



## POTENCIAL DE MITIGAÇÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA EM COOPERATIVAS AGRÍCOLAS, BUSCANDO A DESCARBONIZAÇÃO E SUSTENTABILIDADE<sup>1</sup>

Flávio Silva Machado<sup>2</sup>  
Cristina Moll Huther<sup>3</sup>  
Helder Gomes Costa<sup>4</sup>  
Luiz Felipe Conrado<sup>5</sup>

### Resumo

O crescimento populacional global aumentou a demanda por alimentos e esse fenômeno também contribui para impactos negativos ao meio ambiente. Embora a agricultura, se não realizada de forma correta, também pode ser parte do problema ambiental, ela também pode se tornar parte da solução. Cooperativas agropecuária estão buscando metodologias que permitam diminuir suas emissões carbono por meio de práticas sustentáveis. Serão discutidos neste artigo alguns elementos ligados à importância da mitigação dos gases de efeito estufa em cooperativas agrícolas, buscando a descarbonização e sustentabilidade. Para isso, realizou-se uma busca nas bases de dados, *SciELO*, *PubMed*, *Scopus*, *Web of Science*; e sites com revistas, *ScienceDirect*, Portal de Periódicos da CAPES, pelo uso dos descritores em português e inglês para contribuir na construção dos seguintes enfoques: Panorama geral da agricultura no Brasil e o Plano ABC; Cooperativismo a nível Brasil; Cadeias descarbonizantes na agricultura; Inovação e sustentabilidade nas cooperativas agrícolas. As cooperativas apresentam múltiplas funções, como: alimentar; econômica; social; patrimonial; recreativa; estática; e a ambiental. O Brasil é uma potência agrícola e ambiental e as cooperativas agrícolas contribuem para a consolidação dessa grandiosidade. Produzir alimentos com tecnologias eficientes e sustentáveis é o desafio dos pequenos agricultores. A implementação de metodologias que tragam redução nas emissões de carbono será um diferencial relevante para as cooperativas agrícolas, trazendo maior sustentabilidade e proporcionando uma inserção no mercado de carbono.

**Palavra-chave:** Cooperativismo; CO<sub>2</sub>; Emissões de carbono; Agricultura; Revisão.

### GREENHOUSE GAS MITIGATION POTENTIAL IN AGRICULTURAL COOPERATIVES, SEEKING DECARBONIZATION AND SUSTAINABILITY

### Abstract

Global population growth has increased demand for food and this phenomenon also contributes to negative impacts on the environment. While agriculture, if not done right, can also be part of the environmental problem, it can also become part of the solution. Agricultural cooperatives are looking for methodologies that allow them to reduce their carbon emissions through sustainable practices. Some elements related to the importance of mitigating greenhouse gases in agricultural cooperatives, seeking decarbonization and sustainability, will be discussed in this article. For this, a search was carried out in the databases, *SciELO*, *PubMed*, *Scopus*, *Web of Science*; and websites with journals, *ScienceDirect*, *Periodicals Portal of CAPES*, for the use of descriptors in Portuguese and English to contribute to the construction of the following approaches: General panorama of agriculture in Brazil and the ABC Plan; Cooperativism at the Brazilian level; Decarbonizing chains in agriculture; Innovation and sustainability in agricultural cooperatives. Cooperatives have multiple functions, such as: food; economical; Social; equity; recreational; static; and the environmental. Brazil is an agricultural and environmental power and

<sup>1</sup> Recebido: 24/06/2023. 1ª avaliação: 09/07/2023. 2ª avaliação em 03/08/2023. Publicado: 28/08/2023. DOI: <https://doi.org/10.22409/2675-4924.5834>

<sup>2</sup> Universidade Federal Fluminense. Email: [flaviomachado@id.uff.br](mailto:flaviomachado@id.uff.br)

<sup>3</sup> Universidade Federal Fluminense. Email: [cristinahuther@gmail.com](mailto:cristinahuther@gmail.com)

<sup>4</sup> Universidade Federal Fluminense. Email: [heldergc@id.uff.br](mailto:heldergc@id.uff.br)

<sup>5</sup> Universidade Federal Fluminense. Email: [luizconrado@id.uff.br](mailto:luizconrado@id.uff.br)

agricultural cooperatives contribute to the consolidation of this grandeur. Producing food with efficient and sustainable technologies is the challenge of small farmers. The implementation of methodologies that reduce carbon emissions will be a relevant differential for agricultural cooperatives, bringing greater sustainability and providing an insertion in the carbon market.

**Keyword:** Cooperativism; CO<sub>2</sub>; Carbon emissions; Agriculture; Revision.

## **POTENCIAL DE MITIGACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN COOPERATIVAS AGRÍCOLAS QUE BUSCAN LA DESCARBONIZACIÓN Y LA SOSTENIBILIDAD**

### **Resumen**

El crecimiento de la población mundial ha aumentado la demanda de alimentos y este fenómeno también contribuye a los impactos negativos sobre el medio ambiente. Si bien la agricultura, si no se hace bien, también puede ser parte del problema ambiental, también puede convertirse en parte de la solución. Las cooperativas agrícolas buscan metodologías que les permitan reducir sus emisiones de carbono a través de prácticas sostenibles. En este artículo se discutirán algunos elementos relacionados con la importancia de mitigar los gases de efecto invernadero en las cooperativas agrícolas, buscando la descarbonización y la sostenibilidad. Para ello se realizó una búsqueda en las bases de datos, *SciELO*, *PubMed*, *Scopus*, *Web of Science*; y sitios web con revistas, *ScienceDirect*, Portal de Periódicos da CAPES, para el uso de descriptores en portugués e inglés para contribuir a la construcción de los siguientes enfoques: Panorama general de la agricultura en Brasil y el Plan ABC; Cooperativismo a nivel brasileño; Cadenas de descarbonización en la agricultura; Innovación y sostenibilidad en las cooperativas agrarias. Las cooperativas tienen múltiples funciones, tales como: alimentación; económico; Social; herencia; recreativo; estático; y el ambiental. Brasil es una potencia agrícola y ambiental y las cooperativas agrícolas contribuyen a la consolidación de esta grandeza. Producir alimentos con tecnologías eficientes y sostenibles es el desafío de los pequeños agricultores. La implementación de metodologías que reduzcan las emisiones de carbono será un diferencial relevante para las cooperativas agropecuarias, trayendo mayor sustentabilidad y brindando una inserción en el mercado de carbono.

