

Mercado Voluntário de Carbono: Oportunidades para a Geração de Créditos de Alta Qualidade na Resex Guariba-Roosevelt, Mato Grosso, Brasil.

Voluntary Carbon Market: Opportunities for the Generation of High Quality Credits at Resex Gariba-Roosevelt, Mato Grosso, Brazil.

Fábio Braga Peixoto¹

Cláudia Regina Heck²

Resumo

O artigo discute a necessidade de reduzir as emissões de gases de efeito estufa para mitigar o impacto negativo das mudanças climáticas e a importância de adotar uma perspectiva ecocêntrica na relação entre ser humano e natureza. O estudo documental realizado na RESEX Guariba-Roosevelt, localizada no estado de Mato Grosso, teve como objetivo compreender os mecanismos de funcionamento dos mercados de carbono por meio de um estudo na RESEX Guariba-Roosevelt aplicando os principais passos de um padrão de certificação de redução de emissões. A pesquisa descritiva e exploratória adotou a metodologia *Verified Carbon Standards* (VCS) para projetos de REDD+ e analisou a dinâmica de mudanças de uso do solo com os dados do PRODES/INPE para o período de 2007 a 2021. Os resultados demonstraram uma taxa de desmatamento de 6,5% considerando como limite espacial a RESEX e a zona de amortecimento, que permitiu calcular as projeções de desmatamento de 5.275,6142 hectares e de emissões de 2.558.163 tCO₂e a serem evitadas, verificando a adicionalidade do projeto quando considerado o limite espacial da RESEX, resultando num aporte financeiro de \$9,8 milhões de dólares para o limite temporal (2023-2025) de trinta anos de projeto. Observou-se que os mercados de carbono podem contribuir com o enfrentamento às mudanças climáticas e a perda de biodiversidade, ao serem construídas ações que buscam equilibrar a relação entre os que geram as externalidades e a sociedade.

Palavras-Chave: Mudanças climáticas; Externalidades; Adicionalidade; Descarbonização da Economia; Mercado de Créditos de Carbono.

Abstract

The article discusses the need to reduce greenhouse gas emissions to mitigate the negative impact of climate change and the importance of adopting an ecocentric perspective in the relationship

¹ Eng. Engenheiro Agrônomo (UFMT) e Mestrando em Desenvolvimento Sustentável e Extensão pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). senhorfabio1978@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-4250-2133>

² Economista, Doutora em Desenvolvimento Econômico pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e Docente da Faculdade de Economia na Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). clauheck@hotmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1581-3333>

between human beings and nature. The documentary study carried out at the RESEX Guariba-Roosevelt, located in the state of Mato Grosso, aimed to understand the functioning mechanisms of the carbon markets through a study at the RESEX Guariba-Roosevelt applying the main steps of a certification standard for reducing emissions. The descriptive and exploratory research adopted the Verified Carbon Standards (VCS) methodology for REDD+ projects and analyzed the dynamics of changes in land use with PRODES/INPE data for the period from 2007 to 2021. The results showed a deforestation rate of 6.5% considering the RESEX and the buffer zone as a spatial limit, which allowed the calculation of deforestation projections of 5,275.6142 hectares and emissions of 2,558,163 tCO²e to be avoided, verifying the additionality of the project when considering the limit RESEX space, resulting in a financial contribution of \$9.8 million dollars for the time limit (2023-2025) of thirty years of the project. It was observed that carbon markets can contribute to tackling climate change and biodiversity loss, by building actions that seek to balance the relationship between those who generate externalities and society.

Keywords: Climate changes; Externalities; Additionality; Descarbonization of the Economy; Carbon credits market

Introdução

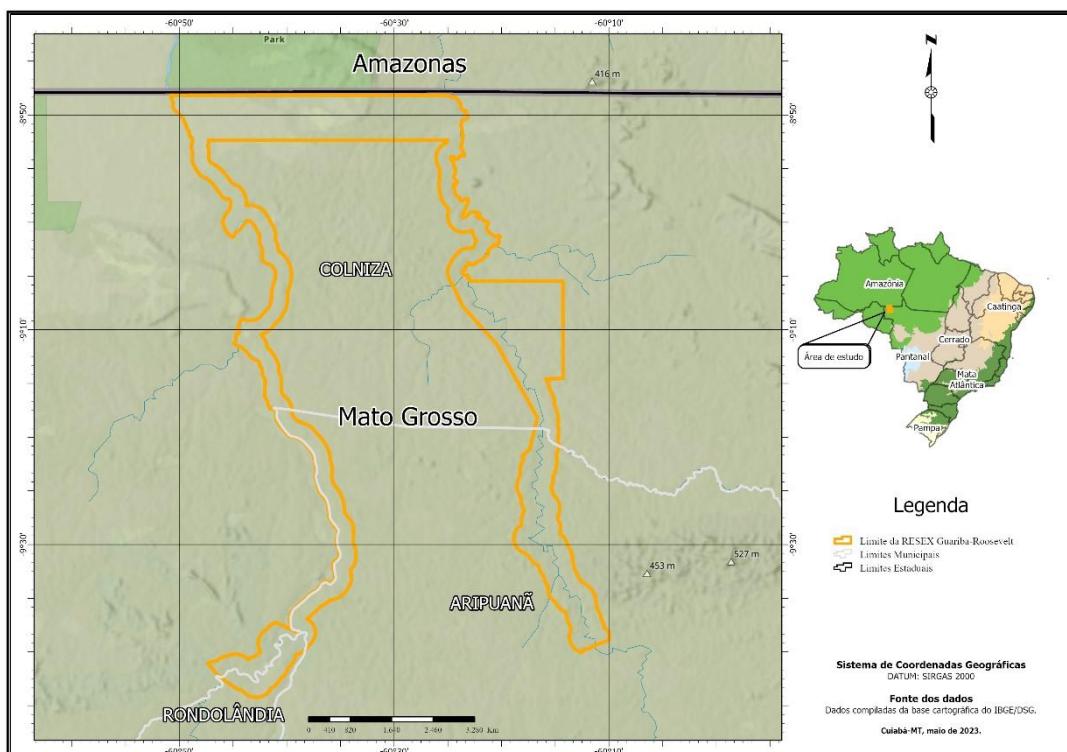
A Organização das Nações Unidas (ONU) (2015) considera as mudanças climáticas como uma das maiores ameaças à segurança global e ao desenvolvimento humano. Neste sentido, a instituição tem trabalhado há décadas para sensibilizar a comunidade internacional sobre a importância de tomar medidas eficazes para lidar com as mudanças climáticas.

