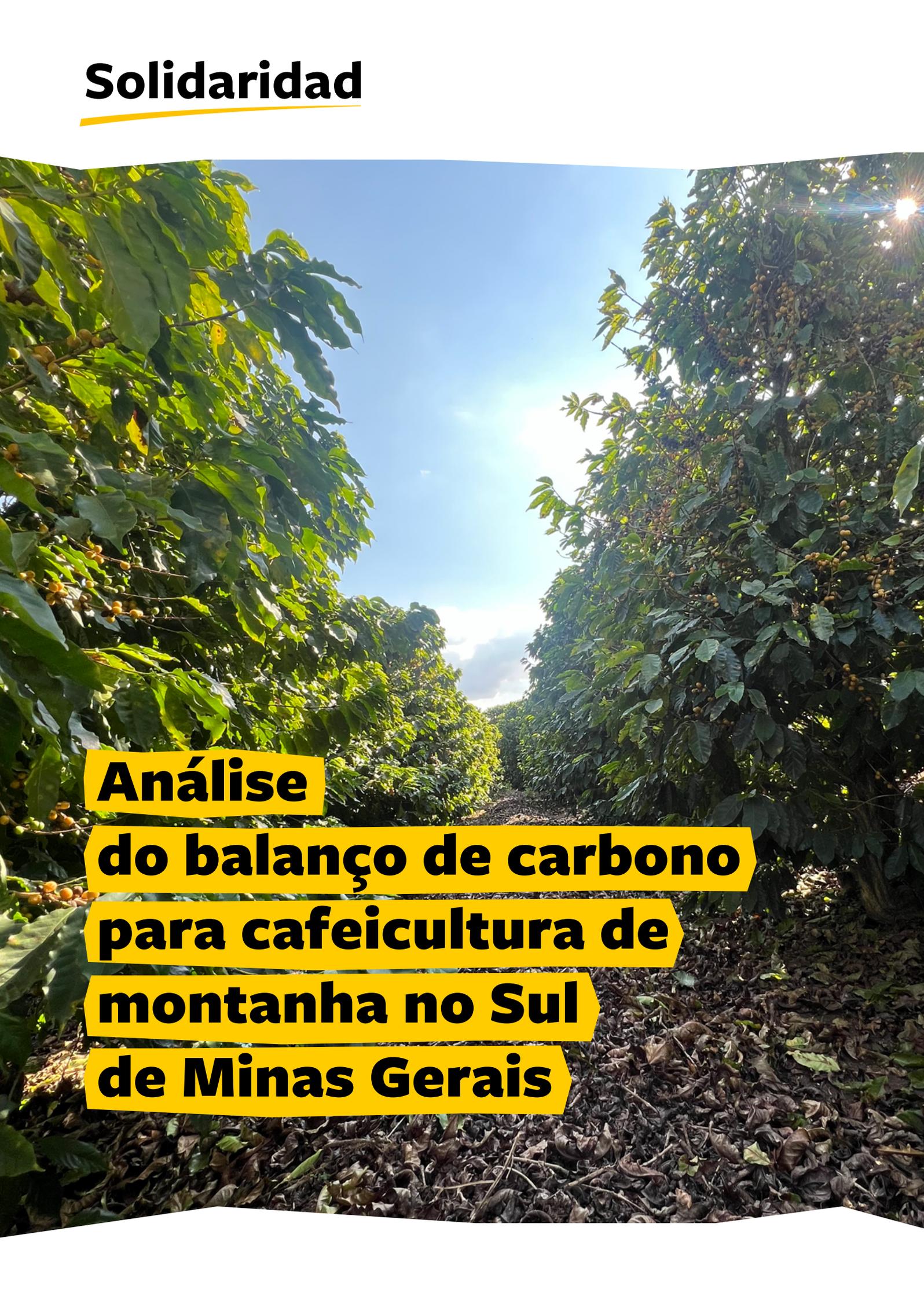


Solidaridad



Análise

do balanço de carbono

para cafeicultura de

montanha no Sul

de Minas Gerais

EXPEDIENTE

A **Fundação Solidaridad** é uma organização internacional da sociedade civil que atua há 15 anos no Brasil para o desenvolvimento de cadeias agropecuárias socialmente inclusivas, ambientalmente responsáveis e economicamente rentáveis. 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: cacau, café, cana-de-açúcar, erva-mate, laranja, óleo de palma, pecuária e soja. Globalmente, a **Solidaridad** conta com mais de meio século de atuação em mais de 50 países.