**Palabra clave:** Cooperativismo; CO<sub>2</sub>; Emisiones de carbon; Agricultura; Revisión.

## **INTRODUÇÃO**

Para que a humanidade seja capaz de neutralizar com sucesso os perigos das mudanças climáticas, este problema deve ser abordado em todos os níveis sociais, tanto no âmbito nacional como internacionalmente, onde as soluções serão apropriadas a todos os envolvidos. A iniciativa do seguimento agrícola brasileiro será relevante para a proteção do clima e a transição para uma bioeconomia de baixo carbono. Esse esforço exigirá uma profunda mudança nos sistemas agrários e todas as atividades que estão relacionadas ao setor (NAVARRO, 2016).

A agricultura causa forte pressão sobre o meio ambiente por meio de suas emissões de carbono e necessita cada vez mais de recursos naturais e que estão ficando escassos, tais como, terra, água e energia. Além disso, surgem preocupações com relação a viabilidade econômica da agricultura, o seu impacto ambiental e também na saúde pública de uma forma geral. Ao mesmo tempo, os requisitos regulatórios, os desejos da sociedade e as demandas do mercado estão mudando e

cada vez mais exigem que os agricultores considerem as questões de segurança alimentar, pegada de carbono e bem-estar animal e etc (SANTOS et al., 2022a)

Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Alimentos (ABIA, 2023), no seu balanço econômico anual do setor agrícola, a agricultura ocupou um lugar vital na economia, teve um faturamento de R\$ 1,075 trilhão, superando em 16,6 % do ano anterior. No mercado interno, as vendas chegaram a R\$ 770,9 bilhões, 14,3% a mais que em 2021. A geração de novos postos de trabalho no setor merece destaque: foram 58 mil novos postos de trabalho, uma expansão de 3,4%, totalizando 1,8 milhão de trabalhadores. Diante da relevância do setor o Brasil tenta adotar melhores práticas agrícolas, aumentando a produtividade e a sustentabilidade do setor (ABIA, 2023).

A agricultura brasileira é composta por empresas do agronegócio e pequenos produtores; entre os pequenos produtores temos as cooperativas agrícolas que desempenham um papel fundamental para produção de alimentos, geração de empregos e fixação do homem na terra. Essa forma de associação de agricultores representa um *player* muito importante no meio rural e também permite alcançar um equilíbrio entre as três dimensões da sustentabilidade (social, ambiental e econômica). A sustentabilidade é um desafio para todo o setor agrícola, em especial para as cooperativas agrícolas.

As cooperativas agrícolas aparecem com uma forma de superar os obstáculos do pequeno agricultor no que se refere à produtividade e novas tecnologias. Segundo o Anuário do Cooperativismo Brasileiro de 2021, o país teve 1.173 cooperativas do setor agropecuário, com mais de 1 milhão de cooperados e 223 mil funcionários. Devido à importância e grandiosidade das cooperativas, elas não poderiam ficar de fora do esforço do setor na busca de novas metodologias que venham reduzir as suas emissões de carbono e promover a descarbonização do setor (COOP, 2022).

Muitas questões podem ser levantadas sobre os custos financeiros e sociais das mudanças climáticas para as pessoas, governos, empresas e o próprio meio ambiente. Desta forma discutir alguns elementos ligados à importância da mitigação de gases de efeito estufa em cooperativas agrícolas, de forma a elencar algumas metodologias que podem ser aplicadas para buscar a descarbonização e sustentabilidade será de grande valia. A agricultura compreende uma cadeia de valores complexa e extensa, com fontes, tipos e quantidades variadas de emissões de carbono. Com o aumento da demanda global por produtos agrícolas, combustíveis

e rações, estima-se que o impacto climático do setor aumente no futuro. Sem um esforço concentrado de todos em todos os setores, não teremos sucesso na redução das emissões. Neste cenário os mercados financeiros podem desempenhar um papel importante, juntamente com as partes interessadas em toda a cadeia de valor, apoiando seus clientes na redução das emissões do setor agrícola. Já existe um ímpeto no setor financeiro para agir, como demonstrado pela medida em que as instituições financeiras estão se comprometendo a mensurar, divulgar e apoiar os esforços de redução de emissões de seus clientes.

Fator importante para motivar as cooperativas na descarbonização é a criação do mercado de carbono, a regulamentação desta nova modalidade de negócio está permitindo que agricultores desenvolvam atividades que tenham menor nível de emissões e conseqüentemente maior possibilidade de ganhos ao negociar os créditos de carbono obtidos. Quando levamos em consideração que cada crédito de carbono é equivalente a uma tonelada de carbono que não foi emitida ou que foi retirada da atmosfera, dá para entender melhor a dimensão dessa nova iniciativa e a importância para o presente e o futuro do planeta. Com o entendimento e a prática de metodologias econômicas e ambientais mais sustentáveis, a agricultura terá um cenário mais favorável para todas as partes (MARASENI et al., 2021)

A regulação do mercado de carbono do Brasil é um tema muito relevante. De acordo com o estudo Oportunidades para o Brasil em Créditos de Carbono, lançado em novembro 2022 pela ICC Brasil – Câmara de Comércio Internacional –, o país tem potencial para suprir, na próxima década, de 5% a 37,5% da demanda global do mercado voluntário. Essa projeção permitirá o Brasil alcançar as metas climáticas em reduzir suas emissões em 50% até 2030, em relação ao ano de 2005 (ICC Brasil, 2022).

