ReGeo ISSN: 2177-3246

VIABILIDADE ECONÔMICA DE PROJETOS DE REDD+ NO CERRADO: EVIDÊNCIAS DO MATOPIBA

ECONOMIC VIABILITY OF REDD+ PROJECTS IN THE CERRADO: EVIDENCE FOR MATOPIBA

VIABILIDAD ECONÓMICA DE PROYECTOS REDD+ EN EL CERRADO: EVIDENCIAS DEL MATOPIBA

https://doi.org/10.56238/revgeov17n9-053

Data de submissão: 26/07/2026 **Data de publicação:** 09/09/2026

Attawan Guerino Locatel Suela
Doutor em Economia Aplicada
Instituição: Universidade Estadual da Bahia (UNEB)
E-mail: attawan_zull@hotmail.com

Vera Lucia da Silva Farias
Doutora em Agronomia (Ciências do Solo)
Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)
E-mail: vera.farias@uemg.br

Rogério dos Santos Morais
Doutor em Engenharia da Produção
Instituição: Fasul Educacional
E-mail: roger.dos.santos.morais@gmail.com

Antonio Ribas Reis
Doutor em Difusão do Conhecimento
Instituição: Universidade Federal da Bahia (UFBA)
E-mail: amigoribas@gmail.com

Edyane Maria de Souza Gonçalves
Mestre em Desenvolvimento Humano
Instituição: Universidade de Taubaté (UNITAU)
E-mail: edyanesouza.mdh@gmail.com

Wesley da Silva Prescinato
Mestrando em Administração
Instituição: Must University
E-mail: wesley.prescinato@gmail.com

Gabriel Locatel Suela
Agrônomo
Instituição: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)
E-mail: gabriellocateloff@gmail.com

RESUMO
A expansão agropecuária no MATOPIBA intensificou a conversão da vegetação nativa do Cerrado, ampliando as emissões de gases de efeito estufa e reforçando a necessidade de instrumentos econômicos voltados à conservação ambiental, como o REDD+. Este estudo analisou os custos de transação e a viabilidade econômica de projetos de REDD+ na região. A pesquisa adotou abordagem quali-quantitativa, fundamentada em análise documental, dados secundários e modelagem econômica. Os custos de transação foram classificados em ex-ante e ex-post, enquanto a viabilidade econômica foi avaliada por meio da Análise Custo-Benefício, utilizando o Valor Presente Líquido (VPL), complementada por análise de sensibilidade para diferentes preços de carbono, escalas de implementação e custos de oportunidade associados aos usos alternativos do solo. Os resultados indicaram custos ex-ante estimados em R$ 33,00/ha e custos ex-post de R$ 29,50/ha/ano para o cenário de referência. No cenário base (R$ 25,75/tCO_2eq), os projetos mostraram-se economicamente inviáveis, enquanto preços mais elevados do carbono ampliaram significativamente sua atratividade. A agregação de propriedades e a integração do REDD+ com instrumentos como o Cadastro Ambiental Rural, o Programa de Regularização Ambiental e o Plano ABC+ reduziram custos de transação e favoreceram economias de escala. Conclui-se que a viabilidade do REDD+ no MATOPIBA depende da valorização dos créditos de carbono, da redução dos custos de transação e do fortalecimento da governança e das políticas públicas ambientais.

Palavras-chave: Custos de Transação. PSA. Créditos de Carbono. Governança Ambiental. Mudança do Uso da Terra.

ABSTRACT
Agribusiness expansion in MATOPIBA intensified the conversion of native Cerrado vegetation, increasing greenhouse gas emissions and reinforcing the need for economic instruments focused on environmental conservation, such as REDD+. This study analyzed the transaction costs and economic viability of REDD+ projects in the region. The research adopted a quali-quantitative approach, based on documentary analysis, secondary data, and economic modeling. Transaction costs were classified into ex-ante and ex-post, while economic viability was assessed through Cost-Benefit Analysis, using Net Present Value (NPV), complemented by sensitivity analysis for different carbon prices, implementation scales, and opportunity costs associated with alternative land uses. Results indicated ex-ante costs estimated at R$ 33.00/ha and ex-post costs of R$ 29.50/ha/year for the reference scenario. In the base scenario (R$ 25.75/tCO_2eq), projects proved economically unviable, while higher carbon prices significantly increased their attractiveness. Property aggregation and integration of REDD+ with instruments such as the Rural Environmental Registry, the Environmental Regularization Program, and the ABC+ Plan reduced transaction costs and favored economies of scale. It is concluded that the viability of REDD+ in MATOPIBA depends on the valuation of carbon credits, the reduction of transaction costs, and the strengthening of environmental governance and public policies.

Keywords: Transaction Costs. PES. Carbon Credits. Environmental Governance. Land Use Change.

RESUMEN
La expansión agropecuaria en MATOPIBA intensificó la conversión de la vegetación nativa del Cerrado, ampliando las emisiones de gases de efecto invernadero y reforzando la necesidad de instrumentos económicos orientados a la conservación ambiental, como el REDD+. Este estudio analizó los costos de transacción y la viabilidad económica de proyectos de REDD+ en la región. La investigación adoptó un enfoque cuali-cuantitativo, fundamentado en análisis documental, datos secundarios y modelización económica. Los costos de transacción se clasificaron en ex-ante y ex-post, mientras que la viabilidad económica se evaluó mediante el Análisis Costo-Beneficio, utilizando el

Valor Presente Neto (VPN), complementado por análisis de sensibilidad para diferentes precios del carbono, escalas de implementación y costos de oportunidad asociados a los usos alternativos del suelo. Los resultados indicaron costos ex-ante estimados en R$ 33,00/ha y costos ex-post de R$ 29,50/ha/año para el escenario de referencia. En el escenario base (R$ 25,75/tCO_2eq), los proyectos mostraron ser económicamente inviables, mientras que precios más elevados del carbono ampliaron significativamente su atractivo. La agregación de propiedades y la integración del REDD+ con instrumentos como el Registro Ambiental Rural, el Programa de Regularización Ambiental y el Plan ABC+ redujeron costos de transacción y favorecieron economías de escala. Se concluye que la viabilidad del REDD+ en MATOPIBA depende de la valorización de los créditos de carbono, de la reducción de los costos de transacción y del fortalecimiento de la gobernanza y las políticas públicas ambientales.

Palabras clave: Costos de Transacción. PSA. Créditos de Carbono. Gobernanza Ambiental. Cambio del Uso de la Tierra.

1 INTRODUÇÃO

A região do MATOPIBA, formada pelos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, consolidou-se nas últimas décadas como uma das principais fronteiras de expansão agropecuária do Brasil. Esse processo foi acompanhado por elevadas taxas de conversão da vegetação nativa em áreas produtivas (Bolfe *et al.*, 2016; Ferreira-Paiva *et al.*, 2023; Suela *et al.*, 2024; MAPBIOMAS, 2025; Suela *et al.*, 2026). Segundo o Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG, 2026), entre 2023 e 2024 a região emitiu aproximadamente 108 milhões de toneladas brutas de dióxido de carbono equivalente (CO_2eq), principalmente em decorrência das mudanças no uso da terra (MUT) e das atividades agropecuárias.

Inserido majoritariamente no bioma Cerrado, reconhecido como *hotspot* mundial de biodiversidade, o MATOPIBA desempenha papel estratégico na manutenção dos ciclos hidrológicos, na regulação climática e na conservação dos recursos naturais. Entretanto, a expansão da agricultura tem intensificado a supressão da vegetação nativa, resultando na conversão de aproximadamente 15 milhões de hectares entre 1985 e 2024 (Bolfe *et al.*, 2016; MAPBIOMAS, 2025; da Costa *et al.*, 2026).

