

**INSTITUTO FEDERAL DO SUDESTE DE MINAS GERAIS**  
**CAMPUS AVANÇADO BOM SUCESSO**  
**CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL**

**MAIZA TEREZA DE OLIVEIRA**  
**THALISSA APARECIDA PACHECO SANTOS**

**BALANÇO DE CARBONO E O USO DAS BOAS PRÁTICAS AGRÍCOLAS NA**  
**PRODUÇÃO CAFEEIRA**

**BOM SUCESSO, MG**

**2023**

**MAIZA TEREZA DE OLIVEIRA  
THALISSA APARECIDA PACHECO SANTOS**

**BALANÇO DE CARBONO E O USO DAS BOAS PRÁTICAS AGRÍCOLAS NA  
PRODUÇÃO CAFEEIRA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais - Campus Avançado Bom Sucesso, como parte das exigências do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental, para obtenção do título de Tecnólogo.

Orientadora: Profa. Dra. Danielle Pereira Baliza

BOM SUCESSO, MG

2023

Dados internacionais de catalogação na publicação (CIP)  
Bibliotecária responsável Maria de Lourdes Cardoso CRB-6/3242

---

O48b Oliveira, Maiza Tereza de, 2001 -

Balanço de carbono e o uso das boas práticas agrícolas na produção  
cafeeira / Maiza Tereza de Oliviera, Thalissa Aparecida Pacheco Santos. --  
2023.

32 f. ; il. ; 30 cm.

Orientadora: Danielle Pereira Baliza

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Gestão Ambiental) - Instituto  
Federal do Sudeste de Minas Gerais, Campus Avançado Bom Sucesso, Curso  
Superior Tecnologia em Gestão Ambiental, 2023.

1. Créditos de carbono. 2. Fazendas de café. 3. Gases de efeito estufa. I.  
Santos, Thalissa Aparecida Pacheco - 2000. II. Baliza, Danielle Pereira. III. Instituto  
Federal do Sudeste de Minas Gerais, Campus Avançado Bom Sucesso. IV. Título.

CDD: 363.73874

---



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SUDESTE DE MINAS GERAIS

AVALIAÇÃO Nº 399 / 2023 - BSCNA (11.01.10.01.01.02)

Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO

Juiz de Fora-MG, 12 de Dezembro de 2023

## TERMO DE APROVAÇÃO

MAIZA TEREZA DE OLIVEIRA

THALISSA APARECIDA PACHECO SANTOS

BALANÇO DE CARBONO E O USO DAS BOAS PRÁTICAS AGRÍCOLAS NA PRODUÇÃO CAFEEIRA. Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado e aprovado como requisito parcial para a obtenção do grau de Tecnólogo em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais - Câmpus Avançado Bom Sucesso.



Documento assinado digitalmente  
ANA CLAUDIA ALMEIDA DA SILVA  
Data: 27/02/2024 13:41:24-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

*(Assinado digitalmente em 12/12/2023 20:33 )*  
DANIELLE PEREIRA BALIZA  
PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO  
Matrícula: 1953999

*(Assinado digitalmente em 23/02/2024 19:30 )*  
ROBSON JOSE DA SILVA  
PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO  
Matrícula: 2047063

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sig.ifsudestemg.edu.br/documentos/> informando seu número: 399, ano: 2023, tipo: AVALIAÇÃO, data de emissão: 12/12/2023 e o código de verificação: 0df1875c06

## AGRADECIMENTOS

Dedicamos este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em nossas vidas, autor do nosso destino, pela oportunidade de cursar o ensino superior no Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais - Campus Avançado de Bom Sucesso e por possibilitar a execução deste trabalho científico.

Agradecemos a nossa orientadora Dra. Danielle Pereira Baliza por todo apoio e paciência ao longo da elaboração do nosso trabalho de conclusão de curso. Também gostaríamos de deixar o nosso profundo agradecimento ao professor Dr. Robson José da Silva que tanto nos incentivou durante os anos de graduação e na elaboração do nosso TCC.

Agradecemos a Sancoffee e em especial a Ana Claudia Almeida da Silva, Coordenadora de Relacionamento e Impacto pela disponibilização dos materiais necessários para as pesquisas técnicas e realização do estudo de caso.

A Secretária do Curso, pela cooperação e a todos os funcionários da instituição de ensino por todo apoio e por proporcionarem um ambiente propício para o desenvolvimento do nosso estudo.

Gostaria de deixar registrado também, o reconhecimento aos nossos pais, que apesar de todas as dificuldades, nos ajudaram na realização dos nossos sonhos, pois acreditamos que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

Aos nossos amigos e parceiros de pesquisa, por toda a ajuda e apoio durante este período tão importante da nossa formação acadêmica e por fim, a todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização do nosso trabalho de conclusão de curso.

Sustentabilidade é futuro, entendimento e paz. (Paolinelli, A. 2021)

## RESUMO

Cada vez mais, as emissões de gases de efeito estufa (GEE) de diferentes fontes, estão aumentando e podem comprometer de forma negativa a produção de café. O principal gás responsável por essas mudanças é o gás carbônico (CO<sub>2</sub>) o qual vem aumentando gradualmente na atmosfera terrestre. Portanto, entender as principais emissões de GEE da produção de café, seus impactos para as plantas de café e todo ecossistema da fazenda é fundamental para a cadeia produtiva do café, assim como estudar o seu manejo para detectar práticas alternativas e mais sustentáveis. Objetivou-se então com o presente estudo realizar uma revisão bibliográfica sobre uso das boas práticas agrícolas na cafeicultura como forma de aumentar o estoque de carbono (C) do solo e das plantas ao longo do tempo, visando mitigar parte dos efeitos adversos trazidos pelo aumento da temperatura média do planeta (aquecimento global). Diante disto, para a realização deste trabalho foi realizada uma revisão bibliográfica acerca da compensação de carbono e do uso das boas práticas agrícolas na cafeicultura, além da revisão bibliográfica foi realizado também um estudo de caso com a Cooperativa dos Produtores de Cafés Especiais de Santo Antônio/Estate *Coffee* Ltda (SANCOFFEE), em que a mesma forneceu dados sobre o inventário realizado na Fazenda São Paulo – MG que quantificou os gases de efeito estufa que são emitidos pela propriedade para a produção de cafés. Com base nas informações obtidas é possível inferir que a produção de café de modo geral ocasiona a emissão de CO<sub>2</sub>, o qual pode ser compensado através do plantio de novas árvores, do uso de boas práticas agrícolas no manejo das lavouras de café e da boa preservação das florestas nativas, ocasionando uma produção de cafés mais sustentáveis, favorecendo a diminuição dos impactos causado pelas mudanças climáticas nas lavouras cafeeiras, e conseqüentemente as emissões de gases de efeito estufa. Espera-se que esse trabalho de conclusão de curso possa contribuir para o desenvolvimento contínuo do setor cafeeiro brasileiro e para o fortalecimento do uso de práticas sustentáveis para a cadeia de valor do café.

Palavras-chave: setor cafeeiro; gases de efeito estufa; práticas sustentáveis; sumidouros de carbono.