O papel da agricultura na descarbonização deve ir além das emissões de carbono, pois espera-se que forneça uma resposta para demonstrar aos consumidores e investidores que agricultura e alimentação estão comprometidas com uma transição de baixo carbono. Para avançar no caminho de redução das emissões, a agricultura deve colaborar em toda a cadeia de abastecimento para limitar coletivamente as emissões, ao mesmo tempo em que adota tecnologias e práticas para melhor maximizar os recursos disponíveis (CEPEA, 2023).

Quando consideramos a produção agrícola cooperada, a comercialização é um outro fator importante, o preço depende de vários fatores de mercado e o agricultor não tem muita ação nesta precificação final de seus produtos. Neste caso, tecnologias mais limpas e de menor emissão de carbono irão ajudar os agricultores não só em suas preocupações ambientais, mas também em como lidar com o mercado e no desenvolvimento dos negócios. A tecnologia da informação e o *marketing* verde também agregarão valores aos produtos agrícolas, aumentando a produtividade e atraindo mais consumidores que consideram a sustentabilidade um fator de sobrevivência humana (GOMES & CEZAR, 2018). Assim, serão discutidos neste artigo alguns elementos ligados à importância da mitigação dos gases de efeito estufa em cooperativas agrícolas, buscando a descarbonização e sustentabilidade.

## **METODOLOGIA**

Realizou-se uma revisão narrativa, buscando publicações de amplos enfoques para desenvolver o “estado da arte” sobre a importância da mitigação de gases de efeito estufa em cooperativas agrícolas, como método de pesquisa a análise qualitativa, contendo diferentes enfoques, como: Panorama geral da agricultura no Brasil e o Plano ABC; Cooperativismo a nível Brasil; Cadeias descarbonizantes na agricultura; Inovação e sustentabilidade nas cooperativas agrícolas.

A construção desse estudo teve como etapas: 1ª) formulação da principal questão norteadora; 2ª) busca dos artigos em bases de dados; 3ª) seleção dos artigos; 4ª) utilização dos artigos selecionados; 5ª) descrição dos resultados encontrados juntamente com a discussão. A questão norteadora foi: “Qual o potencial de mitigação de gases de efeito estufa em cooperativas agrícolas, na busca da descarbonização e sustentabilidade?”

Para isso buscou-se artigos disponíveis nas bases de dados *SciELO*, *PubMed*, *Scopus*, *Web of Science*; e sites com revistas, *ScienceDirect*, Portal de Periódicos da CAPES, pelo uso dos Descritores em português e inglês: “*cooperative*”; “*cooperativa*”; “*cooperativismo*”; “*propriedades coletivas*”; “*Cooperative green innovation*”; obtidos a partir do vocabulário descrito nos artigos.

Artigos originais disponíveis nos idiomas inglês e português foram incluídos. Além disso, para complementar a discussão foram incluídas nessa revisão artigos e

reportagens de sites governamentais relacionados com os assuntos abordados, com a finalidade de fundamentar o presente estudo.

## **RESULTADOS**

### **Panorama geral da agricultura no Brasil e o Plano ABC**

O crescimento populacional aumentou a demanda por alimentos e esse fenômeno também contribui para impactos negativos ao meio ambiente. O Brasil é um grande produtor agrícola e a sua produção promove impactos ambientais, desta forma se não houver ações para reduzir esses efeitos negativos contribuiremos para o alto consumo de insumos e o aumento das emissões de gases de efeito estufa. Mas se o setor pode ser parte do problema ambiental, pode ser também parte da solução.

A agricultura no Brasil apresenta uma certa complexidade na produção, pois é desenvolvida em diferentes biomas e cada um deles apresentam variações de vegetação, ciclos de chuva, composição de solo, variações climáticas, topografias e demandas ambientais específicas, características sociais e fatores econômicos. E cada um destes fatores influenciam nos sistemas de produção agrícola, dificultando o atingimento de padrões sustentáveis de produção.

Por um longo tempo o desenvolvimento rural no Brasil, tinha como objetivo a expansão e consolidação do agronegócio, este modelo trouxe aspectos positivos, principalmente no aumento de produtividade e na geração de divisas para o país via exportação. Contudo, este modelo de desenvolvimento agrário implicou no aumento dos impactos ambientais consideráveis além dos custos sociais. São vários os impactos ambientais causados pela produção agrícola, esta atividade é considerada a que mais consome água, a que mais causa poluição por nitrato nas fontes de águas superficiais e subterrâneas, além de contribuir para o desmatamento e poluição do ar, erosão e consequente assoreamento de rios e lagos e perda de biodiversidade.

O conceito de agricultura sustentável evoluiu a partir de três perspectivas: como um sistema de produção para alcançar a autossuficiência alimentar; como um conceito de conformidade ambiental; e como um instrumento de manutenção de comunidades rurais. O conceito de sustentabilidade não é novo na prática agrícola e

a sua influência histórica é relevante para atuais pesquisas sobre a conexão entre a condição do solo, a qualidade dos alimentos e a saúde humana.

Esse modelo de produção baseado no alto consumo de insumos causam emissões adicionais de gases de efeito estufa que contribuem para as mudanças climáticas globais com a degradação do solo (compactação, erosão e redução dos níveis de matéria orgânica e fertilidade do solo) e redução da biodiversidade, entre outras perdas.

O Brasil, mesmo não sendo o maior emissor de dióxido de carbono, tem um papel fundamental graças às emissões associadas à mudança de uso da terra, ou seja, às queimadas e à criação de gado. A pecuária é responsável por 79,4% das emissões, com destaque para o metano produzido pela eructação (arroto) do rebanho bovino. Na agricultura, a alta é no uso de fertilizantes nitrogenados e o uso de calcário nas lavouras, que foram os principais fatores a influenciar no aumento. Se fosse um país, o agro brasileiro seria o 16º maior emissor do planeta. A solução para esse problema é a implementação da agricultura de baixo carbono e a reflexão sobre a necessidade de mudanças de paradigma em direção ao desenvolvimento sustentável (ASSAD, 2015).

