



Pagamentos por serviços ambientais e ecossistêmicos para produção de água

Alexander Matos LEITÃO^{1*}, Luciana Ferreira da SILVA^{1,2}

¹Programa de Pós-Graduação em Agronegócios, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, Brasil.

²Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, Brasil.

*E-mail: alexanderleitao@gmail.com; luciana@uemms.br

(Orcid: 0000-0003-3192-6685; 0000-0003-3538-756X)

Recebido em 23/06/2021; Aceito em 10/06/2022; Publicado em 18/06/2022.

RESUMO: Os Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA), são um tema em ascensão na academia e nas formulações de políticas públicas, em nível global. Isso dá ao tema, além da notoriedade, à necessidade de esboçar o seu estado da arte e assim alinhar as discussões mundiais aos cenários locais. O objetivo desse estudo foi realizar uma Revisão Sistemática sobre os PSA, em específico os relacionados a Produção de Água (PSA – Água). Foi realizado um Science Mapping, que partiu de um protocolo pesquisa em artigos internacionais, de acesso aberto, disponíveis na base de dados Scopus e Web of Science, em um recorte de cinco anos. Os dados foram tratados no R Studio®, Excel® e no Biblioshiny®. Foram selecionados 208 artigos, submetidos aos critérios de exclusão do Methodi Ordinatio Modificado. Já a análise de conteúdo se valeu dos 21 artigos mais relevantes para essa pesquisa. Os resultados demonstraram que os temas Serviços Ambientais e Ecossistêmicos, atualmente tem tido muito destaque nas discussões. Por fim, pode-se concluir que apesar da heterogeneidade das pesquisas, o consenso está relacionado a preocupação global com o uso e preservação dos recursos hídricos e que os programas de PSA – Água, mesmo com muitos desafios, estão beneficiando diversas comunidades locais.

Palavras-chave: revisão sistemática; bioeconomia; recursos hídricos; desenvolvimento agrícola; preservação ambiental.

Payments for environmental and ecosystem services for water production

ABSTRACT: Payments for Environmental Services (PES) are a rising topic in academia and in policymaking at a global level. This gives the theme, in addition to notoriety, the need to outline its state of the art and, thus, align global discussions with local scenarios. The objective of this study was to carry out a Systematic Review on PSA, specifically those related to Water Production (PSA - Water). A Scientific Mapping was carried out, based on a research protocol in international, open access articles, available in the Scopus and Web of Science databases, over a period of five years. Data were processed in R Studio®, Excel® and Biblioshiny®. A total of 208 articles were selected, submitted to the exclusion criteria of the Modified Methodi Ordinatio. Content analysis used the 21 most relevant articles for this research. The results showed that the themes Environmental Services and Ecosystem Services, currently, have had a lot of prominence in the discussions. Finally, it can be concluded that despite the heterogeneity of the research, the consensus is related to the global concern with the use and preservation of water resources and that the PES - Water programs, even with many challenges, are benefiting several local communities.

Keywords: systematic review; bioeconomy; water resources; agricultural development; environmental preservation.

1. INTRODUÇÃO

A história demonstrou que o desenvolvimento agrícola e a preservação ambiental estão continuamente pressionando as adaptações humanas à escassez de recursos naturais, como água e solo fértil (DESTA; LEMMA, 2017; DEL VECCHIO; BARONE, 2018). No caso dos recursos hídricos, o melhor caminho é o uso sustentável da água (GARCIA et al., 2017; SALEM et al., 2017; CHIODI; MARQUES, 2018; KARANDISH; ŠIMŮNEKB, 2018). Mas o debate ganha forma ao se confrontar o dever de preservar versus o direito ao uso desses recursos (ANZALDI, 2014; KILKIŞ, 2018; ZIEGLER, 2019).

Exemplo desses debates são os elencados no Brasil, onde a irrigação responde por cerca 50% da água retirada e o consumo doméstico por aproximadamente 25%, em um

cenário de demanda crescente (ANA, 2019). Em maio de 2021, o Brasil registrou a maior crise hídrica desde 1931, para as regiões da bacia do Rio Paraná, abastecida em parte pelos fluxos de chuvas provenientes da bacia Amazônica, que desde 2019 vem sofrendo com um elevado desmatamento ilegal (WRI, 2020; ALBUQUERQUE, 2021).

Isso em um país que possui cerca de 225 Comitês de Bacias Hidrográficas, espalhados pelas 12 bacias nacionais, assistindo quase 84% da população brasileira, residentes em cerca de 38% do território nacional. Esses comitês respondem pela gestão dos recursos hídricos locais, promovendo cobranças, isenções e até programas de PSA-Água (ANA, 2019).

Contudo nesse contexto há potencialidades, como os Serviços Ambientais (SA) e os Serviços Ecossistêmicos (SE),

ainda não facilmente transacionados no mercado, dado o complexo desafio em valorá-los. Atualmente a resposta a esse desafio vem da parcimônia entre desenvolvimento e preservação, que é fundamental ao se valorar os SA e os SE (PAIVA et al., 2015; MACDONALD et al., 2016; KATKO, 2016; LANKFORD et al., 2016; PAN et al., 2016; NATYZAK et al., 2017; RAO et al., 2017).

Aqui surgem os PSA, como uma resposta ao mercado, possibilitando uma transação, previamente acordada, ente usuários e prestadores de SA (WUNDER, 2015). Esse mesmo mercado, tem um papel importante no desenvolvimento dos PSA, uma vez que esse influencia diretamente o comportamento do consumidor (SOARES-FILHO et al., 2016; MACDONALD et al., 2016).

