



SEQUESTRO DE CARBONO E AGRICULTURA: UMA ANÁLISE DO POTENCIAL DO SETOR PRIMÁRIO BRASILEIRO EM CONJUNTO COM AS PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS PROPORCIONADOS PELO PLANO ABC.

Cesar Augustus Labre Lemos de Freitas¹
Matheus de Carvalho Oliveira²

RESUMO

A questão tem se tornado um tema de grande recorrência nos veículos de comunicação de massa, artigos científicos e até na elaboração de políticas públicas de crescimento e desenvolvimento econômico. A crescente importância da pauta está diretamente relacionada às mudanças climáticas que estão ocorrendo ao redor do mundo, a preocupação dos impactos a médio e longo prazo dessas alterações sobre a condição de vida da humanidade, como também suas influências sobre a atividade econômica e ecossistemas naturais. A proposta do artigo então é analisar o potencial do sequestro de carbono biológico no setor primário brasileiro por meio das práticas agropecuárias consideradas como sustentáveis, presentes no 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).

Palavras-chave: Sequestro de carbono. Mercado de carbono. Agricultura de baixo carbono

¹ Doutor em Geografia pela Universidade Federal de Goiás – UFG, professor do Departamento de Economia da Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

² Bacharel em Ciências Econômicas pela Universidade Federal do Maranhão – UFMA, técnico no departamento de contas regionais e finanças públicas no Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos (IMESC)



1. Introdução

Conforme o capitalismo foi evoluindo e ficando mais complexo, seu modo de produção e distribuição passou a afetar o clima, trazendo inúmeras externalidades negativas para a vida em sociedade e para o próprio modo de produção capitalista. No fim dos anos 1980, a discussão a respeito da ação antrópica no campo das mudanças climáticas se intensificou com a criação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) e com a Conferência das Partes (COP) que aconteceu em Berlim no ano de 1995.

Com o avançar das discussões nas COPs, chegou-se ao Protocolo de *Kyoto*, em 1997, durante a COP-3. Este foi um protocolo importante, pois traçou mecanismos de controle e mitigação de emissão dos gases do efeito estufa que prejudicam o meio ambiente. Nesse contexto, o sequestro de carbono é tido como um instrumento de compensação de emissão de gás carbônico, com o carbono sequestrado podendo ser comercializado. Aqui destaca-se a importância do 3º Mecanismo do protocolo, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), para o Mercado Internacional das Emissões. Tal mercado possibilita aos países industrializados a comercialização de quotas de emissão de carbono através do MDL.

Esse novo contexto de uma economia voltada para a baixa emissão de carbono constitui uma enorme relevância para a Agropecuária brasileira uma vez que grandes quantidades de áreas são destinadas para atividades agropecuária, o Brasil possui cerca de 180 milhões de hectares de pasto essa área equivale ao território do Reino Unido, Alemanha, França, Espanha e Portugal juntos (RODRIGUES; FERREIRA; CORDEIRO, 2021), com o setor possuindo uma grande relação de troca de gases com o meio ambiente. Esses fatores contribuem para o processo de sequestro biológico de carbono em larga escala, oferecendo, assim, oportunidades para comercialização do carbono sequestrado no mercado internacional, podendo gerar mais receita e renda no setor primário.

Logo, é válido destacar que o princípio econômico ambiental do poluidor-pagador, onde o poluidor paga pelo mal causado, norteia a dinâmica do mercado de carbono. Tal princípio é apropriado da teoria econômica neoclássica, mais especificamente da teoria do bem-estar e bens públicos criada por Arthur Cecil Pigou (FILHO, 2020).

O presente estudo inicia sua discussão abordando a conjuntura atual, econômica e ambiental, que desencadeou a criação do mercado de carbono. Posteriormente é feita uma análise sobre a operacionalização, com um olhar para os fundamentos econômicos, deste mercado e como o mecanismo de sequestro de carbono está inserido nesse contexto. Ao final



é apresentado as duas práticas agropecuárias sustentáveis presentes no Plano ABC, assim como o seu respectivo potencial de sequestro de carbono e de mitigação das emissões dos gases do efeito estufa.

