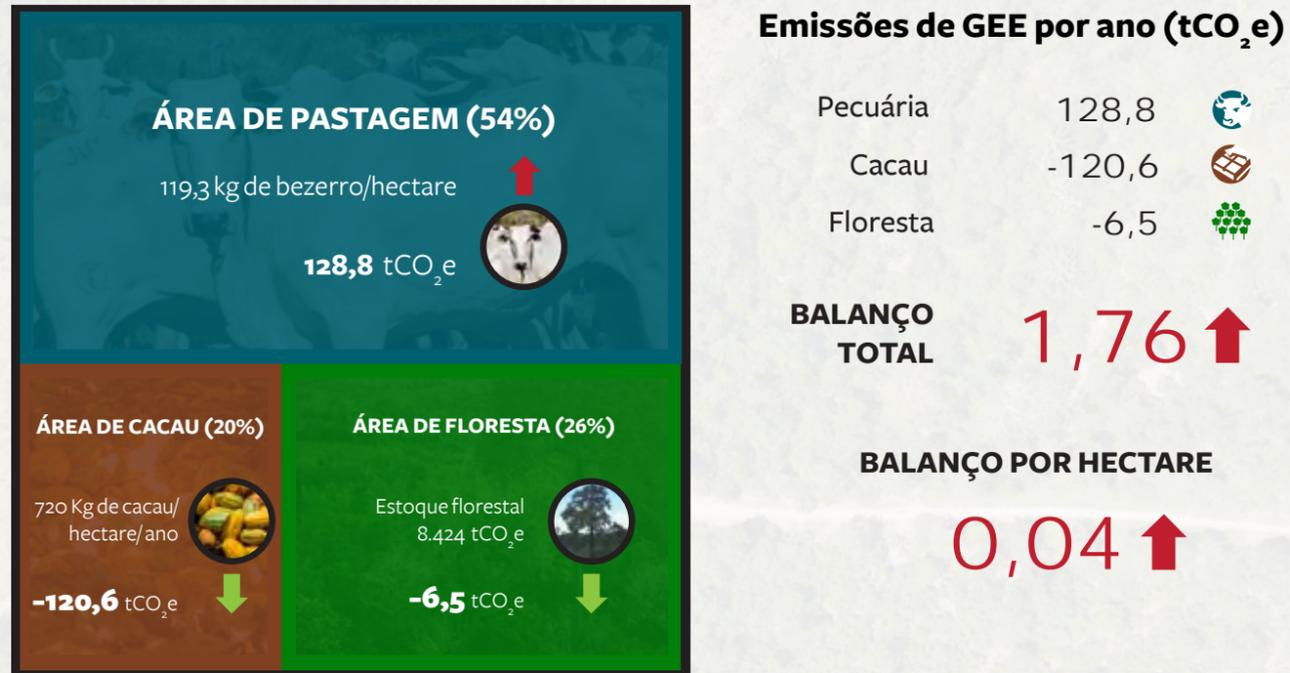


Retrato 2016

- ▶ **BAU 1** - Desmatamento e redução na produtividade agropecuária
- ▶ **BAU 2** - Redução da produtividade e desmatamento zero
- ▶ **BAU 3** - Desmatamento e melhoria no manejo agropecuário
- ▶ **Cenário Melhorado 1** - Melhoria do manejo agropecuário
- ▶ **Cenário Melhorado 2** - Melhoria do manejo agropecuário e restauração das pastagens