Nesse contexto, existem alguns avanços legais, como a Lei nº 14.119/2021, que regulamenta os PSA no Brasil. Nela os SE, são os benefícios que os ecossistemas geram a sociedade, já os SA, são atividades humanas que favorecem e melhoram os SE. Quanto ao PSA, a mesma lei o define como transação, financeira ou não, de caráter voluntário, entre um provedor e um pagador de SA (BRASIL, 2021).

Ademais, atualmente por todo o planeta, esquemas de PSA vem sendo amplamente debatidos e aplicados nas mais diversas comunidades, dada sua eficiência na entrega de resultados ambientais, frente a outras estratégias de conservação (PALM-FORSTER et al., 2016; LIMA et al., 2017; PYNEGAR et al., 2018). Isso cria a necessidade de vislumbrar quais discussões vem sendo recorrentes e quais vem ganhando importância, seja em escala global, como local. Assim esse estudo realizou uma Revisão Sistemática sobre os PSA, especificamente o PSA – Água, propiciando uma visão do estado da arte sobre o tema.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Protocolo de Pesquisa

A revisão sistemática partiu de um protocolo de pesquisa, onde foram selecionados apenas artigos internacionais, com acesso aberto, disponíveis na base de dados Scopus e Web of Science (IGARASHI et al., 2015). Essas bases oferecem macro dados, como os fatores de impacto, que permitem a aplicação do Science Mapping, em um recorte temporal de cinco anos (ERCOLE et al., 2014).

Essa pesquisa é de caráter qualitativa e quantitativa, se valendo da coleta e dados secundários, complementarmente foram utilizadas outras publicações disponíveis nas bases já citadas e no Google Scholar (CRESWELL, 2014).

As palavras chaves utilizadas nas buscas foram: "Water" or "Water resources" or "Scarce Water Resources" or "Available Water Resources" and "Environmental Services" or "Ecosystem Services" or "Ecosystem Functions" and "Payment for Environmental Services". Cumpre esclarecer que essas palavras foram pesquisadas nos títulos, resumos e palavras chaves e referendadas pela ferramenta de busca da Elsevier. Além disso, foram filtrados apenas artigos, sem restrição de categoria, em idioma inglês, com buscas concentradas no mês de maio de 2021.

A pesquisa resultou em um total de 208 artigos, sendo 103 encontrados na base Scopus e 105 na base Web of Science. Os macrodados foram extraídos de ambas as bases em formato bibtex, na sequência foram inseridos tratados e unificados em um script no R Studio®, onde foram excluídas as duplicidades, resultando em 162 artigos.

Para a análise de conteúdo esses dados foram consolidados em uma planilha Excel®, os artigos foram filtrados pelo Methodi Ordinatio Modificado, que dentre outros critérios, analisa os maiores Journal of Citation Reports (JCR), o ano de publicação e o número de citações (PAGANI et al., 2017).

A partir dessa filtragem foram selecionados 26 artigos com índice acima de 20 pontos, que continham congruência com as palavras chaves pesquisadas. Posteriormente foi realizada a leitura desses artigos e a exclusão de mais três deles, por escaparem ao escopo da pesquisa, resultando em 21 artigos analisados (PAGANI et al., 2017).

Quanto a análise quantitativa os dados dos 162 artigos iniciais, foram consolidados em um arquivo .csv e novamente tratados com o uso da ferramenta Biblioshiny®, obtendo análises e comparativos que permitiram a execução do Science Mapping. A Tabela 1 demonstra a seleção de artigos de acordo com o protocolo de inclusão e exclusão exposto.

Tabela 1. Protocolo de pesquisa.

Table 1. Research protocol.

Bases pesquisadas	Scopus	Web of Science
Total de artigos por base	103	105
Total de artigos em todas as bases	208	
Total de artigos após exclusão de duplicidade	162	
Total de artigos após aplicação do Methodi Ordinatio Modificado	26	
Total de artigos para Análise de Conteúdo	21	

Assim a análise Mapping Science considerou o total de artigos após a exclusão de duplicidades, já na Análise de Conteúdo foram utilizados apenas os artigos que passaram pelos critérios anteriores e posteriormente submetidos a leitura (BARDIN, 2011). Ao final da análise de conteúdo foram excluídos um total de 187 artigos.

3. RESULTADOS

3.1. Análise Mapping Science

Os dados quantitativos da análise Mapping Science, permitiram insights de diversos aspectos, como o número de citações por artigo, nuvem de palavras, tópicos de tendência, entre outros, que permitem novos comparativos e consequentemente novas percepções. A Tabela 2 apresenta a Relação dos artigos mais citados globalmente.

Conforme a Tabela 2 (pág. 271), o autor mais citado foi Soares-Filho et al. (2016) com cerca de 54 citações com uma média de 9 citações ao ano. Reed et al. (2017) vem na sequência com cerca de 44 citações, já o terceiro, quarto e quinto autores mais citados no mundo, possuem um número de citações muito próxima um dos outros, com cerca de 25, 22 e 21, respectivamente. No recorte apresentado Aguilar et al. (2018) é o 20º no ranking com cerca de 10 citações a uma média de 2,5 artigos ao ano. Na sequência a Tabela 3, elenca os Tópicos de Tendência.

Na Tabela 3 (pág. 271), são demonstrados os doze Trend Topics de ambas as bases, os SA é o tópico com maior frequência, cerca de 37 vezes, já os SE possuem uma frequência de 31 vezes. Os tópicos pagamentos e conservação vem em terceiro e quarto lugar, curiosamente o décimo segundo tópico de tendência foi o PSA com uma frequência de 5 vezes.