FUNDAÇÃO SOLIDARIDAD

Diretor de País

Rodrigo Castro

Gerente de Programas

Gabriel Dedini

Gerente de Comunicação

Luiz Fernando Campos

Coordenadora de Monitoramento e Qualidade

Mariana Alves

Analista de Projetos

Adriely Molina

ANÁLISE DE BALANÇO DE CARBONO PARA CAFEICULTURA DE MONTANHA NO SUL DE MINAS GERAIS

Autores

Gabriel Dedini

Mariana Alves

Adriely Molina

Revisão

Luiz Fernando Campos

Mariana Leite

Projeto gráfico e diagramação

Stela Ramos

Fotos

Fundação Solidaridad

Solidaridad

APRESENTAÇÃO

As mudanças climáticas são um dos maiores desafios atuais, demandando práticas mais sustentáveis em todos os setores da economia. A produção de café, uma commodity de importância global, também sofre os impactos dessas mudanças. Sendo assim, a **Fundação Solidaridad** e a Conecta Coffee, com apoio da FALCAFÉ, se uniram para desenvolver uma base de dados climáticos para cafeicultores e cafeicultoras que fazem parte do projeto *Intentional Sourcing*, focado na análise do balanço de carbono em propriedades de café nos municípios de Andradas e Ouro Fino, em Minas Gerais.

Embora a cafeicultura climaticamente eficiente esteja em pauta, ainda há lacunas de conhecimento sobre a dinâmica do balanço de carbono para as áreas de cultivo. Com a análise de dados para 256,50 hectares de cultivo distribuídos em 19 fazendas, este relatório busca contribuir para o desenvolvimento de estratégias práticas e efetivas para tornar a cafeicultura ainda mais sustentável, contribuindo para uma agenda climática positiva e resiliente perante o impacto das mudanças no clima, principalmente para a agricultura de pequena escala.



OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi coletar e analisar informações e dados para mensurar as estimativas das emissões e sequestro de carbono nas lavouras de café, utilizando a ferramenta [Cool Farm Platform](#) (CFP). Além disso, buscou-se compreender o perfil produtivo e a eficiência operacional das propriedades, estabelecendo uma relação entre a produção de café e as emissões geradas a partir do cultivo e pós-colheita da cultura para as parcelas e propriedades analisadas.

A dinâmica de avaliação proposta traz consigo não apenas uma análise da parcela, mas uma visão mais ampla da propriedade. Explora também os cenários relacionados aos estoques de carbono para as áreas de vegetação nativa, permitindo uma compreensão mais ampla e dinâmica sobre o tema no nível da paisagem.





METODOLOGIA

A metodologia empregada neste projeto quantificou os fatores de emissões e sequestro de carbono para 256,50 hectares distribuídos em 19 pequenas propriedades cafeeiras no Sul de Minas Gerais, sendo 16 localizadas no município de Ouro Fino e três localizadas em Andradas. As fazendas foram selecionadas por meio de critérios estabelecidos entre a **Fundação Solidaridad** e a Conecta Coffees, com o intuito de obter um grupo amostral em relação ao total de produtores atendidos pelo projeto *Intentional Sourcing*. Como a coleta de dados ocorreu durante a safra 23/24, optou-se por utilizar os da safra anterior, 22/23, para assegurar uma maior consistência na análise e consequentemente das informações geradas pelo estudo.

COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi conduzida entre os meses de abril e junho de 2024 pela equipe técnica do *Intentional Sourcing*, após treinamentos ministrados pela **Fundação Solidaridad**, tanto remota quanto presencialmente, com o objetivo de assegurar a padronização e a qualidade das informações obtidas em campo.

Para as análises realizadas, foram considerados apenas os indicadores “porteira para dentro”, limitados às áreas destinadas ao cultivo de café. Isso significa que a logística para a aquisição de insumos pelos produtores, assim como as operações para armazenamento e venda do café, não foram incluídas na análise e avaliação.

O questionário adotado para a coleta dos dados junto aos cafeicultores incluem diversas variáveis técnicas, tais como:

- Uso de insumos agrícolas (fertilizantes, defensivos e combustíveis);
- Práticas de manejo (podas, adubação e manejo das entrelinhas);
- Características edafoclimáticas da propriedade (área, topografia, clima e solo);
- Histórico do uso da terra dos últimos 20 anos;
- Infraestrutura (equipamentos, benfeitorias e energia).