2. Uma análise conjuntural da dinâmica ambiental recente

É importante destacar que as mudanças climáticas têm ocorrido como um dos desdobramentos do aquecimento global, e este refere-se ao aumento da temperatura média dos oceanos e das camadas terrestres em consequência de causas naturais e ações antrópicas (WWF, 2022). Em relação aos tipos de gases que contribuem para o efeito estufa:

Os gases responsáveis pelo efeito estufa, como vapor de água, clorofluorcarbono, ozônio, metano, óxido nitroso e o dióxido de carbono, absorvem uma parte da radiação infravermelha emitida pela superfície da Terra e irradiam, por sua vez, uma parte da energia de volta para a superfície. (SILVA; PAULA, 2009, p.43).

Sobre as emissões antrópicas e seu relacionamento direto com o aumento da temperatura, estudos apontam que o gás carbônico é o principal causador desse fenômeno:

“Ademais, para o IPCC, o gás carbônico é o responsável pelo aumento da temperatura média global considerando que ‘a maior parte do aumento das temperaturas médias globais observadas desde meados do século XX é muito provável [segundo a classificação do Painel, acima de 90%] que seja devido ao aumento observado nas concentrações de gases de efeito estufa antropogênicos’.” (CASAGRANDE; SILVA JUNIOR; MENDONÇA, 2021, p.34 *apud* IPCC - AR4, 2007, p. 665).

Dentre os gases mencionados anteriormente, o Co₂, o CH₄ que é 20 vezes mais potente que o dióxido de carbono como gás do efeito estufa, e o N₂o são os principais gases antrópicos (SILVA; PAULA, 2009).

Uma vez diagnosticado o problema, sua natureza e possíveis consequências os países começaram a articulação para o combate da problemática ambiental. Aqui destacam-se dois atores fundamentais para essa articulação internacional, a Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas (CQNUMC) e a COP. O primeiro é um tratado internacional em prol do meio ambiente e Desenvolvimento da Organização das nações Unidas (ONU) (CQNUMC, 1992) e o segundo refere-se a um conjunto de países associados, os signatários da Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas, que anualmente se reúnem para discutir, propor soluções e mecanismos de enfrentamento dos problemas atuais ou futuros que decorrem das mudanças climáticas.



As evoluções da discussão das partes seguiram e atualmente já se está na 27ª edição da conferência (2022). Um dos acordos emblemáticos implementados foi o protocolo de Kyoto (1997) que só passou a entrar em vigor a partir de 2005. A importância do acordo se dá em razão de dois fatores: o primeiro porque ele estabeleceu compromissos de redução das emissões dos gases de efeito estufa (GEEs) em países industrializados, redução média de 5,2% aos níveis de 1990, para o período de 2008 a 2012; e segundo porque criou os mecanismos de flexibilização, esses mecanismos permitem maior eficiência econômica no combate ao processo de aquecimento global (CHANG, 2002).

Pela ótica econômica as diretrizes propostas pelo protocolo de Kyoto pavimentaram o caminho para os sistemas de comércio de direitos de emissão. Esses comércios são referentes a compra e vendas de direito de emissão dos GEEs por empresas, ou seja, após definido as metas de redução de emissão pelos países, as empresas poluentes precisam se adequar as novas legislações ambientais e respeitar os limites de emissão. Caso não tenha êxito e ultrapasse a quantidade de emissão dos GEEs permitida, a empresa recorre a compras de direito de emissão para se adequar as novas legislações e não ser penalizada. Por parte da oferta desses direitos de emissão encontram-se empresas que poluíram menos do que a quota estabelecida, comercializando o excedente, empreendimentos que diminuíram suas emissões de carbono, assim como empreendimentos que sequestram e estocam carbono, a exemplo de projetos de reflorestamento de pastos degradados. Existem dois mecanismos de planos de comércio de autorizações, os Programas de comércio de créditos e os Programas de Limitar e comercializar, *Cap and Trade* (FIELD; FIELD, 2014).

Os programas de comércio de crédito têm seu funcionamento com base na comercialização de créditos que foram criados por empresas que diminuíram suas emissões acima do nível solicitado pela legislação, realizando a venda dos créditos gerados para outras empresas que precisam acomodar a sua atividade econômica aos limites de emissão. Enquanto que os programas de limitar e comercializar operam a partir da definição do quanto se poderá emitir. Essa decisão de quantidade é tomada por uma agência reguladora ou outro tipo de entidade que possua autoridade para deliberar sobre o assunto. Após a limitação da quantidade, o próximo passo é elaborar as autorizações de emissões que serão distribuídas entre os agentes poluidores que precisam se adequar a regulamentação (FIELD; FIELD, 2014).