Nesse cenário, instrumentos econômicos voltados à conservação ambiental, como a Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal, Conservação, Manejo Sustentável e Aumento dos Estoques de Carbono Florestal (REDD+), têm sido apontados como mecanismos capazes de conciliar redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE), conservação da vegetação nativa e geração de incentivos econômicos por meio da contabilização das emissões evitadas (Duchelle *et al.*, 2018; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, 2018).

Apesar desse potencial, a implementação de projetos de REDD+ enfrenta limitações relacionadas, sobretudo, aos elevados custos de transação e às incertezas quanto à sua viabilidade econômica (Nantongo e Vatn, 2019). Esses custos compreendem despesas *ex-ante*, ligadas ao planejamento e à estruturação dos projetos, e *ex-post*, referentes à implementação, monitoramento, verificação e auditoria (Dyer, 1997; Conejero, 2007; Nantongo e Vatn, 2019; Corrêa, 2025). No MATOPIBA, fatores como fragmentação fundiária, complexidade institucional, desafios de governança ambiental e necessidade de monitoramento em larga escala ampliam esses custos (EMBRAPA, 2018; Matricardi *et al.*, 2018; Suela *et al.*, 2020; Suela *et al.*, 2025b). Além disso, a elevada rentabilidade de culturas como soja e algodão aumenta o custo de oportunidade da conservação, reduzindo a atratividade econômica do REDD+ (Bolfe *et al.*, 2016; Ferreira-Paiva *et al.*, 2023; Suela *et al.*, 2024; Suela *et al.*, 2026).

Diante desse contexto, esta pesquisa tem como objetivo analisar os custos de transação e a viabilidade econômica de projetos de REDD+ no MATOPIBA, considerando suas especificidades

territoriais, produtivas e institucionais. Especificamente, busca identificar e categorizar os componentes dos custos de transação; quantificá-los em diferentes modalidades de implementação; avaliar a viabilidade econômica do REDD+ frente a usos alternativos da terra; propor mecanismos institucionais para reduzir custos operacionais e ampliar sua atratividade; e analisar sua integração com políticas públicas, como o Plano ABC e os Programas de Regularização Ambiental (PRA).

Espera-se que os resultados contribuam para o aprimoramento do debate sobre instrumentos econômicos de conservação em regiões de expansão agropecuária, oferecendo subsídios para políticas públicas voltadas à mitigação das mudanças climáticas e à promoção de estratégias de desenvolvimento territorial sustentável no MATOPIBA.

1.1 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

A análise dos custos de transação e da viabilidade econômica de projetos de REDD+ no MATOPIBA é relevante sob as perspectivas ambiental, econômica, social e institucional. A região concentra extensas áreas do Cerrado, bioma de elevada biodiversidade e responsável por importantes serviços ecossistêmicos, como regulação climática, conservação hídrica e armazenamento de carbono. Entretanto, a expansão agropecuária tem intensificado a conversão da vegetação nativa e ampliado as emissões de GEE (Kuplich *et al.*, 2018; da Costa *et al.*, 2026).

No âmbito econômico, a predominância de culturas de alta rentabilidade, como soja, milho e algodão, eleva o custo de oportunidade da conservação, tornando essencial avaliar a viabilidade financeira do REDD+ e seus custos de transação em comparação com usos alternativos da terra (Moutinho *et al.*, 2011; La Viña *et al.*, 2016; Duchelle *et al.*, 2018; Maciel *et al.*, 2020; Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB, 2025). Além disso, esses projetos podem promover geração de renda, fortalecimento da governança territorial e valorização de práticas sustentáveis desenvolvidas por comunidades locais e populações tradicionais (Giostri e de Bessa Nascimento, 2016; Nantongo e Vatn, 2019).

Ao ampliar as discussões sobre custos de transação aplicados aos mecanismos de pagamento por serviços ambientais (PSAs), esta pesquisa também oferece subsídios para o aperfeiçoamento de políticas públicas voltadas à conservação do Cerrado e ao cumprimento dos compromissos climáticos assumidos pelo Brasil.

O estudo está organizado em cinco seções. Após esta introdução, a segunda apresenta a revisão da literatura; a terceira descreve os procedimentos metodológicos; a quarta expõe e discute os resultados; e a quinta reúne as considerações finais, destacando os principais achados e recomendações para políticas públicas e pesquisas futuras.

2 REVISÃO DA LITERATURA

O mecanismo REDD (Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal) foi proposto nas negociações internacionais sobre mudanças climáticas como instrumento de mitigação das emissões de GEE associadas ao desmatamento tropical. Sua primeira formulação ocorreu durante a COP-9, em 2003, por meio da proposta de Redução Compensada de Emissões, baseada na compensação financeira a países em desenvolvimento que reduzissem emissões em relação a níveis de referência (Moutinho *et al.*, 2011).

Na COP-13, realizada em Bali em 2007, o mecanismo foi ampliado para incluir conservação, manejo sustentável das florestas e aumento dos estoques de carbono, consolidando o conceito de REDD+ (Moutinho *et al.*, 2011). Posteriormente, iniciativas como o UN-REDD e o *Forest Carbon Partnership Facility* (FCPF) fortaleceram sua implementação, enquanto a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) passou a reconhecer cinco atividades elegíveis no âmbito do mecanismo, ampliando sua aplicação em diferentes contextos socioambientais (Moutinho *et al.*, 2011; La Viña *et al.*, 2016).

No Brasil, a implementação do REDD+ consolidou-se com a Estratégia Nacional para REDD+ (ENREDD), estruturada após a COP-16 para coordenar políticas de redução das emissões por desmatamento e degradação florestal. A estratégia integra instrumentos como o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm) e o Fundo Amazônia, fortalecendo a articulação entre conservação ambiental, desenvolvimento sustentável e mitigação climática (Giostri e Nascimento, 2016; Brasil, 2021).

Embora inicialmente direcionado à Amazônia Legal, o REDD+ apresenta potencial para outras regiões sob intensa pressão sobre a vegetação nativa. No MATOPIBA, a expansão agropecuária e a rápida conversão do Cerrado reforçam a importância desse mecanismo como alternativa para compatibilizar produção agropecuária, conservação ambiental e redução das emissões de GEE (Kuplich *et al.*, 2018; da Costa *et al.*, 2026; França Andrade *et al.*, 2026).

2.1 CUSTOS DE TRANSAÇÃO EM PROJETOS AMBIENTAIS

A teoria dos custos de transação, proposta por Coase (1937) e desenvolvida por Williamson (1985), constitui um dos principais referenciais para analisar os custos associados à criação, operacionalização e monitoramento de contratos e arranjos institucionais. Esses custos compreendem os gastos necessários para viabilizar uma transação econômica, excluindo apenas o valor do bem ou serviço negociado, evidenciando a influência dos fatores institucionais, organizacionais e contratuais sobre a eficiência econômica.

Tabela 1. Custos de transação de um Projeto REDD+.

Classe	Propriedades	Descrição
Ex-ante	Custos da geração e obtenção de informações acerca do objeto	Estudos e análise da viabilidade do projeto, escolha da metodologia adequada, definição do escopo setorial, elaboração do Projeto, submissão ao padrão de concepção de projeto, validação, verificação, análise do mercado, rentabilidade, demanda e oferta, custos associados ao tempo dedicado na obtenção dos dados, viagens, burocracias, etc.
	Custos contratuais	Celebração do contrato, amarração de cláusulas contratuais visando minimizar os oportunismos, definição do objeto e preço; previsão de incertezas de cenários, etc.
	Custos associadas às intermediações das atividades	Consultoras especializadas para apoiar no desenvolvimento, auditorias independentes, corretoras e/ou bancos que são intermediários nas negociações com o exterior.
Ex-post	Custo associado ao acompanhamento do projeto após implementação	Monitoramento do cumprimento das projeções estimadas, auditorias independentes, visitas por parte dos compradores/investidores;
	Custos associados aos trâmites negociais/contratuais	Assessoria jurídica, acompanhamento dos processos burocráticos, dentre outros
	Custos associados aos processos de renegociação do contrato	Associados a baixa geração de créditos para o comprador, podendo o mesmo recusar a compra, o que requer o reprocessamento do acordo celebrado e renegociação do objeto e preços acordados.

