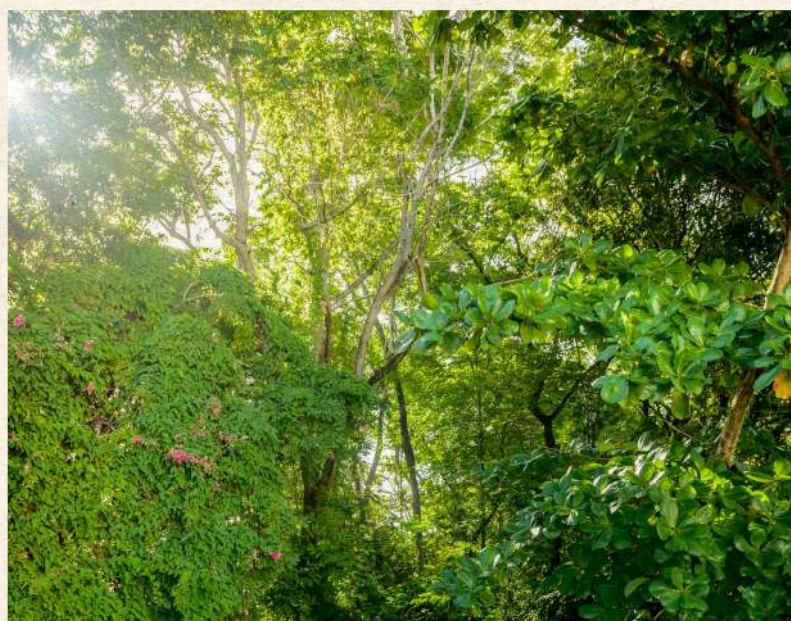
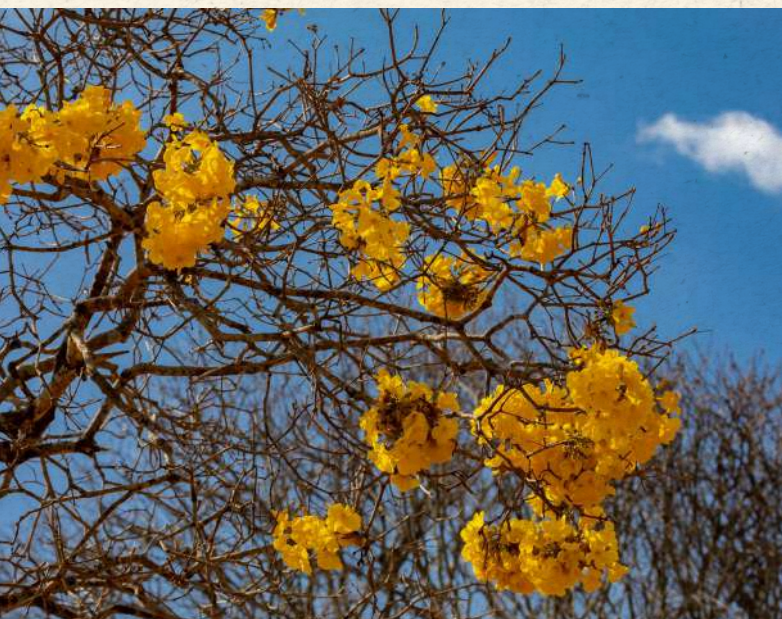


Onde Conservar e Quanto Pagar?

Guia de cálculo do custo de oportunidade da terra e da propensão à conservação para orientar programas de Pagamento por Serviços Ambientais



PROJETO
FLORESTA+
AMAZÔNIA

oikonomos
ECONOMIA SOCIOECOLÓGICA

Onde Conservar e Quanto

Pagar? Guia de cálculo do custo de oportunidade da terra e da propensão à conservação para orientar programas de Pagamento por Serviços Ambientais

SETEMBRO, 2025

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Bruna Stein Ciasca¹

AUTORES

Bruna Stein Ciasca¹

João Marcelo Abbud²

Tatiana Gaui³

Carlos Castelsoni³

Marcia Stanton³

Gunars Platais⁴

REVISORES

Jay van Amstel⁵

Luan Motta⁶

Marcelo Ling³

Marina Aragão⁷

Pedro Gasparinetti⁸

Pedro Zanetti⁹

PAINEL BI

Claudio Costa³

AGRADECIMENTOS

Regina Cavini³

Gabriela Podcameni¹⁰

Nazaré Soares¹⁰

Mariane Nardi¹⁰

Bruna de Vita¹⁰

Roberta Cantinho¹⁰

APOIO

Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
Projeto Floresta + Amazônia

DIAGRAMAÇÃO

Cumbuca Comunicação

CITAÇÃO

STEIN, Bruna; ABBUD, João Marcelo; GAUI, Tatiana; CASTELONI, Carlos Henrique L. Pires; STANTON, Marcia; PLATAIS, Gunars. Onde Conservar e Quanto Pagar? Guia de cálculo do custo de oportunidade da terra e da propensão à conservação para orientar programas de Pagamento por Serviços Ambientais. Brasília (DF): Oikonomos, Projeto Floresta + Amazônia (PNUD), 2025.

1- Oikonomos; 2- Universidade de Brasília (UnB); 3- Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD); 4- Universidade do Colorado; 5- Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA); 6- Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA); 7- The Nature Conservancy (TNC); 8- Conservação Estratégica (CSF); 9- Instituto Clima e Sociedade (ICs); 10- Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA)

Preâmbulo

É com alegria que apresento o estudo *“Onde Conservar e Quanto Pagar? Guia de cálculo do custo de oportunidade e da propensão à conservação para orientar Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA)”*. Trata-se de uma obra basilar para o aprimoramento dos instrumentos econômicos de conservação no país, que chega em momento estratégico para qualificar, fortalecer e expandir políticas públicas ambientais baseadas em evidências.

O trabalho, coordenado pela economista Bruna Stein, representante da Oikonomos e consultora da Coordenação-Geral de PSA do MMA, conta com a importante colaboração de pesquisadores da Universidade de Brasília (UnB) e do Projeto Floresta+ (PNUD), principal iniciativa de PSA em execução no âmbito do Governo Federal. Esse diálogo institucional amplia a robustez do estudo e traduz evidências em caminhos concretos para fazer o PSA acontecer no território — com valores justos e benefícios reais para quem cuida da floresta.

Ao explicitar quanto um produtor rural deixa de ganhar ao conservar a vegetação nativa, o estudo oferece referências objetivas para que governos e parceiros definam pagamentos compatíveis com cada realidade local. Isso evita a subvalorização dos serviços ecossistêmicos, estimula a adesão dos provedores de serviços ambientais e aumenta a efetividade ambiental.

Importa lembrar: conservar não é um custo — é ganhar em água, clima, biodiversidade e qualidade de vida para o setor produtivo e para toda a sociedade. Por isso, o instrumento de PSA ajuda a sociedade a reconhecer esses benefícios que garantem a manutenção da vida. O uso destes dados por entes federativos e instituições parceiras será decisivo para estabelecer valores, priorizar territórios e fortalecer as condições de implementação do PSA como instrumento estruturante da política ambiental e climática nacional.

Os resultados contribuem diretamente para a implementação da Política Nacional de PSA (Lei nº 14.119/2021) e para os artigos 41 e 42 do Código Florestal. O estudo também apoia o desenho de arranjos de financiamento híbrido, como o Tropical Forest Forever Facility (TFFF), e a expansão do crédito verde e de outros mecanismos.

Essa visão propositiva perpassa o trabalho e reflete a forma de atuação de Bruna Stein, que alia conhecimento técnico a soluções financeiras aplicáveis, aproximando ciência, política pública, implementação e impacto social. O Brasil necessita do que este estudo carrega: uma abordagem propositiva que une recursos financeiros ao bem-estar dos povos e à integridade da natureza.

Esta leitura é um convite a fazer junto e fazer direito.

Atenciosamente,

Gabriela Podcameni

Professora do IFRJ • Pesquisadora RedeSist (IE/UFRJ)
Coordenadora-Geral de PSA
Departamento de Políticas de Estímulos à Bioeconomia (DPEB)
Secretaria Nacional de Bioeconomia (SBC)
Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA)

Sumário

Preâmbulo	1
1. Introdução	4
2. Contexto	7
Financiamento internacional potencial do TFFF e o PSA como instrumento de implementação	8
Valores adotados em iniciativas de PSA no âmbito federal	8
Valores adotados em iniciativas de PSA no âmbito estadual	9
Valores adotados em iniciativas privadas e parcerias público-privadas de PSA	10
3. Objetivos	11
4. Metodologia de cálculo	12
4.1. Diferenciação do conceito de valor da terra como fator de produção e ativo econômico e implicação no cálculo do custo de oportunidade	12
4.2. Custo de oportunidade da terra da agricultura e da pecuária para agricultura familiar e agricultura não familiar	13
4.3. Probabilidade de conservação por município	15
Construção do modelo logístico	15
Fundamentação e calibração do modelo	16
Padronização do modelo	17
4.4. Investimento mínimo em PSA em terras privadas	18
5. Resultados	19
5.1. Custo de oportunidade da agricultura familiar e não familiar por Estado	19
Custo de Oportunidade médio da agropecuária por Estado	19
COp da Pecuária por Estado	21
COp da Lavoura por Estado	22

COp da agropecuária por Bioma	23
5.2. Probabilidade de propensão à conservação por município e área de excedente de RL	24
5.3. Custo de oportunidade médio por município	26
5.4. Cenários do dimensionamento econômico do investimento em PSA em municípios com maior e menor propensão à conservação	27
Recorte territorial da Amazônia Legal: Investimento em PSA nos Cenários 1 e 2 ..	27
Recorte territorial dos Municípios Prioritários: Investimento em PSA nos Cenários 1 e 2	29
Recorte territorial do Cerrado: Investimento em PSA nos Cenários 1 e 2	30
6. Limitações metodológicas e aprimoramentos futuros	32
Base de dados de cálculo do Custo de Oportunidade da Terra	32
Custos de transação e viabilidade operacional	32
Aprofundamento da priorização territorial	33
Potencial aplicação dos valores em Territórios Coletivos	33
Orçamento total e capacidade de execução governamental	33
7. Conclusões do estudo e implicações para políticas públicas	35
7.1. A importância da calibragem do PSA por perfil de produtor e região	35
7.2. Estratégias diferenciadas conforme o grau de propensão à conservação ...	35
7.3. Territorialização e adaptação das políticas públicas	36
8. Aplicação do PSA e integração com políticas existentes	37
PSA como vetor de inclusão produtiva e assistência técnica	37
Complementaridade com outros instrumentos como CRA e REDD+	37
Reconhecimento de APPs e RLs como áreas de alto valor socioambiental	38
Painel interativo para apoio aos programas e projetos subnacionais	38
PSA como parte de uma estratégia nacional de conservação	38
Anexo - Legislações	39
Referências	40

1.

Introdução

O desmatamento da vegetação nativa no Brasil é impulsionado por diferentes vetores econômicos, como a produção de commodities agrícolas, a valorização imobiliária da terra com o desmatamento, a exploração madeireira e a mineração (Sauer, 2024). Esses vetores geram ganhos econômicos distintos, com magnitudes e prazos variados. Dado o vasto território nacional e a abundância de terras disponíveis, grande parte da rentabilidade em áreas privadas decorre, sobretudo, da conversão da vegetação nativa para a produção de commodities agrícolas que elevam o valor de mercado da terra e contribuem para ganho de lucro imobiliário obtido a partir da diferença entre o preço da terra antes e após o desmatamento. Esse processo, que suprime área vegetada e serviços ecossistêmicos em favor de áreas produtivas, promove perdas ambientais relevantes (Campos; Bacha, 2019; Greenleaf, 2019).

Entretanto, diferentes aspectos econômicos e culturais influenciam significativamente a propensão dos agentes a desmatar ou conservar, variando entre tipos de posse, histórico de uso da terra e regiões. Atores como proprietários privados (familiar e não familiar), Povos Indígenas e Povos e Comunidades Tradicionais (PIPCTs), demonstram comportamentos distintos em relação à conservação ambiental, e portanto, podem resultar em heterogeneidade na resposta a incentivos econômicos.

Territórios coletivos, como Terras Indígenas e Unidades de Conservação de Uso Sustentável, por exemplo, tendem a apresentar maior compromisso com a conservação do que áreas privadas voltadas à produção intensiva. Conforme mostram os dados do MapBiomas, em termos comparativos, apenas no ano de 2024, o desmatamento em áreas privadas foi em torno de 50 vezes maior que em Terras Indígenas (856,4 mil hectares versus 15,9 mil hectares) e 15 vezes maior que em Unidades de Conservação (856,4 mil hectares versus 57,9 mil hectares). O modo de vida dos PIPCTs é, historicamente, mais aderente à conservação da vegetação nativa e dos ecossistemas, em comparação com os padrões de uso da terra observados em propriedades privadas. Embora os comportamentos e motivações entre esses grupos sejam distintos, ambos merecem ser contemplados por políticas de incentivos econômicos como o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) para, por exemplo, garantir o reconhecimento das práticas socioculturais de produção sustentável, evitar as práticas de desmatamento e incentivar a restauração pelos proprietários rurais de terra.

No caso dos PIPCTs, uma vez que a conservação dessas áreas contribui para gerar serviços ecossistêmicos, o PSA deve funcionar como reconhecimento e valorização de sua contribuição contínua e efetiva para a conservação dos ecossistemas, e se somar às políticas de fortalecimento de governança coletiva nesses territórios para garantir a manutenção dos modos de viver dessas comunidades. Já para os proprietários privados, tais instrumentos devem ser estruturados como incentivo à mudança de comportamento, visando evitar o desmatamento e promover práticas produtivas sustentáveis. Diante desse cenário, estratégias de PSA devem ser desenhadas com distinção entre os grupos, respeitando suas dinâmicas socioterritoriais, motivações e capacidades institucionais, de forma a maximizar a efetividade do instrumento na proteção dos serviços ecossistêmicos.

A Lei nº 14.119/2021, que institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PNPSA), reconhece a diversidade de atores que contribuem de forma individualizada ou coletiva para a manutenção dos serviços ecossistêmicos e propõe diretrizes específicas para sua valorização. Assim, para implementação do PSA, é fundamental que sejam instituídas estratégias diferenciadas para cada grupo.

Com o objetivo de proteger a vegetação nativa e os serviços ambientais a ela associados, o Código Florestal vigente (Lei nº 12.651/2012) manteve e atualizou a exigência histórica — presente desde o Código Florestal de 1965 — de que todas as propriedades rurais preservem uma parcela de sua área com vegetação nativa. Isso inclui a manutenção de Reservas Legais (RL), que devem variar de 20% a 80% da propriedade, conforme o

bioma, e de Áreas de Preservação Permanente (APPs), voltadas à proteção de ecossistemas sensíveis como margens de rios, nascentes e encostas.

Com o propósito de mitigar pressões econômicas associadas ao desmatamento em terras privadas e fomentar práticas produtivas alinhadas à conservação ambiental, o artigo 41 da Lei nº 12.651/2012, institui o Programa de Apoio e Incentivo à Preservação e Recuperação do Meio Ambiente, que engloba instrumentos como PSA, linhas de crédito agrícola verde, seguro agrícola diferenciado, dedução de áreas de APP/RL no cálculo do Imposto Territorial Rural (ITR) e Cotas de Reserva Ambiental. Complementarmente, a Cédula de Produto Rural Verde (CPR Verde), regulamentada em 2021, surge como título de crédito para financiar a conservação, reflorestamento e recuperação de áreas degradadas (Brasil, 2012).

Adicionalmente a esses instrumentos, o mecanismo de REDD+ (Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal, conservação dos estoques de carbono florestal, manejo sustentável de florestas e aumento de estoques de carbono florestal) também é atualmente utilizado para fins de recompensar países em desenvolvimento por resultados concretos na redução das emissões de gases do efeito estufa. Tal instrumento tem sua implementação operacional coordenada pela Comissão Nacional para REDD+ (CONAREDD+), instituída por decreto em 2015 e atualmente em processo de atualização. Por atender a requisitos fundamentais — como a estruturação de uma Estratégia Nacional de REDD+ (ENREDD+), a definição de um Nível de Referência de Emissões Florestais (FREL), um sistema robusto e transparente de monitoramento florestal nacional, e um sistema para fornecer informações sobre o cumprimento das salvaguardas de Cancun — o Brasil tem mobilizado financiamento internacional por meio de mecanismos como o Fundo Amazônia e o Fundo Verde para o Clima, além de criar o ambiente necessário para a captação de recursos por entes subnacionais.

Nesse contexto, destaca-se também o Tropical Forest Finance Forever (TFFF), atualmente em fase de negociação, como um potencial fundo financeiro inovador voltado à conservação florestal no Brasil. A proposta do TFFF é ampliar significativamente o acesso a recursos internacionais para apoiar ações de mitigação do desmatamento e da degradação ambiental, contribuindo para a implementação de instrumentos econômicos como o PSA. O TFFF busca estruturar uma combinação de financiamento público, privado e multilateral, com foco na escala e previsibilidade dos recursos, podendo se tornar um componente central da arquitetura financeira nacional para alcançar metas de clima, biodiversidade e desenvolvimento sustentável.

Dessa forma, a articulação entre o arcabouço jurídico do Código Florestal, os mecanismos de incentivo econômico e os instrumentos internacionais que contribuem para implementação de PSA, busca-se alinhar o uso sustentável do solo com a valorização dos serviços ecossistêmicos, contribuindo para a regulação climática, conservação da biodiversidade, saúde do solo e assegurando participação social e equidade territorial (Brasil, 2012; Johnson; Ruta; Baldos, 2021). Considerando as distintas possibilidades de uso produtivo da terra por parte dos potenciais provedores de serviços ambientais, e reconhecendo o PSA como um instrumento de incentivo positivo voltado à indução de práticas conservacionistas em detrimento do desmatamento, é fundamental que o desenho e a implementação desses programas se baseiem em estimativas do custo de oportunidade da terra — isto é, o valor econômico que o proprietário deixa de obter ao optar pela conservação em vez da exploração produtiva. Essa abordagem permite estabelecer pagamentos adequados, que estimulem a conservação, priorizem municípios com maior propensão à manutenção da vegetação nativa, minimizem os riscos de não adesão por parte dos produtores e maximizem a eficácia dos incentivos.

Visando subsidiar o dimensionamento econômico de Programa de PSA, o presente relatório tem como objetivo calcular a disposição a aceitar dos produtores rurais pela conservação baseada no custo de oportunidade da terra, assim como a calcular a probabilidade de conservação dos municípios, incluindo cenários de investimento em PSA para aqueles mais e menos propensos a conservar.

Este estudo está estruturado em oito seções.

Além dessa introdução, a segunda seção aprofunda o contexto do estudo, discute sobre o potencial do financiamento internacional, com destaque para o TFFF, e aborda os valores praticados em iniciativas de PSA nas esferas federal e estadual, bem como em arranjos privados.

A quarta seção detalha a metodologia adotada em três frentes principais: i) o cálculo do custo de oportunidade da terra, diferenciando entre agricultura familiar e não familiar; ii) a estimativa da probabilidade de conservação por município; e iii) a projeção do investimento mínimo necessário para programas de PSA em terras privadas, considerando diferentes cenários de propensão à conservação.

A quinta seção, intitulada Resultados, apresenta os dados obtidos a partir das análises, organizados por

estado, bioma e recortes territoriais estratégicos, como a Amazônia Legal, o Cerrado e os Municípios Prioritários definidos pela Portaria GM/MMA nº 1.202/2024.

A sexta seção discute as limitações metodológicas do estudo e aponta caminhos para futuros aprimoramentos, incluindo possibilidades de aplicação em territórios coletivos e a consideração de custos de transação.

A sétima seção sintetiza as conclusões e destaca as implicações para o aprimoramento de políticas públicas, com ênfase na calibragem territorial e na adequação dos instrumentos a diferentes perfis de produtores e níveis de propensão à conservação.

Por fim, a oitava seção propõe caminhos para a aplicação dos resultados e sua integração com políticas existentes, ressaltando o papel do PSA como instrumento de inclusão produtiva, conservação e sinergia com outros mecanismos como CRA e REDD+, além de propor ferramentas de apoio à gestão, como um painel interativo.

Cabe destacar que as estimativas de custo de oportunidade utilizadas no presente estudo não incorporam o lucro imobiliário decorrente da valorização fundiária associada à conversão do uso da terra. Essa decisão metodológica deve-se, principalmente, à dificuldade de mensuração objetiva e padronizada desse tipo de expectativa de ganho, que é altamente especulativo, depende de fatores externos como infraestrutura, mercado de terras e políticas locais, e não se traduz em fluxos de renda diretamente observáveis como nos usos produtivos (agricultura, pecuária, extrativismo). Além disso, incluir o lucro imobiliário implicaria riscos de superestimação dos custos e distorção dos valores de referência para pagamentos por serviços ambientais. Assim, optou-se por adotar uma abordagem conservadora, baseada nos usos efetivos da terra, o que permite maior comparabilidade, transparência e aplicabilidade prática dos resultados no desenho de políticas públicas de PSA.

2. Contexto

Em 2021, o governo brasileiro instituiu a Política Nacional de PSA – PNPSA (Lei nº 14.119/2021), com objetivo de manter, recuperar ou melhorar os serviços ecossistêmicos em todo o território nacional, evitando a perda de vegetação nativa, a fragmentação de habitats, a desertificação e outros processos de degradação dos ecossistemas nativos, e valorizando econômica, social e culturalmente os serviços ecossistêmicos (Brasil, 2021). Apesar destes esforços institucionais, a pressão econômica continua contribuindo para o desmatamento da vegetação nativa, especialmente em terras privadas legalmente passíveis de supressão. Na ausência de incentivos à conservação, estas áreas estão propensas a serem convertidas para produção agropecuária ou especulação fundiária, sobretudo em regiões onde o custo de oportunidade da terra é elevado (Gomes; Aragão; Calazans, 2023; Rajão; Motta; Hoff, 2020). Dados recentes do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) revelam que, entre agosto de 2023 e julho de 2024, cerca de 6.288 km² foram desmatados na Amazônia Legal e 8.174 km² no Cerrado, com destaque para Maranhão e Piauí, responsáveis por 67% da perda nesse bioma (INPE, 2024a, 2024b).

Nesse cenário, os instrumentos de PSA configuram-se como mecanismos centrais para promover a conservação de vegetação nativa, internalizando os benefícios sociais e ambientais gerados pela manutenção dos serviços ecossistêmicos, como regulação climática, conservação da biodiversidade e sequestro de carbono. Dada a magnitude dos desafios ambientais e a crescente perda de cobertura vegetal, torna-se urgente a regulamentação, já em fase final após o encerramento do período de consulta pública, e ampliação efetiva da PNPSA. Tal medida é fundamental para garantir segurança jurídica e escala à sua implementação, consolidando o PSA como mecanismo estruturante da política ambiental e climática nacional (Silva; Perrin; Fulginiti, 2019).

Para que os arranjos de PSA sejam efetivos na promoção de mudanças de comportamento, o valor do pagamento deve, no mínimo, cobrir os custos de provisão dos serviços ecossistêmicos, incluindo os custos diretos e de transação, e sobretudo, os custos de oportunidade. Estes últimos custos correspondem à renda líquida, isto é, o benefício, a que se renuncia ao optar pela conservação em vez de converter a área para usos alternativos potencialmente mais lucrativos, como agricultura ou pecuária (Engel et al., 2016). Além disso, é preciso haver serviços ambientais bem definidos e garantia de provisão dos serviços contratados. Para tanto, critérios de elegibilidade e, adicionalidade em casos específicos, são fundamentais na definição de esquemas de PSA, garantindo que os pagamentos estejam estritamente condicionados à provisão dos serviços ecossistêmicos.

Nesse contexto, as análises territoriais de propensão à conservação ganham relevância estratégica, pois permitem explicitar as interações entre adicionalidade em termos de área conservada e custo-efetividade. Áreas e grupos sociais com menor propensão à conservação podem oferecer maior adicionalidade em termos de área potencial conservada caso mudem de comportamento, mas tendem a demandar incentivos financeiros mais elevados, o que pode comprometer a relação custo-efetividade. Por outro lado, territórios com alta propensão a conservar tendem a demandar menos recursos, mas oferecem menor adicionalidade de área conservada. Este estudo testa empiricamente essa hipótese, avaliando em quais perfis territoriais e sociais o PSA maximiza, de forma combinada, a adicionalidade e a que valor de custo-efetividade isso ocorre. Essa abordagem orienta a priorização dos investimentos, reduz o risco de pagamentos ineficientes e fortalece o alinhamento entre os objetivos da política ambiental e as realidades locais.

Financiamento internacional potencial do TFFF e o PSA como instrumento de implementação

No plano internacional, o Brasil tem ampliado seu protagonismo na agenda climática global, reconhecendo a relevância dos instrumentos de PSA como política eficaz de incentivo à mudança de comportamento dos produtores rurais, contribuindo para a conservação e o uso sustentável dos recursos naturais (BRASIL, 2024). Em consonância, a nova Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) do Brasil, submetida ao Acordo de Paris, propõe uma estratégia de transição para uma economia de baixo carbono e prevê ações estratégicas de conservação e instrumentos positivos para combate às mudanças climáticas, como o Projeto Floresta+ Amazônia e o TFFF. Com meta de mobilizar US\$ 125 bilhões, previsto para ser lançado na COP30, o TFFF visa remunerar países e comunidades que mantêm suas florestas conservadas, a partir de um modelo inovador de financiamento híbrido.

O PSA é um instrumento estratégico para a implementação dos recursos do TFFF, pois direciona incentivos financeiros, com transparência, condicionalidade e foco em resultados, a atores locais que reduzem o desmatamento e conservam florestas tropicais. O mecanismo pode ser utilizado tanto na Alocação Financeira Dedicada aos Povos Indígenas e Comunidades Locais (20%), quanto na alocação discricionária do restante (80%), conforme definições nacionais, permitindo remunerar a manutenção de serviços ecossistêmicos em áreas conservadas.

É importante refletir, contudo, que o TFFF também busca simplificar o financiamento climático. Nesse desenho, não se exigiria a demonstração individualizada de adicionalidade para que o país receba os recursos, pois o repasse estaria atrelado à cobertura vegetal existente. Pela mesma lógica, o PSA financiado com esses recursos poderia ser operacionalizado de forma mais ágil e direta, viabilizando a transferência de pagamentos a quem conserva, com o objetivo final de manter e ampliar a cobertura florestal. Essa abordagem favorece a ampliação da escala de implementação e o engajamento rápido de beneficiários elegíveis. Os dados apresentados neste estudo, ao estimar o custo de oportunidade e o custo-efetividade por município, oferecem subsídios técnicos valiosos para orientar a alocação estratégica dos recursos do TFFF, direcionando os investimentos para áreas prioritárias da Amazônia e da Mata Atlântica de forma mais eficiente e efetiva.

Valores adotados em iniciativas de PSA no âmbito federal

No âmbito federal, destaca-se o Projeto Floresta+ Amazônia, uma iniciativa de cooperação internacional liderada pelo Governo brasileiro, por meio do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA), em parceria com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e com apoio da Agência Brasileira de Cooperação (ABC). O Projeto Floresta+ Amazônia, financiado pelo Fundo Verde para o Clima (GCF), por resultados de REDD+ alcançados pelo Brasil no bioma Amazônia em 2014 e 2015, contribui para a implementação das ações do setor florestal da NDC e do objetivo geral da Estratégia Nacional de REDD+ do Brasil.

O projeto visa promover a conservação da vegetação nativa da Amazônia Legal e valorizar os serviços ecossistêmicos por meio de PSA, gerando benefícios socioambientais e econômicos para comunidades locais. Concebido como projeto piloto, o Floresta+ Amazônia busca testar e aprimorar modelos de PSA em larga escala, com foco na destinação de incentivos financeiros a agricultores familiares, povos indígenas e comunidades tradicionais. Além de conservar extensas áreas de vegetação nativa, o projeto visa desenvolver um modelo replicável e escalável de PSA, contribuindo com insumos técnicos para políticas públicas voltadas à bioeconomia e à agenda climática.

Os valores de PSA atualmente adotados pelo Projeto Floresta+ Amazônia variam conforme o perfil do público e as condições do imóvel rural. Para agricultores familiares em municípios prioritários (Fase 1), o valor fixo é de R\$ 1.500, pago em duas parcelas anuais, sendo que a primeira paga na adesão e a segunda após validação do CAR e CAF. Já na Fase 2, destinada a imóveis com Cadastro Ambiental Rural (CAR) validado¹ em toda a Amazônia Legal, o pagamento é de R\$ 200 por hectare para a faixa de vegetação prevista no Artigo 12 do Código Floresta (20% para Campos Gerais; 35% para o Cerrado e 80% para Floresta), e de R\$

¹ Cadastro Ambiental Rural (CAR) validado significa que o órgão ambiental competente concluiu a análise técnica do cadastro e confirmou a consistência das informações declaradas (geometria, APP, Reserva Legal, uso consolidado, sobreposições, etc.), atribuindo-lhe status de analisado e ativo no SICAR. A validação não implica regularização ambiental plena: eventuais passivos permanecem e sua solução depende, quando cabível, da adesão e do cumprimento do PRA ou de outras exigências legais.

800 por hectare para áreas de vegetação superiores ao mínimo previsto em Lei de acordo com a fitoecologia. Em 2025, os primeiros pagamentos efetivos variaram entre R\$ 1.500 e R\$ 28.000 por imóvel, com base em critérios como extensão da vegetação conservada, localização e tamanho da propriedade. Esses valores refletem uma abordagem escalonada e direcionada à conservação, priorizando populações vulneráveis e áreas com maior cobertura florestal.

Também por meio do apoio técnico-financeiro do Projeto Floresta+ Amazônia, no âmbito do Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento da Amazônia (PPCDAm), o Programa União com Municípios criado pela Secretaria de Controle do Desmatamento e Ordenamento Ambiental Territorial do MMA, por meio do Decreto nº 11.687/2023, implementa um conjunto de ações relativas à prevenção, ao monitoramento, ao controle e à redução do desmatamento e da degradação florestal no bioma Amazônico. O programa prevê a implementação de ações nos municípios prioritários para controle do desmatamento, em 81 municípios que, juntos, respondem por aproximadamente 78% de todo o desmatamento verificado no ano de 2022 na Amazônia Legal. Ao todo, serão investidos R\$ 826 milhões, dos quais R\$ 600 milhões do Fundo Amazônia para apoio a 30 mil famílias com regularização fundiária e assessoria técnica a partir de Acordo de Cooperação Técnica entre MMA, MDA, Anater e Incra; e R\$ 226 milhões pelo Projeto Floresta+ Amazônia destinados para recuperação de áreas degradadas e PSA nos municípios que aderiram ao programa². Os recursos do programa serão destinados a ações nos municípios a partir da lógica do “pagamento por performance”: quanto maior a redução anual do desmatamento e da degradação, maior será o investimento nos municípios.

Valores adotados em iniciativas de PSA no âmbito estadual

A nível estadual, destaca-se a adoção de diversas legislações específicas sobre PSA, resumidas no Anexo desse trabalho. Essas iniciativas buscaram estabelecer instrumentos legais que reconhecem e remuneram a provisão de serviços ecossistêmicos, como conservação da biodiversidade, proteção de recursos hídricos e sequestro de carbono, embora com variações significativas em termos de escopo, operacionalização e fontes de financiamento³.

Acerca dos valores praticados, no estado do Pará, o Programa Estadual de PSA por meio da Lei nº 10.167/2023, regulamentada pelo Decreto nº 3.527/2023, teve início com o projeto-piloto *Valoriza Territórios Sustentáveis* (Valoriza TS), voltado a propriedades de até quatro módulos fiscais em municípios prioritários como Marabá e Tucumã. O programa prevê pagamentos diferenciados conforme o tipo de serviço ambiental prestado: R\$2.695/hectare/ano para regeneração de APPs, R\$1.645/hectare/ano para recuperação ativa, R\$595/hectare/ano para manutenção de áreas em regeneração ou sistemas agroflorestais (SAFs), e R\$465/hectare/ano para conservação de vegetação nativa, com limite de cinco hectares por imóvel. Além da compensação financeira, os participantes recebem capacitação técnica para sua conversão em provedores regulares de serviços ambientais, consolidando a base operacional do programa estadual.

No Sudeste, o Espírito Santo opera o Programa Reflorestar⁴, oferece PSA na modalidade *Floresta em Pé* com valores de até R\$241,84/hectare/ano, limitados a 10 hectares por propriedade e contratos de até cinco anos.

No estado de Goiás, o Programa Cerrado em Pé estabelece incentivos de R\$498/hectare/ano para conservação de vegetação nativa além das exigências legais e até R\$664/hectare/ano para recuperação de nascentes degradadas, com prioridade para pequenos agricultores, mulheres, quilombolas e populações em situação de vulnerabilidade. Os pagamentos são realizados em parcela única anual, com limite de 100 hectares por propriedade.

No estado do Mato Grosso do Sul, destaca-se a criação do Programa PSA Pantanal, lançado em 2023 como parte do Pacto pelo Pantanal, a maior iniciativa de conservação com desenvolvimento sustentável do bioma no Brasil. Instituído pela Lei do Pantanal (Lei Estadual de dezembro de 2023), o programa remunera produtores rurais, comunidades tradicionais e organizações da sociedade civil que mantêm áreas de vegetação nativa além do mínimo legal exigido. Os valores pagos são de R\$55/hectare/ano pela conservação de vegetação em área de excedente de Reserva Legal, podendo chegar a até R\$100 mil por propriedade, com recursos

² Acessado em <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/controle-ao-desmatamento-queimadas-e-ordenamento-ambiental-territorial/programa-uniao-com-municipios>

³ Ver Anexo

⁴ Acessado em: <https://www.es.gov.br/programa-reflorestar>

provenientes do Fundo Clima Pantanal, que receberá aporte anual de R\$40 milhões do governo estadual entre 2025 e 2030. O programa visa ainda a valorização de práticas produtivas sustentáveis, como a pecuária em regime extensivo, e a prevenção de incêndios florestais, articulando conservação ambiental e geração de renda no bioma Pantanal.

Valores adotados em iniciativas privadas e parcerias público-privadas de PSA

De forma complementar às políticas públicas, diversas iniciativas privadas e parcerias multissetoriais vêm promovendo modelos inovadores de PSA, com enfoque territorializado e estratégias de financiamento diversificadas. O Projeto Conservador da Mantiqueira, iniciado em 2015, abrange 425 municípios nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro. A iniciativa oferece contratos de até 10 anos, com pagamentos de R\$300/hectare/ano nos cinco primeiros anos, vinculados à restauração florestal, geração de créditos de carbono e implementação de práticas conservacionistas, desde que as áreas sejam devidamente isoladas.

Em Minas Gerais, o Programa Pró-Mananciais, desenvolvido em parceria entre a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (Copasa) e a Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento (Arsae-MG), remunera proprietários rurais com até R\$480/hectare/ano. A iniciativa visa a proteção de áreas estratégicas para a segurança hídrica, com foco na recuperação de microbacias e áreas de recarga de aquíferos, aliando compensações financeiras à educação ambiental e ao combate à erosão.

Na região Norte, o Projeto CONSERV, coordenado pelo Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM), atua no Pará e Mato Grosso desde 2020, oferecendo pagamentos entre R\$200 e R\$400/hectare/ano para a conservação de florestas em áreas de excedente de RL e APP. Os valores são ajustados com base em variáveis como biomassa estocada, biodiversidade e serviços hídricos.

O Projeto Assentamentos Sustentáveis na Amazônia (PAS), também coordenado pelo IPAM, atua em territórios da reforma agrária no Pará e oferece PSA a 350 famílias assentadas por até quatro anos, com pagamentos anuais médios de R\$1.980,06 distribuídos em quatro parcelas. Os critérios de elegibilidade incluem a manutenção de ao menos 30% da cobertura florestal e adoção de práticas agroecológicas. A estratégia integra compensação ambiental com organização produtiva e regularização fundiária.

No Sul do Brasil, o Programa Desmatamento Evitado, coordenado pela Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental (SPVS), promove a conservação de áreas naturais como a Floresta com Araucária e os Campos Naturais. O programa remunera, em média, R\$300/hectare/ano e já resultou na criação de 12 Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs), protegendo mais de 4.500 hectares em 33 propriedades. A iniciativa se articula com empresas privadas como HSBC e Arteris, além de influenciar políticas estaduais no Paraná.

Por fim, destaca-se o Projeto Oásis, desenvolvido pela Fundação Grupo Boticário desde 2006, que atua nos estados de Minas Gerais, Paraná e São Paulo. O programa oferece suporte técnico e pagamentos mensais que variam entre R\$77,00 e R\$578,20 por propriedade, conforme a área e as práticas adotadas. Em Apucarana (PR), por exemplo, a iniciativa já protegeu mais de 1.300 hectares e 613 nascentes. O foco está na conservação de mananciais e vegetação nativa em áreas privadas, beneficiando diretamente centenas de produtores e quase quatro milhões de pessoas indiretamente.

3.

Objetivos

A decisão de conservar ou desmatar está associada a diferentes perfis de produtores. Enquanto alguns buscam ganhos econômicos por meio da conversão do uso do solo, outros seguem lógicas produtivas e culturais menos propensas à supressão da vegetação. Por isso, para aumentar a efetividade dos investimentos em PSA e evitar uma ineficiência na alocação de recursos, é essencial identificar os municípios com maior ou menor tendência ao desmatamento, levando em conta as características econômicas e o histórico da pressão de desmatamento locais.

Nesse contexto, a análise da propensão à conservação torna-se um instrumento estratégico para viabilizar uma priorização territorial na implementação do PSA, permitindo que os investimentos sejam direcionados a áreas com maior potencial de efetividade na conservação da vegetação nativa. Esse diagnóstico justifica a necessidade de territorializar os investimentos em PSA, priorizando áreas com maior potencial de conservação da vegetação nativa.

Diante do papel estratégico dos instrumentos econômicos na conservação ambiental e do fortalecimento da agenda climática em nível nacional e internacional, e considerando a importância de se estimar o custo de oportunidade da terra (COp) para definir a compensação mínima capaz de tornar atrativa a conservação, e territorializar a estratégia financeira do investimento em PSA, este trabalho busca responder a três perguntas centrais:

1. Qual é a propensão dos produtores rurais à conservação, considerando os aspectos econômicos e de uso da terra em cada município?
2. Qual o valor mínimo de PSA necessário para incentivar a conservação da vegetação nativa?
3. Qual o volume de investimento necessário para conservar a vegetação nativa passível de desmatamento, considerando os diferentes níveis de propensão a conservar?

Diante dessas perguntas, este estudo tem como objetivo desenvolver uma metodologia de análise da propensão à conservação em nível municipal e calcular o custo de oportunidade da terra para agricultura e pecuária, tanto familiar quanto não familiar, em escalas estadual e municipal, e a partir desses dados estimar o investimento necessário em PSA para conter o desmatamento. Portanto, a partir dessas perguntas, o estudo possui três objetivos específicos:

1. Calcular a propensão à conservação da vegetação nativa por município, considerando as dinâmicas locais de uso da terra e o perfil econômico dos produtores.
2. Estimar a disposição a receber dos produtores com base no custo de oportunidade da terra para agricultura familiar e não familiar.
3. Dimensionar o investimento necessário para conservar a vegetação nativa (excedente de Reserva Legal e remanescente de vegetação da agricultura familiar), considerando cenários de municípios com propensão à conservação inferior e superior a 75%.

Essa abordagem visa oferecer um embasamento científico robusto para orientar a alocação eficiente dos recursos em PSA, por meio da priorização territorial baseada na propensão à conservação, em especial de fundos de PSA nos níveis federal, estadual e municipal, promovendo maior efetividade ambiental e aderência social, e contribuindo para o desenho de políticas públicas mais estratégicas e menos sujeitas a perdas de investimento. Embora a valoração dos benefícios ambientais não seja o foco central desta análise, a mensuração dos custos de conservação preenche uma lacuna relevante na literatura e no desenho atual dos programas de PSA no Brasil.

4.

Metodologia de cálculo

Para responder às questões propostas, a metodologia foi estruturada em quatro etapas principais. A primeira etapa consistiu no cálculo do custo de oportunidade da agricultura e da pecuária para produtores da agricultura familiar e não familiar, com valores atualizados para 2024 e desagregados por estado. Em seguida, foi estimado o custo de oportunidade agropecuário ponderado por município, também atualizado para 2024. A terceira etapa envolveu o cálculo de probabilidade de propensão à conservação dos municípios. Por fim, a quarta etapa determinou o investimento mínimo necessário para PSA, considerando os custos de oportunidade municipais e a disponibilidade de excedente de RL, em cenários de maior e menor propensão a conservar dos municípios, com análises segmentadas por diferentes recortes regionais.

4.1. Diferenciação do conceito de valor da terra como fator de produção e ativo econômico e implicação no cálculo do custo de oportunidade

O valor da terra pode ser avaliado a partir de diferentes perspectivas, que se distinguem conforme objetivos e regimes de posse. A abordagem, desvinculada ao valor privado, refere-se ao valor social da terra, que se manifesta nos territórios coletivos geridos por comunidades, povos indígenas ou quilombolas, com finalidades de proteção territorial, reprodução da vida e preservação cultural. Nessas comunidades, a terra possui valor intrínseco à continuidade dos modos de vida, à organização coletiva e à manutenção de bens comuns, independentemente de seu uso para fins produtivos ou de atuação no mercado de capitais. A literatura sobre regimes de posse comunitária ressalta que esses territórios não respondem às dinâmicas de acumulação do capital, mas sim a matrizes normativas de proteção ambiental e sociocultural. Em contraste, a segunda abordagem considera o valor econômico privado da terra, geralmente aplicado a áreas destinadas à produção agropecuária ou à valorização pelo mercado imobiliário. Nesse caso, o valor da terra está associado à expectativa de lucro, arrendamento, rendimento agrícola ou renda de capital via venda ou especulação — conforme capturado em estatísticas como o Valor da Terra Nua do INCRA. Tal concepção pressupõe a inserção do imóvel nas normas do mercado de capital e acumulação individual, buscando maximização de retorno financeiro e liquidez do ativo.

Ainda que haja formas distintas de avaliar o valor da terra, como o valor social coletivo voltado à preservação e gestão comunitária, e o valor econômico privado orientado ao uso produtivo e à valorização mercadológica, tem-se que as diferentes formas de ganho econômico através do uso da terra constituem o fator determinante de pressão de desmatamento.

Nesse contexto e no que concerne o valor econômico privado da terra, é fundamental diferenciar dois conceitos econômicos distintos relacionados ao uso da terra, que consiste na utilização da terra como fator de produção e a terra como ativo econômico. No contexto da terra como ativo econômico, o lucro imobiliário da terra representa o rendimento associado à valorização do ativo após desmatamento e venda. Esse indicador pode ser capturado pelos dados do INCRA que refletem o valor venal ou de transação da terra nua (conhecido como Valor da Terra Nua) que varia em função da cobertura vegetal ou da aptidão agrícola e para pecuária, considerando que uma vez a vegetação removida, a terra desmatada é valorizada e possui maior liquidez e apelo no mercado imobiliário rural. Assim, considera-se que o lucro imobiliário deriva do investimento de capital na conversão da vegetação nativa em área para fins agropecuários ou especulativos, isto é, um fluxo de renda capitalizado pela transação de venda da terra após desmate.

Em contraste, a terra, como fator de produção, carrega consigo o custo de oportunidade, que representa o lucro líquido que o proprietário deixa de auferir ao optar por um uso específico da área em vez de outro. O

custo de oportunidade da terra mensura o lucro líquido sacrificado ao escolher determinado uso produtivo – por exemplo, agricultura ou pecuária – em vez de manter a vegetação nativa. Esse é um indicador implícito, não monetizado diretamente, mas que representa a renda operacional alternativa que o agente renuncia ao conservar, e deve ser estimado com base em dados regionais de produtividade ou arrendamento em cada município.

É fundamental destacar que a renda obtida com o capital gerado com o lucro imobiliário da terra e o custo de oportunidade pelo lucro líquido com o uso econômico da terra, são fluxos econômicos distintos, vinculados a decisões diferentes. O primeiro está associado a decisões de investimento por meio da venda da terra após desmatamento, enquanto o segundo reflete decisões operacionais de uso produtivo versus conservação. Entende-se que essa distinção impede que tais parâmetros sejam comparáveis e possam ser somados: o lucro imobiliário é um ganho de capital por desmatamento, enquanto o custo de oportunidade é uma renúncia de renda operacional, com recortes temporais heterogêneos de ganho. Por representar uma métrica observável, padronizável e mais diretamente relacionada às decisões cotidianas dos produtores entre conservar ou explorar economicamente suas áreas, adota-se como referência para o dimensionamento do PSA o custo de oportunidade vinculado ao uso produtivo da terra.

4.2. Custo de oportunidade da terra da agricultura e da pecuária para agricultura familiar e agricultura não familiar

Considerando que o custo de oportunidade da terra refere-se ao lucro líquido anual que o proprietário deixa de obter com o uso econômico da área, geralmente relacionado à agricultura ou pecuária (Börner & Wunder, 2008; Bryan et. al., 2009), a estimativa desse custo foi realizada a partir dos dados do Censo Agropecuário de 2017, que constitui a fonte oficial de dados sobre receitas e custos relacionados à atividade agrícola e pecuária no Brasil (IBGE, 2017).

Para tal, a coleta dos dados pelo Sistema IBGE de Recuperação Automática foi feita com dois recortes de atividades econômicas, isto é, “Pecuária e criação de outros animais” e “Produção de Lavoura temporária e Lavoura permanente”, garantindo que a seleção dos dados esteja vinculada à atividade principal da propriedade, sendo pecuária ou agricultura.

O cálculo foi realizado em duas etapas. Primeiramente, estimou-se o COp da agricultura e o COp da pecuária por estado, e em seguida, calculou-se o COp médio ponderado pelo uso da terra por município. A restrição metodológica de cálculo do COp de forma desagregada para lavoura e pecuária por município justifica-se pelo fato de que a base de dados do Censo Agropecuário inibe os valores desagregados cujos municípios possuem um baixo número de informantes, causando inconsistência nos resultados para diversos municípios.

Dessa forma, o custo de oportunidade foi calculado primeiramente por estado (UF) separadamente para áreas agrícolas, que geralmente apresentam receitas maiores, e para áreas de pastagem, com receitas menores, e na sequência estimou-se um valor médio ponderado por município com base nas proporções relativas dessas categorias de uso da terra de acordo com o MapBiomass (MapBiomass, 2024).

As equações a seguir apresentam as etapas de cálculo do COp da Lavoura e do COp da Pecuária, da agricultura familiar e não familiar (médios e grandes produtores rurais) por Estado.

$$COp_{uso\ j,\ mod\ n,\ uf\ i} = \frac{LL_{uso\ j,\ mod\ n,\ uf\ i}}{\text{Área}_{uso\ j,\ mod\ n,\ uf\ i}} = \frac{RB_{uso\ j,\ mod\ n,\ uf\ i} - CT_{uso\ j,\ mod\ n,\ uf\ i}}{\text{Área}_{uso\ j,\ mod\ n,\ uf\ i}}$$

$$CT_{uso\ j,\ mod\ n,\ uf\ i} = (\text{Rateio}_{uso\ j,\ mod\ n,\ uf\ i} \times \text{Custo}_{total.ativ.econ,\ uf\ i})$$

$$\text{Rateio}_{uso\ j,\ mod\ n,\ uf\ i} = \frac{\text{Custo}_{uso\ j,\ mod\ n,\ uf\ i}}{\text{Custo}_{total.ativ.econ,\ uf\ i}}$$

Onde:

$COp_{uso\ j,\ mod\ n,\ uf\ i}$ é o custo de oportunidade da atividade de uso da terra j (pecuária ou agricultura), de módulo fiscal n (familiar ou não familiar), no UF i , por ano, em real por hectare.

$LL_{uso\ j,\ mod\ n,\ uf\ i}$ é o lucro líquido total da atividade de uso da terra j (pecuária ou agricultura), de módulo fiscal n (familiar ou não familiar), por UF i , por ano, em Real.

$RB_{uf\ i}$ é a receita bruta obtida com a atividade da pecuária ou agricultura por UF, por ano, em Real.

CT_{ufi} é o custo total de insumos e serviços relacionados à atividade da pecuária ou agricultura por UF, por ano, em Real.

Área_{ufi} é a área destinada à agricultura ou pecuária, em hectare.

Rateio_{ufi} é a participação dos custos relacionados à atividade econômica da pecuária ou agricultura em relação a todas as atividades econômicas.

A tabela a seguir apresenta as variáveis de Receita e Custos, selecionadas para estimativa do COp da Lavoura e da Pecuária.

Variáveis - Censo Agropecuário 2017	Lavoura	Pecuária
Receita - Seleção para Atividade econômica “Pecuária e criação de outros animais” e “Produção de Lavoura temporária e Lavoura permanente”		
Receita da produção do estabelecimento - produtos vegetais	Sim	Não
Receita da produção do estabelecimento - animais e seus produtos	Não	Sim
Despesas - Seleção para “Atividade econômica total”, “Pecuária e criação de outros animais”, “Produção de lavoura temporária e lavoura permanente”		
Arrendamento de terras	Sim	Sim
Contratação de serviços	Sim	Sim
Salários pagos	Sim	Sim
Atribos e corretivos	Sim	Não
Sementes e mudas	Sim	Não
Compra de animais	Não	Sim
Agrotóxicos	Sim	Não
Medicamentos para animais	Não	Sim
Sal, ração e outros suplementos	Não	Sim
Transporte da produção	Sim	Sim
Energia elétrica	Sim	Sim
Compra de máquinas e veículos	Sim	Sim
Combustíveis e lubrificantes	Sim	Sim
Novas culturas permanentes e silvicultura	Sim	Não
Formação de pastagens	Não	Sim
Outras despesas	Sim	Sim
Área		
Lavouras - permanentes	Sim	Não
Lavouras - temporárias	Sim	Não
Pastagens - naturais	Não	Sim
Pastagens - plantadas em boas condições	Não	Sim
Pastagens - plantadas em más condições	Não	Sim

Após estimar o valor do COp da lavoura e da pecuária por estado, estimou-se o COp médio ponderado por município considerando a distribuição de uso da terra no município, conforme a seguinte equação:

$$COp_{pond, mun i} = (COp_{uso pecuaria, mod n, ufi} \times PercTerra_{uso pecuaria, mod n, mun i}) + (COp_{uso lavoura, mod n, ufi} \times PercTerra_{uso lavoura, mod n, mun i})$$

Onde:

$COp_{pond, mun i}$ é o custo de oportunidade da terra ponderado pelo uso da terra para agricultura e pecuária, do município i , em Real por hectare.

$PercTerra_{pec, mun\ i}$ é a participação do uso da terra para fins de pecuária ou agricultura em relação à área total utilizada para fins agropecuários, no município i , em percentual (%), obtido a partir dos dados do MapBiomass (Col. 9).

Considerando que tais estimativas se referem a valores de 2017, foi realizada uma atualização para 2024 a partir do índice de preços de Contas Nacionais do setor agropecuário.

4.3. Probabilidade de conservação por município

O cálculo da propensão a conservação de vegetação nativa por município se baseia na premissa de que a rentabilidade da terra é um fator econômico determinante para a escolha dos agentes sobre o ato de suprimir vegetação nativa. Portanto, a taxa de desmatamento do município é condicionada pelo Custo de Oportunidade da Terra, o qual influencia a decisão dos proprietários em converter ou não suas áreas para uso alternativo, além de ser afetada pela dinâmica de desmatamento em propriedades adjacentes e em municípios vizinhos.

Construção do modelo logístico

Diante dessa premissa, aplicou-se uma regressão logística, um método simples e transparente para estimação das chances que um evento tem de ocorrer. O evento em questão é a propensão à conservação de excedente de vegetação nativa (ERL) em determinado município. Para isso, consideramos duas variáveis que influenciam essa propensão:

- i) A taxa de desmatamento do município; e
- ii) O custo de oportunidade da terra médio ponderado do município.

Assim, o cálculo da probabilidade de conservação do ERL em determinado município é realizado a partir do modelo:

$$\text{logit}(p_i) = \beta_0 + \beta_1 \text{COp}_i + \beta_2 \text{Desmat}_i$$

Onde

p_i é a probabilidade de evento de conservação do excedente de vegetação nativa (ERL) no município i (conservar ou não).

$\text{logit}(p_i)$ é o log-odds ou índice linear, ou seja, o logaritmo das chances de conservar¹, que transforma a probabilidade binária em uma escala ilimitada, linear e contínua.

β_0 é intercepto do modelo, ou seja, o resultado esperado quando os preditores valem zero.

β_1 é o efeito do COp da terra sobre as chances de conservar.

β_2 é o efeito da pressão de desmatamento sobre as chances de conservar.

COp_i é o custo de oportunidade médio do município i .

Desmat_i é o percentual da área municipal desmatada no período de 1985 a 2023

A escolha da regressão logística justifica-se pela possibilidade de transformar a combinação linear dos fatores (intercepto, COp da terra e taxa de desmatamento) em uma probabilidade entre 0 e 1, podendo ser calculados os efeitos dos preditores no índice linear, que é o valor resultante do modelo. Nessa escala, cada coeficiente β mede o efeito multiplicativo: coeficientes negativos reduzem as chances de conservar e, portanto, a probabilidade de conservação, ao passo que, coeficientes positivos fariam o oposto. Depois de construir o índice linear a partir da combinação dos preditores, foi preciso retornar esse resultado para a escala de probabilidade contínua. Assim, executar um modelo para o logaritmo das chances de conservar, e não para a probabilidade bruta, é útil por dois motivos:

- i) mantém a relação linear entre preditores e o alvo em uma escala ilimitada;
- ii) garante que o resultado seja sempre uma probabilidade válida, evitando probabilidades impossíveis,

¹ A definição de chances (odds) é $\frac{p_i}{1-p_i} = \exp(\beta_0 + \beta_1 \text{COp}_i + \beta_2 \text{Desmat}_i)$. Assim, um aumento de uma unidade no preditor multiplica as chances por e^β

como <0 ou >1 .

A partir disso, o modelo foi adaptado para que a probabilidade, P , possa ser analisada em um domínio contínuo. Assim, valores muito positivos produzem probabilidades próximas de 1 (alta chance de conservar) e valores muito negativos produzem probabilidades próximas de 0 (baixa chance de conservar). Para isso, aplicou-se a função logística para voltar à escala de probabilidade, o que inclui passar o índice linear por uma transformação que comprime qualquer número para o intervalo $[0, 1]$, de forma que:

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{-\text{logit}(p)}}$$

Onde

P_i é a probabilidade de conservação do ERL no município i .

$\text{logit}(p)$ é o log-odds de conservação, ou seja, o logaritmo das chances de conservar, que transforma a probabilidade binária em uma escala ilimitada, linear e contínua.

$\exp(x) = e^{\text{logit}(p)}$ é a função exponencial aplicada ao logaritmo das chances.

E assim temos o modelo que fornecerá a propensão média a se conservar o ERL de cada município. Os dados utilizados para executar o modelo consideraram, para a Taxa de Desmatamento, o percentual da área do município sem vegetação nativa a partir dos dados da Coleção 9 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil (Map Biomas, 2024) e para o COp da terra, o custo de oportunidade médio ponderado do município i (média entre familiar e não familiar, em R\$/hectare), conforme apresentado na seção anterior.

Fundamentação e calibração do modelo

Para a definição dos coeficientes, que medem efeitos multiplicativos, adotou-se uma abordagem baseada na literatura consolidada a partir da calibração de parâmetros. Tal abordagem consiste em selecionar valores que sejam teoricamente consistentes e empiricamente plausíveis, conforme a faixa de resultados encontrados em estudos prévios para contextos similares. Para tanto, a construção teórica e empírica das escolhas é justificada a seguir.

O intercepto captura a propensão intrínseca à conservação na ausência de pressões econômicas para a conversão. Tem-se como hipótese de calibração do modelo que o intercepto, ou seja, o valor resultante quando os preditores valem zero, é de 0.5. Isso significa que em um cenário hipotético no qual tanto COp da terra quanto taxa de desmatamento regional são nulos, a propensão à conservação é de 62%. Esse valor reflete uma combinação de fatores não explicitamente modelados, como motivações intrínsecas; inércia e custos de transação.

Para o impacto do Custo de Oportunidade da Terra sobre a probabilidade de conservação do ERL em dado município, tem-se como base que, à medida que o retorno potencial da conversão da terra aumenta, o incentivo econômico para realizar essa conversão torna-se mais forte, diminuindo a probabilidade da escolha de um proprietário por manter um excedente de vegetação nativa. Essa tendência, explorada e consolidada na literatura econômica ambiental (Börner et al., 2010, Caldas, 2001, p. 96).

Além disso, quando a produtividade agrícola aumenta, observam-se exportações e salários mais altos, queda de preços globais e, sobretudo, maior demanda por terra na região, de forma a elevar localmente a supressão de vegetação nativa (Porcher, Hanush, 2022). Assim, uso um β levemente negativo para o COp da terra: quanto maior o retorno alternativo, menor a propensão a conservar o ERL. Dessa forma, chega-se, ainda de forma conservadora, ao coeficiente $\beta_1 = -0.05$. Isso significa que à medida que o custo de oportunidade da terra aumenta a probabilidade de conservação diminui.

Para a Taxa de Desmatamento, foram considerados estudos econométricos que abordaram o efeito de atividades agropecuárias sobre o desmatamento (Carrero et. al, 2020; Santos, 2010, p. 89; Caldas, 2001). Essa análise resultou na escolha de calibração conservadora em adotar um coeficiente que reflete o impacto de variáveis de pavimentação de estradas, usos agropecuários diversos, renda agrícola, endogeneidade controlada e correlação espacial sobre o impacto no desmatamento na Amazônia brasileira (Chomitz et al., 2006) e em outros biomas brasileiros, de forma que $\beta_2 = -0.03$. Isso significa que o aumento na taxa de desmatamento reduz a probabilidade de conservação de ERL em dado município e reflete maior pressão sobre

o uso da terra. Tem-se:

- i) $\beta_0 = 0.5$ para o intercepto: captura uma propensão intrínseca à conservação na ausência das pressões econômicas observadas;
- ii) $\beta_1 = -0.5$ para o COp da terra: retornos alternativos maiores reduzem a propensão a conservar
- iii) $\beta_2 = -0.3$, para Taxa de Desmatamento: maior pressão de desmatamento reduz a propensão a conservar

Padronização do modelo

No contexto deste estudo, o COp, medido em R\$/ha/ano, e a taxa de desmatamento, medida em percentual, possuem magnitudes distintas, o que tende a comprometer a interpretação dos efeitos relativos de cada variável na propensão à conservação do ERL. Assim, ter coeficientes padronizados permite comparar diretamente o impacto relativo de variáveis independentes em uma variável dependente, ainda que estejam em escalas diferentes (R\$/ha/ano contra %). Dessa forma, aplicou-se valores padronizados, também chamados de z-score, que indicam quantos desvios padrão a variável dependente muda para cada desvio padrão de mudança na variável independente, conforme:

$$Z_{ji} = \frac{X_i - \bar{x}_j}{\sigma_j}, X \in \{\text{COp, Desmat}\}$$

onde

Z_{ji} é o valor padronizado da variável j no município i;

X_i é o valor original da variável;

$\bar{x}$ é a média amostral da variável j de todos os municípios;

σ_x é o desvio padrão amostral da variável j.

Em modelos logísticos, os coeficientes representam a variação esperada na variável dependente por unidade de aumento na variável explicativa. No entanto, quando as variáveis explicativas estão em escalas distintas, os valores de β não são comparáveis diretamente. Para isso, a padronização é uma solução apropriada na medida em que reescala os preditores para que tenham média zero e desvio padrão um, e com isso, possamos comparar os efeitos relativos dos preditores (Wooldridge, 2010), ou seja, comparar a magnitude do impacto dos diferentes preditores (COp e taxa de desmatamento) sobre o resultado, mantendo a escala comum de 1 desvio-padrão e permitindo comparações diretas. Isso é especialmente útil quando as variáveis independentes estão em escalas diferentes. Assim, tem-se os novos valores padronizados e, após essa padronização, como forma de deslocar o intercepto para o ponto médio das covariáveis, calibra-se também os coeficientes para expandir a amplitude das probabilidades. Dessa forma, temos:

- I) $\beta_0^* = 0$, para o intercepto;
- II) $\beta_1^* = -1.5$, para o COp da terra;
- III) $\beta_2^* = -1.2$, para Taxa de Desmatamento.

O coeficiente padronizado para o COp indica que um aumento de um desvio padrão no custo de oportunidade da terra está associado a uma diminuição de 1.5 de multiplicação das chances de conservação. Como resultado, cada variável passa a ter média 0 e desvio padrão 1, eliminando a influência das unidades de medida. Dessa forma, prosseguimos para o cálculo da probabilidade da conservação, conforme equação a seguir:

$$P(\text{Conservação}) = \frac{1}{1 + e^{-\text{logit}(p)}}$$

Com a padronização, facilitamos comparação direta dos efeitos dos preditores sobre a nossa variável de interesse, que é a propensão à conservação dos ERL. A padronização melhora a estabilidade numérica do modelo e a interpretação dos resultados, sobretudo em aplicações probabilísticas (Bring, 1994) e com isso podemos ter mais confiança na predição do modelo e na interpretação subsequente de seus resultados.

4.4. Investimento mínimo em PSA em terras privadas

O cálculo do investimento mínimo necessário para a implementação de PSA considera como base o custo de oportunidade (CO_p) da agropecuária do município e a área de excedente de vegetação nativa disponível nos municípios. A fórmula adotada é:

$$Inv_{PSA} = CO_{p,pond, mun i} \times ERL$$

Onde:

$CO_{p,pond, mun i}$ é o custo de oportunidade da terra ponderado pelo uso da terra para agricultura e pecuária, do município *i*, em Real por hectare.

ERL é a área de excedente de vegetação nativa, que constitui as áreas de vegetação que efetivamente excedem os percentuais mínimos exigidos pela lei e que são passíveis de serem suprimidas (desmatadas), mediante autorização governamental, e que, ainda assim, seguem protegidos, conforme definição e cálculo realizado pelo Observatório do Código Florestal (OCF, 2024).

Essa abordagem permite estimar com maior precisão os recursos financeiros necessários para viabilizar a conservação voluntária das áreas além do mínimo legal exigido, respeitando as variações territoriais e econômicas locais.

Com o objetivo de orientar a previsão de investimento necessário para a implementação do PSA e fundamentar o volume de recursos a ser destinado pelos diferentes programas e iniciativas, tais como o pleiteado junto ao TFFF, foram elaborados cenários de cálculo de investimento mínimo, baseado na propensão a conservar dos municípios e em recortes geográficos específicos. Esses cenários consideram a fórmula básica do investimento — custo de oportunidade (CO_p) multiplicado pela área de remanescente e excedente de RL — e integram a análise da propensão à conservação dos municípios, permitindo diferenciar estratégias conforme o contexto regional e o perfil de adesão. Foram considerados dois cenários complementares para orientar a efetividade do PSA:

- i. O Cenário 1 abrange municípios com alta propensão à conservação, isto é, com probabilidade de conservação igual ou superior a 75 %, onde se espera que os PSA sejam mais bem aceitos e mais custo-efetivos.
- ii. O Cenário 2 considera municípios com baixa propensão à conservação, isto é, com probabilidade de conservação inferior a 75 %, ambientes nos quais os incentivos exigem investimentos por hectare significativamente maiores para superar a pressão econômica e estimular a preservação

Os recortes geográficos considerados foram a Amazônia Legal, o Cerrado e os municípios listados como prioritários pela Portaria GM/MMA nº 1.202, de 11 de novembro de 2024. Esses recortes permitem uma estimativa mais estratégica dos investimentos necessários, facilitando o direcionamento de recursos para cada recorte geográfico de forma custo-efetiva.

5.

Resultados

5.1. Custo de oportunidade da agricultura familiar e não familiar por Estado

Os resultados do estudo são apresentados em três etapas. A primeira mostra o custo de oportunidade agropecuário médio por estado, considerando a média entre lavoura e pecuária. Em seguida, os dados são detalhados separadamente, trazendo o custo de oportunidade da lavoura e, depois, o custo de oportunidade da pecuária. Em ambas as etapas, os valores são diferenciados para a agricultura familiar e a agricultura não familiar, permitindo uma análise mais precisa sobre as diferenças entre os dois perfis de produtores.

Custo de Oportunidade médio da agropecuária por Estado

Na média nacional, o custo de oportunidade da terra (COp) na agropecuária da agricultura familiar é de R\$ 1.081/ha/ano, valor superior ao observado na agricultura não familiar, que é de R\$ 858/ha/ano. Isso indica que os agricultores familiares, por operarem em áreas menores, tendem a gerar maior valor por hectare, o que eleva o custo de oportunidade da terra para fins de conservação.

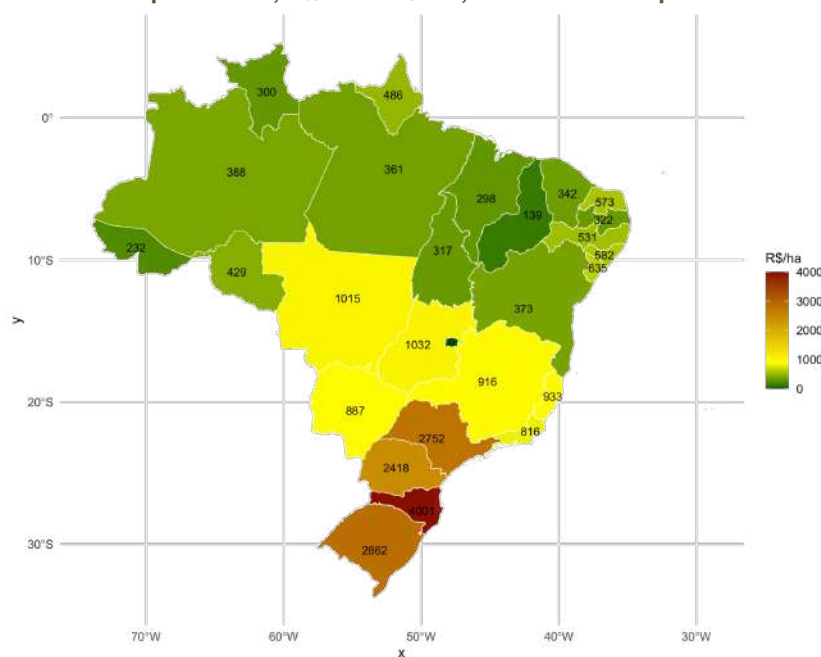
Conforme os resultados apresentados nos **Mapas 1 e 2**, na região Norte, a maioria dos estados apresenta COp da agropecuária médio maior na agricultura familiar, como em Rondônia (R\$ 429 para familiar e R\$ 337 para não familiar), Pará (R\$ 361 para familiar e R\$ 331 para não familiar) e Amapá (R\$ 486 para familiar e R\$ 359 para não familiar). Exceção ocorre no Tocantins (317 para familiar e 392 para não familiar) e Roraima (300 para familiar e 386 para não familiar), onde a agricultura não familiar tem maior COp, sugerindo diferenças locais de produtividade da terra.

A região Nordeste apresenta maior variabilidade. Alguns estados, como Piauí (R\$ 522 não familiar e R\$ 139 familiar) e Pernambuco (R\$ 1.014 não familiar e R\$ 531 familiar), possuem custos significativamente mais altos na agricultura não familiar. Por outro lado, em estados como Sergipe, o COp da agropecuária da agricultura familiar é mais elevado (R\$ 635 familiar e R\$ 527 não familiar), indicando maior intensidade produtiva em pequenas propriedades. Em geral, na região Centro-Oeste, os estados mostram valores equilibrados entre os dois grupos. Em Mato Grosso do Sul, o COp da agropecuária familiar é superior (R\$ 887 familiar e R\$ 690 para o não familiar), e enquanto em Mato Grosso a diferença é pequena (R\$ 1.015 familiar e R\$ 867 não familiar).

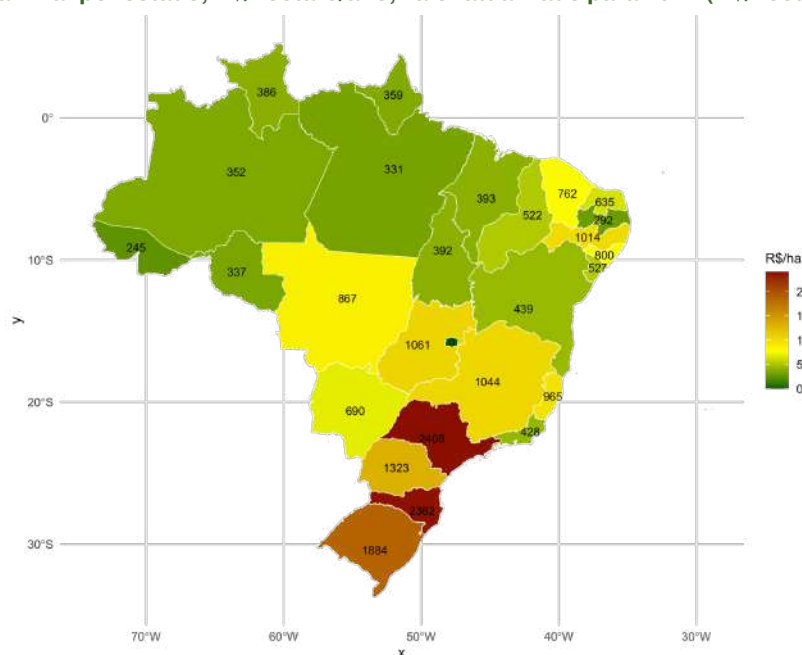
Na região Sudeste, com exceção de Minas Gerais, onde o COp da agropecuária não familiar (R\$ 1.044) supera o familiar (R\$ 916), e Rio de Janeiro, onde o padrão se inverte (R\$ 816 familiar vs. R\$ 428 não familiar), os estados mostram valores elevados para ambos os grupos. São Paulo se destaca com os maiores valores do país: R\$ 2.408 (não familiar) e R\$ 2.752 (familiar).

A região Sul apresenta os maiores COp da agropecuária da agricultura familiar no país, com destaque para Santa Catarina (R\$ 4.001/ha/ano) e Paraná (R\$ 2.418/ha/ano), bem acima dos valores da agricultura não familiar (R\$ 2.362/ha/ano e R\$ 1.323/ha/ano, respectivamente). Isso reflete sistemas especializados entre os pequenos produtores e de maior produtividade por unidade de área.

Mapa 1: Custo de Oportunidade médio da agropecuária ponderado da agricultura familiar por estado, R\$/hectare/ano, valor atualizado para 2024.



Mapa 2: Custo de Oportunidade médio da agropecuária ponderado da agricultura não familiar por estado, R\$/hectare/ano, valor atualizado para 2024 (R\$/hectare/ano)



A análise confirma que, há um perfil de faixa de valores de COp em cada região do Brasil, e que muitas delas — especialmente no Sul e Sudeste — a agricultura familiar apresenta maior custo de oportunidade médio ponderado, refletindo sua maior eficiência por hectare. No entanto, há variações estaduais importantes, com casos em que a agricultura não familiar tem maior COp, especialmente no Nordeste e partes do Norte. Esses dados destacam a importância de calibrar políticas de PSA considerando as diferentes características de porte dos produtores rurais, considerando os pequenos, médios e grandes, e também de forma territorializada, reconhecendo as diferenças regionais na produtividade da terra e garantindo compensações proporcionais à realidade econômica de cada grupo e localidade.

COp da Pecuária por Estado

Conforme mencionado na seção anterior, esse padrão também se repete no caso do custo de oportunidade da terra (COp) na pecuária: na média nacional, o valor é mais alto na agricultura familiar, alcançando R\$ 599/ha/ano, enquanto na agricultura não familiar é de R\$ 482/hectare/ano. Esse resultado reflete uma maior pressão econômica sobre os pequenos produtores para o uso alternativo da terra, exigindo compensações mais atrativas para a conservação. A diferença se explica, em grande medida, pelo fato de a agricultura familiar operar em áreas menores, o que demanda maior intensidade produtiva e resulta em maior valor gerado por hectare.

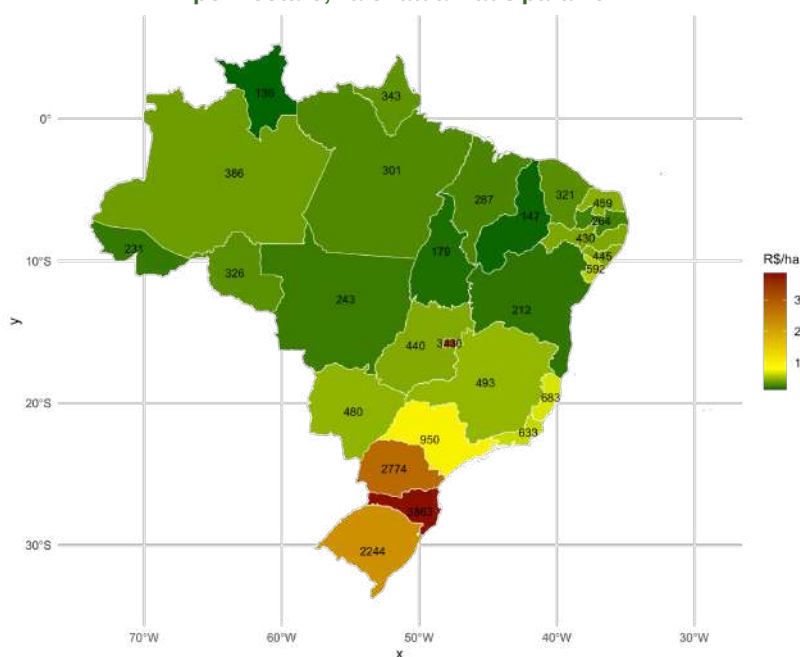
Conforme mostram os resultados apresentados nos **Mapas 3 e 4**, a região Sul possui os maiores COp de pecuária familiar do Brasil. Santa Catarina lidera com R\$ 3.863/ha/ano na agricultura familiar, frente a R\$ 1.407/ha/ano na não familiar. Em Paraná e Rio Grande do Sul, o COp da agricultura familiar também supera R\$ 2.200, evidenciando sistemas produtivos mais intensivos e valorizados entre os pequenos produtores.

O Sudeste exibe alta valorização da terra, principalmente em São Paulo, com os maiores valores do país, R\$ 1.148 (não familiar) e R\$ 950 (familiar). Em Minas Gerais, os custos são mais equilibrados: R\$ 569 (não familiar) e R\$ 493 (familiar). No Rio de Janeiro, a diferença inverte: o COp da pecuária familiar (R\$ 633) é superior ao não familiar (R\$ 239), possivelmente devido à maior intensificação em pequenas propriedades.

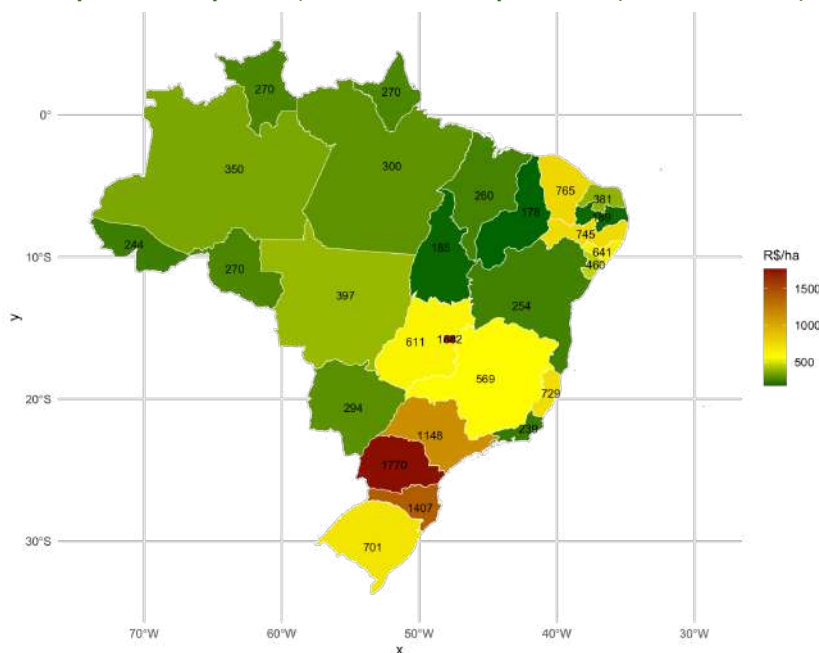
A região Norte apresenta custos moderados, com valores próximos entre os dois tipos de agricultura em estados como Pará (R\$ 300 não familiar / R\$ 301 familiar). Destaca-se Acre, onde o COp familiar (R\$ 231) é ligeiramente inferior ao não familiar (R\$ 244), e Roraima, com uma das maiores diferenças: R\$ 270 (não familiar) e apenas R\$ 136 (familiar). Em geral, os custos familiares são ligeiramente superiores, com exceções pontuais.

O Nordeste mostra grande variabilidade. Estados como Ceará, Pernambuco e Alagoas apresentam custos patronais elevados (acima de R\$ 640), enquanto os familiares ficam entre R\$ 321 e R\$ 445. Já no Piauí e Bahia, os valores são mais baixos em ambos. Em Sergipe, chama atenção o COp familiar de R\$ 592, bastante acima do não familiar (R\$ 460). A região Centro-Oeste apresenta ampla variação. No Mato Grosso, o COp da pecuária familiar é de R\$ 243 contra R\$ 397 (não familiar). Mato Grosso do Sul e Goiás mantêm níveis médios, com a agricultura familiar novamente apresentando custos mais altos.

Mapa 3: Custo de Oportunidade da pecuária da agricultura familiar por estado, real por hectare, valor atualizado para 2024.



Mapa 4: Custo de Oportunidade da pecuária da agricultura não familiar por estado, real por hectare por ano, valor atualizado para 2024 (R\$/hectare/ano)



Os dados revelam que, em algumas regiões, especialmente no Sul, Sudeste e partes do Centro-Oeste os produtores familiares têm custos de oportunidade mais elevados na pecuária. Como consequência, a conversão de áreas para conservação representa uma perda econômica mais significativa para esses produtores. Como já dito, isso reforça a importância de calibrar os valores de PSA com base em perfis produtivos e contextos regionais, assegurando que os incentivos financeiros sejam suficientes para tornar a conservação uma alternativa competitiva para os pequenos produtores.

COp da Lavoura por Estado

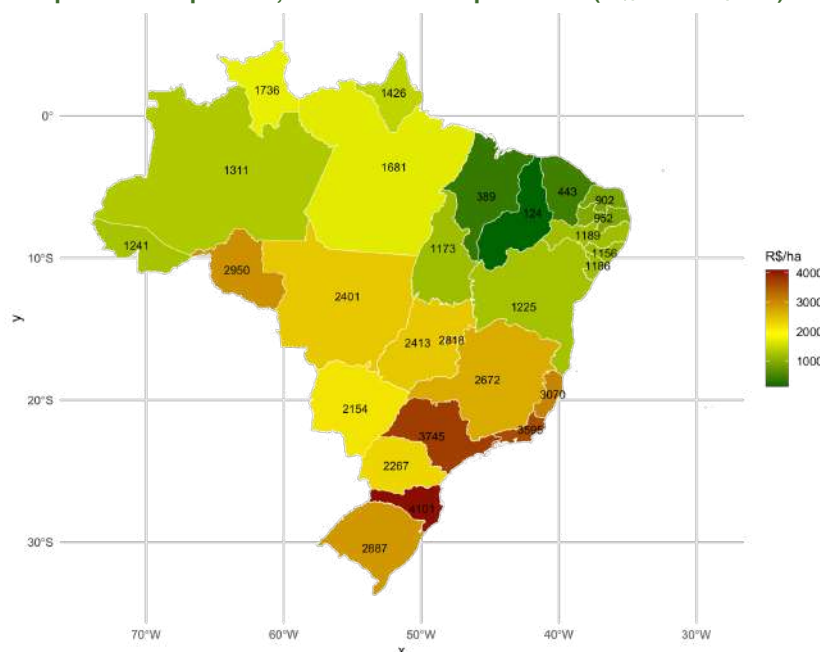
A análise dos COp da lavoura no Brasil revela diferenças expressivas entre estados e entre os dois tipos de agricultura. Na média nacional, a agricultura familiar apresenta um custo de oportunidade da lavoura mais elevado, com R\$ 2.383/hectare/ano, em comparação aos R\$ 1.874/hectare/ano da agricultura não familiar. Esse padrão se mantém em quase todas as regiões do país, exceto no Nordeste, onde os valores da agricultura familiar são significativamente mais baixos. Diante dessas diferenças, é fundamental que programas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) ajustem os valores de compensação entre os diferentes perfis de produtores, assegurando maior efetividade e equidade na promoção da conservação.

Conforme mostram os resultados apresentados nos **Mapas 5 e 6**, na maioria dos estados da região Norte, o COp da agricultura familiar é superior ao da não familiar, com destaque para Rondônia, onde o valor atinge R\$ 2.950/ha/ano (familiar) frente a R\$ 1.988/ha/ano (não familiar). Apenas no Tocantins, o valor da agricultura não familiar (R\$ 1.678/ha/ano) supera o da familiar (R\$ 1.172/ha/ano). O Nordeste apresenta os menores valores de COp familiar do país, com destaque para o Piauí (apenas R\$ 124/ha/ano) e o Maranhão (R\$ 389/ha/ano). Em geral, o custo da lavoura familiar é inferior ao da não familiar, com exceção de Alagoas e Bahia, onde os valores são mais próximos. No Centro-Oeste, há um equilíbrio maior, mas ainda assim os valores familiares são superiores, especialmente no Distrito Federal (R\$ 2.818/ha/ano frente a R\$ 2.241/ha/ano). Em Mato Grosso, a diferença também é marcante (R\$ 2.401/ha/ano familiar contra R\$ 1.710/ha/ano não familiar).

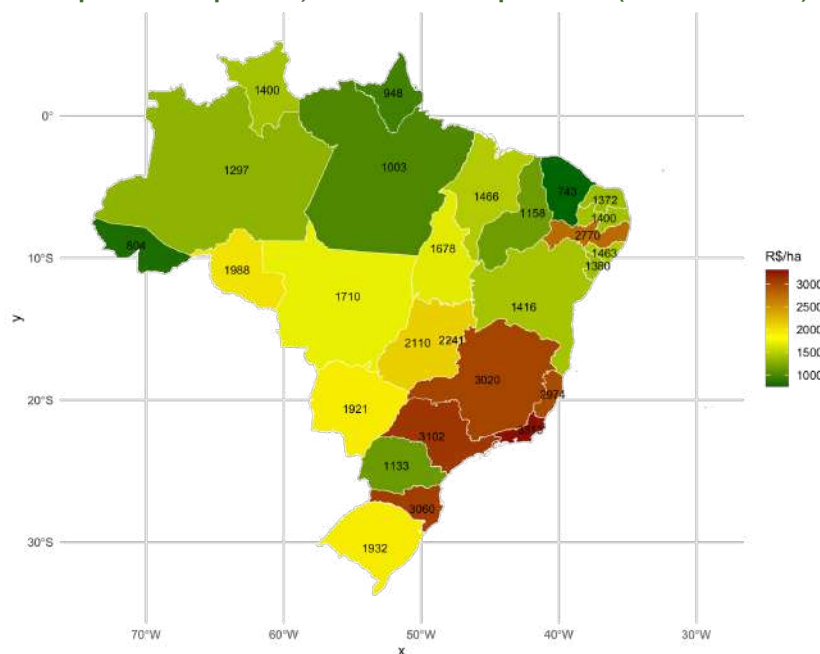
No Sudeste, os custos são mais elevados em ambos os segmentos. A agricultura familiar apresenta os maiores valores nacionais, especialmente em São Paulo (R\$ 3.745/ha/ano) e Rio de Janeiro (R\$ 3.595/ha/ano), ultrapassando os respectivos valores patronais. Isso sugere forte valorização da terra e competitividade entre usos em pequenas propriedades. Em Minas Gerais, o custo de oportunidade da lavoura não familiar é de R\$ 3.020/ha/ano, enquanto o da agricultura familiar é de R\$ 2.672/ha/ano. Embora o valor da agricultura familiar seja ligeiramente inferior ao da não familiar nesse estado, é importante destacar que a agricultura familiar costuma apresentar maior produtividade por hectare. Os estados do Sul também mostram COp

familiares altos, com destaque para Santa Catarina, onde o COp familiar (R\$ 4.101/ha/ano) é quase 50% superior a do não familiar (R\$ 3.060/ha/ano). Em todos os estados da região, o COp familiar supera o da não familiar de forma significativa.

Mapa 5: Custo de Oportunidade da lavoura da agricultura familiar, por estado, real por hectare por ano, valor atualizado para 2024 (R\$/hectare/ano)



Mapa 6: Custo de Oportunidade da lavoura da agricultura não familiar, por estado, real por hectare por ano, valor atualizado para 2024 (R\$/hectare/ano)



COp da agropecuária por Bioma

O COp médio da agropecuária varia significativamente entre os biomas brasileiros e entre os sistemas familiar e não familiar. Conforme mostram os resultados na **Tabela 1**, na Amazônia e no Pantanal, tanto a agricultura familiar (R\$ 423 e R\$ 403/ha/ano, respectivamente) quanto a não familiar (R\$ 385 e R\$ 361/ha/ano) registram valores relativamente baixos, reflexo de sistemas produtivos extensivos com retorno limitado — o

que amplia o argumento econômico para conservação nessas regiões. A Caatinga mostra resultados próximos do Norte e do Pantanal, de R\$ 363/ha/ano para agricultores familiares e R\$ 497/ha/ano para não familiar.

Já no Cerrado, os valores altos (R\$ 870–901/ha/ano) refletem o peso da produção intensiva de grãos como milho e soja, cujo valor econômico supera recursos alternativos de uso da terra. No entanto, é importante ressaltar que o Cerrado engloba municípios com diferentes perfis produtivos, incluindo áreas com predominância de pecuária, como ocorre em Mato Grosso, e outras voltadas principalmente ao cultivo de commodities, como no Matopiba. Portanto, para uma análise detalhada a nível municipal, é necessário considerar os resultados apresentados a nível municipal, na sessão 5.3.

Nos biomas Mata Atlântica (R\$ 1.908/ha/ano familiar e R\$ 1.408/ha/ano não familiar) e Pampa (R\$ 2.863/ha/ano familiar e R\$ 1.908/ha/ano não familiar), ambos apresentam os maiores custos de oportunidade, especialmente para a agricultura familiar, evidenciando o valor da terra nessas regiões mais produtivas e próximas a centros urbanos.

Tabela 1: Custo de oportunidade da agropecuária médio por bioma, da agricultura familiar e da agricultura não familiar, em R\$ por hectare por ano

Biomassas	COp médio da agropecuária Familiar (R\$/hectare/ano)	COp médio da agropecuária Não familiar (R\$/hectare/ano)
Amazônia	423	385
Caatinga	363	497
Cerrado	870	901
Mata Atlântica	1.908	1.408
Pampa	2.863	1.908
Pantanal	403	361

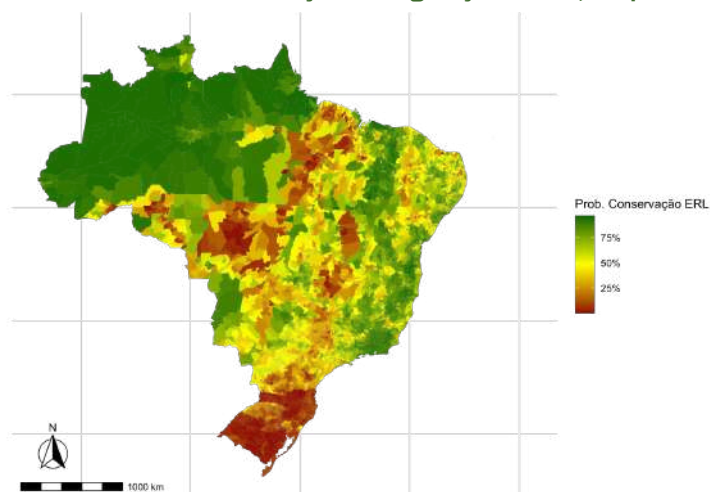
Essas diferenças sinalizam que políticas de conservação por meio de PSA exigem dimensionamento ajustado por bioma, escala de produção, tipo de produtor, e devem também levar em conta a propensão dos municípios à conservação, com base em avaliações locais de modo a torná-las economicamente viáveis, eficazes e estrategicamente priorizadas.

5.2. Probabilidade de propensão à conservação por município e área de excedente de RL

O **Mapa 7** apresenta os resultados da probabilidade de conservação de cada município. A título de exemplo de uso dos dados a nível regional por bioma, para estruturar a análise por bioma, adotou-se como critério de segmentação em dois universos:

- Os municípios com índice superior ou igual a 75% são aqueles com elevada propensão a conservar;
- Os municípios com índice inferior a 75% são aqueles com baixa propensão a conservar;

Esse recorte permitiu comparar como a aptidão conservacionista municipal impacta a distribuição dos excedentes de RL em dois perfis de uso da terra — para agricultores familiares e não familiares — e como isso varia entre biomas brasileiros. Com essa divisão, é possível avaliar de forma mais precisa os desafios e as oportunidades para políticas de PSA.

Mapa 7: Probabilidade de conservação de vegetação nativa, em percentual (%)**Tabela 2: Área de Excedente de Reserva Legal em municípios mais e menos propensos à conservação, em propriedades de agricultura familiar e não familiar (médios e grandes), em Hectares**

Biomas	Municípios mais propensos à conservação (probabilidade igual ou superior a 75%)		Municípios menos propensos à conservação (probabilidade inferior a 75%)	
	Agricultura Familiar	Agricultura Não familiar	Agricultura Familiar	Agricultura Não familiar
Amazônia	434.728	3.829.511	310.781	1.824.786
Caatinga	3.349.558	3.776.016	5.997.217	4.720.753
Cerrado	2.034.733	4.520.192	4.118.540	13.918.141
Mata Atlântica	964.275	1.233.291	3.169.375	4.032.814
Pampa	-	-	1.431.447	3.216.260
Pantanal	50.588	4.302.126	33.808	964.310
Total	6.833.881	17.661.136	15.061.168	28.677.065

A **Tabela 2** apresenta os resultados da área de excedente de RL em propriedade de agricultura familiar e não familiar, por bioma, para os municípios mais (probabilidade igual ou superior a 75%) e menos (probabilidade inferior a 75%) propensos a conservar.

Tal análise mostra disparidades significativas entre agricultura familiar e não familiar, e entre municípios com alta e baixa propensão à conservação. Conforme mostram os dados, na Amazônia, municípios com propensão à conservação superior a 75% apresentam cerca de 434.728 ha de excedente em unidades familiares contra 3.829.511 ha em unidades patronais. Quando a propensão cai abaixo de 75%, esses números caem para 310.781 ha e 1.824.786 ha, respectivamente. Isso sugere que a conservação contínua, especialmente em terras patronais, está associada a maiores volumes de vegetação preservada, e que uma redução na propensão à conservação reduz drasticamente os excedentes disponíveis. Esses dados indicam ainda que a extensão das áreas de excedente de Reserva Legal tende a ser maior justamente nos municípios mais propensos à conservação. Por outro lado, nos municípios com menor propensão, a menor disponibilidade de excedentes sugere que uma parte significativa dessas áreas já foi convertida para usos produtivos, refletindo uma pressão mais intensa sobre a terra e um desafio maior para estratégias de conservação.

No Cerrado, o panorama é o oposto: 2.034.733 ha (familiar) e 4.520.192 ha (não familiar) em municípios com alta propensão, mas saltam para 4.118.540 ha e 13.918.141 ha nos municípios com baixa propensão a conservar. Isso indica que, em áreas menos inclinadas à conservação, com maior pressão por uso agropecuário, há maiores áreas de excedentes de RL passíveis de desmatamento.

Para os biomas Caatinga e Mata Atlântica, a agricultura familiar possui excedentes muito maiores quando a propensão à conservação é baixa (Caatinga: 5.997.217 ha; Mata Atlântica: 3.169.375 ha) comparado aos municípios com maior propensão. Isso evidencia que, nessas regiões, muitos imóveis familiares acumulam passivos ambientais maiores em contextos de menor engajamento conservacionista.

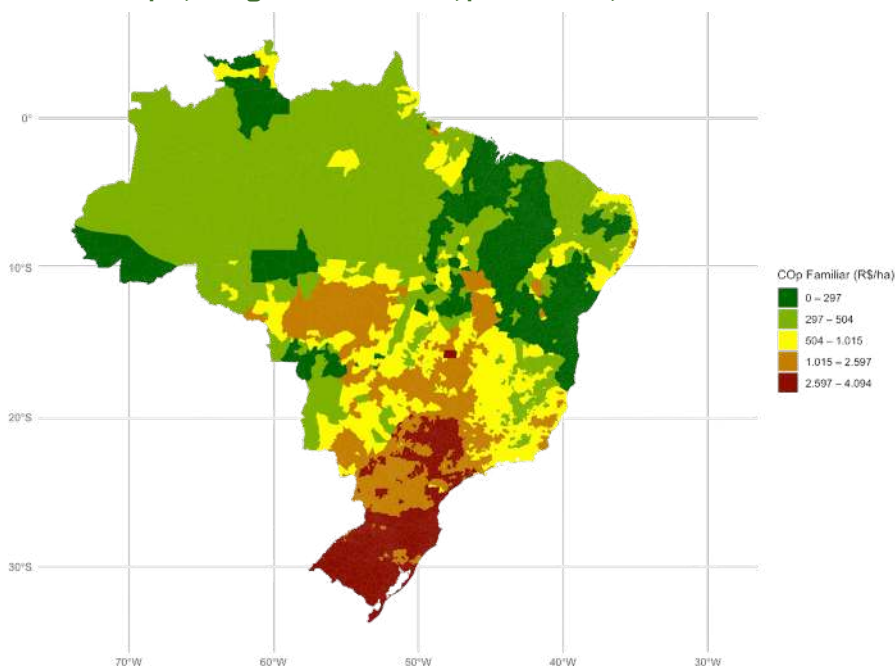
No bioma Pampa, nenhum município — seja sob agricultura familiar ou não familiar — apresenta excedente de Reserva Legal em municípios com probabilidade de conservação superior a 75%. Já em municípios com probabilidade inferior a 75%, identificam-se expressivos 1.431.447 ha sob agricultura familiar e 3.216.260 ha sob agricultura não familiar, totalizando 4.647.707 ha de excedentes em áreas menos voltadas à conservação.

Assim, os dados sugerem duas tendências. Nas regiões com menor propensão à conservação, especialmente sob agricultura não familiar, há uma maior acumulação de excedentes disponíveis — muitas vezes resultantes de práticas de acumulação de terra e que apresenta maior pressão fundiária e produtiva. Já os municípios com elevada propensão à conservação, embora seja reflexo de menor desmatamento ou ocupação, tendem a possuir excedentes de RL mais reduzidos.

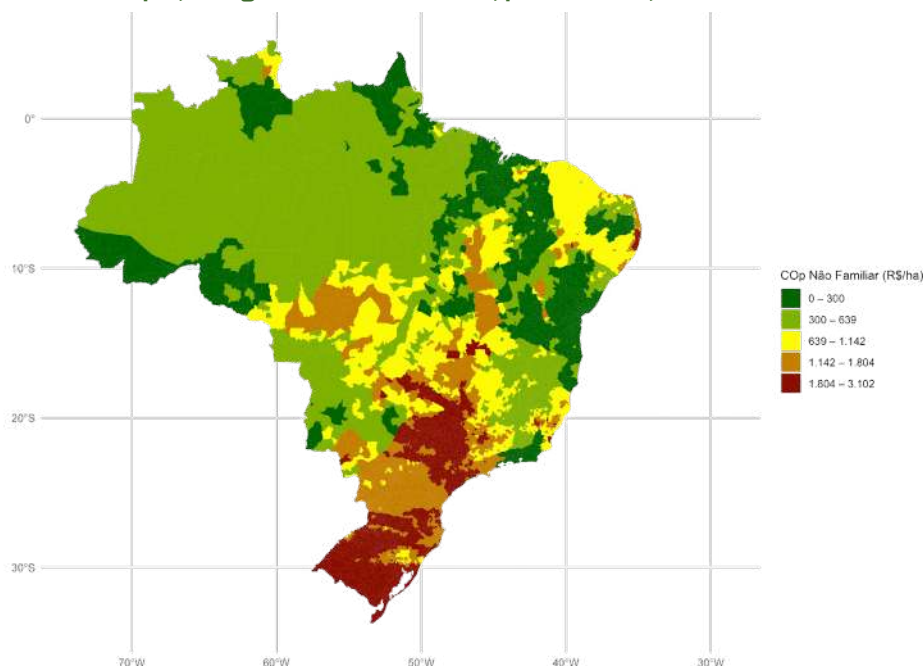
5.3. Custo de oportunidade médio por município

A probabilidade de conservação é diretamente influenciada pelo custo de oportunidade da terra. Quanto mais elevado for o retorno econômico que o proprietário deixa de obter ao optar pela conservação em vez da produção, menor tende a ser a propensão à preservação nessas áreas. Nesse contexto, a estimativa do COp agropecuário médio ponderado por município, apresentado nos **Mapas 8 e 9**, comprova que algumas regiões com elevado COp possui baixa propensão a conservar.

Mapa 8: Custo de oportunidade do uso agropecuário médio ponderado por município, da Agricultura Familiar, por intervalo, em R\$/hectare/ano



Mapa 9: Custo de oportunidade do uso agropecuário médio ponderado por município, da Agricultura Não familiar, por intervalo, em R\$/hectare/ano



Os valores do COp agropecuário médio da agricultura familiar e não familiar, por município, apresentados no Painel BI, constituem uma estimativa aproximada da disposição dos proprietários rurais em aceitar a conservação isto é, representam o valor mínimo para a remuneração do PSA, permitindo estimar o investimento necessário para incentivar a conservação da vegetação nativa.

Com base no valor do COp dos municípios, foram construídos cenários de investimento em PSA, que combinam o COp com a área de excedente de Reserva Legal e remanescentes de vegetação, a partir dos dados do Observatório do Código Florestal (OCF, 2024) e dos cenários de municípios mais e menos propensos à conservação.

5.4. Cenários do dimensionamento econômico do investimento em PSA em municípios com maior e menor propensão à conservação

Como já mencionado, este estudo estrutura-se em dois cenários complementares para subsidiar a estratégia de territorialização visando maior efetividade dos programas de PSA. O Cenário 1 abrange municípios com alta propensão à conservação (probabilidade $\geq 75\%$), onde se espera que os PSA sejam mais bem aceitos e mais custo-efetivos. O Cenário 2 considera municípios com baixa propensão à conservação ($< 75\%$), ambientes nos quais os incentivos exigem investimentos por hectare significativamente maiores para superar a pressão econômica e estimular a preservação.

Os dois cenários servem para identificar os municípios com maior probabilidade de sucesso no uso e aceitação do PSA e aqueles que demandam maior esforço financeiro. O principal objetivo é orientar onde a política pública pode gerar resultados mais efetivos com menor custo médio por hectare conservado, ajustando os pagamentos conforme o perfil local, o tipo de uso da terra e o potencial de conservação.

Recorte territorial da Amazônia Legal: Investimento em PSA nos Cenários 1 e 2

Conforme mostram os resultados na Tabela 3, nos municípios da Amazônia Legal com alta propensão à conservação ($\geq 75\%$), estimou-se o investimento total em PSA estimado para remanescente e excedente de RL em R\$ 1,35 bilhão por ano para a agricultura familiar e R\$ 2,34 bilhões por ano para a não familiar.

Considerando a área de remanescentes e excedente de RL nesses municípios, esse volume de recurso poderia ser direcionado para conservação de uma área total de 4,276 milhões de hectares na agricultura familiar e a 6,154 milhões na não familiar, resultando em um custo médio de R\$ 317/ha/ano (familiar) e R\$ 380/

ha/ano (não familiar). O valor reflete que, nesses territórios, embora a propensão à conservação já seja alta, os pagamentos precisam cobrir o custo de oportunidade da terra para manter os incentivos.

Tabela 3 – Investimento total estimado para implementação de PSA nos Cenários 1 e 2 para conservação de remanescente e excedente de RL da agricultura familiar e para excedente de RL da agricultura não familiar, para o recorte da Amazônia Legal, em R\$/ano, valor atualizado para 2024

Estados da Amazônia Legal (AL)	Cenário 1 - Municípios da AL com elevada propensão a conservar: probabilidade de conservação igual ou superior a 75%				Cenário 2 - Municípios da AL com baixa propensão a conservar: probabilidade de conservação inferior a 75%			
	Agricultura Familiar		Agricultura Não familiar		Agricultura Familiar		Agricultura Não familiar	
	Investimento em PSA para Remanescente e Excedente de RL	Área de remanescente e excedente de RL	Investimento em PSA para Excedente de RL	Área de excedente de RL	Investimento em PSA para Remanescente e Excedente de RL	Área de remanescente e excedente de RL	Investimento em PSA para Excedente de RL	Área de excedente de RL
	R\$/ano	Hectares	R\$/ano	Hectares	R\$/ano	Hectares	R\$/ano	Hectares
AC	107.407.680	465.380	63.542.428	260.333	51.385.537	221.097	5.540.039	22.564
AM	311.984.528	782.732	506.862.851	1.429.774	-	-	-	-
AP	96.570.608	181.082	81.748.652	171.913	-	-	-	-
MA	79.845.297	266.666	118.305.754	281.359	765.582.856	2.533.790	973.434.624	1.182.540
MT	91.240.046	308.168	700.508.346	1.588.898	2.362.542.320	2.315.458	2.934.265.540	3.595.700
PA	490.208.981	1.494.577	502.347.096	1.490.713	736.982.459	1.978.477	73.648.624	186.085
RO	9.486.637	28.842	551.268	2.041	365.839.320	845.754	30.534.339	66.925
RR	73.296.099	399.548	79.780.122	220.252	95.780.988	94.505	132.346.121	152.994
TO	94.579.543	349.778	286.259.888	708.307	586.717.633	1.656.573	915.427.494	1.792.581
Total	1.354.619.419	4.276.772	2.339.906.405	6.153.590	4.964.831.112	9.645.654	5.065.196.781	6.999.390

Já nos municípios com baixa propensão (< 75%), o investimento estimado foi significativamente maior: R\$ 4,96 bilhões por ano para agricultores familiares (9,646 milhões de ha) e R\$ 5,07 bilhões por ano para não familiar (7,0 milhões de ha). Isso implica um custo de R\$ 515/ha/ano/ano na agricultura familiar e R\$ 724/ha/ano/ano na não familiar. Os valores mais altos são explicados pelo custo de oportunidade mais elevado nessas regiões — a renda que os proprietários deixam de obter com atividades produtivas — exigindo pagamentos maiores para que optem pela conservação.

A Tabela 04 apresenta os resultados resumidos para cada cenário. No cenário 1, considerando os municípios da Amazônia Legal com alta propensão à conservação ($\geq 75\%$), o investimento estimado em PSA somou R\$ 3,695 bilhões por ano para conservar 10,43 milhões de ha, resultando em um custo médio de R\$ 354/ha/ano/ano. Em contrapartida, no cenário 2, quando considerados os municípios com baixa propensão a conservar (< 75%), o investimento foi de R\$ 10,03 bilhões por ano para proteger 16,65 milhões de ha, o que elevou o custo médio para R\$ 603/ha/ano. Esse aumento expressivo — cerca de 70% mais alto — reflete diretamente o custo de oportunidade da terra, uma vez que áreas com menor propensão exigem pagamentos por hectare significativamente maiores para compensar os ganhos potencialmente obtidos com atividades econômicas alternativas.

Tabela 04- Resultados dos cenários 1 e 2 para a Amazônia Legal

Cenários por tipo de Municípios	Agricultura Familiar (R\$/ano)	Agricultura Não familiar (R\$/ano)	Total Investimento (R\$/ano)	Área total de remanescente e excedente de RL (hectare)	Custo médio por hectare (R\$/hectare/ano)
Cenário 1 - Alta propensão a conservar ($\geq 75\%$)	1.354.619.419	2.339.906.405	3.694.525.824	10.430.363	354
Cenário 2 - Baixa propensão a conservar (< 75%)	4.964.831.112	5.065.196.781	10.030.027.893	16.645.045	603

Em síntese, o estudo mostra que municípios com baixa propensão à conservação demandam investimentos por hectare significativamente superiores — **aproximadamente 60–90% mais elevados** — do que aqueles com alta propensão. Além disso, a agricultura não familiar, especialmente em zonas de pressão econômica, requer pagamentos por hectare mais altos do que a familiar. Isso reforça a importância de calibrar os programas de PSA em função da propensão municipal e do perfil de uso da terra, garantindo que os recursos públicos e privados sejam alocados de forma estratégica para maximizar o retorno ambiental.

Recorte territorial dos Municípios Prioritários: Investimento em PSA nos Cenários 1 e 2

Foi realizada a análise dos dois cenários de PSA com foco nos municípios priorizados pela Portaria GM/MMA nº 1.202, de 11 de novembro de 2024, que estabelece a lista de 81 municípios na Amazônia Legal prioritários para ações de prevenção, controle e redução do desmatamento e degradação florestal, incluindo também a classificação daqueles com desmatamento monitorado e sob controle. A escolha desses municípios como critério de recorte é essencial, pois combina os critérios técnicos de priorização adotados pelo governo com os aspectos econômico-ambientais da análise, destacando onde os recursos podem ser mais efetivamente alocados.

A análise comparativa dos dois cenários para municípios prioritários revela que, em áreas com alta propensão à conservação ($\geq 75\%$), a estimativa do investimento em PSA é da ordem de R\$ 381,8 milhões por ano na agricultura familiar para conservar 1,33 milhão de hectares, e R\$ 353,2 milhões por ano na agricultura não familiar para 1,06 milhão de hectares, resultando num custo médio de cerca de R\$ 288/ha/ano e R\$ 333/ha/ano, respectivamente. Já nos municípios com baixa propensão ($< 75\%$), os investimentos foram bem mais expressivos: R\$ 1,547 bilhão por ano para conservar 2,42 milhões ha na agricultura familiar, e R\$ 1,231 bilhão por ano para 1,54 milhão ha na não familiar, elevando o custo médio para aproximadamente R\$ 641/ha/ano e R\$ 798/ha/ano. Esses números mostram que territórios menos inclinados à conservação demandam pagamentos significativamente mais altos por hectare, justificáveis pelos elevados retornos econômicos que os proprietários abrem mão ao optar pela preservação.

O contraste entre os cenários indica que o custo por hectare nos municípios de baixa propensão a conservar é cerca de 120% a 140% mais alto do que nos de alta propensão, especialmente na agricultura não familiar, o que reflete pressões econômicas intensas que exigem incentivos robustos para viabilizar mudanças comportamentais. Tais resultados confirmam a relevância da priorização espacial em programas de PSA: ao direcionar recursos a municípios com maior tendência conservacionista e menor custo por hectare, é possível ampliar a eficácia social e ambiental do investimento.

Tabela 5 – Investimento total estimado para implementação de PSA nos Cenários 1 e 2 para conservação de remanescente e excedente de RL da agricultura familiar e para excedente de RL da agricultura não familiar, para o recorte dos Municípios Prioritários, em R\$/ano, valor atualizado para 2024

Municípios Prioritários por UF	Cenário 1 - Municípios com elevada propensão a conservar: probabilidade de conservação igual ou superior a 75%				Cenário 2 - Municípios com baixa propensão a conservar: probabilidade de conservação inferior a 75%			
	Agricultura Familiar		Agricultura Não familiar		Agricultura Familiar		Agricultura Não familiar	
	Investimento em PSA para Remanescente e Excedente de RL	Área de remanescente e excedente de RL	Investimento em PSA para Excedente de RL	Área de excedente de RL	Investimento em PSA para Remanescente e Excedente de RL	Área de remanescente e excedente de RL	Investimento em PSA para Excedente de RL	Área de excedente de RL
	R\$/ano	Hectares	R\$/ano	Hectares	R\$/ano	Hectares	R\$/ano	Hectares
AC	82.874.314	359.079	48.214.887	197.535	11.272.134	48.243	4.739.620	19.293
AM	110.520.299	285.181	113.759.012	323.986	-	-	-	-
MA	-	-	-	-	14.051.241	48.800	1.077.976	3.946
MT	51.592.050	179.916	94.126.161	219.137	1.021.461.285	1.007.772	1.155.415.835	1.342.754
PA	115.369.259	368.751	91.949.502	302.281	398.969.678	1.034.123	60.747.559	148.940
RR	21.400.950	133.268	5.166.396	18.080	-	-	-	-
RO	-	-	-	-	101.560.282	276.576	9.408.711	29.614
Total	381.756.872	1.326.196	353.215.958	1.061.019	1.547.314.620	2.415.515	1.231.389.700	1.544.546

A tabela 6 apresenta os resultados de forma resumida para os dois cenários e destaca de forma clara como o investimento em PSA e os custos por hectare variam de acordo com a propensão municipal à conservação. No Cenário 1 (alta propensão a conservar $\geq 75\%$), estima-se um investimento em PSA da ordem de R\$ 381,8 milhões por ano na agricultura familiar e R\$ 353,2 milhões por ano na não familiar, totalizando R\$ 735 milhões por ano para conservar 2,39 milhões de hectares, resultando num custo médio de aproximadamente R\$ 308/ha/ano. Já no Cenário 2 (baixa propensão a conservar $< 75\%$), o investimento dispara para R\$ 1,547 bilhão por ano na agricultura familiar e R\$ 1,231 bilhão por ano na não familiar, totalizando R\$ 2,779 bilhões por ano para conservar 3,96 milhões de hectares, o que traduz-se em um custo médio de R\$ 702/ha/ano.

A diferença de mais do dobro no custo médio por hectare entre os cenários evidencia que políticas de PSA devem ser geográfica e economicamente diferenciadas, calibrando os pagamentos conforme o perfil local. Ao direcionar programas de PSA prioritariamente para municípios com alta propensão e baixo custo por hectare, é possível alcançar maior custo-efetividade, enquanto áreas com baixa propensão demandam pagamentos mais robustos, mas ainda podem ser incluídas dentro de estratégias mais amplas, desde que haja viabilidade orçamentária.

Tabela 6 - Resultados dos Cenários 1 e 2 para os Municípios Prioritários definidos na Portaria GM/MMA nº 1.202/2024

Cenários por tipo de Municípios	Agricultura Familiar (R\$/ano)	Agricultura Não familiar (R\$/ano)	Total Investimento (R\$/ano)	Área total de remanescente e excedente de RL (hectare)	Custo médio por hectare (R\$/hectare/ano)
Cenário 1 - Alta propensão a conservar ($\geq 75\%$)	381.756.872	353.215.958	734.972.830	2.387.215	308
Cenário 2 - Baixa propensão a conservar ($< 75\%$)	1.547.314.620	1.231.389.700	2.778.704.321	3.960.061	702

Recorte territorial do Cerrado: Investimento em PSA nos Cenários 1 e 2

A análise revela que nos municípios do Cerrado com alta propensão à conservação ($\geq 75\%$), o investimento estimado total em PSA foi cerca de R\$ 959 milhões por ano para proteger 3,40 milhões de hectares na agricultura familiar, e R\$ 1,919 bilhão por ano para 4,52 milhões de hectares na agricultura não familiar, resultando em um custo médio de aproximadamente R\$ 282/ha/ano e R\$ 425/ha/ano, respectivamente.

Em contraste, nos municípios com baixa propensão ($< 75\%$), os investimentos estimados foram muito superiores: cerca de R\$ 6,116 bilhões por ano para 9,18 milhões de hectares na agricultura familiar, e R\$ 12,469 bilhões para 13,92 milhões de hectares na agricultura não familiar, o que eleva os custos médios para cerca de R\$ 666/ha/ano e R\$ 896/ha/ano, respectivamente.

Tabela 7 – Investimento total estimado para implementação de PSA nos Cenários 1 e 2 para conservação de remanescente e excedente de RL da agricultura familiar e para excedente de RL da agricultura não familiar, para o recorte do Cerrado, em R\$/ano, valor atualizado para 2024

Estados do Cerrado	Cenário 1 - Municípios com elevada propensão a conservar: probabilidade de conservação igual ou superior a 75%				Cenário 2- Municípios com baixa propensão a conservar: probabilidade de conservação inferior a 75%			
	Agricultura Familiar		Agricultura Não familiar		Agricultura Familiar		Agricultura Não familiar	
	Investimento em PSA para Remanescente e Excedente de RL	Área de remanescente e excedente de RL	Investimento em PSA para Excedente de RL	Área de excedente de RL	Investimento em PSA para Remanescente e Excedente de RL	Área de remanescente e excedente de RL	Investimento em PSA para Excedente de RL	Área de excedente de RL
	R\$/ano	Hectares	R\$/ano	Hectares	R\$/ano	Hectares	R\$/ano	Hectares
BA	31.285.588	129.184	38.436.044	131.214	485.499.040	627.170	2.556.366.789	2.508.912
DF	-	-	-	-	31.676.684	10.346	101.729.427	50.410
GO	70.567.854	127.650	140.215.510	210.931	1.102.026.535	1.187.729	1.886.564.546	1.971.837
MA	182.714.008	613.142	347.030.544	875.596	619.781.487	1.996.907	1.178.509.305	1.470.081
MG	314.133.337	528.598	464.548.004	695.596	1.835.273.791	2.051.457	2.487.729.609	2.414.632
MS	21.643.294	35.682	23.921.297	63.800	171.724.410	196.105	482.193.007	878.998
MT	17.537.404	54.854	266.799.832	566.586	926.153.554	816.316	1.624.269.338	1.756.595
PI	225.815.362	1.556.787	351.534.901	1.268.081	82.407.116	624.418	967.160.596	969.436
PR	-	-	-	-	17.440.160	7.319	21.723.300	16.997
SP	560.546	583	93.244	81	274.693.615	90.363	249.894.918	96.355
TO	94.579.543	349.778	286.259.888	708.307	569.365.607	1.570.515	913.326.682	1.783.888
Total	958.836.936	3.396.259	1.918.839.264	4.520.192	6.116.041.999	9.178.646	12.469.467.518	13.918.141

No Cenário 1, que abrange municípios com alta propensão à conservação ($\geq 75\%$), o investimento total estimado em PSA foi R\$ 958,8 milhões por ano em agricultura familiar e R\$ 1,918 bilhão por ano na agricultura não familiar, totalizando R\$ 2,877 bilhões por ano para proteger 7,916 milhões de hectares. Isso representa um custo médio aproximado de R\$ 364/ha/ano, indicando maior eficiência no uso dos recursos, já que a maior disposição municipal à preservação reduz a necessidade de altos incentivos.

Em contraste, no Cenário 2, que considera municípios com baixa propensão à conservação ($< 75\%$), os investimentos passariam para R\$ 6,116 bilhões por ano (agricultura familiar) e R\$ 12,469 bilhões por ano (não familiar), totalizando R\$ 18,586 bilhões por ano para conservar 23,097 milhões de hectares. O custo médio por hectare nesse cenário sobe para R\$ 805/ha/ano, mais que o dobro observado no Cenário 1.

Tabela 8: Resultados dos Cenários 1 e 2 para os Municípios do Cerrado

Cenários por tipo de Municípios	Agricultura Familiar (R\$/ano)	Agricultura Não familiar (R\$/ano)	Total Investimento (R\$/ano)	Área total de remanescente e excedente de RL (hectare)	Custo médio por hectare (R\$/hectare/ano)
Cenário 1 - Alta propensão a conservar ($\geq 75\%$)	958.836.936	1.918.839.264	2.877.676.200	7.916.452	364
Cenário 2 - Baixa propensão a conservar ($< 75\%$)	6.116.041.999	12.469.467.518	18.585.509.516	23.096.787	805

6.

Limitações metodológicas e aprimoramentos futuros

Embora o presente estudo tenha realizado importantes avanços em relação à estimativa do custo de oportunidade da terra e ao mapeamento da propensão à conservação para subsidiar esquemas de PSA, algumas limitações metodológicas merecem ser destacadas, tanto para qualificar os resultados quanto para indicar caminhos de aprimoramentos futuros.

Base de dados de cálculo do Custo de Oportunidade da Terra

O Censo Agropecuário 2017 (IBGE) é a principal fonte oficial de estatísticas sobre a estrutura e a dinâmica do setor agropecuário no Brasil. Por incluir informações detalhadas sobre receitas, despesas, área e uso da terra por atividade econômica, trata-se de uma base de dados fundamental e de ampla aplicabilidade para o cálculo do custo de oportunidade (COp) da terra. No entanto, a principal limitação do presente estudo decorre do uso da edição mais recente disponível, referente ao ano de 2017. Apesar da aplicação de correções por índices de preços, os dados refletem uma realidade defasada frente às mudanças ocorridas no campo nos últimos anos. Essa limitação torna premente a atualização do estudo com os microdados do Censo Agropecuário 2026 assim que forem disponibilizados.

A necessidade de agregação dos dados a nível estadual e posterior cálculo do custo de oportunidade (COp) médio municipal, ponderado pelo uso da terra, também impõe simplificações que podem mascarar variações significativas de renda do setor nos municípios. Cabe destacar que o objetivo do estudo não é estimar o COp de cada propriedade dentro dos municípios, mas sim capturar diferenças estruturais entre os tipos de uso da terra, a partir da distribuição relativa entre lavoura e pecuária nos territórios. Essa abordagem permite identificar padrões médios relevantes para o desenho de políticas públicas, embora não reflita a heterogeneidade intra-municipal. Contudo, para validação dos resultados a nível municipal, para além dos dados secundários, recomenda-se considerar a integração futura de levantamentos de campo e surveys primários, visando capturar melhor a heterogeneidade entre agricultura familiar e patronal em escala municipal.

É importante reforçar que a distinção realizada no estudo entre esses dois perfis de produtores, não é apenas econômica, mas também social e distributiva, com impacto direto sobre a equidade dos programas de PSA. Garantir que essas nuances sejam capturadas é essencial para o desenho de políticas mais justas e aderentes à realidade rural brasileira.

Custos de transação e viabilidade operacional

Este estudo concentrou-se na mensuração do custo de oportunidade da terra como base para definir compensações financeiras no âmbito do PSA. No entanto, não incorpora os custos de transação, que são componentes essenciais para a viabilidade real dos esquemas de PSA em diferentes territórios. Esses custos incluem despesas com mobilização de produtores, verificação, monitoramento, fiscalização, contratação de pessoal técnico e capacitação institucional, os quais variam amplamente entre regiões e perfis territoriais.

A subestimação desses custos — especialmente em áreas remotas, com baixa densidade populacional ou ausência de atores locais capacitados para apoiar a adesão e a governança dos programas — representa um dos principais gargalos operacionais para a implementação do PSA. Assim, como recomendação, propõe-se a inclusão de uma etapa complementar de avaliação dos custos de transação associados à implementação do PSA em diferentes contextos territoriais.

Essa estimativa deve considerar as condições habilitantes mínimas — como infraestrutura institucional, presença de organizações locais, logística de acesso e capacidade de monitoramento — com o objetivo de qualificar a análise de custo-efetividade e orientar melhor a priorização dos investimentos. A incorporação desses custos permitirá uma visão mais realista e operacional dos recursos necessários para o sucesso dos programas de PSA, fortalecendo sua efetividade, sustentabilidade e escalabilidade.

Aprofundamento da priorização territorial

A abordagem de regressão logística utilizada para estimar a propensão à conservação mostrou-se eficiente pela sua padronização e capacidade de identificar padrões amplos, mas apresenta limitações quanto à adoção de critérios socioambientais e à sensibilidade à complexidade territorial e institucional. Futuramente, recomenda-se expandir esse modelo, para incluir variáveis adicionais, como critérios socioambientais relativos às metas de conservação, assim como acesso à infraestrutura, regularização fundiária, capacidade institucional de governança.

A priorização territorial, por sua vez, pode se beneficiar também de uma abordagem multicritério complementar, permitindo incorporar parâmetros definidos a partir de objetivos específicos de conservação e inclusão social. A integração de variáveis relacionadas à capacidade institucional e arranjos locais de implementação também é relevante e visa refletir diferenças reais na viabilidade operacional dos programas nos diversos territórios.

Potencial aplicação dos valores em Territórios Coletivos

Os resultados deste estudo, focados na agricultura familiar e não familiar individualizada, abrem uma janela relevante para discutir também a aplicabilidade e os limites do uso do custo de oportunidade da terra (COp) em contextos coletivos, como terras indígenas, territórios quilombolas, unidades de conservação de uso sustentável (RESEX, RDS) e demais formas de governança territorial coletiva.

Embora o COp agropecuário não tenha sido desenvolvido especificamente para esses territórios, ele pode oferecer um valor econômico de referência útil para as práticas sustentáveis, como as desenvolvidas pelas cadeias da sociobiodiversidade em territórios coletivos. Nesses casos, o valor do COp agropecuário pode funcionar como um parâmetro indicativo do custo evitado por manter o território preservado, especialmente quando comparado a alternativas de uso intensivo da terra. Isso é particularmente relevante em áreas sob crescente pressão da expansão agropecuária e extrativista, onde há conflitos entre conservação ambiental e interesses econômicos externos. Além disso, o COp tende a refletir a renda média gerada pelas atividades predominantes de pressão na região, o que o torna uma proxy útil para representar a renda alternativa à produção em cadeias sustentáveis, como as da sociobiodiversidade. Esse uso do COp contribui para avaliar a atratividade econômica relativa de estratégias de produção de cadeias sustentáveis frente às atividades de pressão sobre o uso da terra.

Orçamento total e capacidade de execução governamental

O estudo apresenta uma estimativa do volume de investimento necessário para viabilizar a conservação da vegetação nativa passível de desmatamento, com base no custo de oportunidade da terra e na propensão à conservação. Embora esses valores sejam úteis como parâmetro geral para o desenho de estratégias financeiras de PSA, sua aplicabilidade direta em escalas jurisdicionais enfrenta algumas limitações importantes.

Além da exclusão dos custos de transação, que podem representar uma fração significativa do orçamento total necessário, também não foram consideradas a capacidade fiscal ou as prioridades orçamentárias dos entes subnacionais. Muitos municípios e estados enfrentam restrições fiscais severas, e a ausência de fontes alternativas de financiamento — como usuários pagadores privados, fundos climáticos ou instrumentos financeiros inovadores como o TFFF — limita a concretização dos cenários de investimento projetados.

Como aprimoramento metodológico, sugere-se que os valores estimados para o PSA sejam contextualizados com os orçamentos públicos, por meio de comparações proporcionais. Por exemplo, calcular quanto os investimentos propostos representariam frente à arrecadação anual dos estados, ao orçamento federal para meio ambiente, ou à dotação orçamentária de programas nacionais e subnacionais de PSA já existentes (como o Reflorestar, PSA Pantanal, Cerrado em Pé). Tal abordagem permitiria avaliar com

mais precisão a viabilidade financeira relativa dos investimentos necessários e subsidiar o engajamento de diferentes fontes de financiamento — públicas e privadas, nacionais e internacionais.

Por fim, destaca-se que a definição da demanda pública pela conservação é tão estratégica quanto o diagnóstico da oferta. Sem esse alinhamento, corre-se o risco de produzir estimativas economicamente robustas, mas operacionalmente inviáveis ou politicamente desalinhadas com as prioridades e possibilidades reais dos entes executores. A integração entre os resultados do estudo e os processos de planejamento orçamentário e definição de metas ambientais do governo é, portanto, uma etapa crítica para a consolidação de um PSA funcional, eficiente e financeiramente sustentável.

7.

Conclusões do estudo e implicações para políticas públicas

Este estudo buscou oferecer uma base técnica sólida para orientar políticas de PSA, a partir da análise da propensão à conservação da vegetação nativa e do COp, diferenciados por município e por perfil de produtor (familiar e não familiar). Os resultados apontam para a necessidade de calibragem estratégica e territorializada de modo a contemplar a diversidade de sistemas de modelo de produção rural no território brasileiro.

Os resultados deixam claro que municípios com menor propensão à conservação (isto é, maior propensão a desmatar) demandam investimentos significativamente mais elevados por hectare — entre 60% e 90% a mais, em média — do que municípios com maior propensão a conservar. Essa diferença, associada à variação entre perfis de produtor, destaca a urgência de evitar abordagens genéricas e de desenhar políticas ajustadas às realidades locais. A calibragem diferenciada pode ser operacionalizada por meio de escalonamento de valores, critérios de elegibilidade e uso combinado de instrumentos complementares, como assistência técnica, Cotas de Reserva Ambiental (CRA) e financiamento verde.

7.1. A importância da calibragem do PSA por perfil de produtor e região

Um dos principais achados é que municípios com alta propensão à conservação apresentam custos por hectare significativamente menores, especialmente na agricultura familiar. Esses territórios representam oportunidades de investimento ambiental com maior custo-efetividade. Já os municípios com baixa propensão à conservação requerem investimentos por hectare até 140% mais altos, refletindo maior pressão econômica sobre o uso da terra e exigindo incentivos maiores para garantir adesão.

Além disso, a comparação entre os perfis de produtores mostra que, em diversas regiões — especialmente no Nordeste e partes do Norte — a agricultura não familiar apresenta maior custo de oportunidade da terra do que a familiar, enquanto no Sul e Sudeste a lógica se inverte, refletindo maior eficiência econômica da terra.

Essas diferenças indicam que aplicar um valor único de PSA para todos os produtores e territórios pode gerar distorções significativas: pagamentos excessivos em áreas onde o custo de conservar é baixo e incentivos insuficientes onde a pressão por conversão do uso da terra é mais intensa. Portanto, calibrar os pagamentos conforme o perfil do produtor e o contexto territorial permite alinhar melhor os incentivos à realidade local, aumentando tanto a efetividade ambiental quanto a equidade social dos programas.

Importa destacar que a distinção entre agricultura familiar e não familiar não é apenas econômica, mas possui implicações sociais e distributivas, com impacto direto sobre a justiça na alocação de recursos públicos e na inclusão produtiva de diferentes grupos rurais. Diante disso, programas de PSA devem considerar valores de pagamento distintos, critérios de elegibilidade específicos e abordagens de implementação adequadas para pequenos, médios e grandes produtores, assegurando que os incentivos contemplem as diferentes capacidades, necessidades e restrições de cada grupo.

7.2. Estratégias diferenciadas conforme o grau de propensão à conservação

Embora a propensão a conservar seja uma proxy útil, nem sempre faz sentido pagar mais onde há mais pressão por desmatamento. Nesses casos, o PSA pode não ser o instrumento mais eficaz — uma avaliação de custo-efetividade mais ampla, incluindo análises de adicionalidade e risco de não adesão, deve ser considerada.

Com base nos resultados, recomenda-se que municípios com alta propensão à conservação sejam

priorizados em políticas de PSA voltadas à manutenção de remanescentes e excedentes de vegetação nativa, com foco em áreas familiares e patronais de baixo COp. Nesses contextos, os pagamentos tendem a ser mais eficientes e a adesão é naturalmente maior, o que potencializa o retorno ambiental do investimento.

Por outro lado, em municípios com baixa propensão à conservação, onde os custos são mais elevados, recomenda-se uma abordagem gradual e combinada, que una incentivos monetários com benefícios não monetários, como insumos, maquinário e assistência técnica, visando ampliar a atratividade do PSA, especialmente entre produtores que enfrentam maiores riscos e pressões econômicas. Nesses contextos de baixa propensão, é igualmente relevante considerar a articulação com outros instrumentos, como os mercados de Cotas de Reserva Ambiental (CRA), iniciativas de compensação e restauração, e programas de regularização ambiental, sobretudo em propriedades da agricultura não familiar com passivos significativos.