ANÁLISE DE DADOS

Após obter os dados coletados em campo, a equipe da **Fundação Solidaridad** iniciou a limpeza, a análise e o processamento das informações utilizando a ferramenta CFP versão 2024 para sistemas agrícolas perenes. Dois produtos resultaram dessa fase:



Dashboard interativo para promover a visualização das médias para o grupo, possibilitando uma análise comparativa dos dados entre os produtores do grupo amostral;



Devolutivas técnicas individualizadas por produtor, apresentando resultados específicos de cada propriedade, uma comparação com a média do estudo e uma análise técnica com observações sobre o manejo empregado para o incentivo de práticas climaticamente mais eficientes.

A segunda etapa do estudo analisou as áreas de vegetação nativa das propriedades selecionadas. O processamento dos dados levou em consideração as verificações por imagem de satélites – integradas ao histórico de uso e ocupação do solo – e as características da fitofisionomia do bioma, possibilitando trabalhar as estimativas para o balanço de carbono dessas parcelas por meio de fatores de estoque de referência.



RESULTADOS

PERFIL PRODUTIVO

No contexto do estudo, muitos produtores e produtoras possuíam mais de uma propriedade. Para esses casos, assumiu-se que as mesmas práticas eram adotadas em cada uma delas, no que diz respeito ao manejo das lavouras. Com isso, as áreas e os insumos foram somados, consolidando a produção do conjunto de fazendas como uma única área. É importante destacar que a região de Ouro Fino e Andradas, com seu relevo montanhoso, torna desafiadora a mecanização da colheita. Consequentemente, a colheita manual é a prática predominante na região.

PERFIL DOS PRODUTORES

Ao analisar os 19 produtores de café, encontramos um perfil caracterizado por propriedades de pequeno a médio portes e alta produtividade. A área média da propriedade por produtor é de 41,74 hectares, com uma média de 13,50 hectares dedicados exclusivamente ao cultivo do café. A produção média de café verde por produtor alcança 17,6 mil quilos, com uma produtividade média de 1,5 mil quilos por hectare, lembrando que é de costume na região realizar safra zero em parte da lavoura. A densidade média de pés de café por hectare é de 3 mil, e a presença de árvores de sombra e árvores frutíferas, principalmente bananeiras, que ficam espalhadas entre as lavouras, é uma prática comum, com uma média de 62 árvores por hectare.

BALANÇO DE CARBONO

O conjunto das 19 propriedades apresentou uma emissão total de 3.462 kg CO₂e/ha e um sequestro de -3.705 kg CO₂e/ha, resultando em um balanço de carbono positivo de -243 kg CO₂e/ha. Já a eficiência operacional ficou em 0,57 kg CO₂e/kg na produção de café cereja.

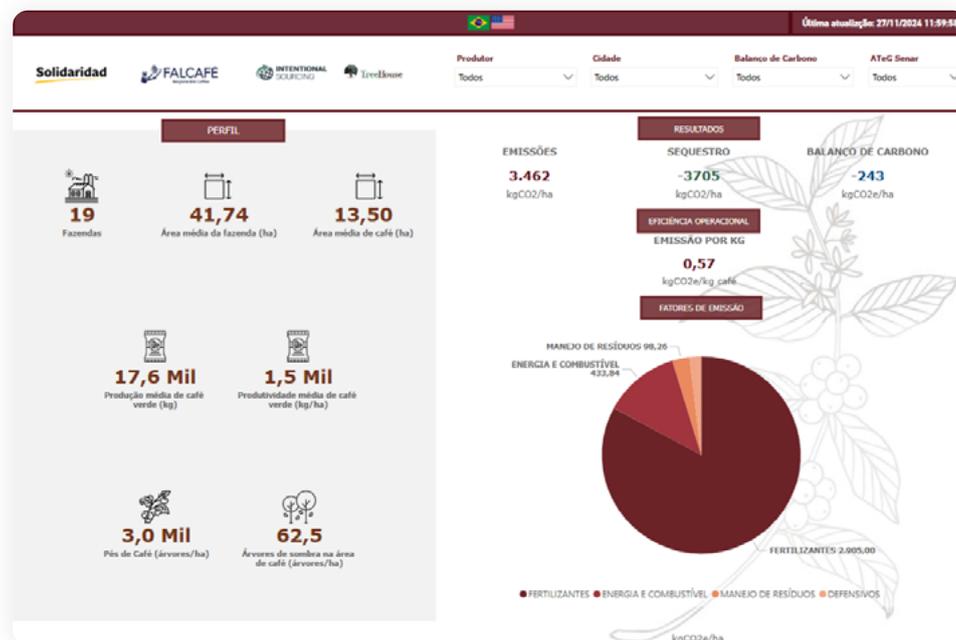


Figura 1: Apresentação dos resultados no dashboard.



