

Panorama das publicações científicas sobre Pagamentos por Serviços Ambientais no Brasil

Bartira Rodrigues Guerra ^I
Stella Verdasca ^{II}
Maria Rita Raimundo e Almeida ^{III}
Victor Eduardo Lima Ranieri ^{IV}

Resumo: O Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) tem se tornado uma ferramenta para gestão territorial e conservação da natureza cada vez mais aplicada no contexto brasileiro. Diante disso, esse artigo teve por objetivo analisar e sistematizar informações acerca da evolução das publicações científicas sobre PSA no Brasil. Para tanto, foi realizada uma revisão bibliográfica sistemática. Os resultados indicaram a predominância de pesquisas voltadas a estudos de caso, com limites geográficos que seguem os recortes administrativos e bacias hidrográficas, e o serviço ecossistêmico mais estudado foi aquele relacionado à água. Já a análise por temática contribuiu para uma visualização dos objetivos que norteiam as pesquisas atuais e possíveis aplicações práticas deste instrumento. Portanto, recomenda-se ampliar as avaliações rigorosas, sistemáticas e com abordagem contrafactual, bem como estudos nos biomas Pantanal, Cerrado e Caatinga.

Palavras-chave: Conservação da Natureza; Instrumentos Econômicos; Pagamento por Serviços Ambientais; Revisão Bibliográfica Sistemática; Serviços Ecossistêmicos.

São Paulo. Vol. 27, 2024

Artigo Original

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc0101r2vu27LIAO>



^I Universidade de São Paulo (USP), Escola de Engenharia de São Carlos (EESC), São Carlos, SP, Brasil.

^{II} Universidade de São Paulo (USP), Escola de Engenharia de São Carlos (EESC), São Carlos, SP, Brasil.

^{III} Universidade Federal de Itajubá (Unifei), Itajubá, MG, Brasil.

^{IV} Universidade de São Paulo (USP), Escola de Engenharia de São Carlos (EESC), São Carlos, SP, Brasil.

Introdução

De acordo com a Constituição Federal do Brasil, todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, devendo o Poder Público e a coletividade defender e preservar esse bem de uso comum (BRASIL, 1988). Para cumprir esse direito, um conjunto de normas que configuram a proteção ambiental foi criado e as políticas públicas relacionadas podem ser aplicadas por meio do uso de ações de comando e controle e de instrumentos econômicos (NUSDEO, 2006).

Embora as regulamentações predominem entre as estratégias governamentais brasileiras para controlar as ameaças à conservação ambiental (PICHARILLO; RANIERI, 2019), políticas que aliam instrumentos econômicos e de comando e controle são tidas como complementares (BÖRNER, MARINHO, WUNDER, 2015; EZZINE-DE-BLAS et al., 2016). O Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) surge como um instrumento de política ambiental cada vez mais popular para gestão territorial em favor da conservação da natureza (EZZINE-DE-BLAS et al., 2016) e que busca “conciliar” os interesses dos proprietários de terras e dos atores externos por meio de compensações financeiras (WUNDER, 2007).

Apesar dos termos serviços ambientais e serviços ecossistêmicos aparecerem por muitas vezes como sinônimos na literatura científica internacional, há uma corrente de defensores de que haja uma distinção desses termos (e.g. MURADIAN et al., 2010; PEREIRA et al., 2020). Para Muradian et al. (2010), serviços ambientais (SA) são os benefícios associados a diferentes tipos de ecossistemas, gerenciados ativamente pelo ser humano (e.g. práticas agrícolas sustentáveis, paisagens rurais), enquanto serviços ecossistêmicos (SE) são os benefícios gerados pelos ecossistemas naturais. Assim sendo, são considerados como termos distintos por corresponderem a serviços que surgem de fluxos opostos: o fluxo dos serviços ecossistêmicos acontece da natureza para a sociedade, enquanto o fluxo dos serviços ambientais acontece da sociedade para a natureza (PEREIRA et al., 2020).

Uma definição amplamente utilizada para o PSA é a de Wunder (2015, p.241, tradução nossa): “Transação voluntária entre usuários e provedores dos SA, que é condicional diante de regras acordadas de gestão dos recursos naturais, para gerar SA considerados externalidades positivas”. O PSA tem, portanto, como um de seus objetivos remunerar as chamadas “externalidades positivas”, ou seja, pagar pelas ações de proprietários de terras que, ao proteger e/ou recuperar determinadas funções dos ecossistemas, geram benefícios a terceiros (SALZMAN et al., 2018).

A Avaliação Ecossistêmica do Milênio propôs a classificação dos SE em quatro categorias: serviços de suporte, provisão, regulação e culturais (MA, 2005), sendo que a maioria das classificações recentes se baseia nessa publicação. No entanto, quando se trata de PSA, os serviços costumam ser identificados por biodiversidade, paisagem, água e carbono (WUNDER, 2007). Para Grima et al. (2016), essas classificações estão relacionadas, uma vez que a conservação da biodiversidade diz respeito aos SE de suporte; a proteção da paisagem engloba os SE culturais; a melhoria da qualidade e quantidade da água está ligada aos SE de provisão; e aumentar o sequestro de carbono ou evitar emissões refere-se aos SE de regulação. Já os SE “mistos” envolvem as transações em que vários

SE são considerados no arranjo de PSA.

Apesar de instrumentos econômicos já estarem previstos na Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1981), o PSA pode ser considerado formalmente instituído pela Lei Federal nº 12.651/2012, que aborda o “Programa de Apoio e Incentivo à Preservação e Recuperação do Meio Ambiente”, pelo qual um proprietário rural que não consegue enquadrar-se nas normas de formação das reservas legais pode comprar os SA de outra propriedade, assim compensando legalmente as reservas não constituídas (GODECKE; HUPFFER; CHAVES, 2014). Apenas em 14 de janeiro de 2021, foi criada a Lei Federal nº 14.119, que instituiu a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais, criando a expectativa de sua expansão e debate no país (BRASIL, 2021).

Diante da heterogeneidade das políticas relacionadas ao PSA (KULL; SATRE; CASTRO-LARRAÑAGA, 2015) e da importância de conhecer o estado da arte das pesquisas, este trabalho objetivou analisar e sistematizar informações acerca da evolução das publicações científicas sobre PSA no Brasil.

Procedimentos Metodológicos

Foi realizada uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) das publicações relacionadas a PSA no Brasil, conforme CEE (2018). As RBS oferecem um nível mais amplo e exato de compreensão do que uma tradicional revisão da literatura, visando fornecer resumos abrangentes e passíveis de reprodução, com evidências importantes para orientar decisões políticas (BILOTTA; MILNER; BOYD, 2014; PATI; LORUSSO, 2018).

O intuito desta revisão foi traçar um panorama dos artigos científicos que tratam do instrumento econômico PSA. Esse panorama traz informações tanto sobre dados bibliográficos e geográficos (origem) do artigo, como também sobre as características do(s) caso(s) de PSA estudado(s), metodologias e formas como as pesquisas foram realizadas. A fim de direcionar a busca destes artigos, foram formuladas perguntas norteadoras, tais como: Qual a abordagem metodológica utilizada nas pesquisas sobre PSA? Quais instituições estão responsáveis pelo desenvolvimento das pesquisas sobre PSA no Brasil? Há uma tendência no número de publicações por ano ou no periódico escolhido para publicação? Em que recorte geográfico o PSA está sendo estudado nestas pesquisas? Quais os serviços associados aos esquemas de PSA estudados? Os esquemas de PSA estudados estão relacionados a quais assuntos? A partir dessas perguntas, foram definidos os termos de busca, assim como os critérios de elegibilidade dos trabalhos (PULLIN; STEWART, 2006; CEE, 2018).

Uma vez estabelecido o protocolo, as buscas foram realizadas por tópico (i.e., nos títulos, resumos e palavras-chave) em 16 de outubro de 2020 nas plataformas SciVerse Scopus, Web of Science e Scientific Electronic Library Online (SciELO), sem restrições para tipo de documento, idioma ou data. CEE (2018) recomenda avaliar a necessidade de busca na “literatura cinzenta”, que abrange documentos não indexados às plataformas científicas usuais. Essa etapa não foi realizada visto que o objetivo desta pesquisa foi analisar informações sobre publicações científicas em periódicos revisados por pares.