Os mecanismos acima formam o mercado regulado de carbono, onde a comercialização de quotas de emissão é legislada pelo estado e o ambiente institucional desse mercado é derivado das legislações e instituições vigentes. Já o mercado voluntário de



carbono difere do regulado. Os créditos comercializados nesse mercado são feitos a partir de compromettimentos voluntários das empresas, os créditos comercializados nesse segmento são de projetos que evitam ou removem as emissões (LINS; MASCOTTE; FAIN, 2021).

Quando comparados os dois mercados, verifica-se que o mercado regulado é superior em termos de volume de gases e valor monetário movimentado. Conforme é apontado por Lins *et al.* (2021), as receitas desse segmento apenas no Regime Comunitário de Licenças de Emissão da União Europeia atingiram o montante de US\$ 21,8 bilhões enquanto a totalidade do mercado voluntário foi de US\$ 320 milhões no ano de 2019. Porém, cabe destacar que o mercado regulado vem crescendo com consistência nos últimos anos, conforme os dados do *Ecosystem Marketplace (2020)* apontam, o valor transacionado no mercado voluntário passou de US\$ 48 milhões em 2005, para US\$ 320 milhões em 2020.

Além disso o mercado regulado é apresentado como uma grande oportunidade para as economias em desenvolvimento, principalmente para o Brasil:

“Mais importante, os mercados voluntários de carbono representam uma verdadeira oportunidade para os países em desenvolvimento. Nações que abrigam florestas tropicais podem se posicionar como emissores de crédito de soluções baseadas na natureza e o Brasil pode ser um ator importante nesse campo. O Brasil detém 20,5% da oferta potencial global de soluções climáticas naturais, principalmente baseadas na conservação ou restauração de florestas.” (LINS; MASCOTTE; FAIN, 2021, p.2)³.

No tocante ao sequestro de carbono, como um dispositivo de mitigação, ele é categorizado como um dispositivo do mercado de carbono sendo inserido na categoria de remoção de carbono. Essa categoria se subdivide quanto ao aspecto da geração do crédito, com a primeira categoria sendo as remoções baseadas em tecnologias (*based tech removal*) que incorpora o ramo das energias renováveis, o processo de captura e armazenamento de carbono, o sequestro de carbono em si, e os biocombustíveis com captura e armazenamento de carbono (*Bioenergy with carbon capture and storage - BECCS*) e outros processos (LINS; MASCOTTE; FAIN, 2021). Já a segunda refere-se às soluções baseadas na natureza: estas abarcam os processos naturais das plantas, árvores e solo, e suas ações estão voltada para o reflorestamento, a melhoria do carbono no solo e restaurações do ecossistema (LINS; MASCOTTE; FAIN, 2021). Destaca-se que a primeira categoria de geração de crédito tem dispositivos que remetem diretamente ao processo de sequestro de carbono, mas é válido

³ Tradução própria do texto: *More importantly, voluntary carbon markets represent a true economic opportunity to developing countries. Nations that are home to tropical forests can position themselves as nature-based solutions credit issuers and Brazil could be a major player in this field. The country holds 20%5 of the potential global supply of natural climate solutions, mainly based on the conservation or restoration of forests.* (LINS; MASCOTTE; FAIN, 2021, p.2).



ressaltar que as remoções baseadas em soluções naturais também possuem formas de sequestrar carbono, um exemplo disso é o reflorestamento que é uma das três formas de sequestro de carbono florestal.

As formas de sequestrar carbono florestal podem ser, simplificada, classificadas em três tipos:

- “a) preservação do estoque de carbono nas florestas já existentes através de ação protetora;
- b) aumento do estoque de carbono florestal por meio de uma ação combinada de práticas de manejo florestal sustentável, regeneração florestal e reflorestamento em áreas degradadas, ou introdução de atividades agroflorestais em áreas de agricultura;
- c) substituição de combustíveis fósseis por produtos de biomassa vegetal sustentáveis.” (CHANG, 2002, p.90).

No que concerne ao sequestro de carbono, este trabalho irá se aprofundar nas práticas agropecuária de baixa emissão de carbono que possibilitam a remoção e armazenamento de carbono no solo. Também se pretende avaliar os mecanismos econômicos que fundamentam a estrutura do mercado de carbono, e as diferenças existentes entre o mercado regulado e voluntário.