O desenvolvimento sustentável, apesar de ser um conceito amplo, se constrói a partir do ambiente local, como diz a frase: “Haja local e pense global”. As comunidades em seus territórios são os principais sujeitos dessa transformação. O pequeno agricultor através das cooperativas são fundamentais para implementação e manutenção de esforços que visam melhorar o uso da terra e todos os insumos que estão envolvidos com a produção, inclusive a redução das emissões de carbono.

A agricultura familiar ocupa um espaço importante na modernização da produção no campo, a partir dos anos de 1970, teve como pilares o cooperativismo, o crédito rural, a pesquisa, a assistência técnica e a extensão rural. A maioria dos agricultores familiares, pequenos proprietários ou arrendatários, não tiveram acesso às políticas públicas de apoio à agricultura daquele período. Com a crise econômica dos anos 80, surge um movimento para a constituição de pequenas cooperativas ou associações de agricultores como forma de fortalecer a organização social desse grupo marginalizado. A partir da Constituição Federal de 1988, passa a ser assegurado a todas as pessoas o livre exercício de qualquer atividade econômica e sua organização, independentemente de autorização de órgãos públicos de acordo

com a lei, em estímulo ao cooperativismo e outras formas de associativismo, sem a interferência estatal em seu funcionamento e sem a unicidade de representação (FARIAS & ESPÍNDOLA, 2016).

Essa mudança constitucional trouxe uma liberdade de organização e de representação, permitindo o surgimento de cooperativas e associações de agricultores familiares e assentados da Reforma Agrária. O cooperativismo está em um momento positivo em todo o mundo, seu crescimento tem favorecido a produção de alimentos, esse comportamento está na contramão da crise econômica mundial. Diante do crescimento econômico e social cooperativas, surgiu a necessidade de se buscar uma metodologia capaz de desenvolver eficiência nos processos de tal forma que sejam sustentáveis.

Os impactos ambientais provocados pelo setor agrário nem sempre é fácil detectar, os produtos agrícolas passam por várias fases durante o seu ciclo de vida, com diferentes impactos ambientais em cada fase. Um levantamento completo dos efeitos ambientais dos sistemas alimentares deve, portanto, considerar os impactos em cada estágio, incluindo aqueles causados indiretamente pelo uso de insumos; efeitos potenciais do uso da terra; e o papel do desperdício, incluindo perda de alimentos, bem como desperdício de materiais de embalagem. O levantamento completo deve abranger as emissões de carbono e os efeitos da eutrofização, acidificação, impactos na biodiversidade, etc. (TREMARIN et al., 2007).

A agricultura de baixa emissão de carbono é aquela capaz de reduzir as emissões de carbono provenientes da atividade através de práticas mais sustentáveis e tecnológicas. A ideia de implementar a descarbonização na agricultura de baixa emissão de carbono no Brasil ganhou visibilidade a partir dos compromissos assumidos pelo país no âmbito dos acordos e negociações globais. O debate sobre a sustentabilidade ganha força nas cooperativas agrícolas, devido aos avanços e os ganhos na produtividade.

As cooperativas do Brasil e do mundo têm um imenso potencial para descarbonizar, garantindo um futuro mais justo e ambientalmente seguro para as próximas gerações. Uma das maneiras de fazer isso é assumindo a liderança do chamado mercado de carbono, em que a redução de emissões de gases de efeito estufa é quantificada e transformada em um ativo negociado no mercado internacional.

Um crédito de carbono corresponde a uma tonelada de dióxido de carbono que deixou de ser emitida na atmosfera. O preço é volátil e, em 2022, cada crédito chegou a ser negociado a US\$ 10. Existe um mercado internacional regulado, onde os países negociam créditos para cumprir suas metas obrigatórias de redução de emissões e um voluntário, onde atua o setor privado (INVESTING, 2023).

O imenso potencial do Brasil nesse mercado está diretamente ligado à agropecuária, à produção de energias renováveis e à preservação e recuperação de florestas, atividades com grande capacidade de geração de créditos de carbono. E o cooperativismo está em todas elas, principalmente no Ramo Agro, em que somos responsáveis por 51% da produção nacional. Neste contexto as políticas ambientais eficazes do setor público que fortaleçam a adaptação e mitigação das mudanças climáticas em todas as economias impulsionarão ainda mais a descarbonização na agricultura. O mercado global de sistemas de comércio de créditos de carbono cresceu rapidamente nos últimos 20 anos, com os maiores e mais líquidos mercados na Europa e na Califórnia. Esses mercados de carbono têm sido medidas de políticas públicas para apoiar a demanda e estimular o investimento.

Inicialmente as ações foram de acordo com o Plano Agrícola e Pecuário 2010/2011 em foi criado o "Programa ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono)", que é uma linha de crédito instituída pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), e aprovado pela Resolução BACEN nº 3.896 de 17/08/10, que disponibilizou na época o montante de R\$ 2 bilhões para financiar práticas adequadas, tecnologias adaptadas e sistemas produtivos eficientes que contribuam para a mitigação da emissão dos gases de efeito estufa e que as ações foram divididas em três grandes grupos: adaptação às mudanças climáticas, mecanismos para o monitoramento e ações transversais a serem executadas até 2020 (EMBRAPA, 2023).