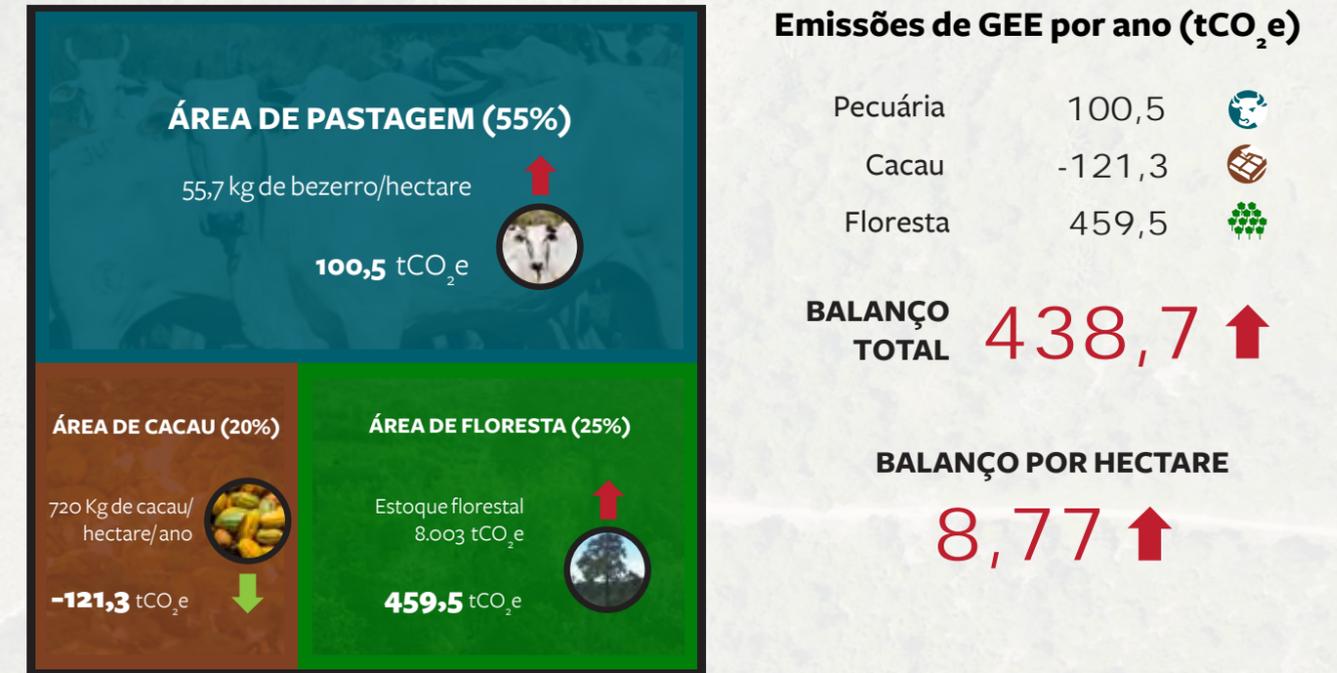
RETRATO 2016

Uso do solo, produção e balanço de carbono em uma unidade produtiva média no assentamento Tuerê (lote de 50 hectares).



CENÁRIO BAU 1 - DESMATAMENTO E PRODUTIVIDADE REDUZIDA

Uso do solo, produção e balanço de carbono em uma unidade produtiva média no assentamento Tuerê (lote de 50 hectares).