Para se adequar ao novo contexto mundial, e buscando se posicionar como uma referência no setor ambiental, o Brasil apresentou um conjunto de ações voluntárias para diminuir suas emissões dos gases do efeito estufa, mesmo não tendo nenhum vínculo de obrigação em diminuir suas emissões – uma vez que se trata de um país em desenvolvimento, não constando na lista dos países obrigados a diminuir suas emissões conforme o protocolo de *Kyoto* (2005). As ações voluntárias foram denominadas de Ações de Mitigação Nacionalmente apropriadas e foi assumida durante a COP-15 em 2009 (GURGEL; LAURENZANA, 2016).

As ações voluntárias assumidas foram ratificadas no Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura, o Plano ABC (Plano de Agricultura de Baixo Carbono (GURGEL; LAURENZANA, 2016). O plano ABC teve uma abrangência de 10 anos, de 2010 a 2020, e traçou as formas como Brasil pretende cumprir os compromissos de redução dos GEEs no Setor Primário.



3. Créditos de Carbono: uma dinâmica econômica complexa na mitigação dos problemas ambientais contemporâneos

O aumento de emissão de gases provenientes da atividade antrópica está intensificando o efeito estufa, que por consequência causa danos climáticos, econômicos e ambientais ao redor do planeta. O mercado de créditos de carbono surge nesse contexto. O mercado de carbono é visto como um instrumento que busca solucionar problemas decorrentes da emissão de gases do efeito estufa a partir de incentivos econômicos, não precisando recorrer a medidas fiscais (SILVEIRA; OLIVEIRA, 2021).

Um marco para a instituição do mercado de carbono foi a COP-3 realizada no Japão, onde os países signatários assinaram o Protocolo de *Kyoto*. Conforme aponta Chang (2002) o protocolo foi responsável por definir os compromissos de redução dos gases do efeito estufa para os países do anexo I do protocolo, assim como estabeleceu os três mecanismos de flexibilização: Implementação Conjunta, o Mecanismo de desenvolvimento limpo e o mercado internacional de emissão. Chang (2002) ainda destaca que as três COPs seguintes (1998, 1999 e 2000) foram marcadas pelo impasse dos países quanto a implementação dos compromissos definidos no protocolo, com os impasses tomando maiores dimensões na COP-6, com a conferência sendo rotulada como um fracasso por não ter acontecido nenhum consenso sobre os aspectos técnico do acordo. Foi na COP-7 que as regras para os mecanismos do protocolo foram definidas (NAHUR; GUIDO; SANTOS, 2015), com o protocolo entrando em vigor em 2005.

Após a ratificação do protocolo houve separação do mercado de carbono em oficial e voluntário. O mercado oficial atende aos requisitos estabelecidos no protocolo de *Kyoto*, ou seja, segue os mecanismos de flexibilização para reduzir as emissões de CO₂ (SILVEIRA; OLIVEIRA, 2021). Enquanto o mercado voluntário não possui uma regulação específica, assim como um governo central, sendo utilizado por atores privados para atingir seus compromissos climáticos de redução ou compensação de emissões (SILVEIRA; OLIVEIRA, 2021; LINS; MASCOTTE; FAIN, 2021).

O sequestro de carbono pode ser entendido como um dispositivo que está disponível no mercado de carbono. Para a distinção do tipo de sequestro, podemos adotar a concepção do Serviço Geológico dos Estados Unidos que separa o processo do sequestro em geológico e biológico. A forma biológica, analisada neste trabalho, é definida nos seguintes termos:

“O sequestro biológico de carbono refere-se ao armazenamento de carbono atmosférico na vegetação, solos, produtos lenhosos e ambientes aquáticos. Por exemplo, ao encorajar o crescimento de



plantas – particularmente plantas maiores como árvores – os defensores do sequestro biológico esperam ajudar a remover o CO2 da atmosfera.”⁴(USGS, [S.D], ONLINE).

No que compete ao funcionamento dos mecanismos econômicos de mitigação de emissão dos gases do efeito estufa, se torna interessante a perspectiva das políticas ambientais, concentrando a análise a partir dos critérios da eficiência. Em termos econômicos o que caracteriza uma ação como eficiente é a geração de benefícios líquidos para a sociedade (FIELD; FIELD, 2014).