Posteriormente, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), instituiu o Plano ABC+, este plano é uma série de ações que alinham os estados ao plano nacional, que tem como objetivo uma agricultura mais sustentável, com a redução dos gases de efeito estufa nas atividades agropecuárias. As metas foram estabelecidas dentro da realidade e condições locais, alinhadas às políticas estaduais voltadas para uma agricultura sustentável. De acordo com dados do MAPA, o plano ABC+ é a segunda etapa do Plano ABC, o Plano ABC mitigou cerca de 170

milhões de toneladas de carbono equivalente em uma área de 52 milhões de hectares. Para o ABC+, o resultado desejado é reduzir as emissões de carbono equivalente em 1,1 bilhão de toneladas no setor agropecuário até 2030. Nessa nova fase, também foram incluídos novos Sistemas Produtivos Sustentáveis (SPSABC) que vão oferecer mais opções para o produtor aumentar sua resiliência, eficiência produtiva e ganhos econômicos, ambientais e sociais. São oito objetivos do Plano ABC+, sendo eles: recuperação de pastagens degradadas; plantio direto no solo, sem precisar arar a terra; sistema de integração lavoura-pecuária-floresta e sistemas agroflorestais; florestas plantadas; sistemas irrigados; bioinsumos; tratamento de dejetos animais; abates em terminação intensiva (MAPA, 2021).

### **Cooperativismo no Brasil**

O cooperativismo não é uma tendência atual, a cultura da cooperação começou a ser aplicada no Brasil ainda durante o período da colonização portuguesa. Na época, foi bastante incentivada por funcionários públicos, militares, profissionais liberais, operários e imigrantes europeus. O cooperativismo teve início efetivamente em 1889, em Minas Gerais, com a fundação da Cooperativa Econômica dos Funcionários Públicos de Ouro Preto (MG), para o consumo de produtos agrícolas (SEBRAE, 2023). O cooperativismo tem como objetivo garantir uma vantagem competitiva condicionando recursos e proporcionando-lhe vantagens estratégicas e manutenção econômica na negociação.

Segundo a Organização das Cooperativas Brasileiras (OCB), o cooperativismo é um modelo socioeconômico que objetiva o desenvolvimento econômico aliado ao bem-estar social. Após 134 anos, o cooperativismo no Brasil está atualmente composto por 4.880 cooperativas registradas na OCB (Organização das Cooperativas Brasileiras) e totalizando 18,8 milhões de cooperados, sendo que esses dados referentes ao anuário 2022 (OCB, 2023) e o ramo Agropecuário é o que tem maior número de cooperativas (SEBRAE, 2023). O cooperativismo se divide em categorias que ilustram suas funções no mercado, como as cooperativas de consumo, de crédito, de compra e venda e de produção (MORAIS et al., 2011).

A partir da sistematização e análise do Censo Agropecuário de 2017, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, foi verificado um baixo percentual

de associação em cooperativas entre produtores responsáveis por estabelecimentos agropecuários no Brasil e que a participação dos estabelecimentos de agricultura familiar é ainda menor nas regiões Norte e Nordeste do país, bem como entre produtores que têm menor renda. Em comparação com outras formas organizadas no meio rural brasileiro, como os sindicatos e as associações, as cooperativas ainda não conseguem a adesão e a agregação de uma parcela significativa de agricultores familiares. A participação nessas organizações tem motivação específica, seja a representação política da categoria (sindical), de organização comunitária, até as que se referem às atividades produtivas (associações e cooperativas). Do ponto de vista institucional, por exemplo, não são poucas as dificuldades para constituir e manter ativa uma organização cooperativa, diante das exigências legais de registro, da complexidade de gestão e dos custos de manutenção (SILVA e NUNES, 2023).

Nos últimos anos a agricultura familiar tem tido maior atenção no que diz respeito a profissionalização da produção, apoio técnico, informações de mercado e linhas de financiamentos. Neste sentido a criação de cooperativas vem sendo incentivadas com intuito de profissionalizar o pequeno agricultor, trazendo condições para que ele possa atuar no mercado de forma competitiva. Houve grandes avanços, a partir dos anos 2000, no que diz respeito políticas voltadas para agricultura familiar. Foram criadas leis, tais como Lei 11.326-2006 (Lei da Agricultura Familiar), Lei 12.188-2010 (Lei de Assistência Técnica e Extensão Rural) (CORADINI & FREDERICQ, 2009).

A qualidade de vida é outro fator a ser considerado com relação as cooperativas agrícolas, considera-se qualidade de vida às circunstâncias sociais que uma determinada comunidade percebe ao seu redor. A sociologia agrícola considera esse tipo de associação uma forma de vida, características desse modo de vida são fatores determinantes da mudança social. Os efeitos benéficos trazidos por essa associação de agricultores são cada vez mais visíveis e crescentes em todo o mundo (ASMUS, 2004).

A sociologia agrícola entende cooperativismo um caminho de inserção do agricultor no mundo globalizado e competitivo. Considerando a estrutura organizacional das cooperativas, podemos verificar o compartilhamento das responsabilidades na gestão do negócio, isto permite uma estabilidade e segurança

para pequenos agricultores frente à concorrência e mudanças no ambiente competitivo (GIANEZINI, 2009).

### **Cadeias descarbonizantes na agricultura**

Dado o impacto das mudanças climáticas e do aquecimento global, a redução das emissões de carbono tornou-se um tema importante em todo o mundo e atraiu grande atenção de muitos países, com isso, a importância da redução de carbono ganhou interesse crescente de estudiosos ao longo dos anos (ZHAO et al., 2023).

Os impactos das emissões de gases de efeito estufa na agricultura não são pequenos, considerando que de longe o setor emite mais metano e óxido nitroso em comparação com outros setores. Ambos os gases são muito mais nocivos ao clima do que o dióxido de carbono, lembrando que o metano é 25 vezes e o óxido nitroso é 300 vezes mais nocivo do que o dióxido de carbono. O setor agrícola inclui além das emissões diretas temos também as emissões oriundas da pecuária, manejo de fertilizantes, uso de terras agrícolas e também as emissões relacionadas com a energia do consumo de combustível na agricultura.

A agricultura tem um impacto multifacetado sobre as mudanças climáticas. O setor agrícola é um emissor relevante de gases de efeito estufa e também uma vítima ao mesmo tempo. Por outro lado, o sistema agroalimentar também deve desempenhar um papel importante na redução das emissões, existe um potencial inexplorado para reduzir resíduos e promover práticas consistentes com a economia circular em todo o ciclo de vida dos alimentos, isto é, na produção e no consumo. Além disso, os agricultores podem aumentar o sequestro de carbono através de aplicação de práticas agrícolas específicas e sustentáveis, promovendo uma redução mais efetiva das emissões e ajudando o setor a se aproximar da neutralidade climática.