Uma das estratégias apresentadas para mitigação das mudanças climáticas é frear as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) associada a implementação de soluções baseadas na natureza como estratégia de captura do carbono já emitido (NUNES, et al., 2020; WILBERFORCE, 2021). Neste sentido, comprehende-se que a estruturação de mercados de carbono venha a atuar como um propulsor que impulsionará essas estratégias. Sob outra ótica, o mercado de carbono também pode ser considerado como uma estratégia relevante para conservação florestal (LEE; KIM, Dong-hwan; KIM, Seong-il, 2018), a qual pode ser avaliada também para áreas destinadas à conservação em suas diferentes categorias.

Enquanto exemplo de Unidade de Conservação, apresenta-se a Reserva Extrativista Guariba-Roosevelt (RESEX), objeto deste estudo. Área localizada na região Noroeste do Estado de

Mato Grosso (Figura 1). Unidade de Conservação criada em 1996, atualmente conta com uma extensão territorial de 138.092 hectares inseridos no bioma Amazônico, sendo a única unidade de conservação da categoria uso sustentável do Estado. Seus domínios estão destinados ao processo de manutenção dos modos de produção e meios de vida tradicionais dos seringueiros em seu território.

Figura 1: Mapa de localização da RESEX Guariba-Roosevelt, Mato Grosso, Brasil



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

A tomada de decisão em relação à escolha da área para realização do estudo está fundamentada na relevância da RESEX para a conservação, devido aos benefícios excepcionais a comunidade e a biodiversidade pela presença de espécies ameaçadas de extinção e a presença de população tradicional de Seringueiros.

Portanto, esta pesquisa teve como objetivo compreender os mecanismos de funcionamento dos mercados de carbono por meio de um estudo na RESEX Guariba-Roosevelt aplicando os principais passos de um padrão de certificação de redução de emissões.

Diante do exposto, o estudo buscou compreender as origens e referências do tema para responder se a RESEX Guariba-Roosevelt tem potencial para geração de créditos de alta qualidade para um projeto de certificação no mercado voluntário de carbono.

Descarbonização da Economia

As mudanças climáticas causam impactos adversos e perdas desiguais em setores como agricultura, silvicultura, pesca, energia e turismo. Aproximadamente metade da população mundial enfrenta escassez severa de água anualmente devido a fatores climáticos e não climáticos. Emissões contínuas de gases de efeito estufa aumentam o aquecimento global, projetado para atingir 1,5°C em breve, intensificando riscos. Reduções rápidas e profundas nas emissões podem desacelerar esse aquecimento em cerca de duas décadas. O 6º Relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) recomenda limitar o aquecimento global, alcançando emissões líquidas zero de CO₂ e reduzindo outras emissões de GEE, o que deve resultar em um declínio gradual das temperaturas globais após um pico inicial (IPCC, 2023).

Para Leff (2006) a crise ambiental é uma crise de racionalidade, e para enfrentá-la é necessário repensar a relação entre o ser humano e a natureza, abandonando a visão antropocêntrica e adotando uma perspectiva ecocêntrica, que reconheça a interdependência entre todos os seres vivos e a importância da conservação dos ecossistemas.

Nesse sentido, o Acordo de Paris, adotado pela *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC) em 2015, levou ao desenvolvimento de políticas e definição de metas em nível nacional e subnacional, em particular em relação à mitigação, bem como maior transparência da ação e apoio climático. Para Falkner (2016) o Acordo traz uma inovação na política climática internacional ao reconhecer a importância central das políticas nacionais no enfrentamento das mudanças climáticas, permitindo que cada país estabeleça seu próprio nível de ambição em relação

à mitigação dessas mudanças. Ao mesmo tempo, que incorpora as promessas dos países em um sistema internacional de responsabilidade climática.

Neste sentido, as políticas de mitigação têm sido propostas através de instrumentos regulatórios e econômicos em muitos países. De modo geral, essas políticas buscam ampliar a eficiência energética, reduzir as taxas de desmatamento e acelerar a implantação de tecnologias, que impactem nas emissões evitadas e, em alguns casos, reduzidas ou removidas. Falkner (2016), destaca que o histórico das políticas climáticas, que indica que os governos costumam apresentar objetivos ambiciosos, mas tendem a evitar tomar decisões desafiadoras.

Para contenção das externalidades negativas, diversos instrumentos que têm sido adotados por governos ao redor do mundo. Em sua maioria tem sido do tipo ‘comando e controle’, ou seja, a criação de normas obrigatórias, cujo cumprimento é fiscalizado pelo aparato estatal ou baseados em incentivos fiscais, como subsídios diretos para financiamento ou regimes de tributação diferenciada (PIGOU, 1920).