“Eficiência, no caso do controle da poluição, implica um equilíbrio entre custo de abatimento e danos. Uma política eficiente nos leva ao ponto, ou próximo ao ponto (referente às emissões ou à qualidade ambiental), em que os custos marginais de abatimento e os danos marginais são iguais.” (FIELD; FIELD; 2014, p.176).

Dentre as políticas ambientais que possuem incentivos econômicos, o presente pode-se identificar nos sistemas de direito de emissão transferíveis, sistema este que funciona pela interação de compra e venda dos direitos de licenciamentos que estabelecem limites para emissão dos gases. Por fim, entre os dispositivos dos direitos de emissão transmissão transferíveis o foco se encontra na modalidade *Cap-and-Trade*.

“Programas de *Cap-and-Trade* funcionam por meio de um processo de negociação em que compradores e vendedores interagem para transferir títulos com direitos de valor. Os mercados funcionam melhor quando há uma concorrência substancial entre compradores e vendedores; eles trabalham significativamente menos se houver tão poucos compradores ou vendedores que as pressões competitivas sejam fracas ou ausentes.” (FIELD; FIELD; 2014, p. 259).

No que compete as práticas, ou tecnologias, agropecuárias de baixa emissão de carbono essas estão divididas em seis segmentos, conforme é apontado pelo plano ABC: recuperação de pastagens degradadas, integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), sistema de plantio direto, fixação biológica de nitrogênio, florestas plantadas e tratamento de dejetos animais (Brasil, 2012b).

Portanto, o presente trabalho buscará examinar o potencial de sequestro de carbono, e consequentemente de mitigação dos GEEs referente a duas práticas de eficientes dispostas no plano ABC: Recuperação de Pastagens Degradadas e Integração lavoura-pecuária-floresta.

⁴ Tradução própria do texto: *Biologic carbon sequestration refers to storage of atmospheric carbon in vegetation, soils, woody products, and aquatic environments. For example, by encouraging the growth of plants—particularly larger plants like trees—advocates of biologic sequestration hope to help remove CO2 from the atmosphere.* (USGS, [S.D], ONLINE)



3.1. Recuperação de pastagens degradadas

Para a compreensão da recuperação de pastagens degradadas, é importante compreender que a degradação de pastagens se refere à diminuição do potencial de fornecimento de forragem ao rebanho, enquanto a recuperação é relativa ao reestabelecimento da produção de forragem com a mesma espécie (BORGHI *et al*, 2018), com esta recuperação colaborando para um aumento da capacidade produtiva do solo em áreas que o processo de degradação já iniciou. Destaca-se que o processo recuperação de pastagens corresponde a práticas de manejo que restituem a vitalidade e produtividade do pasto, assim como as práticas de adubação, o controle de plantas invasoras e sobressemeadura da espécie já existente no pasto (BORGHI *et al*, 2018).

A evolução do processo de degradação das pastagens ocasiona uma diminuição da matéria orgânica no solo, que por sua vez colabora para emissão de Co₂. Já com a recuperação de pastagens, o solo passa a acumular carbono, e tem-se um incremento do estoque de carbono em razão da interrupção de perdas de Co₂ para atmosfera. Somado a isso, a alta produção de forragem pode incrementar o mecanismo de sequestro de carbono (OLIVEIRA *et al*, 2016 *apud* OLIVEIRA, 2015). Portanto, tal processo apresenta benefícios tanto para o produtor, através da recuperação de áreas com baixa produtividade, como para o meio ambiente, através do sequestro de carbono e sua fixação no solo.

A respeito dos resultados advindos da recuperação de áreas com pastagens degradadas, o observatório de Bioeconomia da Fundação Getúlio Vargas elaborou uma projeção dos benefícios provenientes da recuperação de 27,5 milhões hectares até 2030:

“...ao se recuperar 27,5 milhões de hectares (Mha) até 2030 acumula-se um total de 6.028 Mt CO₂eq no solo, equivalente a 463,7 Mt CO₂eq/ano. Os dados mais recentes disponibilizados pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) mostram que em 2016 as emissões de GEEs por parte do setor de Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas (LULUCF) foram de 397,4 Mt CO₂eq. Portanto, a tecnologia de recuperação de pasto degradado seria capaz de neutralizar as emissões advindas do setor LULUCF e ainda gerar créditos em termos de remoção de CO₂eq da atmosfera, contribuindo para um balanço de mitigação positivo para o Brasil.” (Observatório de Bioeconomia da Fundação Getúlio Vargas (FGV), 2021, p.16).



