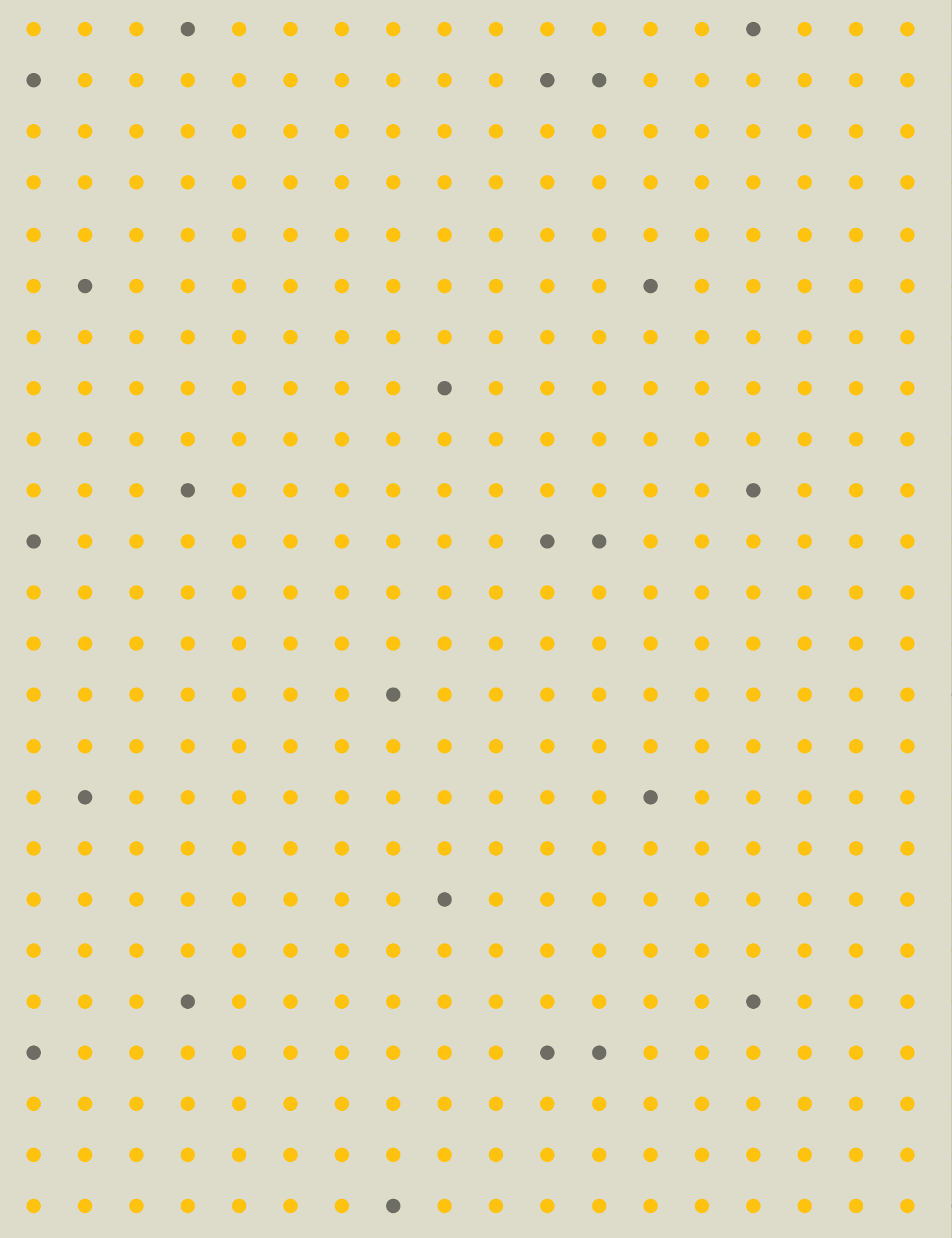


# Agricultura de baixo carbono na Amazônia

Cenários e oportunidades no balanço  
de emissões de GEE na produção agrícola familiar

**Solidaridad**

---





# Solidaridad

## SOLIDARIDAD BRASIL

### Diretor de País

Rodrigo Castro

### Gerente de Programas

Joyce Brandão

### Gerente de Comunicação

Luiz Fernando Campos

### Coordenadores de Projetos

Mariana Pereira

Paulo Lima

## AGRICULTURA DE BAIXO CARBONO NA AMAZÔNIA

### Edição

Joyce Brandão

Mariana Pereira

Paulo Lima

Luiz Fernando Campos

Tita Berton

Cintia Munch

### Projeto gráfico e diagramação

Akemi Takenaka

### Solidaridad Brasil

Agricultura de baixo carbono na Amazônia - Cenários e oportunidades no balanço de emissões de GEE na produção agrícola familiar: Solidaridad; Imaflora. 2ª ed. São Paulo: 2020.

44p. : 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.

# Sobre a Solidaridad Brasil

A **Solidaridad Brasil** é uma organização internacional da sociedade civil que atua há mais de uma década no desenvolvimento de cadeias de valor socialmente inclusivas, ambientalmente responsáveis e economicamente rentáveis da agropecuária. Busca acelerar a transição para uma produção inclusiva e de baixo carbono, contribuindo para a segurança alimentar e climática do país e do mundo. Atualmente desenvolve com seus parceiros iniciativas de sustentabilidade nas seguintes cadeias: algodão, cacau, café, cana-de-açúcar, erva-mate, laranja, pecuária e soja.

Globalmente, a Solidaridad conta com mais de meio século de atuação em mais de 40 países. Promove parcerias e soluções inovadoras junto a governos, organizações, cooperativas e empresas para apoiar produtoras e produtores rurais a produzir melhor e reduzir o impacto climático da produção de alimentos. Sua missão é garantir a transição para uma economia inclusiva e sustentável, que maximiza o benefício para as pessoas e o planeta.

## Onde atuamos?



Algodão



Cacau



Café



Cana



Erva-mate



Laranja



Pecuária



Soja

### O que promovemos?

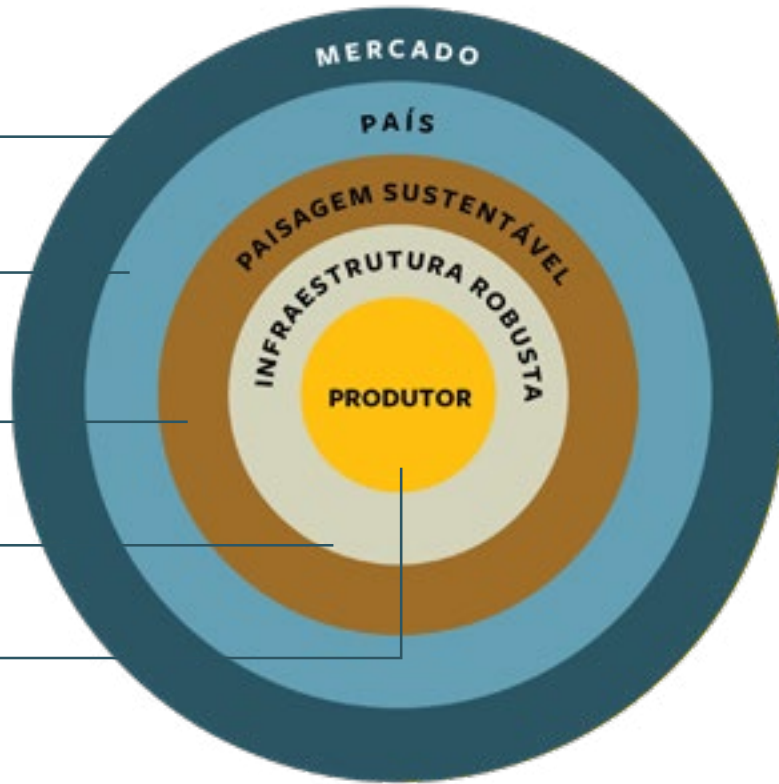
Incentivos de mercados em escalas diferentes

Viabilização de políticas ambientais

Potencialização das funções ambientais

Estruturas modernizadas de suporte

Boas práticas



### Quais são as nossas áreas de inovação?



#### Investimentos de impacto

Garantir investimentos necessários para alcançar um impacto econômico, ambiental e social duradouro.



#### Inclusão de gênero

Considerar as necessidades, a participação e as contribuições de mulheres e homens de forma isonômica.



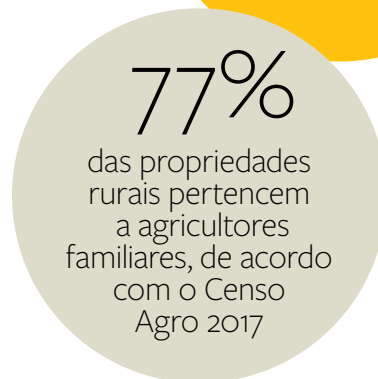
#### Inovação climática

Consolidar uma política e estratégias para avançar com a agenda climática.