Tabela 2. Relação dos artigos mais citados globalmente.
Table 2. List of the most cited articles globally.

Qt	Autor Principal	Ano	Revista	TC	TC/ano
1	Soares-Filho B; et al.	2016	PloS One	54	9
2	Reed MS; et al.	2017	Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions	44	8,8
3	Bladon AJ; et al.	2016	Fish and Fisheries	25	4,1
4	Bottazzi P; et al.	2018	Ecological Economics	22	5,5
5	Lima LS; et al.	2017	Ecosystem Services	21	4,2
6	Choi IC; et al.	2017	Water	20	4
7	Rolfe J.	2017	Land Use Police	20	4
8	Pynegar EL; et al.	2018	Peerj	18	4,5
9	Asbjornsen H; et al.	2017	Ecology and Society	16	3,2
10	Bremer LL; et al.	2016	Environmental Conservation	15	2,5
11	Garrett RD.	2020	Ecology and Society	14	7
12	Bennett MT.	2018	Ecological Economics	13	3,2
13	Palm-Forster L; et al.	2016	Journal of Great Lakes Research	13	2,1
14	Garcia-Prats A; et al.	2016	Water Resources Research	13	2,1
15	Taniguchi M; et al.	2019	Frontiers in Environmental Science	12	4
16	Lalika MCS.	2017	Ecohydrology & Hydrobiology	12	2,4
17	Kovacs EK; et al.	2016	Ecology and Society	12	2
18	Treacy P.	2018	Environmental Management	11	2,7
19	Ouyang Z.	2020	Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA	10	5
20	Aguilar FX; et al.	2018	Ecosystem Services	10	2,5

Legendas: TC – Total de citação; TC/ano – Total de citação ao ano.

Tabela 3. Tópicos de Tendência.
Table 3. Trend Topics.

Item	Freq.	Item	Freq.
Environmental services	37	Land-use	13
Ecosystem services	31	Policy	8
Payments	25	Forest	6
Conservation	19	Framework	10
Management	14	Governance	7
Water	14	PES	5

Legendas: freq. – frequência.

A Figura 1 representa a Distribuição geográfica dos autores e coautores, nela o Brasil é o país com mais parcerias internacionais, respondendo por 9 participações nesse recorte. O segundo lugar ficou com a Austrália com cerca de 7 parcerias e em terceiro lugar a China e Alemanha estão empatados com 5 parcerias cada. Já na distribuição de coautores o Vietnã e os Países Baixos aparecem empatados no primeiro lugar, ambos com 5 parcerias, em segundo lugar a França e a Suíça dividem o ranking com 3 parcerias cada.

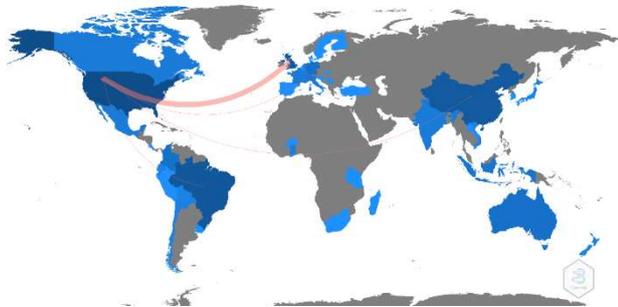


Figura 1. Distribuição geográfica dos autores e coautores. Fonte: Biblioshiny.

Figure 1. Geographical distribution of authors and co-authors.

Escala de cores: ■ mais parcerias ■ média ■ menos parcerias

Color scale: ■ more partnerships ■ average ■ fewer partnerships

Na Tabela 4 ficam demonstradas as Palavras Mais Frequentes. Os SA e SE são as mais frequentes, com respectivamente 37 e 31 ocorrências. As palavras pagamentos, conservação são a terceira e quarta colocadas com 25 e 19 ocorrências. Água aparece empatada com a palavra gestão com 14 ocorrências ocupando o quinto lugar.

Tabela 4. Palavras Mais Frequentes.
Table 4. Most Frequent Words.

Terms	Freq	Terms	Freq
Environmental services	37	Impacts	4
Ecosystem services	31	Land conversion	4
Payments	25	program	4
Conservation	19	Pollution	4
Management	14	Programs	4
Water	14	Protection	4
Land-use	13	Services	4
Biodiversity	10	Systems	4
Framework	10	Water-quality	4
Designing payments	8	Auctions	3
Latin-america	8	Basin	3
Policy	8	Carbon	3
Governance	7	China	3
Forest	6	Climate-change	3
Participation	6	Costs	3
Valuation	6	Design	3
Benefits	5	Dynamics	3
Biodiversity	5	Efficiency	3
conservation	5	Investments	3
Contingent valuation	5	Payment	3
Impact	5	Policies	3
Performance	5	Preferences	3
PES	5	Project	3
Agriculture	4	Science	3
Choice experiment	4	Soil-erosion	3
Climate	4	Stewardship	3

Legendas: Freq. – frequência.

Na Figura 2, são elucidados os termos que compõem a Nuvem de palavras. Nela são retratadas as principais palavras chaves identificadas, sendo que as palavras com maior frequência aparecem em tamanho maior. Em uma amostra de 50 termos se destacam as palavras pagamentos, conservação, gestão, água, etc.



Figura 2. Nuvem de palavras. Fonte: Biblioshiny.
Figure 2. Word cloud.