3.2. Integração lavoura-pecuária-floresta

Com relação à prática de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), esta se apresenta como uma estratégia de produção sustentável que integra diferentes componentes da produção agrícola, pecuária e florestal em uma mesma área, em cultivo consorciado, rotacionado ou sucessivo onde os componentes do agroecossistema promovem efeitos uns sobre os outros (GONTIJO NETO *et al*, 2018 *apud* BALBINO *et al.*, 2011), (RODRIGUES; FERREIRA; CORDEIRO, 2021)

Os benefícios advindos da adoção dessa prática estão relacionados ao aumento da produtividade das atividades agrícolas, redução de áreas desmatadas e recuperação de pastagens degradadas, mitigação da emissão de gases do efeito estufa através do potencial de sequestro de carbono por meio do acúmulo de forragem ou pelo componente arbóreo, aumento da matéria orgânica no solo, assim como a manutenção e reconstituição da cobertura florestal. (RODRIGUES; FERREIRA; CORDEIRO, 2021) (GONTIJO NETO *et al*, 2018). Também é importante destacar a importância do componente arbóreo para a mitigação dos gases de efeito estufa, uma vez que uma única árvore dentro do sistema ILPF tem a capacidade de acumular 30,2 kg de C. ano⁻¹, em média, o equivalente ao sequestro de 110,5 kg de CO₂.ano⁻¹ da atmosfera por cada árvore inserida no sistema (RODRIGUES; FERREIRA; CORDEIRO, 2021 *apud* DE SOUZA *et al*, 2019).

O observatório de Bioeconomia da FGV também projeta um cenário de expansão da ILPF para 6,5 milhões de hectares até 2030, com uma capacidade de suporte constante de 2,5 cabeças por hectare nos sistemas ILPF ao longo do período. Os resultados apontam para aumentos no estoque de carbono no solo, mitigação dos GEE e maior sustentabilidade do rebanho bovino:

“A projeção acumulada do balanço de emissões e remoções atinge 86,5 Mt CO₂eq em 2030. As áreas destinadas à ILPF seriam capazes de dar suporte para até 16,3 milhões de animais em 2030... vale destacar que a adoção do sistema ILPF em 6,5 Mha gera no solo um acúmulo de 36 Mt CO₂eq, uma média de 3,2 Mt CO₂eq/ano. Somente o acúmulo de carbono no solo já neutraliza as emissões do rebanho bovino considerando uma taxa de lotação de 2,5 cabeças por hectare. As emissões do rebanho totalizam 27,3 Mt CO₂eq em 2030.” (OBSERVATÓRIO DE BIOECONOMIA DA FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS (FGV), p.17-18).



4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho se propôs a analisar o potencial do sequestro de carbono e mitigação dos GEEs no setor primário brasileiro a partir de práticas sustentáveis dispostas no plano ABC: a recuperação de pastos degradados e integração lavoura-pecuária-floresta. Ademais, foi feita uma análise do contexto da problemática ambiental que serviu de base para a compreensão dos mecanismos econômicos que sustentam a concepção do mercado de carbono.

Por meio do levantamento de informações bibliográficas sobre o tema, identificou-se que a emergência das mudanças climáticas por meio da ação antrópica sobre o meio ambiente levou a uma articulação por parte de países e cientistas em prol de análises e soluções para o problema. Como resultado dessas movimentações, chegou-se a um marco importante durante a COP-3, o protocolo de Kyoto, esse tratado internacional foi importante para a definição de metas de emissão dos GEEs e para a estruturação de mecanismos econômicos de mitigação das emissões, como é o caso do mercado de carbono.

Após uma análise da estrutura do mercado de carbono, foi verificado que este está estruturado a partir do comércio de direito de emissões dos GEEs, onde são realizadas compras e vendas de direitos de emissão para a adequação de empreendimentos as metas e legislações ambientais dos países que adotam um teto de emissão dos GEEs. Também se constatou a existência de dois mercados, o mercado regulado e o mercado voluntário. O sequestro de carbono encontra-se inserido nesse universo, enquanto meio de mitigação, sendo um mecanismo disponível dentro do mercado de carbono inserido na categoria de remoção de carbono. Também é válido destacar que entre os tipos de categoria de remoção de carbono, o objeto deste trabalho está segmentado em soluções baseadas na natureza.