Assim como em Perevochtchikova et al. (2021), as sequências de pesquisa foram desenvolvidas e testadas até a saturação das combinações, considerando sinônimos e grafias alternativas. Também foram considerados os dois termos: serviços ecossistêmicos e serviços ambientais, associados ao termo PSA ou não. Essa decisão foi tomada com o intuito de capturar na busca todos os artigos referentes ao tema, sem o julgamento dos termos utilizados. Dessa forma, os termos finais de busca utilizados foram: “Brazil” AND (“payment* for ecosystem service*” OR “payment* for environmental service*”), e sua versão em português “Brasil” AND (“pagamento* por serviços ambientais” OR “pagamento* por serviços ecossistêmicos”). O asterisco (*) no final das palavras permite que o sistema localize suas derivações, aumentando o espectro de retorno na pesquisa.

A triagem dos trabalhos foi feita pela leitura dos títulos e resumos, a fim de selecionar aqueles de interesse para o contexto da pesquisa (PULLIN; STEWART, 2006; CEE, 2018). Os trabalhos duplicados e aqueles que claramente não respondiam às perguntas norteadoras foram descartados e os demais incluídos para leitura na íntegra (inclusive aqueles sobre os quais havia dúvida a partir da leitura do título e resumo). Foram excluídos os documentos que não tratavam do PSA no Brasil ou aqueles nos quais o PSA não estava diretamente associado aos objetivos do trabalho.

Os documentos selecionados foram codificados e deles foram extraídos dados para análises quantitativas e por temática (Quadro 1). Para as informações utilizadas nas análises meramente quantitativas, as categorias foram pré-estabelecidas de acordo com informações gerais de publicações científicas e com as classificações do foco do PSA estudado. Cabe destacar que apenas as informações que tratam sobre o foco do PSA estavam relacionadas aos esquemas estudados nos trabalhos levantados pela RBS, sendo que o restante das informações extraídas e discutidas tem relação com os trabalhos científicos identificados. Já os dados para análises por temáticas foram categorizados de acordo com o objetivo e/ou assuntos centrais dos documentos e o tipo de informação extraída foi organizado em 7 categorias, criadas a posteriori, a partir da leitura dos textos selecionados e agrupamento dos temas semelhantes.

Quadro 1 - Formulário para codificação e extração dos elementos analisados nos documentos

	Tipo de informação	Categorias para extração de dados
Dados para Análises Quantitativas	Dados Bibliográficos	Título
		Ano
		Meio de publicação (periódico ou livro)
	Recorte geográfico da área de estudo do trabalho científico	Bioma; Bacia hidrográfica (BH); Recorte administrativo (estado ou município); País
	Instituição(ões) de pesquisa	Vínculo do(s) autor(es)
		Localidade da(s) instituição(ões)
	Enfoque do trabalho científico	Estudo de Caso; Teórico
	Abordagem do método do trabalho científico	Quantitativa; Qualitativa; Mista
Foco do PSA estudado ^{1,2}	Água; Carbono; Biodiversidade; Paisagem; Misto; Não especificado ³	
Dados para Análises por Temáticas	Objetivos e/ou assuntos centrais abordados no trabalho científico	Arranjo institucional
		Efeitos do PSA sobre os aspectos físico-biológicos
		Efeitos do PSA sobre os aspectos socioeconômicos
		Motivações
		Priorização de áreas para PSA
		Valoração
		Viabilidade do PSA

Nota: ¹ Segundo Wunder (2007).

² A classificação relativa ao foco do PSA foi realizada de acordo com o descrito pelos autores de cada artigo.

³ Foram classificados como “Não especificado” os documentos que não descreveram objetivamente qual(is) o(s) SE(s) priorizados no esquema de PSA estudado ou usado como exemplo nos documentos analisados e aqueles que não tem como objeto estudos de caso ou análises de esquemas específicos de PSA.

Fonte: Elaborado pelos autores.

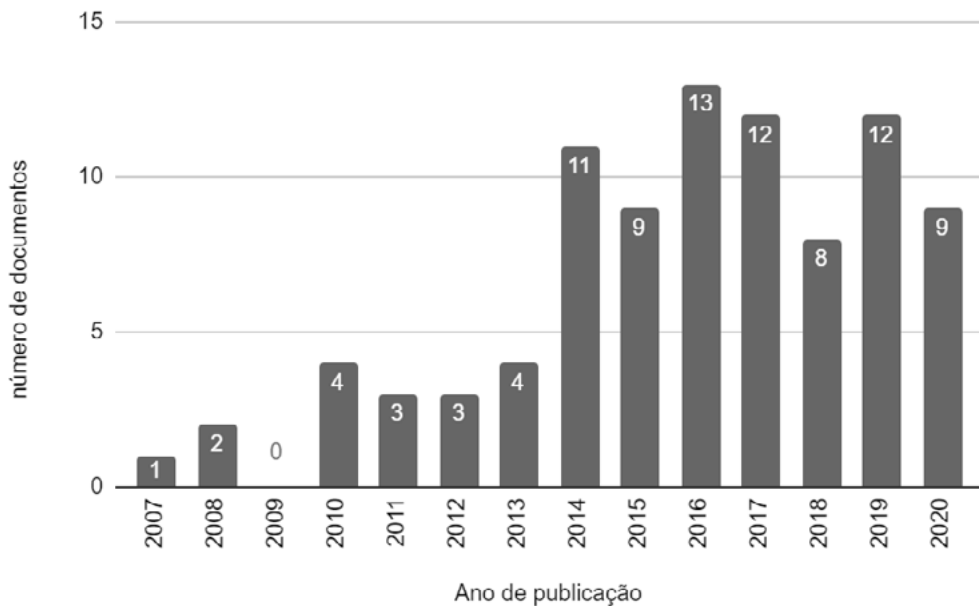
Resultados e Discussão

A busca nas plataformas científicas resultou na captura de 147 publicações, já excluídos os duplicados. Após a triagem, 91 documentos foram selecionados para análise e extração dos dados. A apresentação dos resultados foi dividida segundo as análises quantitativas e por temática.

Análises quantitativas

Na Figura 1, observa-se que as publicações sobre PSA no Brasil tiveram início em 2007, logo após publicação da Avaliação Ecológica do Milênio (MA, 2005), quando o tema passou a ganhar destaque. Foi também nessa época (a partir de 2006) que surgiram as primeiras iniciativas de PSA no Brasil (PAGIOLA; VON GLEHN; TAFFARELLO, 2013). Contudo, até 2013, a quantidade de documentos não passou de 4 por ano. A partir de 2014, observou-se um aumento expressivo na quantidade de publicações em relação aos anos anteriores, com destaque para o ano de 2016 (n=13; 14,3%).

Figura 1 - Número de documentos científicos selecionados pela RBS, considerando o ano de publicação



Fonte: Elaborado pelos autores.

Esses números convergem com o aumento de publicações no âmbito internacional, a partir de 2012, e refletem o interesse da comunidade científica sobre o tema (PEREVO-CHTCHIKOVA et al., 2021). No Brasil, os estudos científicos mais antigos encontrados na RBS consistem em avaliações das políticas e programas implementados em nível local a partir de 2006 (e.g. BÖRNER; MENDOZA; VOSTI, 2007; HALL, 2008; ZOLIN et

al., 2011). Uma das primeiras iniciativas para sistematizar os resultados e experiências dos programas de PSA brasileiros ocorreu no “Workshop sobre Pagamentos por Serviços Ambientais: Experiências no Brasil”, promovido pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente de São Paulo em 2011 (PAGIOLA; VON GLEHN; TAFFARELLO, 2013). A pressão das iniciativas locais de PSA culminaram na implementação nacional dos instrumentos econômicos (incluindo o PSA), introduzidas pela Lei Federal nº 12.651/2012 (GODECKE; HUPFFER; CHAVES, 2014). Esse aparato legislativo também pode ter contribuído com o crescimento de publicações.