Já na Figura 3, são apresentadas as Produções Científicas por País, demonstrando que muitos países se debruçam sobre os temas elencados, o que reforça sua relevância no cenário mundial. É importante mencionar os países que mais vem se dedicando a produção desses temas. Em primeiro lugar com uma frequência de 133 autorias e ou coautorias estão os Estados Unidos da América, na segunda posição vem o Brasil com uma frequência igual a 72 e em terceiro lugar a China com cerca de 68 frequências. O ranking segue em sequência com o Reino Unido, Colômbia, Austrália, Alemanha, México, Nepal e Suíça.

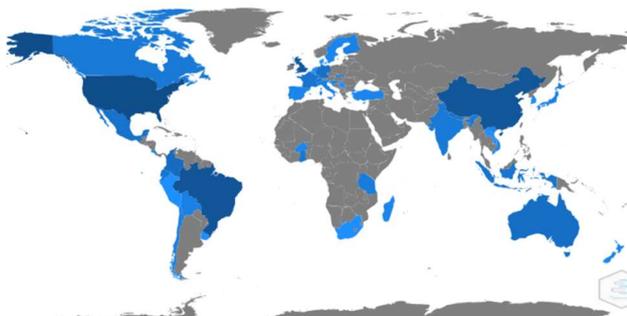


Figura 3. Produção Científica por País. Fonte: Biblioshiny.
Figure 3. Scientific Production by Country.
Escala de cores: ■ mais produção ■ média ■ menos produção
Color scale: ■ more production ■ average ■ less production

Na Tabela 5 são apresentadas as fontes mais relevantes, com os 20 periódicos internacionais mais importantes. O journal “Water”, é o mais relevante e possui oito trabalhos na linha dos temas desse estudo. Já o periódico “Sustainability”, possui 6 pesquisas e os journals “Ecology and Society” e “Engenharia Sanitária e Ambiental”, ocupam a terceira posição entre as fontes mais influentes, cada um com cinco artigos publicados. Na sequência dois periódicos possuem 4 artigos, “Ecological Economics” e “Plos One”, o journal “Ecosystem Services” possui três artigos e os demais periódicos possuem entre um e dois artigos tidos como mais relevante.

Tabela 5. Fontes mais relevantes.
Table 5. Most relevant sources.

Origens	Artigos
Water	8
Sustainability	6
Ecology and Society	5
Engenharia Sanitária e Ambiental	5
Ecological Economics	4
Plos One	4
Ecosystem Services	3
Desenvolvimento e Meio Ambiente	2
Development and Change	2
Environmental Research Letters	2
Forests	2
Journal of Geographical Sciences	2
Journal of Great Lakes Research	2
Peerj	2
Science of the Total Environment	2
Tecnología y Ciencias del Agua	2
Water and Environment Journal	2
Water Policy	2
Apuntes del Cenes	1
Atmosphere	1

4. DISCUSSÃO

4.1. Análise de Conteúdo

Esta etapa busca demonstrar o estado da arte em relação as palavras chaves pesquisadas. Essa etapa busca detalhar as principais abordagens adotadas em cada estudo selecionado, também foram analisadas suas características, similaridades e lacunas. A Tabela 6 (pág. 273), elucida os 21 artigos selecionados para Análise de Conteúdo. Da leitura desses artigos é possível depreender dos textos uma série de perspectivas, que podem ou não ser congruentes entre si, o que enriquece as discussões propostas nesse artigo sobre PSA – Água.

A partir de Bremer et al. (2016); García-Prats et al. (2016); Kovacs et al. (2016), a água é tida como o SE mais importante em biomas semiáridos, seu preço é uma medida eficaz na regulação do mercado, preços baixos geram maior demanda e impactam negativamente os custos de abastecimento e de qualidade, todavia não há substituto para a água no mercado.

Assim surge a necessária criação de um mercado de SE, que altere o comportamento do usuário, na busca por um novo equilíbrio no consumo. Do lado do produtor, um equilíbrio nas compensações financeiras, muitas vezes de difícil previsão, considerando que esse prestador de SA, também é um beneficiário direto desse (BLADON et al., 2016; GARCIA-PRATS et al., 2016; BOTTAZZI et al., 2018; ADAMOWICZ et al., 2019).

Esse benefício também é um importante fator motivacional em aderir ao PSA, o que poderia explicar a continuidade de programas que não cubram o custo de oportunidade de seus produtores (ADAMOWICZ et al., 2019).

Autores como Garcia-Prats et al. (2016); Adamowicz et al. (2019) defendem que o PSA é um esquema de pagamento que diminui lacunas do mercado de SE, contribuindo na internalização das externalidades positivas geradas pelos SE.

Já para Nyongesa et al. (2016); Taffarello et al. (2017); Pynegar et al. (2018), os PSA são estratégias de incentivo para motivar o produtor rural a adotar práticas conservacionistas, para prestação de serviços ecológicos e sustentáveis, em prol de maiores benefícios ambientais.

No caso do PSA - Água os incentivos são para adoção de atividades e comportamentos sustentáveis que ampliem a oferta de água, fortalecem a gestão das bacias hidrográficas, gerando benefícios ao campo e as cidades (NYONGESA et al., 2016; ASBJORNSEN et al., 2017; TANIGUCHI et al., 2019).

Contudo, desafios, como a valoração monetária da produção de água, devem ser vencidos, para se demonstrar as implicações econômicas do manejo conservacionista e ou florestal, de forma mais precisa, além de uma análise de custos e uma integração disciplinar sobre o valor dos SE (GARCIA-PRATS et al., 2016; ADAMOWICZ et al., 2019).

Tabela 6. Artigos selecionados para Análise de Conteúdo.

Table 6. Articles selected for Content Analysis.