De outro modo, a literatura econômica sugere a aplicação de instrumentos de mercado como uma maneira de tornar essa transição mais rápida e menos custosa do ponto de vista social. Ao enfrentar um preço relativo mais alto da poluição, os agentes privados terão que escolher entre pagar para poluir ou reduzir a poluição comparando o custo marginal de controle com o preço da poluição (MOTTA, 2019). Assim, o mecanismo de precificação do carbono visa estabelecer um valor monetário para as emissões de gases de efeito estufa, de forma a internalizar os custos dessas externalidades nos custos privados de produção, gerando o insumo necessário para a formação dos mercados de carbono.

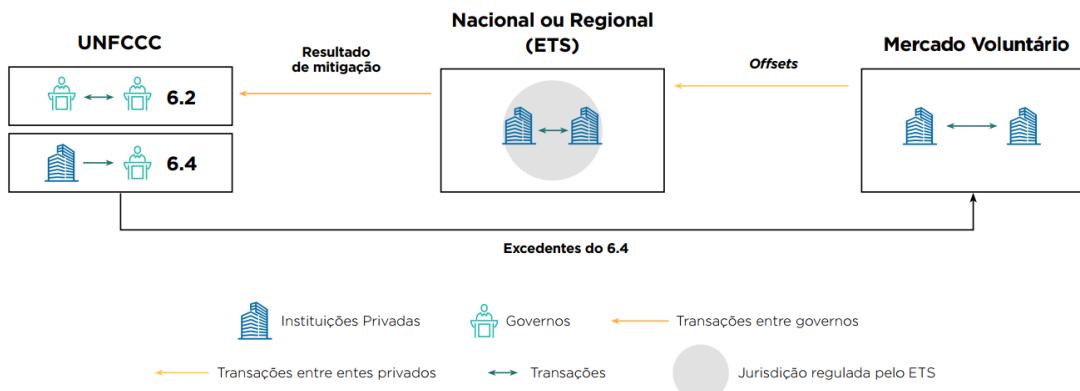
Os Mercados de Carbono

Mercado de carbono é um termo que ganhou notoriedade a partir da 3ª Conferência das Partes da UNFCCC, realizada em Kyoto (COP 3), através das definições do Protocolo de Quioto em 1997. O Protocolo definiu que países desenvolvidos deveriam reduzir suas emissões e países em desenvolvimento poderiam contribuir com as metas de redução através do mecanismo de geração de reduções certificadas de emissões que poderiam ser transacionadas entre países.

Um deles é caracterizado como Direito de Emissão de GEE e se refere a um Sistema de Comércio de Emissões³ (ETS) vinculado a um marco regulatório. O segundo tipo é caracterizado pelos Certificados de Redução de Emissão⁴ de GEE (CER), e se refere a um mecanismo voluntário de compensação, conhecido como offset, sem submissão à legislação obrigatória (ICC BRASIL, 2021).

O Sistema de Comércio de Emissões (ETS) funciona sob as obrigações estabelecidas pelos governos aos agentes econômicos responsáveis pela taxação das emissões acima do limite máximo estabelecido, o Mercado de Carbono Regulado (CEBDS, 2021). A partir do ETS, origina dois dos ambientes de comercialização: o mercado de carbono regulado no âmbito da UNFCCC e os mercados regulados de carbono regionais, nacionais e subnacionais (ICC BRASIL, 2021). A Figura 2, demonstra os ambientes de comercialização e suas formas de relação.

Figura 2: Ambientes de comercialização em mercados de carbono.



Fonte: ICC BRASIL, 2021.

Os Certificados de Redução de Emissões se relacionam a um mecanismo de emissões onde organizações e indivíduos se auto atribuem limites de emissão, bem como suas metas de neutralização, configurando assim, o Mercado de Carbono Voluntário (CEBDS, 2021). O produto

³ em inglês, *Emission Trading System* (ETS).

⁴ em inglês, *Certified Emission Reduction* (CER) que também é nomeado *Verified Emission Reduction* (VER).

negociado em ambos mercados de carbono é a tonelada de dióxido de carbono equivalente (tCO₂e), denominada como um crédito de carbono após o devido processo de certificação.

O Protocolo de Quioto (1997) estabeleceu que países desenvolvidos deveriam ter metas de redução de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) e que países em desenvolvimento poderiam contribuir para os países desenvolvidos conseguirem atingir suas metas de forma mais efetiva. Em outras palavras, foi estabelecido um arranjo no qual países até então sem metas compulsórias de redução de emissões, poderiam desenvolver projetos geradores de Reduções Certificadas de Emissões (RCEs), as quais lograriam negociações com países que tivessem metas de redução definidas pelo Protocolo (PROLO et al., 2021). Esse arranjo foi denominado Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

A implementação do MDL, conforme Prolo et a, (2021), constituiu um mercado regulado global de créditos de carbono, no entanto, com algumas restrições relacionadas aos tipos de metodologias implementadas para o desenvolvimento dos projetos e aos escopos setoriais de atuação que ocasionaram a exclusão de participantes e projetos, provocando um movimento paralelo com regras e metodologias específicas, unidas pela liberalidade de empresas e instituições com desejo de reduzir e compensar suas emissões, instituindo assim o terceiro ambiente de comercialização, o Mercado Voluntário de Carbono.

O Mercado Voluntário de Carbono

A iniciativa do mercado voluntário de Carbono tem seu arcabouço moldado na infraestrutura de comércio regulado de créditos e o Protocolo de Quioto contribuiu indiretamente para a construção dos primeiros padrões para metodologias de certificação para compensação (VARGAS; DELAZERI; FERREIRA, 2022).

Uma característica marcante do mercado voluntário de carbono é a diversidade de atributos associados aos projetos e aos créditos gerados, como: o padrão internacional de certificação, o escopo de atividade dos projetos, e a geração de benefícios para as comunidades.

Os padrões de certificação do mercado voluntário de carbono têm o papel de garantir a qualidade, transparência e credibilidade dos créditos de carbono disponíveis no mercado. Em outras

palavras, os padrões objetivam assegurar a integridade climática e social dos projetos e dos créditos em termos de critérios como adicionalidade, unicidade, permanência e não vazamento das emissões estocadas ou capturadas (MOTTA, 2020).