## ABSTRACT

Greenhouse gas (GHG) emissions from different sources are increasing and could negatively affect coffee production. The main gas responsible for these changes is carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), which is gradually increasing in the Earth's atmosphere. Therefore, understanding the main GHG emissions from coffee production, their impacts on coffee plants and the entire farm ecosystem is fundamental. The aim of this study was to carry out a literature review on the use of good agricultural practices in coffee growing as a way of increasing the stock of carbon (C) in the soil and plants over time, in order to mitigate some of the adverse effects brought about by the increase in the planet's average temperature (global warming). In order to carry out this work, a literature review was carried out on carbon offsetting and the use of good agricultural practices in coffee growing. In addition to the literature review, a case study was also carried out with the Santo Antônio Specialty Coffee Producers Cooperative/Estate Coffee Ltda (SANCOFFEE), in which it provided data on the inventory carried out at Fazenda São Paulo - MG, which quantified the greenhouse gases emitted by the property as a result of coffee production. Based on the information obtained, it is possible to infer that coffee production in general causes the emission of carbon dioxide CO<sub>2</sub>, which can be offset by planting new trees, using good agricultural practices in the management of coffee plantations and preserving native forests, resulting in more sustainable coffee production, favoring a reduction in the impacts caused by climate change on coffee plantations, and consequently greenhouse gas emissions. It is hoped that this final project will contribute to the continued development of the Brazilian coffee sector and to strengthening the use of sustainable practices in the coffee value chain.

Keywords: coffee sector; greenhouse gases; sustainable practices; carbon sinks.



## LISTA DE SIGLAS

ABC	Agricultura de Baixo Carbono
ABIC	Associação Brasileira da Indústria de Café
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BPA	Boas Práticas Agrícolas
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
GEE	Gases de Efeito Estufa
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MCTIC	Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MMA	Ministério do Meio Ambiente
ONU	Organização das Nações Unidas
REDD	Redução de Emissões provenientes de Desmatamento e Degradação Florestal.
SAF	Sistema Agroflorestal
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>10</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	10
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>11</b>
<b>4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>12</b>
4.1 O CULTIVO DO CAFÉ NO BRASIL E A SUA IMPORTÂNCIA .....	12
4.2 INFLUÊNCIA DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA CAFEICULTURA .....	13
4.3 EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA E BALANÇO DE CARBONO. ....	15
<b>4.3.1 Compensação de Carbono .....</b>	<b>16</b>
<b>4.3.2 Protocolo de Kyoto .....</b>	<b>16</b>
<b>4.3.3 Mecanismo de Desenvolvimento Limpo .....</b>	<b>17</b>
4.4 SISTEMAS DE CULTIVO E AS BOAS PRÁTICAS AGRÍCOLAS QUE PODEM SER UTILIZADOS NA CAFEICULTURA A FIM DE MITIGAR OS EFEITOS ADVERSOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS .....	19
<b>4.4.1 Plano ABC.....</b>	<b>21</b>
<b>5 ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>22</b>
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>27</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>28</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A cafeicultura destaca-se por ser um dos principais cultivos agrícolas do Brasil e possui elevada importância no cenário nacional tanto economicamente quanto socialmente. O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café. A produção brasileira de café fechou a safra de 2022 com 50,92 milhões de sacas beneficiadas produzidas, 6,1% acima da safra de 2021 (CONAB, 2022). A área total destinada à cafeicultura no Brasil, sendo tanto o *Coffea canephora* quanto o *Coffea arabica*, correspondem a 2,26 milhões de hectares, observa-se um aumento de 0,8% em relação à safra anterior 2021, sendo os principais produtores os estados de Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Bahia e Rondônia. O estado de Minas Gerais destaca-se como sendo o principal estado produtor do país (CONAB, 2022).

Acredita-se que as atividades advindas do setor cafeeiro têm um papel significativo nas emissões de gases de efeito estufa (GEE). O gás carbônico é um dos principais gases causadores do chamado efeito estufa adicional ou antrópico, do qual uma das principais consequências é o aumento médio da temperatura do planeta ou aquecimento global (Soares; Oliveira, 2002). Entretanto, as lavouras de café também podem ajudar na mitigação desses gases, pois são formadas por plantas perenes que realizam a fixação CO<sub>2</sub>, principalmente, quando se adota o manejo mais conservacionista das áreas cultivadas.

As boas práticas agrícolas no manejo das lavouras cafeeiras têm sido utilizadas como uma estratégia central ou ferramenta de produção agrícola que leva em conta as dimensões social, ecológica e econômica da sustentabilidade, contribuindo também para a segurança alimentar. Envolve ainda a adoção, por parte dos produtores, de uma série de mudanças tecnológicas e metodológicas relacionadas com a maneira de produzir e processar o produto de forma mais sustentável. Nesse sentido, acredita-se que a adoção das boas práticas agrícolas na cafeicultura auxilie as plantas cafeeiras e o solo a sequestrar mais carbono, e conseqüentemente, espera-se ser possível mitigar parte dos efeitos adversos trazidos pelo aumento da temperatura média do planeta (aquecimento global) (Pereira *et al.*, 2019).

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar uma revisão bibliográfica sobre o uso das boas práticas agrícolas na cafeicultura que influenciam no aumento do estoque de carbono do solo e das plantas buscando entender como é realizado o balanço de carbono.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Entender como é feito a compensação de carbono nas lavouras de café;
- Descrever as boas práticas agrícolas utilizadas na cafeicultura que podem contribuir para fixar/sequestrar o carbono seja no solo ou nas plantas;
- Apresentar o estudo de caso sobre a fazenda São Paulo cooperada da empresa SANCOFFEE, cooperativa de café localizada no Campo das Vertentes, em Santo Antônio do Amparo - MG, que busca a neutralização de carbono.

### 3 METODOLOGIA

Foi realizada uma revisão bibliográfica em revistas científicas, teses, dissertações, google acadêmico, e sites de órgãos governamentais a fim de compreender a relação existente entre a adoção das boas práticas agrícolas na cafeicultura e a redução da emissão dos gases de efeito estufa na atmosfera, e conseqüentemente, a mitigação de parte dos efeitos adversos trazidos pelo aumento da temperatura média do planeta (aquecimento global) no cultivo e na produção do cafeeiro, e também a compreensão de como é feita a compensação de carbono. Assim foi realizada uma análise dos artigos pesquisados e estudados levantando dados e conteúdos para a produção deste trabalho.

Os métodos para escolha dos artigos foram buscar estudos científicos mais atuais que atendessem ao tema do presente trabalho e aos objetivos estabelecidos, que se tratassem do balanço de carbono, boas práticas agrícolas praticadas no manejo cafeeiro, a influência das mudanças climáticas na produção do café e as emissões de gases de efeito estufa (GEE) pela produção.

Também foi feito um estudo de caso sobre a fazenda São Paulo cooperada da SANCOFFEE, cooperativa de café localizada em Santo Antônio do Amparo - Minas Gerais no Campo das Vertentes que busca a neutralização de carbono em suas atividades.

## 4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1 O CULTIVO DO CAFÉ NO BRASIL E A SUA IMPORTÂNCIA

A cultura do café no Brasil teve início entre o século XVIII e início do Século XIX, sendo que as primeiras mudas foram plantadas por volta de 1720, na província do Pará. O trajeto percorrido pela produção de café no Brasil o transformou em um dos principais produtos-base da economia do país. Após a guerra de independência do Haiti (antigo principal exportador mundial), o Brasil deu impulso em sua produção e passou a exportar o produto com maior frequência. O país passou a ser o maior produtor e exportador de café, sendo responsável por 30% do mercado internacional, estando à frente dos Países: Vietnã, Colômbia, Indonésia, Honduras, Etiópia, Índia, Uganda, Peru, México e demais países produtores. Dessa forma o café vem sendo a segunda commodity mundial, somente atrás do petróleo, movimentando aproximadamente US\$70 bilhões por ano (Cunha, 2006; Loureiro; Lotade, 2005). Desde sua chegada ao país, em 1727, o café foi um dos maiores geradores de riquezas para o Brasil.

Atualmente, o Brasil é o maior produtor mundial de café. A cadeia de valor do café é uma importante fonte de receita para vários municípios brasileiros o que se traduz em renda e milhares de empregos diretos e indiretos para a população nacional (Brasil, 2022a).