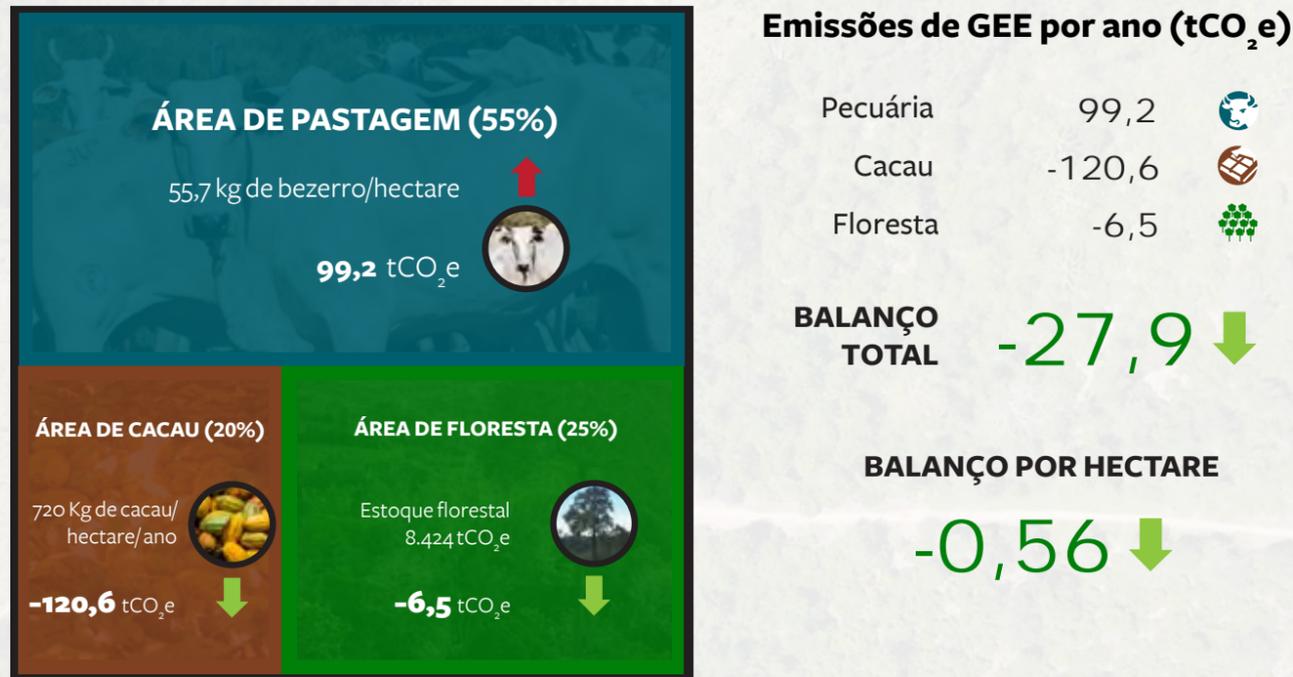
Cenário BAU 1 - Desmatamento e Produtividade Reduzida

Neste cenário considerou-se uma taxa de desmatamento de 5% e uma redução na produtividade do sistema de pecuária, com uma diminuição de 50% na taxa de lotação do rebanho e de 5% de sua taxa de fertilidade em relação à linha de base 2016. **O balanço de emissões de GEE para uma unidade produtiva familiar estimado foi em 8,8 tCO₂e/ha/ano**, o que representa um aumento de emissões de mais de 220 vezes em relação ao cenário constatado em 2016.

Dessa maneira, o grande aumento das emissões no cenário BAU 1 (+220%) tem como principal consequência a perda de floresta via corte e queima. Além disso, ao alocar 90% da área desmatada para pastagem e 10% para o cultivo de cacau, a intensidade de emissão por produtos sofreu um aumento de 8,5 vezes, 746% por Kg de bezerro desmamado e de 62% por tonelada de amêndoa de cacau produzida.

CENÁRIO BAU 2 - PRODUTIVIDADE REDUZIDA

Uso do solo, produção e balanço de carbono em uma unidade produtiva média no assentamento Tuerê (lote de 50 hectares).