Referente as práticas sustentáveis compreendidas no Plano ABC, a análise se concentrou em: recuperação de pastagens degradadas e Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF).

A primeira diz respeito a revitalização da área de pastagem que iniciou o processo de degradação. Uma vez implementada os seus benefícios estão relacionados a aumento de carbono no solo, interrupção de perdas de Co₂ para atmosfera assim como incremento no sequestro de carbono por meio do aumento da produção de forragem. Em relação aos resultados provenientes dessa prática o Observatório de bioeconomia da FGV projetou que, caso o Brasil recupere 27,5 Mha até 2030, a recuperação de pastos degradados tem o



potencial de neutralizar as emissões provenientes do setor de Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas e ainda gerar créditos de remoção de Co2eq da atmosfera.

Já a ILPF é uma prática de incorporação de várias atividades agropecuárias em uma mesma área, entre as vantagens dessa prática destaca-se o aumento da produtividade das atividades diferentes atividades agrícolas, o acréscimo do potencial do sequestro de carbono por meio componente arbóreo, e a reconstituição da cobertura florestal. No que diz respeito a potencialidade da prática, o observatório de bioeconomia da FGV projetou que adoção do sistema ILPF em 6,5 Mha resulta em um acúmulo de 36 Mt Co2eq no solo, podendo suportar até 16,3 milhões de bovinos em 2030, com as emissões dos GEEs desse rebanho neutralizadas.

REFERÊNCIAS:

_____. 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, 2012b.

BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. de O.; STONE, L. F. (Ed.). **Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta**. Brasília, DF: Embrapa, 2011. 130 p. il. color.

BORGHI, E.; GONTIJO NETO, M.M.; RESENDE, R.M.S.; ZIMMER, A.H.; ALMEIDA, R.G.; MACEDO, M.C.M. **Recuperação de pastagens degradadas**. In: NOBRE, M.M.; OLIVEIRA, I.R. Agricultura de Baixo Carbono: Tecnologia e Estratégias de Implementação. Brasília, DF: EMBRAPA, 2018. p. 105-138.

CASAGRANDE, Alessandro; SILVA JUNIOR, Pedro; MENDONÇA, Francisco. **MUDANÇAS CLIMÁTICAS E AQUECIMENTO GLOBAL: controvérsias, incertezas e a divulgação científica**. Revista Brasileira de Climatologia, [S.l.], v.5, 2021.

CHANG, Manyu. **Seqüestro de Carbono Florestal: oportunidades e riscos para o Brasil**. Revista Paranaense De Desenvolvimento, Curitiba, n.102, jan/jun 2002.

CONVENÇÃO-QUADRO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MUDANÇA DO CLIMA (CQNUMC). **Counting emissions and removals: greenhouse gas inventories under the UNFCCC**. 1992 Disponível em: <http://unfccc.int/resource/docs/publications/counting.pdf>. Acesso em: 04 de dezembro de 2022.

ECOSYSTEM MARKETPLACE. **Voluntary Carbon and the Post Pandemic Recovery**. 2020. Disponível em: <https://wecprotects.org/wp-content/uploads/2020/11/EM-Voluntary-Carbon-and-Post-Pandemic-Recovery-2020.pdf>. Acesso em: 04 dez 2022.



FIELD, Barry C.; FIELD, Martha K. **Introdução à Economia do Meio Ambiente**. Porto Alegre: AMGH EDITORA LTDA, 2014.

FILHO, Carlos da Costa e Silva. **O Princípio do Poluidor-Pagador: da Eficiência Econômica à Realização da Justiça / The Polluter Pays Principle: The Realization of Economic Efficiency of Justice**. *Revista de Direito da Cidade*, [S.l.], v. 4, n. 2, 2020.

GONTIJO NETO, Miguel Marques; BORGHI, Emerson; ALVARENGA, Ramon Costa; VIANA, Maria Celuta Machado. **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta - ILPF**. In: NOBRE, Myriam Maia.; OLIVEIRA, Ivênio Rubens. *Agricultura de Baixo Carbono: Tecnologia e Estratégias de Implementação*. Brasília, DF: EMBRAPA, 2018. p. 139-178.

IPCC. **Contribution of Working Group I for the Fourth Assessment Report (AR4), Summary for Policy Makers (SPM), WMO/UNEP**. Genebra, 2007.