#### Soluções digitais

Fazer uso dos avanços tecnológicos para criar soluções únicas para a agricultura, aumentando o impacto de nossas intervenções.



# A contribuição da agricultura familiar à mitigação de efeitos das mudanças climáticas

A Amazônia legal ocupa 76% da região norte do país. Nesta região, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), quase 30% da área e 87% das unidades produtivas são mantidas por agricultores familiares. A Solidaridad Brasil, que atua desde 2009 com o objetivo de promover inclusão e sustentabilidade na agricultura brasileira, está presente na região amazônica desde 2015, ao longo da Transamazônica, com o projeto Territórios Inclusivos e Sustentáveis na Amazônia.

O estudo ora apresentado faz parte dessa importante iniciativa que apoia produtoras e produtores familiares e gera benefícios e melhorias para eles e suas propriedades, além de reduzir a pressão por novas áreas desmatadas e contribuir para o equilíbrio climático. Historicamente, o processo de desmatamento na região esteve atrelado ao uso e ocupação desordenados do território. Em parte, por agricultores familiares que, com conhecimento e técnicas de produção incipientes e baixa capacidade de investimento, se fixaram no território.

Atualmente, a Solidaridad Brasil apoia diretamente mais de 200 famílias de agricultores familiares

no fortalecimento de seus sistemas produtivos diversificados de cacau, pecuária de cria e floresta. Oferece serviço de assistência técnica integrado de qualidade, disseminando práticas climaticamente inteligentes e a utilização de técnicas inovadoras no uso da terra. Contribui para o aumento da renda de produtoras e produtores, emissão reduzida de carbono e incremento de áreas de produção mediante o manejo eficiente, a conversão de áreas degradadas e subutilizadas em agroflorestas de cacau e a intensificação da pecuária com foco na criação de bezerras.

O programa já obteve resultados significativos no incremento de renda e redução do desmatamento e degradação nas propriedades parceiras. Nesse contexto, este estudo, apresentado aqui na sua versão atualizada, avalia o potencial de redução das emissões e fixação de carbono na transição para sistemas produtivos mais eficientes, sustentáveis e climaticamente inteligentes em propriedades da agricultura familiar na Amazônia. Reforça a relevância do papel da agricultura familiar no bioma amazônico – e por que não em outras regiões do país – para estratégias de mitigação de efeitos das mudanças climáticas.

Convidamos a todos a conhecer um pouco mais deste trabalho que tem indicado caminhos promissores para a sustentabilidade da agricultura familiar na região. Para a Solidaridad Brasil e seus parceiros, em especial, confirma que estamos no caminho certo e que este trabalho deve, no futuro, ser ampliado para um número maior de produtoras e produtores familiares.



**Rodrigo Castro**  
Diretor de País da Solidaridad Brasil

---

# Sumário

Apresentação	09
<i>Por uma economia de baixo carbono</i>	
Introdução	11
<i>Estimando o balanço de GEE</i>	
Metodologia	13
Resultados	25
Conclusões e recomendações	37
Referências	41

---



Propriedade típica no assentamento Tuerê. Foto: Diego Rinaldi/Solidaridad Brasil



# Por uma economia de baixo carbono

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 do projeto *Territórios Inclusivos e Sustentáveis na Amazônia* 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 Gases de Efeito Estufa (GEE) expedida, — 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 de Pecuária, a **Solidaridad Brasil** 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.



Agricultor na área de secagem de amêndoas de cacau. Foto: André Albuquerque/Solidaridad Brasil

## INTRODUÇÃO

# Estimando o balanço de GEE

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 sistemas, **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 indicar 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 Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (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 Brasil** 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

---



- 14 ONDE ESTAMOS:  
NOVO REPARTIMENTO, PARÁ, BRASIL
  - 19 BALANÇO DE GEE EM SISTEMAS INTEGRADOS:  
FERRAMENTAS DE CÁLCULO
- 

## ONDE ESTAMOS

# Novo Repartimento, Pará, Brasil

Por se tratar de uma espécie nativa e com demanda crescente, a produção de cacau é considerada uma atividade econômica prioritária no Pará

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.



Um lote típico de agricultores familiares. Foto André Albuquerque/Solidaridad Brasil

## Informações gerais



Brasil

### Área do município

**15.398,716 km<sup>2</sup>**  
(IBGE, 2016)

### Área do Tuerê

**2.408,955 km<sup>2</sup>**  
(Incra, 2017)

### População do município

**62.050**  
(IBGE, 2010)

### População rural

**54,96%**  
(IBGE, 2010)

### Número de famílias assentadas no Tuerê

**2.957**  
(Incra, 2017)

### IDHM Novo Repartimento

**0,537**  
(PNUD, FJP e Ipea, 2010)

### IDH Brasil

**0,699**  
(PNUD, 2010)

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).