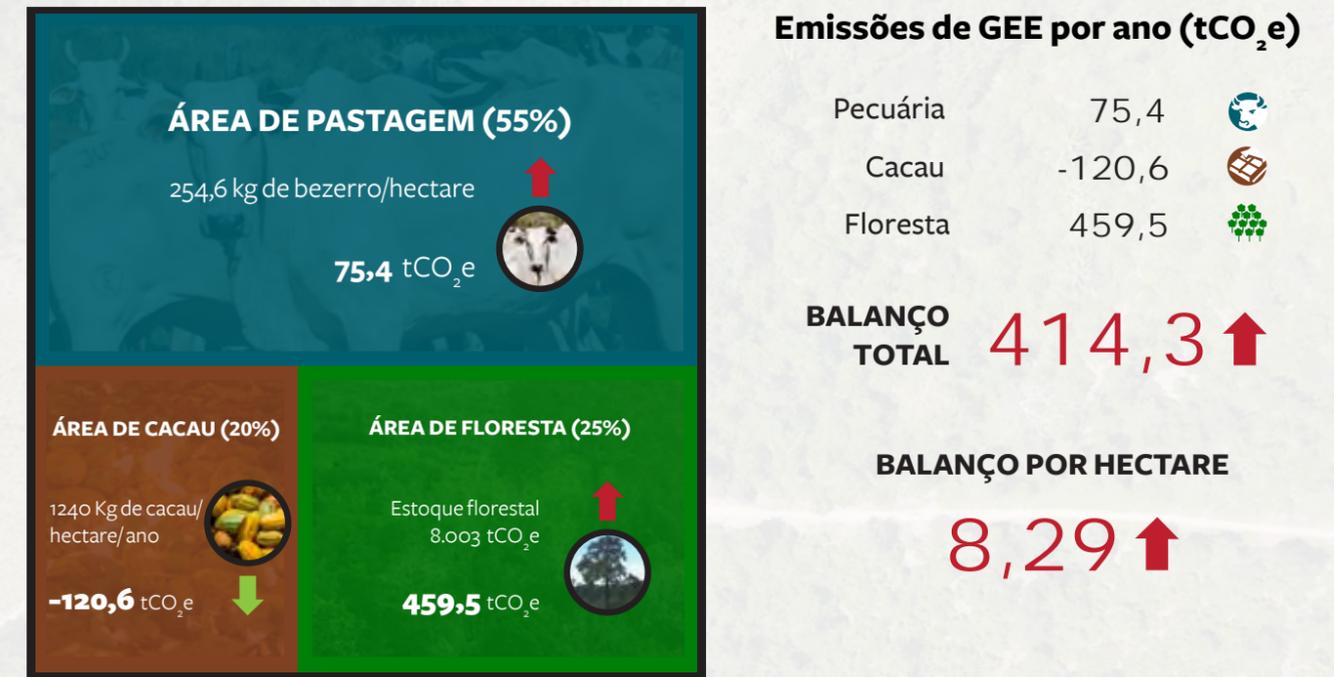
Cenário BAU 2 – Produtividade Reduzida

Neste cenário, há uma redução da produtividade pecuária, assim como no BAU 1, entretanto, com uma taxa zero de desmatamento. **O balanço de GEE da unidade produtiva familiar foi estimado em -0,56 tCO₂e/ha/ano**, ou seja, há, nesse caso, remoção de GEE, o que sugere que sob desmatamento zero, grande parte das emissões de GEE na unidade seriam evitadas.

Embora BAU 2 apresente menor emissão de GEE que o Cenário 2016 (0,04 tCO₂e/ha/ano), a crescente degradação das pastagens reduz significativamente a capacidade de produção da pastagem em cada unidade produtiva. Com a redução da taxa de lotação em 50% e da produção de bezerros desmamados em 55%, nesse cenário as emissões associadas por kg de bezerro desmamado produzido aumentam em 65%.

CENÁRIO BAU 3 - DESMATAMENTO E MANEJO MELHORADO

Uso do solo, produção e balanço de carbono em uma unidade produtiva média no assentamento Tuerê (lote de 50 hectares).



Cenário BAU 3 - Desmatamento e Manejo Melhorado

No cenário BAU 3 novas áreas de floresta são convertidas para aumentar as áreas de produção (90% da área desmatada para pastagem e 10% para o cultivo de cacau) dentro da unidade produtiva familiar, assim como em BAU 1. No entanto, há uma melhoria das práticas de manejo nos sistemas produtivos de cacau e pecuária. **O balanço de GEE da unidade produtiva familiar foi estimado em 8,29 tCO₂e/ha/ano**, o que representa, em comparação ao cenário 2016, um aumento das emissões de GEE pela unidade produtiva familiar de cerca de 207 vezes e de 76% por kg de bezerro desmamado, ao passo que para cada tonelada de amêndoa de cacau produzida, observou-se uma redução de 65% das emissões.

Ainda que, sob esse cenário, haja melhoria no manejo da pecuária na unidade produtiva familiar no Tuerê, com a duplicação da taxa de lotação e o aumento da eficiência da produção vaca-bezerro (115% mais bezerros por hectare), tais práticas não compensariam as emissões pelo desmatamento associadas a esse sistema produtivo.

CENÁRIO MELHORADO 1 – MANEJO MELHORADO

Uso do solo, produção e balanço de carbono em uma unidade produtiva média no assentamento Tuerê (lote de 50 hectares).