Qt	Autores	Periódico	TC	AP	OM
1	Soares-Filho; et al.	Plos One	54	2016	63,9
2	Reed; et al.	Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions	44	2017	61,4
3	Bladon; et al.	Fish and Fisheries	25	2016	46,7
4	Lima; et al.	Ecosystem Services	21	2017	45,1
5	Bottazzi; et al.	Ecological Economics	22	2018	37,9
6	Adamowicz; et al.	Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA	14	2019	35,5
7	Aguilar; et al.	Ecosystem Services	10	2018	35,1
8	Asbjornsen; et al.	Ecology and Society	16	2017	30,6
9	Rossi; et al.	Ecosystem Services	1	2021	29,1
10	Pynegar; et al.	Peerj	18	2018	28,9
11	Choi; et al.	Water	20	2017	28,2
12	Kovacs; et al.	Ecology and Society	12	2016	25,6
13	Taffarello; et al.	Climate Services	15	2017	25,5
14	Taniguchi; et al.	Frontiers in Environmental Science	12	2019	24,5
15	Bremer; et al.	Environmental Conservation	15	2016	24,5
16	Garcia-Prats; et al.	Water Resources Research	13	2016	24,5
17	Fovargue; et al.	Environmental Research Letters	0	2021	22,9
18	Teytelboym; et al.	Oxford Review of Economic Policy	8	2019	22,2
19	Palm-Forster; et al.	Journal of Great Lakes Research	13	2016	22,1
20	Nyongesa; et al.	Ecological Processes	13	2016	21,2
21	Li; et al.	Plos One	10	2017	20,9

Legendas: TC: Total de Citações; AP: Ano da Publicação; OM: Ordinatio Modificado.

Há também os aspectos da interação de diferentes ecossistemas seus serviços e a governança. Isso se soma a manutenção e monitoramento a longo prazo, do modelo de pagamento e possíveis endividamentos (LI et al., 2017; REED et al., 2017).

De acordo com Taffarello et al., (2017) muitos programas de PSA – Água, não possuem dados hidrológicos capazes de fazer frente a um adequado monitoramento, que minimize vulnerabilidades e os riscos.

Também Li et al. (2017) e Teytelboym (2019) argumentam que conceber melhores estratégias de monitoramento, associadas a pagamentos diferenciados adequadas aos resultados mensurados e políticas de participação ativa, são possíveis soluções aos desafios dos programas de PSA.

Kovacs et al. (2016) entendem que a atenção às políticas locais e o perfil da comunidade são variáveis importante. Elas impactam nos custos de transação e de oportunidade ao longo de todo o programa, repercutindo na eficácia do PSA.

Defesa similar faz Asbjornsen et al. (2017) que apontam para a falta de conexão entre motivação e incentivo financeiro, na etapa de inscrição do produtor em programas de PSA, o que pode refletir a falta de informações claras sobre o custo de oportunidade e o retorno financeiro do projeto.

Já sobe o prisma do investimento, tanto os programas de PSA – Água como os investimentos em infraestrutura para água, podem gerar baixos retornos se dimensionados em locais onde o abastecimento é muito sensível a mudanças e condições climáticas severas (FOVARGUE et al., 2021)

Fovargue et al. (2021) ainda argumentam que um entrave para a implantação de programas de PSA – Água está na tomada de decisão, uma vez que investimentos em sustentabilidade da água operam com variáveis climáticas que geram altos riscos, forçando gestores a aumentar seu apetite à risco.

A alocação de investimentos em programas de PSA – Água, deve analisar diferentes cenários, em locais com alta escassez de água e riscos moderados podem operar com maiores recursos investidos e recompensados. Já locais com alta escassez e risco alto podem operar com menos recursos investidos e recompensados, de forma a minimizar ociosidades em situações de aumento da oferta de água. (FOVARGUE et al., 2021).

Entretanto Reed et al. (2017) enfatizam que existe relutância de grupos da sociedade, como alguns empresários. Para os autores isso decorre do entendimento errado, de que os SE não interferem nas atividades desses grupos. Eles também apontam para os riscos e incertezas que os SE estão sujeitos, mesmo frente as oportunidades que esses oferecem.

Os autores salientam que os compradores de SE preferem comprá-los por um preço único, já os vendedores preferem quantificar esses serviços separadamente. Geralmente os interesses das empresas em participarem de esquemas de PSA estão ligadas a serviços de água, biodiversidade e regulação climática, já os consumidores de serviços turísticos se interessam em doar para preservar a biodiversidade (REED et al., 2017).

Quanto ao PSA – Água, Adamowicz et al. (2019) observam que muitos desses programas transferem ao

comprador o ônus do custo/benefício e os riscos do manejo inadequado por parte do produtor.

Ao que tange as incertezas Lima et al. (2017) frisam que a compreensão dessas deve ser mais profunda e transparente entre os atores, com processos e comunicações eficientes. As incertezas abrem maiores oportunidades de diálogo na busca de alternativas para alcance das metas do PSA, gerenciamento das expectativas e melhoria nas relações de confiança entre os atores. Esses pontos devem estar presentes no desenho institucional do projeto ou programa de PSA, uma vez que esse desenho reflete em seu desempenho e engajamento (DEL ROSSI et al., 2021).

No tocante a fatores motivacionais Asbjornsen et al. (2017) argumentam que a motivação em participar de programas de PSA – Água é complexa. A maioria dos participantes de programas de PSA são pequenos produtores rurais, geralmente com baixa escolaridade e renda (NYONGESA et al., 2016).