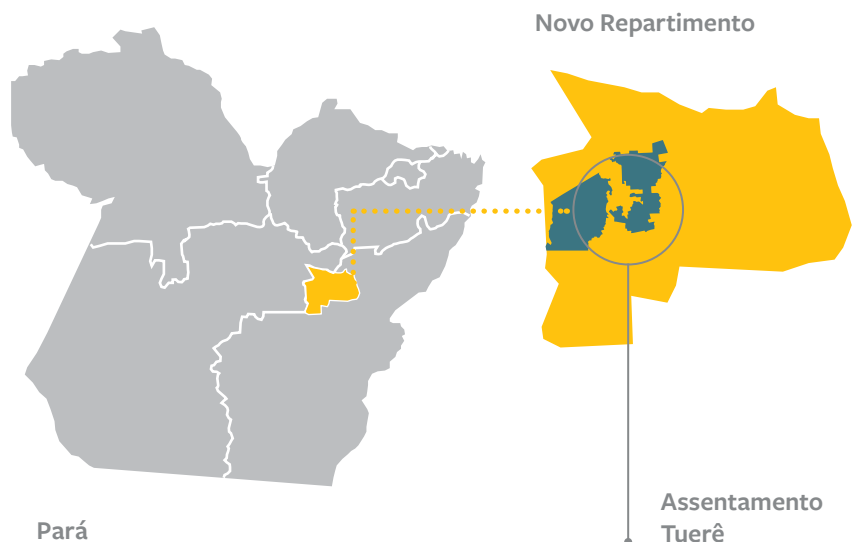
### Cultivo de cacau

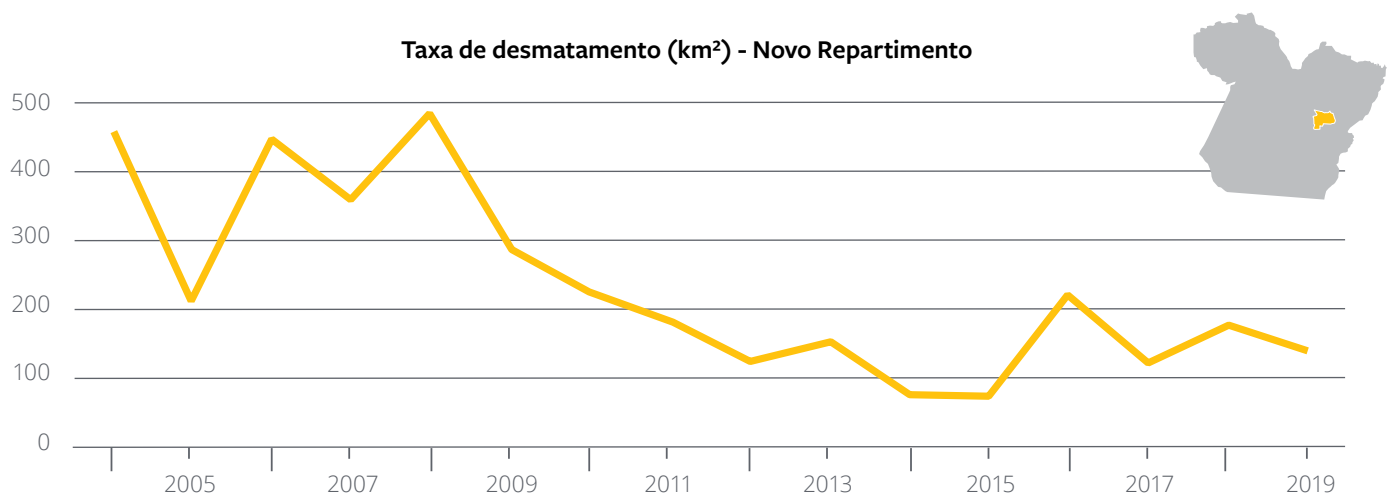
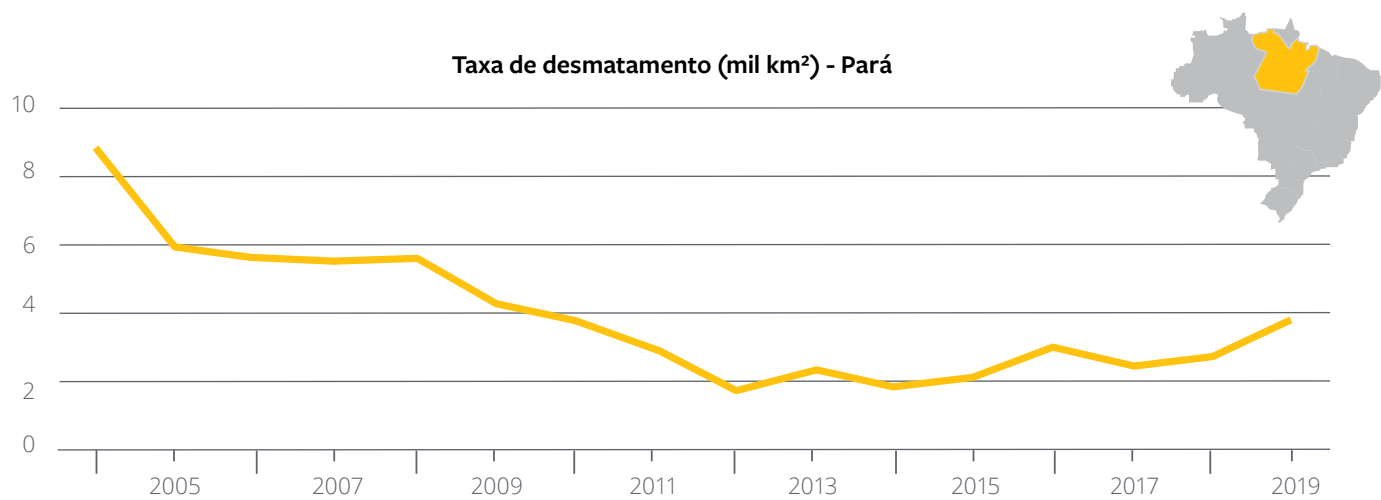
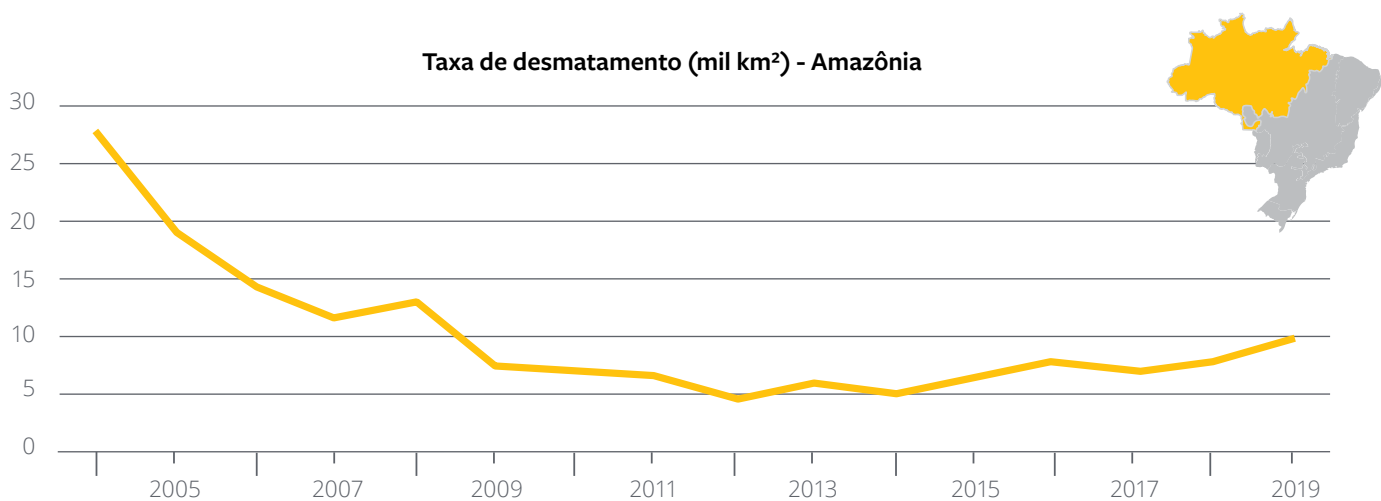
A partir de 2000, o plantio de cacau começou a se expandir nas fronteiras da Rodovia Transamazônica, no Pará. Embora seja uma atividade relativamente recente, ocupa hoje cerca de 11 mil hectares no município, gerando em torno de R\$ 33 milhões anualmente para a economia local (IBGE, 2016).

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 (SAFs), reduzir a degradação e 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.

### Assentamento Tuerê, em Novo Repartimento, Pará, Brasil





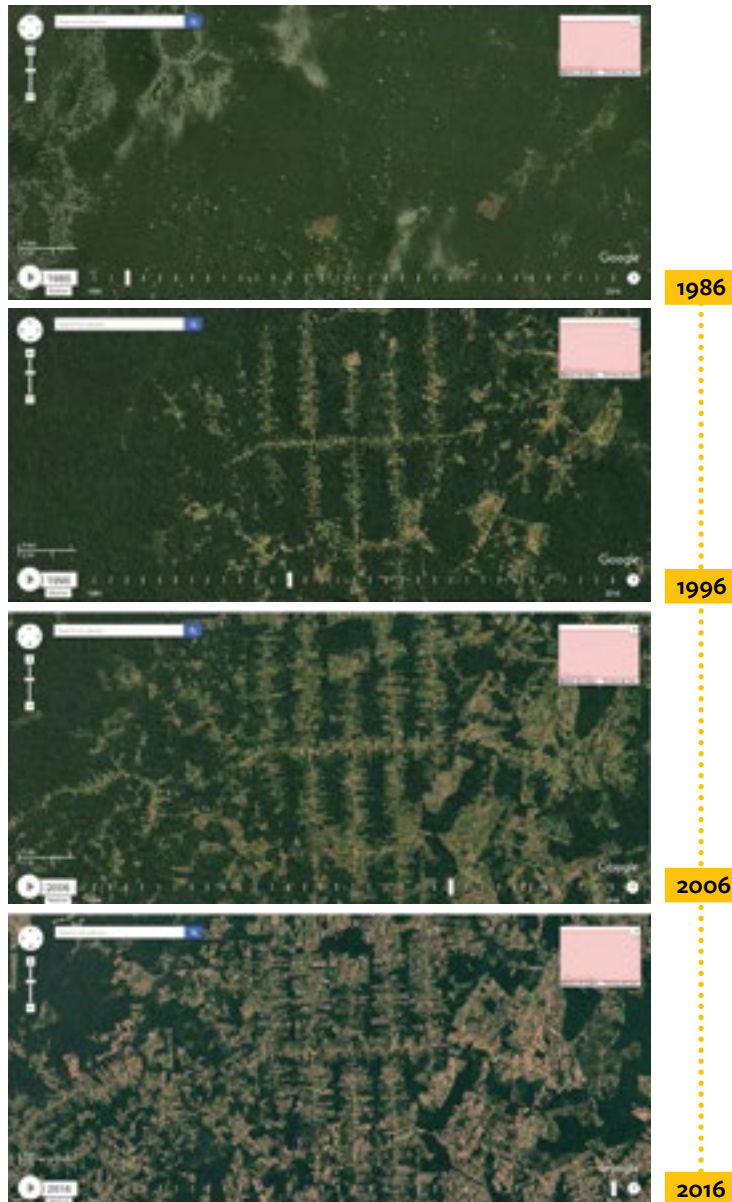
Fonte: Dados PRODES, com elaboração de Arnaldo Carneiro.



## Desmatamento

O 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, o assentamento passou a liderar as taxas de desmatamento em assentamentos rurais da Amazônia, enfrentando desafios como exploração madeireira ilegal, ineficiência na regularização fundiária e especulação de terras. Os impactos na cobertura florestal resultantes do processo de ocupação do assentamento é conhecido como desmatamento em espinha de peixe (veja fotos ao lado), que consiste da abertura inicial de áreas florestais pelas estradas, deixando fragmentos remanescentes intercalados. 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.