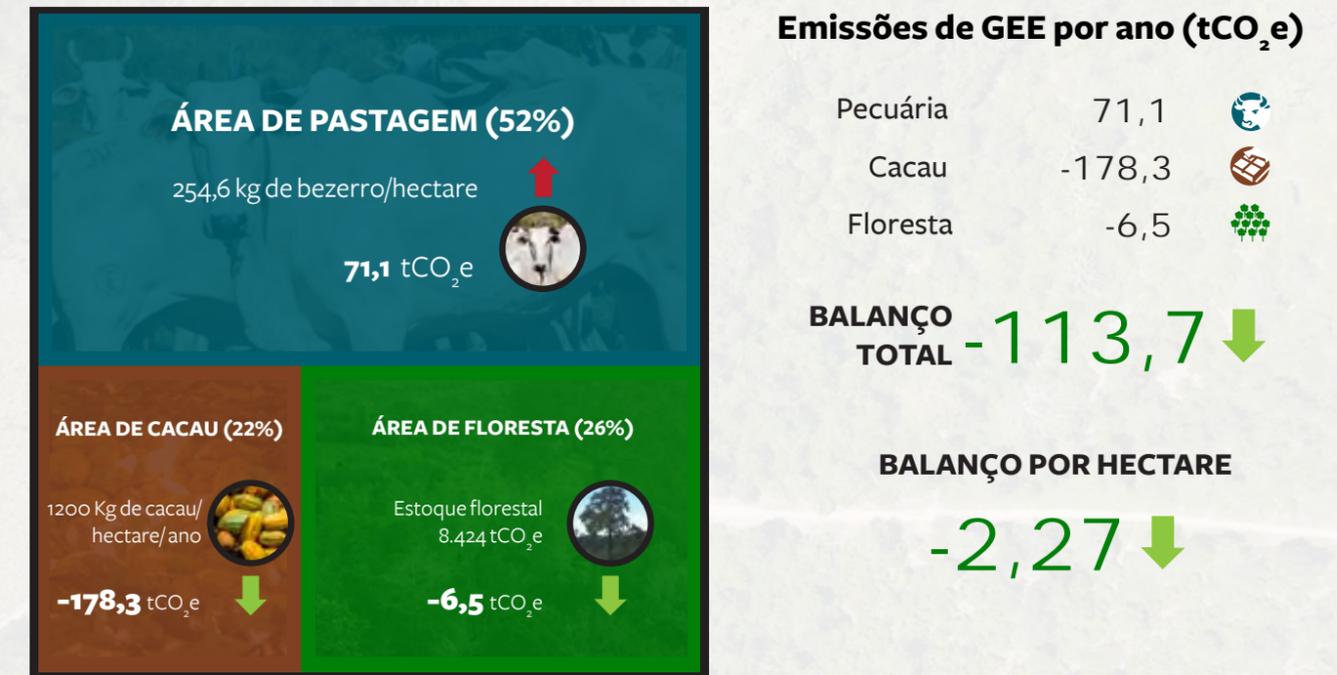
Cenário Melhorado 1 – Manejo Melhorado

No cenário Melhorado 1, há aumento da produção da unidade produtiva familiar sem desmatamento, em consequência da intensificação da agricultura e da pecuária. **O balanço de GEE da unidade produtiva familiar foi estimado em -1,89 tCO₂e/ha/ano.**

Através da restauração de pastagens e de melhorias no manejo do cacau, as emissões de GEE seriam reduzidas em 55 vezes em relação ao cenário 2016 (de 0,04 para -1,89 tCO₂e/ha/ano). Assim, nesse cenário, há um aumento, tanto no desempenho climático, quanto na produtividade, o que torna a unidade produtiva familiar um sumidouro de GEE.

CENÁRIO MELHORADO 2 – MANEJO MELHORADO E RESTAURAÇÃO

Uso do solo, produção e balanço de carbono em uma unidade produtiva média no assentamento Tuerê (lote de 50 hectares).