Dentre outros fatores, o incremento na renda do produtor e o custo de oportunidade são critérios de maior peso na decisão em participar de um programa de PSA, contudo o subsídio em dinheiro não garante a motivação do produtor (LI et al., 2017).

Em sua pesquisa Bottazzi et al. (2018) verificaram que cerca de ¼ dos produtores de programas de PSA tem na perspectiva pro-natureza razão para participar e ½ tem essa perspectiva como um fator motivacional.

Essa motivação não exclui os custos de transação, que podem representar uma barreira a participação nos programas de PSA, assim além do incentivo financeiro é preciso reduzir a burocracia de forma a facilitar a participação dos produtores nos programas de PSA (DEL ROSSI et al., 2021).

De acordo com Bladon et al. (2016) a associação de normas de regulação com projetos de PSA, podem aumentar o engajamento do setor privado na geração de fontes de financiamento para práticas sustentáveis

Quanto aos tipos de participação em programas PSA é válido exemplificar o caso da China. De acordo com Li et al. (2017) o país tem ampliado seus programas, baseados em dois modelos o de “participação passiva” e o de “participação ativa”, o primeiro é de caráter obrigatório e o segundo voluntário.

Os pesquisadores também avaliaram contratos de PSA e descobriu que penalidades financeiras reduzem a chance de participação de novos produtores em 15%, enquanto contratos mais flexíveis aumentam essa probabilidade em 14% (LI et al., 2017).

No que concerne as principais críticas aos esquemas de PSA – Água, essas estão na fragilidade de algumas de suas suposições e resultados pouco transparentes, isso se deve em parte complexidade desses sistemas e a limitações da própria ciência (LIMA et al., 2017). Atrasos nos cronogramas e nos pagamentos dificultam a viabilidade do programa elevando a relação custo benefício e impactando nos resultados da prestação dos serviços (ADAMOWICZ et al., 2019).

A implantação do PSA – Água, pode gerar dualidades nas comunidades onde forem implantadas, uma vez que geram um aumento das reivindicações e conflitos internos principalmente nos comitês (KOVACS et al., 2016). Assim os Programas de PSA devem ser dimensionados a comunidades local e ao ecossistema a ser implantado (AGUILAR et al., 2018).

5. CONCLUSÕES

Esse estudo pode concluir que apesar de heterogêneas, as pesquisas destacadas estão em consenso em diversos aspectos, com destaque ao uso e preservação dos recursos naturais, em especial os recursos hídricos e a relevância dada aos PSA-Água.

Fica demonstrado que o conhecimento sobre PSA ainda não é amplamente discutido, principalmente o que abre espaço para opiniões antagônicas sobre suas estruturas. Contudo questões relativas aos SA e SE da água, e da biodiversidade são mais populares e aceitos. Sendo a qualidade e abastecimento de água as mais preponderantes.

Também é possível constatar que os riscos, incertezas e conflitos relativos à água, não respeitam fronteiras geográficas, assim suas soluções partem da integração e cooperação institucional, perpassando aspectos legais, políticos, econômicos e culturais.

Ademais é necessário ir além da economia ambiental ou da neoclássica, visto que questões relativas a valores culturais e sociais de diferentes grupos locais precisam ser mais bem compreendidas. Dessa forma o projeto de PSA pode aprimorar também os serviços culturais e suas trocas, por vezes não reconhecidas.

Por fim, há evidências que os programas de PSA – Água, são uma prática atual e em ascensão. Mesmo com os diversos desafios esses projetos podem beneficiar os mecanismos de participação, como os Comitês de Bacia, para uma tomada de decisões mais assertivas a realidades locais.

6. REFERÊNCIAS

- ADAMOWICZ, W.; CALDERON-ETTER, L.; ENTEM, A.; FENICHEL, E. P.; HALL, J. S.; LLOYD-SMITH, P.; OGDEN, F. L.; REGINA, J. A.; RAD, M. R.; STALLARD, R. F. Assessing ecological infrastructure investments. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 116, n. 12, p. 5254-5261. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1802883116>
- AGUILAR, F. X.; OBENG, E. A.; CAI, Z. Water quality improvements elicit consistent willingness-to-pay for the enhancement of forested watershed ecosystem services. **Ecosystem Services**, v. 30, p. 158-171, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.02.012>
- ALBUQUERQUE, B. **Brasil passa pela maior crise hídrica desde 1931**. PODER360. 2021. Disponível em: <<https://www.poder360.com.br/governo/brasil-passa-pela-maior-crise-hidrica-desde-1931-diz-bento-albuquerque/>>. Acesso em: 20 jun 2021.
- ANA_Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2019: informe anual/Agência Nacional de Águas**. Brasília: ANA, 2019. 110p.
- ANZALDI, G. A holistic ICT solution to improve matching between supply and demand over the water supply distribution chain. **Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems**, v. 2, n. 4, p. 362-375, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.13044/j.sdewes.2014.02.0029>
- ASBJORNSEN, H.; MANSON, R. H.; SCULLION, J. J.; HOLWERDA, F.; MUÑOZ-VILLERS, L. E.; ALVARADO-BARRIENTOS, M. S.; GEISSERT, D.; DAWSON, T. E.; MCDONNELL, J. J.; BRUIJNZEEL, L. A. Interactions between payments for hydrologic services, landowner decisions, and ecohydrological