Fonte: Adaptado de Dyer, (1997); Conejero, (2007); Salles *et al.*, (2017); Corrêa, (2025).

Nos projetos ambientais e nos mecanismos de PSA, os custos de transação são determinantes para a viabilidade econômica. No caso do REDD+, sua magnitude é ampliada pela complexidade institucional, pelas exigências de certificação, pelo monitoramento contínuo e pelas incertezas dos mercados de carbono (Corrêa, 2025). Dyer (1997) os classifica em custos de pesquisa e desenvolvimento, contratação, monitoramento e cumprimento contratual. Já Conejero (2007) os organiza em custos ***ex-ante***, relacionados ao planejamento e à implementação, e ***ex-post***, associados ao monitoramento, auditorias, verificação dos resultados e manutenção da conformidade do projeto. A Tabela 1, adaptada de Dyer (1997), Conejero (2007), Salles *et al.* (2017) e Corrêa (2025), sintetiza os principais custos de transação aplicáveis aos projetos de REDD+.

A viabilidade econômica desses projetos resulta da relação entre custos e benefícios ao longo do tempo, permitindo avaliar sua atratividade para investidores, governos e comunidades locais. Entre os principais métodos empregados destacam-se a Análise Custo-Benefício (ACB), baseada na

comparação entre custos e benefícios em valor presente (Maciel *et al.*, 2020; Ferrreira *et al.*, 2024; Corrêa, 2025), a Análise de Rentabilidade Financeira, voltada ao retorno esperado do investimento, e a Análise de Cenários, que incorpora variações nos preços dos créditos de carbono, mudanças regulatórias e diferentes condições econômicas e institucionais (Corrêa, 2025).

Além dos custos de transação, a avaliação econômica do REDD+ deve considerar os custos de oportunidade decorrentes da substituição de atividades mais rentáveis, como a agropecuária, especialmente relevantes no MATOPIBA, bem como os custos de implementação e de Monitoramento, Relato e Verificação (MRV), essenciais para assegurar a credibilidade dos resultados e o atendimento às exigências legais e de certificação (Maciel *et al.*, 2020; Ferrreira *et al.*, 2024).

Embora esses custos sejam expressivos, os benefícios do REDD+ extrapolam a comercialização de créditos de carbono, abrangendo a conservação da biodiversidade, a proteção dos recursos hídricos, a manutenção dos serviços ecossistêmicos e o fortalecimento da sustentabilidade institucional. Assim, sua viabilidade econômica deve ser analisada de forma integrada, considerando benefícios financeiros, sociais, ambientais e institucionais de longo prazo (Salles *et al.*, 2017; da Costa *et al.*, 2026).

2.2 VIABILIDADE ECONÔMICA DE PROJETOS DE REDD+

A viabilidade econômica de projetos de REDD+ resulta da relação entre os custos de implementação e os benefícios econômicos, ambientais e sociais gerados ao longo do tempo, constituindo um critério fundamental para avaliar sua atratividade para investidores, governos e comunidades locais. Entre os principais métodos utilizados destacam-se a Análise Custo-Benefício (ACB), baseada na comparação entre custos e benefícios em valor presente (Maciel *et al.*, 2020; Ferrreira *et al.*, 2024; Corrêa, 2025), a Análise de Rentabilidade Financeira, voltada ao retorno esperado do investimento, e a Análise de Cenários, que incorpora diferentes condições econômicas, institucionais e regulatórias, incluindo oscilações nos preços dos créditos de carbono e mudanças nas políticas públicas (Corrêa, 2025; De Alcântara Brandão *et al.*, 2025).

Além dos custos de implementação e transação, a avaliação econômica deve considerar os custos de oportunidade associados à substituição de atividades mais rentáveis, como a agropecuária, especialmente relevantes no MATOPIBA, bem como os custos de MRV, essenciais para garantir a credibilidade dos resultados e o atendimento aos requisitos legais e de certificação (Maciel *et al.*, 2020; Ferrreira *et al.*, 2024).

Embora esses custos possam limitar a adoção do mecanismo, os benefícios do REDD+ extrapolam a comercialização de créditos de carbono, abrangendo a conservação da biodiversidade, a

proteção dos recursos hídricos, a manutenção dos serviços ecossistêmicos e o fortalecimento da sustentabilidade institucional. Dessa forma, sua viabilidade econômica deve ser analisada de maneira integrada, considerando benefícios financeiros, sociais, ambientais e institucionais de longo prazo (Salles *et al.*, 2017; da Costa *et al.*, 2026).

2.3 CONTEXTO REGIONAL DO MATOPIBA

O MATOPIBA ocupa aproximadamente 73 milhões de hectares, dos quais cerca de 90% estão inseridos no bioma Cerrado, conforme apresentado na Figura 1. A região reúne 337 municípios, aproximadamente 6,2 milhões de habitantes e mais de 350 mil estabelecimentos rurais, além de assentamentos, comunidades quilombolas e terras indígenas, consolidando-se como uma das principais fronteiras de expansão agropecuária do Brasil (EMBRAPA, 2015; Suela *et al.*, 2025a).

Figura 1. Mapa contendo os biomas brasileiros bem como a região do MATOPIBA de maneira explícita.



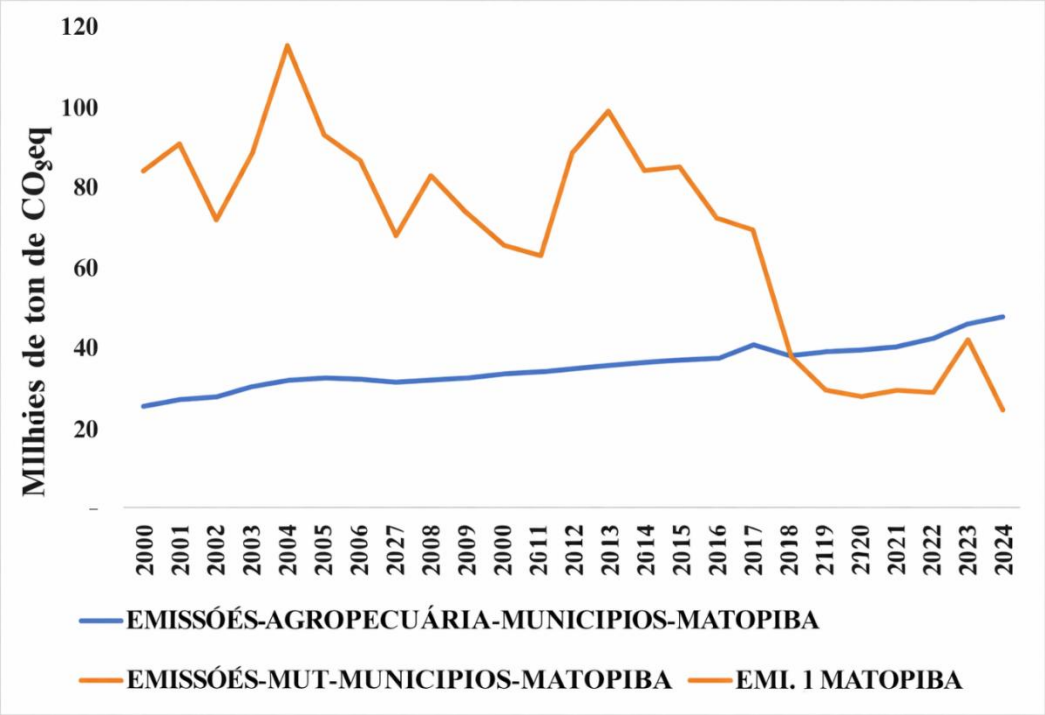
Fonte: Elaboração própria.

A intensificação da agropecuária promoveu profundas mudanças no uso da terra nas últimas décadas. Em 2024, entre 90% e 95% da área do MATOPIBA apresentava algum grau de ocupação antrópica, com cerca de 15 milhões de hectares cultivados e apenas 5 milhões de hectares ainda potencialmente disponíveis para expansão, considerando as restrições legais e ambientais (EMBRAPA, 2015; MAPBIOMAS, 2025). Esse processo tem sido marcado pela conversão da vegetação nativa em áreas agropecuárias, concentrando entre 70% e 82% do desmatamento registrado no Cerrado. Em 2024, dos aproximadamente 652 mil hectares de vegetação nativa suprimidos no bioma, cerca de 82% localizaram-se no MATOPIBA, embora esse total represente uma redução de

33% a 41% em relação a 2023. No acumulado de 2015 a 2024, a região respondeu por aproximadamente 4,7 dos 6,4 milhões de hectares desmatados no Cerrado (MAPBIOMAS, 2025).

A expansão da fronteira agrícola também tem contribuído para o aumento das emissões de GEE associadas às MUT e às atividades agropecuárias. A evolução dessas emissões entre 2000 e 2024 é apresentada na Figura 2, elaborada a partir dos dados do SEEG (2026).

Figura 2. Emissões brutas de CO_2eq oriundas da produção agropecuária e da mudança do uso da terra



Fonte: Elaboração própria.

Sob a perspectiva institucional, a implementação de projetos de REDD+ é influenciada por instrumentos como o Novo Código Florestal (NCF) (Lei nº 12.651/2012), o Programa de Regularização Ambiental (PRA) e o Plano ABC+, que regulam a conservação da vegetação nativa, a regularização de passivos ambientais e a promoção da agricultura de baixo carbono (Evangelista e Sauer, 2025; Nogueira *et al.*, 2025). Destaca-se o papel do NCF ao exigir a manutenção de, no mínimo, 20% das propriedades rurais do Cerrado como Reserva Legal (RL), criando uma base normativa para mecanismos de PSA e para a implementação de projetos de REDD+, embora esse percentual ainda seja considerado limitado para assegurar a conservação do bioma em longo prazo (Suela *et al.*, 2023; Suela *et al.*, 2024; Nogueira *et al.*, 2025).

3 METODOLOGIA

3.1 ABORDAGEM GERAL

Esta pesquisa adotou uma abordagem metodológica mista, combinando métodos qualitativos e quantitativos para analisar os custos de transação e a viabilidade econômica de projetos de REDD+ no MATOPIBA. A estratégia metodológica integrou análise documental, dados secundários e modelagem econômica, permitindo avaliar simultaneamente os aspectos institucionais, operacionais e econômicos relacionados à implementação desses projetos.

Os dados foram obtidos em bases oficiais, como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2026), o SEEG (2026) e o TerraBrasilis (Assis, 2019), complementados por artigos científicos, relatórios técnicos, documentos oficiais e bases de dados sobre projetos de REDD+ e mercados de carbono.

3.2 CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

Para a seleção dos estudos e bases de dados utilizados na pesquisa, foram adotados os seguintes critérios:

i. projetos de REDD+ localizados no bioma Cerrado, preferencialmente na região do MATOPIBA;
ii. estudos que apresentassem dados quantitativos sobre custos de transação;
iii. pesquisas contendo metodologias claramente descritas para análise de viabilidade econômica; e
iv. informações referentes ao período compreendido entre 2000 e 2024.

3.3 MÉTODOS DE ANÁLISE

3.3.1 Análise dos Custos de Transação

A análise dos custos de transação baseou-se na estrutura proposta por Dyer (1997) e adaptada por Conejero (2007), considerando as especificidades dos projetos de REDD+ no MATOPIBA. Os custos foram classificados em ***ex-ante*** e ***ex-post***.

A quantificação foi realizada a partir de dados secundários obtidos na literatura especializada e em documentos técnicos, sendo os valores padronizados para uma mesma unidade de análise e período de referência antes de sua comparação. Quando diferentes estimativas estavam disponíveis para um mesmo componente, adotaram-se valores representativos da literatura, preservando a comparabilidade entre os estudos analisados.

Os custos totais de transação foram estimados pela Equação (1):

$$CT_{total} = CT_{exante} + CT_{expost} \quad (1)$$

onde, CT_{total} , Custos totais de transação; CT_{exante} , Custos de pré-implementação; CT_{expost} , Custos de pós-implementação. A Equação (1) foi adotada por permitir a mensuração integrada dos custos associados às fases *ex-ante* e *ex-post* para este estudo, possibilitando uma avaliação abrangente da estrutura de custos dos projetos de REDD+.

3.3.2 Análise da Viabilidade Econômica

A viabilidade econômica foi avaliada por meio da Análise Custo-Benefício (ACB), utilizando o Valor Presente Líquido (VPL) como indicador principal. Os fluxos de benefícios e custos foram descontados por uma taxa social de 8% ao ano, conforme as recomendações para avaliação de projetos ambientais no Brasil (Brasil, 2022), considerando horizonte de análise de 30 anos, compatível com projetos de conservação ambiental de longo prazo.

O VPL foi estimado pela Equação (2):

$$VPL = \sum \frac{Bt}{(1+i)^t} - \sum \frac{Ct}{(1+i)^t} \quad (2)$$

em que, Bt, Benefícios no ano t; Ct, Custos no ano t; i, Taxa de desconto; e t, Período de análise (Conejero, 2007; Maciel *et al.*, 2020**;** Brasil, 2022).

Como forma de avaliar a robustez dos resultados, foi realizada uma análise de sensibilidade considerando um Cenário Base e dois Cenários com Preços de Carbono Mais Elevados, associados a diferentes escalas de implementação e custos de oportunidade dos usos alternativos do solo. Os cenários foram definidos com base nos intervalos observados na literatura e nas bases de dados utilizadas, permitindo avaliar o comportamento do VPL sob distintas condições econômicas e institucionais. Essa abordagem possibilitou comparar a viabilidade econômica dos projetos de REDD+ entre os diferentes cenários simulados e identificar os fatores com maior influência sobre seu desempenho econômico.

3.3.3 Análise Comparativa com Usos Alternativos do Solo

Para contextualizar a atratividade econômica do REDD+, os resultados foram comparados aos retornos financeiros das principais atividades agropecuárias desenvolvidas no MATOPIBA, especialmente soja, milho, algodão e pecuária bovina. A comparação utilizou receitas líquidas médias por hectare obtidas junto à CONAB (2025) e ao IBGE (2026), permitindo estimar os custos de oportunidade da conservação da vegetação nativa frente aos usos produtivos predominantes na região.

A principal limitação do estudo refere-se à disponibilidade reduzida de informações específicas sobre custos de transação de projetos de REDD+ no MATOPIBA, o que exigiu a utilização complementar de estimativas provenientes da literatura especializada. Além disso, os resultados estão sujeitos às incertezas inerentes à valoração econômica dos serviços ecossistêmicos e à volatilidade dos preços dos créditos de carbono e das commodities agrícolas, fatores que podem influenciar a rentabilidade dos projetos ao longo do tempo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ANÁLISE DOS CUSTOS DE TRANSAÇÃO DE REDD+ NO MATOPIBA

4.1.1 Componentes dos Custos de Transação

Os custos de transação dos projetos de REDD+ no MATOPIBA refletem a complexidade institucional, fundiária e operacional da região, variando conforme a escala do projeto, o modelo de governança e as características territoriais da área de implementação. Com base na revisão da literatura e em informações de projetos desenvolvidos no Brasil e no exterior, foram identificados os principais componentes desses custos e estimada sua participação relativa na estrutura econômica dos projetos (Salles *et al.*, 2017; Assis *et al.*, 2019; Maciel *et al.*, 2020; Stern e Stiglitz, 2021; Maqsoom *et al.*, 2025).

4.1.1.1 Custos *Ex-Ante*

Os custos *ex-ante* correspondem às despesas incorridas antes da implementação do projeto, incluindo estudos de viabilidade, definição da linha de base (*baseline*), elaboração do Documento de Concepção do Projeto (DCP), regularização fundiária, consultas às partes interessadas e processos de validação e certificação (Conejero, 2007; Salles *et al.*, 2017; Assis *et al.*, 2019; Maciel *et al.*, 2020).

No MATOPIBA, esses custos tendem a ser elevados em razão da fragmentação fundiária, da diversidade de formas de ocupação da terra e da necessidade de adaptar as linhas de base à dinâmica regional do desmatamento. Além disso, a participação de comunidades locais e povos tradicionais amplia a complexidade operacional dos projetos (Buainain *et al.*, 2018). A Tabela 2 apresenta uma estimativa dos custos ***ex-ante*** para um projeto de REDD+ com aproximadamente 10.000 hectares no MATOPIBA.

Tabela 2. Estimativa de Custos ex-ante para Projeto de REDD+ no MATOPIBA (10.000 ha)

Componente de custo	Descrição	Valor estimado (R$)	Percentual
Estudos de viabilidade	Análise técnica, econômica, fundiária, legal e ambiental	40.000	15%

Componente de custo	Descrição	Valor estimado (R$)	Percentual
Elaboração do projeto	Estruturação metodológica, documentação técnica e salvaguardas	60.000	24%
Validação e certificação	Auditoria independente, validação e eventuais ajustes	80.000	21%
Consultas comunitárias	Mobilização social, reuniões, registros e devolutivas	70.000	18%
Custos legais e administrativos	Contratos, registros, taxas, assessoria jurídica e administrativa	50.000	12%
Despesas diversas	Viagens, logística, deslocamentos e imprevistos	30.000	10%
TOTAL		**330.000**	**100%**

Fonte: Elaboração própria com base em, Soares *et al.* (2017), Stern e Stiglitz (2021), Maqsoom *et al.* (2025) e dados de projetos similares.

Os valores apresentados na Tabela 2 correspondem a estimativas construídas a partir da consolidação de informações reportadas por Salles *et al.* (2017), Assis *et al.* (2019) e Maciel *et al.* (2020), atualizadas para valores correntes e adaptadas às condições operacionais de um projeto hipotético de REDD+ com aproximadamente 10.000 hectares no MATOPIBA.

4.1.1.2 Custos *Ex-Post*

Os custos ***ex-post*** correspondem às despesas recorrentes de operação, monitoramento e verificação dos projetos após sua implementação. No MATOPIBA, esses custos são influenciados pela necessidade de manter sistemas de MRV, realizar auditorias periódicas, elaborar relatórios e acompanhar indicadores socioambientais, atividades essenciais para a certificação dos créditos de carbono e a credibilidade ambiental dos projetos (Soares *et al.*, 2017; Stern e Stiglitz, 2021; Maqsoom *et al.*, 2025). A dinâmica de uso da terra na região também exige investimentos contínuos em sensoriamento remoto, vistorias de campo e sistemas de gestão territorial, em razão da pressão exercida pela expansão agropecuária.

Os valores apresentados na Tabela 3 correspondem a estimativas elaboradas com base em Soares *et al.* (2017), Stern e Stiglitz (2021), Maqsoom *et al.* (2025) e em projetos similares, adaptadas às condições operacionais de um projeto hipotético de REDD+ com aproximadamente 10.000 hectares no MATOPIBA. A tabela evidencia os principais componentes dos custos ***ex-post*** e sua participação nas despesas anuais de operação e monitoramento.

Tabela 3. Estimativa de Custos ex-post Anuais para Projeto de REDD+ no MATOPIBA (10.000 ha)

Componente de Custo	Descrição	Valor Estimado (R$/ano)	Percentual
Monitoramento e MRV	Sistemas de monitoramento, coleta e processamento de dados	90.000	30%
Verificação e auditoria	Auditorias periódicas de verificação	70.000	25%
Gestão administrativa	Administração do projeto, coordenação e pessoal	80.000	20%
Relatórios e comunicação	Elaboração de relatórios, transparência e prestação de contas	30.000	15%
Manutenção de sistemas	Atualização e manutenção de sistemas	25.000	10%
TOTAL ANUAL		**295.000**	**100%**

Fonte: Elaboração própria com base em, Soares *et al.* (2017), Stern e Stiglitz (2021), Maqsoom *et al.* (2025) e dados de projetos similares.

4.1.2 Fatores que Impactam os Custos de Transação no MATOPIBA

Os resultados apresentados nas Tabelas 2 e 3 indicam que os custos de transação dos projetos de REDD+ no MATOPIBA são influenciados principalmente por fatores fundiários, institucionais e operacionais. A complexidade da estrutura fundiária, caracterizada pela diversidade de formas de ocupação e posse da terra, amplia os custos de negociação, regularização fundiária e resolução de conflitos territoriais (Botelho e Suela, 2023; Suela *et al.*, 2023; Suela *et al.*, 2024; Nogueira *et al.*, 2025).

A fragmentação institucional também contribui para elevar os custos de transação, em razão da atuação de diferentes órgãos públicos e das exigências relacionadas ao licenciamento, à conformidade regulatória e à elaboração de linhas de base (*baselines*), que demandam dados espaciais consistentes e procedimentos adicionais de validação (EMBRAPA, 2018; Salles *et al.*, 2017; Maciel *et al.*, 2020).

Além disso, a extensão territorial do MATOPIBA e a dinâmica do uso da terra exigem monitoramento contínuo por meio de sensoriamento remoto, verificações de campo e sistemas de MRV, elevando os custos operacionais dos projetos (Assis *et al.*, 2019). Esses resultados evidenciam que o fortalecimento da governança ambiental, a ampliação da disponibilidade de informações territoriais e a simplificação dos procedimentos regulatórios podem reduzir os custos de transação e ampliar a viabilidade econômica do REDD+ na região.

4.2 VIABILIDADE ECONÔMICA DE REDD+ NO MATOPIBA

4.2.1 Análise Custo-Benefício

4.2.1.1 Cenário Base

A viabilidade econômica dos projetos de REDD+ no MATOPIBA foi avaliada para diferentes preços de carbono, escalas de implementação e custos de oportunidade associados aos usos alternativos da terra. Nesta subseção apresenta-se o Cenário Base, definido pelo preço de R$ 25,75/tCO_2eq, adotado por representar um referencial conservador compatível com os valores historicamente observados no mercado voluntário de carbono (Salles *et al.*, 2017; Assis *et al.*, 2019; Maciel *et al.*, 2020; Maqsoom *et al.*, 2025).

Considerando um horizonte de 30 anos e taxa de desconto social de 8% ao ano, os resultados indicam VPL negativo, Taxa Interna de Retorno (TIR) inferior à taxa de desconto e razão Benefício/Custo inferior à unidade em todas as escalas analisadas, evidenciando que as receitas provenientes da comercialização de créditos de carbono não compensam os custos de oportunidade, de implementação e de transação nas condições do cenário base. Os resultados são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Análise Custo-Benefício de REDD+ no MATOPIBA - Cenário Base (R$ 25,75/tCO_2eq)

Escala do Projeto (ha)	VPL (R$)	TIR (%)	Razão Custo-Benefício	Viabilidade
1.000	-412.000	-3,8	0,44	Inviável
5.000	-1.025.000	-1,6	0,63	Inviável
10.000	- 1.640.000	- 0,3	0,73	Inviável
50.000	- 3.280.000	1,4	0,86	Inviável
100.000	- 4.150.000	2,6	0,91	Inviável

Fonte: Elaboração própria.

Os valores apresentados na Tabela 4 foram obtidos a partir da aplicação da Equação (2), considerando os custos *ex-ante* e *ex-post* estimados nas Tabelas 2 e 3, os custos de oportunidade dos principais usos alternativos da terra e as receitas projetadas com a comercialização de créditos de carbono no cenário base.

4.2.1.2 Cenários com Preços de Carbono Mais Elevados

A análise de sensibilidade demonstra que a viabilidade econômica dos projetos de REDD+ aumenta à medida que se elevam os preços dos créditos de carbono, evidenciando a forte influência

das condições de mercado sobre a rentabilidade do mecanismo. O aumento da receita reduz o impacto dos custos de oportunidade e dos custos de transação, permitindo que projetos inviáveis no cenário base se tornem economicamente atrativos.

Tabela 5. Impacto do Preço de Carbono na Viabilidade de REDD+ no MATOPIBA (Projeto de 10.000 ha)

Preço de Carbono (R$/tCO₂eq)	VPL (R$)	TIR (%)	Razão Custo-Benefício	Viabilidade
25,75	-490.000	-1,2	0,71	Inviável
35,00	-360.000	0,1	0,78	Inviável
51,50	-188.460	4,3	0,89	Limítrofe
77,25	113.080	9,8	1,12	Viável
103,00	414.620	15,2	1,34	Viável

Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 5 apresenta os resultados para um projeto de 10.000 hectares, selecionado por representar uma escala intermediária compatível com a realidade do MATOPIBA e por possibilitar avaliar o efeito isolado da variação do preço do carbono, mantendo constantes os demais parâmetros da análise. As simulações consideraram horizonte de 30 anos e taxa de desconto social de 8% ao ano (Brasil, 2022).

Observa-se que a elevação do preço do carbono melhora progressivamente todos os indicadores econômicos do projeto. A partir do cenário de R$ 77,25/tCO₂eq, o VPL torna-se positivo, a TIR supera a taxa de desconto de 8% e a razão Benefício/Custo ultrapassa a unidade, indicando que, mantidas as demais condições, o REDD+ passa a apresentar viabilidade econômica para projetos com aproximadamente 10.000 hectares no MATOPIBA.

4.2.2 Comparação com Usos Alternativos do Solo

A viabilidade econômica do REDD+ no MATOPIBA depende da comparação entre os retornos da conservação florestal e das principais atividades agropecuárias que competem pelo uso da terra. A Tabela 6 apresenta os retornos econômicos médios da pecuária extensiva, da soja, do algodão e dos diferentes cenários de remuneração do REDD+, permitindo estimar os custos de oportunidade associados à conservação da vegetação nativa.

Tabela 6. comparação entre os retornos econômicos médios do MATOPIBA e do REDD+.

Uso do Solo	Receita Bruta	Custos Operacionais	Receita Líquida	Observações
Pecuária extensiva (R$/ha)	150-300	80-150	70-150	Baixo investimento, baixa produtividade
Soja (agricultura empresarial) (R$/ha)	800-1.200	500-800	300-400	Alta intensidade de capital e mecanização.
Algodão (agricultura empresarial) (R$/ha)	1.000-1.500	600-900	400-600	Maior receita, mas também maior risco e custo.
REDD+ (preço R$ 25,75/tCO_2e)	250-515	150-300	50-215	Receita dependente do volume de créditos e dos custos de certificação.
REDD+ (preço R$ 77,25/tCO_2e)	770-1.545	150-300	470-1.245	Cenário mais favorável, ainda condicionado à escala e permanência.
REDD+ com co-benefícios (preço R$ 77,25/tCO_2e)	970-1.745	150-300	670-1.445	Inclui valoração adicional de serviços ecossistêmicos, não apenas carbono.

Fonte: Elaboração própria adaptado de, Soares *et al.* (2017), Buainain *et al.*, (2018), Stern e Stiglitz (2021), Maqsoom *et al.* (2025) e com base em dados IBGE (2026) e de projetos similares.

Os resultados indicam que, no Cenário Base (R$ 25,75/tCO_2eq), o REDD+ apresenta receita líquida entre R$ 50,00 e R$ 215,00/ha, conforme o valor definitivo adotado), superando as menores margens da pecuária extensiva, mas permanecendo abaixo da rentabilidade média da soja e do algodão. Nessas condições, os elevados custos de oportunidade ainda favorecem a conversão da terra para atividades agropecuárias.

Com preços de carbono mais elevados (R$ 77,25/tCO_2eq), a receita líquida estimada do REDD+ passa para R$ 470,00 a R$ 1.245,00/ha, tornando-se competitiva em relação às principais atividades agrícolas da região. Quando incorporados os co-benefícios ambientais, a rentabilidade pode atingir R$ 1.445,00/ha, reforçando o potencial econômico da conservação ao incluir serviços ecossistêmicos, como a regulação hídrica e a conservação da biodiversidade do Cerrado.

Esses resultados indicam que a competitividade do REDD+ no MATOPIBA depende principalmente da valorização dos créditos de carbono e da incorporação de mecanismos de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA). Assim, políticas públicas e arranjos institucionais capazes de ampliar essas fontes de remuneração podem reduzir os custos de oportunidade da conservação e favorecer a transição para uma economia de baixo carbono.

4.3 ESTRATÉGIAS PARA REDUÇÃO DOS CUSTOS DE TRANSAÇÃO E AUMENTO DA VIABILIDADE ECONÔMICA

4.3.1 Agregação de Projetos e Economias de Escala

A agregação de propriedades rurais em projetos consorciados constitui uma das principais estratégias para reduzir os custos de transação do REDD+ no MATOPIBA. Essa abordagem permite diluir custos fixos, como inventário florestal, elaboração do projeto, certificação e estruturação jurídica, reduzindo o custo por hectare e ampliando a viabilidade econômica de iniciativas que seriam inviáveis quando implementadas isoladamente. A Figura 3 ilustra a relação inversa entre a escala dos projetos e os custos unitários de transação.

Figura 3. Relação entre escala do projeto e custos unitários de transação em REDD+

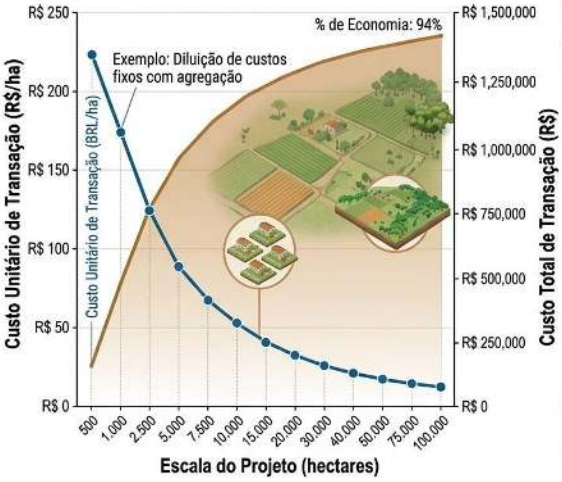


TABELA DE VALORES EM REAIS

Escala do Projeto (hectares)	Custo Unitário de Transação (BRL/ha)	Custo Total de Transação (BRL)	Economia de Escala (%)
500	R$ 222,27	R$ 111.137	0% (base)
1.000	R$ 172,88	R$ 172.882	22%
2.500	R$ 123,49	R$ 308.718	44%
5.000	R$ 88,91	R$ 444.555	60%
7.500	R$ 69,15	R$ 518.647	69%
10.000	R$ 54,33	R$ 543.345	76%
15.000	R$ 41,99	R$ 629.832	81%
20.000	R$ 34,58	R$ 691.530	84%
30.000	R$ 27,17	R$ 815.115	88%
40.000	R$ 22,23	R$ 889.095	90%
50.000	R$ 18,77	R$ 938.487	92%
75.000	R$ 14,82	R$ 1.111.372	93%
100.000	R$ 12,35	R$ 1.234.875	94%

Fonte: Elaboração própria.

Os resultados da Figura 3 evidenciam economias de escala significativas. Em projetos com aproximadamente 500 hectares, o custo de transação alcança R$ 222,27/ha, enquanto na escala de 10.000 hectares esse valor reduz-se para R$ 54,33/ha, correspondendo a uma economia aproximada de 76%. Os maiores ganhos de eficiência concentram-se na expansão entre 500 e 5.000 hectares, quando a economia de escala atinge cerca de 60%.

A partir dessa escala, a redução dos custos unitários continua, porém em ritmo decrescente, aproximando-se de uma estabilização e alcançando economia próxima de 94% em projetos de 100.000 hectares. Esses resultados indicam que projetos coletivos, cooperativos ou jurisdicionais representam alternativas capazes de reduzir custos de transação e ampliar a competitividade econômica do REDD+ no MATOPIBA.

4.3.2 Integração com Outras Políticas Públicas

A integração entre projetos de REDD+ e políticas públicas já existentes no MATOPIBA constitui uma estratégia para reduzir custos de transação, evitar sobreposições institucionais e ampliar os benefícios econômicos e ambientais da conservação.

4.3.2.1 Integração com o Plano ABC

O Plano ABC (Plano Setorial para Adaptação à Mudança do Clima e Baixa Emissão de Carbono na Agropecuária) apresenta elevada complementaridade com os objetivos do REDD+, ao promover a redução das emissões de GEE, incentivar sistemas produtivos sustentáveis e diminuir a pressão sobre a vegetação nativa (Suela *et al.*, 2020; Suela *et al.*, 2023).

Entre as principais sinergias destacam-se a Recuperação de Pastagens Degradadas e os Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), que aumentam os estoques de carbono, reduzem emissões e elevam a produtividade agropecuária, contribuindo para diminuir a expansão sobre áreas nativas e os custos de implementação dos projetos (Nogueira *et al.*, 2026).

4.3.2.2 Integração com o Programa de Regularização Ambiental (PRA)

O Programa de Regularização Ambiental (PRA), instituído pelo Novo Código Florestal, também apresenta potencial de integração com o REDD+, ao fortalecer mecanismos de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) e apoiar a regularização ambiental das propriedades rurais (Guidotti *et al.*, 2016). O uso do Cadastro Ambiental Rural (CAR), das estruturas de monitoramento já consolidadas e dos instrumentos de compensação ambiental favorece a identificação de áreas prioritárias, reduz custos operacionais e amplia a eficiência das ações de conservação.

A integração entre REDD+, PRA e Plano ABC fortalece políticas de conservação e mitigação das emissões de GEE no Cerrado, ao combinar instrumentos de regularização ambiental, intensificação sustentável da produção e remuneração por serviços ecossistêmicos.

Além da articulação com políticas públicas, a análise identificou diferentes modelos institucionais para implementação do REDD+ no MATOPIBA. Projetos isolados oferecem maior autonomia aos proprietários, porém apresentam custos de transação mais elevados. Em contrapartida, modelos regionais e jurisdicionais favorecem economias de escala ao compartilhar despesas de certificação, monitoramento e gestão, além de possibilitar a integração com estruturas públicas de governança, embora demandem maior coordenação institucional (Assunção *et al.*, 2022).

De forma geral, projetos coletivos e de maior escala apresentam maior potencial de viabilidade econômica no MATOPIBA, sobretudo pela redução dos custos fixos e pelo fortalecimento da

governança (Salles *et al.*, 2017). Sua consolidação também depende de instrumentos financeiros, como fundos regionais, seguros, contratos de venda antecipada e pagamentos por resultados, capazes de ampliar o acesso a recursos, reduzir riscos e aumentar a previsibilidade financeira dos projetos (Cruz *et al.*, 2025).

5 CONCLUSÃO

Esta pesquisa analisou os custos de transação e a viabilidade econômica de projetos de REDD+ no MATOPIBA, evidenciando que fatores fundiários, institucionais e operacionais representam os principais condicionantes para sua implementação. Os resultados indicaram custos *ex-ante* estimados em R$ 33,00/ha e custos *ex-post* de R$ 29,50/ha/ano no cenário de referência, destacando a relevância dos custos de transação para a viabilidade dos projetos.

A análise de sensibilidade mostrou que a viabilidade econômica depende principalmente da escala de implementação, do preço dos créditos de carbono e dos custos de oportunidade dos usos alternativos da terra. No Cenário Base (R$ 25,75/tCO_2eq), os projetos apresentam baixa competitividade frente às atividades agropecuárias predominantes no MATOPIBA. Em contrapartida, preços mais elevados do carbono, a partir de R$ 51,50/tCO_2eq, ampliam significativamente sua atratividade econômica, sobretudo quando considerados os co-benefícios associados aos serviços ecossistêmicos.

Os resultados também evidenciam que a integração do REDD+ com instrumentos como o Cadastro Ambiental Rural (CAR), o Programa de Regularização Ambiental (PRA) e o Plano ABC pode reduzir custos de transação ao aproveitar estruturas institucionais e sistemas de monitoramento já existentes. Além disso, modelos coletivos, como a agregação de propriedades e abordagens jurisdicionais, favorecem economias de escala e reduzem os custos fixos de certificação e monitoramento.

Diante desses resultados, recomenda-se fortalecer políticas públicas voltadas à implementação de programas jurisdicionais de REDD+ adaptados às características do Cerrado, bem como simplificar procedimentos regulatórios, ampliar a capacidade institucional dos órgãos responsáveis e desenvolver mecanismos de financiamento capazes de reduzir os custos *ex-ante*. Em conjunto, essas medidas podem ampliar a competitividade do REDD+ e fortalecer seu papel como instrumento de conservação da vegetação nativa e de mitigação das emissões de gases de efeito estufa no MATOPIBA.

REFERÊNCIAS

ASSIS, L. F. F. G. et al. TerraBrasilis: A Spatial Data Analytics Infrastructure for Large-Scale Thematic Mapping. ISPRS International Journal of Geo-Information. 8, 513, 2019. DOI: 10.3390/ijgi8110513.

ASSUNÇÃO, M. V. S.; REYMAO, A. E. N.; TUPIASSU, L. Vantagens e desvantagens das abordagens jurisdicionais de REDD+ a serem consideradas pelos estados da Amazônia Legal. **Revista de Direito, Economia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 1, p. 1-15, 2023.

BRASIL. Lei n.º 14.119, de 13 de janeiro de 2021. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais; e altera as Leis n.º 8.212, de 24 de julho de 1991, 8.629, de 25 de fevereiro de 1993, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973, para adequá-las à nova política. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019- 2022/2021/lei/l14119.htm. 2021.

BRASIL. Guia geral de análise socioeconômica de custo-benefício de projetos de investimento em infraestrutura / Ministério da Economia. Brasília: SDI/ME, 2022.

BOTELHO, L. M. S.; SUELA, A. G. L. Evoluçao e distribuiçao do pronaf entre 2017 e 2022: Um estudo multirregional das linhas custeio e investimento. **Revista Eletrônica Multidisciplinar de Investigação Científica**, v. 2, n. 1, 2023.

COASE, R. H.; FOWLER, R. F. The pig-cycle in Great Britain: An explanation. **Economica**, v. 4, n. 13, p. 55-82, 1937.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos – v.1, n.1. Brasília. 2025.

CONEJERO, M. A. O crédito de carbono do Protocolo de Kyoto como commodities ambiental. Aquecimento global e créditos de carbono aspectos jurídicos e técnicos. São Paulo: Quartier Latin, p. 269-292, 2007.

CORRÊA, V. M. Modelos de REDD+ e seus efeitos socioambientais: comparando iniciativas estatais e o mercado voluntário. **Geopauta**, v. 9, p. e18142, 2025.

DA COSTA, J. V. et al. Mudanças no uso da terra e emissões de GEE: o papel do Brasil na crise climática global. **Revista GeTeC**, v. 28, 2026.

DUCHELLE, A. E. et al. What is REDD+ achieving on the ground?. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 32, p. 134-140, 2018.