A análise dos dados revelou que os principais fatores que contribuíram para as emissões de gases de efeito estufa (GEE) foram, em primeiro lugar, o uso de fertilizantes sintéticos nitrogenados, responsável pela maior parte das emissões, destacando a necessidade de otimizar seu uso e forma de aplicação. Em seguida, a queima de madeira e a utilização de biomassa para a secagem dos grãos no pós-colheita também tiveram um impacto significativo, potencializando os fatores de emissões. Por fim, o manejo adotado de resíduos agrícolas sem tratamento (por exemplo, casca de café, resíduos de podas e folhas da desbrota) intensificou as emissões das fazendas.

Por outro lado, práticas como a presença de árvores (como as bananeiras e outras árvores de sombra) em muitas das áreas de cultivo visitadas e a adoção do uso de culturas de cobertura para manejo das entrelinhas contribuíram para ampliar o efeito do sequestro de carbono, fazendo com que essas áreas funcionem como verdadeiros sumidouros de carbono atmosférico. Além disso, muitos produtores adotaram painéis fotovoltaicos para geração de energia limpa e renovável em suas propriedades, contribuindo para a redução do consumo de energia elétrica.

Os produtores chegaram a ser agrupados por cidades, por receberem Assistência Técnica e Gerencial (ATeG) do Senar e pela venda de café em coco, mas, devido à falta de representatividade amostral, não foi possível gerar estatísticas relevantes a partir dessa divisão.

A região possui características únicas, como o uso mínimo e racionalizado de produtos químicos e a escassa utilização de maquinários. Isso reduz o consumo de combustíveis fósseis, contribuindo significativamente para um arranjo climático mais eficiente em muitas das propriedades analisadas. No entanto, práticas como a queima de madeira para secagem de café e a não utilização de palha de café para compostagem impactam negativamente nas médias gerais, elevando os fatores de emissões. Além disso, a prática do esqueletamento, uma técnica recomendada para revitalizar lavouras mais antigas, é realizada em sistema de alternância anual, abrangendo, em cada ciclo, 50% da área de cultivo da propriedade. Apesar dos benefícios, essa estratégia exige um planejamento cuidadoso, com adubação e manejo pós-poda bem estruturados, para garantir a plena recuperação da lavoura e evitar impactos negativos na produção. Além disso, a adoção contínua dessa prática reduz as áreas disponíveis para colheita, impactando o volume total de café produzido na propriedade.

A eficiência operacional sob a ótica do clima está diretamente relacionada à quantidade de emissões geradas no sistema de cultivo, em comparação com a produção efetiva de café. Sendo assim, este estudo revela que para cada quilo de café cereja produzido são emitidos em média 0,57 kg de CO₂eq, quantificando as emissões em relação à produtividade da fazenda. Esse indicador é fundamental para avaliar o desempenho climático da cafeicultura nas origens produtoras e compreender a eficiência do uso dos insumos no sistema de produção. Quando reduzimos o coeficiente, por meio de práticas agrícolas mais conservacionistas, os agricultores podem reduzir o impacto climático da sua atividade. Além disso, melhoram a performance produtiva e, por consequência, a rentabilidade das suas parcelas de cultivo, já que a eficiência na produção de café também está diretamente ligada ao controle dos custos operacionais.



CASOS PRÁTICOS

Para dar mais clareza aos resultados encontrados, foram analisadas duas propriedades: **01C** e **19C**. Eles revelam contrastes significativos em suas práticas e consequentes impactos ambientais.