- consequences: synergies and disconnection in the cloud forest zone of central Veracruz, Mexico. **Ecology and Society**, v. 22, n. 2, 2017, DOI: <https://doi.org/10.5751/ES-09144-220225>
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo, Edições. 2011. 229p.
- BLADON, A. J.; SHORT, K. M.; MOHAMMED, E. Y.; MILNER-GULLAND, E. J. Payments for ecosystem services in developing world fisheries. **Fish and Fisheries**, v. 17, n. 3, p. 839-859, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1111/faf.12095>
- BOTTAZZI, P.; WIJK, E.; CRESPO, D.; JONES, J. P. G. Payment for environmental “self-service”: Exploring the links between Farmers' motivation and additionality in a conservation incentive programme in the Bolivian Andes. **Ecological Economics**, v. 150, p. 11-23, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.03.032>
- BRASIL. **Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021**: Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais; e altera as Leis nº 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. DOU. 2021
- BREMER, L. L.; FARLEY, K. A.; CHADWICK, O. A.; HARDEN, C. P. Changes in carbon storage with land management promoted by payment for ecosystem services. **Environmental Conservation**, v. 43, n. 4, p. 397-406, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0376892916000199>
- CHIODI, R. E.; MARQUES, P. E. M. Políticas públicas de Pagamento por Serviços Ambientais para a conservação dos recursos hídricos: origens, atores, interesses e resultados da ação institucional. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 45, p. 81-104, 2018, DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v45i0.48757>
- CHOI, I. C.; SHIN, H.; NGUYEN, T. T.; TENHUNEN, J. Water policy reforms in South Korea: A historical review and ongoing challenges for sustainable water governance and management. **Water**, v. 9, n. 9, p. 717-739, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3390/w9090717>
- CRESWELL, J. W. **Investigação Qualitativa e Projeto de Pesquisa: Escolhendo entre Cinco Abordagens**. Porto Alegre: Penso Editora, 2014. 342p.
- DEL ROSSI, G.; HECHT, J. S.; ZIA, A. A mixed-methods analysis for improving farmer participation in agri-environmental payments for ecosystem services in Vermont, USA. **Ecosystem Services**, v. 47, e101223, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101223>
- DEL VECCHIO, K.; BARONE, S. Has Morocco's groundwater policy changed? Lessons from the institutional approach. **Water alternatives**, v. 11, n. 3, p. 638-662, 2018. ISSN: <https://hal.archives-ouvertes.fr/halshs-01891804/>
- DESTA, H.; LEMMA, B. SWAT based hydrological assessment and characterization of Lake Ziway sub-watersheds, Ethiopia. **Journal of Hydrology: Regional Studies**, v. 13, p. 122-137, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2017.08.002>
- ERCOLE, F. F.; MELO, L. S.; ALCOFORADO, C. L. G. C. Revisão integrativa versus revisão sistemática. **Revista Mineira de Enfermagem**, v. 18, n. 1, p. 9-12, 2014. <http://www.dx.doi.org/10.5935/1415-2762.20140001>
- FOVARGUE, R. E.; REZAPOUR, S.; ROSENDAHL, D.; WOOTEN, A. M.; SABZI, H. Z.; MORENO, H. A.; NEESON, T. M. Spatial planning for water sustainability projects under climate uncertainty: balancing human and environmental water needs. **Environmental Research Letters**, v. 16, n. 3, e034050, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abdd58>
- GARCIA, A.; HIPEL, K.; OBEIDI, A. Water pricing conflict in British Columbia. **Hydrological Research Letters**, v. 11, n. 4, p. 194-200, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3178/hrll.11.194>
- GARCIA-PRATS, A.; DEL CAMPO, A. D.; PULIDO-VELAZQUEZ, M. A hydroeconomic modeling framework for optimal integrated management of forest and water. **Water Resources Research**, v. 52, n. 10, p. 8277-8294, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1002/2015WR018273>
- IGARASHI, W.; IGARASHI, D. C. C.; BORGES, B. J. Revisão sistemática e sua potencial contribuição em “negócios, gerenciamento e contabilidade”. **Gestão & Regionalidade**, v. 31, n. 91, p. 138-151, 2015. DOI: <https://doi.org/10.13037/gr.vol31n91.2887>
- KARANDISH, F.; ŠIMUNEK, J. An application of the water footprint assessment to optimize production of crops irrigated with saline water: A scenario assessment with HYDRUS. **Agricultural water management**, v. 208, n. 1, p. 67-82, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.06.010>
- KATKO, T. S. **Finnish Water Services: Experiences in Global Perspective**. Finland: Finnish Water Utilities Association, 2016. 289p.
- KILKIŞ, Ş. Benchmarking South East European cities with the sustainable development of energy, water and environment systems index. **Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems**, v. 6, n. 1, p. 162-209, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.13044/j.sdewes.d5.0179>
- KOVACS, E. K.; KUMAR, C.; AGARWAL, C.; ADAMS, W. M.; HOPE, R. A.; VIRI, B. The politics of negotiation and implementation: a reciprocal water access agreement in the Himalayan foothills, India. **Ecology and Society**, v. 21, n. 2, p. 1-11, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5751/ES-08462-210237>
- LANKFORD, B.; MAKIN, I.; MATTHEWS, N.; MCCORNICK, P. G.; NOBLE, A.; SHAH, T. A compact to revitalise large-scale irrigation systems using a leadership-partnership-ownership ‘theory of change’. **Water Alternatives**, v. 9, n. 1, p. 1-32, 2016. DOI: <https://hdl.handle.net/10568/72602>
- LI, H.; BENNETT, M. T.; JIANG, X.; ZHANG, K.; YANG, X. Rural household preferences for active participation in “payment for ecosystem service” programs: A case in the miyun reservoir catchment, China. **PloS One**, v. 12, n. 1, p. 1-18, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192546>
- LIMA, L. S.; KRUEGER, T.; García-Marquez, J. Uncertainties in demonstrating environmental benefits of payments for ecosystem services. **Ecosystem Services**, v. 27, n. 1, p. 139-149, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.09.005>
- MACDONALD, G. K.; D'ODORICO, P.; SEEKELL, D. A. Pathways to sustainable intensification through crop water management. **Environmental Research Letters**, v. 11, n. 9, p. 1-5, 2016. DOI: [10.1088/1748-9326/11/9/091001](https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/9/091001)
- NATYZAK, J. L.; CASTNER, E. A.; D'ODORICO, P.; GALLOWAY, J. N. Virtual water as a metric for