No Brasil, as áreas cafeeiras estão concentradas no centro-sul do país, onde se destacam quatro estados produtores: Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo e Paraná. A região Nordeste também tem plantações, destacando-se o estado da Bahia, e na região Norte pode-se destacar Rondônia (Almeida *et al.*, 2018). A maior produção é a do estado de Minas Gerais, responsável por 50% da produção total de café do Brasil, seguido pelo estado do Espírito Santo que participa com 26% da produção. As duas espécies cultivadas no país são a Arábica (*Coffea arabica* L.) e a Canéfora (*Coffea canephora*). Sabe-se que a espécie *C. arabica* L. corresponde a cerca de 80% dos grãos de café que são comercializados no país (Bernardes *et al.*, 2012).

O café é a segunda bebida mais consumida no Brasil, ficando atrás apenas da água. E, o país também possui o segundo maior mercado consumidor de café, ficando

atrás somente dos Estados Unidos da América. De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Café (ABIC), considerando o período de novembro de 2019 a outubro de 2020, o país consumiu 21.004.430 sacas/ano. O consumo per-capita de café em grão cru (kg/hab.ano) foi de 6,02, e em grão torrado moído 4,82 (kg/hab.ano). Sendo observado no referido período maior consumo em relação ao período anterior. Tem crescido também a procura por cafés de melhor qualidade, possivelmente isso é resultado do maior conhecimento sobre cafés, suas características, as diferentes formas de preparo, as diferentes regiões produtoras e, além disso, também é devido ao conhecimento dos benefícios do café à saúde humana (Ferreira, 2019).

O potencial de crescimento da atividade cafeeira, tanto no mercado interno, em razão da estabilização, quanto no maior alcance do mercado externo, em face da globalização, é promissor. O setor cafeeiro brasileiro tem condições de tornar-se ainda mais competitivo nos mercados internacional e doméstico. Esse processo de desenvolvimento da atividade cafeeira levou muitos produtores e regiões a serem marginalizados, à medida que a atividade foi se profissionalizando e concentrando em regiões mais favoráveis. Os investimentos na melhoria da qualidade e de processos representam a abertura de novos mercados para o produto. O uso de tecnologias adequadas e mais avançadas pode tornar a atividade mais competitiva. Nessa nova realidade, faz-se necessário que o produtor invista em sistemas de produção que lhe proporcionem grandes possibilidades de retorno, orientado pelas exigências do mercado consumidor (Gomes; Rosado, 2005).

#### 4.2 INFLUÊNCIA DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA CAFEICULTURA

O efeito estufa é um fenômeno natural que torna possível a vida na Terra, mas nos últimos anos aumentou as concentrações antropogênicas de gases de efeito estufa que acelerou o aquecimento global. Diante, desse cenário a Organização Meteorológica Mundial (OMM) e a Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) criaram o *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*, em 1988 para oferecer ao mundo uma visão científica sobre o estado atual dos acontecimentos relacionados às mudanças climáticas e suas possíveis repercussões ambientais e socioeconômicas.

De acordo com IPCC (2001), foram criados modelos matemáticos baseados em dados registrados dos oceanos, litosfera e atmosfera, e, foi previsto um aumento entre 1,4°C e 5,8°C na temperatura média global até o final do século XXI, e em breve, espera-se um cenário de clima mais extremo com secas, inundações e ondas de calor mais frequentes (Assad *et al.*, 2004). Conseqüentemente, haverá alterações no planeta terra, o que o afetará de muitas formas, sendo o setor da agricultura um dos setores afetados.

Segundo Assad *et al.* (2004) considerando-se os prognósticos de aumento das temperaturas, pode-se admitir que as regiões climaticamente limítrofes àquelas de delimitação de cultivo adequado de plantas agrícolas se tornarão desfavoráveis ao desenvolvimento vegetal e na cafeicultura o aumento da temperatura média anual do ar de 1°C a 3°C ou até 5,8°C que promoverá grande alteração nas regiões consideradas aptas para o cultivo do cafeeiro.

Se comprovados os cenários atuais preconizados pelos modelos do IPCC, considerando um aumento de 1°C, 3°C e até 5,8°C na temperatura média anual do globo, o cultivo do café arábica nos estados de Goiás, Minas Gerais, São Paulo e Paraná será drasticamente reduzido nos próximos 100 anos, se mantidas as condições genéticas e fisiológicas das atuais cultivares (Assad *et al.*, 2004). Ainda segundo Assad *et al.* (2004), nos estados citados a restrição ao cultivo de café atingirá mais de 95% da área dos estados, inviabilizando praticamente a cultura do cafeeiro na região.

Nos cenários estudados, o deslocamento da produção será para áreas montanhosas, de difícil manejo, onde temperaturas médias anuais abaixo de 23°C ainda serão observadas. No Estado de Minas Gerais, o cultivo se restringirá a 28 municípios (em 2001 foram contabilizados 702 municípios produtores de café) e, no Estado de São Paulo, o cultivo será restrito a nove municípios (no ano de 2001 foram contabilizados 455 municípios produzindo café); no Estado de Goiás, considerando o aumento de até 3°C, o cafeeiro será considerado cultura de alto risco, mesmo com a irrigação exercendo a função de suprimento de água e regulador térmico. No Estado do Paraná haverá um deslocamento da área produtiva para a região Sul; mesmo assim, com o aumento de 5,8°C na temperatura média anual haverá uma forte redução das áreas aptas para o cafeeiro, saindo de 70,4% (situação atual) para 25,2%; com o aumento previsto de chuvas (15%), a cultura do café no Paraná poderá apresentar problemas de qualidade de bebida, sendo este também um fator restritivo para a cultura (Assad *et al.*, 2004, p. 7).



### 4.3 EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA E BALANÇO DE CARBONO.

O efeito estufa é considerado um fenômeno natural e essencial para manter o planeta aquecido, sem ele a terra ficaria extremamente fria, tornando a vida de muitas espécies inviável. No entanto, as emissões de gases de efeito estufa (GEE) e a liberação excessiva na atmosfera intensifica esse efeito, dificultando a liberação de calor para o espaço e elevando as temperaturas globais (Silva, 2016).

Os principais gases são: Dióxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ ), Metano ( $\text{CH}_4$ ), Óxido Nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) e os Clorofluorcarbonetos (CFCs). Que embora a maioria deles seja lançada naturalmente, as atividades humanas também têm provocado um aumento problemático na quantidade de GEEs emitida e na concentração destes na atmosfera, sendo as principais atividades intensificadoras desses gases a combustão de combustíveis fósseis, desflorestamento, atividades pecuárias, práticas agrícolas, decomposição de resíduos orgânicos e atividades industriais. A mudança de uso e cobertura do solo, e a queima de combustíveis fósseis associadas com o aumento populacional também contribui para a intensificação das emissões de GEE e as mudanças climáticas. Portanto especialistas no ciclo global de carbono propuseram que o sequestro de Carbono atmosférico através da matéria orgânica do solo e com a biomassa vegetal, é um meio viável e eficaz para a redução da concentração de carbono na atmosfera (Nascimento *et al.*,2011).

Os ecossistemas florestais são representados pela produção primária, definida como a diferença entre a energia química fixada pela fotossíntese e a perda entre respiração heterotrófica e autotrófica e a mortalidade, nesse processo há captura do gás carbônico atmosférico na biomassa vegetal e também no solo, assim entendemos que as florestas, o solo e os oceanos são os principais sumidouros de carbono no planeta (Assumpção; Tavares; Coutinho, 2019), e também em processo sequestro de carbono através de reações químicas, lavagem química, captura e injeção em formações geológicas e formação natural de carbonatos secundários. Portanto entende-se que o balanço de carbono é a diferença entre as emissões de GEE por determinada ação ou atividade e as remoções de GEE da atmosfera, em um determinado intervalo de tempo (Nascimento *et al.*,2011).