### **Inovação e sustentabilidade nas cooperativas agrícolas**

O cidadão, o Estado e a iniciativa privada são os agentes centrais que devem estar envolvidos na elaboração, gerenciamento e execução de qualquer empreendimento que envolva o uso dos recursos naturais (SANTOS et al., 2022a).

A implementação de práticas agrícolas sustentáveis vem contribuindo para garantir a qualidade ambiental, além de preservar os recursos naturais, promover o uso eficiente de recursos e contribuir para melhor qualidade de vida das pessoas. Sendo que as cooperativas estão cada vez mais envolvidas em trazer melhorias significativas na redução das emissões de carbono em toda sua cadeia produtiva, desde o plantio até a logística. O enfoque não é apenas na viabilidade econômica dos processos e sim buscar cada vez mais inovação e sustentabilidade para o setor.

Atualmente há o uso da expressão “*Cooperative green innovation*” e que segundo estudos já publicados, pode reduzir as emissões de carbono melhorando a estrutura industrial e diminuindo a intensidade energética (ZHAO et al., 2023).

É importante destacar que os custos dos ambientes não sustentáveis refletem negativamente no PIB (Produto Interno Bruto) do país. Portanto, países mais sustentáveis terão melhor desempenho econômico. No Brasil, as diretrizes da Política Nacional do Meio Ambiente, Lei nº 6938/1981, buscam a proteção ambiental e asseguram à população condições propícias para seu desenvolvimento social e econômico (SANTOS et al., 2022b).

No passado o tamanho da propriedade definia o sucesso do empreendimento rural, hoje em dia quem manda é a tecnologia. Iniciada entre as décadas de 1960 e 1970, a modernização tecnológica mudou a economia agrária do país. A pequena e a média produção alimentar do país investiram em tecnologia, ganharam escala e se vincularam ao mercado. É interessante abordar essa aparente contradição entre a agricultura familiar e o agronegócio analisando a ação do cooperativismo rural. Certas cooperativas nacionais são muito fortes na exportação agrícola (GRAZIANO et al., 2020).

Há um enorme espaço para investidores para os projetos sociais e de engenharia, que envolvam a sustentabilidade, associados ou não com o poder público, em pequena ou grande escala, proporcionando grandes negócios/benfeitorias, que podem ser feitos nas cidades ou no campo, para o enfrentamento aos fenômenos climáticos, além de salvar vidas. A avaliação da sustentabilidade pelos investidores evoluiu ao longo do tempo, mas ainda precisa avançar mais nas questões que envolvem investimentos agrários. O caminho traçado pelas diversas experiências da economia solidária (socioeconomia ou cooperativismo autogestionário) e seus benefícios coletivos são uma aposta e a possibilidade de

exercitar novas demandas humanas e ambientais distanciadas das práticas capitalistas já conhecidas e desenvolvidas pela iniciativa privada, pelo mercado e pelo Estado (MORAIS et al., 2011).

Outra ferramenta que auxiliará as cooperativas agrícolas na descarbonização são as novas tecnologias, porém esta iniciativa requer vontade política e incentivos. O uso de ferramentas computacionais, como modelagem e simulações, prevendo cenários multirrisco em diferentes escalas e contextos, avaliando quantitativa e qualitativamente os mais diversos indicadores de vulnerabilidade e sustentabilidade, é uma possível estratégia de grande utilidade para auxiliar na preservação do patrimônio frente à necessidade de buscar reduzir os impactos das mudanças climáticas. Essas tecnologias podem reduzir as emissões e, ao mesmo tempo, mitigar o efeito da mudança climática, aumentando a produtividade e a renda dos cooperados. Nesse campo, é de suma importância o desenvolvimento e a alimentação de uma base de dados de índices ambientais, como parâmetros meteorológicos e climáticos a partir do monitoramento contínuo das regiões brasileiras, que possa servir para uma análise que relacione adequadamente os danos ambientais com as mudanças no clima. Ademais, como possibilidade de integrar o modelo digital ao objeto físico – com conectividade das redes, o monitoramento e transmissão de dados em tempo real –, cita-se o potencial da Internet das Coisas (IoT), para medir variáveis ambientais e mapear os possíveis impactos ambientais na produção (BUAINAIN et al., 2021).

## **DISCUSSÃO**

As cooperativas são de extrema importância para o engajamento na redução das emissões de carbono no setor agrícola, bem como para inserir a temática dos créditos de carbono na produção. Aumentar a eficiência do uso da terra e dos recursos serão essenciais para atender à crescente demanda por produtos agrícolas e melhorar a segurança alimentar para a população. Fechando lacunas de rendimento para as culturas, e especialmente para o gado, aumenta a eficiência de emissões da produção (menor emissões por unidade de produto) e pode diminuir as emissões de mudanças no uso da terra diminuindo a pressão sobre florestas.

As consequências das mudanças climáticas para a agricultura e a produção de alimentos são diversas e complexas (IPCC, 2014). Provocam efeitos sobre o crescimento das plantas e rendimentos de culturas agrícolas, afetam também na quantidade e qualidade da planta produzida e alimentos de origem animal. Estes incluem a promoção de fatores físicos prejudiciais, tais como, danos mecânicos causados por inundações, chuvas fortes, granizo, incêndios, tempestades, etc. Fatores nocivos biogênicos também são notados, tais como, pragas (insetos) por fungos, vírus e doenças causadas por bactérias, ervas daninhas, impacto negativo na produtividade de terras agrícolas (elevação do nível do mar e salinização do solo, diminuição qualidade do solo devido aos processos de erosão e desertificação, aumentando a escassez de água, etc.) e uma série de possíveis efeitos colaterais socioeconômicos (maior rendimento e flutuações dos preços de mercado, aumento das necessidades de investimento para medidas de adaptação, aumento dos custos de proteção contra riscos, etc. Outros desafios dizem respeito aos aspectos que afetam o nível político-social, como deslocamentos regionais de pessoas em busca de locais com terra, solo e recursos hídricos (VIGGIANI COUTINHO, 2020).