Cenário Melhorado 2 – Manejo Melhorado e Restauração

No cenário Melhorado 2, com a melhoria nas práticas de manejo e a conversão de 1 hectare de pastagem em cultivo de cacau as emissões de GEE são reduzidas em 65 vezes comparadas à linha de base. **O balanço de GEE na unidade produtiva familiar foi estimado em -2,27 tCO₂e/ha/ano.**

Cabe destacar que, para ambos os cenários de melhorias, a emissão de GEE seria reduzida em 75% por kg de bezerro desmamado e 20% por tonelada de amêndoa de cacau produzida.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

As informações em relação ao uso do solo e ao manejo agropecuário nas unidades produtivas familiares no Brasil e seu efeito sobre o balanço de emissões de GEE são escassas. Nesse sentido, o estudo apresentado nessa publicação teve como intuito contribuir para essa discussão, subsidiando-a com informações e dados locais estimados que oferecem respaldo e subsídio para a elaboração de políticas públicas voltadas para o desenvolvimento de agricultura familiar de baixa emissão de carbono.

Os dados coletados em entrevistas com agricultores e visitas de campo em 2016 permitiram a definição de uma linha de base do uso do solo em uma unidade produtiva familiar média no Assentamento Rural Tuerê (PA), onde 54% da área é ocupada por pastagens sob sistema de cria e recria de gado, 20% por sistemas de cultivo de cacau e 26% por remanescentes de floresta nativa.

Considerando as variáveis presentes em cada um dos sistemas produtivos ou tipos de uso do solo existentes, o estudo utilizou um conjunto de calculadoras que permitiram estimar uma emissão de 0,04 tCO₂e/ha/ano em uma unidade produtiva familiar média na linha de base de 2016. Vale ressaltar que, pelo fato de não haverem sido consideradas emissões de GEE por desmatamento neste cenário, verificou-se como maior vetor de emissão de GEE na unidade produtiva familiar a pecuária (4,8 tCO₂e/ha/ano). Nesse sistema, as principais fontes de emissão foram a degradação de pastagens e o sistema de manejo utilizado, as quais foram parcialmente compensadas pela remoção de carbono de -12,1 e -0,5 tCO₂e/ha/ano pelas áreas de cacau e floresta, respectivamente.

Agricultor Anísio de Souda Filho
secando suas amêndoas de cacau

A partir desse modelo, cinco cenários foram projetados, para os quais o balanço das emissões de GEE foi estimado de acordo com variações no uso do solo e nas práticas de manejo adotadas em cada um dos sistemas produtivos.

Os cenários “Business as Usual” (BAU) mostram que o desmatamento de 5% da floresta aumenta em cerca de 220 vezes a emissão de GEE de cada unidade produtiva familiar do Tuerê. Por outro lado, com a promoção de práticas para deter a conversão das florestas, o aumento no número de árvores de sombra nos plantios de cacau e a melhoria no manejo das pastagens, as propriedades agrícolas podem se tornar sumidouros de carbono, aumentando, ao mesmo tempo, em 100% a produção de bezerros e em 70% a quantidade de amêndoas de cacau produzida por hectare. Como consequência, a intensidade da emissão de GEE na pecuária seria reduzida em 75% por kg de bezerro desmamado e, para cada tonelada de amêndoa de cacau produzida, a capacidade de sequestro de carbono aumentaria em 20%.

O maior impacto dos cenários melhorados (Melhorado 1 e 2) ocorre com o avanço nas práticas de manejo da pecuária, cujo balanço de emissão de GEE por hectare é reduzido em 43,8% em ambos os cenários em comparação à linha de base. A maior parte da redução está associada a queima evitada da pastagem e ao sequestro de carbono pelo solo como consequência da recuperação das pastagens degradadas e melhoria nas práticas de manejo animal. Essas ações compensariam as emissões adicionais causadas pelo uso de insumos e aumento do rebanho.

Além disso, o cultivo de cacau também se beneficiaria com a melhoria das práticas de manejo. Quando comparada à linha de base, a adoção completa de sistemas de sombreamento em cultivos de cacau removeria 16,2 tCO₂e/ha/ano e produziria 83% mais amêndoas, as quais estariam associadas a 19% menos GEE por tonelada de amêndoas de cacau produzida.

Este estudo busca, de forma inédita, provocar uma discussão acerca do papel da agricultura familiar na redução de emissões e potencial sumidouro de GEE na Amazônia. Os resultados do estudo contribuem na disseminação de uma nova visão que busca reposicionar o agricultor familiar como parte da solução e de oportunidades na transição para uma agricultura de baixo carbono.