### 4.3.1 Compensação de Carbono

A compensação de carbono é uma prática do mercado de crédito de carbono, um sistema que promove o intercâmbio entre quem gera créditos de carbono por reduzir emissões de gases de efeito estufa (GEE) e quem precisa compensar suas emissões residuais. Logo, uma organização compra créditos de carbono de outra, que recebe os investimentos. A compensação de emissões parte do princípio que o aquecimento global é um fenômeno mundial, portanto não importa onde a redução das emissões é feita. O importante é que ela seja feita.

Ainda na ECO92, no Rio de Janeiro, foi criada a Convenção do Quadro das Nações Unidas para Mudanças Climáticas (UNFCCC, em inglês) que estabeleceu responsabilidades a todos os países na mitigação das emissões de GEE. Afinal, praticamente nenhum produto, serviço ou atividade está livre da emissão desses gases, por isso, aquilo que não conseguimos evitar, pode ser compensado por meio do processo de compensação de carbono (Euler, 2016).

A comercialização dos certificados de redução de emissão através dos mercados de carbono vem servindo como um instrumento alternativo para a mitigação do aquecimento global e das mudanças climáticas, que ameaçam a sobrevivência da humanidade no planeta. O Brasil sancionou a lei que instituiu a Política Nacional sobre Mudança do Clima a fim de reduzir as emissões GEE, instituída pela Lei 12.187/2009 e comprometeu-se a atingir uma meta de redução das emissões de 37% abaixo dos níveis de 2005, até o ano 2025 e também reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 43% abaixo dos níveis de 2005, até o ano 2030 (Brasil,2022). Além disso, também estabeleceu políticas públicas que vão na direção da redução das emissões de GEE, contribuindo para a descarbonização da atividade agrícola.

### 4.3.2 Protocolo de Kyoto

A Conferência das Partes (do inglês, *Conference of the Parties - COP*), é um evento anual promovido pela Organização das Nações Unidas (ONU) que reúne representantes de todo o mundo, entre eles, diplomatas, governos e membros da

sociedade civil, com o objetivo de discutir e organizar as iniciativas sobre os impactos das mudanças climáticas.

Na Conferência das Partes (COP-3) realizada em 1997, em Kyoto, no Japão, diante da ocorrência do aquecimento global, devido ao aumento da intensidade do efeito estufa provocado por causas antrópicas, entre as principais medidas da conferência foi adotado o Protocolo de Kyoto, considerado um importante mecanismo de abrangência internacional no sentido de fazer com que cada país reduza seus níveis de emissão de GEE. Ainda que longe do ideal, ele representa um primeiro passo no sentido de harmonizar os impactos ambientais das emissões atmosféricas (Goularte; Alvim, 2011).

A criação do Protocolo de Kyoto representa um acordo de cooperação internacional assinado na cidade japonesa de Kyoto, em 1997. Seu principal objetivo era a redução da emissão de gases do efeito estufa, como o gás carbônico, para a contenção das mudanças climáticas em curso, o acordo passou a vigorar em 2005, mas não contou com a ratificação de todos os países industrializados como o Estados Unidos, um dos países que mais emitem gases poluentes. Embora não seja obrigado a seguir metas, o Brasil aderiu ao Protocolo de Kyoto (Gullo, 2012).

Dessa forma, o protocolo dividiu os países em dois grupos: aqueles com metas de redução e países sem metas de redução, ficando nesse segundo grupo o Brasil, por sua baixa responsabilidade histórica nas emissões dos GEE. Além disso, por meio do Protocolo de Kyoto foram criados três mecanismos de flexibilização: Implementação Conjunta (IC); Comércio de Emissões (CE); Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) (Carvalho; Pilau Sobrinho, 2017).

#### **4.3.3 Mecanismo de Desenvolvimento Limpo**

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), foi criado na Terceira Sessão da Conferência das Partes (COP-3), em Kyoto (Framework Convention on Climate Change, 1997) e consiste num procedimento que permite ao governo ou uma entidade de um país com emissão limitada de gases de efeito estufa, contribuir para a implementação de um projeto para reduzir tais emissões ou aumentar drenos num país sem obrigações de limitação de emissões, e também para receber certificados de

emissão de redução iguais em parte ou no todo das reduções de emissões atingidas (Loureiro, 2019). Também tem como finalidade atingir o desenvolvimento sustentável e ajudar os países a adequarem-se aos seus compromissos quantitativos de limitação e redução de emissões dos gases causadores do efeito estufa. Além de ter estabelecido um mercado regulado de carbono no qual projetos em países em desenvolvimento, como o Brasil, poderiam vender créditos de carbono a organizações e governos.

O MDL se trata de uma negociação de compensações de gases de efeito estufa (GEE: gás carbônico, CO<sub>2</sub>; metano, CH<sub>4</sub>; óxido nitroso, N<sub>2</sub>O; hidrofluorcarboneto, HFCs; perfluorcarboneto, PFCs e hexafluoreto de enxofre, SF<sub>6</sub>), constituído principalmente por países em desenvolvimento, inclusive o Brasil, para países como: EUA, Alemanha, Austrália, França, Espanha, Portugal e Japão), onde o desenvolvimento sustentável é almejado. Utilizando-se fontes de energia renovável ou, inicialmente, através da redução do uso de combustíveis fósseis ou ainda, mudando-se para combustíveis fósseis que emitem menos GEE (Machado, 2002, p. 11).

É bem verdade que, com este mecanismo, qualquer país sem teto de emissões pode desenvolver projetos de redução de sua emissão de gases como o carbono e receber créditos por isso, podendo vender esses créditos no mercado tanto nacional quanto internacional (Oliveira; Moreira; Moreira, 2011). A partir de sua criação, o MDL veio atingindo dimensão global, e envolve atualmente 99 países, 19 com mais de 7,7 mil atividades de projeto registradas no Conselho Executivo do MDL, estimando-se uma redução de emissões total, para todo o período de creditação, da ordem de 8,5 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub> (Brasil, 2015).

O Brasil mantém-se como uma das nações líderes nesse processo, foi um dos primeiros países a estabelecer localmente as bases jurídicas necessárias para o desenvolvimento de projetos no âmbito do MDL, com a criação da sua Autoridade Nacional Designada, por meio do Decreto Presidencial de 7 de julho de 1999 e ainda, a primeira nação a formalizar a inscrição de sua AND no Conselho Executivo do MDL. De acordo com o Ministério de Ciência e Tecnologia (2010), em abril de 2010, o Brasil estava numa posição de 3º maior provedor de projetos de MDL, atrás apenas da China e Índia, com 445 projetos registrados (participação de 7% no total). Os projetos de energia renovável lideram com 49,9%, seguido pela Suinocultura (16,6%) e pela troca de combustíveis fósseis (9,9%). São Paulo é o estado que mais obteve registro de projetos

(22%), seguido de Minas Gerais (16%) e Rio Grande do Sul (9%) no ranking em números de atividades de projetos registradas e de estimativa de redução de emissões de GEEs (Goularte; Alvim, 2011).

#### 4.4 SISTEMAS DE CULTIVO E AS BOAS PRÁTICAS AGRÍCOLAS QUE PODEM SER UTILIZADOS NA CAFEICULTURA A FIM DE MITIGAR OS EFEITOS ADVERSOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento define Boas Práticas Agrícolas (BPA's) como o conjunto de princípios, normas e recomendações técnicas aplicadas nas etapas da produção, processamento e transporte de produtos alimentícios e não alimentícios” (Brasil, 2022a).