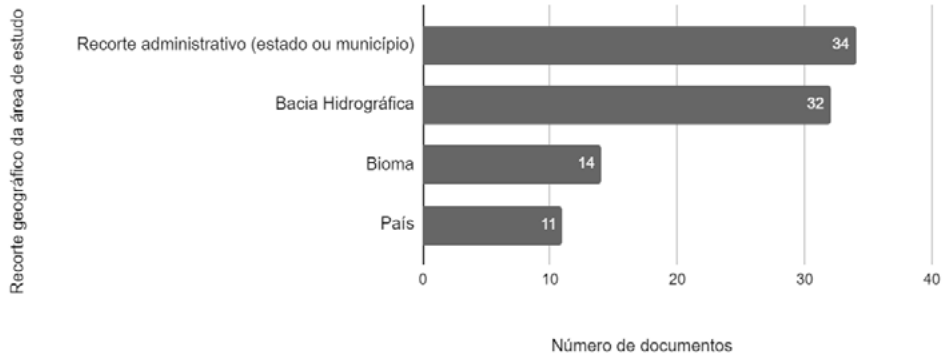
Os documentos analisados foram publicados na forma de 89 artigos em 55 revistas científicas e 2 capítulos em 2 livros. Os artigos foram encontrados em periódicos de diversas áreas de conhecimento, com destaque para a revista *Ecological Economics* (n=15), especialmente a partir de 2016. A maior concentração de artigos publicados nesta revista coincide com os resultados alcançados por Grima et al. (2016). As revistas *Ecosystem Services* e *Engenharia Sanitária e Ambiental* apareceram em segundo e terceiro lugar, com 7 e 5 artigos, respectivamente. Na *Revista Ambiente & Água*, foram encontrados 4 artigos e, na *Ambiente & Sociedade*, apareceram 3. Outros 5 periódicos tiveram 2 artigos cada, e os demais aparecem com um documento apenas.

No que diz respeito às instituições de pesquisa nas quais foram desenvolvidos os estudos, foram identificadas 138. A Universidade de São Paulo apareceu em destaque com pelo menos um autor em 29 documentos. Em seguida, apareceram a Universidade Estadual Paulista (pelo menos um autor em 13 documentos), Universidade Federal de São Carlos (pelo menos um autor em 8 documentos) e Universidade Federal de Minas Gerais (pelo menos um autor em 7 documentos). Das demais instituições, 5 apareceram em 5 publicações, 2 em 4, 8 em 3, 23 em 2 e 96 em 1 publicação.

As universidades públicas brasileiras se destacaram dentre as instituições de pesquisa nas quais os estudos foram desenvolvidos (n=27). Esse fato realça a importância dessas universidades para as pesquisas com PSA no Brasil, como acontece em outras áreas do conhecimento (WEB OF SCIENCE GROUP, 2019).

Quanto ao recorte geográfico da área de estudo dos documentos científicos analisados, a maioria (n=34; 37,4%) teve como foco áreas delimitadas por recortes administrativos (Figura 2).

Figura 2 - Recorte geográfico da área de estudo utilizado pelos trabalhos científicos selecionados na RBS



Fonte: Elaborado pelos autores.

Dos 34 trabalhos científicos que adotaram um recorte administrativo, destacam-se as áreas de estudo localizadas no norte do Brasil ($n=16$). Em seguida, aparecem as áreas com o foco no sudeste ($n=13$), sul ($n=4$), centro-oeste e nordeste ($n=1$ cada). Vale ressaltar que um documento podia abranger como recorte de estudo mais de uma região do país.

Em segundo lugar, aparecem os trabalhos que utilizaram BH como área de estudo ($n=32$; 35,2%), dos quais 25 envolveram áreas no sudeste do Brasil. Dezesete trabalhos envolveram a BH do Paraná, 14 a BH do Atlântico Sudeste, 3 trabalhos envolveram a BH do Atlântico Sul, 1 a BH do Paraguai e 1 a BH Amazônica. Cabe ressaltar que um trabalho podia envolver mais de uma BH. No caso dos trabalhos que adotaram biomas como recorte de estudo, 9 foram desenvolvidos na Amazônia, 3 na Mata Atlântica, 1 no Pantanal e 1 no Cerrado. Por fim, 11 estudos analisaram o PSA considerando o país como um todo.

A escolha dos trabalhos científicos pelo recorte da BH justifica-se por um contexto estabelecido: tendo em vista que a água é considerada um bem cada vez mais pressionado, os esquemas de PSA voltados à proteção de BH têm se destacado na América Latina (GRIMA et al., 2016; PEREVOCHTCHIKOVA et al., 2021), sendo observada a realização de estudos científicos no Brasil, especialmente com recorte para a região sudeste. O aumento da escassez de água em áreas de alto consumo desencadeou a busca por formas alternativas de aumentar o abastecimento, o que vem favorecendo as estratégias de gestão baseadas em PSA (JARDIM; BURSZTYN, 2015; GRIMA et al., 2016). Além disso, as pessoas conseguem mensurar facilmente os danos, diretos e a curto prazo, que podem sofrer com o manejo de má qualidade dos recursos hídricos e da BH à qual pertencem. Legalmente, o apelo do PSA nos arranjos de gestão das águas pode se basear na cobrança

pelo uso dos recursos hídricos, instituída pela Política Nacional de Recursos Hídricos, ou mesmo no Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, que alude à compensação financeira pelo uso dos recursos hídricos provenientes de Unidades de Conservação.

O PSA também pode ser adotado como estratégia para conservação de áreas ripárias, no cumprimento da Lei Federal nº 12.651/2012 (STABILE et al., 2020). Contudo, estudos sugerem que somente o pagamento pode não ser suficiente para os proprietários conservarem ou recuperarem essas áreas (SALOMÃO; LIMA; RAJÃO, 2022) e há evidências de que muitos programas pagam pela conservação que teria acontecido de qualquer maneira, em vez de incentivar mudanças reais no uso da terra (BÖRNER et al., 2017; MARTINO; KONDYLIS; ZWAGER, 2016).

O enfoque dos trabalhos mostra que 83,5% (n=76) dos documentos levantados pela RBS envolveram estudos de casos específicos, em geral buscando avaliar os resultados e efetividade de um programa selecionado sob aspectos econômicos, sociais e ambientais, validar uma metodologia em desenvolvimento, entender as motivações que levam proprietários a aderirem ao PSA ou avaliar a viabilidade para implementação desses programas. Já os documentos científicos teóricos representaram 16,5% (n=15) e buscaram discutir as dimensões políticas dos programas de PSA, as relações e as influências para com a economia e população locais, além de tratar dos fatores que podem influenciar na sua implementação.

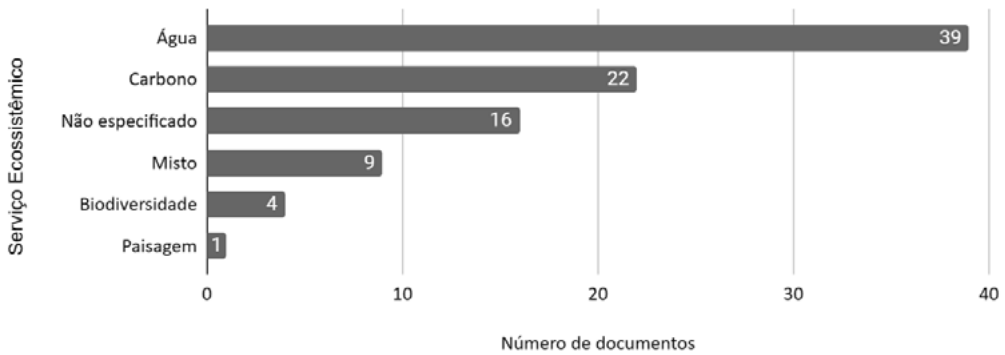
O fato da maior proporção das pesquisas analisadas envolver estudos de caso, em escalas regionais ou locais, reafirma o que foi discutido e converge com Grima et al. (2016). Os autores apontaram que 90% dos documentos resultantes de uma busca sistemática de pesquisas relacionadas a PSA na América Latina direcionam a pesquisa a estudos de casos locais ou regionais.

Porém, a literatura aponta para fragilidades de avaliações de impacto de programas de PSA que, muitas vezes, são simplesmente monitoramento de indicadores. Assim, tal abordagem pode produzir resultados ambíguos e enviesados (FERRARO, 2009). Nesse contexto, surgem alternativas metodológicas mais indicadas, com destaque para as avaliações rigorosas, sistemáticas e com abordagem contrafactual. Para Ferraro (2009), elucidar relações causais por meio do pensamento contrafactual e desenhos experimentais ou quase-experimentais é essencial na política ambiental.