## Mudança do uso do solo no assentamento Tuerê, de 1986 a 2016



Na década de 2000, Tuerê passou a liderar as taxas de desmatamento em assentamentos rurais da Amazônia, enfrentando desafios como exploração madeireira ilegal, ineficiência na regularização fundiária e especulação de terras

## Heterogeneidade

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, 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 Brasil**, em parceria técnica com o Imafloa, buscou alternativas para realizar essa mensuração.

## A legislação brasileira

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 área 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 do Tuerê.

Se houver desmatamento 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, mas são vedadas novas conversões, para uso alternativo do solo.

**i** Para ver o Código Florestal brasileiro, acesse: [bit.ly/dljs](http://bit.ly/dljs)



Os produtores de cacau também criam gado e recebem orientações da Solidaridad para o melhor manejo do pasto.  
Foto: Diego Rinaldi/Solidaridad Brasil

## BALANÇO DE GEE EM SISTEMAS INTEGRADOS

# Ferramentas de cálculo

A fim de medir o balanço de GEE das unidades produtivas familiares do Tuerê, foi feito um estudo para customização de uma calculadora

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, 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 limitações<sup>2</sup> são apresentadas na Tabela 1.

## Características e limitações das calculadoras de balanço de GEE

FERRAMENTA DE CÁLCULO DE GEE	CARACTERÍSTICAS	LIMITAÇÕES
<b>GHG-PROTOCOL AGRICULTURE</b>	Apresenta boa estrutura de análise para o contexto da pecuária brasileira e culturas de larga escala, como soja e milho.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não inclui sistemas produtivos de cacau nem reflorestamento e desmatamento de vegetação nativa.</li> </ul>
<b>COOL FARM TOOL</b>	Considera emissões de GEE a partir de aplicação de fertilizantes nitrogenados, em função do tipo do solo, uso de combustíveis fósseis, queima de resíduos de colheitas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não inclui sistemas produtivos de cacau nem emissões e estoque de carbono no solo em pastagens;</li> <li>• Estoque de carbono e biomassa no solo não é específico para cacau;</li> <li>• Não permite aos usuários ajustar os fatores de emissão para customização local/regional;</li> <li>• Emissões N<sub>2</sub>O provenientes de insumos de fertilizantes nitrogenados são limitadas para solos tropicais.</li> </ul>
<b>EX-ACT</b>	Considera emissões de GEE a partir de: desmatamento, pecuária, sistemas de cultivo. Permite ajustes de fatores de emissão pelos usuários.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não inclui sistemas produtivos de cacau;</li> <li>• Apresenta pouca calibração para culturas perenes;</li> <li>• Não é específico para categoria de gado de corte.</li> </ul>

Tabela 1

## O estudo, passo a passo

1



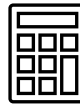
**IDENTIFICAÇÃO**  
do uso do solo típico  
em uma unidade  
produtiva familiar  
no Tuerê

2



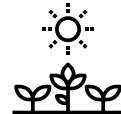
**COLETA DE DADOS**  
de atividades de  
fontes e sumidouros  
de GEE desta unidade

3



**CUSTOMIZAÇÃO  
DE UMA CALCULADORA**  
usando métodos múltiplos  
para estimar o balanço  
de emissões de GEE

4



Aplicação da calculadora  
para **PROJETAR CENÁRIOS**  
que contemplem mudanças  
de práticas de uso do solo  
e de manejo agropecuário

### Passo 1

#### Identificação do uso do solo

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 (veja box na página 21) foram essenciais para compreender o cenário atual e projetar cenários futuros de uso do solo e práticas agrícolas no assentamento.

### Passo 2

#### Coleta de dados de atividades

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 – cacau, pecuária e floresta –, descritas no passo 4.

### Passo 3

#### Customização da calculadora

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.

## O que é o Horizonte Rural?

Desenvolvido pela Solidaridad, o Horizonte Rural é uma ferramenta inovadora de melhoria contínua para produtores, suas organizações e parceiros da cadeia de valor. Oferece um conjunto de soluções para diagnosticar sistemas de produção, planejar ajustes e monitorar o progresso ao longo do tempo. Por meio da autoavaliação, os produtores comparam suas práticas aos requisitos legais e padrões de sustentabilidade, identificam ajustes prioritários e recebem recomendações para adotar melhores práticas adaptadas à realidade local. A partir desta experiência, a Solidaridad desenvolveu uma nova suíte de soluções digitais, incluindo aplicativos móveis para produtores e extensionistas rurais.

## Método do balanço de GEE em sistemas para a customização de uma calculadora



### 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).

### Conversão x coeficiente

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 CO<sub>2</sub> atmosférico equivalente (CO<sub>2</sub>e) 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 e 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 combustíveis 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 tCO<sub>2</sub>e/ha, e que sejam sequestrados 0,5 tCO<sub>2</sub>e/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 tCO<sub>2</sub>e/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 CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O (Bernoux et al., 2010).

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

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

**Passo 4**  
**Projeção de cenários**

Considerando as variáveis utilizadas no balanço de GEE de uma unidade produtiva familiar média no 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 cenários 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 Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (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 da **Solidaridad Brasil** e do Imaflora.

## Variáveis consideradas na linha de base e nos cenários projetados

CENÁRIOS	BAU 1 Desmatamento e produtividade reduzida	BAU 2 Produtividade reduzida	BAU 3 Desmatamento e manejo melhorado
TAXA DE DESMATAMENTO	5% da área florestal	Zero	5% da área florestal
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
MUDANÇAS NA PECUÁRIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rebanho (vacas): 0,43 cabeça/ha</li> <li>• Taxa de fertilidade: de 75% para 70%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rebanho (vacas): 0,43 cabeça/ha</li> <li>• Taxa de fertilidade: de 75% para 70%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rebanho (vacas): 1,38 cabeça/ha</li> <li>• Taxa de fertilidade: de 75% para 80%</li> </ul>
CONDIÇÃO DO SOLO DA PASTAGEM	Degradado	Degradado	Melhorado*
SISTEMAS DE CACAU	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produtividade estável de 720 kg/ha</li> <li>• 60% dos sistemas sombreados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produtividade estável de 720 kg/ha</li> <li>• 60% dos sistemas sombreados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produtividade aumentada para 1.200 kg/ha</li> <li>• 60% dos sistemas de cacau sombreados</li> <li>• Uso de fertilizantes**</li> </ul>

Tabela 2



O cacau é nativo da Amazônia. Foto: André Albuquerque/Solidaridad Brasil

<b>LINHA DE BASE</b> Retrato 2016	<b>MELHORADO 1</b> Manejo melhorado	<b>MELHORADO 2</b> Manejo melhorado e restauração
Não mensurada	Zero	Zero
		Diminuição da área de pastagem em 4% (1 hectare), convertida em sistemas de cacau
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rebanho (vacas): 0,86 cabeça/ha</li> <li>• Taxa de fertilidade: 75%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rebanho (vacas): 1,72 cabeça/ha</li> <li>• Taxa de fertilidade: de 75% para 80%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rebanho (vacas): 1,72 cabeça/ha</li> <li>• Taxa de fertilidade: de 75% para 80%</li> </ul>
Degradado	Melhorado*	Melhorado*
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produtividade estável de 720 kg/ha</li> <li>• 60% dos sistemas sombreados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produtividade aumentada para 1.200 kg/ha</li> <li>• 100% dos sistemas sombreados</li> <li>• Uso de fertilizantes**</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produtividade aumentada para 1.200 kg/ha</li> <li>• 100% dos sistemas sombreados</li> <li>• Uso de fertilizantes**</li> </ul>

Tabela 2

\*sistemas de pecuária: implementação de melhoria no manejo animal (reprodutivo, sanitário e de criação), pastejo rotacionado, fertilização com nitrogênio e calcário em áreas de pastagem (100 kg de ureia/ha/ano e 1,5 t de calcário a cada cinco anos) e cessamento de práticas de queima. Considera o uso de dez litros de diesel/ha/ano. \*\*cultivo de cacau: uso de fertilizantes, realização de poda e aumento do número de árvores de sombra. Fonte: Solidaridad Brasil; Imaflora, 2018.