As boas práticas agrícolas são métodos e técnicas utilizadas no cultivo de alimentos de forma sustentável e responsável, essas práticas visam maximizar a produção e a qualidade dos produtos agrícolas, sem comprometer o meio ambiente e a saúde humana. Proporcionando aumento da produção, alimentos mais seguros, minimização dos impactos das atividades agropecuárias no meio ambiente e também melhor qualidade e segurança das atividades dos colaboradores da empresa (Brasil, 2022a).

As BPA's levam em conta as dimensões social, ecológica e econômica da sustentabilidade, contribuindo também para a segurança alimentar. Envolve ainda a adoção, por parte dos produtores, de uma série de mudanças tecnológicas e metodológicas relacionadas com a maneira de produzir e processar o produto/alimento (Beiroska, 2009).

De acordo com Pereira (2013) dentre os objetivos das BPA's, no setor cafeeiro, destacam-se: o acréscimo na confiança do consumidor sobre a qualidade e inocuidade do produto; minimização do impacto ambiental; racionalização do uso de produtos fitossanitários; racionalização do uso de recursos naturais; ampliação da responsabilidade frente à saúde e segurança dos trabalhadores.

Os produtores e técnicos devem observar, na implantação de um programa de BPA, as condições de higiene do ambiente de produção, insumos utilizados, escolha do material propagativo, qualidade da água e de adubos orgânicos e minerais. Também devem estar atentos às

características dos solos quanto ao potencial de contaminação por microrganismos ou produtos químicos, uso racional de agroquímicos, saúde e higiene dos trabalhadores, instalações sanitárias apropriadas, equipamentos associados com o cultivo e a colheita, manuseio, armazenamento, transporte e tratamentos pós-colheita (Moretti; Sargent, 2007; Pereira, 2013, p. 21).

Nesse contexto, abaixo são listadas algumas das BPA's que podem e devem ser adotadas pelos cafeicultores na condução das lavouras (Pereira, 2013):

- Amostragem do solo;
- Diagnose foliar;
- Calagem;
- Adubação (diferentes tipos de resíduos de origem vegetal e animal, podem ser usados para adubar o cafeeiro. Os adubos orgânicos fornecem nutrientes para as plantas, os quais são liberados no processo de mineralização. Além disso, melhoram as propriedades físicas do solo, facilitando o armazenamento de água e sua circulação);
- Controle integrado de pragas e doenças que integra diferentes métodos de controle, suprime a dependência única dos defensivos agrícolas, valorizando o controle biológico e o uso de plantas resistentes;
- Tratos culturais (podas, desbrotas, capinas, colheita, preparo e beneficiamento do café);
- Uso de práticas agroflorestais, como o uso de quebra-ventos (diminuem a velocidade e a intensidade do vento, pode aumentar a umidade relativa do ar no local, além de ajudar no controle da erosão, na alimentação das aves e pequenos mamíferos, auxilia no controle de pragas e doenças em função do aumento da biodiversidade local);
- Uso de cultivares de café que, além de produtivas e adaptadas a ambientes distintos, agregam resistência a pragas e doenças, o que reduz o uso de defensivos, evitando impactos negativos à natureza e à saúde dos trabalhadores;
- Implementação de um sistema rigoroso de manutenção de máquinas e implementos agrícolas;
- Conservação do solo: as práticas conservacionistas visam o uso do solo dentro dos seus limites e potencialidades, trabalhando também em prol da sua preservação e aumento da capacidade de produção (Bertoni; Lombardi Neto, 1990). A perda e o depauperamento do solo causam a diminuição da eficiência das adubações, arrasta a

matéria orgânica e os nutrientes, entre outros prejuízos. Na medida em que a erosão aumenta, a atividade agrícola torna-se mais difícil e onerosa, resultando em perdas na produtividade das plantas cafeeiras. Dessa forma, o solo deverá ser mantido sempre coberto;

- Conservação da água: uma atenção especial deve ser dada ao uso da água dentro da propriedade agrícola. As águas residuárias devem contar com um sistema de tratamento de acordo com a sua procedência e o conteúdo de substâncias contaminantes, que devem cumprir a legislação nacional e local vigentes e contar com as respectivas permissões de operações. A água também é um fator de preocupação quando aplicada à irrigação. Dessa forma, as propriedades rurais que usam irrigação devem utilizar mecanismos precisos para determinar e demonstrar que o volume de água utilizado e a duração da aplicação não produzem desperdícios ou aplicações excessivas.

#### **4.4.1 Plano ABC**

Devido ao acordo internacional sobre mudanças climáticas na COP-15 em Copenhague, Dinamarca no qual o Brasil se comprometeu a mitigar as emissões de gases de efeito estufa, surgiu o denominado: Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura, conhecido como Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono) (Brasil, 2012).

Para mitigar as emissões de GEE e cumprir as metas de redução estabelecidas, o governo federal criou o programa Agricultura de Baixo Carbono (ABC), que tem por propósito a organização e o planejamento das ações para a realização das adoções das tecnologias de produção sustentáveis, selecionadas com o objetivo de responder aos compromissos assumidos pelo país na COP 15. Ele é composto por sete programas, sendo seis tecnologias para a mitigação dos GEE e um para a adaptação das mudanças climáticas (Brasil, 2012), sendo algumas dessas tecnologias, a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta e os Sistemas Agroflorestais (SAF) (Brasil, 2012).

Um dos tipos existentes de Sistemas Agroflorestais é o SAF com café. Onde o café é cultivado com outras espécies florestais e/ou frutíferas na mesma área. No sistema

agroflorestal tem se diversos modelos e tipos de produção com o café. As espécies de árvores mais usadas no Brasil nesse sistema são a grevilea (*Grevillea robusta*) e a seringueira (*Hevea brasiliensis*) (Baliza, 2011).

## 5 ESTUDO DE CASO

O tema compensação de carbono pode ser considerado um assunto novo e com pouca base científica até os dias de hoje, por mais que tenha surgido no ano de 1990, atualmente esse assunto vem ganhando maior visibilidade devido ao cenário atual em que encontramos. A compensação de carbono é uma prática do mercado de crédito de carbono, um sistema que promove o intercâmbio entre quem gera créditos de carbono por reduzir emissões e quem precisa compensar suas emissões residuais. Logo, uma organização compra créditos de carbono de outra, que recebe todo o investimento (Lima, 2017).

Na prática, a compensação de carbono é considerada bastante eficiente e entende-se que ela pode ser feita por meio do plantio de novas árvores ou por meio dos créditos de carbono adquiridos a partir de projetos que visam fazer o “sequestro” de CO<sub>2</sub> da atmosfera e podem ser adotadas por empresas e organizações. Por exemplo, projetos de geração de energia a partir do uso de biomassa ou projetos de desmatamento evitado, os chamados REDD+ (Redução de Emissões provenientes de Desmatamento e Degradação Florestal). Em outras palavras, o importante é entender o quanto de compensação precisa ser realizada, ou seja, identificar qual a sua contribuição diária para o aquecimento global.

Para realização do presente estudo a cooperativa SANCOFFEE, localizada em Santo Antônio do Amparo - MG, com 21 anos de atuação no mercado, especializada nos serviços de armazenagem e beneficiamento de café em grão cru, e exportação de cafés especiais, forneceu os relatórios de inventários de GEE realizados pela empresa Gron Consultoria da sua cooperada a Fazenda São Paulo LTDA a fim de quantificar a emissão de GEE desta propriedade rural. Esta fazenda tem como suas principais atividades a cafeicultura e a suinocultura, e está localizada no município de Oliveira - MG.