Sobre a abordagem metodológica dos documentos levantados pela RBS, os trabalhos quantitativos apareceram em maior número (n=36; 39,6%), seguidos pelos qualitativos (n=32; 35,2%) e pelos que conciliaram ambas as abordagens (n=23; 25,3%). Observou-se que a maioria dos trabalhos científicos que adota o enfoque teórico (n=11; 73,3%) utilizou a abordagem qualitativa de análise. Por outro lado, nos estudos de caso predominaram as abordagens quantitativas (n=32; 42,1%) e mistas (n=23; 30,3%). De acordo com Arriagada et al. (2009), as evidências qualitativas de estudos de caso são úteis para extrair o contexto social e institucional dentro do qual o programa de PSA opera. Com relação ao foco do PSA estudado nos documentos levantados pela RBS, a Água aparece em primeiro lugar (42,9%), seguido pelo de Carbono (24,2%), Não especificado (17,6%),

Misto (9,9%), Biodiversidade (4,4%) e Paisagem (1,1%) (Figura 3).

Figura 3 - Foco do PSA estudado nos trabalhos científicos



Fonte: Elaborado pelos autores.

A prevalência de estudos de caso de PSA com foco no tema água converge com Grima et al. (2016) para o contexto latino-americano. Os autores destacam que metade dos casos estudados na América Latina é de programas de PSA-hídrico. Essa tendência também foi constatada por Wunder et al. (2018), que realizou uma avaliação desses esquemas em escala mundial.

Trabalhos que estudaram esquemas de PSA com foco em carbono apareceram em segundo lugar, objetivando a redução de queimadas e desmatamentos ilegais. Assim como ilustrado por Wunder et al. (2018), os artigos científicos que estudaram esquemas de PSA com foco em carbono estavam majoritariamente relacionados com a região amazônica ($n=17$; 77,3%). Essa preocupação pode estar relacionada ao fato de que o Brasil tem sido uma das principais fontes de perda global de cobertura vegetal, bem como pelo desmatamento e a degradação nas regiões tropicais protagonizarem as emissões antrópicas de dióxido de carbono (HANSEN et al., 2013; BÖRNER; MARINHO; WUNDER, 2015; SIMONET et al., 2018).

Esquemas de PSA focarem em apenas um SE pode ocultar outros serviços e influenciar recomendações de política e gestão, de forma a maximizar o SE estudado, trazendo consequências que podem ser negativas (KULL; SATRE; CASTRO-LARRAÑAGA, 2015). De acordo com os autores, os ecossistemas fornecem uma infinidade de SE, mas a necessidade de evidências específicas e de valoração normalmente limita os pesquisadores e formuladores de políticas a um ou poucos SE.

Nesse contexto, apenas 9 trabalhos científicos trouxeram discussões baseadas em esquemas de PSA classificados como Mistos, seja a partir de um estudo de caso, utilizando do PSA como ferramenta para a comprovação de modelos ou simplesmente como um

exemplo de aplicação. Silva et al. (2016), por exemplo, analisaram a implementação futura de um esquema de PSA em um município do cinturão canavieiro do estado de São Paulo. Para tanto, incluíram como fonte de dados principais o mapeamento dos SE relacionados aos principais tipos de uso da terra da região, elencando os SE que são potencialmente ofertados na área estudada. Para Farley et al. (2010), que estudaram o desenho dos programas de PSA como ferramenta de incentivo e os obstáculos para o desenvolvimento de um esquema em nível global, independentemente da abordagem adotada, os pagamentos devem ter como foco um grupo de serviços.

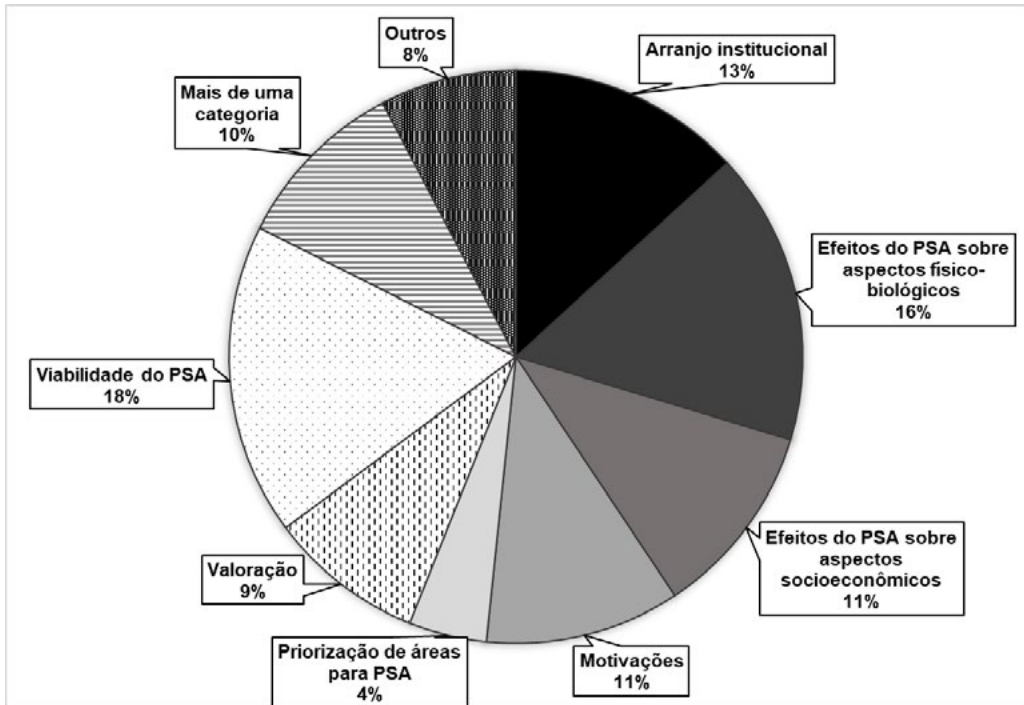
Os esquemas de PSA relacionados a SE entendidos como bens públicos, como os de biodiversidade, podem enfrentar dificuldades na identificação e delimitação dos usuários (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008). A não excludabilidade possibilita que os usuários tenham fortes incentivos a usufruir desses SE sem pagar por eles, conceito conhecido na literatura como *free riding* (carona, em português) e utilizado pelos referidos autores. Dos 4 trabalhos encontrados que tratavam de esquemas de PSA com foco exclusivamente neste SE, 3 tinham o esquema de PSA relacionado à conservação de espécies marinhas (BEGOSSI, 2011; 2014; LOPES; VILLASANTE, 2018), enquanto o outro usou o PSA como ferramenta para estimar o custo da conservação nos *hotspots* de biodiversidade da Mata Atlântica (BANKS-LEITE et al.; 2014). Esses resultados convergem com Grima et al. (2016), que identificaram e analisaram apenas 1 esquema de PSA sobre biodiversidade na América Latina.

Por fim, os esquemas de PSA relacionados à paisagem também encontram dificuldades, pois envolvem conceitos e SE não quantificáveis, enraizados na experiência humana (KULL; SATRE; CASTRO-LARRAÑAGA, 2015). Há consideravelmente menos trabalhos dedicados a estudar esquemas de PSA com foco na paisagem e, conseqüentemente, há várias questões com déficit de aprofundamento relacionadas à participação e à indenização que os proprietários florestais pleiteariam por fazerem acordos voluntários para fornecer valores paisagísticos e recreativos (MÄNTYMAA et al., 2018). O panorama latino-americano também indicou uma baixa ocorrência de esquemas focados nesse SE (GRIMA et al., 2016), mesmo havendo metodologias disponíveis de valoração contingente, capazes de avaliar a disposição a pagar e a receber de potenciais participantes (MÄNTYMAA et al., 2018; MOORE; HOLMES; BELL, 2011). Porém, as dificuldades de se valorar economicamente em linguagem monetária os serviços culturais e de paisagem podem criar dificuldades para o aprofundamento de pesquisas sobre esse SE dentro do tema PSA.

Análises por temática

Além das análises quantitativas, buscou-se também apresentar os principais temas, objetivos e métodos utilizados pelos autores no desenvolvimento de seus trabalhos científicos, respeitando a forma como as informações foram apresentadas nos documentos originais. A seguir, tais informações são apresentadas de acordo com as categorias estabelecidas, como descrito na metodologia (Figura 4). Vale lembrar que um trabalho pode ter sido incluído em mais de uma categoria.