- institutional sustainability. **Sustainability: The Journal of Record**, v. 10, n. 4, p. 237-245, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1089/sus.2017.0004>
- NYONGESA, J. M.; BETT, H. K.; LAGAT, J. K.; AYUYA, O. I. Estimating farmers' stated willingness to accept pay for ecosystem services: Case of Lake Naivasha watershed Payment for Ecosystem Services scheme-Kenya. **Ecological Processes**, v. 5, n. 1, p. 1-15, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13717-016-0059-z>
- PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; DE RESENDE, L. M. M. Avanços na composição da Methodi Ordinatio para revisão sistemática de literatura. **Ciência da Informação**, v. 46, n. 2, p. 161-187, 2017. DOI: <https://doi.org/10.18225/ci.inf.v47i1.1886>
- PALM-FORSTER, L. H.; SWINTON, S. M.; REDDERC, T. M.; PINTO, J. V. D.; BOLES, C. M. W. Using conservation auctions informed by environmental performance models to reduce agricultural nutrient flows into Lake Erie. **Journal of Great Lakes Research**, v. 42, n. 6, p. 1357-1371, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2016.08.003>
- PAN, Y.; MARSHALL, S.; MALTBY, L. Prioritising ecosystem services in Chinese rural and urban communities. **Ecosystem Services**, v. 21, n. 1, p. 1-5, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.07.011>
- PYNEGAR, E. L.; JONES, J. P.G.; GIBBONS, J. M.; ASQUITH, N. M. The effectiveness of payments for ecosystem services at delivering improvements in water quality: lessons for experiments at the landscape scale. **PeerJ**, v. 6, p. 1-29, 2018. DOI: <https://peerj.com/articles/5753/>
- RAO, K. C.; OTOO, M.; DRECHSEL, P.; HANJRA, M. A. Resource recovery and reuse as an incentive for a more viable sanitation service chain. **Water Alternatives**, v. 10, n. 2, p. 493-512, 2017. DOI: <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/83457>
- REED, M. S.; ALLEN, K.; ATTLEE, A.; DOUGILL, A. J.; EVANS, K. L.; KENTER, J. O.; HOY, J.; MCNAB, D.; STEAD, S. M.; TWYMAN, C.; SCOTT, A. S.; SMYTH, M. A.; STRINGER, L. C.; WHITTINGHAM, M. J. A place-based approach to payments for ecosystem services. **Global Environmental Change**, v. 43, n. 1, p. 92-106, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.12.009>
- SALEM, G. S. A.; KAZAMA, S.; SHAHID, S.; DEY, N. C. Impact of temperature changes on groundwater levels and irrigation costs in a groundwater-dependent agricultural region in Northwest Bangladesh. **Hydrological Research Letters**, v. 11, n. 1, p. 85-91, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3178/hrl.11.85>
- SOARES-FILHO, B.; RAJÃO, R.; MERRY, F.; RODRIGUES, H.; DAVIS, J.; LIMA L.; MACEDO, M.; COE, M.; CARNEIRO, A.; SANTIAGO, L. Brazil's market for trading forest certificates. **PLoS One**, v. 11, n. 4, p. 1-17, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0152311>
- PAIVA, R. F. P. S.; COELHO, R. C. O Programa Produtor de Água e Floresta de Rio Claro/RJ enquanto ferramenta de gestão ambiental: o perfil e a percepção ambiental dos produtores inscritos. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 33, p. 51-62, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v33i0.36702>
- TAFFARELLO, D.; CALIJURI, M. C.; VIANI, R. A. G.; MARENGO, J. A.; MENDIONDO, E. M. Hydrological services in the Atlantic Forest, Brazil: An ecosystem-based adaptation using ecohydrological monitoring. **Climate Services**, v. 8, n. 1, p. 1-16, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2017.10.005>
- TANIGUCHI, M.; BURNETT, K. M.; SHIMADA, J.; HOSONO, T.; WADA, C. A.; IDE, K. Recovery of lost nexus synergy via payment for environmental services in Kumamoto, Japan. **Frontiers in Environmental Science**, v. 7, n. 1, p. 1-28, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3389/fenvs.2019.00028>
- TEYTELBOYM, A. Natural capital market design. **Oxford Review of Economic Policy**, v. 35, n. 1, p. 138-161, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1093/oxrep/gry030>
- WRI. **Uma nova economia para uma nova era: elementos para a construção de uma economia mais eficiente e resiliente para o Brasil**. São Paulo: WRI BRASIL, 2020. 104 p.
- WUNDER, S. Revisiting the concept of payments for environmental services. **Ecological Economics**, v. 117, p. 234-243, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.08.016>
- ZIEGLER, R. Viewpoint— Water innovation for a circular economy: the contribution of grassroots actors. **Water Alternatives**, v. 12, n. 2, p. 774-787, 2019. Available in: <https://www.water-alternatives.org/index.php/alldoc/articles/vol12/v12issue2/494-a12-2-1>