Para a elaboração do inventário de GEE foram seguidas as diretrizes do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e comunicações (MCTIC), Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e do Programa Brasileiro GHG Protocol, e os fatores de emissão e remoção julgados como mais adequados à realidade ou situação da empresa, foram obtidos através de literaturas complementares específicas. Em seguida foram definidos os limites organizacionais que no caso da propriedade, definiu-se pela abordagem de controle as operações gerais direta e indireta, portanto, estabeleceu o limite organizacional da Fazendas: São Paulo, Santa Maria, São Francisco e São Lucas localizadas no município de Oliveira-MG. Para simplificações elas foram consideradas uma única propriedade com área total de 1.854,34 ha. Em seguida foram definidos os limites operacionais: a categorização de como as emissões diretas e indiretas e a seleção do escopo para a contabilização e elaboração do inventário de GEE. Tendo 3 escopos elaborados e para os sumidouros de carbono 1 escopo, sendo eles:

- Escopo 1: Emissões diretas de GEE;
- Escopo 2: Emissões indiretas de GEE de energia;
- Escopo 3: Outras emissões indiretas de GEE;
- Escopo 1 (sumidouros de carbono): Remoções.

O período de referência para realização e estudo do inventário foi considerado o biênio do café de setembro de 2020 a agosto de 2021 e setembro de 2021 a agosto de 2022, nesse período foram levantados os dados necessários para o cálculo das emissões por fontes e remoções por sumidouros e também foram consideradas as atividades que emitem CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), CH<sub>4</sub> (metano) e N<sub>2</sub>O (óxido nitroso), os principais gases de efeito estufa liberados pelas atividades da Fazenda São Paulo.

Os resultados obtidos nos estudos feitos no inventário de emissões de gases de efeito estufa de 2021, teve um resultado positivo sendo constatado que o balanço de carbono total da fazenda foi de 747,44 MgCO<sub>2e</sub>.ano<sup>-1</sup> (valor este sendo a diferença entre a quantidade removida da atmosfera e a quantidade de gases emitida pelas atividades executadas na fazenda inventariada). Onde foi observado que as principais atividades com maiores fontes de emissão foram pecuária a principal responsável pelos GEE

(36,87% da emissão total), logo depois as emissões oriundas da combustão móvel (incluindo as emissões dos escopos 1 e 3) e, em seguida, as de cepea dos cafezais.

Já a remoção total, teve como principal responsável as florestas nativas (54,74% total das remoções), o segundo responsável foi o incremento de carbono nos cafezais (27,40% do total) e em terceiro as florestas plantadas que também foram responsáveis pelas remoções (17,86% do total). No qual podemos também observar os resultados na tabela a seguir:

**Tabela 1** - Fontes de emissão, remoção e contribuição do inventário do período de referência de setembro de 2020 a agosto de 2021.

Escopo	Fonte de emissão		Emissão (MgCO <sub>2</sub> e)	Contribuição
	Atividade	Origem		
1	Combustão estacionária	GLP	30,38	1,50%
		Lenha	144,67	
		Biogás	1,81	
	Combustão móvel (consumo próprio)	Combustíveis	1.694,55	14,43%
		Biocombustíveis	1,37	
	Correção e fertilização do solo	Calcário calcítico	264,00	12,58%
		Fertilizantes nitrogenados sintéticos	1.123,16	
		Fertilizantes nitrogenados orgânicos	91,30	
	Efluentes	Efluentes domésticos	104,39	2,26%
		Águas residuárias beneficiamento do café	161,77	
	Pecuária	Gado de corte (Bovinos < 1 ano)	816,14	36,87%
		Gado de corte (Bovinos entre 1 e 2 anos)	636,97	
		Gado de corte (Machos > 2 anos)	619,01	
Suínos		1.805,95		
Ovinos		455,71		
Resíduos sólidos	Resíduos orgânicos	4,51	0,04%	
Cultura agrícola perene	Decepa de cafeeiros	2.125,24	18,08%	
<i>Subtotal</i>			10.080,94	85,76%
2	Energia elétrica	Consumo de energia elétrica	269,77	2,30%
	<i>Subtotal</i>		269,77	2,30%
3	Efluentes	Efluentes domésticos	12,75	0,16%
		Combustíveis	1.383,62	
	Combustão móvel (consumo por terceiros)	Biocombustíveis	7,43	
		<i>Subtotal</i>		
<b>EMISSÃO TOTAL</b>			<b>11.754,51</b>	<b>100%</b>
Escopo	Fonte de remoção		Remoção (MgCO <sub>2</sub> e)	Contribuição
	Atividade	Origem		
1	Florestas plantadas	Eucalipto	2.149,11	17,86%
		Árvores em espaçamentos amplos	83,97	
	Florestas nativas	Mata Atlântica	6.843,32	54,74%
	Cultura agrícola perene	Café	3.425,55	27,40%
<b>REMOÇÃO TOTAL</b>			<b>12.501,95</b>	<b>100%</b>
<b>BALANÇO DE CARBONO</b>			<b>747,44</b>	

Fonte: Gron, 2021.

No inventário realizado em 2022, os resultados dos estudos da fazenda tiveram o resultado negativo de -1.731,69 tCO<sub>2</sub>e.ano<sup>-1</sup>. A principal fonte emissora foi novamente a pecuária (52,04% da emissão total), em seguida as emissões oriundas da combustão móvel e da correção e fertilização do solo.

Nas remoções totais a principal contribuinte foram as florestas nativas (53,59% do total removidas), segundo responsável foi o incremento de carbono nos cafezais (25,93% do total) e terceiro as florestas plantadas (20,00%). Podemos ver os resultados na tabela a seguir:

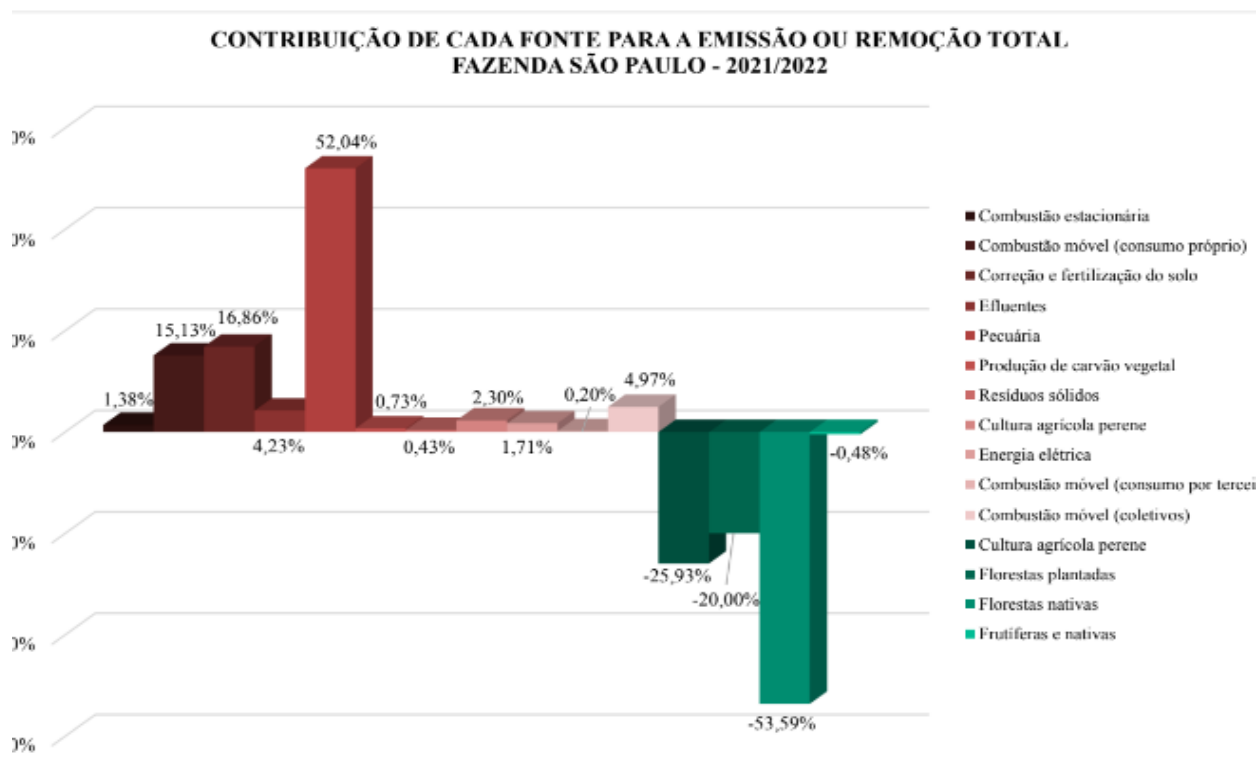
Tabela 2 - Fontes de emissão, remoção e contribuição do inventário do período de referência de setembro de 2021 a agosto de 2022.