O **produtor 01C** apresentou um balanço de carbono consideravelmente alto em relação à média do grupo. Com uma emissão de 6.594 kgCO₂e/ha e sequestro de -2.252 kgCO₂e/ha, apresentou um **balanço positivo** (ou seja, **mais emite do que sequestra**) de **4.343 kgCO₂e/ha**, muito acima do resultado médio apresentado pelo grupo, que ficou em -243 kgCO₂e/ha. O fato de apresentar uma taxa alta de emissões é explicado pelo **uso excessivo de fertilizantes e a dependência de combustíveis fósseis e energia elétrica**. Apesar de contar com 250 árvores de sombra, um número insuficiente para compensar as emissões, a fazenda não possui fontes de energia renováveis. No entanto, ao analisar o resultado da eficiência operacional, ou seja, a quantidade de café produzido por unidade de carbono emitido, identificamos um coeficiente de 0,94, indicando que o aumento no volume de café produzido pela lavoura contribui para atenuar o impacto de uma maior emissão gerada no sistema de cultivo, considerando a produção da safra de 2023 e o processo de safra zero.

Por outro lado, o **produtor 19C** demonstrou um perfil climaticamente mais eficiente. Com emissões em 2.129 kgCO₂e/ha e sequestro de -9.914 kgCO₂e/ha, apresentou um **balanço negativo** de **-7.786 kgCO₂e/ha, indicando que a fazenda removeu mais carbono equivalente da atmosfera do que emitiu**. Esse resultado positivo foi impulsionado pela presença de 1,7 mil árvores de sombra, que desempenham um papel fundamental no sequestro de carbono. A eficiência operacional do produtor 19C nos traz um coeficiente de 0,33, apontando que o sistema produtivo é climaticamente bastante eficiente.

Ao compararmos os dois sistemas de produção, observamos que uma maior presença de árvores de sombra atua como um importante dreno de carbono, aumentando significativamente os fatores de sequestro na lavoura e melhorando o balanço de carbono da atividade. Por outro lado, a aplicação de adubos sintéticos nitrogenados, mesmo quando realizada sob a recomendação de um técnico capacitado, tende a aumentar as emissões do sistema de produção. No entanto, ao gerar um incremento no volume de café produzido por hectare, essa prática promove um melhor equilíbrio no fator de eficiência operacional, diluindo a maior emissão num maior volume de café produzido.

Vale destacar que este estudo não considerou a rentabilidade dos sistemas, embora saibamos que é um fator determinante para os produtores na escolha e adoção das práticas de manejo das lavouras.



Do ponto de vista agrícola, a produção do café brasileiro se caracteriza pelas áreas de cultivo a pleno sol, com as zonas de vegetação florestal concentradas nas Áreas de Preservação Permanente (APP) e nas Reservas Legais (RL) das propriedades, buscando a conformidade com o Código Florestal. Isso significa que, embora as propriedades cafeeiras frequentemente possuam árvores e áreas com vegetação nativa, esses hectares não se encontram integrados às lavouras de café, mas sim a um contexto mais amplo, no nível da paisagem rural. A metodologia da CFP concentra-se em avaliar o balanço de carbono nas áreas exclusivamente dedicadas ao cultivo do café, desconsiderando a vegetação florestal nas fazendas. Em virtude dessa limitação metodológica da ferramenta e em colaboração com produtores e com a equipe técnica da Conecta Coffee, foi realizada uma análise secundária para estimar os estoques de carbono presentes nas áreas de vegetação, buscando compreender de maneira mais abrangente o impacto climático da atividade.

Para calcular o estoque de carbono, foi analisado o uso do solo de cada propriedade a partir da classificação do MapBiomass, identificando as áreas classificadas como vegetação florestal. Elas correspondem às APP e às RL presentes nas propriedades, porém, não pertencem aos talhões de produção de café.

Houve três casos em que, por se tratar de uma agricultura familiar e de pequena escala, a área de vegetação florestal acabou sendo classificada como “outros usos” pelo MapBiomass (Figura 2). Nesses casos, foram consideradas as áreas de vegetação declaradas no Cadastro Ambiental Rural (CAR).