Figura 4 - Síntese dos resultados das análises por temática



Nota: Outros - Trabalhos científicos que não se enquadraram em nenhuma das categorias estabelecidas.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A importância do arranjo institucional dos esquemas de PSA foi estudada em 16 documentos. Os principais temas abordados nessas pesquisas estavam relacionados às questões de governança, escala dos programas, realização de parcerias por autoridades governamentais (e.g. RICHARDS et al., 2015), aspectos legais relacionados ao instrumento (e.g. LEITE; ANGUITA, 2017), importância do contexto institucional e social (e.g. PEREIRA, 2010) e distribuição dos benefícios entre os provedores dos serviços (e.g. BÖRNER et al. 2010).

Outros temas abordados foram: as características das organizações políticas e administrativas (e.g. ROSA DA CONCEIÇÃO; BÖRNER; WUNDER, 2015); o uso do PSA no controle da poluição (e.g. LIBANIO, 2016); e os estudos dos arranjos institucionais necessários e obstáculos para implementação e desenvolvimento de esquemas de PSA eficazes (e.g. FARLEY et al., 2010; FIORE; BARDINI; CABRAL, 2020). Esses estudos basearam-se principalmente em metodologias qualitativas, como análise documental, revisão da literatura e entrevistas.

A partir da leitura dos trabalhos nessa temática, os principais destaques referem-se à dificuldade em identificar, indicar e distribuir os benefícios financeiros aos provedores dos SE (e.g. BÖRNER et al. 2010; LEITE; ANGUITA, 2017) e à importância dos governos

locais para implementação dos esquemas estudados (e.g. JARDIM; BURSZTYN, 2015; FIORE; BARDINI; CABRAL, 2020).

A análise dos efeitos sobre os aspectos físico-biológicos foi assunto de 19 estudos. O principal tema abordado foi a avaliação da efetividade dos esquemas de PSA brasileiros. Foram identificados estudos com o objetivo de medir a eficiência do PSA na redução das queimadas e desmatamento, em comparação com as políticas tradicionais de comando e controle (e.g. BÖRNER; MARINHO; WUNDER, 2015; CAMMELLI; ANGELSEN, 2019), bem como para o incremento da cobertura florestal (e.g. FIORINI et al., 2020) e o sinergismo entre diferentes SE gerados (e.g. VIANI et al., 2018).

Destaca-se a carência de estudos que adotem uma análise de cenários contrafactual, visto que cientistas internacionais têm recomendado essa abordagem, a fim de avaliar sistematicamente e com base em evidências a efetividade dos programas de PSA (BÖRNER et al., 2017). Tal carência é confirmada na revisão de Wunder et al. (2020) sobre o desempenho passado e as perspectivas para os esquemas de PSA, em âmbito global, na qual aparecem apenas Ruggiero et al. (2019), Simonet et al. (2018) e Fiorini et al. (2020) como estudos brasileiros que analisaram cenários com grupos controle construídos a partir de uma abordagem contrafactual.

Pesquisas relacionadas à importância da Amazônia para a mitigação do aquecimento global, em que os programas de PSA e de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação florestal (REDD+, sigla em inglês) são estudados como formas para compensar as emissões de carbono e manter as florestas, também tiveram destaque na literatura analisada nessa temática (e.g. FEARNSSIDE, 2012). Outros estudos com temas variados foram encontrados, como: avaliação da perda de solo e análise de cenários de uso e cobertura do solo para maximizar o provimento de SE, principalmente os hidrológicos (e.g. PAVANI et al., 2020); e avaliação fitossociológica de áreas onde esquemas de PSA estão implementados (e.g. MELO et al., 2016).

As principais metodologias utilizadas nos estudos levantados pela RBS sobre os aspectos físico-biológicos foram as modelagens matemáticas (e.g. BÖRNER; MARINHO; WUNDER, 2015) e de cenários, baseadas na ecologia da paisagem e com a utilização de Sistemas de Informação Geográfica (e.g. VIANI et al., 2018). Também foram realizadas análises quantitativas de variáveis físicas, químicas, microbiológicas e/ou da biodiversidade (e.g. MELO et al., 2016; KLAMT et al., 2019; PAVANI et al., 2020). Alguns estudos dessa categoria utilizaram análise documental (e.g. PAGIOLA; PLATAIS; SOSSAI, 2018), entrevistas (e.g. FIORINI et al., 2020) e aplicação da teoria dos jogos com proprietários rurais (e.g. CAMMELLI; ANGELSEN, 2019).

Dezesseis estudos tiveram seus objetivos direcionados aos efeitos do PSA sobre aspectos socioeconômicos. Dentre os temas abordados nesses trabalhos, pode-se destacar: planejamento e oportunidade futura de implementação de programas de PSA (e.g. BÖRNER; MENDOZA; VOSTI, 2007; TREVISAN et al., 2016), avaliação da efetividade de PSA já implementados (e.g. YOUNG; BAKKER, 2014; SANTOS et al., 2020) e melhoria da saúde ambiental com o uso de PSA (e.g. FAVARO; ROSSIN, 2014). Para desenvolver esses estudos, os autores utilizaram-se de metodologias variadas, desde a

criação de modelos preditivos ou de simulação (e.g. BÖRNER; MENDOZA; VOSTI, 2007; YOUNG; BAKKER, 2014) e uso de indicadores de eficiência (e.g. SANTOS et al., 2020), até a aplicação de entrevistas (e.g. TREVISAN et al., 2016) e revisão de literatura (e.g. FAVARO; ROSSIN, 2014).

Os trabalhos científicos analisados nessa temática evidenciaram que grande parte dos PSA brasileiros está relacionada às populações mais vulneráveis socialmente, especialmente nos estudos de casos localizados no bioma amazônico (e.g. PEREIRA, 2010; ALVES-PINTO et al., 2018). Esse contexto reforça a importância da continuidade nas pesquisas nesse tema.

Foram identificados 12 trabalhos científicos com objetivos direcionados às motivações para participar dos esquemas de PSA. Os principais temas dessas pesquisas estavam relacionados com: compreensão dos fatores que influenciam os proprietários rurais a participarem de esquemas de PSA (e.g. MOTTA; ORTIZ, 2018; ALMEIDA; SILVA; SANTOS, 2019); diferença na disposição em participar de programas de conservação comparado aos de restauração (e.g. ALARCON et al., 2017); construção do conteúdo dos contratos para que estes sejam vantajosos e interessantes para os potenciais participantes do esquema (e.g. RICHARDS et al., 2017); e quantidade de recurso financeiro necessária para adesão dos atores envolvidos (e.g. RICHARDS et al., 2020). Os principais métodos utilizados pelos autores foram entrevistas (e.g. TREVISAN et al., 2016), questionários (RICHARDS et al., 2020), análise documental (e.g. SILVA et al., 2016), revisão de literatura (e.g. RICHARDS et al., 2017) e valoração contingente (e.g. MOTTA; ORTIZ, 2018).

Quatro trabalhos tiveram seus objetivos ligados ao estudo de formas de priorização de áreas para a implementação de esquemas de PSA. Destes, 2 analisaram as interações necessárias para implementação de um programa de PSA. Rosa et al. (2014) verificaram, em uma microbacia, as interações entre a estrutura da paisagem, relevo e hidrografia, por meio da classificação e tabulação cruzada de informações de declividade e de cobertura e uso do solo, que resultou em um mapa temático de áreas prioritárias. Eloy et al. (2012) analisaram a integração entre atividades agrícolas e áreas destinadas a esquemas de PSA, por meio de análise documental e entrevistas. Os outros dois trabalhos objetivaram o desenvolvimento de metodologias para determinar áreas prioritárias para implementação de esquemas de PSA por meio da elaboração de indicadores e índices, com base em informações de uso e ocupação do solo (FERNANDES; BOTELHO, 2016; MONTEIRO et al., 2018).

Oito estudos identificados na RBS tiveram seus objetivos relacionados à categoria de valoração econômica dos esquemas de PSA e/ou dos serviços envolvidos. Dentre os temas abordados nesses trabalhos, destacam-se as análises econômicas (e.g. MACEDO et al., 2014; OLIVEIRA JUNIOR; REIS, 2020), que são úteis para dar mais robustez aos programas vigentes, embasar o planejamento de novas propostas e monitorar resultados de esquemas em vigor. Dentro deste tema, houve estudos para estimar os recursos financeiros necessários para esquemas de PSA (e.g. MACHADO et al., 2016), os impactos ambientais relacionados à erosão do solo e ao assoreamento de cursos d'água (e.g. MACEDO et al., 2014), o valor de SE prestados para a conservação de mananciais e o valor dos próprios

SE (e.g. GIANNETTI et al., 2011).