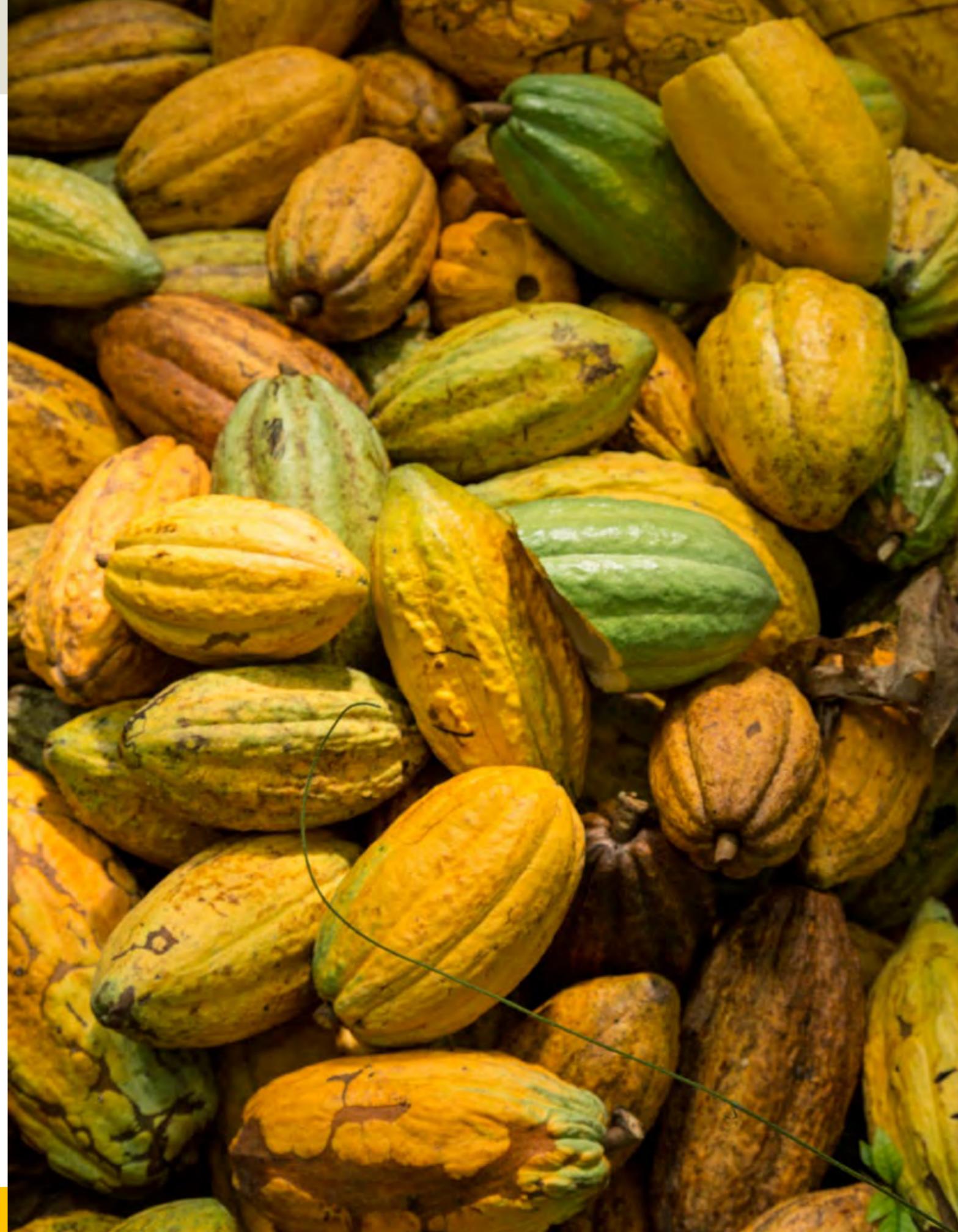
De forma geral, priorizar o desmatamento zero constitui a ação mais relevante para reduzir drasticamente as emissões de uma unidade produtiva média no assentamento rural Tuerê nos próximos anos, ainda que as práticas de manejo do solo e dos sistemas produtivos permaneçam como nos cenários BAU. No entanto, ao associar o desmatamento zero com a melhoria das práticas de manejo em ambos os sistemas produtivos – cacau e pecuária –, o assentamento Tuerê poderá melhorar seu desempenho climático, atuando como um sumidouro de carbono, aumentando, simultaneamente, sua produtividade agropecuária.