Os principais padrões de certificação, também conhecidos como standards⁵, são *Verified Carbon Standard* (VCS) da Verra, o *Gold Standard* (GS), o *American Carbon Registry* (ACR), e o *Climate Action Reserve* (CAR). Há outros standards utilizados em conjunto com os anteriores para verificar a efetividade na geração de cobenefícios socioambientais do projeto, principalmente em relação às comunidades atingidas direta ou indiretamente. Para esta verificação estão disponíveis *SocialCarbon* (SC) e o *Climate, Community & Biodiversity* (CCB).

O *Verified Carbon Standard* (VCS) é líder do mercado para a contabilidade de créditos de carbono e o *Climate, Community & Biodiversity* (CCB) tem ganhado preferência, dado que ambos são gestados pela Verra e creditados pela *International Carbon Reduction and Offset Alliance* (ICROA) que oferece um programa de reconhecimento das melhores práticas no mercado voluntário de carbono.

A geração e comercialização de créditos no mercado voluntário de carbono tem um fluxo definido basicamente em quatro etapas, que prevê a participação de diferentes agentes ao longo do processo (Verra, 2021). A primeira fase consiste na elaboração do projeto pelo proponente, objetivando a identificação do potencial da atividade redutora ou removedora de emissões de GEE e da verificação da sua viabilidade, através da adoção de uma metodologia alinhada ao escopo setorial que define os procedimentos detalhados para quantificar as remoções ou reduções de emissões de GEE para geração de créditos de carbono e deve demonstrar que sejam reais e mensuráveis, adicionais, permanentes e únicas. A segunda fase é a validação onde o projeto é submetido a uma auditoria independente denominada Entidade Operacional Designada (DOE na

⁵ Os standards são gestados por empresas privadas que se organizam na associação global de empresas atuantes no mercado voluntário de carbono *International Carbon Reduction and Offset Alliance* (ICROA), as empresas que fornecem os padrões para certificação são organizações independentes e especializadas em estabelecer as normas e requisitos que os projetos de redução de emissões de GEE devem seguir para receberem a certificação. Um dos exemplos mais relevantes é a empresa VERRA que fornece um dos padrões mais utilizados atualmente e está registrada como uma corporação sem fins lucrativos sob as leis do Distrito de Columbia (Washington, DC, EUA).

sigla em inglês). A terceira fase compreende o Registro, Monitoramento e Certificação que gera ao final do processo os Certificados de Redução de Emissão (RCE) pelo padrão após a certificação pela DOE. A última fase é a comercialização das RCEs.

Metodologia

Metodologicamente, a pesquisa se caracteriza quanto aos objetivos propostos, como pesquisa descritiva e exploratória, realizada por meio de um delineamento do tipo documental, onde através de materiais que não receberam ainda um tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com os objetivos da pesquisa, busca-se conhecer com maior profundidade o assunto de modo a torná-lo mais comprehensível ou construir questões importantes para a condução da pesquisa (GIL, 2010).

Para analisar o potencial de geração de créditos de alta qualidade para certificação e comercialização no mercado voluntário de carbono, buscou-se apoio no relatório do Instituto Escolhas (2021), que prevê a necessidade de assumir-se as seguintes premissas adaptadas a realidade do estudo em questão.

- Na RESEX Guariba-Roosevelt será desenvolvido um projeto REDD+ a ser certificado pelo padrão *Verified Carbon Standard* (VCS) para o mercado voluntário de carbono.
- O desmatamento a ser evitado será do tipo não planejado (*Avoided Unplanned Deforestation - AUD*).
- Considerando que o desmatamento não planejado tem ocorrência no interior da RESEX.
- A definição do cenário de linha de base, considera a manutenção da taxa média anual do desmatamento no interior da RESEX e do entorno no período entre 2007-2021.
- A projeção da linha de base foi realizada com base na taxa média anual de desmatamento, orientada pela metodologia que apresenta a aplicabilidade adequada dentre as opções do padrão VCS.
- Um crédito de carbono corresponde a uma tonelada de CO₂ equivalente em GEE (t CO₂e).

Não é escopo deste estudo, estruturar um projeto de carbono na íntegra utilizando o padrão de certificação, mas sim analisar seus critérios fundamentais para identificar as

oportunidades. Assim, para a contabilidade do carbono foi empregado os passos fundamentais para projetos de REDD+ no padrão VCS.

1. Analisar o critério de Aplicabilidade da metodologia a ser adotada
2. Definição dos limites espaciais e temporais
3. Cálculo da taxa de desmatamento
4. Projeção da linha de base do desmatamento futuro; e
5. Estimativa do potencial de créditos por desmatamento evitado.

As análises envolveram o uso de planilha eletrônica do *Microsoft Excel* e a construção de um banco de dados de informações geográficas para realizar as operações de geoprocessamento em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG) através do software ArcGIS PRO. As principais fontes de dados foram os dados anuais de desflorestamento do PRODES/INPE, o mapeamento de uso do solo do MapBiomass e base cartográfica do IBGE.

Resultados e discussões

Análise do Critério Aplicabilidade

Para esta análise verificou-se o alinhamento setorial da atividade de Desmatamento Não Planejado Evitado ou *Avoid Unplanned Deforestation* (AUD), que se enquadra no setor Agricultura, Floresta e Uso da terra (AFOLU, do inglês *Agriculture, Forests and Other Land Use*) e observou-se que a metodologia adequada para analisar a aplicabilidade é a VM0015.