Estes estudos de valoração utilizaram como métodos a avaliação do custo de oportunidade (e.g. GREENLEAF, 2020), a valoração contingente (e.g. OLIVEIRA JUNIOR; REIS, 2020), o uso de *softwares* para análises espaciais (e.g. RIBEIRO et al., 2015), a “síntese de emergência” (e.g. GIANNETTI et al., 2011), entrevistas e análises históricas e conceituais (e.g. GREENLEAF, 2020).

Por fim, 18 estudos identificados na RBS tiveram seus objetivos direcionados à viabilidade do PSA. Dentre os temas abordados, pode-se destacar: avaliação de características ambientais e socioeconômicas da área pretendida para o esquema de PSA e a consideração dessas características na implementação dos esquemas, visando contribuir para a sustentabilidade da política de conservação dos recursos disponíveis (e.g. CORRÊA; TONELLO; FRANCO, 2016; ALMEIDA; SILVA; SANTOS, 2019); o papel da governança local, por meio de acordo que visa reorientar as atividades de uso da terra e o manejo florestal, em áreas onde serão implementados esquemas de PSA (e.g. CENAMO; CARRERO, 2012); avaliação da implementação de intervenções de REDD+, visando também aprimorar o desenho dessas iniciativas (e.g. WEST et al., 2018); e revisão histórica das atividades econômicas/culturais da área pensada para o esquema de PSA, para assim avaliar sua implementação e alcance dos objetivos de conservação (e.g. BEGOSSI, 2014). Esses tipos de trabalhos têm sido usados para demonstrar também áreas onde o esquema não é viável (e.g. LIMA et al., 2013), bem como a importância de combinar o pagamento com outros instrumentos de política ambiental, de forma a alcançar metas sociais e ambientais (BEGOSSI et al., 2011; BÖRNER; MARINHO; WUNDER, 2015).

As principais metodologias aplicadas pelos autores que abordam o tema de viabilidade do PSA variaram desde revisões históricas, RBS (e.g. BEGOSSI, 2014), análise de conteúdo (e.g. SOUZA et al., 2016), entrevistas, *workshops* e reuniões políticas (e.g. CENAMO; CARRERO, 2012), até a aplicação de modelos matemáticos (e.g. WEST et al., 2018).

Considerações Finais

As pesquisas científicas sobre PSA aumentaram consideravelmente na última década e o Brasil acompanhou essa evolução, com mais publicações a partir de 2014. A maior proporção das pesquisas analisadas envolveu estudos de caso em escalas regionais ou locais. A alta incidência de estudos com recorte administrativo pode estar vinculada ao fato de, quando a busca foi realizada, o Brasil ainda não possuir efetivamente em sua legislação federal diretrizes específicas aprovadas para instituição do instrumento, deixando a cargo de municípios e estados a sua implementação.

Os resultados também mostraram que as pesquisas estão concentradas na região Sudeste, tanto no que se refere às instituições em que foram desenvolvidas, quanto pelo recorte geográfico estudado. Nesse aspecto, as universidades públicas se sobressaíram, reforçando a importância dessas instituições.

A análise por temática contribuiu para o entendimento da complexidade do instru-

mento PSA, a partir das pesquisas realizadas. Observou-se o enfoque nos temas: arranjo institucional; efeitos do PSA sobre os aspectos físico-biológicos; efeitos do PSA sobre os aspectos socioeconômicos; motivações para participar dos esquemas de PSA; priorização de áreas para PSA; valoração econômica dos esquemas de PSA e/ou dos serviços envolvidos; e viabilidade do PSA. Tais temas demonstram as preocupações que norteiam as pesquisas atuais e possíveis aplicações práticas do instrumento.

É necessário reconhecer que há muito o que se aprimorar quanto à pesquisa sobre o PSA no contexto brasileiro, a qual carece de avaliações rigorosas, sistemáticas e com abordagem contrafactual. Além disso, seguindo a tendência internacional, não foram encontrados estudos que tratam especificamente de serviços culturais. Sendo assim, deve-se promover incentivos para o desenvolvimento dos estudos que preencham essas lacunas, principalmente nos estados localizados fora da região sudeste. A proporção de estudos nos biomas Pantanal, Cerrado e Caatinga pode ser ampliada, diante da relevância ecológica e área relativa que ocupam no Brasil. Assim, espera-se que os resultados deste trabalho possam contribuir para o desenvolvimento de novas pesquisas sobre PSA no Brasil e que estudos futuros sejam feitos avaliando-se as possíveis mudanças na tendência de publicações e no uso do PSA após a publicação da Lei Federal nº 14.119/ 2021.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

Referências

ALARCON, G. G. et al. Additionality is in detail: Farmers' choices regarding payment for ecosystem services programs in the Atlantic forest, Brazil, *Journal of Rural Studies*, v.54, p.177–186, 2017.

ALMEIDA, M. R. R.; SILVA, R. F.; SANTOS, A. C. Analysis of potential of project implementation of payment for environmental services (PSE) in Uberlândia Region. *HOLOS*, v.1, p.1-17, 2019.

ALVES-PINTO, H. N. et al. Economic Impacts of Payments for Environmental Services on Livelihoods of Agro-extractivist Communities in the Brazilian Amazon. *Ecological Economics*, v.152, p.378-388, 2018.

ARRIAGADA, R. A. et al. Combining Qualitative and Quantitative Methods to Evaluate Participation in Costa Rica's Program of Payments for Environmental Services. *Journal of Sustainable Forestry*, v.28, p.343–367, 2009.

BANKS-LEITE, C. et al. Using ecological thresholds to evaluate the costs and benefits of set-

-asides in a biodiversity hotspot. *Science*, v.345, n.6200, p.1041-1045, 2014.

BEGOSSI, A. et al. Compensation for environmental services from artisanal fisheries in SE Brazil: policy and technical strategies. *Ecological Economics*, v.71, p.25-32, 2011.

BEGOSSI, A. Ecological, cultural, and economic approaches to managing artisanal fisheries. *Environment, Development and Sustainability*, v.16, p.5–34, 2014.

BILOTTA, G. S.; MILNER, A. M.; BOYD, I. On the use of systematic reviews to inform environmental policies. *Environmental Science & Policy*, v.42, p.67-77, 2014.

BÖRNER, J.; MENDOZA, A.; VOSTI, S. A., Ecosystem services, agriculture, and rural poverty in the Eastern Brazilian Amazon: Interrelationships and policy prescriptions, *Ecological Economics*, v.64, n.2, p.356–373, 2007.

BÖRNER, J. et al. Direct conservation payments in the Brazilian Amazon: Scope and equity implications. *Ecological Economics*, v.69, n.6, p.1272–1282, 2010.

BÖRNER, J.; MARINHO, E.; WUNDER, S. Mixing Carrots and Sticks to Conserve Forests in the Brazilian Amazon: a spatial probabilistic modeling approach. *Plos One*, v.10, n.2, p.1-20, 2015.

BÖRNER, J. et al. The Effectiveness of Payments for Environmental Services. *World Development*, v.96, p.359-374, 2017.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, 31 de agosto de 1981.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federal do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 20 dez. 2019.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, 25 de maio de 2012.

BRASIL. Lei nº 14.119, de 14 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 União*: seção 1, Brasília, DF, n.9, p.7-9, 14 jan. 2021.

CAMMELLI, F.; ANGELSEN, A. Amazonian farmers' response to fire policies and climate change. *Ecological Economics*, v.165, p.1-10, 2019.

CEE. COLLABORATION FOR ENVIRONMENTAL EVIDENCE. 2018. Guidelines and Stan-

dards for Evidence synthesis in Environmental Management. Version 5.0 (AS Pullin, GK Frampton, B Livoreil & G Petrokofsky, Eds). Disponível em <<http://www.environmentalevidence.org/information-for-authors>>. Acesso em 25 out. 2018.

CENAMO, M. C.; CARRERO, G. C. Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation (REDD) in Apuí, Southern Amazonas: challenges and caveats related to land tenure and governance in the Brazilian amazon. *Journal of Sustainable Forestry*, v.31, n.4-5, p.445-468, 2012.

CORRÊA, C. J. P.; TONELLO, K. C.; FRANCO, F. S. Análise hidroambiental da microbacia do Pirajibu-Mirim, Sorocaba, SP, Brasil, *Revista Ambiente & Água*, v.11, n.4, p.943-953, 2016.