A descarbonização tornou-se uma mudança essencial para os agricultores, eles estão sendo impulsionados a participar cada vez mais dessa nova realidade. Necessidades econômicas impostas por políticas públicas e apoiadas pelo movimento do setor privado em direção à sustentabilidade fazem com que o seguimento agrícola caminha nessa direção. Tanto os agricultores tradicionais como as cooperativas agrícolas, podem contribuir para redução das emissões de carbono por meio da economia circular. Existe um potencial inexplorado para reduzir resíduos e promover práticas consistentes com a economia circular em todo o ciclo de vida dos alimentos, da produção ao consumo. Além disso, os agricultores podem aumentar o sequestro de carbono através da aplicação de práticas agrícolas específicas para cada região. Isso promoveria uma redução mais efetiva das emissões e ajudaria o setor a se aproximar da neutralidade climática (METABOLIC, 2022).

Novo início deste século problemas ambientais tornaram-se prioridades, países ricos e pobres estão buscando consumir itens e alimentos que tenham sido produzidos de forma mais respeitosa com o meio ambiente e a sociedade em geral. O setor agrícola está no centro dos debates sobre as mudanças climáticas e seus efeitos no planeta, as velhas práticas estão sendo descartadas e dando espaço para a uma agricultura

sustentável. A nova agricultura busca minimizar os impactos ambientais valorizando o desempenho econômico social. Diante desse cenário, vislumbramos a implementação de sustentabilidade como uma ferramenta para aumentar a eficiência da produção agrícola.

A agricultura brasileira possui papel importante na transição para uma economia de baixa emissão de carbono e as cooperativas agrícolas carecem de apoio público para implementação de iniciativas sustentáveis; nesta linha o Plano ABC+ veio trazer condições mais favoráveis para essa implementação promovendo um conjunto de políticas públicas de enfrentamento das mudanças climáticas. A meta é investir com mais eficácia na agricultura, promovendo sistemas diversificados e o uso sustentável da biodiversidade e dos recursos hídricos, com apoio ao processo de transição, organização da produção, garantia de geração de renda, desenvolvimento em pesquisa, dentre outras iniciativas (EMBRAPA, 2016).

## **CONCLUSÕES**

As cooperativas apresentam múltiplas funções, entre elas: a função alimentar e a função econômica, pois assegura a autossuficiência dos mercados de consumo; a função social, pois distribui renda e gera empregos; a função patrimonial, pois conserva conhecimentos, além de saberes e fazeres tradicionais; a função recreativa, pois os espaços rurais tendem a ser ocupados para o lazer e para recreação, considerados novas demandas da sociedade; a função estética, conservando uma grande diversidade na paisagem; e, a ambiental, pois, além de diversas outras razões, seu funcionamento econômico não se fundamenta na maximização da rentabilidade do capital, mas se propõe em satisfazer a família e a manter o potencial produtivo do meio natural, percebido como um patrimônio familiar.

O Brasil é uma potência agrícola e ambiental e as cooperativas agrícolas contribuem para a consolidação dessa grandiosidade. Produzir alimentos com tecnologias eficientes e sustentáveis é o desafio dos pequenos agricultores. A implementação de metodologias que tragam redução nas emissões de carbono será um diferencial relevante para as cooperativas agrícolas, trazendo maior sustentabilidade e proporcionando uma inserção no mercado de carbono.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (SDI/MAPA) do Brasil, à Universidade Federal Fluminense (UFF) e à Fundação Euclides da Cunha (FEC). Esta Pesquisa faz parte do “Projeto de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação Tecnológicos para o Fortalecimento das Ações da Agropecuária Sustentável (Projeto Mapa 2023)” financiado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil (TED 805/2022, número: 00001420220104-000805).

## **REFERÊNCIAS**

ABIA – Associação Brasileira da Indústria de Alimentos. Relatório anual da associação brasileira da indústria de alimentos. Disponível em: <https://www.abia.org.br/vsn/temp/z202283RelatorioAnual2021atualizadopresidencia.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2023.

ASMUS, R. M. F. Qualidade de vida na agricultura familiar. Brasília/DF, UnB e Centro de Desenvolvimento Sustentável, 2004. Tese (doutorado), Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável.

ASSAD, E. D. Agricultura de Baixa Emissão de Carbono: A Evolução de um Novo Paradigma. Observatório ABC, 2015. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/117611/1/sumario-estudo-1.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Plano de adaptação e baixa emissão de carbono na agricultura, visão estratégica para um novo ciclo / Secretaria da Inovação, Desenvolvimento Rural e Irrigação. – Brasília: MAPA, 2021.

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 Baixa Emissão de Carbono)/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério do Desenvolvimento Agrário, coordenação da Casa Civil da Presidência da República. – Brasília : MAPA/ACS, 2012. 173 p.

BUAINAIN, A. M.; SOUZA FILHO, H. M.; SILVEIRA, J. M.; Inovação tecnológica na agricultura e a agricultura familiar. In: LIMA, D. M. A.; WILKINSON, J. Inovação nas tradições da agricultura familiar. Brasília: Paralelo 15, 2012. p. 47-81.

CEPEA. Centro dos Estudos Avançado em Economia Aplicada. pib do agronegócio brasileiro. 2021. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx> Acesso em: 09 de mar. 2023.

COOP – Anuário Coop 2022 - Dados do Cooperativismo Brasileiro – Disponível em: <https://anuario.coop.br/>. Acesso em: 18 jun. 2023.

CORADINI, O.L.; FREDERIC, Q.A. Agricultura, cooperativas e multinacionais [online]. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais, 2009. 193 p. Agricultura, cooperativas e multinacionais.