## 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 florestal associada ao cultivo do cacau:

**\*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. Considera o uso de 10 litros de diesel/ha/ano.

**\*\*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%).

Box 2

### Uso do solo na unidade produtiva familiar (ha)

ATIVIDADE	BAU 1 Desmatamento e Produtividade Reduzida	BAU 2 Produtividade reduzida	BAU 3 Desmatamento e Manejo Melhorado	LINHA DE BASE Retrato 2016	MELHORADO 1 Manejo Melhorado	MELHORADO 2 Manejo Melhorado e Restauração
PASTO	27,6	27,6	27,6	27	27	26
CACAU	10,1	10	10,1	10	10	11
FLORESTA	12,4	13	12,4	13	13	13
TOTAL	50	51	50	50	50	50

Tabela 3





---

- Resultados

---



26 **BALANÇO DE EMISSÕES DE GEE NA LINHA DE BASE**

34 **BALANÇO DAS EMISSÕES DE GEE NOS CENÁRIOS  
PROJETADOS**



## RESULTADOS

# Balanco de emissões de GEE na linha de base

Conheça 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

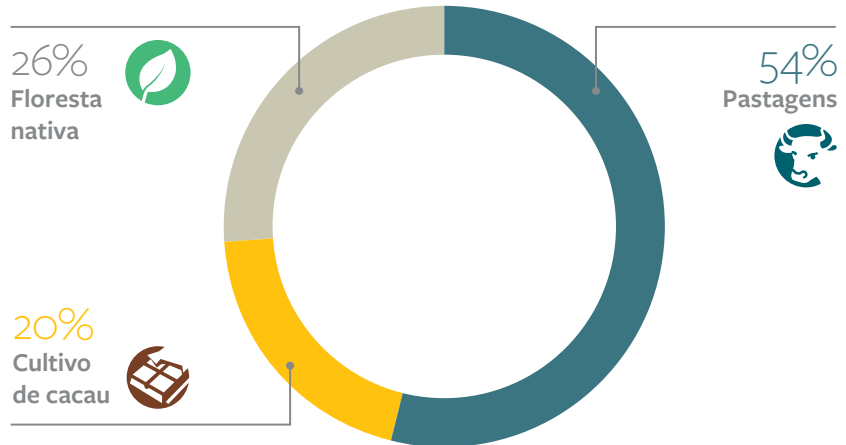


Exemplo de uso do solo em lote agrícola no assentamento Tuerê (50 ha).

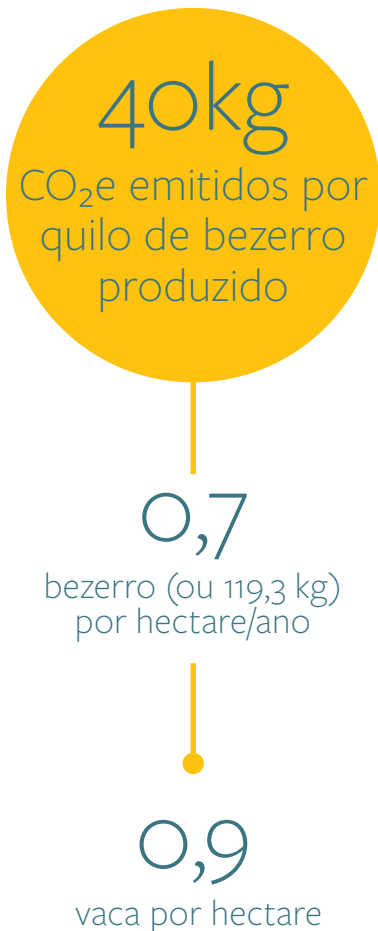
**Linha de base 2016**

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 tCO<sub>2</sub>e/ano (50 ha), ou 0,04 tCO<sub>2</sub>e/ha/ano.

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



Fonte: Solidaridad Brasil, 2018.



**Sistema de pecuária em 2016**

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<sub>2</sub>e/ha/ano, ou 128,8 tCO<sub>2</sub>e/ano por área de pastagem da unidade (27 ha).

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).

Foi possível calcular um balanço de emissões de GEE de 1,76 tCO<sub>2</sub>e/ano (50 ha), ou 0,04 tCO<sub>2</sub>e/ha/ano

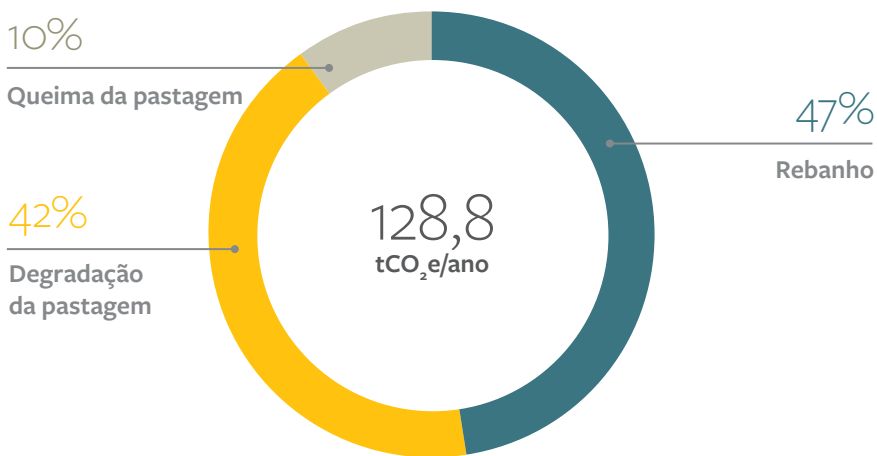


Rebanho em uma das propriedades familiares no assentamento Tuerê. Foto: Diego Rinaldi/Solidaridad Brasil

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<sub>2</sub>e 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).

**Emissões de GEE do sistema de pecuária da unidade produtiva familiar/ano**



27 ha de área de pastagem

119,3 kg de bezerro/ha

Fonte: Solidaridad Brasil, 2018.

### Sistema de cacau em 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  $N_2O$  decorrente da decomposição da casca do cacau após a época de colheita, o cacau e seu sombreamento são sumidouros naturais de  $CO_2$ .

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  $300 \text{ tCO}_2\text{e/ha}$ , os sistemas a pleno sol estocaram cerca de  $100 \text{ tCO}_2\text{e/ha}$ . Já em relação ao sequestro de carbono, os sistemas produtivos de cacau apresentam taxas que variam entre  $16,6 \text{ tCO}_2\text{e/ha/ano}$  para sistemas sombreados e  $5,4 \text{ tCO}_2\text{e/ha/ano}$  para sistemas a pleno sol - o que é consistente com taxas encontradas na literatura, as quais variam entre 10 e  $40,7 \text{ tCO}_2\text{e/ha/ano}$ .

O balanço médio de carbono nos sistemas de cacau para a situação mais comum encontrada em uma unidade do Tuerê é de  $-120,6 \text{ tCO}_2\text{e/ano}$  ou  $-12,1 \text{ tCO}_2\text{e/ha/ano}$ . O balanço por tonelada de amêndoas produzidas é de  $-16,7 \text{ tCO}_2\text{e}$ .

O balanço médio de carbono nos sistemas de cacau para a situação mais comum encontrada em uma unidade do Tuerê é de  $-120,6 \text{ tCO}_2\text{e/ano}$  ou  $-12,1 \text{ tCO}_2\text{e/ha/ano}$



Amêndoas de cacau durante o processo de secagem. Foto Diego Rinaldi/Solidaridad Brasil

A unidade produtiva familiar média no Tuerê possui cerca de 8.424 tCO<sub>2</sub>e estocados em remanescentes de florestas nativas (13 hectares) e sequestra 6,5 tCO<sub>2</sub>e adicionais anualmente com sua a manutenção

#### Áreas florestais em 2016

As áreas ocupadas por floresta nativa são sumidouros naturais de carbono. Estima-se que as florestas tropicais estoquem 648 tCO<sub>2</sub>e por hectare e sequestram 0,5 tCO<sub>2</sub>e 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 tCO<sub>2</sub>e estocados em remanescentes de florestas nativas (13 hectares) e sequestra 6,5 tCO<sub>2</sub>e adicionais anualmente com sua a manutenção.