ELOY, L. et al. 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*, v.55, n.6, p.685-703, 2012.

ENGEL, S.; PAGIOLA, S.; WUNDER, S. Designing payments for environmental services in theory and practice: An overview of the issues. *Ecological Economics*, v.65, n.4, p.663-674, 2008.

EZZINE-DE-BLAS, D. et al. Global Patterns in the Implementation of Payments for Environmental Services. *PLOS ONE*, v.11, n.3, p.e0149847, 2016.

FARLEY, J. et al. Global mechanisms for sustaining and enhancing PES schemes. *Ecological Economics*, v.69, n.11, p.2075-2084, 2010.

FAVARO, A. K. M. I.; ROSSIN, A. C. Pagamento por serviços ambientais contribuindo para a saúde ambiental, uma análise em nível local. *Saúde e Sociedade*, v.23, n.1, p.216-226, 2014.

FEARNSIDE, P. M. Brazil's Amazon forest in mitigating global warming: unresolved controversies. *Climate Policy*, v.12, n.1, p.70-81, 2012.

FERNANDES, L. S.; BOTELHO, R. G. M., Methodological proposal for prioritization ranking of municipalities for implantation of Payment for Environmental Services Programs. *Ambiente & Sociedade*, v.19, n.4, p.101-120, 2016.

FERRARO, P. J. Counterfactual thinking and impact evaluation in environmental policy. *New directions for evaluation*, v.122, p.75-84, 2009.

FIGLIORE, F. A.; BARDINI, V. S. S.; CABRAL, P. C. P. Arranjos institucionais para a implantação de programa municipal de pagamento por serviços ambientais hídricos: estudo de caso de São José Dos Campos (SP). *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v.25, n.2, p.303-313, 2020.

FIORINI, A. C. O. et al. Forest cover effects of payments for ecosystem services: evidence from an impact evaluation in Brazil. *Ecological Economics*, v.169, p.1-14, 2020.

GIANNETTI, B. F. et al. Emergy assessment of a coffee farm in Brazilian Cerrado considering in a broad form the environmental services, negative externalities and fair price. *Agricultural*

Systems, v.104, n.9, p.679–688, 2011.

GODECKE, M. V.; HUPFFER, H. M.; CHAVES, I. R. O Futuro dos pagamentos por serviços ambientais no Brasil a partir do Novo Código Florestal. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v.31, 2014.

GREENLEAF, M. Rubber and Carbon: opportunity costs, incentives and ecosystem services in Acre, Brazil. *Development and Change*, v.51, n.1, p.51-72, 2020.

GRIMA, N. et al. Payment for Ecosystem Services (PES) in Latin America: Analysing the performance of 40 case studies. *Ecosystem Services*, v.17, p.24-32, 2016.

HALL, A. Paying for environmental services: the case of Brazilian Amazonia. *Journal of International Development*, v. 20, n.7, p.965-981, 2008.

HANSEN, M. C., et al. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science*, v.342, n.6160, p.850-853, 2013.

JARDIM, M. H.; BURSZTYN, M. A. Pagamento por serviços ambientais na gestão de recursos hídricos: o caso de extrema (MG). *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v.20, n.3, p.353-360, 2015.

KLAMT, R. A. et al.. Evaluation of water resource preservation areas in the Hydrographical Basin of Andreas Stream, RS, Brazil, using environmental monitoring programs. *Revista Ambiente & Água*, v. 14, n. 2, p. e2307, 2019.

KULL, C. A.; SARTRE, A. X.; CASTRO-LARRAÑAGA, M. The political ecology of ecosystem services. *Geoforum*, v.61, p.122-134, 2015.

LEITE, M. B.; ANGUITA, P. M. Classificação das políticas públicas relacionadas com os serviços ecossistêmicos no território brasileiro. *Boletim Goiano de Geografia*, v.37, n.1, p.106, 2017.

LIBANIO, P. A. C. O uso de estratégias focadas em resultados para o controle da poluição hídrica no Brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v.21, n.4, p.731–738, 2016.

LIMA, J. E. F. W. et al. Assessing the use of erosion modeling to support payment for environmental services programs. *Journal Of Soils And Sediments*, p. 1-8, 14 dez. 2013.

LOPES, P. F. M.; VILLASANTE, S. Paying the price to solve fisheries conflicts in Brazil's Marine Protected Areas. *Marine Policy*, v. 93, p. 1-8, 2018.

MA. Millennium Ecosystem Assessment (ED.). *Ecosystems and human well-being: synthesis*. Washington, DC: Island Press, 2005.

MACEDO, R. C. et al. Economic Impact Assessment of Silting-Up and Erosion Processes: How Spatial Dynamic Models Coupled with Environmental Valuation Models Can Contribute to Sustainable Practices in Sugarcane Farming. In: *Sugarcane: Production, Consumption and Agricultural Management Systems*. Agriculture Issues and Policies, pp.61-90, 2014.

- MACHADO, F. H. et al. Estimating the opportunity costs of environmental conservation in the Feijão River watershed (São Carlos-SP, Brazil). *Brazilian Journal of Biology*, v.76, n.1, p.28–35, 2016.
- MÄNTYMAA, E. et al. Participation and compensation claims in voluntary forest landscape conservation: The case of the Ruka-Kuusamo tourism area, Finland. *Journal of Forest Economics*, v.33, p.14–24, 2018.
- MARTINO, S.; KONDYLLIS, F.; ZWAGER, A. Protecting the Environment: For Love or Money? The Role of Motivation and Incentives in Shaping Demand for Payments for Environmental Services. *Programs Public Finance Review*, v. 45, n.1, p.68-96, 2016.
- MELO, N. A. et al.. Phytosociological Survey in Water Preservation Areas, Southern, Brazil. *The Botanical Review*, v.82, p.359–370, 2016.
- MONTEIRO, L. I. B. et al.. Methodology for payment for ecosystem services based on the concept of land use and management capability. *Soil Use and Management*. v.34, p.515–524, 2018.
- MOORE, C. C.; HOLMES, T. P.; BELL, K. P. An attribute-based approach to contingent valuation of forest protection programs. *Journal of Forest Economics*. v. 17, p. 35–52, 2011.
- MOTTA, R. S.; ORTIZ, R. A. Costs and Perceptions Conditioning Willingness to Accept Payments for Ecosystem Services in a Brazilian Case. *Ecological Economics*, v.147, p.333-342, 2018.
- MURADIAN, R. et al. Reconciling theory and practice: an alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services. *Ecological Economics*, v. 69, n.6, p.1202–1208, 2010.
- NUSDEO, A. M. O. O uso de instrumentos econômicos nas normas de proteção ambiental. *Revista da Faculdade de Direito*, v.101, p.357–378, 2006.
- OLIVEIRA JUNIOR, A. F.; REIS, Y. T. M. Comparação entre o Método de Valoração de Contingente e o Custo de Oportunidade para Pagamento aos Produtores Rurais do Programa Conservador das Águas, Igarapé, Minas Gerais. *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, v.9, n.1, p.138-161, 2020.
- PAGIOLA, S.; VON GLEHN, H.C.; TAFFARELLO, D. Experiências de pagamentos por serviços ambientais no Brasil. São Paulo: SMA/CBRN, 274 p, 2013.
- PAGIOLA, S.; PLATAIS, G.; SOSSAI, M. Protecting natural water infrastructure in Espírito Santo, Brazil. *Water Economics and Policy*, v.5, n.4, p.24, 2018.
- PATI, D.; LORUSSO, L. N. How to write a systematic review of the Literature. *Health Environments Research & Design Journal*, v.11, p.15–30, 2018.
- PAVANI, B. F. et al. PAYMENTS FOR ECOSYSTEM SERVICES TO WATER RESOURCES PROTECTION IN PARAÍBA DO SUL ENVIRONMENTAL PROTECTION AREA. *Ambiente & Sociedade*, v.23, p.24, 2020.

PEREVOCHTCHIKOVA, M. et al. A systematic review of scientific publications on the effects of payments for ecosystem services in Latin America, 2000–2020. *Ecosystem Services*, v.49, p.101270, 2021.

PEREIRA, S. N. C. Payment for Environmental Services in the Amazon Forest: how can conservation and development be reconciled? *The Journal of Environment & Development*, v.19, n.2, p.171-190, 2010.