Essa metodologia se propõe a estimar e monitorar as emissões de gases de efeito estufa das atividades do projeto que evitam o desmatamento não planejado (AUD). Também oferece a opção de contabilizar os aumentos do estoque de carbono em florestas que seriam desmatadas no caso de linha de base, quando estes forem mensuráveis e significativos.

Os itens a seguir, apresentam os critérios de aplicabilidade da VM0015 e o Quadro 1 apresenta a análise de atendimento aos critérios de aplicabilidade.

- a) As atividades de linha de base podem incluir extração planejada ou não planejada para madeira, coleta de lenha, produção de carvão, atividades agrícolas e de pastagem, desde que a categoria seja desmatamento não planejado de acordo com os requisitos mais recentes da VCS AFOLU.
- b) As atividades do projeto podem incluir uma ou uma combinação das categorias elegíveis definidas na descrição do escopo da metodologia.
- c) A área do projeto pode incluir diferentes tipos de floresta, como, mas não se limitando a floresta primária, floresta degradada, florestas secundárias, florestas plantadas e sistemas agroflorestais que atendam aos requisitos definição de “floresta”.
- d) No início do projeto, a área do projeto deve incluir apenas terras qualificadas como “floresta” por um mínimo de 10 anos antes da data de início do projeto.
- e) A área do projeto pode incluir áreas úmidas florestadas (como florestas de terra firme, florestas de várzea, florestas de mangue) desde que não cresçam em turfa. A turfa deve ser definida como solo orgânico com pelo menos 65% de matéria orgânica e uma espessura mínima de 50 cm. Se a área do projeto incluir áreas úmidas florestais que crescem em turfa (por exemplo, florestas de pântanos de turfa), esta metodologia não é aplicável.

Quadro 1: Análise do atendimento aos critérios de aplicabilidade.

a)	As atividades na linha de base incluem desmatamento não planejado motivado por atividades agrícolas e de pastagem.
b)	O projeto se apoia nas ações de desmatamento evitado sem a exploração de madeira, coleta de madeira ou produção de carvão, conforme a categoria elegível do VM0015.
c)	Na área do projeto ocorre predominantemente Floresta primária, mas contempla também Floresta em regeneração.
d)	O projeto possui uma área qualificada de 126.024,6621 hectares de Floresta Primária
e)	Não foram identificadas áreas vegetadas com estas características excludentes.

Fonte: Organizado pelos autores, 2023.

A metodologia não possui restrições geográficas e é aplicável globalmente e para o estudo em questão, se demonstrou aplicável à atividade proposta, sendo essa etapa de fundamental importância, pois define o roteiro a ser seguido.

4.2 Análise da dinâmica de desmatamento

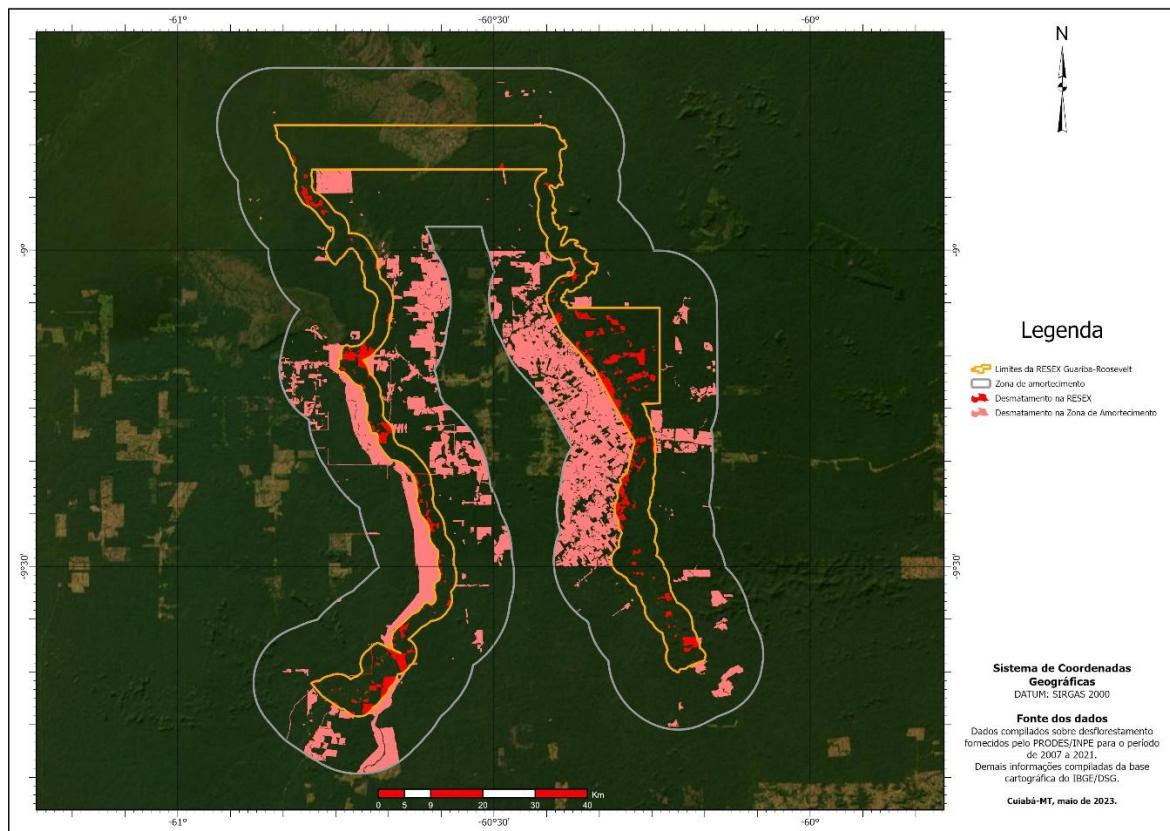
A partir da análise da dinâmica de desmatamento, foi possível extrair as métricas necessárias para o estimar o potencial de créditos por desmatamento evitado conforme os passos definidos na metodologia.

A dinâmica da mudança de uso do solo na região Noroeste do Mato Grosso tem se mostrado como uma ameaça ao processo de conservação da RESEX e o modo de vida dos Seringueiros. Essa dinâmica se materializa no território, através da exploração madeireira e da agropecuária extensiva para produção de carne, principais vetores desse processo, conectados com cadeias globais de abastecimento. A Figura 3 demonstra o estado de degradação na área analisada.

A análise temporal do processo de degradação florestal se deu a partir de dados do desflorestamento fornecidos pelo PRODES/INPE para o período de 2007 a 2021, enquanto limite temporal para análises do cenário *ex ante* uma vez que o limite temporal para o cenário de projeto (*ex post*) é de 30 anos (2023 a 2053). Como recorte espacial, se utilizou os limites da RESEX Guariba-Roosevelt, bem como para um *buffer* de 10 Km no entorno da área de interesse, os quais estão sistematizados na Tabela 1.

Constataram-se significativos incrementos em desmatamento tanto no entorno quanto nos limites da RESEX, com destaque para o período entre 2015 e 2020 onde a Taxa de Conversão (TC%) dentro da RESEX fora de 44%, seguido de 35% para a classes de distância Buffer 10 Km.

Figura 3 - Mapa de desmatamento na RESEX Guariba-Roosevelt, Mato Grosso, Brasil e no entorno.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Tabela 1 - Base de dados do Desmatamento.

Classes de distância	Período analisado				
	2007	2010	2015	2020	2021
	Área em hectares				
Dentro da RESEX (ha)	6.156,5454	6.638,4991	7.302,8969	10.514,2104	11.651,2260
Buffer 10 Km (ha)	51.982,7646	55.039,2300	66.244,0568	89.276,7919	96.601,2541
Total	58.139,3099	61.677,7291	73.546,9537	99.791,0023	108.252,4801

Fonte: PRODES/INPE, 2023. Organizado pelos autores.

Analisando o limite temporal considerando os dados de desmatamento do ano de 2007 a 2021, percebe-se uma grande ameaça instalada e o avanço da frente de expansão madeireira e agropecuária, conforme os dados da Tabela 2.

Tabela 2 - Taxa de conversão de uso do solo para o período analisado.

Classes de distância	Período 2007-2021				
	2007	2021	CCP (ha)	TC (%)	CAP (ha.ano ⁻¹)
Dentro da RESEX (ha)	6.156,5454	11.651,2260	5.494,6806	89,25	392,4772
Buffer 10 Km (ha)	51.982,7646	96.601,2541	44.618,4896	85,83	3.187,0350

CCP: Conversão corrente para o período; TC: Taxa de conversão para o período; CAP: Conversão anual em área para o período.

Fonte: PRODES/INPE, 2023. Organizado pelos autores.

Este dado apresenta uma forte tendência de a dinâmica externa influenciar a mudança de uso do solo dentro da RESEX, dado que a Taxa de Conversão (TC) para o período na RESEX foi maior que no seu entorno imediato (85,83%), ou seja, seguiram a mesma dinâmica. Se olharmos para a TC, considerando como um só área, a RESEX e o Buffer 10Km, temos cerca de 86% e conseguimos dimensionar a que ritmo de conversão, está sendo implementada a degradação, mas sobretudo ressalta a necessidade de ações de enfrentamento e mitigação deste efeito sobre as mudanças climáticas.

A taxa média de desmatamento foi calculada através dos dados do desmatamento do PRODES/INPE (2023) no limite temporal, aplicando a metodologia indicada pelo VM0015, onde verificou-se a taxa de desmatamento de 6,5%. A fórmula utilizada está é apresentada a seguir (Equação 1):

$$r = \frac{1}{t_2 - t_1} \ln \ln \frac{A_2}{A_1} \quad (1)$$

onde r é a taxa de desmatamento (%); t_2 e t_1 compõem o intervalo temporal considerado (em anos); e A_2 e A_1 representam a área de cobertura florestal (em hectares).

A partir do incremento média anual de desmatamento e da estimativa do estoque de carbono acima e abaixo do solo obtido por operações de geoprocessamento a partir do mapa de densidade de biomassa de Spawn e Gibbs (2020), estimamos o cenário de linha de base de desmatamento e emissões. A linha de base corresponde às estimativas do cenário esperado na ausência do projeto, também conhecido como cenário “*Business as usual*” (BAU). Com base no resultado estimamos que o desmatamento não planejado evitado para o limite temporal do projeto é de 5.275,6142 hectares, sendo as emissões evitadas da ordem de 2.558.163 tCO²e, gerando, portanto, adicionalidade. Para a estimativa do potencial de créditos por desmatamento evitado utilizou-se as orientações da VM0015 aplicando os seguintes parâmetros:

Quadro 2 - Dados para quantificação de *Verified Carbon Units* (VCU) na metodologia VM0015.

Área do projeto	138.092	hectares
Linha de base do Desmatamento	6,5	%
Fator de emissão	485	t CO ² e/ha
Fator de risco de não permanência do projeto	10	%
Valor médio do crédito de carbono transacionado (VCU) no mercado voluntário ⁶	4,3 ⁷	US\$

Fonte: Organizado pelos autores, 2023.

Para gerar os resultados para o ano zero do limite temporal do projeto (2023), envolveu-se inicialmente as seguintes operações matemáticas:

- a transformação do incremento médio de desmatamento entre 2007 e 2021 (392,4772 ha) na linha de base de emissões através da multiplicação pelo fator de emissão (485 tCO²e/ha), obtendo 190.313 tCO²e.
- Posteriormente é calculado o fator de risco (10%) sobre a diferença entre a linha de base de emissões (190.313 tCO²e) e o fator de emissão (485 tCO²e/ha), onde a resultante foi de 18.983 tCO²e/ha.

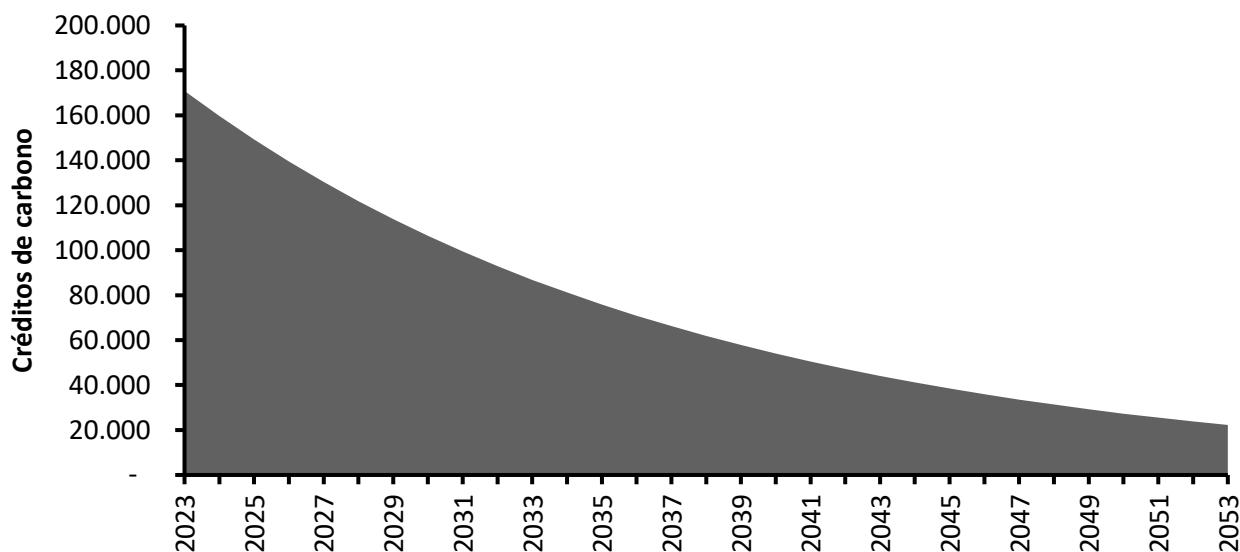
⁶ Fonte *Ecosystem Marketplace*, 2022.

⁷ Cotação do dólar em 03/05/2023.

- iii. A quantificação dos créditos foi obtida pela subtração da linha de base para emissões (190.313 tCO²e), do fator de emissão (485 tCO²e/ha) e do fator de risco (18.983 tCO²e/ha), onde obteve-se 170.846 VCU.
- iv. A estimativa de aporte financeiro se deu a partir da multiplicação da quantidade de créditos (170.846 VCU) pelo valor médio do crédito de carbono transacionado no mercado voluntário (US\$ 4,3), que resultou numa estimativa de aporte de US\$734.636,65.

Para extrapolar os resultados para o limite temporal do projeto (2023 – 2053), adicionou-se, ano a ano, a linha de base do desmatamento (6,5%) tanto ao incremento médio anual de desmatamento, quanto para a linha de base de emissões para obter as variáveis seguintes, conforme os passos descritos anteriormente. A projeção do potencial de geração de VCU é apresentada no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Projeção do potencial de geração de créditos VCUs na RESEX Guariba-Roosevelt



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

A RESEX Guariba-Roosevelt apresentou um potencial de gerar 73.833 créditos de carbono ao ano e aporte financeiro da ordem de \$317.481,18 dólares. Ao longo dos trinta anos projetados a

área apresenta um potencial de 2,28 milhões de créditos de carbono, equivalente a \$9,8 milhões de dólares.

Considerações finais

As Conferências Climáticas realizadas pela (ONU) indicam a urgência na adoção de mecanismos de mitigação do efeito estufa. Tal situação, exige medidas socioeconômicas e ambientais que considerem a conservação em perspectiva de longo prazo. Diante do exposto, o mecanismo de mercado de carbono, pode vir a contribuir com a conservação dos recursos naturais, haja visto que no caso estudado o cenário "*Business as usual*", ou seja, o cenário sem a implementação de um projeto efetivo de conservação, a degradação seguirá a passos largos.

No entanto, num cenário com a implementação do projeto, deve-se levar em conta os possíveis "vazamentos", que consiste na migração da pressão por mudanças no uso do solo para outras áreas de relevância para conservação, dado que a área em questão é circundada de Terras Indígenas e outras Unidades de Conservação. A observância dos possíveis vazamentos, gera uma nova questão: "Quais são às áreas de relevância para conservação com maior suscetibilidade ao desmatamento no entorno da RESEX?"

A partir da metodologia aplicada, foi possível compreender os mecanismos de funcionamento dos mercados de carbono, uma vez que foi exitosa a aplicação dos principais passos de um dos principais padrão de certificação de redução de emissões do mercado voluntário de carbono. Os resultados obtidos apresentam que um possível projeto na RESEX, com as características e premissas assumidas, gera adicionalidade, evidenciada pelo potencial de desmatamento e o volume de emissões passíveis de serem evitados ao longo do projeto, gerando consequentemente o potencial de aportes financeiros. No entanto, os resultados ora apresentados não esgotam a investigação, haja visto que devem ser aprofundados através da adoção do escopo completo do padrão de certificação.

É possível ainda, expandir o escopo da situação estudada, a partir da inclusão de outros padrões adicionais para qualificar os certificados de redução de emissões aos possíveis impactos socioambientais através do padrão *Climate, Community & Biodiversity* (CCB) que promove um

aumento do valor do crédito, mas também aumenta a complexidade de implementação e monitoramento.