LINS, Clarissa; MASCOTTE, Bruna; FAIN, Tamara. **VOLUNTARY CARBON MARKETS: SUPPLY AND DEMAND PERSPECTIVES IN THE CONTEXT OF A TRANSITION TO A LOW CARBON ECONOMY**. 2021. Disponível em: https://catavento.biz/wp-content/uploads/dlm_uploads/2021/08/Catavento_Voluntary-carbon-markets_august_2021.pdf. Acessado em: 30/11/2021.

GURGEL, Angelo Costa; LAURENZANA, Roberto Domenico; **DESAFIOS E OPORTUNIDADES DA AGRICULTURA BRASILEIRA DE BAIXO CARBONO**. Instituto de Economia Aplicada. Brasília, p. 343-366, 2016.

NAHUR, André Costa.; GUIDO, Fabio Luiz.; SANTOS, Jorge Andre Gildi. **As Mudanças Climáticas: Riscos e Oportunidades**. 2015. Disponível em: <https://www.bb.com.br/docs/pub/siteEsp/uds/dwn/mudclimatica.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2022.

Nobre, Myriam Maia. **Agricultura de baixo carbono: tecnologias e estratégias de implantação / Myriam Maia Nobre, Ivênio Rubens de Oliveira, editores técnicos**. – Brasília, DF: Embrapa, 2018

Observatório de Bioeconomia da Fundação Getúlio Vargas (FGV). **Potencial de Mitigação de Gases de Efeito Estufa das Ações de Descarbonização da Pecuária até 2030**. [S.l.], 2021. Disponível em https://eesp.fgv.br/sites/eesp.fgv.br/files/ocbio_potencial_de_mitigacao_de_gee_pecuaria_2112.pdf. Acesso em: 28 mar. 2023.

OLIVEIRA, P. P. A. **Gases de efeito estufa em sistemas de produção animal brasileiros e a importância do balanço de carbono para a preservação ambiental**. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 8, p. 623-634, 2015.

OLIVEIRA, P. P. A.; AZENHA, M. V.; RODRIGUES, P. H. M.; ALVES, T. C.; LEMES, A. P.; PEDROSO, A. de F. **Nitrous oxide emission by pastures in tropical beef production systems**. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GREENHOUSE GASES IN AGRICULTURE, 2., 2016, Campo Grande, MS. Proceedings [...]. Brasília, DF: Embrapa, 2016. p. 93-96. (Embrapa Gado de Leite. Documentos, 216)



RODRIGUES, Renato de Aragão Ribeiro; FERREIRA, Isabel Gouvêa Mauricio; CORDEIRO, Fernanda Reis. **Carbon market potential in crop-livestock-forest integration systems** [online]. Embrapa Soils, 2021 [cited 2022-10-31]. [Available from: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/230916/1/Carbon-market-potential-in-crop-livestock-forest-integration-systems-2021.pdf](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/230916/1/Carbon-market-potential-in-crop-livestock-forest-integration-systems-2021.pdf).

SILVEIRA, Caroline Soares; OLIVEIRA, Letícia. **Análise do mercado de carbono no Brasil: histórico e desenvolvimento**. Novos Cadernos NAEA. [S.l.], v. 24, n. 3, set-dez 2021.

SILVA, Robson Willians da Costa; PAULA, Beatriz Lima. **Causa do aquecimento global: antropogênica versus natural**. Terræ Didática, [S.l.], v.5, n.1, 2009.

SOUZA FILHO, W.; NUNES, P. A. A.; BARRO, R. S.; KUNRATH, T. R.; ALMEIDA, G. M.; GENRO, T. C. M.; BAYER, C.; CARVALHO, P. C. F. **Mitigation of enteric methane emissions through pasture management in integrated crop-livestock systems: trade-offs between animal performance and environmental impacts**. Journal of Cleaner Production, v.213, p.968-975, 2019

USGS. **What's the difference between geologic and biologic carbon sequestration?**. [S.D]. Disponível em: <https://www.usgs.gov/faqs/whats-difference-between-geologic-and-biologic-carbon-sequestration>. Acesso em: 04 dez 2022.

WWF. **As mudanças climáticas**. [S.D]. Disponível em: https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2/clima/mudancas_climaticas2/. Acesso em: 04 dez 2022.