PEREIRA et al. Potential Economic Effectiveness of Payment for Environmental Services in a Protected Area in the State of Amazonas (Brazil). *REVISTA DE ESTUDIOS BRASILEÑOS*, v. 8, p. 69-84, 2020.

PICHARILLO, C. RANIERI, V. E. L. PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS: ORIENTAÇÕES PARA A IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS COM FOCO NA BIODIVERSIDADE. *Ambiente & Sociedade*, v.22, 2019.

PULLIN, A.; STEWART, G. Guidelines for systematic review in environmental management. *Conservation Biology*. The journal of the Society for Conservation Biology, v.20, p.1647–56, 2006.

RIBEIRO, C. A. A. S.; et al. An equitable approach for compensating municipalities of the Rio Grande watershed for electricity generated by the Furnas hydropower plant, Brazil. *The International Archives of The Photogrammetry, Remote Sensing And Spatial Information Sciences*, v.7/3, p.913-918, 2015.

RICHARDS, R. C. et al. Governing a pioneer program on payment for watershed services: Stakeholder involvement, legal frameworks and early lessons from the Atlantic forest of Brazil. *Ecosystem Services*, v.16, p.23-32, 2015.

RICHARDS, R. C. et al, Considering farmer land use decisions in efforts to ‘scale up’ Payments for Watershed Services. *Ecosystem Services*, v.23, p.238–247, 2017.

RICHARDS, R. C. et al. Farmer preferences for reforestation contracts in Brazil’s Atlantic Forest. *Forest Policy And Economics*, v.118, p.164-172, 2020.

ROSA, F. S. et al, Estrutura da paisagem, relevo e hidrografia de uma microbacia como suporte a um programa de pagamento por serviços ambientais relacionados à água. *Revista Ambiente & Água*, v.9, n.3, p.526–539, 2014.

ROSA DA CONCEIÇÃO, H.; BÖRNER, J.; WUNDER, S. Why were upscaled incentive programs for forest conservation adopted? Comparing policy choices in Brazil, Ecuador, and Peru. *Ecosystem Services*, v.16, p.243–252, 2015.

RUGGIERO, P. G. C. et al. Payment for ecosystem services programs in the Brazilian Atlantic Forest: effective but not enough. *Land Use Policy*, v. 82, p. 283-291, 2019.

SALOMÃO, C. S. C.; LIMA, L. S.; RAJÃO, R. G. L. Willingness to adopt voluntary and compulsory forest restoration practices by rural landowners in the central Rio Doce basin - MG.

Ambiente & Sociedade, v.25, p.1-29, 2022.

SALZMAN, J. et al. The global status and trends of payments for ecosystem services. *Nature Sustainability*, v.1, n.3, p.136–144, 2018.

SANTOS, F. A. M. et al. Program outcomes of payments for watershed services in Brazilian Atlantic forest: How to evaluate to improve decision-making and the socio-environmental benefits. *Water (Switzerland)*, v.12, n.9, p.1–24, 2020.

SILVA, R. A. et al. Operationalizing payments for ecosystem services in Brazil's sugarcane belt: How do stakeholder opinions match with successful cases in Latin America? *Ecosystem Services*, v.22, p.128-138, 2016.

SIMONET, G. et al. Effectiveness of a REDD+ Project in Reducing Deforestation in the Brazilian Amazon. *American Journal of Agricultural Economics*, v.101, n.1, p.211-229, 2018.

SOUZA, C. A. et al. Environmental services associated with the reclamation of areas degraded by mining: potential for payments for environmental services. *Ambiente & Sociedade*, v.19, n.2, p.137–168, 2016.

STABILE, M. C. C. et al., Solving Brazil's land use puzzle: increasing production and slowing amazon deforestation. *Land Use Policy*, v.91, p.104362, 2020.

TREVISAN, A. C. D. et al. Farmer perceptions, policy and reforestation in Santa Catarina, Brazil, *Ecological Economics*, v.130, p.53–63, 2016.

VIANI, R. A. G. et al. Synergism Between Payments for Water-Related Ecosystem Services, Ecological Restoration, and Landscape Connectivity Within the Atlantic Forest Hotspot. *Tropical Conservation Science*, v.11, p.194008291879022, 2018.

WEB OF SCIENCE GROUP Research in Brazil: Funding excellence: Analysis prepared on behalf of CAPES by the Web of Science Group. Clarivate Analytics, 2019. Disponível em: https://jornal.usp.br/wp-content/uploads/2019/09/ClarivateReport_2013-2018.pdf. Acesso em: 22 mar. 2021.

WEST, T. A. P. et al. A hybrid optimization-agent-based model of REDD+ payments to households on an old deforestation frontier in the Brazilian Amazon. *Environmental Modelling & Software*, v.100, p.159–174, 2018.

WUNDER, S. Revisiting the concept of payments for environmental services. *Ecological Economics*, v.117, p.234–243, 2015.

WUNDER, S. The efficiency of payments for environmental services in tropical conservation. *Conservation Biology*, v.21, n.1, 2007.

WUNDER, S. et al. From principles to practice in paying for nature's services. *Nature Sustainability*, v.1, p.145–150, 2018.

WUNDER, S. et al. Payments for environmental services: Past performance and pending poten-

tials. *Annual Review of Resource Economics*, v.12, p.209-234, 2020.

YOUNG, C. E. F.; BAKKER, L. B. Payments for ecosystem services from watershed protection: A methodological assessment of the Oasis Project in Brazil. *Natureza & Conservação*, v.12, n.1, p.71–78, 2014.

ZOLIN, C. A. et al. Soil loss minimization as a function of forest size and location in a “water conservation program”. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.35, n.6, p.2157–2166, 2011.

Bartira Rodrigues Guerra

✉ bartiraguerra@usp.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5374-9275>

Submetido em: 21/09/2021

Aceito em: 14/10/2023

2024;27:e01012

Stella Verdasca

✉ sverdasca@usp.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0764-1367>

Maria Rita Raimundo e Almeida

✉ maria.rita.ralmeida@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6228-6110>

Victor Eduardo Lima Ranieri

✉ vranieri@sc.usp.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9203-5037>

Panorama de publicaciones científicas sobre Pagos por Servicios Ambientales en Brasil

Bartira Rodrigues Guerra
Stella Verdasca
Maria Rita Raimundo e Almeida
Victor Eduardo Lima Ranieri

Resumen: El Pago por Servicios Ambientales (PSA) se ha convertido en una herramienta de gestión territorial y conservación de la naturaleza que se aplica cada vez más en contexto brasileño. De este modo, este artículo tuvo como objetivo analizar y sistematizar informaciones sobre la evolución de las publicaciones científicas sobre PSA en Brasil. Para eso, se realizó una revisión sistemática. Los resultados indicaron el predominio de investigaciones centradas en estudios de casos, con límites geográficos que siguen los cortes administrativos y cuencas hidrográficas, y el servicio ecosistémico más estudiado fue el relacionado con el agua. El análisis temático contribuyó para una visualización de los objetivos que orientan las investigaciones actuales y las posibles aplicaciones prácticas de este instrumento. Por lo tanto, se recomienda ampliar las evaluaciones rigurosas, sistemáticas y con enfoque contrafactual, así como estudios en los biomas Pantanal, Cerrado y Caatinga.

São Paulo. Vol. 27, 2024

Artículo original

Palabras-clave: Conservación de la naturaleza; Instrumentos económicos; Pago por Servicios Ambientales; Revisión sistemática; Servicios ecosistémicos.

Overview of Payments for Environmental Services scientific publications in Brazil

Bartira Rodrigues Guerra
Stella Verdasca
Maria Rita Raimundo e Almeida
Victor Eduardo Lima Ranieri

Abstract: The Payment for Environmental Services (PES) has become a territorial management and nature conservation tool increasingly applied in Brazilian context. Thus, this article aimed to analyze and systematize information about the evolution of PES scientific publications in Brazil. Therefore, a systematic literature review was carried out. The results indicated the predominance of research focused on case studies, with geographic limits following the administrative shape and watershed, and the most studied ecosystem service was related to water. Thematic analysis contributed to a visualization of the objectives which guide current research and possible practical applications of this instrument. Therefore, it is recommended to expand rigorous, systematic and counterfactual evaluations, as well as studies in the Pantanal, Cerrado and Caatinga biomes.

São Paulo. Vol. 27, 2024

Original Article

Keywords: Nature conservation; Economic Instruments; Payment for Environmental Services; Systematic Review; Ecosystem Services.