DYER, J. H. Effective Interfirm Collaboration: How Firms Miniminize Transaction Costs and Maximize Transaction Value. Strategic Management Journal. Vol, 18:7, 1997, p. 535-556.

BOLFE, É. L. et al. Matopiba em crescimento agrícola Aspectos territoriais e socioeconômicos. **Revista de política agrícola**, v. 25, n. 4, p. 38-62, 2016.

BUAINAIN, A. M.; GARCIA, J. R.; VIEIRA FILHO, J. E. R. A economia agropecuária do Matopiba: Agricultural economy of Matopiba. **Estudos Sociedade e Agricultura**, v. 26, n. 2, p. 376-401, 2018.

CRUZ, B. O. et al. Política Nacional de Desenvolvimento Regional: monitoramento e avaliação de impactos dos fundos constitucionais: v. 1. Brasília: Ipea: MIDR, 2025 2025.

DE ALCÂNTARA BRANDÃO, A. L. et al. Conhecimento dos discentes de uma Instituição de Ensino Superior de Ilhéus, Bahia, a respeito do Código Florestal Brasileiro. **Reflexões Econômicas**, p. 131-155, 2025.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. MATOPIBA, delimitação, caracterização, desafios e oportunidades para o desenvolvimento Bahia. Brasília, DF. 2015.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira. Brasília, DF. p. 212. 2018.

EVANGELISTA, M.; SAUER, S. Matopiba–fronteira do desenvolvimento e da contradição: produção e acúmulo de riqueza em um território de desigualdades. **Retratos de Assentamentos**, v. 28, n. 2, p. 219-237, 2025.

FERREIRA, C. L. O.; DA SILVA, J. G.; DE ALMEIDA, R. B. Análise do papel dos instrumentos financeiros na preservação ambiental e na mitigação das mudanças do clima. **Colóquio-Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 21, n. 3, jul./set., p. 50-71, 2024.

FERREIRA-PAIVA, L. et al. A k-means-based-approach to analyze the emissions of GHG in the municipalities of MATOPIBA region, Brazil. **IEEE Latin America Transactions**, v. 20, n. 11, p. 2339-2345, 2022.

FRANÇA ANDRADE, A.; LOCATEL SUELA, A. G.; DE MOURA PIRES, M. Fatores geoambientais e socioeconômicos influenciadores da sustentabilidade em bacias hidrográficas: : a realidade da Bacia do Rio Catolé Grande, Bahia. **Revista Brasileira de Geografia Física**, *[S. l.]*, v. 19, n. 03, p. 1621–1641, 2026. DOI: 10.26848/rbgf.v19.03.p1621-1641. Disponível em: https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/267059. Acesso em: 23 ago. 2026.

GIOSTRI, G. F.; DE BESSA NASCIMENTO, R. A estratégia mundial de REDD+: desafios e oportunidades do Brasil e, especialmente, da Floresta Amazônica. **Conexão Ciência (Online)**, v. 11, n. 1, p. 139-152, 2016.

GUIDOTTI, V. et al. Código Florestal: contribuições para a regulamentação dos programas de regularização ambiental (PRA). Sustentabilidade em Debate, v. 4, n. 1, p. 1-12, 2016.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção Agrícola Municipal (PAM): área colhida - 2024. Rio de Janeiro, 2025. Disponível em:https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricul-tura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-per-manentes.html. Acesso em: 16 abril. 2026.

KUPLICH, T. M.; CAPOANE, V.; COSTA, L. F. F. O avanço da soja no Bioma Pampa. Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul, n. 31, p. 83-100, 2018.

MATRICARDI, E. A. T. et al. Modelagem do desmatamento na região do MATOPIBA. Nativa, v. 6, n. 2, p. 198-206, 2018.

LA VIÑA, A. G. M; DE LEON, A.; BARRER, R. R. History and future of REDD+ in the UNFCCC: Issues and challenges. **Research handbook on REDD-Plus and international law**, p. 11-29, 2016.

MACIEL, A. O. M.; CRUZ, S. R. S.; PAULINO, S. R. Análise de iniciativas de REDD+ com financiamento de fundo público e do mercado voluntário de carbono. Revista Brasileira Multidisciplinar, v. 23, n. 2, p. 61-78, 2020.

MAQSOOM, A. et al. Carbon Markets and Carbon Pricing Mechanisms: How Developing Economies Can Benefit?. **Procedia Computer Science**, v. 256, p. 1416-1426, 2025.

MAPBIOMAS. Relatório Anual do Desmatamento no Brasil 2024 – São Paulo, SP – MapBiomas, 2025, 209 páginas. Disponível em: https://iops - cience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ac5193 doi: 10.1088/1748-9326/ac5193. Acesso em: Abril. 2026.

MOUTINHO, P. et al. REDD no Brasil: um enfoque amazônico: fundamentos, critérios e estruturas institucionais para um regime nacional de redução de emissões por desmatamento e degradação florestal. **Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Brasilia, Brasil**, 2011. https://ipam.org.br/wp-content/uploads/2015/12/redd_no_brasil_um_enfoque_amaz%C3%B4nico.pdf.

NANTONGO, M.; VATN, A. Estimating transaction costs of REDD+. **Ecological economics**, v. 156, p. 1-11, 2019.

NOGUEIRA, V. M. et al. Avaliação do programa de regularização ambiental no estado de Rondônia. **Cadernos Gestão Pública e Cidadania**, v. 30, p. e91646, 2025.

NOGUEIRA, D. C. S. et al. Mapping of CO2 emissions and soil attributes under a silvopastoral system and degraded pasture in the Brazilian Cerrado Region. **Journal of Environmental Management**, v. 403, p. 129225, 2026.

SALLES, G. P.; SALINAS, D. T. P.; PAULINO, S. R. Execução de Projetos de REDD+ no Brasil por meio de diferentes modalidades de financiamento. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 55, n. 3, p. 445-464, 2017.

SEEG - SISTEMA DE ESTIMATIVA DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA. SEEG Municípios - estatísticas. Disponível em: http://plataforma.seeg.eco.br/cities/statistics. Acesso em 29 de abril de 2026.

STERN, N.; STIGLITZ, J. E. **The social cost of carbon, risk, distribution, market failures: An alternative approach**. Cambridge, MA, USA: National Bureau of Economic Research, 2021.

SOARES P. G.; GOULART I.; CENAMO M. C.; ALVES C. Guia Metodológico: Apresentação e Avaliação de Projetos de PSA de carbono florestal em pequenas propriedades e comunidades na Amazônia. IDESAM. 2017.

SUELA, A.; NAZARETH, M. S.; DA CUNHA, D. A. Efeitos ambientais da implementação do Plano ABC no MATOPIBA: uma abordagem por Insumo-Produto. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v. 14, n. 4, p. 629-656, 2020.

SUELA, A. G. L. et al. Impact of gross domestic product growth on Brazilian native forests: a computable general balance analysis. **Informe Gepec**, v. 27, n. 1, p. 228-245, 2023.

SUELA, A. G. L et al. Impactos do novo código florestal no bioma cerrado: foco no MATOPIBA. **Caderno Pedagógico**, v. 21, n. 9, p. e8194-e8194, 2024.

SUELA, A. G. L. et al. Computable General Equilibrium Model for Analysis of the Payment for Environmental Services in the Brazilian Cerrado. **Informe Gepec**, v. 29, n. 1, p. 184-204, 2025a.

SUELA, A. G. L. et al. Análise estrutural dos impactos do aumento das emissões de gases de efeito estufa em setores agropecuários. **Revista de Ciências da Administração do Sul da Bahia**, v. 1, n. 01, 2025b.

SUELA, A. G. L. et al. Avaliação do pagamento por serviços ambientais para incentivar a conservação da mata nativa no bioma cerrado: uma análise de equilíbrio geral computável. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 57, n. 4, p. e20262748-e20262748, 2026.

WILLIAMSON, Oliver E. Transaction cost economics. **Handbook of industrial organization**, v. 1, p. 135-182, 1989.