Do ponto de vista da população da RESEX, este cenário se apresenta como uma oportunidade de aumento do capital social para enfrentamento dos desafios, além de gerar oportunidade de manutenção do modo de vida tradicional, através de aportes financeiros para infraestrutura relacionadas a cadeias produtivas da sociobiodiversidade, como da Castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa*) e Seringueira (*Hevea brasiliensis*).

Diante do cenário estudado, constata-se que está posto à sociedade a construção de um setor inteiro da economia global. O mercado global de carbono apresenta uma série de desafios para a sociedade, uma vez que envolve sinergias e conflitos que precisam ser observados, sendo necessário encontrar um equilíbrio entre esses aspectos para garantir o sucesso do mercado global de carbono e atingir os objetivos de enfrentamento das mudanças climáticas e uma economia de baixo carbono.

Referências

- CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – CEBDS, (2021). Proposta de Marco Regulatório para o Mercado de Carbono Brasileiro. Disponível em: <https://cebds.org/wpcontent/uploads/2021/08/cebds.org-mercado-de-carbono-marco-regulatorio-mercado-carbonomarco-regulatorio-sem-olhos.pdf> - Acesso em: 03/12/2022.
- FALKNER, R. (2016). The Paris Agreement and the New Logic of International Climate Politics. *International Affairs*, v. 92, n. 5, p. 1107-1125, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1468-2346.12708> - Acesso em 16/09/2024.
- GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas. 2010.
- ICC BRASIL; WAYCARBON. Oportunidades para o Brasil em Mercados de Carbono. 2021. Disponível em: https://www.iccbrasil.org/media/uploads/2021/09/27/oportunidades-para-o-brasil-em-mercados-de-carbono_icc-br-e-waycarbon_29_09_2021.pdf - Acesso em: 15/12/2022.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. Summary for Policymakers Climate Change 2023: Synthesis report of the IPCC sixth assessment report. 36 p. Disponível em: https://report.ipcc.ch/ar6syr/pdf/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf - Acesso em: 05/04/2023.
- INSTITUTO ESCOLHAS. Créditos de Carbono em Concessões Florestais: Quanto o Brasil pode ganhar mantendo a floresta em pé? São Paulo. 2021. Disponível em:

https://www.iccbrasil.org/media/uploads/2021/09/27/oportunidades-para-o-brasil-em-mercados-de-carbono_icc-br-e-waycarbon_29_09_2021.pdf - Acesso em: 15/12/2022.

LEE, D.-H.; KIM, D.-H.; KIM, S.-I. *Characteristics of Forest Carbon Credit Transactions in the Voluntary Carbon Market.* **Climate Policy**, v. 18, n. 2, 2018. p. 235-245. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14693062.2016.1277682#abstract>. Acesso em: 16 set. 2024.

LEFF, E. Racionalidade Ambiental: A reapropriação social da natureza. Tradução Luís Carlos Cabral. Ed Civilização Brasileira. Rio de Janeiro: 2006.

NUNES, L. Jr. et al. Forest Contribution To Climate Change Mitigation: Management Oriented To Carbon Capture And Storage. **Climate**, v.8, n.2, 2020. p.21. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2225-1154/8/2/21>. Acesso em: 16 set. 2024.

MOTTA, R. S. da. Carbon Pricing: From the Kyoto Protocol to the Paris Agreement. In: FRANGETTO, F. W.; VEIGA A. P. B.; LUEDEMANN, G. Legacy ff the CDM: Lessons learned and impacts from the clean development mechanism in Brazil as insights for new mechanisms / Brasília: IPEA, 2019, p. 335-350.

MOTTA, R. S. da. Oportunidades e Barreiras no Financiamento de Soluções Baseadas na Natureza. 2020. Disponível em: https://cebds.org/ibnbio/wp-content/uploads/2020/10/Financiamento_SolucoesNatureza_Art_6_2mb.pdf Acesso em: 05/03/2023.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Acordo de Paris sobre o Clima. Paris: ONU. 2015. Disponível em: <https://bit.ly/3I6rNJR> - Acesso em: 25/03/2023.

PIGOU, A. C. The Economics of Welfare. London: Macmillan. 1920. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4154221/mod_resource/content/0/Pigou-The_Economic_of_Welfare_1920.pdf - Acesso em: 03/04/2023.

PROLO, C. D., PENIDO, G., SANTOS, I. T., LA HOZ THEUER, S. Explicando os Mercados de Carbono na Era do Acordo de Paris. Rio de Janeiro: Instituto Clima e Sociedade. 2021. Disponível em: <https://laclima.org/files/explicando-mercados-rev.pdf> - Acesso em: 15/12/2022.

SPAWN, S. A.; GIBBS, H. K. Global Aboveground and Belowground Biomass Carbon Density Maps for the Year 2010. ORNL DAAC, Oak Ridge, Tennessee, USA, 2020.

VARGAS, D. B; DELAZERI, L. M. M; FERREIRA, V. H. P. O Mercado de Carbono Voluntário no Brasil. Observatório de Conhecimento e Inovação em Bioeconomia, Fundação Getúlio Vargas - FGV-EESP, São Paulo, SP, Brasil. 2022. Disponível em: https://eesp.fgv.br/sites/eesp.fgv.br/files/ocbio_mercado_de_carbono_1.pdf - Acesso em: 05/11/2022.

Verra. Verified Carbon Standard Projects & Programs. 2021. Disponível em: <https://verra.org/project/vcs-program/projects-and-jnr-programs/> - Acesso em: 13/03/2023.

WILBERFORCE, T. et al. Progress in Carbon Capture Technologies. **Science of The Total Environment**, v. 761, 2021. p. 143203. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720367346>. Acesso em: 16 set. 2024.