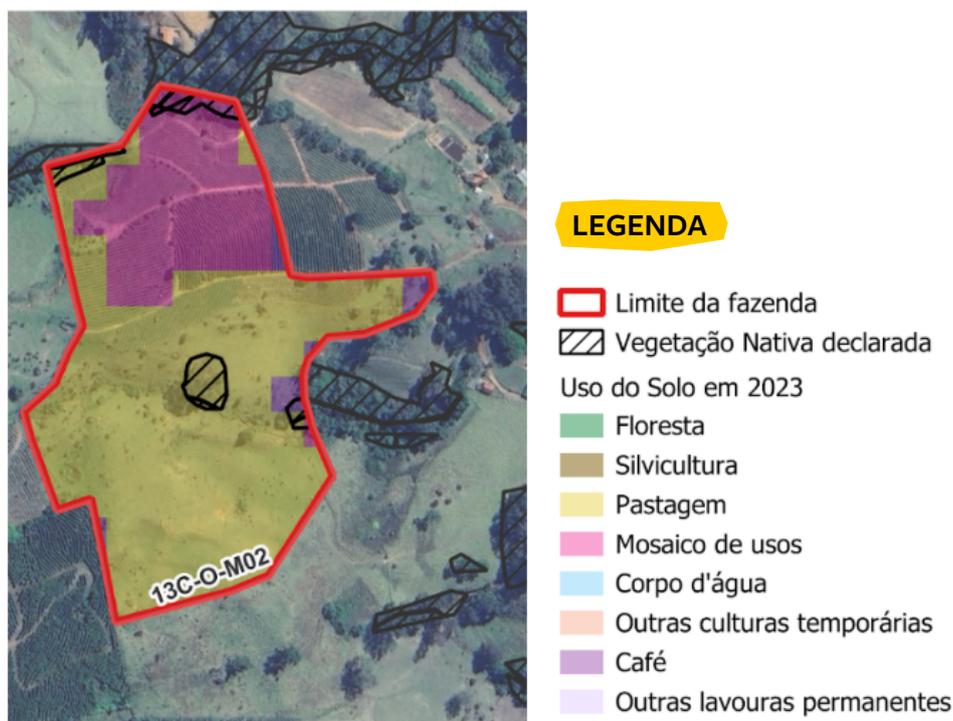
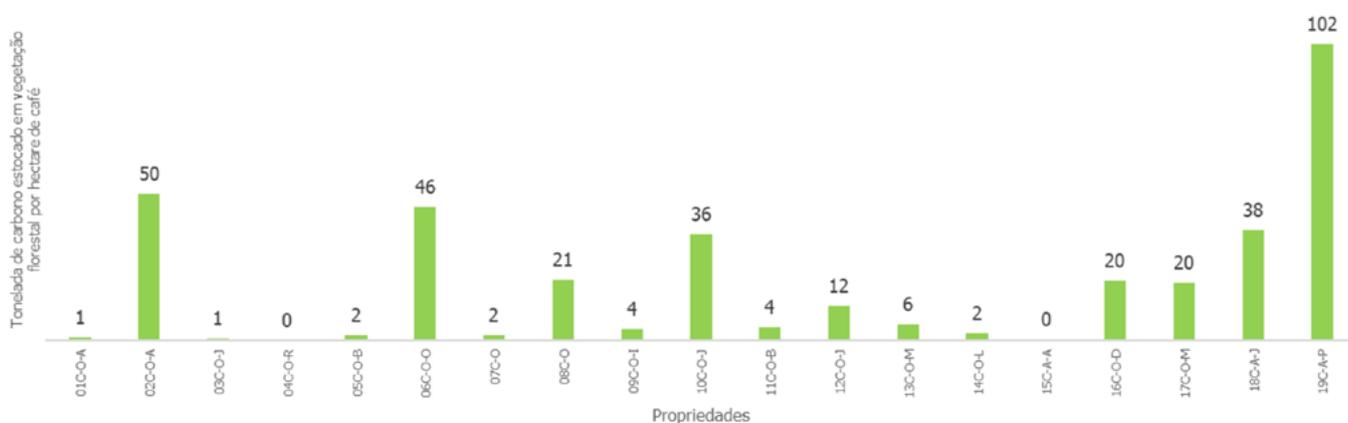


Figura 2: Área de vegetação classificada como “outros usos”.

De acordo com a classificação de fitofisionomia do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a vegetação presente na área de estudo é uma Floresta Estacional Semidecidual Aluvial. Essa fitofisionomia apresenta 2,03% do bioma Cerrado. Segundo o Quarto Inventário Nacional de Emissões de Gases de Efeito Estufa, o estoque de carbono por hectare para essa classe de vegetação é estimado em 97 toneladas de carbono (tC/ha). Já de acordo com os dados do Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG), esse valor é de 64,73 tC/ha.

Tendo como referência o fator de estoque de carbono do SEEG (2024¹), ao converter essas áreas de vegetação florestal para estoque de carbono, estima-se que, considerando a amostra de propriedades analisadas, cada hectare de café cultivado contém em média 19 toneladas de carbono estocadas nas florestas.