Escopo	Atividade	Origem	Emissão (tCO <sub>2</sub> e.ano <sup>-1</sup> )	Contribuição (%)
1	Combustão estacionária	GLP	0,46	1,38
		Gás natural	7,79	
		Lenha	129,03	
		Carvão vegetal	10,74	
		Biogás	4,67	
	Combustão móvel (consumo próprio)	Combustíveis	1.669,10	15,13
		Biocombustíveis	1,15	
	Correção e fertilização do solo	Calcário calcítico	538,56	16,86
		Fertilizantes nitrogenados sintéticos	1.258,20	
		Fertilizantes nitrogenados orgânicos	64,65	
	Efluentes	Efluentes domésticos	30,71	4,23
		Efluentes industriais	436,55	
	Pecuária	Gado de corte	1.970,21	52,04
		Suínos	3.393,22	
		Aves	1,27	
Ovinos		380,11		
Produção de carvão vegetal	Carbonização da madeira	80,24	0,73	
Resíduos sólidos	Compostagem	4,34	0,04	
Cultura agrícola perene	Recepa dos cafeeiros	254,34	2,30	
<i>Subtotal</i>			<i>10.235,33</i>	<i>92,73</i>
2	Energia elétrica	Consumo de energia elétrica	189,21	1,71
		<i>Subtotal</i>	<i>189,21</i>	<i>1,71</i>
3	Combustão móvel (consumo por terceiros)	Combustíveis	21,84	0,20
		Biocombustíveis	0,03	
	Combustão móvel (coletivo)	Combustível	545,39	4,97
		Biocombustível	3,00	
	Resíduos sólidos	Disposição de resíduos sólidos	43,55	0,39
<i>Subtotal</i>			<i>613,81</i>	<i>5,56</i>

		<b>EMISSÃO TOTAL</b>		<b>11.038,36</b>	<b>100,00</b>
Escopo	Atividade	Fonte de remoção		Remoção (tCO <sub>2</sub> e.ano <sup>-1</sup> )	Contribuição (%)
		Origem			
1	Cultura agrícola perene	Café		3.311,09	25,93
	Árvores isoladas ou em espaçamentos amplos	Árvores isoladas ou em espaçamentos amplos		61,63	0,48
	Florestas plantadas	Eucalipto e Corymbia		2.554,01	20,00
	Florestas nativas	Mata Atlântica		6.843,32	53,59
		<b>REMOÇÃO TOTAL</b>		<b>12.770,05</b>	<b>100,00</b>
		<b>BALANÇO DE CARBONO</b>		<b>-1.731,69</b>	<b>-</b>

Fonte: Gron, 2022

**Gráfico 1** - Contribuição de cada fonte para a emissão ou remoção total, em %.



Fonte: Gron, 2022

Portanto, identificamos que a pecuária é a principal responsável pelo maior impacto das emissões totais de GEE emitidas pela Fazenda São Paulo Ltda nos inventários de 2021 e 2022. Já as remoções tiveram como principal responsável as florestas nativas (bioma Mata Atlântica). Podemos notar nos dois inventários que dentre as atividades realizadas na propriedade algumas contribuem positivamente para o balanço de carbono, como o incremento de carbono nos cafezais, as florestas plantadas, áreas verdes, a reciclagem e reuso de algumas categorias de resíduos sólidos, captura e queima do biogás dos dejetos dos suínos criados na fazenda para geração de energia elétrica e a utilização de fertilizantes nitrogenados orgânicos. Essas ações e práticas na propriedade ajudam na diminuição de emissões GEE e na mitigação das mudanças climáticas.

## 6 CONCLUSÃO

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou uma análise de como a cultura do cafeeiro juntamente com a adoção das boas práticas agrícolas ajudam na remoção do dióxido de carbono da atmosfera e no aumento do estoque de carbono no solo e na biomassa. Além disso, também permitiu uma análise dos relatórios de inventários fornecidos pela Sancoffee para obter dados mais consistentes sobre as atividades que são fontes emissoras de GEE e na identificação de ações que são consideradas boas práticas agrícolas, através do balanço de carbono.

O inventário mostrou como quantificar essas emissões na qual foi possível identificar as operações realizadas na fazenda São Paulo LTDA que emitem gases que intensificam o efeito estufa. No qual o balanço de carbono mostra a possibilidade da criação de estratégias e projetos para mitigação de emissões de gases, geradas por determinadas atividades executadas na fazenda, que ajudou também na identificação dos sumidouros existentes.

Portanto, a cafeicultura do futuro exige o uso racional e sustentável dos recursos naturais e insumos agrícolas, sendo fundamental o uso e adoção de práticas ambientalmente corretas na realização dos tratamentos culturais e condução de todo o processo produtivo, contribuindo para a diminuição dos impactos causados pelo aquecimento global nas lavouras cafeeiras, garantido também uma maior qualidade e quantidade da produção cafeeira que é de alta importância para a economia brasileira.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C.B. *et al.* A herança colonial brasileira: quanto às relações sociais e de produção no ciclo do café (1727-2017). **Revista Caribenha de Ciências Sociais**, Miami, jul. 2018. Disponível em: <https://www.eumed.net/rev/caribe/2018/07/heranca-colonial-brasileira.html> Acesso em: 29 maio 2023.
- ASSAD, D. E. *et al.* **Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil**. Campinas, SP: EMBRAPA, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2004001100001> Acesso em: 12 mar. 2023.
- ASSUMPÇÃO, M. P.; TAVARES, P. A.; COUTINHO, E. C. Balanço de carbono em cidades da Amazônia: estudo de caso em Belém, Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, 11, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20180186> Acesso em: 17 nov. 2023.
- BALIZA, D. P. **Cafeeiros em formação e produção em diferentes níveis de radiação: características morfofisiológicas**. 2011. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, 2011. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/3092> Acesso em: 20 ago. 2023.
- BEIROSKA, C. G. **Avaliação da conformidade no agronegócio sustentável do café verde: recomendações para pequenos cafeicultores da Guatemala**. 2009. Dissertação (Mestrado em Metrologia para Qualidade e Inovação) - Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro, 2009.
- BERNARDES, T. *et al.* Diagnóstico físico-ambiental da cafeicultura no Estado de Minas Gerais – Brasil. **Coffee Science**, Lavras, v. 7, n. 2, p. 139-151, maio/ago.2012. Disponível em: <https://coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/241/pdf> Acesso em: 05 maio 2022.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1990.
- BRASIL. **Lei 12.187, de 29 de dezembro de 2009**. Dispõe sobre a política nacional sobre mudança do clima-PNMC. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm) Acesso em: 21 jul. 2022.
- BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima – CIMGC. **Relatório de atividades, 2015**. Disponível em:

[https://antigo.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/ciencia/SEPED/clima/arquivos/publicacoes\\_cimgc/Relatorio-Anual-2015.pdf](https://antigo.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/ciencia/SEPED/clima/arquivos/publicacoes_cimgc/Relatorio-Anual-2015.pdf) Acesso em: 08 abr. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária e Abastecimento. **O que são boas práticas agrícolas**. MAPA, 2022a. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/boas-praticas-agricolas/o-que-sao-bpa#:~:text=As%20Boas%20Pr%C3%A1ticas%20Agr%C3%ADcolas%20s%C3%A3o,pr oteger%20o%20meio%20ambiente%20e> Acesso em: 15 fev. 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Boas práticas agrícolas para a produção de alimentos seguros**. 2022b. Disponível em: <http://192.168.3.118:8080/handle/1/161> Acesso em: 19 nov. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Mudanças Climáticas**. Disponível em: <https://www.gov.br/fazenda/pt-br/assuntos/politica-agricola-e-meio-ambiente/atuacao-spe/mudancas-climaticas> Acesso em: 20. nov..2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura**. Plano ABC (Agricultura de Baixo Carbono). 2012.

CARVALHO, A. S; PILAU SOBRINHO, L. L. As contradições dos objetivos do protocolo de kyoto do mercado de crédito de carbono e do mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL). **Revista Direitos Emergentes na Sociedade Global**, v 6, n.1, p 148-169, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/REDESG/article/view/30868/60987> Acesso em: 01 set. 2023.

COMPANHIA NACIONAL DE BASTECIMENTO. **Safra de café deve encerrar o ciclo de 2022 com uma produção de 50,92 milhões de sacas**. 2022. Disponível em: <https://encurtador.com.br/cepQ0> Acesso em: 16 mar. 2022.

CUNHA, L. F. Café: lavoura gourmet. **Globo Rural**. Rio de Janeiro, v. 244, p. 54-58, fev. 2006.

EULER, C. M. A. O acordo de Paris e o futuro do REDD + no Brasil. **Cadernos Adenauer XII**, Rio de Janeiro, n. 2, p. 85-104, 2016. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1055679/1/CPAFAP2016AcordodeParis.pdf> Acesso em: 02 abr. 2023.

FERREIRA, Lucas Tadeu. Consumo interno dos cafés do Brasil representa 13% da demanda mundial. **Embrapa Café**, Estudos socioeconômicos e ambientais, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/41277124/consumo-interno-dos-cafes-do-brasil-representa-13-da-demanda-mundial> Acesso em: 22 mar. 2023.

GULHO, F.M. **Protocolo de Quioto e o comércio internacional dos créditos de carbono no âmbito do mecanismo de desenvolvimento limpo**: oportunidades, possibilidades e perspectivas para o Brasil. 2012. Dissertação (Mestrado em Direito) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Franca, 2012. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/734e4ca4-19c8-42c4-98b2-68403b5943be/content> Acesso em: 17 ago. 2023.

GOMES, M.F. M; ROSADO, P. L. Mudança na produtividade dos fatores de produção da cafeicultura nas principais regiões produtoras do Brasil. **RER**, Rio de Janeiro, v. 43, n. 4, p. 633-655, out/dez. 2005 – Impressa em dezembro 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/resr/a/Xt3Wz3xxbXvYsFFvdSDjfJM/> Acesso em: 10 mar. 2023.

GOULARTE, B.S; ALVIM, A. M. A comercialização de créditos de carbono e seu impacto econômico e social. **Revista Acadêmica da Face**, Porto Alegre, v. 22, n.1, p.72-88, jan.\jun. 2011. Disponível em: [https://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/10480/2/A\\_Comercializacao\\_de\\_Credito\\_de\\_Carbono\\_e\\_seu\\_Impacto\\_Economico\\_e\\_Social.pdf](https://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/10480/2/A_Comercializacao_de_Credito_de_Carbono_e_seu_Impacto_Economico_e_Social.pdf) Acesso em: 25 jan. 2023.

LIMA, C. M. F. **Crédito de carbono**: consequências socioambientais de sua comercialização no Brasil. 2017. Dissertação (Mestrado em Energia e Ambiente) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2017. Disponível em: <https://tedebc.ufma.br/jspui/bitstream/tede/2068/2/FernandaLima.pdf> Acesso em: 22 set. 2023.

LOUREIRO, L. M.; LOTADE, J. Do fair trade and eco-labels in coffee wake up the consumer conscience? **Ecological Economics**, v. 53, p.129-138, 2005.

LOUREIRO, M. S. **Mitigação das emissões dos gases de efeito estufa pela implementação de políticas públicas de resíduos sólidos e mudanças climáticas no Brasil e no estado e na cidade do Rio de Janeiro**. 2019. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/13620/1/SauloMachadoLoureiro-min.pdf> Acesso em: 12 nov. 2023.

MACHADO, Pedro Luiz de Almeida. **Mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL)**: funcionamento, pontos críticos e possibilidades para alguns sistemas agrícolas no Brasil. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2002. (Embrapa Solos. Documentos; n. 41). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/334282/1/CNPS-DOC-41-2002.pdf> Acesso em: 17 jun. 2022.

MORETTI, C. L.; SARGENT, S. A. Tecnologias modernas a serviço da automação e da rastreabilidade. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA DE FRUTAS, HORTALIÇAS E FLORES, 2., 2007, Viçosa, MG. **Resumos...** Viçosa, MG: UFV, p. 63-68, 2007.

NASCIMENTO, J. J. V. R. *et al.* Balanço de carbono, aquecimento global recuperação áreas degradadas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, RN, v. 6, n. 2, p..14-29, 2011. Disponível em:



<https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/555/602> Acesso em: 17 jun. 2023.

OLIVEIRA, L. D; MOREIRA, L.O.S; MOREIRA, C. P. **Mercado de carbono no Brasil. Estudos**, Goiânia, v 38, n. 2, p. 249-299, abr/jun. 2011. Disponível em: <https://seer.pucgoias.edu.br/index.php/estudos/article/view/2195/1355> Acesso em: 03 nov. 2022.

PEREIRA, S. P. **Caracterização de propriedades cafeeiras com relação às boas práticas agrícolas: aplicação das análises de cluster e discriminante**. 2013. Tese. (Doutorado em Agronomia/fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013. Disponível em: [http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/6664/Tese\\_Sergio%20Parreiras%20Pereira.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/6664/Tese_Sergio%20Parreiras%20Pereira.pdf?sequence=1&isAllowed=y) Acesso em: 18 dez. 2022.

PEREIRA, S. P. *et al.* Separação em cluster de propriedades cafeeiras em função de boas práticas agrícolas: associação dos cafeicultores de montanha de Divinolândia (APROD). *In*: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 9. 2019. Vitória-ES, 2019. Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/12705> Acesso em: 30 ago. 2023.

SILVA, M. L. F. **Educação em mudanças climoambientais**. 2016. Tese (Doutorado em ciências climatológicas) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN, 2016. Disponível em: [https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/21838/1/EducacaoMudancasClimoambientais\\_Silva\\_2016.pdf](https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/21838/1/EducacaoMudancasClimoambientais_Silva_2016.pdf) Acesso em: 05 nov. 2023.

SOARES, C. P. B; OLIVEIRA, M. L. R. Equações para estimar a quantidade de carbono na parte aérea de arvores de eucalipto em Viçosa, MG. **Rev. Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 5, p. 533-539, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/mxmB3XSfCRMBfYZmw4KJ3hw/?lang=pt#> Acesso em: 01 dez. 2022.

