



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO DE RECURSOS NATURAIS (PPGGRN/UFRA)
CAMPUS DE TOMÉ-AÇU**

RENATO RODRIGUES DA SILVA

**ESTADO DA ARTE SOBRE O CRÉDITO DE CARBONO NA AGRICULTURA
FAMILIAR: UMA ANÁLISE ABRANGENTE ATRAVÉS DE UMA REVISÃO
SISTEMÁTICA DA LITERATURA**

**TOMÉ-AÇU
2024**

RENATO RODRIGUES DA SILVA

**ESTADO DA ARTE SOBRE O CRÉDITO DE CARBONO NA AGRICULTURA
FAMILIAR: UMA ANÁLISE ABRANGENTE ATRAVÉS DE UMA REVISÃO
SISTEMÁTICA DA LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Pós-graduação em Gestão de Recursos Naturais (PPGGRN/UFRA), da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), como parte dos requisitos para obtenção do título de Especialista em Gestão de Recursos Naturais.

Orientador(a): Prof. Msc Josué de Lima Carvalho

TOMÉ-AÇU

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas da Universidade Federal Rural da Amazônia
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S586e Silva, Renato Rodrigues da
Estado da arte sobre o crédito de carbono na agricultura familiar : uma análise abrangente através
de uma revisão sistemática da literatura / Renato Rodrigues da Silva. - 2024.
37 f. : il. color.

Orientador: Prof. Me. Josué de Lima Carvalho

1. Crédito de carbono. 2. Agricultura familiar. 3. Mercado de Carbono. 4. Gases de efeito estufa. I.
Carvalho, Josué de Lima , *orient.* II. Título

CDD 630.275

RENATO RODRIGUES DA SILVA

**ESTADO DA ARTE SOBRE O CRÉDITO DE CARBONO NA AGRICULTURA
FAMILIAR: UMA ANÁLISE ABRANGENTE ATRAVÉS DE UMA REVISÃO
SISTEMÁTICA DA LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Pós-graduação em Gestão de Recursos Naturais (PPGGRN/UFRA), da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), como parte dos requisitos para obtenção do título de Especialista em Gestão de Recursos Naturais.

Orientador(a): Prof. Msc Josué de Lima Carvalho

Aprovado em: 23 de março de 2024.

Banca Examinadora:

Prof. Msc Josué de Lima Carvalho
(UFRA/PMG)

Profa. Me. Raimunda Macilena da Silva de Oliveira
(UFRA/TMA)

Profa. Dra. Ynis Cristine de Santana Lino Martins Ferreira
(UFRA/Belém)

Dedico este trabalho à minha família, e minha companheira Valeria de Paula Ribeiro Ferreira. Aquilo que fora cultivado durante minha formação, se perpetue.

AGRADECIMENTOS

A Deus por me proporcionar perseverança durante toda a minha vida.

Aos meus pais, Ananias Pinheiro da Silva e Maria do Socorro Rodrigues da Silva pelo apoio e incentivo que serviram de alicerce para as minhas realizações.

À minha querida e doce companheira Valéria de Paula Ribeiro Ferreira pelo seu amor incondicional e por compreender minha dedicação ao projeto de pesquisa.

Ao meu professor orientador e amigo Josué de Lima Carvalho pelas valiosas contribuições dadas durante todo o processo.

A todos os meus amigos do curso de graduação que compartilharam dos inúmeros desafios que enfrentamos, sempre com o espírito colaborativo.

Também quero agradecer à Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) e o seu corpo docente que demonstrou estar comprometido com a qualidade e excelência do ensino.

Renato Rodrigues da Silva

RESUMO

Este trabalho tem como tema o estado da arte sobre o crédito de carbono na agricultura familiar, uma abordagem que destaca a importância, as vantagens e os desafios da agricultura familiar no contexto das emissões de gases do efeito estufa. O objetivo desta pesquisa é obter o panorama da literatura a respeito do mercado do crédito de carbono em pequenas propriedades rurais, adota como critério metodológico a bibliográfica por meio da revisão sistemática e de caráter qualitativo através de coleta de dados nas bases Scopus e Scielo, reunindo as principais ideias do tema, acerca do histórico, desenvolvimento, iniciativas de legislação e a atualidade do crédito de mercado de carbono com os agricultores rurais na literatura. Por meio do resultado das análises se identificou uma escassez de bibliografias sobre a temática de maneira específica, iniciativas de legislação específica, sobre as dificuldades no ingresso do pequeno agricultor ao mercado de créditos de carbono e a falta de informações e de conhecimentos técnicos sobre o assunto para o pequeno agricultor. Diante dos resultados da pesquisa realizada foi possível identificar as de iniciativas de políticas e de pesquisas voltadas para essa área da agricultura familiar de modo a proporcionar uma reflexão do agricultor rural nesse papel da diminuição das emissões de gases do efeito estufa, quais as iniciativas das empresas, qual o papel do governo diante da parceria “mercado de carbono” x “redução de gases de efeito estufa” x “agricultura familiar” e a garantia de desenvolvimento sustentável na sociedade.

Palavras-chave: crédito de carbono; agricultura familiar; mercado de carbono; gases de efeito estufa.

ABSTRACT

This work focuses on the state of the art on carbon credits in family farming, an approach that highlights the importance, advantages and challenges of family farming in the context of greenhouse gas emissions. The objective of this research is to obtain an overview of the literature regarding the carbon credit market in small rural properties, adopting bibliographical methodological criteria through systematic and qualitative review through data collection in the Scopus and Scielo databases, bringing together the main ideas of the topic, about the history, development, legislative initiatives and the current situation of carbon market credit with rural farmers in the literature. Through the results of the analysis, a scarcity of bibliographies on the topic was identified in a specific way, specific legislation initiatives, on the difficulties in small farmers entering the carbon credits market and the lack of information and technical knowledge on the subject. for the small farmer. Given the results of the research carried out, it was possible to identify policy and research initiatives aimed at this area of family farming in order to provide a reflection of the rural farmer in this role of reducing greenhouse gas emissions, what are the initiatives of companies , what is the role of the government in the partnership “carbon market” x “reduction of greenhouse gases” x “family farming” and the guarantee of sustainable development in society.

Keyword: carbon credit; family farming; carbon market; greenhouse gases.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SCIELO - Scientific Electronic Library Online

SCOPUS - SciVerse Scopus

GEE – Gás de Efeito Estufa

MDL – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

CE – Certificados de Emissões

IC – Implementação Conjunta

RCE – Reduções Certificadas de Emissões

PRONAF – Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar

PROGRAMA ABC – Programa de Agricultura de Baixo Carbono

ILPF - Integração Lavoura-Pecuária-Floresta

MAPA – Ministério da Agricultura e Pecuária

SUMÁRIO

1	ESTADO DA ARTE SOBRE O CRÉDITO DE CARBONO NA AGRICULTURA FAMILIAR: UMA ANÁLISE ABRANGENTE ATRAVÉS DE UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA	11
	RESUMO	11
	ABSTRACT	11
1.1	Introdução	12
2	CRÉDITO DE CARBONO	14
2.1	Crédito de carbono e suas divisões	15
3	CHEGADA DO MERCADO DE CARBONO AO BRASIL E A AGRICULTURA FAMILIAR: INICIATIVAS DE REGULAMENTAÇÃO	16
4	MÉTODO E PROCEDIMENTOS DA PESQUISA	18
4.1	O estado da arte sobre o crédito de carbono no contexto da agricultura familiar	19
4.2	Créditos de Carbono na Agricultura Familiar: Desafios e Estratégias para a Sustentabilidade Ambiental e Econômica	26
5	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	31
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
	REFERÊNCIAS	33
	ANEXO A – TEXTOS SCIELO.....	36
	ANEXO B - TEXTOS SCOPUS.....	37

1 ESTADO DA ARTE SOBRE O CRÉDITO DE CARBONO NA AGRICULTURA FAMILIAR: UMA ANÁLISE ABRANGENTE ATRAVÉS DE UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

RESUMO: Este trabalho tem como tema o estado da arte sobre o crédito de carbono na agricultura familiar, uma abordagem que destaca a importância, as vantagens e os desafios da agricultura familiar no contexto das emissões de gases do efeito estufa. O objetivo desta pesquisa é obter o panorama da literatura a respeito do mercado do crédito de carbono em pequenas propriedades rurais, adota como critério metodológico a bibliográfica por meio da revisão sistemática e de caráter qualitativo através de coleta de dados nas bases Scopus e Scielo, reunindo as principais ideias do tema, acerca do histórico, desenvolvimento, iniciativas de legislação e a atualidade do crédito de mercado de carbono com os agricultores rurais na literatura. Por meio do resultado das análises se identificou uma escassez de bibliografias sobre a temática de maneira específica, iniciativas de legislação específica, sobre as dificuldades no ingresso do pequeno agricultor ao mercado de créditos de carbono e a falta de informações e de conhecimentos técnicos sobre o assunto para o pequeno agricultor. Diante dos resultados da pesquisa realizada foi possível identificar as de iniciativas de políticas e de pesquisas voltadas para essa área da agricultura familiar de modo a proporcionar uma reflexão do agricultor rural nesse papel da diminuição das emissões de gases do efeito estufa, quais as iniciativas das empresas, qual o papel do governo diante da parceria “mercado de carbono” x “redução de gases de efeito estufa” x “agricultura familiar” e a garantia de desenvolvimento sustentável na sociedade.