Por fim, esse estudo fornece uma estrutura capaz de monitorar e avaliar as emissões em diferentes cenários e gerar informações para aprimorar as calculadoras de GEE atuais e futuras a fim de obter avaliações mais abrangentes das emissões na agricultura de pequena escala.



REFERÊNCIAS

Atlas Do Desenvolvimento Humano No Brasil. Rio de Janeiro, PNUD, IPEA, Fundação João Pinheiro, 2013. <http://atlasbrasil.org.br/2013/> • **Bernoux, M., Branca, G., Carro, A., et al., 2010.** Ex-ante greenhouse gas balance of agriculture and forestry development programs *Sci. Agric.* 67 31-40. • **BRASIL.** Código Florestal. Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. • **BRASIL. 2016.** Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. SIRENE. Sistema de Registro Nacional de Emissões. <http://sirene.mcti.gov.br/> • **Brown, S. 1997.** Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer. Vol. 134. *Food & Agriculture Org.* • **Colomb, V., Touchemoulin, O., Bockel, L., et al., 2013.** Selection of appropriate calculators for landscape-scale greenhouse gas assessment for agriculture and forestry. *Environ. Res. Lett.* 8 015029. • **Food and Agriculture Organization (FAO). 2012.** The 2014 International Year of Family Farming (IYFF). <http://www.fao.org/family-farming-2014/home/what-is-family-farming/en/> • **Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA).** Informações gerais sobre os assentamentos da reforma agrária. <http://painel.incra.gov.br/sistemas/index.php> • **Intituto de Manejo e Certificação Agrícola (IMAFLORA). 2016.** Good Livestock Production Practices Reduce GHG Emissions and Increase Meat Production in the Amazon. www.imaflora.org • **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2017.** Sistema IBGE de Recuperação Automática (Sidra). <http://www.sidra.ibge.gov.br/> • **International Panel on Climate Change (IPCC). 2006.** 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. Japan: IGES, 2006. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html> • **Guerrero, A. M. O.; Chalapud, L. D. R. 2006.** Almacenamiento Y Fijacion De Carbono Del Sistema Agroforestal Cacao Theobroma Cacao L Y Laurel Cordia Alliodora (Ruiz & Pavón) Oken En La Reserva Indígena De Talamanca, Costa Rica. • **Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). 2015.** <http://www.br.undp.org/> • **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).** PROJETO PRODES DIGITAL: Mapeamento do desmatamento da Amazônia com Imagens de Satélite. <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes> • **Rosenstock, T.S., Rufino, M.C., Butterbach-Bahl, K. et al., 2013.** Toward a protocol for quantifying the greenhouse gas balance and identifying mitigation options in smallholder farming systems. *Environ. Res. Lett.* 8 021003. • **SISTEMA DE ESTIMATIVA DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (SEEG). 2017.** www.seegeco.br. • **World Resources Institute (WRI).** GHG Protocol Agriculture calculator. 2014. Disponível em: <<http://www.ghgprotocol.org/Agriculture-Guidance/Vis%C3%A3o-Geral%3A-Projeto-Brasil-Agropecu%C3%A1ria>>.





A Solidaridad é uma organização internacional sem fins lucrativos com mais de 40 anos de experiência e atuação em 37 países no desenvolvimento de cadeias de valor socialmente inclusivas, ambientalmente responsáveis e economicamente rentáveis no campo dos agronegócios e da mineração artesanal. Realiza parcerias e soluções inovadoras em cada segmento junto a empresas, governos e comércio para apoiar agricultores e pecuaristas a produzir mais e melhor, promovendo a transição para uma produção agropecuária que respeita o planeta.

Saiba mais em:

www.solidaridadnetwork.org

www.solidaridadsouthamerica.org

www.linkedin.com/company/solidaridad-brasil

Solidaridad