Sequestro:

6,5

tCO<sub>2</sub>e/ano



Estoque florestal:

8.424

tCO<sub>2</sub>e



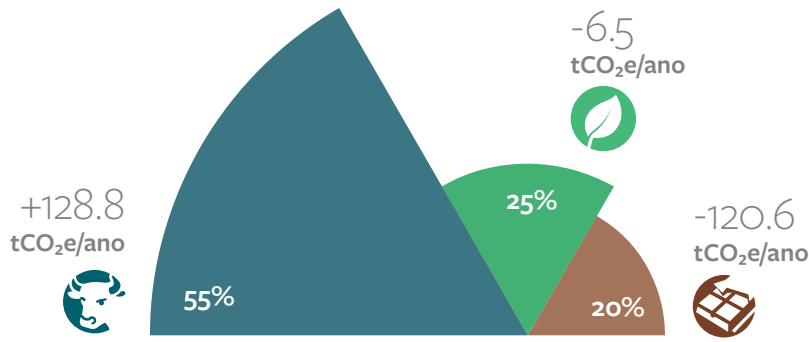
13 ha  
de área de  
floresta



Áreas de floresta como esta no Tuerê são sumidouros de carbono. Foto: Diego Rinaldi/Solidaridad Brasil

**LINHA DE BASE: Retrato 2016**

Unidade produtiva média no assentamento Tuerê. Uso da terra (50 ha) e emissões de GEE por ano (tCO<sub>2</sub>e)



ATIVIDADE	Emissões de GEE por ano (kg CO <sub>2</sub> )
PECUÁRIA	39,98 por quilo de bezerro
CACAÚ	-16,7 por tonelada de amêndoa de cacau

**BALANÇO TOTAL:**

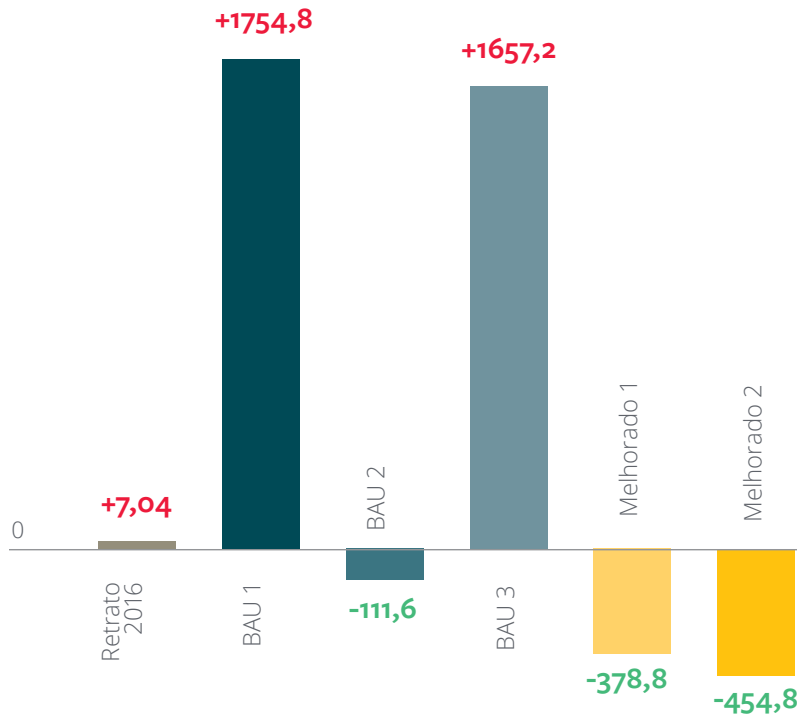
**+1,76 tCO<sub>2</sub>e/ano**

**BALANÇO POR HECTARE:**

**+0,04 tCO<sub>2</sub>e/ano**

Fonte: Solidaridad Brasil, 2018.

**Balanço total de GEE em 4.000 unidades produtivas**



Baseando-se nos cenários desenvolvidos e levando em conta um estudo preliminar da Solidaridad Brasil, que aponta um potencial direto de atuação envolvendo 4 mil unidades produtivas. Existe uma grande oportunidade de a região da Rodovia 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 ao lado.

Fonte: Solidaridad Brasil, 2018.

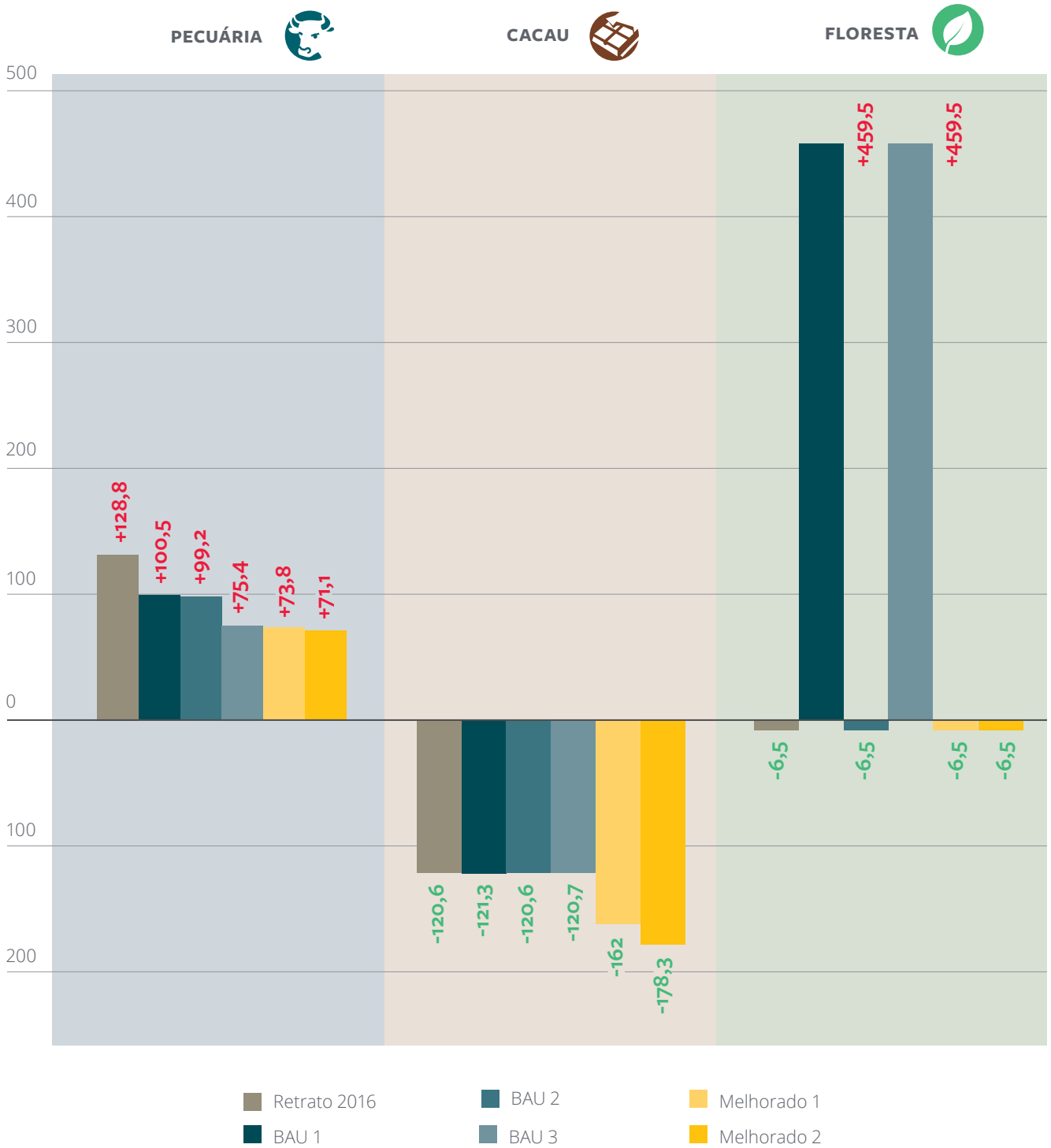
## Balanço das emissões de GEE nos cenários projetados e linha de base

EMISSÃO DE GEE POR ANO (em tCO <sub>2</sub> e)	BAU 1	BAU 2	BAU 3	LINHA DE BASE	MELHORADO 1	MELHORADO 2
<b>PECUÁRIA</b>	<b>100,5</b>	<b>99,2</b>	<b>75,4</b>	<b>128,8</b>	<b>73,8</b>	<b>71,1</b>
Emissões de GEE por hectare	3,6	3,7	2,7	4,8	2,7	2,7
Emissão de GEE por animal	4,7	4,8	0,9	3,1	0,9	0,9
Emissões de GEE por kg de bezerro desmamado* (kgCO <sub>2</sub> e)	338,10	65,95	70,39	39,98	10,74	10,74
<b>CACAU</b>	<b>-121,3</b>	<b>-120,6</b>	<b>-120,7</b>	<b>-120,6</b>	<b>-162</b>	<b>-178,3</b>
Emissões de GEE por hectare	-12,1	-12,1	-12,0	-12,1	-16,2	-16,2
Emissão de GEE por tonelada de cacau produzida* (kgCO <sub>2</sub> e)	-10,3	-16,7	-5,9	-16,7	-13,5	-13,5
<b>FLORESTA</b>	<b>459,5</b>	<b>-6,5</b>	<b>459,5</b>	<b>-6,5</b>	<b>-6,5</b>	<b>-6,5</b>
Estoque florestal de carbono	8002,8	8424,0	8002,8	8424,0	8424,0	8424,0
Emissões de GEE por hectare	37,2	-0,5	37,2	-0,5	-0,5	-0,5
<b>BALANÇO TOTAL (tCO<sub>2</sub>e)</b>	<b>438,7</b>	<b>-27,9</b>	<b>414,3</b>	<b>1,76</b>	<b>-94,7</b>	<b>-113,7</b>
<b>BALANÇO POR HECTARE (tCO<sub>2</sub>e)</b>	<b>8,77</b>	<b>-0,56</b>	<b>8,29</b>	<b>0,04</b>	<b>-1,89</b>	<b>-2,27</b>

Tabela 4: Total de emissões de GEE por atividade e por cenário/ano



Total de emissões de GEE (tCO<sub>2</sub>e) por atividade em cada cenário, por ano



Desmatamento não mensurado no Retrato 2016. Fonte: Solidaridad Brasil, 2018.