O gráfico 1 apresenta a relação entre a tonelada de carbono estocado em vegetação florestal por hectare de produção de café.



¹Nota Metodológica SEEG 11 Setor Mudanças de Uso da Terra e Florestas Versão 2





CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importância de identificar as principais fontes de GEE na produção de café e desenvolver estratégias para a redução dessas emissões, sem prejudicar o contexto técnico e econômico, é um dos objetivos centrais para compreender os fatores que contribuem para o impacto climático e produtivo na cafeicultura de montanha. Isso possibilita que a equipe técnica promova práticas agrícolas que possam integrar a máxima eficiência climática a uma produtividade que assegure renda e desenvolvimento às famílias produtoras. As análises realizadas apontam que o uso de fertilizantes nitrogenados é um dos principais desafios para a redução das emissões. Além disso, a adoção de práticas de manejo mais conservacionistas ou regenerativas, que possam contribuir para o incremento da microbiologia e a estrutura físico-química do solo, tendem a favorecer a edificação de arranjos produtivos mais resilientes, tecnicamente eficientes, economicamente viáveis e ambientalmente mais sustentáveis.

Além disso, a implantação de corredores ecológicos e a arborização dos cafezais e entornos – criando zonas-tampão – oferecem benefícios ambientais e climáticos importantes, como a criação de habitats para o aumento da biodiversidade, melhoria da qualidade do solo e conservação hídrica nas parcelas de cultivo. Essas práticas não só contribuem para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, como também colaboram para o enfrentamento das mudanças climáticas ao se tornarem mais resilientes em relação aos impactos cada vez mais frequentes de fenômenos climáticos extremos.

A análise revelou que, embora o uso de fertilizantes sintéticos nitrogenados represente a maior parcela das emissões, práticas como a queima de madeira – empregada nos fornos dos secadores no pós-colheita – e o manejo de resíduos orgânicos também desempenham papéis negativos significativos. Por isso, é essencial adotar medidas para otimizar o uso de insumos químicos e aperfeiçoar o manejo dos resíduos agrícolas, a fim de reduzir as emissões de GEE e melhorar o balanço de carbono nas propriedades. Nesse contexto, **a assistência técnica se mostra fundamental** para a execução de estratégias que conduzam, ao lado do produtor, as melhores práticas de cultivo para se obter uma produção economicamente viável, mais sustentável e climaticamente mais eficiente. A equipe técnica deve ser considerada uma aliada, assumindo junto aos produtores a corresponsabilidade para que seja possível alcançar as transformações necessárias.

Ao relacionar os resultados com os pilares da agricultura regenerativa que vem sendo modelados por iniciativas do setor, nota-se que a adoção de práticas mais conservacionistas e a realização de estratégias de mitigação são cruciais para reduzir as emissões e promover a sustentabilidade da cafeicultura, principalmente em países como o Brasil, onde predomina o monocultivo. As práticas que seguem a agricultura regenerativa não só contribuem para auxiliar na meta de redução das emissões de empresas e mercados, como podem ser grandes aliadas na manutenção de produtividade e renda das propriedades rurais. Além disso, propiciam sistemas de produção mais resilientes em relação aos modelos convencionais para o enfrentamento dos fenômenos climáticos extremos, cada vez mais frequentes.

Em resumo, este estudo destaca que, para alcançar um sistema agrícola para uma cafeicultura mais sustentável e resiliente, é essencial adotar práticas que otimizem o uso dos recursos externos e naturais, reduzindo o impacto climático e promovendo a regeneração dos ecossistemas agrícolas no nível da paisagem. Combinada com o suporte técnico adequado no processo de apoio ao desenvolvimento rural, essa abordagem tem o potencial de impulsionar a produção de cafés por meio de territórios sustentáveis, atendendo aos objetivos globais para mitigação e enfrentamento às mudanças climáticas. Nesse contexto, o Brasil se destaca como protagonista para uma cafeicultura cada vez mais resiliente, próspera e capaz de atender a necessidade de volume e as regulamentações do mercado internacional.





Solidaridad

Para saber mais:
www.solidaridadsouthamerica.org/brasil
brasil@solidaridadnetwork.org

 /company/fundacaosolidaridad

 @fundacaosolidaridad

 @fundacaosolidaridad

Apoio:



Parceria:

