

Estado da publicação: O preprint não foi publicado em outro meio.

Integrando instrumentos econômicos aos sistemas agroflorestais: revisão de escopo sobre financiamento de práticas agrícolas resilientes no Brasil

Bruno Feltrin Puttini, Débora Naidhig, Guilherme Dourado dos Reis, Rosana Icassatti Corazza

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.13486>

Submetido em: 2025-09-25

Postado em: 2025-11-06 (versão 1)

(AAAA-MM-DD)

Integrando instrumentos econômicos aos sistemas agroflorestais: revisão de escopo sobre financiamento de práticas agrícolas resilientes no Brasil

Integrating economic instruments into agroforestry systems: scoping review on financing resilient agricultural practices in Brazil

Bruno Feltrin Puttini

Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Política Científica e Tecnológica do Instituto de Geociências – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0919-916X>.

Débora Naidhig

Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Política Científica e Tecnológica do Instituto de Geociências – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0586-7861>.

Guilherme Dourado dos Reis

Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Política Científica e Tecnológica do Instituto de Geociências – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8637-5426>.

Rosana Icassatti Corazza

Professora Associada I – Livre-Docente do Departamento de Política Científica e Tecnológica do Instituto de Geociências – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4658-2889>.

RESUMO

Este artigo apresenta os resultados de uma Revisão de Escopo (ScR) sobre a literatura acadêmica que trata da relação entre Instrumentos Econômicos (IEs) de política ambiental e a promoção de Sistemas Agroflorestais (SAFs) no Brasil. Com base na metodologia recomendada pelo Joanna Briggs Institute (JBI), a busca foi conduzida nas bases Scopus, Web of Science e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), sem restrições de idioma ou período. Foram incluídos 23 estudos que abordam diferentes tipos de instrumentos e configurações de SAFs, com destaque para o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) e os sistemas biodiversos. Os resultados foram organizados em quatro categorias: tipo de estudo, tipo de SAFs, IEs e bioma. A análise revelou que, embora os SAFs biodiversos sejam amplamente reconhecidos na literatura por seu potencial ecológico e produtivo, os IEs analisados tendem a ser limitados em alcance e sensibilidade à complexidade desses sistemas. O artigo contribui ao identificar lacunas conceituais, territoriais e institucionais na formulação e avaliação desses instrumentos, contribuindo para o avanço do campo de pesquisa sobre financiamento ambiental aplicado aos SAFs no Brasil.

ABSTRACT

This article presents the results of a Scoping Review (ScR) of academic literature addressing the relationship between Economic Instruments (EIs) of environmental policy and the promotion of Agroforestry Systems (AFS) in Brazil. Following the methodology recommended by the Joanna Briggs Institute (JBI), the search was conducted in Scopus, Web of Science, and the Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations (BDTD), with no restrictions on language or publication period. A total of 23 studies were included, encompassing different types of instruments and agroforestry configurations, with emphasis on Payment for Environmental Services (PES) and biodiverse systems. Results were organized into four analytical categories: type of study, type of AFS, EIs, and biome. The analysis revealed that, although biodiverse AFS are widely recognized for their ecological and productive potential, the economic instruments examined remain limited in scope and responsiveness to the complexity of these systems. This article contributes by identifying conceptual, territorial, and institutional gaps in the design and evaluation of these instruments, thereby advancing the field of research on environmental financing applied to AFS in Brazil.

Palavras-chave:

Agrofloresta, Financiamento rural, Política ambiental, Revisão de escopo, Mudanças climáticas.

Keywords:

Agroforestry, Rural finance, Environmental policy, Scoping review, Climate change.

1. Introdução

As mudanças climáticas representam uma das maiores ameaças à segurança alimentar global, com impactos diretos na produção agrícola e aumento da vulnerabilidade das populações mais afetadas (Tubiello, 2007; Lake *et al.*, 2012; FAO, 2018). O Sexto Relatório de Avaliação (AR6) do Painel Intergovernamental sobre o Clima (IPCC) indica que a intensificação dos fenômenos climáticos tem reduzido a produção de alimentos, principalmente devido à maior frequência de eventos climáticos extremos, como secas, enchentes e incêndios (Lobell; Schlenker; Costa-Roberts, 2011; Ray *et al.*, 2019; IPCC, 2021).

Diante dos esforços insuficientes de mitigação das mudanças climáticas, a busca por estratégias adaptativas de produção agrícola mais resilientes e sustentáveis torna-se cada vez mais urgente. Os Sistemas Agroflorestais (SAFs) - caracterizados por sistemas de policultivos regenerativos - destacam-se pelo elevado potencial de sequestro de carbono e contribuição direta para a segurança alimentar, equidade e biodiversidade (Albrecht; Kandji, 2003; Jose, 2009).

Estudos recentes indicam que os SAFs representam potencialmente a maior contribuição do setor agrícola para o clima. Entre as soluções baseadas na natureza, seu potencial de mitigação climática é comparável ao reflorestamento (De Stefano; Jacobson, 2018). Os SAFs mundiais podem estocar até 310 milhões de toneladas de carbono por ano, suficiente para compensar a emissão anual de gases de efeito estufa gerada por aproximadamente 250 milhões de veículos a gasolina de porte médio (Hart *et al.*, 2023).

Apesar dos avanços nas discussões sobre mudanças climáticas e SAFs, persistem lacunas significativas na literatura quanto ao financiamento desses sistemas e sua integração com instrumentos de políticas públicas de incentivo (May; Trovatto, 2008; Porro; Miccolis, 2011).

Nos últimos anos, tem aumentado o interesse pelas possibilidades de aplicação de Instrumentos Econômicos (IEs) para mitigar o uso predatório dos recursos naturais e fomentar

sua proteção e uso sustentável (Corazza, 2003; Engel; Pagiola; Wunder, 2008; Pirard, 2012). Tal interesse decorre da constatação de que instrumentos de “comando e controle”, de forma isolada, revelam-se insuficientes para assegurar os resultados esperados das políticas ambientais, particularmente no uso dos recursos florestais (Altman; Nusdeo, 2023;). De forma semelhante, ganha força a ideia de que as políticas ambientais precisam se articular às dimensões econômica e social do processo de desenvolvimento (Goetz *et al.*, 2018).

Embora estudos anteriores tenham destacado o potencial dos IEs (Gonçalves; Costa, 2022; Tubiello *et al.*, 2022), pouco se sabe sobre como esses instrumentos podem ser efetivamente aplicados para promover SAFs no contexto brasileiro. Além disso, eventos climáticos extremos têm inviabilizado plantios convencionais, exigindo estratégias adaptativas ainda insuficientemente exploradas.

Diante desse cenário, surgem questionamentos essenciais: Como conciliar produção agrícola e conservação da biodiversidade em um contexto de mudanças climáticas? Quais IEs podem fomentar a adoção de SAFs no Brasil? Quais são os resultados já alcançados por iniciativas que integram IEs aos SAFs? Essas perguntas evidenciam a necessidade de investigações que explorem a relação entre IEs e práticas agrícolas sustentáveis, especialmente no contexto brasileiro.

Este trabalho busca mapear a literatura acadêmica sobre IEs de política ambiental voltados à promoção de SAFs no Brasil, identificando tipos de instrumentos, abordagens analíticas e lacunas existentes. Por meio de uma Revisão de Escopo (ScR), busca-se identificar e analisar os principais IEs adotados, os tipos de SAFs incentivados e os resultados alcançados, com base em estudos previamente documentados. A pesquisa parte da hipótese de que a integração desses instrumentos pode catalisar a adoção de práticas agrícolas sustentáveis, contribuindo para a mitigação e adaptação climáticas.

A estrutura do artigo está organizada em três seções, além da introdução e considerações finais. Inicialmente, discutem-se os referenciais teórico-conceituais de SAFs e IEs. Em seguida, detalha-se a metodologia de ScR utilizada para o mapeamento da literatura especializada. Por fim, apresentam-se os resultados da ScR que ilustram a aplicação desses instrumentos no Brasil.

2. Fundamentação teórica

Esta seção apresenta as abordagens teórico-conceituais que fundamentam nossa pesquisa: os Sistemas Agroflorestais (SAFs) e os Instrumentos Econômicos (IEs).

2.1. Sistemas Agroflorestais (SAFs)

Os Sistemas Agroflorestais (SAFs) são sistemas produtivos que integram espécies agrícolas, florestais e, por vezes, animais, visando conciliar produção agrícola e conservação ambiental, sendo definidos como “sistemas de uso da terra onde espécies lenhosas perenes são deliberadamente utilizadas nas mesmas unidades de área com culturas agrícolas e/ou animais, em arranjos espaciais e temporais específicos” (Miccolis *et al.*, 2016, p. 22). Eles podem oferecer múltiplos benefícios: i) socioecológicos, como controle biológico de pragas, promoção da agrobiodiversidade, aumento da biodiversidade, conservação do solo, estocagem de carbono, ciclagem de nutrientes e proteção hídrica (Pereira, 2022; Steinfeld *et al.*, 2024) e ii) socioeconômicos, como segurança alimentar, diversificação produtiva e aumento da produtividade (Steenbock *et al.*, 2013).

Apesar dessa definição abrangente, os SAFs englobam uma grande variedade de práticas e arranjos produtivos, que variam em complexidade e funcionalidade. Entre os principais tipos estão (Martinelli, 2020; Miccolis *et al.*, 2016):

- Sistemas silvipastoris: associação de árvores a pastagens.
- Sistemas agrossilvipastoris: integração de culturas agrícolas, florestais e criação de animais.
- Sistemas agrossilviculturais: combinação de culturas agrícolas anuais com espécies florestais.
- Sistemas agroflorestais sucessionais ou biodiversos: caracterizados por alta diversidade de espécies e guiados pela sucessão ecológica natural.

- Sistemas tradicionais: como a cabruca (cacau sob floresta no sul da Bahia), o faxinal e a caíva (práticas típicas das Matas de Araucárias no sul do Brasil).

De toda forma, esses sistemas podem ser agrupados e sintetizados em duas categorias principais: SAFs simples e SAFs biodiversos. Os SAFs simples, como os sistemas silvipastoris e agrossilvipastoris, geralmente apresentam baixa diversidade de espécies, pouca estratificação florestal e menor uso de espécies nativas. Já os SAFs biodiversos, como os sistemas agroflorestais sucessionais, a agricultura sintrópica e os sistemas tradicionais, destacam-se pela alta diversidade de espécies, estratificação florestal e uso predominante de espécies nativas, baseando-se na sucessão ecológica local (Marconi; Armengot, 2020; Martinelli, 2020; Santos; Crouzeilles; Sansevero, 2019).

Os SAFs biodiversos diferenciam-se pela dinamicidade espacial e temporal. Em vez de um simples consórcio entre espécies agrícolas e florestais, esses sistemas buscam imitar as fitofisionomias locais, evoluindo de um estágio inicial com predominância de espécies herbáceas e arbustivas para um sistema multiestratificado, semelhante à floresta nativa. Como resultado, os SAFs biodiversos oferecem maior capacidade de promover serviços ecossistêmicos, restauração ecológica, resiliência e biodiversidade, tornando-se uma alternativa promissora para conciliar produção agrícola, conservação ambiental, regeneração de áreas degradadas e o enfrentamento às mudanças climáticas (Marconi; Armengot, 2020; Miccolis *et al.*, 2016; Santos; Crouzeilles; Sansevero, 2019).

Ainda que identificados como sistemas consistentes para transição à sustentabilidade dos sistemas agroalimentares¹ e como estratégia de adaptação climática na agricultura, os SAFs biodiversos apresentam alguns desafios e barreiras, principalmente quando relacionados à escalabilidade - entendida tanto como escala de produção quanto como viabilidade de produção, seja nos contextos de pequena, média ou grande escala. Nesse sentido, torna-se central investigações mais aprofundadas sobre a relação entre mecanismos de incentivo para a adoção desses sistemas, como, por exemplo, Instrumentos Econômicos (IEs) e financeiros (Puttini, 2025).

2.2. Instrumentos Econômicos (IEs)

Os Instrumentos Econômicos (IEs) são mecanismos utilizados na política ambiental para induzir comportamentos desejados mediante alteração dos custos de produção e consumo dos agentes econômicos (Nusdeo, 2006; Altmann; Nusdeo, 2023). Diferentemente dos mecanismos de “comando e controle”, baseados em normas e padrões rígidos (por exemplo, limites de emissão ou obrigação de uso de tecnologias específicas), os IEs têm caráter indutor, baseados em incentivos econômicos que visam internalizar os custos ambientais, promovendo eficiência econômica e sustentabilidade. Segundo Motta (2000), os IEs atuam diretamente nos custos de produção e consumo, influenciando as decisões dos agentes econômicos, dividindo-se em instrumentos precificados e de criação de mercado (Nusdeo, 2006).

Os instrumentos precificados alteram preços de bens e serviços para refletir os custos ambientais. Eles podem ser superavitários, aumentando preços como tributos ambientais, ou deficitários, reduzindo preços através de subsídios para tecnologias limpas (May *et al.*, 2005). Exemplos incluem tributos sobre recursos naturais, como água e petróleo, e taxas de fiscalização ambiental, como a Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental (TCFA). Esses instrumentos servem para três funções principais: i) corrigir externalidades ambientais, internalizando os custos sociais no preço dos bens e serviços; ii) gerar receitas para financiar políticas ambientais; e iii) induzir mudanças comportamentais, como a redução do consumo de recursos poluentes (Nusdeo, 2006). No entanto, há risco de que objetivos de arrecadação prevaleçam sobre ambientais, comprometendo a eficácia desses instrumentos (Motta, 2000).

Os instrumentos de criação de mercado alocam direitos de uso de recursos naturais ou de emissão de poluentes, permitindo transações entre agentes econômicos (Motta *et al.*,

¹ Para compreender a literatura sobre transições para sustentabilidade e sistemas agroalimentares, cf. EL BILALI, Hamid. Transition heuristic frameworks in research on agro-food sustainability transitions. Environment, Development and Sustainability, 2018.

1996). Um exemplo clássico é o sistema de *cap-and-trade*, que estabelece um limite máximo de emissões e permite a compra e venda de quotas entre empresas (Gonçalves; Costa, 2022). Esse sistema promove eficiência, permitindo que agentes com menores custos de redução vendam quotas para aqueles com custos maiores. Outro exemplo são os sistemas de depósito e reembolso para gestão de resíduos sólidos, como pilhas e pneus, incentivando a reciclagem e destinação adequada (Nusdeo, 2006; Motta, 2000).

O Brasil possui diversas experiências com IEs voltados à preservação ambiental, desde a cobrança pelo uso de recursos naturais até incentivos fiscais e mecanismos de mercado, buscando corrigir externalidades ambientais, financiar políticas específicas e induzir comportamentos sustentáveis (Motta, 2000).

Um dos instrumentos mais consolidados é a cobrança pelo uso da água, estabelecida pela Lei nº 9.433/1997, que visa reconhecer o valor econômico da água, incentivar seu uso racional e financiar programas de gestão hídrica. A receita arrecadada é reinvestida na bacia hidrográfica de origem, promovendo um ciclo virtuoso entre arrecadação e conservação (Granziera, 2003). No entanto, sua eficácia depende da ampla implementação e rigor no controle da aplicação dos recursos (Nusdeo, 2006).

Em contraste, os *royalties* do petróleo, embora internalizem parcialmente os custos de exploração, não possuem vinculação direta com políticas ambientais. A maior parte dos recursos destina-se a municípios produtores, sem mecanismos claros para financiar a transição energética ou mitigar impactos ecológicos (Motta *et al.*, 1996), limitando seu potencial como instrumento indutor de sustentabilidade (Nusdeo, 2006).

No campo tributário, o ICMS Ecológico emerge como uma experiência relevante. Trata-se de um mecanismo de repartição de receitas que direciona parte da arrecadação do ICMS para municípios que abrigam unidades de conservação ou investem em saneamento básico (Motta *et al.*, 2000; Silva, 2005). Estados como Paraná, São Paulo e Minas Gerais adotaram esse modelo, demonstrando seu potencial para incentivar a preservação sem onerar adicionalmente os contribuintes.

Outro exemplo é a isenção do Imposto Territorial Rural (ITR) para áreas de Reserva Legal, que busca compensar proprietários rurais pela manutenção de vegetação nativa (BRASIL, 2000). Contudo, a efetividade desse instrumento é limitada pela falta de incentivos direcionados a pequenos produtores e fragilidade dos sistemas de monitoramento (Oliveira, 1999).

O Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (ProInFRA), instituído pelo Decreto nº 5.025/2004, exemplifica os subsídios a tecnologias limpas voltadas à transição energética. O programa financia fontes renováveis, como eólica e biomassa, mediante sistema de quotas pagas por distribuidoras de energia (Brasil, 2004). Embora promissor, o ProInFRA carece de maior integração com políticas ambientais nacionais, limitando seu alcance na promoção de uma matriz energética sustentável (Nusdeo, 2006).

O exemplo frequentemente lembrado de instrumento de criação de mercado em matéria ambiental é o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), previsto no Protocolo de Quioto, que permitiu que projetos brasileiros de redução de emissões gerassem créditos de carbono negociáveis (ONU, 1997). Apesar de o Brasil não possuir metas obrigatórias de redução, o MDL fomentou investimentos em energias renováveis e tratamento de resíduos, destacando-se como um instrumento de mercado pioneiro (Frangetto; Veiga; Luedemann, 2018; May *et al.*, 2020).

Mais recentemente, o mecanismo de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD+) ganhou destaque como estratégia para remunerar a conservação florestal. A Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PNPSA – Lei nº 14.119/2021) incorporou o REDD+ como modalidade de PSA, estabelecendo um marco legal para compensações financeiras por desmatamento evitado (BRASIL, 2021). Contudo, sua consolidação depende da regulamentação de critérios de adicionalidade e da criação de sistemas robustos de monitoramento (Altmann; Nusdeo, 2023; Naidhig, 2024).

3. Metodologia

Para o mapeamento da literatura proposto neste estudo, adotou-se a metodologia de Revisão de Escopo (ScR), reconhecida como uma abordagem adequada para delimitar campos de investigação, identificar conceitos-chave e mapear as principais fontes e tipos de evidências disponíveis na literatura científica (Arksey; O'Malley, 2005; Peters *et al.*, 2020). A revisão segue os padrões metodológicos estabelecidos pelo *Joanna Briggs Institute* (JBI), que preconiza processos transparentes, reprodutíveis e rigorosos na síntese de evidências científicas a partir de perguntas de pesquisa claramente definidas (Khalil *et al.*, 2024).

A ScR tem evoluído significativamente desde sua formulação original por Arksey e O'Malley (2005), que propuseram um arcabouço básico para sua condução. Posteriormente, Levac *et al.* (2010) aprimoraram esse modelo com diretrizes operacionais mais detalhadas. A versão atual, adotada neste estudo, segue o referencial metodológico do JBI, consolidado por Peters *et al.* (2020), com atualizações recentes incorporadas (Aromataris, 2024).

Conforme o *framework*, o processo metodológico é conduzido em etapas documentadas de modo sistemático para assegurar sua replicabilidade. A primeira etapa corresponde à formulação da pergunta de pesquisa, que neste estudo foi definida como: "Como a literatura científica tem analisado a relação entre Instrumentos Econômicos (IEs) e sua contribuição para a promoção de Sistemas Agroflorestais (SAFs) no Brasil?".

Na segunda etapa, procedeu-se à identificação dos estudos pertinentes, por meio de uma estratégia de busca estruturada com base na estratégia PCC (Problema/Conceito/Contexto). Os termos de busca foram definidos a partir de palavras-chave de autor e outras identificadas em interações preliminares com as bases de dados, conforme as diretrizes do manual do JBI (Peters *et al.*, 2020). A estratégia PCC adotada está detalhada no Quadro 1.

Quadro 1. Estratégia PCC (Problema/Conceito/Contexto).

Estratégia		Palavras-chave
P	Problema	"Carbon credit market" OR "Carbon-credit market" OR "Carbon credit" OR "REDD" OR "REDD+" OR "REDD plus" OR "Reducing emissions from deforestation and forest degradation" OR "Environmental valuation" OR "PES" OR "Payment* for environmental service*" OR "Payment* for ecosystem service*" OR "Payment* for carbon sequestration"
C	Conceito	"Complex agroforestry system*" OR "Biodiverse agroforestry system*" OR "Successional agroforestry system*" OR "Multiestrata agroforestry" OR "Multiestrata agroforestry system*" OR "Agroforestry system*" OR "Agroforestry" OR "AFS" OR "Agroforest*"
C	Contexto	"Brazil" OR "Amazônia" OR "Amazon" OR "Brazilian Amazon" OR "Cerrado" OR "Brazilian Savannah" OR "Atlantic Forest" OR "Mata Atlântica" OR "Caatinga" OR "Pantanal" OR "Pampa*"

Fonte: elaborado pelos autores.

A busca foi realizada nas bases de dados *Scopus*, *Web of Science* e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) no dia 27 de fevereiro de 2025, sem restrições de idioma ou período de publicação. Como critério de inclusão, foram considerados documentos em português, inglês ou espanhol.

A terceira etapa envolveu a triagem e seleção dos documentos (artigos, dissertações e teses), com os resultados organizados na forma do fluxograma PRISMA-ScR (ver Figura 1), que representa os processos de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão de documentos, conforme recomendam Peters *et al.* (2020) e Aromataris *et al.* (2024).

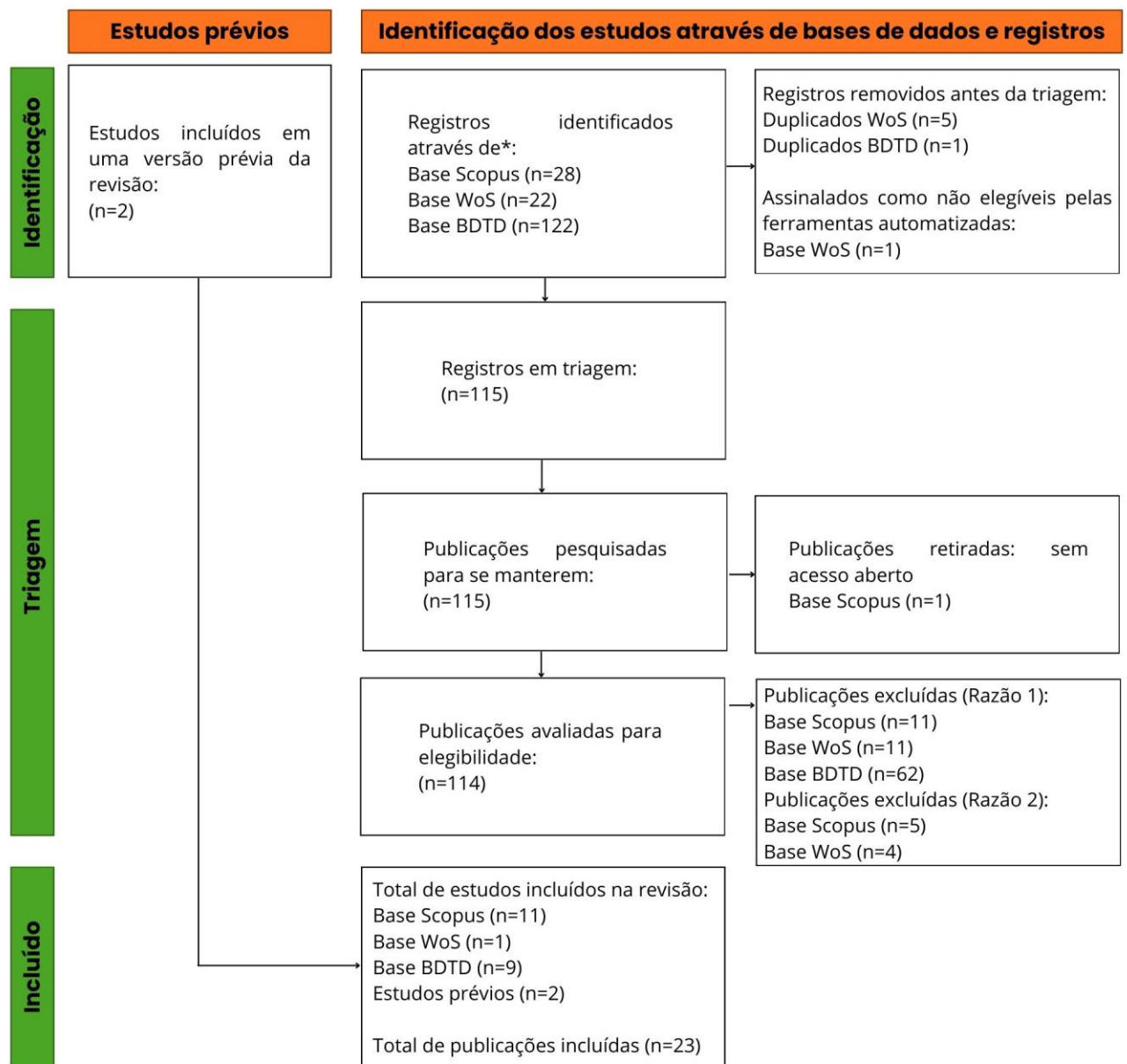
Os critérios de elegibilidade foram: (a) os estudos devem abordar a aplicação de IEs para a promoção dos SAFs; e (b) os estudos precisam estar focados no contexto brasileiro, abrangendo os biomas Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica, Caatinga, Pantanal e/ou Pampa.

A quarta e última etapa correspondeu à extração e análise dos dados. A codificação foi realizada em uma planilha estruturada no *Excel*, distinguindo-se os documentos por base de origem (*Scopus*, *Web of Science* e BDTD) por meio de codificação cromática. A planilha incluiu os seguintes campos: (a) autores; (b) título; (c) ano de publicação; (d) link do documento; (e) resumo; (f) tipo de IE; (g) tipo de SAF; (h) bioma; (i) tipo de estudo; (j) principais resultados; e (k) conclusões. Essa sistematização permitiu uma análise organizada dos dados, contribuindo para a construção dos resultados e discussões apresentados neste estudo.

4. Resultados

Os resultados das etapas do processo de seleção e inclusão dos estudos sobre a relação entre Instrumentos Econômicos (IEs) e sua contribuição para a promoção de Sistemas Agroflorestais (SAFs) no Brasil, analisados nesta Revisão de Escopo (ScR), são representados por meio do Fluxograma PRISMA, conforme as recomendações do *Joanna Briggs Institute* (JBI), apresentado na Figura 1.

Figura 1. Fluxograma Prisma: resultados das etapas de seleção e inclusão dos estudos.



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Com isso, em concordância com as diretrizes metodológicas do JBI e do PRISMA-ScR, foi possível operar o mapeamento da literatura voltada aos IEs de política ambiental em suas possíveis contribuições para a promoção de SAFs, tomando-se em conta as especificidades em termos de palavras-chave, bases de dados mobilizadas e demais orientações. Os resultados trazem contribuições dessa literatura para o entendimento de quatro categorias de análise, identificadas por meio da análise dos documentos extraídos das bases de dados: i) Estudo; ii) SAFs; iii) IEs; e iv) Biomassas. O resultado desse mapeamento e as suas respectivas categorias, estão representados na Tabela 1.

Tabela 1. Categorias de análise para mapeamento da literatura sobre Instrumentos Econômicos e Sistemas Agroflorestais no Brasil.

Nº	Autor(es) / Ano	Estudo	Sistemas Agroflorestais	Instrumentos Econômicos	Biomassas
1	(Aguiar, 2011)	Experimental	Simple	PSA*	Caatinga
2	(Da Silva, 2012)	Estudo de caso	Não específica	REDD+**	Amazônia
3	(Eloy <i>et al.</i> , 2012)	Estudo de caso	Não específica	PSA*	Amazônia
4	(Fonseca Filho, 2012)	Modelo	Não específica	Mercado de Carbono	Amazônia
5	(Pereira Neto, 2012)	Modelo	Biodiverso	REDD+**	Amazônia
6	(Schroth; Da Mota, 2013)	Estudo de caso	Biodiverso	Créditos de Reflorestamento	Amazônia
7	(Wolf, 2013)	Estudo de caso	Simple	Mercado de Carbono	Cerrado
8	(Villa <i>et al.</i> , 2015)	Modelo	Biodiverso	REDD+**	Amazônia
9	(Villa <i>et al.</i> , 2017)	Modelo	Biodiverso	REDD+**	Amazônia
10	(Da Costa, 2018)	Estudo de caso	Simple / Biodiverso	PSA*	Amazônia
11	(Filho; Farley, 2020)	Modelo	Biodiverso	PSA*	Mata Atlântica
12	(Villa <i>et al.</i> , 2020)	Modelo	Biodiverso	REDD+**	Amazônia
13	(Gonçalves <i>et al.</i> , 2021)	Estudo de caso	Biodiverso	Mercado de Carbono	Mata Atlântica
14	(Pissarra <i>et al.</i> , 2021)	Modelo	Não específica	PSA*	Mata Atlântica
15	(Ballerini, 2023)	Revisão de política	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
16	(Da Silva, 2023)	Estudo de caso	Não específica	PSA*	Mata Atlântica
17	(Dominicis, 2023)	Estudo de caso	Biodiverso	PSA*	Cerrado
18	(Leite, 2023)	Estudo de caso	Biodiverso	PSA*	Amazônia
19	(Bizzo; Michener, 2024)	Modelo	Biodiverso	REED+**	Amazônia
20	(Dominicis, 2024)	Estudo de caso	Biodiverso	PSA*	Cerrado
21	(Ferreira <i>et al.</i> , 2024)	Experimental	Simple	Mercado de Carbono	Caatinga
22	(Lucchesi <i>et al.</i> , 2024)	Modelo	Biodiverso	Mercado de Carbono / PSA*	Amazônia / Cerrado
23	(Mendonça <i>et al.</i> , 2025)	Modelo	Não específica	PSA*	Mata Atlântica

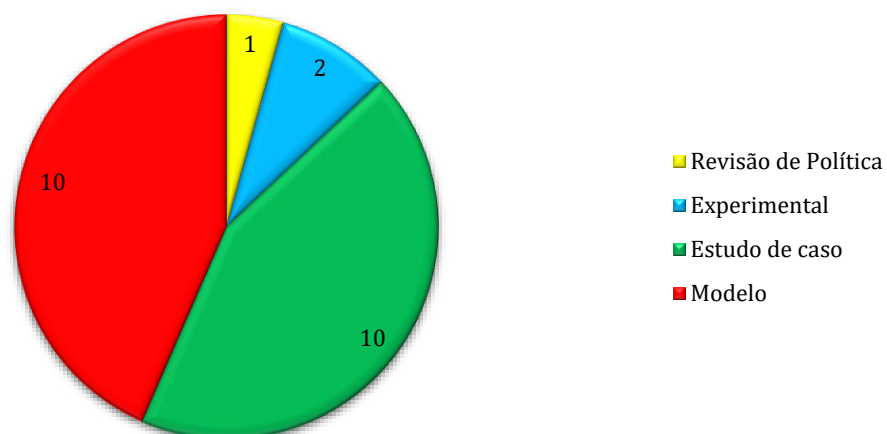
Fonte: elaborado pelos autores (2025). *Pagamentos por Serviços Ambientais. **Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal.

A categoria “Estudo” classifica os documentos em quatro abordagens metodológicas distintas:

1. **Estudos de Caso:** investigações detalhadas de exemplos reais que analisam desafios e oportunidades de SAFs ou políticas em contextos específicos, baseando-se em projetos e casos empíricos.
2. **Modelos:** pesquisas que utilizam simulações computacionais para projetar cenários, articulando aspectos como produtividade, emissões de carbono e otimização de arranjos de SAFs.
3. **Experimentais:** estudos que avaliam efeitos práticos de SAFs ou políticas através de intervenções controladas e coleta de dados empíricos, estabelecendo relações entre produtividade, estoque de carbono e provisão de serviços ecossistêmicos.
4. **Revisão de Política:** análises sistemáticas de políticas públicas, programas governamentais ou instrumentos regulatórios, avaliando sua formulação, implementação, eficácia e impactos, inclusive com desenvolvimento de indicadores quantitativos.

A distribuição quantitativa destas subcategorias é apresentada no Gráfico 1, abaixo.

Gráfico 1: Distribuição dos estudos sobre IEs e SAFs no Brasil por abordagem metodológica.



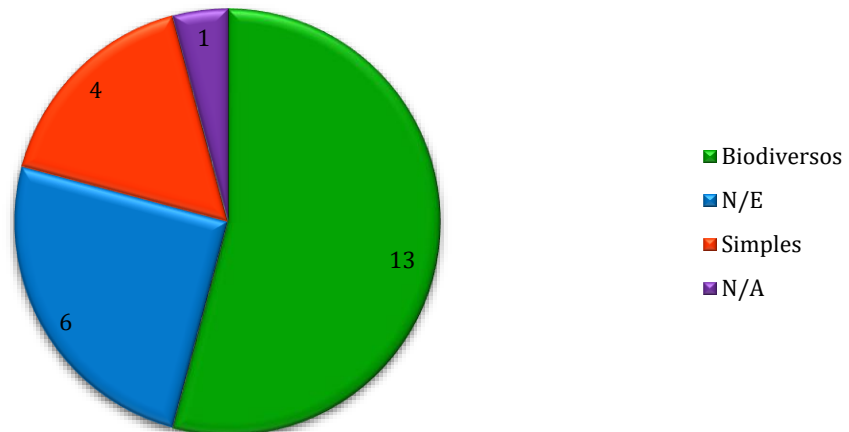
Fonte: elaborado pelos autores (2025).

A categoria “Sistemas Agroflorestais (SAFs)” classifica as diferentes configurações de SAFs identificados na literatura analisada, organizando-os em uma tipologia que reflete sua complexidade estrutural e funcional. Esta categorização contempla quatro classificações principais (ver seção 2.1):

1. **SAFs simples:** sistemas que se caracterizam por apresentar baixa diversidade de espécies, pouca estratificação florestal e menor uso de espécies nativas, como os sistemas silvipastoris e agrossilvipastoris.
2. **SAFs biodiversos:** sistemas que se distinguem pela elevada diversidade biológica, diversidade de espécies, estratificação florestal e uso predominante de espécies nativas, baseando-se na sucessão ecológica local, como os sistemas agroflorestais sucessionais, agricultura sintrópica e os sistemas agroflorestais tradicionais.
3. **Não especificado (N/E):** estudos que abordam SAFs sem detalhar sua estrutura específica ou que contemplam SAFs com características variáveis, abrangendo desde arranjos simples até biodiversos.
4. **Não se aplica (N/A):** estudos que não focam especificamente na caracterização ou implementação de um tipo definido de SAFs.

A distribuição quantitativa destas subcategorias é apresentada no Gráfico 2, a seguir.

Gráfico 2: Distribuição dos SAFs analisados nos estudos.



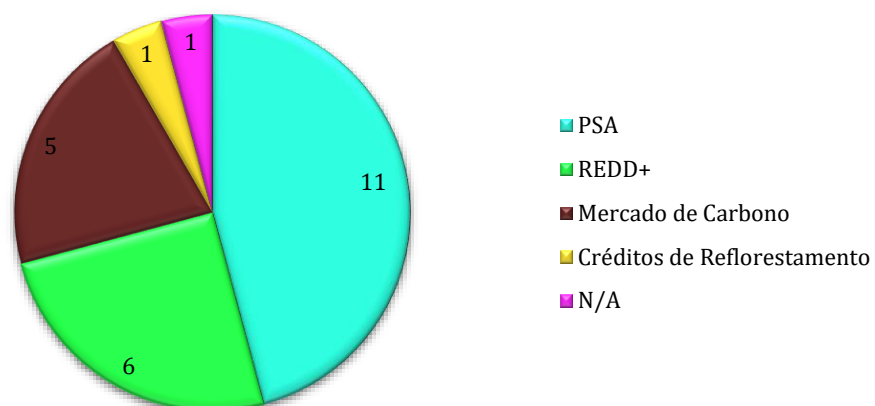
Fonte: elaborado pelos autores (2025).

A categoria “Instrumentos Econômicos (IEs)” identifica quatro mecanismos principais encontrados nos documentos:

1. **Pagamento por Serviços Ambientais (PSA):** mecanismo que remunera produtores ou comunidades pela conservação de serviços ecossistêmicos, incluindo proteção de nascentes, manutenção de estoques de carbono e regulação hídrica e climática.
2. **Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD+):** sistema de incentivos financeiros direcionados a países em desenvolvimento para redução de emissões de CO₂ através da proteção florestal, exemplificado por projetos na Amazônia que recebem créditos por evitar desmatamento.
3. **Mercado de Carbono:** sistema de comercialização de créditos de carbono gerados por projetos que reduzem emissões de gases de efeito estufa, como iniciativas de reflorestamento e utilização de energias renováveis.
4. **Não se aplica (N/A):** estudos que não especificam ou detalham o mecanismo econômico aplicado.

A distribuição quantitativa destas subcategorias é apresentada no Gráfico 3, a seguir.

Gráfico 3: Frequência de IEs aplicados em SAFs no Brasil.

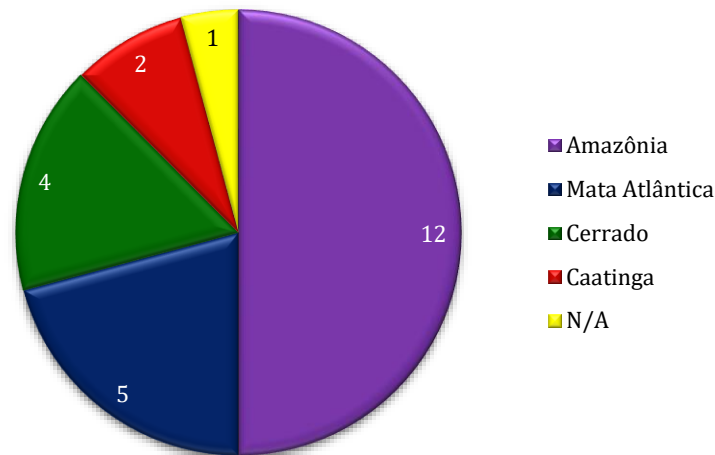


Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Por fim, a categoria “Bioma” identifica os biomas brasileiros que serviram como recorte territorial para os estudos analisados. Foram identificados quatro biomas principais: Amazônia, Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga. Adicionalmente, foi criada a subcategoria “Não se aplica (N/A)” para contemplar estudos que abordam áreas com características biofísicas heterogêneas ou que apresentam aplicabilidade em múltiplos contextos ecossistêmicos, sem restringir-se a um bioma específico.

A distribuição quantitativa por Bioma é apresentada no Gráfico 4.

Gráfico 4: Distribuição dos estudos por biomas brasileiros.



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

5. Discussão

A análise comparativa dos casos sobre implementação de metodologias de compensação financeira para Sistemas Agroflorestais (SAFs) baseou-se em duas categorias distintas de estudos, cada uma oferecendo perspectivas complementares sobre a viabilidade e eficácia desses Instrumentos Econômicos (IEs). Para a discussão sobre “custo de oportunidade”, foram examinados tanto estudos de caso empíricos quanto modelos teórico-metodológicos. Os estudos de caso referem-se a implementações concretas de mecanismos de compensação que foram testados em campo e geraram resultados práticos mensuráveis, permitindo avaliar se os IEs conseguiram efetivamente compensar o custo de oportunidade das atividades produtivas alternativas. Os modelos, por sua vez, consistem em estudos onde metodologias de compensação foram aplicadas teoricamente em áreas de SAFs, com estimativas e projeções do custo de oportunidade resultante da implementação dessas metodologias, fornecendo entendimentos sobre a viabilidade potencial desses instrumentos.

Para a análise sobre a satisfatoriedade da implementação de SAFs associados aos mecanismos de compensação (IEs), foram selecionados exclusivamente estudos de caso que representam experiências reais de implementação e testagem em campo, gerando resultados concretos que puderam ser classificados como satisfatórios ou insatisfatórios. Esta abordagem metodológica permitiu uma avaliação empírica dos fatores determinantes do sucesso ou fracasso desses programas, considerando não apenas os aspectos econômico-financeiros, mas também as dimensões sociais, institucionais e operacionais que influenciam a adoção e manutenção dos SAFs pelos produtores rurais.

i. Custo de oportunidade dos IEs

Conforme Burch e Henry (1974), o “custo de oportunidade” é definido como a renda líquida gerada pelo fator de produção em seu melhor uso alternativo. O conceito de custos

de oportunidade pressupõe alternativas viáveis e decisões efetivas que, o sendo, acarreta o sacrifício/abandono de outras opções.

No contexto do Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), o custo de oportunidade refere-se ao valor do benefício que se deixa de obter ao optar por conservar ou restaurar um ecossistema em detrimento de outras atividades produtivas alternativas, como agricultura de corte e queima e pecuária extensiva. No contexto do mecanismo de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD+), o custo de oportunidade representa o valor econômico perdido ao não desmatar ou não degradar florestas que seriam destinadas a atividades econômicas alternativas.

a. Casos que compensaram o custo de oportunidade

A análise dos estudos revisados revela que sete estudos demonstraram capacidade dos IEs para compensar o custo de oportunidade: Da Silva (2012), Pereira Neto (2012), Schroth e Da Mota (2013), Wolf (2013), Filho e Farley (2020), Bizzo e Michener (2024), Dominicis (2023), e Lucchesi *et al.* (2024). Entre esses casos, destacam-se diferentes abordagens metodológicas e contextos regionais.

Pereira Neto (2012) demonstrou que Sistemas Agroflorestais (SAFs) de cacaueteiro na região da BR-230, no Pará, são economicamente viáveis mesmo sem mecanismos de compensação, mas com a implementação do REDD+, o Valor Presente Líquido (VPL) pode aumentar entre 160% e 640%, dependendo do valor atribuído ao carbono estocado. Similarmente, Dominicis (2023) encontrou Taxa Interna de Retorno (TIR) de 42% sem PSA e 71% com PSA para SAFs na Bacia Hidrográfica do Rio Descoberto, no Distrito Federal.

Wolf (2013) calculou valores de compensação por serviços ambientais de R\$1.789,91 por hectare, superando significativamente o custo de oportunidade das atividades agropecuárias tradicionais no Ceará (R\$878,36). Filho e Farley (2020) obtiveram resultados expressivos com Sistemas Silvopastoris de Alta Biodiversidade, alcançando TIR de 57% em Santa Catarina.

b. Casos que não compensaram o custo de oportunidade

Em contraste, cinco estudos indicaram que os IEs não conseguiram compensar adequadamente o custo de oportunidade: Eloy *et al.* (2012), Da Costa (2018), Gonçalves *et al.* (2021), Leite (2023), e De Mendonça *et al.* (2025).

Eloy *et al.* (2012) destacou que as análises tradicionais de custo-benefício frequentemente assumem erroneamente que a compensação do custo de oportunidade é suficiente para conter o desmatamento, ignorando fatores como disponibilidade de mão de obra, capital e acesso a mercados. Da Costa (2018) demonstrou que o pagamento do Programa Proambiente (R\$1.200,00/ano, sem determinação da área ou do tipo específico de serviço ambiental) mostrou-se insuficiente para cobrir o custo de oportunidade médio do desmatamento evitado (R\$2.450,00/ha/ano) no Polo Rio Capim, no Pará.

Gonçalves *et al.* (2021) revelou que a receita adicional proveniente do sequestro de carbono representou menos de 1% da receita total dos SAFs de café no Pontal do Paranapanema, em São Paulo, sendo insuficiente para compensar os custos de oportunidade. Leite (2023) identificou que, apesar dos SAFs apresentarem maior rentabilidade por hectare (US\$1.117,22 contra US\$201,57 da pecuária extensiva), outros fatores não econômicos continuam favorecendo a expansão da pecuária em Rondônia.

A análise comparativa dos estudos bem-sucedidos versus aqueles que falharam em compensar o custo de oportunidade revela o emprego de abordagens metodológicas distintas. Os estudos de casos e/ou modelos que compensaram o custo de oportunidade frequentemente adotaram abordagens metodológicas alternativas (ou próprias) ou consideraram múltiplas fontes de receita, como a combinação de produtos agrícolas com compensações por serviços ambientais. Os estudos de caso e/ou modelos que falharam em compensar o custo de oportunidade frequentemente baseiam-se exclusivamente em análises tradicionais de custo-benefício ou consideraram apenas uma fonte de compensação. Além disso, fatores não econômicos, como facilidade de crédito, menor carga de trabalho e

valorização cultural das atividades tradicionais, mostraram-se determinantes nas decisões dos produtores, conforme observado por Leite (2023).

ii. IEs e SAFs: experiências reais e de testagem em campo

Os textos analisados evidenciaram uma considerável lacuna em relação aos dados empíricos obtidos por meio de experiências reais de implementação de IEs para adoção de SAFs. A maioria dos casos analisados, como demonstrado pelas seções acima, concentram seus dados em modelos e projeções sobre os pagamentos. Para esta análise, busca-se destacar os resultados dos estudos que utilizaram como base os casos empíricos, aprofundando a satisfatoriedade ou não das propostas dos programas de pagamento.

a. Programas com resultados satisfatórios

A análise dos casos que demonstraram resultados satisfatórios revela aspectos como a viabilidade financeira dos SAFs e custo-benefício e custo-eficácia da aplicação do mecanismo de compensação. São eles: Bizzo e Michener (2024); Da Silva (2023).

A análise da Plataforma Colaborativa do Fundo Amazônia por Bizzo e Michener (2024) demonstrou impactos significativos na produção sustentável de bens florestais e agroflorestais na região da Amazônia Legal. O estudo demonstrou que os projetos colaborativos financiados pelo Fundo Amazônia aumentaram o valor da produção municipal anual de produtos como açaí, castanha-do-brasil, babaçu, copaíba e cacau entre R\$1,1 milhão e R\$1,49 milhão, dependendo do modelo considerado. Os efeitos mostraram-se estatisticamente significativos a partir do quarto ano após o início dos projetos, intensificando-se no sexto e sétimo ano com aumentos médios superiores a R\$2,0 milhões. O mecanismo causal principal identificado foi a vantagem colaborativa, onde a soma é maior que suas partes, permitindo aos atores resolver desafios complexos, trocar conhecimentos, inovar, melhorar a competitividade, empoderar comunidades locais e garantir a lucratividade.

O programa Reflorestar no Espírito Santo, analisado por Da Silva (2023), demonstrou alta aceitação dos SAFs entre produtores rurais, sendo a modalidade mais escolhida pelos participantes. Os SAFs estavam presentes em 187 das 260 propriedades pesquisadas, totalizando 390,66 hectares, indicando forte viabilidade em termos de adesão e implementação pelos agricultores. A preferência pelos SAFs de café com o plantio de espécies nativas frutíferas foi impulsionada pelo conhecimento prévio dos produtores no manejo do café na região, combinado com os incentivos financeiros para aquisição de insumos e apoio técnico oferecidos pelo programa. Isso se torna significativo, uma vez que o uso do solo, antes do programa, era principalmente com monocultura (78%) e com pastagem (14%).

b. Programas com resultados insatisfatórios

A análise dos casos implementados com resultados insatisfatórios demonstra limitações que comprometem a eficácia dos modelos de compensação financeira para SAFs. Quatro estudos exemplificam essas limitações: Schroth e Da Mota (2013), Eloy *et al.* (2012), Leite (2023) e Gonçalves *et al.* (2021).

O programa de Créditos de Reflorestamento analisado por Schroth e Da Mota (2013) foi interrompido por mudanças na legislação estadual que ofereceu alternativas mais simples às empresas. O Programa de Promoção do Reflorestamento no Acre (Eloy *et al.*, 2012), apresentou viabilidade limitada para agricultores capitalizados e bem conectados a mercados. O Projeto RECA em Rondônia (Leite, 2023), apesar da superior rentabilidade dos SAFs por hectare, a pecuária continuou avançando sobre essas áreas.

O principal fator de insucesso identificado é a dependência de marcos regulatórios instáveis e políticas públicas desfavoráveis. O caso dos Créditos de Reflorestamento (Schroth; Da Mota, 2013) demonstra como alterações institucionais podem eliminar completamente a demanda por esses instrumentos, quando a transferência da supervisão do IBAMA para órgãos estaduais permitiu que empresas optassem por pagar taxas diretamente ao governo em vez de adquirir créditos das comunidades.

A inadequação aos perfis socioeconômicos dos beneficiários foi identificada como uma segunda limitação. A experiência do Acre analisada por Eloy *et al.* (2012) sugere que SAFs são intensivos em mão de obra e capital, tornando-se viáveis apenas para produtores já capitalizados, com acesso a assistência técnica e mercados. Consequentemente, o programa falhou em atender agricultores pobres, áreas remotas e assentamentos jovens, perpetuando desigualdades em vez de promover inclusão social.

O estudo analisado por Leite (2023) - o Projeto RECA - revela uma limitação fundamental: a insuficiência da racionalidade econômica pura como motivador para adoção de SAFs. Mesmo com rentabilidade superior por hectare, apenas 67% dos produtores manifestaram satisfação com os SAFs, comparado a 100% na pecuária. A análise evidencia que a tomada de decisão incorpora fatores que vão além da rentabilidade monetária, incluindo facilidade operacional, valorização cultural e “gosto” pela atividade pecuária, liquidez do gado como ativo e menor tempo de retorno do investimento. Neste estudo, nenhum produtor citou o PSA como motivação forte para adoção de SAFs.

6. Conclusões

Este artigo teve como objetivo mapear a literatura acadêmica sobre Instrumentos Econômicos (IEs) de política ambiental voltados à promoção de Sistemas Agroflorestais (SAFs) no Brasil, buscando responder à pergunta: “Como a literatura científica tem analisado a relação entre IEs e sua contribuição para a promoção de SAFs no Brasil?”. Com base em uma Revisão de Escopo (ScR) rigorosa, foi possível alcançar esse objetivo ao sistematizar os principais enfoques, categorias de IEs, configurações de SAFs e recortes territoriais presentes na produção científica nacional.

O referencial teórico-conceitual sobre SAFs no Brasil reconhece amplamente os benefícios ecológicos, sociais e econômicos desses sistemas, especialmente daqueles classificados como biodiversos, que se orientam pela sucessão ecológica, pela alta diversidade de espécies e pela imitação das fitofisionomias locais (Miccolis *et al.*, 2016; Martinelli, 2020; Guimarães; Mendonça, 2019). Tais sistemas são compreendidos não apenas como alternativas técnicas, mas como estratégias regenerativas capazes de conciliar produção agrícola, restauração ambiental e adaptação às mudanças climáticas (Marconi; Armengot, 2020; Santos *et al.*, 2019).

A ScR evidenciou características da literatura específica quanto à cobertura dos biomas, tipos de instrumentos prevalentes e tipos de SAFs contemplados. Do ponto de vista da cobertura dos biomas, identificou-se expressiva concentração de pesquisas na Amazônia (10 estudos), enquanto Pantanal e Pampa permanecem inexplorados. Quanto aos IEs, predominam mecanismos de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) (11 estudos), demonstrando foco na valoração de serviços ecossistêmicos, especialmente relacionados ao carbono. Quanto aos SAFs, prevalecem análises sobre SAFs biodiversos (13 estudos) comparado aos SAFs simples (4 estudos), possivelmente refletindo o reconhecimento do maior potencial de provisão de serviços ecossistêmicos por sistemas mais complexos.

Os resultados indicam que os IEs analisados nos estudos revisados ainda não incorporam plenamente a complexidade funcional e territorial dos SAFs biodiversos. Predomina na literatura a ênfase no PSA - um mecanismo que, embora relevante, tende a tratar os serviços ecossistêmicos de forma fragmentada e muitas vezes desvinculada da lógica sistêmica e sucessional dos SAFs mais complexos. Poucos estudos investigam como mecanismos como subsídios, incentivos tributários ou instrumentos de criação de mercado (como os mercados de carbono) poderiam ser adaptados ou desenhados para reconhecer, de forma mais efetiva, os múltiplos valores produzidos pelos SAFs biodiversos, numa direção consistente com as contribuições de Nusdeo (2006) e Motta (2000).

Isso parece revelar um descompasso entre o que a literatura especializada em SAFs indica como potencial regenerativo desses sistemas e as formas como os IEs vêm sendo mobilizados no campo das políticas públicas ambientais (Corazza, 2003). Em termos conceituais, os IEs são definidos, conforme observamos em nossa seção conceitual, como mecanismos que atuam sobre os custos de produção e consumo, buscando induzir comportamentos sustentáveis e internalizar externalidades (Altmann; Nusdeo, 2023). No

entanto, a maioria dos instrumentos identificados nos estudos revisados tende a operar de modo linear, sem considerar suficientemente as especificidades ecológicas, sociais e produtivas dos arranjos agroflorestais biodiversos.

A contribuição original deste trabalho reside, portanto, em explicitar esse hiato: enquanto os SAFs vêm sendo cada vez mais reconhecidos como sistemas adaptativos, resilientes e potencialmente escaláveis, os IEs analisados ainda carecem de sofisticação institucional e sensibilidade socioecológica. Além disso, do ponto de vista empírico, observa-se uma concentração dos estudos em biomas como a Amazônia e a Mata Atlântica, com lacunas importantes no Cerrado, Pantanal e Pampa.

A análise comparativa dos casos sobre implementação de metodologias de compensação financeira para SAFs revela um cenário heterogêneo quanto à eficácia dos IEs em atingir o custo de oportunidade das atividades produtivas alternativas. Enquanto alguns estudos demonstraram que os mecanismos de compensação conseguem superar significativamente os custos de oportunidade - especialmente quando adotam abordagens metodológicas alternativas que consideram múltiplas fontes de receita -, outros evidenciaram limitações importantes, indicando que a compensação puramente econômica é insuficiente para promover a adoção sustentável de SAFs. A experiência empírica dos programas implementados corrobora essa complexidade, revelando que o sucesso dos IEs depende não apenas da viabilidade financeira, mas também de fatores institucionais (marcos regulatórios estáveis), sociais (adequação ao perfil dos beneficiários) e culturais (valorização das práticas tradicionais).

Reconhecemos que esta revisão apresenta limitações inerentes à metodologia adotada. Como ScR, o estudo não realizou avaliação da qualidade metodológica dos documentos incluídos. Além disso, a ausência de algumas fontes técnicas ou repositórios governamentais pode ter restringido a identificação de experiências recentes em fase de implementação.

A superação dessas limitações aponta para três desdobramentos possíveis. Primeiro, estudos futuros poderiam explorar, com maior detalhamento, como critérios de elegibilidade, métricas de monitoramento e valores de remuneração são definidos nos instrumentos existentes - e se esses critérios são compatíveis com a dinâmica e os benefícios dos SAFs biodiversos. Segundo, propõe-se a construção de abordagens híbridas, que combinem instrumentos precificados com modelos de governança participativa e valorização de saberes locais. Terceiro, recomenda-se o fortalecimento de políticas públicas integradas, capazes de articular os diversos níveis de governo, comunidades e circuitos territoriais de comercialização, promovendo instrumentos que vão além do caráter compensatório e avancem para o reconhecimento ativo de práticas regenerativas.

Ao reconhecer tanto as contribuições quanto os limites do campo analisado, este artigo oferece uma base conceitual e empírica que pode contribuir para reorientações da agenda de pesquisa e agregar subsídios para políticas sobre financiamento de práticas agrícolas resilientes. Os SAFs, especialmente os biodiversos, não são apenas sistemas produtivos eficientes - são também expressões territoriais de outras formas de relação entre sociedade e natureza, que os IEs precisarão aprender a reconhecer, valorizar e potencializar.

7. Referências

- Albrecht, A., & Kandji, S. T. (2003). Carbon sequestration in tropical agroforestry systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 99(3), 15-27.
- Altmann, A., & Nusdeo, A. M. O. (2023). *Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais: Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021: reflexões para a sua implementação e efetividade*. EDUCS.
- Andrade, D. C., & Simões, M. (2013). Limitações da abordagem coaseana à definição do instrumento de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA). *Sustentabilidade em Debate*, 4(1), 59-78.
- Aromataris, E., Lockwood, C., Porritt, K., Pilla, B., & Jordan, Z. (2024). Scoping Reviews. In *JBI Manual for Evidence Synthesis*. JBI.

- Arksey, H., & O'Malley, L. (2005). Scoping studies: towards a methodological framework. *International Journal of Social Research Methodology*, 8(1), 19-32.
- Bizzo, E., & Michener, G. (2024). Fostering sustainable production via the Amazon Fund collaborative platform. *Sustainable Development*, 32(5), 5129-5143.
- Brasil. (1972, dezembro 12). Lei nº 5.868, de 12 de dezembro de 1972. Cria o Sistema Nacional de Cadastro Rural, e dá outras providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*.
- Brasil. (2000, julho 18). Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. *Diário Oficial da União*.
- Brasil. (2004, março 30). Decreto nº 5.025, de 30 de março de 2004. Regulamenta o inciso I e os §§ 1º, 2º, 3º, 4º e 5º do art. 3º da Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002, no que dispõem sobre o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - PROINFA, primeira etapa, e dá outras providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*.
- Brasil. (2021, janeiro 13). Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais; e altera as Leis nos 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 República Federativa do Brasil*.
- Burch, E., & Henry, W. R. (1974). Opportunity and incremental cost: attempt to define in systems terms: a comment. *American Accounting Association*, 49(1), 118-123.
- Corazza, R. I. (2003). Economia, tecnologia e meio ambiente: comentários sobre aspectos positivos e normativos da Economia do Meio Ambiente. *Ensaio FEE*, 24(2), 479-498.
- C3S. (2024). *Copernicus: In 2024, the world experienced the warmest January on record*.
- Costa, R. C. (2008). *Pagamento por serviços ambientais: limites e oportunidades para o desenvolvimento sustentável da agricultura familiar na Amazônia Brasileira* [Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo].
- De Stefano, A., & Jacobson, M. G. (2018). Soil carbon sequestration in agroforestry systems: a meta-analysis. *Agroforestry Systems*, 92(2), 285-299.
- Dominicis, L. F. D., et al. (2023). Payment for environmental services and the financial viability of Agroforestry Systems: an integrated analysis of socio-environmental projects in the Descoberto Basin—Federal District. *Forests*, 14(10), 2110.
- Eloy, L., Méral, P., Ludewigs, T., Pinheiro, G. T., & Singer, B. (2012). Payments for ecosystem services in Amazonia. The challenge of land use heterogeneity in agricultural frontiers near Cruzeiro do Sul (Acre, Brazil). *Journal of Environmental Planning and Management*, 55(6), 685-703.
- Engel, S., Pagiola, S., & Wunder, S. (2008). Designing payments for environmental services in theory and practice: An overview of the issues. *Ecological Economics*, 65(4), 663-674.
- FAO. (2018). *The State of Food Security and Nutrition in the World 2018: Building climate resilience for food security and nutrition*. Rome: FAO.
- Ferraz, R., et al. (2019). Serviços ecossistêmicos: uma abordagem conceitual. In R. Ferraz et al. (Eds.), *Marco referencial em serviços ecossistêmicos*. Embrapa.
- Frangetto, F. W., Luedemann, G., & Veiga, A. P. B. (2018). *Contribuição para avaliação do mecanismo de desenvolvimento limpo como instrumento catalisador de mudança transformacional*. IPEA.
- Goetz, A., et al. (2018). Reply to commentary on the special issue Scaling up biofuels? A critical look at expectations, performance and governance. *Energy Policy*, 118, 658-665.
- Gonçalves, J., & Costa, M. L. (2022). The political influence of ecological economics in the European Union applied to the cap-and-trade policy. *Ecological Economics*, 195, 107352.
- Gonçalves, N., Andrade, D., & Batista, A. (2021). Potential economic impact of carbon sequestration in coffee agroforestry systems. *Agroforestry Systems*, 95, 419-430.
- Granziera, M. L. (2003). *Direito de Águas: disciplina jurídica das águas doces* (2ª ed.). Atlas.
- Hart, A., et al. (2023). Priority science can accelerate agroforestry as a natural climate solution. *Nature Climate Change*, 13, 1179-1190.

- IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- Kew, S., et al. (2023). *Strong influence of climate change in uncharacteristic early spring heat in South America*. World Weather Attribution.
- Kolinjivadi, V., Van Hecken, G., & Merlet, P. (2023). Fifteen years of research on payments for ecosystem services (PES): Piercing the bubble of success as defined by a Northern-driven agenda. *Global Environmental Change*, 83, 102758.
- Lake, I. R., et al. (2012). Climate change and food security: health impacts in developed countries. *Environmental Health Perspectives*, 120(11), 1520-1526.
- Leite, N. C. M. (2023). *A pecuária e os SAFS no Projeto RECA, Amazônia: é o PSA o incentivo que faltava?* [Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo].
- Levac, D. (2010). Scoping studies: advancing the methodology. *Implementation Science*, 5(69), 1-9.
- Lobell, D. B., Schlenker, W. S., & Costa-Roberts, J. (2011). Climate trends and global crop production since 1980. *Science*, 333, 616-620.
- Lucchesi, A., et al. (2024). Araguaia biodiversity corridor cost benefit analysis: Large scale restoration and sustainable agribusiness in Amazon and Cerrado. *Land Use Policy*, 141, 107122.
- Marconi, L., & Armengot, L. (2020). Complex agroforestry systems against biotic homogenization: The case of plants in the herbaceous stratum of cocoa production systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 287, 106664.
- Martinelli, J. V. (2020). *Os Sistemas Agroflorestais no Brasil - abordagem conceitual, ecológica e socioeconômica* [Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual do Oeste do Paraná].
- May, P. H., & Lustosa, M. C., & Vinha, V. (2003). *Economia do meio ambiente: teoria e prática*. Elsevier.
- May, P. H., & Trovatto, C. M. M. (2008). *Manual agroflorestal para a Mata Atlântica*. Ministério do Desenvolvimento Agrário.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press.
- Mendonça, G. C., et al. (2025). Watershed's spatial targeting: Enhancing payments for ecosystem services to scale up agroecosystem restoration through nature-based solutions. *Ecosystem Services*, 71, 101679.
- Miccolis, A., et al. (2016). *Restauração ecológica com sistemas agroflorestais: como conciliar conservação com produção no cerrado e na caatinga*. Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal (ICRAF).
- Motta, R. S. (2000). Instrumentos econômicos e política ambiental. *Revista de Direito Ambiental*, 20, 87.
- Motta, R., Ruitenbeck, J., & Huber, R. (1996). *Uso de instrumentos econômicos de gestão ambiental da América Latina e Caribe: lições e recomendações*. IPEA. (Texto de discussão n. 440).
- Muradian, R., et al. (2010). Reconciling theory and practice: An alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services. *Ecological Economics*, 69(6), 1202-1208.
- Naidhig, D. (2024). *Processo de institucionalização da Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais: análise de coligações e narrativas* [Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas].
- Nair, R. P. K., et al. (2010). Carbon Sequestration in Agroforestry Systems. In *Advances in Agronomy* (Vol. 108, pp. 237-307). Elsevier.
- Nusdeo, A. M. O. (2006). O uso de instrumentos econômicos nas normas de proteção ambiental. *Revista da Faculdade de Direito*, 101, 357-378.
- Oliveira, J. M. (1999). *Direito tributário e meio ambiente* (2ª ed.). Renovar.
- Organização das Nações Unidas. (1997). *Protocolo de Quioto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima*.

- Organização das Nações Unidas. (2023). *Coletiva de imprensa do secretário-geral da ONU sobre o clima*.
- Pereira, J. R. (2022). *Do agroforestry systems improve soil functioning? a comparison with other land uses* [Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo]. <https://doi.org/10.11606/D.11.2022.tde-10062022-161943>.
- Pereira Neto, J. A. (2012). *Estoques de carbono em sistemas agroflorestais de cacaueteiro como subsídios a políticas de serviços ambientais* [Tese de Doutorado, Universidade Federal do Pará].
- Peters, M. D. J., et al. (2020). Scoping reviews. In *JB I Manual for Evidence Synthesis* (cap. 11). JBI.
- Peters, M. D. J., et al. (2020). Updated methodological guidance for the conduct of scoping reviews. *JB I Evidence Synthesis*, 18(10), 2119-2126.
- Pirard, R. (2012). Market-based instruments for biodiversity and ecosystem services: A lexicon. *Environmental Science & Policy*, 19-20, 59-68.
- Porro, R., & Miccolis, A. (2011). *Políticas públicas para o desenvolvimento agroflorestal no Brasil*. ICRAF.
- Puttini, B. F. (2025). *Sistemas agroflorestais e mudanças climáticas: revisão de escopo e estudo exploratório* [Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas]. <http://repositorio.unicamp.br/20.500.12733/31965>.
- Ray, D. K., et al. (2019). Climate change has likely already affected global food production. *PLOS ONE*, 14(5), 0217148.
- Santos, P. Z. F., Crouzeilles, R., & Sansevero, J. B. B. (2019). Can agroforestry systems enhance biodiversity and ecosystem service provision in agricultural landscapes? A meta-analysis for the Brazilian Atlantic Forest. *Forest Ecology and Management*, 433, 140-145.
- Schmitt Filho, A., & Farley, J. (2020). Transdisciplinary Case Study Approaches to the Ecological Restoration of Rainforest Ecosystems. In F. Fuders & P. Donoso (Eds.), *Ecological Economic and Socio Ecological Strategies for Forest Conservation*. Springer.
- Schroth, G., & Mota, M. S. S. (2013). Technical and Institutional Innovation in Agroforestry for Protected Areas Management in the Brazilian Amazon: Opportunities and Limitations. *Environmental Management*, 52, 427-440.
- Silva, L. G. F. (2012). *Impactos do REDD em uma economia camponesa amazônica: uma análise baseada em eficiência reprodutiva* [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará].
- Silva, S. T. (2005). Reflexões sobre o ICMS ecológico. In S. A. S. Kishi, S. T. Silva, & I. V. P. Soares (Eds.), *Desafios ambientais no século XXI: estudos em homenagem a Paulo Affonso Leme Machado* (pp. 753-776). Malheiros.
- Steenbock, W., et al. (2013). *Agrofloresta, ecologia e sociedade*. Kairós Edições Ltda.
- Steinfeld, J. P., et al. (2024). Identifying agroforestry characteristics for enhanced nutrient cycling potential in Brazil. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 362.
- Tubiello, F. N. (2007). *Climate change adaptation and mitigation: challenges and opportunities in the food sector*. FAO.
- Tubiello, F. K., et al. (2022). Pre-and post-production processes increasingly dominate greenhouse gas emissions from agri-food systems. *Earth System Science Data*, 14(4), 1795-1809.
- Wolf, R. (2013). *Estratégias corporativas sobre mudanças climáticas e baixo carbono: um estudo de caso envolvendo sistema agroflorestal na fazenda Santa Terezinha, Sidrolândia, MS* [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Grande Dourados].
- World Economic Forum. (2024). *The Global Risks Report 2024*.
- Wunder, S. (2005). *Payment for environmental services: some nuts and bolts*. Center for International Forestry Research.

Declaração de contribuição dos autores

Bruno Feltrin Puttini: Conceitualização: delineamento conceitual do estudo, com ênfase nos referenciais sobre Sistemas Agroflorestais (SAFs); Metodologia: formulação de palavras-

chave associadas aos SAFs e interação exploratória com as bases de dados; Investigação: responsabilidade principal pela identificação de estudos sobre SAFs, incluindo a categorização por biomas e tipos de sistemas; Curadoria de dados: organização e classificação dos dados extraídos, com foco nos arranjos de SAFs; Recursos: bolsa de doutorado e apoio no acesso e gerenciamento de fontes, bases de dados e documentos; Redação – rascunho original, revisão e edição: coautoria do manuscrito, com contribuições à redação inicial, revisão e aprimoramento do texto.

Débora Naidhig: Conceitualização: contribuição substantiva ao desenvolvimento do arcabouço conceitual relacionado aos instrumentos econômicos de política ambiental; Metodologia: estruturação metodológica da ScR, incluindo estratégia de busca e critérios de elegibilidade; Investigação: codificação e extração de dados, com ênfase na análise dos instrumentos econômicos e sua distribuição por biomas; Recursos: bolsa de doutorado e obtenção e gerenciamento das fontes primárias e secundárias; Curadoria dos dados: principal responsável pela sistematização, organização e verificação dos dados extraídos; Escrita do rascunho original, revisão e edição: coautoria do manuscrito, com participação na redação inicial e nas revisões subsequentes..

Guilherme Dourado dos Reis: Metodologia: delineamento da revisão de escopo e revisão crítica da seção metodológica; Investigação: apoio às atividades investigativas lideradas por Débora Naidhig; Recursos: coleta e no gerenciamento dos documentos incluídos na ScR; Curadoria dos dados: participação na organização e revisão da planilha de extração de dados; Escrita do rascunho original, revisão e edição: coautoria do manuscrito, com contribuições à redação e revisão crítica do texto.

Rosana Icassatti Corazza: Conceitualização: apoio à concepção original da estudo, definição do objetivo e da pergunta de pesquisa, em diálogo com os projetos de doutorado dos orientandos; Metodologia: supervisão da definição metodológica da revisão de escopo, conforme as diretrizes do JBI e do PRISMA-ScR; Supervisão: orientação acadêmica de todos os coautores, ao longo da construção do protocolo, execução da ScR, análise e redação do manuscrito; Escrita – revisão e edição: revisão crítica, reestruturação argumentativa e refinamento das versões preliminares do manuscrito; Administração do projeto: coordenação da articulação entre os projetos de doutorado e da agenda coletiva de pesquisa vinculada ao grupo de orientandos no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Política Científica e Tecnológica da Unicamp.

Declaração de conflito de interesse

Os autores declaram que não há conflito de interesses a mencionar.

Declaração de disponibilidade de dados da pesquisa

Todo o conjunto de dados de apoio aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

Este preprint foi submetido sob as seguintes condições:

- Os autores declaram que os necessários Termos de Consentimento Livre e Esclarecido de participantes ou pacientes na pesquisa foram obtidos e estão descritos no manuscrito, quando aplicável.
- Os autores declaram que a elaboração do manuscrito seguiu as normas éticas de comunicação científica.
- Os autores declaram que estão cientes que são os únicos responsáveis pelo conteúdo do preprint e que o depósito no SciELO Preprints não significa nenhum compromisso de parte do SciELO, exceto sua preservação e disseminação.
- Os autores declaram que os dados, aplicativos e outros conteúdos subjacentes ao manuscrito estão referenciados.
- O manuscrito depositado está no formato PDF.
- Os autores declaram que a pesquisa que deu origem ao manuscrito seguiu as boas práticas éticas e que as necessárias aprovações de comitês de ética de pesquisa, quando aplicável, estão descritas no manuscrito.
- Os autores declaram que uma vez que um manuscrito é postado no servidor SciELO Preprints, o mesmo só poderá ser retirado mediante pedido à Secretaria Editorial do SciELO Preprints, que afixará um aviso de retratação no seu lugar.
- Os autores concordam que o manuscrito aprovado será disponibilizado sob licença [Creative Commons CC-BY](#).
- O autor submissor declara que as contribuições de todos os autores e declaração de conflito de interesses estão incluídas de maneira explícita e em seções específicas do manuscrito.
- Os autores declaram que o manuscrito não foi depositado e/ou disponibilizado previamente em outro servidor de preprints ou publicado em um periódico.
- Caso o manuscrito esteja em processo de avaliação ou sendo preparado para publicação mas ainda não publicado por um periódico, os autores declaram que receberam autorização do periódico para realizar este depósito.
- O autor submissor declara que todos os autores do manuscrito concordam com a submissão ao SciELO Preprints.