# Balanço das emissões de GEE nos cenários projetados

## 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% da sua taxa de fertilidade em relação à linha de base 2016. **O balanço de emissões de GEE para uma unidade produtiva familiar foi estimado em 8,8 tCO<sub>2</sub>e/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 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 aumentou 8,5 vezes, 746% por quilo de bezerro desmamado e de 62% por tonelada de amêndoa de cacau produzida.

## Cenário BAU 2: Produtividade reduzida

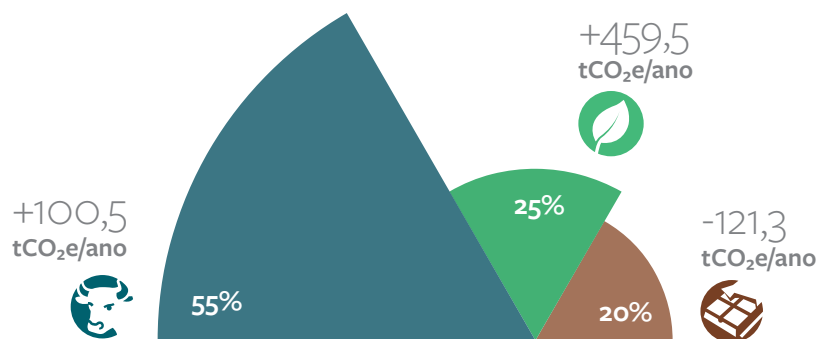
Neste cenário, há uma redução da produtividade pecuária, assim como no BAU 1, entretanto, com uma taxa zero de desmatamento.

**O balanço de GEE da unidade produtiva familiar foi estimado em -0,56 tCO<sub>2</sub>e/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 tCO<sub>2</sub>e/ha/ano), a crescente degradação das pastagens reduz significativamente a capacidade de produção 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 quilo de bezerro desmamado produzido aumentam em 65%.

### BAU 1

Uso da terra (50 ha) e emissões de GEE por ano (tCO<sub>2</sub>e)



ATIVIDADE	Emissões de GEE por ano (kg CO <sub>2</sub> )
PECUÁRIA	338,1 por quilo de bezerro
CACAU	-10,3 por tonelada de amêndoa de cacau

### BALANÇO TOTAL:

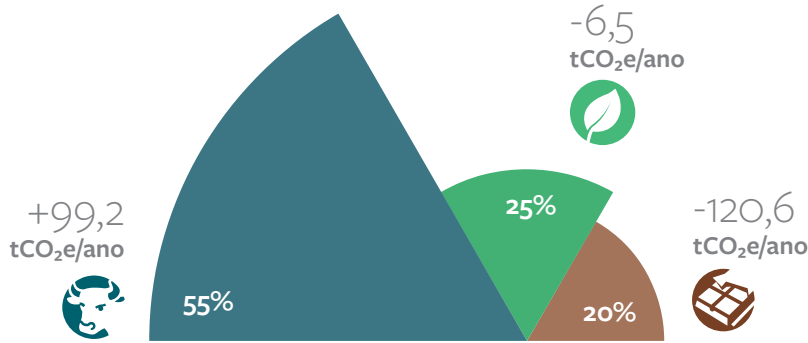
**+438,7 tCO<sub>2</sub>e/ano**

### BALANÇO POR HECTARE:

**+8,77 tCO<sub>2</sub>e/ano**

**BAU 2**

**Uso da terra (50 ha) e emissões de GEE por ano (tCO<sub>2</sub>e)**



ATIVIDADE	Emissões de GGE por ano (kg CO <sub>2</sub> )
PECUÁRIA	65,95 por quilo de bezerro
CACAU	-16,7 por tonelada de amêndoa de cacau

**BALANÇO TOTAL:**

**-27,9 tCO<sub>2</sub>e/ano**

**BALANÇO POR HECTARE:**

**-0,56 tCO<sub>2</sub>e/ano**

Fonte: Solidaridad Brasil, 2018.

**Cenário BAU 3: Desmatamento e manejo melhorado**

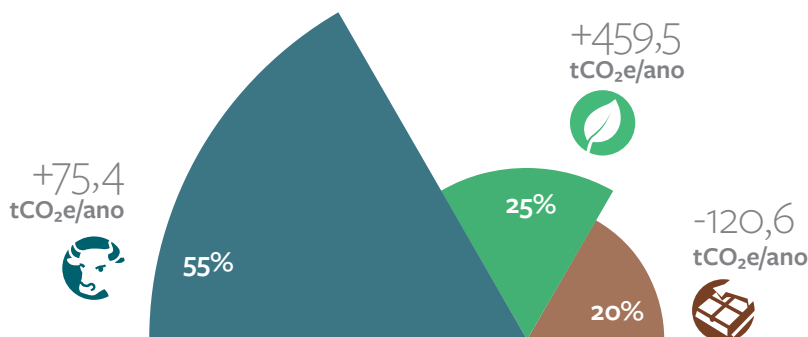
No cenário BAU 3, novas áreas de floresta são convertidas para aumentar as áreas de produção (90% da área desmatada para pastagem e 10% para o cultivo de cacau) dentro da unidade produtiva familiar, assim como em BAU 1. No entanto, há uma melhoria das práticas de manejo nos sistemas produtivos de cacau e pecuária. ○

balanço de GEE da unidade produtiva familiar foi estimado em **8,29 tCO<sub>2</sub>e/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 quilo 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.

**BAU 3**

**Uso da terra (50 ha) e emissões de GEE por ano (tCO<sub>2</sub>e)**



ATIVIDADE	Emissões de GGE por ano (kg CO <sub>2</sub> )
PECUÁRIA	70,39 por quilo de bezerro
CACAU	-5,9 por tonelada de amêndoa de cacau

**BALANÇO TOTAL:**

**+414,3 tCO<sub>2</sub>e/ano**

**BALANÇO POR HECTARE:**

**+8,29 tCO<sub>2</sub>e/ano**

Fonte: Solidaridad Brasil, 2018.

**Cenário Melhorado 1: Manejo melhorado e desmatamento zero**

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 tCO<sub>2</sub>e/ha/ano.

Por meio 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 tCO<sub>2</sub>e/ha/ano para -1,89 tCO<sub>2</sub>e/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**

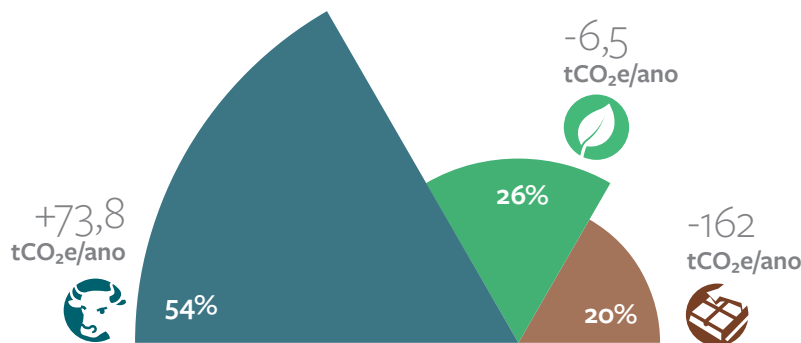
No Cenário Melhorado 2, com a melhoria nas práticas de manejo e a conversão de um hectare de pastagem

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 tCO<sub>2</sub>e/ha/ano. Cabe destacar que, para ambos os cenários de melhorias, a emissão de GEE seria reduzida em 75% por quilo de bezerro desmamado e 20% por tonelada de amêndoa de cacau produzida.