Palavras-chave: crédito de carbono; agricultura familiar; mercado de carbono; gases de efeito estufa.

ABSTRACT: This work focuses on the state of the art on carbon credits in family farming, an approach that highlights the importance, advantages and challenges of family farming in the context of greenhouse gas emissions. The objective of this research is to obtain an overview of the literature regarding the carbon credit market in small rural properties, adopting bibliographical methodological criteria through systematic and qualitative review through data collection in the Scopus and Scielo databases, bringing together the main ideas of the topic, about the history, development, legislative initiatives and the current situation of carbon market credit with rural farmers in the literature. Through the results of the analysis, a scarcity of bibliographies on the topic was identified in a specific way, specific legislation initiatives, on the difficulties in

small farmers entering the carbon credits market and the lack of information and technical knowledge on the subject. for the small farmer. Given the results of the research carried out, it was possible to identify policy and research initiatives aimed at this area of family farming in order to provide a reflection of the rural farmer in this role of reducing greenhouse gas emissions, what are the initiatives of companies , what is the role of the government in the partnership “carbon market” x “reduction of greenhouse gases” x “family farming” and the guarantee of sustainable development in society.

Keyword: carbon credit; family farming; carbon market; greenhouse gases.

1.1 Introdução

Nas últimas décadas, há uma preocupação crescente em relação às mudanças climáticas e seus impactos têm impulsionado a busca por soluções eficazes e sustentáveis para enfrentar esse desafio global por meio de discussões sociais e políticas nessa esfera, as mudanças climáticas atingem a produção agrícola familiar e acarretam impactos na produção agrícola. Diante desse contexto, o mercado de carbono é proposto como alternativa na redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) de forma economicamente viável que equilibre a produção desses gases. Logo para compreender essa temática, nesta pesquisa, irá buscar na literatura, por meio do estado da arte, a origem, o estado atual do mercado de carbono recorrendo a compreensão das principais características, dos mecanismos de funcionamento e os desafios enfrentados pela agricultura familiar diante da temática ainda não tanto consolidada dentro de aspectos jurídicos e legais.

Essa pesquisa apresenta como objetivo geral a concepção do estado da arte em relação aos créditos carbono no meio da agricultura familiar, a pesquisa foi realizada por meio de levantamento bibliográfico com uma revisão sistemática em bases como na Scopus (SciVerse Scopus) e na Scielo (Scientific Electronic Library Online), a fim de apontar quais as pesquisas e suas correlações abrangem essa temática do uso de créditos de carbono na agricultura familiar.

Para corroborar a pesquisa se segue com os objetivos específicos:

- a) realizar uma busca sistemática de artigos nas bases de dados da Scopus e da Scielo para identificar os estudos que apontam a relação da agricultura familiar e a questão do crédito de carbono na agricultura familiar;
- b) identificar em quais pontos os artigos analisados na revisão sistemática se relacionam por meio das palavras-chave;

- c) analisar a correlação entre os artigos levantados nas bases e explicar as maneiras pelas quais estes textos se interligam ou divergem;
- d) compreender o estado atual do conhecimento sobre a integração da agricultura familiar nas práticas do crédito de carbono.

A partir dos objetivos é possível um panorama dos argumentos favoráveis e desfavoráveis relacionados ao uso de créditos de carbono na agricultura familiar, considerando diferentes perspectivas (a econômica, a social e a ambiental) e inclusão da agricultura familiar nas atividades relacionadas ao crédito de carbono.

A justificativa é identificar as possibilidades, os desafios, os argumentos favoráveis e desfavoráveis associados a essa prática, fornecendo uma análise crítica e atualizada para contribuir para o entendimento e o desenvolvimento sustentável da agricultura familiar no contexto das mudanças climáticas e como essa agricultura pode possibilitar a criação ou não de um mercado voltado à comercialização de reduções de emissões.

A motivação desta pesquisa está pautada em compreender qual a percepção do mercado de carbono nas publicações e quais âmbitos elas alcançam: esfera social, política e do desenvolvimento sustentável para estimular a adoção e práticas nos países, especificamente no setor da agricultura familiar, visto que há uma perspectiva de cooperação nacional e internacional para a ampliação dos acordos de redução de emissões que são fundamentais para a eficácia do mercado de carbono como um instrumento global de combate às mudanças climáticas.

Tendo em vista a utilização dos créditos de carbono como um potencial na agricultura familiar proporcionando ações, negociações, recomendações, práticas e políticas públicas voltadas ao produtor rural e que este, precisa de pesquisas e embasamentos teóricos para compreender e promover o uso eficaz, garantias e viabilidade de créditos de carbono na agricultura familiar com a ideia de contribuir para a sustentabilidade agrícola e a mitigação das mudanças climáticas. Visando isso é necessário compreender a origem, os mecanismos empregados e refletir de maneira ética para que o Brasil tenha recomendações, avanços e legislações sobre a viabilidade do crédito de carbono para o pequeno produtor rural.

2 CRÉDITO DE CARBONO

A origem do mercado de carbono remonta à década de 1990, quando o Protocolo de Quioto foi elaborado como um acordo internacional para combater as mudanças climáticas. Segundo Silveira & Oliveira (2021) o mercado de carbono compreende dois setores de créditos de carbono em todo o mundo: o mercado oficial e o voluntário. A proposta do protocolo foi estabelecer um sistema de comércio de emissões, permitindo que países desenvolvidos vendessem créditos de carbono a nações com obrigações de redução de emissões. Esse princípio de "quem polui, paga" incentivou a eficiência e a diminuição das emissões, enquanto sustentava o crescimento econômico das nações industrializadas. Hoje, o mercado de carbono é uma realidade crescente global, com vários mecanismos, incluindo Comércio de Emissões, Implementação Conjunta e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, facilitando o alcance das metas de redução. O Comércio de Emissões, especialmente, impõe às empresas a necessidade de adquirir permissões ou créditos de carbono para compensar suas emissões, promovendo uma redução eficiente de custos. Além disso, modalidades como os projetos de Reduções Certificadas de Emissões permitem a geração de créditos de carbono por iniciativas de redução, proporcionando às empresas a oportunidade de investir em ações de neutralização de emissões. Contudo, apesar dos progressos, os desafios persistem, com a falta de padronização e transparência nos critérios de mensuração e verificação das reduções de emissões sendo um obstáculo significativo, destacando a necessidade crucial de um processo de certificação confiável.

O mercado de carbono emergiu como uma resposta global às preocupações ambientais, visando reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) e combater as mudanças climáticas. As evidências significativas sobre o aquecimento global, levou a criação de um tratado para a redução das emissões de gases no efeito estufa. Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2023) O protocolo de Quioto estabelece um acordo entre países na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre mudança climática, definindo metas de redução de emissões para os países desenvolvidos. Tito *et al.* (2009) corrobora a ideia ao afirmar que o protocolo de Quioto, veio para determinar que países desenvolvidos, passassem a reduzir suas emissões de GEE.

Assim surge o mercado de carbono, tendo sua origem vinculada à busca por soluções para as mudanças climáticas. Ele se baseia no princípio de atribuir um valor financeiro às emissões de carbono, incentivando a redução dessas emissões e a promoção de práticas sustentáveis. Todavia o (Ministério do Meio Ambiente) remete a criação do tratado de Quioto para 1997 e entrando em vigor anos depois, em 2005. Tendo como finalidade mitigar os

impactos negativos causados por países desenvolvidos e industrializados, possibilitando que empresas possam comprar créditos de carbono de outras que tenham conseguido reduzir suas emissões, criando assim um sistema de compensação.

2.1 Crédito de carbono e suas divisões

Segundo Silveira & Oliveira (2021) o mercado de carbono se caracteriza em dois mercados de créditos de carbono no mundo, sendo eles: mercado oficial e o mercado voluntário. Por meio deste protocolo, foi proposto o estabelecimento de um sistema de comércio de emissões, no qual países desenvolvidos poderiam vender créditos de carbono para aqueles com obrigações de redução de emissões. Essa abordagem baseada no princípio "quem polui, paga" incentivou a eficiência e a redução das emissões, ao mesmo tempo em que permitiu que as nações industrializadas continuassem a crescer economicamente.

Atualmente, o mercado de carbono é uma realidade crescente em muitos países e regiões ao redor do mundo. Desde a criação do Protocolo de Quioto, diversos instrumentos e mecanismos foram desenvolvidos para impulsionar o comércio de créditos de carbono. De acordo com (Tito et al, 2009) são três os mecanismos que flexibilizam e auxiliam os países desenvolvidos a baterem suas metas de redução estipuladas no protocolo de Quioto; sendo eles: Implementação Conjunta (IC), Comércio de Emissões (CE), e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) o principal deles é o Comércio de Emissões (CE), no qual as empresas são obrigadas a adquirir permissões ou créditos de carbono para compensar suas emissões de GEE. Essas permissões podem ser transacionadas no mercado, possibilitando a redução de emissões a um custo mais eficiente.

Além do CE, existem outras modalidades de mercado de carbono, como os projetos de Reduções Certificadas de Emissões (RCE). Nesse modelo, projetos que promovam a redução das emissões podem gerar créditos de carbono que podem ser vendidos no mercado. Dessa forma, as empresas podem investir em iniciativas de neutralização de emissões, contribuindo para a mitigação dos impactos ambientais.

No entanto, apesar do avanço do mercado de carbono, ainda existem desafios a serem superados. Um dos principais obstáculos é a padronização e transparência dos critérios de mensuração e verificação das reduções de emissões. A falta de uniformidade dificulta a comparabilidade e a credibilidade dos créditos de carbono, tornando essencial um processo de certificação confiável. No Brasil em 2023 a Comissão do Senado Federal adiou pela segunda vez a votação do projeto que cria o mercado de crédito de carbono que trata da questão do

mercado de carbono regulado pelo estado (legislação, taxaço e aplicaço de multas) e o mercado de carbono voluntário (que trata do terceiro setor) (JORNAL, 2023).

3 CHEGADA DO MERCADO DE CARBONO AO BRASIL E A AGRICULTURA FAMILIAR: INICIATIVAS DE REGULAMENTAÇÃO

Para (Ganem et al, 2015) a origem das sociedades está ligada à agricultura, porém, esta atividade impacta significativamente ecossistemas inteiros. É crucial desenvolver uma nova base de conhecimento que favoreça modelos agropecuários visando a sustentabilidade isso envolve controlar o conhecimento demográfico, promover hábitos alimentares saudáveis e sustentáveis, assegurar a alimentação, incluir socioeconomicamente a população rural de baixa renda, manter a presença da população rural no campo e até incentivar o retorno daqueles que atualmente sobrevivem nas cidades. Além disso, é fundamental descarbonizar a economia, adaptar as culturas agrícolas às mudanças climáticas, investir em armazenagem para regular estoques e reduzir o desperdício de alimentos.

De acordo com Souza e Albuquerque (2023) os agricultores familiares correspondem a 75% das propriedades rurais do país, levando a agricultura familiar a desempenhar um papel crucial no mercado econômico. Segundo a EMBRAPA (2014) não existe um termo definido que conceitue agricultura familiar, porém no Brasil, alguns critérios foram definidos no que determinam o pertencimento, ou não, de uma produção agrícola em um contexto familiar. Porém, segundo a legislação nº 11.326/2006, é necessário que um indivíduo seja classificado como agricultor familiar se sua propriedade possuir, no máximo quatro módulos fiscais, levando em consideração a variação municipal e a proximidade com zonas urbana e rural. Além disso, é essencial que a mão de obra predominantemente empregada seja da própria família, e a base da sustentação da renda familiar provenha das atividades econômicas ligadas ao empreendimento agrícola (Senado Federal, 2006).

O mercado de carbono ganhou espaço no Brasil principalmente a partir do acordo de Quioto, onde o país assumiu compromissos e metas de redução de emissões. Contudo, foi com o mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) que o Brasil se tornou um participante ativo. O MDL permitiu que projetos sustentáveis geradores de créditos de carbono fossem desenvolvidos, incentivando diversos setores, inclusive a agricultura familiar, a buscar práticas mais sustentáveis

A agricultura familiar ao adotar práticas sustentáveis, podem se beneficiar do mercado de carbono. Exemplos incluem a implementação de sistemas agroflorestais, agroecologia,

manejo de resíduos, manejo integrado de culturas e pecuária e a recuperação de áreas degradadas, como o reflorestamento de árvores nativas. Ao se engajarem nesse mercado, os agricultores familiares podem receber compensações financeiras por suas ações na redução das emissões de carbono. Essas práticas não só reduzem emissões, mas também promovem a resiliência climática e a conservação da biodiversidade, fatores importantes para a obtenção de créditos de carbono.

Segundo o Congresso Nacional (2023) tramita um projeto de lei no qual dispõe sobre o direito à participação na Comercialização de Créditos de Carbono em áreas ocupadas por agricultores familiares e pequenos proprietários rurais. As vantagens incluem a geração de renda adicional para agricultores, incentivo à adoção de práticas sustentáveis, apoio através de programas, projetos e iniciativas voltadas para a promoção do bem-estar social, a valorização da cultura local e a gestão ambiental e territorial.

No entanto, apesar dos benefícios, a agricultura familiar enfrenta desafios como: burocracia, barreiras financeiras, dificuldade na medição, verificação das reduções de emissões. A falta de conhecimento técnico são obstáculos comum, a falta de acesso a programas de certificação também pode ser um impeditivo, limitando o engajamento de pequenos agricultores, falta de informações e de pesquisas que apontem a viabilidade e os impactos na adoção dessas práticas seguras para os pequenos produtores além de necessidade de investimentos iniciais podem representar uma grande barreira é importante essa reflexão para que se veja as oportunidades, desafios e ameaças da prática do mercado do crédito de carbono na agricultura familiar.

Para Tito et al (2009) a ausência de meios precisos e acessíveis para avaliar e controlar os estoques de carbono representa um dos principais desafios para a execução de iniciativas que visam integrar comunidades de produtores familiares nos mercados de carbono.

Segundo Zanetti *et al.* (2009) o acesso dos pequenos agricultores à compensação financeira pelos serviços ambientais de suas práticas agrícolas, particularmente sob o protocolo de Quioto, é praticamente nulo. Isso se deve às características intrínsecas da agricultura familiar, como sua descentralização, falta de organização e limitações na capacidade de se alinhar às demandas do mercado de carbono.

Não podemos falar de agricultura familiar, sem falar dos programas que contemplam os pequenos produtores rurais. Sendo eles, o Pronaf (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar) e o Programa ABC (Agricultura de Baixo Carbono) são iniciativas relevantes no contexto agrícola brasileiro. O Pronaf visa fortalecer a agricultura familiar,

promovendo o acesso a crédito e recursos para melhorar a produtividade e sustentabilidade das pequenas propriedades.

De acordo com o MAPA (Ministério da Agricultura e Pecuária) no âmbito do mercado de carbono, o Programa ABC desempenha um papel fundamental. Ele se concentra em práticas agrícolas que reduzem as emissões de gases de efeito estufa, contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas. Isso inclui o estímulo ao uso de tecnologias mais eficientes, como sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) e técnicas de plantio direto.

O Pronaf, ao apoiar a agricultura familiar, pode atuar como um agente de implementação dessas práticas sustentáveis. Os agricultores familiares podem acessar recursos do Pronaf para adotar tecnologias mais limpas e ambientalmente amigáveis, colaborando assim para a redução das emissões de carbono na agricultura.

Ambos os programas têm potencial para criar sinergias positivas, integrando esforços para promover uma agricultura mais sustentável e resiliente. A combinação do apoio financeiro do Pronaf com as diretrizes e práticas do programa ABC pode resultar em benefícios ambientais significativos, ao mesmo tempo que fortalece a base produtiva da agricultura familiar.

3 MÉTODO E PROCEDIMENTOS DA PESQUISA

Nesta etapa será apresentado a metodologia utilizada, juntamente com as delimitações do universo da pesquisa, as técnicas de coleta de dados na busca dos artigos nas bases Scielo (caracterizada por ser um banco de dados multidisciplinar de resumos e citações com ampla cobertura de literatura científica, técnica, médica e de ciências sociais) e Scopus (é compreendida como uma biblioteca digital de livre acesso e um projeto cooperativo de publicação digital de periódicos científicos).

É uma pesquisa de caráter bibliográfico que utiliza a revisão sistemática para fazer as reflexões e discussões da pesquisa. No primeiro momento foi realizado o levantamento bibliográfico para o embasamento teórico, seguido da coleta de dados nas bases Scielo e Scopus, os artigos recuperados foram organizados na planilha Excel, sendo analisado o resumo dos artigos encontrados e selecionados aqueles que seriam viáveis para a pesquisa. Na coleta se chegou a estas informações: na Scielo se conseguiu recuperar quatorze (14) publicações, enquanto na Scopus foi cinquenta e três publicações (53).

A partir da coleta de dados dos artigos recuperados, para a análise de revisão sistemática, foi realizado os procedimentos de análise dos textos por meio da construção do gráfico de ramificação de assuntos (**Figura 01** - Gráfico de ramificação) que é possível uma visualização

do conteúdo de assunto abordado com as relações e interconexões entre os temas. Em outro momento foi construído uma nuvem de palavras (**Figura 02** - Nuvem de palavras) que possibilita uma visualização gráfica das palavras mais frequentemente citadas em um conjunto de dados, que seria os termos mais frequentes nos artigos da revisão sistemática. No terceiro momento (**Figura 03** - Análise de correlação entre os artigos) é realizada uma análise gráfica que examina a correlação entre diversos artigos com o objetivo de explicar as maneiras pelas quais estes textos se interligam ou divergem e qual a intensidade dessas correlações entre os artigos, ou seja, em qual ponto em comum esses artigos se cruzam. Na quarta e última figura (**Figura 04** - apresenta um valor de análise de sentimento) esse sentimento pode ser positivo ou negativo, a análise indica que os termos usados nos textos são em sua maioria associados a sentimentos ou avaliações positivas, e por meio desses critérios de análise dos artigos se parte para as discussões dos resultados e as considerações finais.

4 RESULTADOS DA PESQUISA

Nesta seção será apresentado o estado da arte sobre o crédito de carbono no contexto da agricultura familiar e os desafios e estratégias de sustentabilidade ambiental e econômica no contexto da agricultura familiar e o crédito de carbono.

4.1 O estado da arte sobre o crédito de carbono no contexto da agricultura familiar

Iniciando a apresentação dos resultados, a primeira seção deste artigo oferece uma análise integrada dos artigos que constituem a base de dados final. A figura a seguir ilustra a nuvem de palavras e o gráfico de ramificação de assuntos, proporcionando uma noção visual do conteúdo abordado. A análise integrada revela padrões e tendências emergentes nos artigos, proporcionando uma compreensão mais aprofundada das relações e interconexões entre os temas abordados.

A imagem apresenta um conjunto de palavras-chave inter-relacionadas que emergem dos artigos analisados na revisão sistemática, representando os temas frequentemente discutidos ou de maior importância. Aqui estão algumas interpretações adicionais das ramificações de conceitos.

Figura 01 - Gráfico de ramificação

carbon	agricultur	developm	returns	social	new	sustaina	sustain	using	value	analys	based	brazil	clean	ecolo
				credits	cdm	ecosyste	capital	farmer	ofs	organ	produ	rate	resea	showe
	systems	forest	services			higher	costs	import	stock	area	count	data	devel	eco
economic		study	deforesta	financial	climate	key	estima	manag	system	emissi	amaz	annua	appro	areas
	agricultur			results	credit	per	farm	marke	valuat	food	basis	contra	crop	efficie
land		change	productio	tourism	model	project	income	mecha	additio	hectar	brazi	emis	inter	key
	environm	farming	family	also	projects	region	natural	net	affect	pes	cli	help	may	modnati
use														objective

Fonte: Nvivo 14/Autor (2024).

As palavras destacadas, como "*carbon*", "*agriculture*", "*development*", "*social*", "*sustainable*", "*forest*", "*economic*", e "*land use*", indicam os temas centrais dos artigos. Termos como "*cdm*" (*Clean Development Mechanism*), "*credits*", "*financial*", "*climate change*", e "*farming family*" sugerem que os estudos tratam da relação entre práticas agrícolas, desenvolvimento sustentável e mecanismos financeiros como créditos de carbono.

A proeminência de palavras como "carbono" e "créditos" sugere um foco em mecanismos de comércio de carbono ou finanças de carbono, particularmente dentro do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), o que provavelmente se relaciona com a forma como esses esquemas são utilizados ou impactam o desenvolvimento agrícola e a agricultura familiar.

A justaposição de "econômico" e "social" com "sustentável" e "desenvolvimento" destaca uma dupla ênfase tanto na viabilidade financeira quanto nas dimensões sociais das práticas sustentáveis na agricultura. Isso indica uma exploração de como incentivos econômicos, como créditos de carbono, podem apoiar objetivos sociais e práticas agrícolas sustentáveis.

O termo "floresta" ao lado de "uso da terra" e "desmatamento" implica uma investigação sobre práticas de manejo da terra, conservação florestal ou reflorestamento, como se relacionam com o sequestro de carbono, que é um aspecto crucial na mitigação das mudanças climáticas. Termos como "*climate change*" (mudanças climáticas) e "*deforestation*" (desmatamento) apontam para uma exploração dos impactos ambientais da agricultura e como as estratégias para combater ou mitigar esses impactos são discutidas nos artigos.

Os termos "*agriculture*" e "*production*" são proeminentes, indicando uma concentração nos métodos de produção agrícola, que são vitais para a sustentabilidade e para a capacidade de sequestrar carbono. A presença marcante do termo "*economic*" ao lado de "*returns*" sugere que os estudos provavelmente exploram a viabilidade financeira e os benefícios econômicos que os créditos de carbono podem oferecer aos agricultores familiares.

A inclusão de "*land use*" e "*deforestation*" ressalta o reconhecimento de que o uso da terra, especialmente a gestão florestal e as práticas de conservação, é um componente crucial para a mitigação das mudanças climáticas e para o alcance dos objetivos ambientais.

O termo "*development*" salienta a importância de considerar o desenvolvimento sustentável dentro dos discursos sobre agricultura familiar, enquanto os termos "*social*" e "*family*" reforçam a ideia de que essas práticas não são apenas questões de eficiência e lucratividade, mas também questões que afetam profundamente a vida social e o tecido das comunidades rurais.

A menção de "*climate change*" confirma que a revisão aborda o papel da agricultura familiar nas estratégias de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, enquanto "*ecosystem services*" destaca o reconhecimento dos múltiplos benefícios que os sistemas agrícolas bem geridos podem fornecer, tanto em termos de sequestro de carbono como na manutenção da biodiversidade e do bem-estar ecológico.

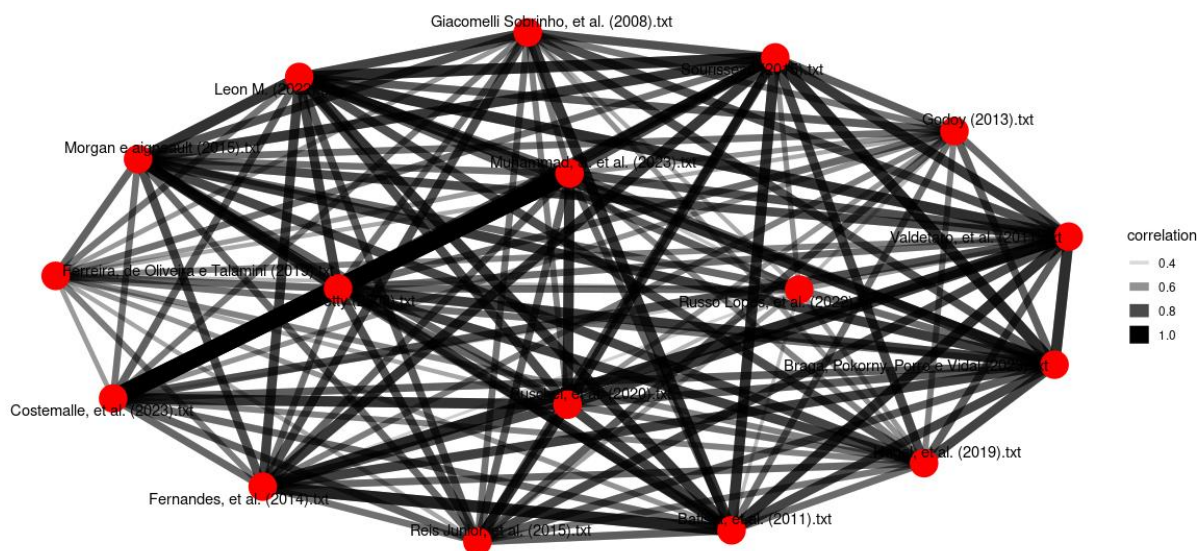
Curiosamente, o termo "*tourism*" pode indicar uma análise sobre como práticas agrícolas sustentáveis podem ser integradas com outras atividades econômicas, como o ecoturismo, proporcionando assim uma fonte de renda diversificada e sustentável.

A palavra "*sustainable*" aparece como um lembrete da necessidade de práticas agrícolas que sejam ambientalmente sustentáveis, economicamente viáveis e socialmente justas. O desafio implícito é como equilibrar esses três pilares da sustentabilidade dentro dos sistemas de agricultura familiar, especialmente quando confrontados com a necessidade de produzir alimentos de maneira responsável e responder aos desafios impostos pelas mudanças climáticas.

Assim, esta nuvem de palavras encapsula uma investigação complexa e multifacetada sobre os créditos de carbono e a agricultura familiar, tecendo juntos os aspectos econômicos, ambientais e sociais para formar um quadro compreensivo da situação atual e dos caminhos potenciais para o futuro.

A análise subsequente explora a correlação entre diversos artigos com o objetivo de elucidar as maneiras pelas quais estes textos se interligam ou divergem, culminando em uma compreensão abrangente do estado atual do conhecimento sobre a integração da agricultura familiar nas atividades relacionadas ao crédito de carbono.

Figura 03 - Análise de correlação entre os artigos.



Fonte: Rcomander/Autor (2024).

A imagem acima apresenta uma representação gráfica de uma análise de rede da uma revisão sistemática da literatura, onde os nós (os pontos vermelhos) representam os artigos e as arestas (as linhas pretas) representam as correlações entre eles. A espessura das arestas parece indicar o grau de correlação, com linhas mais espessas representando uma correlação mais forte.

A imagem mostra que alguns artigos estão muito mais conectados do que outros. Os nós com mais arestas sugerem artigos que podem ser fundamentais no campo de estudo, atuando como pontos-chave para a disseminação de conhecimento e influência. Estes artigos altamente conectados podem ser revisões importantes, estudos seminais ou pesquisas abrangentes que outros pesquisadores referenciam frequentemente.

Podemos observar que há um núcleo central de artigos que estão fortemente interconectados, sugerindo que estes trabalhos estão possivelmente citando um ao outro ou tratando de tópicos muito relacionados. Alguns artigos, como "Godoy (2013).txt" e "Valde *et al.* (2011).txt", parecem ser pontos centrais de alta conectividade, o que pode indicar que eles são trabalhos de referência ou que oferecem uma contribuição significativa para o campo de estudo. Isso pode ser um indicativo de que esses artigos têm uma influência substancial sobre o tema ou são frequentemente citados por outros trabalhos na área.

Os diferentes graus de correlação, indicados pela escala de cor preta à direita, mostram a intensidade da relação entre os artigos, que varia de 0.4 a 1.0. Isso sugere que a análise atribuiu valores numéricos para quantificar a força da associação entre os textos.

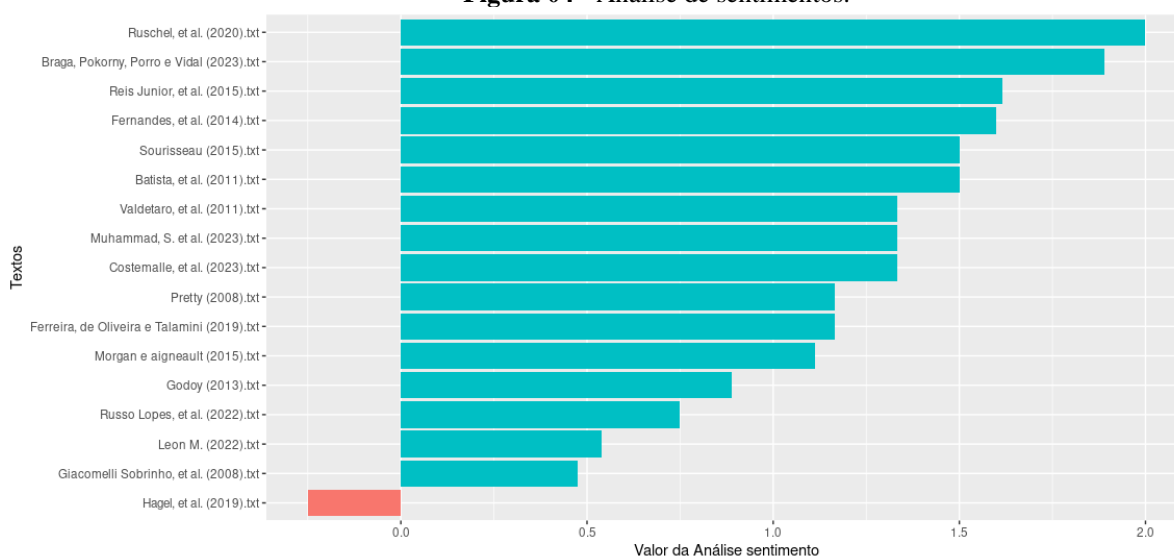
Alguns artigos podem funcionar como pontes entre diferentes clusters, indicando que eles podem abranger múltiplos temas ou conectar diferentes áreas de pesquisa. Esses artigos

são cruciais para a integração do conhecimento entre campos de estudo que, de outra forma, poderiam permanecer isolados.

Enquanto a visualização fornece uma visão geral das relações entre os artigos, ela não nos informa sobre o conteúdo, qualidade ou impacto dos artigos além de sua interconexão. Sendo necessário ler cada artigo e entender seu conteúdo para tirar conclusões mais fundamentadas sobre seu papel no campo de estudo, o que foi feito na análise do segundo tópico desta seção de resultados

A análise final desta seção aborda a avaliação de sentimentos, visando desvendar as impressões predominantes extraídas dos textos e determinar a sua associação com sentimentos positivos ou negativos. Esta investigação é projetada para discernir a natureza emocional dos textos, revelando como eles são percebidos em termos de conotação afetiva e qualitativa.

Figura 04 - Análise de sentimentos.



Fonte: Rcomander/Autor (2024).

A maior parte dos textos apresenta um valor de análise de sentimento positivo, indicando que os termos usados nos textos são em sua maioria associados a sentimentos ou avaliações positivas. Isso pode refletir um discurso geralmente otimista ou favorável em relação aos tópicos discutidos, como os benefícios da agricultura familiar, a eficácia dos créditos de carbono, ou os avanços no desenvolvimento sustentável.

A positividade detectada na análise de sentimento dos textos pode refletir discussões sobre as vantagens dos créditos de carbono para a agricultura familiar, a eficácia de novas tecnologias ou métodos sustentáveis, ou as contribuições potenciais dessas práticas para o desenvolvimento econômico e a mitigação das mudanças climáticas.

Notavelmente, o texto de Hagel, *et al.* (2019) mostra um valor negativo de sentimento, indicando que os termos utilizados neste documento estão mais associados a sentimentos negativos. Isso pode apontar para desafios, críticas ou problemas identificados pelos autores em relação ao tema tratado.

É importante notar que a análise de sentimento é uma ferramenta que pode ser usada para obter uma impressão geral do tom ou da postura emocional de um texto, mas pode não ser conclusiva sobre a qualidade ou o conteúdo factual do documento. Ela é especialmente útil para destacar tendências em grandes volumes de texto, mas sempre deve ser complementada por uma leitura e análise detalhada do conteúdo real dos documentos.

Este tipo de análise pode ser particularmente relevante para identificar quais áreas do tópico estão recebendo avaliações mais positivas ou negativas, o que pode ser um indicativo de consenso na comunidade científica ou de áreas que podem necessitar de mais pesquisa e atenção.

No entanto, é crucial destacar que a análise de sentimento não mede a validade científica ou a precisão do conteúdo dos textos; ela simplesmente fornece uma medida do tom emocional geral. Frases que expressam resultados positivos ou progresso podem contribuir para a pontuação positiva, mesmo que haja cautela ou limitações discutidas nos textos.

A análise exploratória dos artigos sobre o crédito de carbono no contexto da agricultura familiar revelou uma tessitura complexa de temas interconectados, refletindo a multidimensionalidade deste campo de estudo. Através da combinação de visualizações de dados como nuvens de palavras e gráficos de ramificação, foi possível discernir a prevalência e a inter-relação de conceitos-chave. Palavras como "carbono", "agricultura", "desenvolvimento" e "sustentável" emergiram como núcleos temáticos, sublinhando a importância dos créditos de carbono como elo entre a mitigação das mudanças climáticas e o avanço da agricultura familiar.

Estes termos, ao orbitarem um ao outro na visualização, ilustram o entrelaçamento de considerações econômicas e ambientais com a prática agrícola. A predominância de termos como "créditos" e "CDM" (Clean Development Mechanism) sugere um exame focado nos mecanismos de mercado destinados a incentivar práticas agrícolas mais limpas. A associação entre "agricultura" e "produção" aponta para um debate sobre os métodos de produção agrícola que são essenciais para a sustentabilidade e o sequestro de carbono, ao passo que a ênfase em "uso da terra" e "desmatamento" ressalta o papel crítico do manejo da terra na luta contra as mudanças climáticas.

A análise de correlação, por sua vez, forneceu uma visão estrutural das conexões entre os artigos, destacando alguns como pontos centrais no diálogo acadêmico, indicados por múltiplas interligações. Esta rede de conhecimento sugere que determinados estudos funcionam como pilares fundamentais, informando e influenciando o corpus da pesquisa sobre o crédito de carbono na agricultura familiar.

A avaliação de sentimentos adicionou uma dimensão qualitativa à análise, sugerindo um tom geralmente otimista na literatura, com exceção de um artigo, que parece oferecer uma perspectiva mais cautelosa ou crítica. Este insight é valioso, pois aponta para uma tendência geral de reconhecimento dos benefícios potenciais dos créditos de carbono, enquanto também destaca a necessidade de abordar desafios específicos.

A próxima seção oferece uma descrição detalhada dos artigos que formam o cerne deste estado da arte, enfatizando os achados mais relevantes. Ela explora a intersecção entre os objetivos propostos, avaliando os desafios enfrentados e as estratégias implementadas para promover a sustentabilidade ambiental e econômica na agricultura familiar. Esta análise sintetiza as contribuições críticas de cada artigo para o entendimento coletivo do tema e destaca as perspectivas para futuras pesquisas.

4.2 Créditos de Carbono na Agricultura Familiar: Desafios e Estratégias para a Sustentabilidade Ambiental e Econômica

O artigo de Pretty (2008) discute a necessidade de desenvolver tecnologias e práticas sustentáveis na agricultura que não prejudiquem os bens e serviços ambientais, sejam acessíveis e eficazes para os agricultores, e levem a melhorias na produtividade alimentar. Aborda a importância de integrar processos biológicos e ecológicos na produção de alimentos, minimizar o uso de insumos não renováveis prejudiciais ao meio ambiente ou à saúde, e fazer uso produtivo do conhecimento e habilidades dos agricultores, assim como da capacidade coletiva das pessoas para resolver problemas comuns de recursos naturais.

O artigo de Batista *et al.* (2011) avalia a robustez dos Métodos de Grant, Vora & Weeks e Monte Carlo de Mínimos Quadrados na avaliação de projetos de geração renovável desenvolvidos conforme as regras do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo do Protocolo de Quioto. Utiliza o modelo NEWAVE para gerar sequências de despacho futuro para todos os geradores conectados à rede brasileira, considerando a incerteza na evolução temporal da linha de base do projeto e estimando o incremento do pagamento do mercado de carbono usando a Abordagem de Opções Reais. Este estudo contribui para o entendimento de práticas e estratégias relacionadas ao uso de créditos de carbono, especificamente em projetos de energia

renovável, o que é relevante para o objetivo específico de identificar práticas e estratégias na agricultura familiar, ainda que indiretamente por focar em energia renovável.

O estudo de Valdetaro *et al.* (2011) analisa a contribuição dos créditos de carbono na viabilidade econômica de contratos de promoção florestal no extremo sul da Bahia, Brasil. Usando indicadores financeiros como Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Valor Anual Equivalente (VAE), o estudo conclui que a venda de créditos de carbono pode aumentar significativamente a viabilidade financeira dos contratos de promoção florestal, tornando o comércio de créditos de carbono uma atividade viável na região.

O estudo de Morgan e Daigneault (2015) desenvolveu o modelo Agent-based Rural Land Use New Zealand para explorar os impactos econômicos, ambientais e de uso da terra de políticas no setor agrícola, focando na modelagem do impacto de um preço para gases de efeito estufa no uso da terra em fazendas, receita líquida, e indicadores ambientais nas bacias de Hurunui e Waiau, Nova Zelândia. Os resultados indicam que a receita líquida das fazendas tende a aumentar ao longo do tempo, independentemente do preço dos gases de efeito estufa, enquanto as emissões de gases de efeito estufa tendem a diminuir, especialmente com preços mais altos para esses gases, devido à expansão da silvicultura em terras de baixa produtividade. Este estudo contribui para o objetivo de avaliar os benefícios potenciais da adoção de créditos de carbono na agricultura familiar, mostrando como políticas ambientais podem influenciar positivamente tanto a economia quanto a sustentabilidade ambiental no setor agrícola.

O estudo de Reis Junior *et al.* (2015) analisa informações em relatórios de sustentabilidade sobre potenciais créditos de carbono obtidos por meio de projetos do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), além de examinar a percepção de especialistas sobre obstáculos ao ingresso no mercado de créditos de carbono. Conclui que economias de custos, marketing empresarial e certificações são motivadores maiores do que os próprios créditos de carbono, indicando um potencial significativo para ganhos financeiros adicionais por meio de eficiência energética e reestruturação de habitats.

O trabalho de Sourisseau (2015) destaca a agricultura familiar como a forma predominante de agricultura no mundo, especialmente nos países em desenvolvimento, e a coloca no centro dos debates sobre desenvolvimento agrícola. Ele busca enriquecer os debates ao ajudar a superar estereótipos e demonstra a grande adaptabilidade dos sistemas de agricultura familiar, bem como suas limitações. O trabalho defende um compromisso das políticas públicas em favor da agricultura familiar nos países em desenvolvimento e ressalta a importância de ações planejadas e adaptadas ao caráter familiar dos modelos agrícolas. Dentre

as principais reflexões do trabalho, há um destaque para como o autor destaca que o modelo de crédito de carbono não é adequado à agricultura familiar.

O estudo de Hagel *et al.* (2019) examina a agricultura irrigada ao longo do baixo-médio rio São Francisco, no Nordeste do Brasil, e seu papel na redução da pobreza rural em áreas afetadas pela construção do Reservatório de Itaparica. Identifica fatores socioeconômicos e a escolha de culturas que influenciam a renda agrícola. Desafios como infraestrutura insuficiente, acesso limitado ao mercado, e falta de crédito ameaçam a subsistência dos pequenos agricultores, os autores destacam como o crédito de carbono não se adequa a realidade de pequenos agricultores. Sugere por fim que a extensão agrícola e investimentos em infraestrutura como soluções para melhorar a renda e prevenir o êxodo rural.

O estudo de Ruschel *et al.* (2020) apresenta o potencial de fixação de carbono e a provisão de serviços ecossistêmicos das Áreas de Preservação Permanente dos cursos d'água de Campinas-SP, Brasil. A pesquisa calculou o custo de abatimento do carbono e o comparou com o valor comercializável dos créditos de carbono, descobrindo que a venda de créditos cobriria até 46% dos custos de implementação do projeto. A recuperação dessas áreas traz benefícios adicionais que, em uma análise custo-benefício, representam a maior parte dos benefícios totais, tornando a recuperação economicamente viável.

O estudo de Leon (2022) avalia o efeito do desmatamento sobre as mudanças climáticas no Equador entre 1990–2020, utilizando dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. Aplicando testes de co-integração de Johansen, modelos VAR e VEC, e causalidade de Granger, descobriu-se que o desmatamento afeta indiretamente as mudanças climáticas através de relações de curto e longo prazo entre agricultura, pecuária, desmatamento e mudanças climáticas. O estudo recomenda reflorestamento intensivo, apoio governamental em créditos, subsídios, treinamento e tecnologia para reduzir as emissões de gases poluentes.

O estudo de Russo Lopes *et al.* (2022) explora a persistência do desmatamento tropical como um caso de "lock-in" e examina as formas múltiplas de bloqueio tecnológico, econômico, institucional e sócio-cognitivo que impulsionam sistemicamente o desmatamento em assentamentos de Reforma Agrária na Amazônia Brasileira. Argumenta que escapar do "lock-in" do desmatamento pode exigir forças externas para ajudar a desestabilizar e eventualmente substituir este regime de uso da terra insustentável, sugerindo uma abordagem mais abrangente e coordenada para abordar os elementos desse regime de maneira a substituí-lo como sistema.

O estudo de Muhammad *et al.* (2023) explora a avaliação econômica dos serviços ecossistêmicos de ecoturismo e estoque de carbono no vale de Miandam, Paquistão,

recomendando a implementação de uma estratégia de Pagamento por Serviços Ecossistêmicos (PES) para promover a gestão florestal sustentável, com base na valoração desses serviços. Este trabalho destaca a importância de integrar avaliações econômicas na gestão florestal para a sustentabilidade ambiental.

O estudo de Braga *et al.* (2023) destaca a importância do equilíbrio entre ambiente e estabilidade econômica para o desenvolvimento rural sustentável, os autores examinam o nível de vida de pequenos agricultores que cultivam cacau em comparação com aqueles que criam gado, considerando os impactos na conservação da floresta. A análise revela que ambas as estratégias podem proporcionar um padrão de vida aceitável, especialmente para famílias que combinam ambos os sistemas de produção. Tecnologia e tamanho das propriedades são os principais fatores que afetam o nível de vida, por fim, destacam a necessidade de investimentos coordenados para o desenvolvimento local sustentável, incluindo sistemas de produção sustentáveis e melhorias na infraestrutura social rural.

O estudo de Costemalle *et al.* (2023) aborda a influência da expansão urbana na transformação de paisagens naturais em paisagens urbanas, causando degradação ambiental e vulnerabilidade às mudanças climáticas, especialmente às ilhas de calor. O estudo, focado em Juiz de Fora (Minas Gerais, Sudeste do Brasil), utiliza o software i-Tree Canopy para estimar os serviços ecossistêmicos proporcionados pelas florestas urbanas e periurbanas (FUPs). Esses serviços incluem a remoção de poluentes atmosféricos, a remoção de carbono atmosférico, o estoque de carbono na vegetação e os benefícios monetários do carbono sequestrado. Os resultados indicam significativos benefícios ambientais e econômicos, destacando o potencial das FUPs de Juiz de Fora para promover esses aspectos positivos.

O estudo de Fernandes *et al.* (2014) explora o dilema entre os retornos econômicos da expansão agropecuária no Brasil e o significativo passivo ambiental associado. Concentrando-se na região Centro-Norte do Estado do Mato Grosso, simulando cenários de produção agropecuária. Utilizando modelos de programação linear, avalia o potencial dos sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP) como alternativa de baixa emissão de carbono em comparação aos métodos tradicionais. Os resultados indicam que, apesar do potencial ambiental dos sistemas de ILP, eles não são atrativos economicamente para os produtores na região, e as ferramentas do Programa Nacional para uma Agricultura de Baixo Carbono (Programa ABC) não são suficientes para promover esses sistemas. O estudo também examina o impacto dos Certificados de Redução de Emissões (CRE) na área plantada em sistemas de ILP, sugerindo que o crédito de carbono pode ser uma ferramenta valiosa para incentivar essas práticas, proporcionando ganhos econômicos significativos para os produtores.

O estudo de Godoy (2013) investiga os custos de transação nos projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) e sua influência no desenvolvimento e eficiência desses projetos. A pesquisa analisa as variáveis que afetam as diferenças entre as reduções de emissões estimadas e as reduções realmente verificadas em projetos de MDL, especialmente em projetos agrícolas. Os resultados indicam que a maioria dos projetos não apresenta desempenho satisfatório em volume de reduções, a maioria atinge mais de 91% de SR. Os setores mais eficientes no Brasil são N₂O e troca de energia fóssil, enquanto os menos eficientes são os setores de agricultura e resíduos sólidos. Conclui-se que os custos de transação, especialmente os custos ex ante relacionados a falhas de informação e problemas de mensuração, afetam o sucesso dos projetos de MDL.

O estudo de Giacomelli (2008) aborda o papel do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), especialmente a modalidade florestal, no contexto do Protocolo de Kyoto como ferramenta para enfrentar a mudança climática. O estudo concentra-se no suposto trade-off entre plantações florestais (florestamento/reflorestamento) e a perda de florestas naturais. Utilizando uma análise bioeconômica sem variáveis monetárias, o sequestro florestal de carbono no Rio Grande do Sul é avaliado. Os resultados destacam a importância da situação ecológica (dívida, crédito ou equilíbrio) de um país ou região na sustentação do crescimento econômico. O estudo compara as vantagens econômicas e ambientais das estratégias do MDL e da conservação de florestas naturais em diferentes cenários, concluindo que o MDL pode aliviar pressões ambientais apenas em locais com crédito ecológico, enquanto não substitui a conservação de florestas nativas onde há endividamento ecológico.

O estudo de Ferreira (2022) destaca a importância da terra como um recurso limitado essencial para meios de subsistência, especialmente diante da crescente pressão por alimentos e outras matérias-primas. O trabalho compara os retornos financeiros por hectare em explorações agrícolas utilizando sistemas de agricultura biológica (SAO) e sistemas de agricultura convencional (SFC). Ao monitorar os fluxos financeiros de duas fazendas ao longo de 4 (SAO) e 5 (SFC) anos, o autor calcula indicadores de retorno financeiro e discute outros retornos (sociais, econômicos, ambientais).

Os resultados indicam que o SAO tem custos, receitas e lucros por hectare significativamente mais elevados em comparação ao SFC. Apesar de ambos os sistemas apresentarem retornos financeiros positivos, o SAO demonstra um lucro líquido médio 21 vezes superior ao SFC. Além disso, o SAO exibe melhores retornos em termos de empregos diretos, distribuição de renda, alimentos saudáveis, valor agregado ao PIB, biodiversidade, e pegada de terra, entre outros. O autor conclui que o SAO proporciona maiores retornos financeiros,

sociais, econômicos e ambientais por unidade de terra, apesar de ocupar apenas 0,5% da área agrícola brasileira.

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A proposta deste artigo foi apresentar a concepção do estado da arte em relação aos créditos de carbono e sua influência na agricultura familiar e por meio dos textos recuperados nas bases como na Scopus e na Scielo, chegou-se aos seguintes resultados.

A discussão dos resultados do trabalho foca na interseção entre o crédito de carbono e a agricultura familiar, uma área de significativo interesse tanto em termos ambientais quanto econômicos. Este trabalho apresenta uma revisão sistemática da literatura, destacando a escassez de estudos específicos sobre a temática e as dificuldades encontradas pela agricultura familiar para ingressar no mercado de créditos de carbono. Os principais pontos levantados incluem aspectos descritos abaixo.

A revisão sistemática revelou uma falta de bibliografia focada especificamente nas interações entre a agricultura familiar e o mercado de créditos de carbono. Isso sugere a necessidade de mais pesquisas que abordem diretamente essa interseção, particularmente estudos que investiguem como os pequenos agricultores podem se beneficiar de maneira eficaz desse mercado.

Entre os principais obstáculos para a participação da agricultura familiar no mercado de créditos de carbono, destacam-se a complexidade burocrática, as barreiras financeiras, a dificuldade em medir e verificar reduções de emissões de carbono, e a falta de conhecimento técnico. Esses desafios indicam a necessidade de políticas públicas e iniciativas de apoio específicas que facilitem o acesso dos pequenos agricultores a esse mercado.

Apesar dos desafios, o trabalho aponta para iniciativas de políticas e pesquisas que buscam integrar a agricultura familiar nas atividades relacionadas ao crédito de carbono. Exemplos incluem a implementação de sistemas agroflorestais, agroecologia, e práticas de manejo integrado que não só contribuem para a redução de emissões de carbono mas também promovem a resiliência climática e a conservação da biodiversidade.

A análise conclui que, para que a agricultura familiar desempenhe um papel significativo no mercado de créditos de carbono, são necessários mais investimentos em pesquisa, desenvolvimento de tecnologias limpas e sustentáveis, bem como a criação de legislações específicas que garantam os direitos e deveres dos pequenos produtores rurais neste mercado.

Os resultados deste estudo destacam a potencial contribuição da agricultura familiar para a mitigação das mudanças climáticas através do mercado de créditos de carbono. No entanto, para que isso se torne uma realidade, é imprescindível o desenvolvimento de um ambiente favorável, por meio de suporte técnico, político e financeiro, que permita aos pequenos agricultores participar efetivamente deste mercado. A discussão sugere que avançar nessa direção não só ajudaria a combater as mudanças climáticas, mas também promoveria o desenvolvimento sustentável e a resiliência econômica dos agricultores familiares.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As considerações finais deste estudo refletem sobre a intersecção entre o mercado de créditos de carbono e a agricultura familiar, um tema de vital importância diante dos desafios impostos pelas mudanças climáticas e pela necessidade de promover práticas agrícolas sustentáveis. A revisão sistemática realizada proporcionou um panorama compreensivo sobre o estado atual da literatura, destacando tanto as potencialidades quanto os obstáculos para a efetiva participação da agricultura familiar no mercado de créditos de carbono.

Foi identificada uma escassez de estudos que abordam de forma específica a interface entre créditos de carbono e agricultura familiar, sugerindo uma lacuna significativa na pesquisa que precisa ser preenchida. Os desafios encontrados pelos agricultores familiares para ingressar no mercado de créditos de carbono, tais como barreiras burocráticas, financeiras, técnicas, e a falta de conhecimento específico, apontam para a necessidade de estratégias e políticas públicas que visem à capacitação e ao suporte técnico e financeiro desses agricultores.

A análise realizada também evidenciou iniciativas promissoras e estratégias que podem facilitar a integração da agricultura familiar no mercado de créditos de carbono, como a implementação de sistemas agroflorestais, agroecologia e práticas de manejo sustentável. Estas práticas, além de contribuírem para a redução das emissões de gases de efeito estufa, promovem a biodiversidade, a resiliência climática e o desenvolvimento sustentável local.

Para avançar nesta direção, é imprescindível que se fortaleçam as bases de conhecimento e técnica, por meio de investimentos em pesquisa e desenvolvimento, bem como a elaboração e implementação de legislações específicas que respaldem a participação efetiva e benéfica da agricultura familiar no mercado de créditos de carbono. Além disso, é fundamental promover um diálogo constante entre os stakeholders envolvidos - agricultores, pesquisadores, governos e organizações não governamentais - para criar um ambiente favorável

que reconheça e valorize o papel da agricultura familiar na mitigação das mudanças climáticas e no avanço para uma economia mais verde e sustentável.

Este estudo abre caminho para futuras investigações que possam explorar, de forma mais aprofundada, os mecanismos de inclusão da agricultura familiar no mercado de créditos de carbono, bem como os impactos socioeconômicos e ambientais dessa inclusão. A busca por um equilíbrio entre o desenvolvimento sustentável e a preservação ambiental passa, inevitavelmente, pela valorização e pelo fortalecimento da agricultura familiar, uma peça-chave para o futuro do planeta.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério do meio ambiente. **Protocolo de Quioto**. [2023?]. Disponível em : <https://antigo.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/protocolo-de-quioto.html>. Acesso em: 10 jan. 2024.

BRASIL. Senado Federal. **Lei nº 11.326 de 24/07/2006**: estabelece as diretrizes para a formulação da política nacional da agricultura familiar e empreendimentos familiares rurais Brasília : Senado Federal, 2006. Disponível em: Senado Federal - Brasil. Acesso em: 10 jan. 2024.

BATISTA, F. R. S. et. al. Avaliação dos métodos de Grant, Vora & Weeks e dos mínimos quadrados na determinação do valor incremental do mercado de carbono nos projetos de geração de energia elétrica no Brasil. **Pesqui. Oper. v. 31, n.1, Abr. Local: editora, 2011. disponível em <https://www.scielo.br/j/pope/a/xDD5S4Xf3hbmPQz3F6ChrVS/?lang=pt>. Acesso em 16 dez. 2023**

EMBRAPA. **Agricultura familiar e a difusa conceituação do termo**. (2014). Disponível em: Agricultura familiar e a difusa conceituação do termo - Portal Embrapa. Acesso em: 10 jan. 2024.

GANEM, R. S. (org.). **Políticas setoriais e meio ambiente**. Brasília : Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2015. 374 p. (Série temas de interesse do Legislativo ; n. 28). Disponível em: <https://bd.camara.leg.br/bd/handle/bdcamara/21119>. Acesso em: 10 jan. 2024.

GODOY, S. G. M. **Projetos de redução de emissões de gases de efeito estufa**: desempenho e custos de transação. São Paulo: Revista de Administração, jun. 2013. disponível em <https://www.scielo.br/j/rausp/a/4fNJZWwDQS7yjHKbgfcRz8J/?lang=pt>. Acesso em: 15 dez. 2023

HAGEL, H.; HOFFMANN, C.; IRMÃO, J.F. ; DOLUSCHITZ, R. Revista de Agricultura e Desenvolvimento Rural nos Trópicos e Subtrópicos. **Aspectos socioeconômicos da agricultura irrigada como meio de subsistência para famílias rurais no semiárido nordeste do Brasil** v. 120, n. 2, 2019. pg. 157-169. disponível em <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85083313113&doi=10.17170%2fkobra-20191127814&origin=inward&txGid=159b217813dcc4a0267bd7d026ea3cf4>. Acesso em: 15 dez. 2023

JORNAL Record News. Crédito de carbono: entenda como funciona. Youtube, 21 de set. 2023.
Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=qSJmbGizG5Y>

LEON, M. et. al. Efeito do desmatamento nas mudanças climáticas: **uma abordagem de cointegração e causalidade com séries temporais**. **Título da revista**. v. 14, n. 18. Local: MDPI, 2022. disponível em: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85138939782&doi=10.3390%2fsu141811303&origin=inward&txGid=5a8b5b1026f5920ecad0316eee7fdd45>. Acesso em 16 dez. 2023

LOPES, R.; LIMA, G. B. Compreendendo o aprisionamento do desmatamento: **insights de assentamentos de reforma agrária na Amazônia brasileira**. **Fronteiras nas florestas e mudanças globais**. Editora: Frontiers Media SA. v.5, 2022. disponível em <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85140602499&doi=10.3389%2fffgc.2022.951290&origin=inward&txGid=d3722cb0a82fc3f3070b8ebbd1d2c746>. Acesso em 16 dez. 2023.

MORGAN, FJ, DAIGNEAULT, A. J. **Estimando os impactos da política de mudanças climáticas no uso da terra**: Uma abordagem de modelagem baseada em agentes. v. 10, n. 5, Local: Biblioteca Pública de Ciência, 2015. disponível em: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84930645340&doi=10.1371%2fjournal.pone.0127317&origin=inward&txGid=68c84f50ab13f2f0f08718d7d652b7f3>. Acesso em 16 dez. 2023.

MUHAMMAD, S. et. al. **Pagamento por serviços ecossistêmicos (PES): uma ferramenta holística para o manejo florestal sustentável: um estudo de caso do Paquistão**. Braz. J. Biol. v ou n 83, Local: editora, 2023. disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjb/a/xVzRyGQChpLVYnwGCWyD6LC/?lang=en>. Acesso em 16 dez. 2023.

PRETTY, J. Sustentabilidade agrícola: Conceitos, princípios e evidências. **Título da revista**. Local: Sociedade Real, v. 363, n. 1491, fev. 2008. disponível em: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-40949157501&doi=10.1098%2frstb.2007.2163&origin=inward&txGid=259b761905c2a9a31ba3653c28b72498>. Acesso em 17 dez. 2023.

REIS JUNIOR, J. A. et. al. Análise da Potencialidade de Benefícios pelos Projetos MDL. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**. n. 17, v. 56. Apr-Jun Local: editora, 2015 Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbgn/a/3vRHstspzGhRKztkRMyfskd/?lang=pt>. Acesso em 16 dez. 2023.

RÜGNITZ, M. T.; CHACÓN, M. L.; PORRO, R. **Guia para Determinação de Carbono em Pequenas Propriedades Rurais**. Brasil: Centro Mundial Agroflorestal (ICRAF) / Consórcio Iniciativa Amazônica (IA), 2009. 81 p. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/biogas/wp-content/uploads/sites/34/2014/04/guia_carbono. Acesso em: 10 jan. 2024.

SEMERIA, R. R.; Demanboro Antônio Carlos. **Serviços Ecossistêmicos Urbanos: fixação de Carbono nas Áreas de Preservação Permanente de Campinas-SP**. Ambiente e Sociedade. São Paulo, Brazil. 2020. disponível em

<https://www.scielo.br/j/asoc/a/ZZxQS3KyLWC9hp67jr4KdHS/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 16 dez. 2023

SOUZA, P.; ALBUQUERQUE, A. **Agricultura familiar brasileira**: desigualdades no acesso ao crédito. Rio de Janeiro: Climate Policy Initiative, 2023. disponível em <https://www.climatepolicyinitiative.org/pt-br/publication/agricultura-familiar-brasileira-desigualdades-no-acesso-ao-credito>. Acesso em: 14 dez. 2023

SOURISSEAU, J.-M. **Agricultura familiar e os mundos vindouros**. Paris, França; Springer Holanda. Jan. 2015, pg 1-361. disponível em <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84943163031&doi=10.1007%2f978-94-017-9358-2&origin=inward&txGid=758d2934832fa134271a0ccaf75934c5>. Acesso em: 15 dez. 2023

VALDETARO, E. B. Contribuição dos créditos de carbono na viabilidade econômica dos contratos de fomento florestal no sul da Bahia. **Rev. Árvore**. v. **35**, n. **6**, dez. **Local: editora, 2011**. disponível em <https://www.scielo.br/j/rarv/a/RDTq3dpmb9HHQmcGpXZwQLg/?lang=pt#>. Acesso em **17 dez. 2023**

ZANETTI, E. A. **Fundo de carbono da agricultura familiar – FUNCAF**. [S.l]: [s.n], [2009] disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/316195/fundo-de-carbono-da-agricultura-familiar---funcaf>. Acesso em 18

Anexo B - Textos Scopus

The image shows a large table with a red background and green horizontal bands. The table contains multiple columns of text and data. The text is mostly illegible due to the red background and low resolution. The green bands appear to separate different sections or rows of data. The table is titled 'Anexo B - Textos Scopus'.