7.3. Territorialização e adaptação das políticas públicas

A análise demonstrou que o custo de oportunidade da terra e a propensão à conservação variam amplamente entre estados, municípios e tipos de produtor, o que reforça a necessidade de políticas públicas territorializadas e adaptadas. Isso significa diferenciar não apenas os valores de PSA, mas também os critérios de elegibilidade, os arranjos de implementação e os instrumentos complementares adotados.

Além das distinções econômicas, deve-se considerar as implicações sociais e distributivas do PSA. Produtores familiares, em especial, muitas vezes enfrentam maior dependência econômica da terra e maior vulnerabilidade, o que exige abordagens mais inclusivas e sensíveis à realidade local.

O uso de médias estaduais para estimar valores municipais, embora metodologicamente prático, pode mascarar variações locais importantes. Portanto, recomenda-se cautela na interpretação desses dados e, sempre que possível, o aprofundamento das análises com base em dados desagregados e instrumentos participativos.

8.

Aplicação do PSA e integração com políticas existentes

A consolidação do PSA como instrumento eficaz de conservação não pode ser dissociada da necessidade de integração com outras políticas públicas ambientais, territoriais e de desenvolvimento rural. Em vez de ser concebido como uma iniciativa isolada, o PSA deve compor um mix de instrumentos complementares, capaz de responder à diversidade de contextos ecológicos, socioeconômicos e institucionais do território brasileiro.

PSA como vetor de inclusão produtiva e assistência técnica

Além da remuneração financeira, o PSA deve estar articulado com ações de assistência técnica, capacitação e conscientização ambiental acerca dos co-benefícios privados da conservação. Essas ações ampliam a aderência social do instrumento e promovem mudanças duradouras nos padrões produtivos, favorecendo estratégias de uso da terra que conciliem conservação e geração de renda.

No caso de municípios com elevada propensão à conservação, recomenda-se a adoção de pacotes combinados de incentivos, que incluam, além do pagamento em dinheiro, a entrega de insumos, maquinário, acesso a mercados, regularização fundiária e extensão rural.

Já no caso de municípios com baixa propensão à conservação, recomenda-se a adoção de pacotes combinados mais robustos, que incluam, além da compensação financeira, instrumentos de fomento à transição produtiva, como subsídios à adoção de práticas sustentáveis, linhas de crédito específicas, suporte técnico contínuo, investimentos em infraestrutura produtiva e iniciativas de inclusão produtiva adaptadas à realidade local.

Tais arranjos podem aumentar a atratividade do PSA mesmo em contextos mais desafiadores, reduzindo a resistência à adesão e estimulando a transição para modelos mais sustentáveis.

Complementaridade com outros instrumentos como CRA e REDD+

Os dados de custo de oportunidade da terra e de excedente de Reserva Legal (RL) levantados neste estudo podem também oferecer subsídios valiosos para a definição de valores de referência das CRA. Como instrumento previsto no Código Florestal para compensação de déficit de RL entre propriedades, a CRA depende de parâmetros claros e regionalizados para garantir equilíbrio entre oferta e demanda, assegurar a integridade ambiental e evitar distorções de mercado. A utilização de estimativas territoriais de custo de oportunidade pode apoiar a precificação mais justa das CRA, promovendo sua efetividade como mecanismo de conservação e regularização fundiária.

Nas regiões com menor propensão à conservação e maior pressão por desmatamento, o PSA isoladamente pode ser insuficiente para gerar resultados efetivos, dada a magnitude dos incentivos econômicos que impulsionam a conversão da vegetação nativa. Nesses casos, a articulação com políticas de comando e controle é essencial para conter práticas ilegais e estruturar a governança ambiental local.

Programas como o União com Municípios, que atuam no fortalecimento institucional de governos locais — por meio da criação de salas de monitoramento, capacitação de técnicos, estruturação de escritórios de governança e provisão de equipamentos para combate a incêndios florestais — são fundamentais para ampliar a capacidade de resposta local e garantir a condicionalidade ambiental que sustenta os programas de PSA.

Outro instrumento complementar de alta relevância é o REDD+, que mobiliza recursos internacionais com base na redução verificada de emissões por desmatamento evitado. O REDD+ tende a ser mais eficaz em áreas de maior pressão, atuando como mecanismo de compensação por resultados ambientais alcançados em larga escala. Já o PSA pode ser mais estratégico em áreas de alto estoque florestal e maior propensão à conservação, operando como mecanismo preventivo e de manutenção de coberturas vegetais.

A combinação entre REDD+ e PSA permite diversificar os fluxos financeiros e adaptar os incentivos ao perfil territorial. Enquanto o REDD+ opera com foco em performance climática, o PSA pode priorizar benefícios locais, como proteção de mananciais, conservação da biodiversidade e segurança alimentar — sobretudo em territórios de agricultura familiar e comunidades tradicionais.

Reconhecimento de APPs e RLs como áreas de alto valor socioambiental

A aplicação do PSA também exige uma reflexão prática sobre o custo de oportunidade de áreas legalmente protegidas, como as Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Reservas Legais (RLs). Embora essas áreas estejam sujeitas à conservação obrigatória por lei, a ausência de fiscalização efetiva e a pressão econômica ainda conduzem à sua conversão em muitos territórios.

O estudo evidencia que pequenos produtores — por sua maior dependência da terra para a subsistência — tendem a considerar essas áreas como economicamente relevantes, mesmo que legalmente protegidas. Assim, oferecer remuneração via PSA para APPs e RLs não apenas reforça o cumprimento da legislação, mas reconhece e valoriza os serviços ecossistêmicos prestados, como proteção hídrica, controle da erosão e manutenção da biodiversidade.

Painel interativo para apoio aos programas e projetos subnacionais

Os resultados deste estudo podem apoiar diretamente o aprimoramento de políticas públicas e instrumentos já existentes, como o CPR Verde, o Reflorestar (ES), o programa Cerrado em Pé (MT) e o PSA Pantanal (MS). A incorporação das estimativas de COp e propensão à conservação pode ajudar a refinar critérios técnicos, escalar pagamentos e definir territórios prioritários, ampliando a efetividade e a legitimidade das políticas.

A utilização de um painel interativo, facilitará o acesso público aos resultados, permitindo que gestores, formuladores de políticas e técnicos explorem os dados por município, bioma e perfil de produtor. Isso também pode fortalecer a transparência e o uso prático dos resultados para programas estatais, privados e híbridos.

PSA como parte de uma estratégia nacional de conservação

A efetividade do PSA aumenta substancialmente quando articulado com um conjunto de políticas e programas complementares, tanto no nível federal quanto estadual e municipal. Essa integração amplia a adicionalidade ambiental, aumenta a eficiência do uso de recursos públicos e privados e confere maior legitimidade social e institucional ao instrumento.

Portanto, o PSA deve ser entendido como parte de uma estratégia nacional mais ampla de conservação e desenvolvimento sustentável, em sinergia com REDD+, políticas de controle ambiental, programas de assistência técnica, incentivos produtivos sustentáveis e mecanismos de valorização de serviços ecossistêmicos. Essa abordagem integrada permite alinhar os diferentes objetivos — climáticos, ambientais, sociais e produtivos — em torno de um mesmo território, maximizando os impactos positivos e promovendo a resiliência das comunidades rurais e dos ecossistemas brasileiros.

Anexo - Legislações

No Acre, a Lei nº 2.025/2008 criou o Programa Estadual de Certificação de Unidades Produtivas Familiares, seguido pela Lei nº 2.308/2010, que instituiu o Sistema Estadual de Incentivos a Serviços Ambientais (SISA) e o Programa ISA Carbono (IPAM, 2022).

No Amazonas, as Leis nº 3.135 e 3.184, ambas de 2007, instituíram a Política Estadual sobre Mudanças Climáticas, Conservação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável, sendo operacionalizadas pelo Decreto nº 26.958, que criou o Programa Bolsa Floresta (COALIZÃO BRASIL, 2022). Essas experiências pioneiras, embora inovadoras, enfrentaram dificuldades estruturais, especialmente no tocante à regularidade e sustentabilidade dos mecanismos de financiamento. Entre 2017 e 2021, novos marcos legais ampliaram o alcance territorial e institucional do PSA no país.

Na região Norte, o Pará promoveu seminários técnicos e intercâmbios com foco na formulação de uma política estadual de PSA, um sistema jurisdicional de REDD+ e um plano de bioeconomia. Já o Maranhão regulamentou o Sistema Jurisdicional de REDD+ e PSA por meio do Decreto nº 37.969/2022, incorporando salvaguardas sociais robustas, como a exigência de consentimento livre, prévio e informado de povos indígenas e comunidades tradicionais. Tocantins, por sua vez, instituiu a Política Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais (PEPSA) do Tocantins, por meio da Lei nº 4.111/2023 e aprovou uma minuta de anteprojeto que prevê a criação de uma companhia estadual voltada à regulação climática e serviços ambientais, além de instituir um Fundo Clima com múltiplas fontes de financiamento.

O estado do Mato Grosso do Sul instituiu a Política Estadual de Preservação dos Serviços Ambientais por meio da Lei nº 5.235/2018, regulamentada pelo Decreto nº 15.323/2019. No mesmo sentido, o Rio Grande do Sul aprovou a Lei nº 15.434/2020, que inseriu o PSA como um dos instrumentos do Código Estadual do Meio Ambiente, reforçando seu papel estratégico na conservação e uso sustentável dos recursos naturais (WRI BRASIL, 2022). Esses avanços evidenciam uma expansão da agenda ambiental subnacional, especialmente em estados que, até então, não possuíam estruturas legais consolidadas sobre o tema.

A partir de 2022, observou-se uma intensificação desse processo, com estados como Rio Grande do Sul, Minas Gerais, São Paulo, Maranhão, Pará, Tocantins e Roraima implementando novas legislações ou aprofundando os mecanismos já existentes. O Rio Grande do Sul regulamentou o PSA por meio do Decreto nº 56.640/2022, destacando a articulação com políticas climáticas, de educação ambiental e recursos hídricos, além de prever uma ampla diversidade de fontes de financiamento, incluindo fundos públicos e privados, conversão de multas e créditos de carbono.

Minas Gerais, por sua vez, apresentou o Projeto de Lei nº 4.041/2022, que cria o Programa Estadual de PSA, uma plataforma de informações e um cadastro específico, com diretrizes que valorizam o papel dos povos e comunidades tradicionais.

Em São Paulo, o Decreto nº 66.549/2022 estabeleceu a Política Estadual de PSA com foco na conservação da biodiversidade, redução de emissões e proteção do solo e da água, embora sem detalhamento de salvaguardas sociais (WRI BRASIL, 2022).

Em Roraima, o Projeto de Lei nº 173/2022 incluiu o PSA como instrumento da política estadual de segurança hídrica, demonstrando a expansão temática e territorial do instrumento (WRI BRASIL, 2022) e criou o Plano Estadual de Desenvolvimento Florestal para Agricultura Familiar e Agricultura Familiar Indígena no Estado de Roraima - PANDEFLORR e o Fundo Estadual de Desenvolvimento Florestal para Agricultura Familiar e Agricultura Familiar Indígena no Estado de Roraima - FUNDEFLORR, por meio da lei Roraima - Lei nº 1.848/2023. Além da consolidação de marcos legais estaduais, observa-se, nos últimos anos, uma diversificação significativa dos programas de PSA implementados em diferentes escalas subnacionais.

Entre os exemplos mais emblemáticos no nível municipal, destaca-se o Programa Conservador das Águas, criado em 2005 pelo município de Extrema (MG), por meio da Lei Municipal nº 2.100/2005. A iniciativa é voltada à proteção de mananciais e à adequação ambiental de propriedades rurais, com repasses financeiros baseados em Unidades Fiscais de Extrema (UFEX), que representavam, em 2016, aproximadamente R\$262,00 por hectare ao ano. A abordagem do programa é preventiva e estruturada em projetos individuais de quatro anos, elaborados pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente, com foco no aumento da cobertura florestal, implantação de microcorredores ecológicos e controle da poluição difusa.

Referências

- BÖRNER, J. & Wunder, S. 2008. Paying for avoided deforestation in the Brazilian Amazon: from cost assessment to scheme design. *International Forestry Review* Vol.10(3).
- BRASIL. Poder Legislativo. Lei No 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Seção 1, n. 12.651, p. 1, 2012.
- BRASIL. Poder Legislativo. Lei No 14.119, de 13 de janeiro de 2021. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais; e altera as Leis n os 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. *Diário Oficial da União*, Seção 1, n. 14.119, p. 7, jan. 2021.
- BRYAN, B. A., King, D., Ward, J. R. 2009. Modelling and mapping agricultural opportunity costs to guide landscape planning for natural resource management. *Ecological Indicator* 11 (1).
- CAMPOS, S. A. C.; BACHA, C. J. C. 2019. Determinantes do custo de oportunidade dos fazendeiros em manterem a reserva legal – os casos paulista e mato-grossense. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 57, n. 2, p. 288–308.
- CALDAS, M. M. Desmatamento na Amazônia: uma análise econométrica de autocorrelação espacial combinando informações de sensoriamento remoto com dados primários. 2001. Tese de Doutorado em Economia Aplicada - Universidade de São Paulo - ESALQ, Piracicaba, 2001. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11132/tde-20191220-141345/>.
- CARRERO, G. C. et al. Deforestation Trajectories on a Development Frontier in the Brazilian Amazon: 35 Years of Settlement Colonization, Policy and Economic Shifts, and Land Accumulation. *Environmental Management*, v. 66, n. 6, p. 966–984, 2020.
- CHOMITZ, K. M. et al. At Loggerheads?: Agricultural Expansion, Poverty Reduction, and Environment in the Tropical Forests. : The World Bank, 2006. Disponível em: <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/223221468320336327/at-loggerheads-agricultural-expansion-poverty-reduction-and-environment-in-the-tropical-forests>. Acesso em: 7 maio 2025.
- COALIZÃO BRASIL. 2022. Ações prioritárias aos governos eleitos: conservação, clima e uso sustentável da terra. Disponível em: <https://www.coalizaobr.com.br>. Acesso em: 15 maio 2025.
- CONSERV. Projeto CONSERV. 2022. Disponível em: <https://conserv.org.br>. Acesso em: 15 maio 2025.
- ENGEL, S. 2016. The Devil in the Detail: A Practical Guide on Designing Payments for Environmental Services. *International Review of Environmental and Resource Economics*, 2016, 9: 131–177
- FGB – FUNDAÇÃO GRUPO BOTICÁRIO. Projeto Oásis. 2022. Disponível em: <https://www.fundacaogrupoboticario.org.br>. Acesso em: 15 maio 2025.
- GOMES, F. D.; ARAGÃO, R.; CALAZANS, W. 2023. Mapas Mentais sobre mudança de uso do solo no MATOPIBA. Rio de Janeiro, RJ: Instituto Internacional para Sustentabilidade.
- GREENLEAF, M. Rubber and Carbon: Opportunity Costs, Incentives and Ecosystem Services in Acre, Brazil. *Development and Chance*, v. 51, n. 1, 2019.

- INPE. 2024a. A área de supressão de vegetação nativa no bioma Cerrado para 2024 é de 8.174,17.pdf. : Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, .
- INPE. 2024b. Estimativa de desmatamento na Amazônia Legal para 2024 é de 6.288 km². : Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2019. Censo agropecuário 2017: Resultados definitivos. Rio de Janeiro: IBGE. <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017>
- INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA (IPAM). Projetos e programas de PSA. 2022. Disponível em: <https://ipam.org.br>. Acesso em: 15 maio 2025.
- JOHNSON, J. A.; RUTA, G.; BALDOS, U. 2021. The Economic Case for Nature: A global Earth-economy model to assess development policy pathways. : World Bank Group.
- MapBiomass. 2024. Coleção 9 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil (1985–2023).
- SANTOS, R. P. dos. Os principais fatores do desmatamento na Amazônia (2002-2007) – uma análise econométrica e espacial. Universidade de Brasília, 2010.
- OBSERVATÓRIO DO CÓDIGO FLORESTAL (OCF). 2024. Painel do Código Florestal. Disponível em: <https://observatorioflorestal.org.br>. Acesso em: setembro. 2024.
- PREFEITURA DE EXTREMA. Projeto Conservador das Águas: 12 anos. Extrema: Prefeitura de Extrema, 2019. Disponível em: <https://www.extrema.mg.gov.br/conservadordasaguas>. Acesso em: 15 maio 2025.
- RAJÃO, R.; MOTTA, V.; HOFF, R. van der. Economia do Desmatamento em Florestas Tropicais: Uma Introdução ao Debate no Brasil. : Observatório do Código Florestal, 2020.
- PORCHER, C.; HANUSCH, M. A Model of Amazon Deforestation, Trade and Labor Market Dynamics. World Bank Group: Macroeconomics, Trade and Investment Global Practice, n. Policy Research Working Paper 10163, 2022. Disponível em: <https://hdl.handle.net/10986/38254>.
- SAUER, S. 2024. Questão eco-agrária: extrativismo agrário, mudanças climáticas e desmatamento no Brasil. Revista NERA, v. 27, p. e10185.
- SILVA, F. D. F.; PERRIN, R. K.; FULGINITI, L. E. 2019. The opportunity cost of preserving the Brazilian Amazon forest. Agricultural Economics, v. 50, n. 2, p. 219–227.
- SPVS – SOCIEDADE DE PESQUISA EM VIDA SELVAGEM E EDUCAÇÃO AMBIENTAL. Programa Desmatamento Evitado. 2022. Disponível em: <https://www.spvs.org.br/projetos/programa-desmatamento-evitado>. Acesso em: 15 maio 2025.
- WOOLDRIDGE, J. M. 2010. Econometric analysis of cross section and panel data. Second editioned. Cambridge, Massachusetts London, England: MIT Press.
- WRI BRASIL. Levantamento de políticas subnacionais de PSA no Brasil. São Paulo: WRI Brasil, 2022.
- WUNDER, S. 2007. The Efficiency of Payments for Environmental Services in Tropical Conservation. Conservation Biology, v. 21, n. 1, p. 48–58.
- WUNDER, S. 2015. Revisiting the concept of payments for environmental services. Ecological Economics, v. 117, p. 234–243, .

PROJETO
FLORESTA+
AMAZÔNIA

oikonomos
ECONOMIA SOCIOECOLÓGICA