VIGGIANI COUTINHO, S. M.; SANTOS, D. V.; BURSZTYN, M.; MARENGO, J. A.; RODRIGUES-FILHO, S.; LUCENA, A. F. P.; RODRIGUEZ, D. A.; MAIA, S. M. F. The Nexus+ approach applied to studies of Impacts, vulnerability, and adaptation to climate change in Brazil. *Sustainability in Debate*, [S. l.], v. 11, n. 3, p. 24–56, 2020. DOI: 10.18472/SustDeb.v11n3.2020.33514. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/sust/article/view/33514>. Acesso em: 18 jun. 2023.

EMBRAPA. Plano Estadual de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura, 2016. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/160585/1/13376-plano-abc-publicacao.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2023.

EMBRAPA. Plano ABC – Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas Visando à Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-agricultura-de-baixo-carbono/sobre-o-tema>. Acesso em: 17 maio 2023.

FARIAS, F. R.; ESPÍNDOLA, C. J. O cooperativismo agropecuário do Sul do Brasil a partir da conjuntura econômica dos anos 1980: alteração territorial de seu centro dinâmico. *Geosul*, v. 31, n. 61, p. 227-248, 2016.

GIANEZINI, M.; GIANEZINI, Q. D.; SCARTON, L.; RODRIGUES, R. G. O cooperativismo e seu papel no processo de desenvolvimento local: experiência das cooperativas no médio norte de Mato Grosso. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, Porto Alegre, 2009.

GOMES, E., CEZAR, L. O papel das cooperativas da agricultura familiar no desenvolvimento de políticas públicas. *Revista de Extensão e Estudos Rurais*, 7(1), 166- 186, 2018.

GRAZIANO, X. Agricultura: fatos e mitos : fundamentos para um debate racional sobre o agro / Xico Graziano, Décio Luiz Gazzoni, Maria Thereza Pedroso. - São Paulo : Baraúna, 2020.<https://www.abia.org.br/vsn/temp/z20221025RelatorioAnual2021v2510.pdf>. Acesso em: 15 jun 2023.

IBGE – Censo Agropecuário de 2017, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, [https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo\\_agro/resultadosagro/produtores.html](https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/produtores.html). Acesso em: 10 abr 2023.

ICC BRASIL E WAY CARBON. Oportunidades para o Brasil em Mercados de Carbono. Relatório 2022. Disponível em: [iccbrasil.org](http://iccbrasil.org). Acesso em: 17 jun. 2023.

INVESTING. Crédito Carbono Futuros - Dez 23 (CFI2Z3). (2023). Disponível em: <https://br.investing.com/commodities/carbon-emissions-historical-data>. Acesso em: 17 jun. 2023.

IPCC, 2014: Alterações Climáticas 2014: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade - Resumo para Decisores. Contribuição do Grupo de Trabalho II para o Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea e L.L. White (eds.)]. Organização Meteorológica Mundial (WMO) Disponível em: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar5\\_wg2\\_spmport-1.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar5_wg2_spmport-1.pdf). Acesso em: 18 jun. 2023.

MARASENI, T. *et al.* Carbon smart agriculture: an integrated regional approach offers significant potential to increase profit and resource use efficiency and reduce emissions. *J. Clean. Prod.*, 2021.

METABOLIC. Circular agrifood. Potential of circular economy actions to reduce greenhouse gas emissions. Disponível em: <https://www.metabolic.nl/publications/circular-agrifood/>. Acesso em: 28 sep. 2022.

MORAIS, E. E. DE.; LANZA, F.; SANTOS, L. M. L. DOS.; & PELANDA, S. S. Propriedades coletivas, cooperativismo e economia solidária no Brasil. *Serviço Social & Sociedade*, p. 67–88, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0101-66282011000100005>

NAVARRO, Z. O mundo rural no novo século (um ensaio de interpretação). In: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. *Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade*, Brasília: Ipea, 2016.

OCB - Organização das Cooperativas Brasileiras. Cooperativas. Disponível em: <https://anuario.coop.br/brasil/cooperativas/>. Acesso em: 27 mar. 2023.

SANTOS, W. ., HÜTHER, C. M., & FERREIRA, V. F. A dimensão da fome e da miséria dentro da sustentabilidade. *Conjecturas*, 22(17), 741–765, 2022a. Disponível em: <https://www.conjecturas.org/index.php/edicoes/article/view/2238>. Acesso em: 10 jun. 2023.

SANTOS, W., HÜTHER, C. M., & FERREIRA, V. F. Os custos dos ambientes desiguais e insustentáveis. *Conjecturas*, 22(15), 191–213, 2022b. Disponível em: <https://conjecturas.org/index.php/edicoes/article/view/1861>. Acesso em: 10 jun. 2023.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae): Cooperativismo tem tradição forte no Brasil. Disponível em:

<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/cooperativismo-tem-tradicao-forte-no-brasil,b6663c89ce962810VgnVCM100000d701210aRCRD#:~:text=Cooperativismo%20no%20Brasil,o%20consumo%20de%20produtos%20agr%C3%ADcolas>. Acesso em: 27 março 2023.

SILVA, R.M.A. DA, NUNES, E.M. Agricultura familiar e cooperativismo no Brasil: uma caracterização a partir do Censo Agropecuário de 2017. *Rev Econ Sociol Rural*, 2023 61(2): e252661. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.252661>

TREMARIN, I.C.; PEZZI, S.M., GENESSINI A. Análise da sustentabilidade da agricultura familiar: um estudo de caso em duas comunidades rurais, nos municípios de Roca Sales e Vespasiano Corrêa. *Revista Brasileira de Agroecologia*, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 252 – 255, fev. 2007.

ZHAO, Y.; ZHAO, Z.; QIAN, Z.; ZHENG, L.; FAN, S.; ZUO, S. Is cooperative green innovation better for carbon reduction? Evidence from China. *Journal of Cleaner Production*, vol. 394, 136400, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136400>.