**MELHORADO 1**

Uso da terra (50 ha) e emissões de GEE por ano (tCO<sub>2</sub>e)

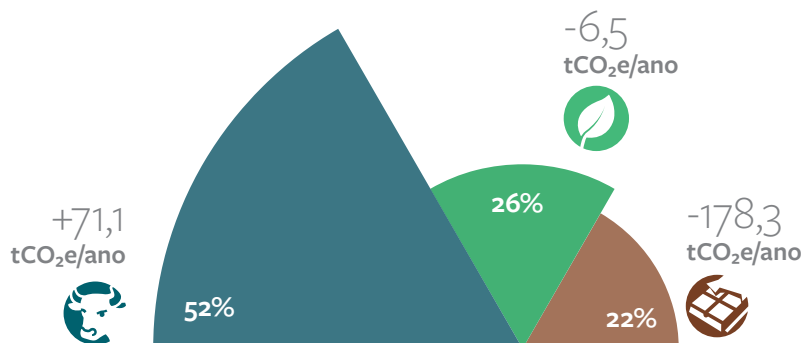


ATIVIDADE	Emissões de GEE por ano (kg CO <sub>2</sub> )
PECUÁRIA	10,74 por quilo de bezerro
CACAU	-13,5 por tonelada de amêndoa de cacau

**BALANÇO TOTAL:**  
**-94,7 tCO<sub>2</sub>e/ano**  
**BALANÇO POR HECTARE:**  
**-1,89 tCO<sub>2</sub>e/ano**

**MELHORADO 2**

Uso da terra (50 ha) e emissões de GEE por ano (tCO<sub>2</sub>e)



ATIVIDADE	Emissões de GEE por ano (kg CO <sub>2</sub> )
PECUÁRIA	10,74 por quilo de bezerro
CACAU	-13,5 por tonelada de amêndoa de cacau

**BALANÇO TOTAL:**  
**-113,7 tCO<sub>2</sub>e/ano**  
**BALANÇO POR HECTARE:**  
**-2,27 tCO<sub>2</sub>e/ano**

Fonte: Solidaridad Brasil, 2018.

---

# Conclusões e recomendações

Mais produção e menos emissão de GEE

---

## CONCLUSÃO

# Mais produção e menos emissão de GEE

Priorizar o desmatamento zero constitui a ação mais relevante para reduzir drasticamente as emissões de uma unidade produtiva média no Tuerê nos próximos anos



Casa de uma família de produtores em um lote típico no assentamento Tuerê. Foto: André Albuquerque/Solidaridad Brasil

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

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 nesta publicação teve como intuito contribuir para essa discussão, subsidiando-a com informações e dados locais estimados que oferecem respaldo 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, 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 tCO<sub>2</sub>e/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 nesse cenário, verificou-se como maior vetor de emissão de GEE na unidade produtiva familiar a pecuária (4,8 tCO<sub>2</sub>e/ha/ano). Nesse sistema, as principais fontes de emissão foram a degradação de pastagens e o sistema de manejo utilizado, que foram parcialmente compensadas pela remoção de carbono de 12,1 tCO<sub>2</sub>e/ha/ano e -0,5 tCO<sub>2</sub>e/ha/ano pelas áreas de cacau

e floresta, respectivamente. 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 quilo 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 à 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 tCO<sub>2</sub>e/ha/ano e produziria 83% mais amêndoas, as quais estariam associadas a 19% menos GEE por tonelada de amêndoas de cacau produzida. 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.

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



Família de agricultores do assentamento Tuerê. Foto Diego Rinaldi/Solidaridad Brasil



# Referências

**Atlas Do Desenvolvimento Humano No Brasil.** Rio de Janeiro, PNUD, IPEA, Fundação João Pinheiro, 2013. Disponível em: <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. Disponível em: <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). Disponível em: <https://bit.ly/3a326rA>.

**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.

**Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2017.** Sistema IBGE de Recuperação Automática (Sidra). <http://www.sidra.ibge.gov.br/>.

**Instituto de Manejo e Certificação Agrícola (IMAFLORA). 2016.** Good Livestock Production Practices Reduce GHG Emissions and Increase Meat Production in the Amazon. Disponível em: [www.imaflora.org](http://www.imaflora.org).

**Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA).** Informações gerais sobre os assentamentos da reforma agrária. Disponível em: <http://painel.incra.gov.br/sistemas/index.ph>.

**Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). PROJETO PRODES DIGITAL:** Mapeamento do desmatamento da Amazônia com Imagens de Satélite. Disponível em: <https://bit.ly/33tWcNU>.

**International Panel on Climate Change (IPCC). 2006.** 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. Japan: IGES, 2006. Disponível em: <https://bit.ly/2WoPcQI>.

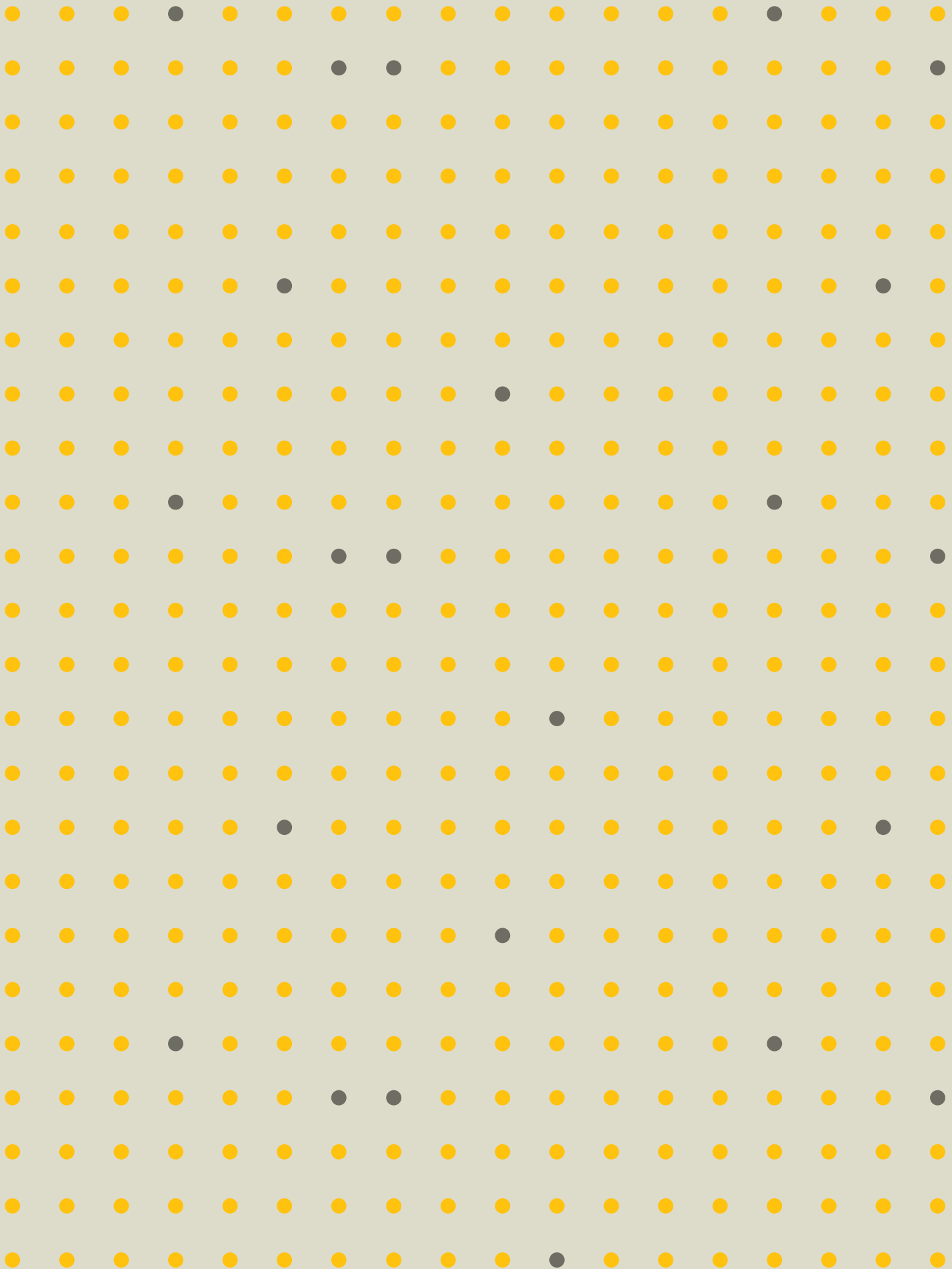
**Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). 2015.** Disponível em: <http://www.br.undp.org>.

**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.** Disponível em: [www.seeg.eco.br](http://www.seeg.eco.br).

**World Resources Institute (WRI).** GHG Protocol Agriculture calculator. 2014. Disponível em: <https://bit.ly/3b77NF6>.






# Solidaridad


Para saber mais:


**[www.solidaridadsouthamerica.org/brasil](http://www.solidaridadsouthamerica.org/brasil)**

[brasil@solidaridadnetwork.org](mailto:brasil@solidaridadnetwork.org)

 /company/solidaridadbrasil

 /solidaridadlatam

 @lat\_Solidaridad

 @solidaridadbrasil

Apoio:

