



Indicators in the selection of priority areas of PSAH x SDG schemes of the 2030 Agenda

Indicadores na seleção de áreas prioritárias de esquemas de PSAH x ODS da Agenda 2030

GENUINO, Luana Pessoa⁽¹⁾; DUTRA, Maria Tereza Duarte⁽²⁾; BARBOSA, Ioná Rameh⁽³⁾; CARVALHO, Vania Soares⁽⁴⁾

⁽¹⁾ 0000-0002-6704-8266; Instituto Federal de Pernambuco. Recife, Pernambuco (PE), Brasil. lpg@discente.ifpe.edu.br.

⁽²⁾ 0000-0002-5434-6125; Instituto Federal de Pernambuco. Recife, Pernambuco (PE), Brasil. terezaduarte@recife.ifpe.edu.br.

⁽³⁾ 0000-0002-5795-1398; Instituto Federal de Pernambuco. Recife, Pernambuco (PE), Brasil. ionarameh@recife.ifpe.edu.br.

⁽⁴⁾ 0000-0002-8849-7095; Instituto Federal de Pernambuco. Recife, Pernambuco (PE), Brasil. vaniacarvalho@recife.ifpe.edu.br.

O conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos/as seus/as autores/as.

ABSTRACT

With the excessive use of natural resources and increasing degradation of ecosystems and water scarcity, consequently, it becomes increasingly necessary and urgent to adopt tools that assist in environmental and water resources management. Payment for Environmental Services (PES) stands out for being an environmental management instrument capable of involving society without the use of command and control tools, promoting social and environmental improvement. However, as it is a potential economic instrument, it is necessary that methods linked to criteria and indicators are clearly studied and chosen, in accordance with the multiple proposed objectives and in line with the Sustainable Development Goals (SDGs) of the 2030 Agenda. The present article aimed to analyze national and international works, through a systematic literature review, which address methodologies used in the selection stage of areas for PSAH schemes, aiming to relate the indicators and criteria found with those pointed out in the SDGs of the 2030 Agenda. This work sought, through the adoption of Indicator 6.4.2 - Water Stress Level of SDG 6 of the 2030 Agenda, which is related to the criterion "Availability of surface water and overexploitation/contamination of aquifers", obtained for the Ipojuca river basin, exemplify how SDG indicators can be used to point out priority areas for intervention in PSAH. The results showed the relationship between the indicators and criteria used in PSA with those pointed out in the 2030 Agenda and the possibility of adopting indicators to point out priority areas for PSAH schemes.

RESUMO

Com o uso desmedido dos recursos naturais, a crescente degradação dos ecossistemas e a escassez hídrica, por consequência, se torna cada vez mais necessária e urgente a adoção de ferramentas que auxiliem na gestão ambiental e de recursos hídricos. O Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) destaca-se por ser um instrumento de gestão do meio ambiente capaz de envolver a sociedade sem o uso de ferramentas de comando e controle, promovendo uma melhoria socioambiental. Porém, por se tratar de um potencial instrumento econômico, é necessário que métodos atrelados a critérios e indicadores sejam claramente estudados e escolhidos, de acordo com os múltiplos objetivos propostos e em consonância com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030. O presente artigo objetivou analisar trabalhos nacionais e internacionais, através de uma revisão sistemática de literatura, que aborda metodologias utilizadas na etapa de seleção das áreas para esquemas de PSAH, visando relacionar os indicadores e os critérios encontrados com os apontados nos ODS da Agenda 2030. Neste trabalho buscou-se, através da adoção do Indicador 6.4.2 – Nível de Estresse Hídrico do ODS 6 da Agenda 2030, que está relacionado ao critério "Disponibilidade de água na Superfície e superexploração/contaminação de aquíferos", obtido para a bacia do rio Ipojuca, exemplificar como os indicadores dos ODS podem ser usados para apontar áreas prioritárias de intervenção em PSAH. Os resultados apontaram a relação entre os indicadores e critérios usados no PSA com os apontados na Agenda 2030 e a possibilidade de adoção dos indicadores de apontar áreas prioritárias para esquemas de PSAH.

INFORMAÇÕES DO ARTIGO

Histórico do Artigo:

Submetido: 22/11/2023

Aprovado: 13/06/2024

Publicação: 22/06/2024



Keywords:

systematic literature review, SDG, PES water, indicators.

Palavras-Chave:

revisão sistemática de literatura, ODS, PSAH, indicadores.

Introdução

Nos últimos anos, o uso desmedido dos recursos naturais tornou necessário o desenvolvimento de medidas que os monetizassem como ativos ambientais, os incluindo na economia (Garcia *et al.*, 2021). Com esse movimento, o conceito de serviços ecossistêmicos e serviços ambientais tomou forma. Os serviços ecossistêmicos (SE) são conceituados como os serviços prestados pelos ecossistemas naturais e as espécies que os compõem, na sustentação e no preenchimento das condições de permanência da vida humana na Terra (BRASIL, 2021 e Fidalgo *et al.*, 2017) e os serviços ambientais (SA) foram utilizados como um subconjunto dos SE, que podem ser gerados como externalidades de atividades humanas.

A partir da conceituação e do interesse na proteção dos ecossistemas, que vinha sofrendo um declínio de suas funções, o de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) ganhou destaque (Coelho *et al.*, 2021), nas últimas décadas, como instrumento de política ambiental. Porém, é um instrumento com características mais amplas, pois além da melhoria dos serviços ambientais de uma determinada área, objetiva também melhorias sociais e econômicas, e constitui uma promissora estratégia de políticas públicas (Rosa *et al.*, 2016).

Por sua notória importância como ferramenta na gestão ambiental, diversos estados possuem legislação própria quando se trata de PSA, a exemplo de Pernambuco, com a Lei nº 15.809, de 17 de maio de 2016, que institui a Política Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais, cria o Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais e o Fundo Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais. Devido à descentralização de políticas de PSA em âmbito nacional houve a necessidade de uma legislação em âmbito Federal e, após anos de debates no Congresso Nacional, foi instituída a Lei nº 14.119, em 13 de janeiro de 2021, que define conceitos, objetivos, diretrizes, ações e critérios de implantação da Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PNPSA) e dispõe sobre outras medidas relacionadas ao PSA (Brasil, 2021).

Os crescentes estudos, esforços da sociedade e medidas governamentais, como a Lei nº 14.117, de 13/01/2021, com foco na proteção e na melhoria ambiental, são iniciativas que expressam a real preocupação com os recursos naturais, mas principalmente como parte de um compromisso global em consonância com os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). Estabelecidos e adotados pela ONU em 2015, os ODS são conhecidos como objetivos globais, pois são um apelo universal, a fim de acabar com a pobreza, proteger o planeta e garantir que até 2030 todas as pessoas desfrutem de paz e prosperidade, por isso é chamada de Agenda 2030 da ONU (UNDP, [entre 2015 e 2023]). A Figura 1 ilustra todos os ODS da Agenda 2030.

Figura 1.

Os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030.



Fonte: ONU (2015).

Dentre os *designers*, ou esquemas, de PSA comumente implantados, destacam-se os relacionados ao Objetivo do Desenvolvimento Sustentável (ODS) 6: Água Limpa e Saneamento, chamados de esquemas de Pagamentos por Serviços Ambientais Hídricos (PSAH) (Vuletic, 2020 e Jones *et al.*, 2022). Porém, nas escolhas de áreas prioritárias para PSA pouco se fala sobre as metodologias para indicação de tais áreas e os indicadores utilizados na priorização que maximizem o resultado positivo com o recurso limitado destinado (Gjorup *et al.*, 2016), e sua relação com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 (ODS), que vai além do ODS 6, pois muitos estão intimamente relacionados com os recursos hídricos. Em função disso e por sua importância como instrumento no alcance de metas globais estabelecidas pela ONU, os esquemas de PSA devem apontar os indicadores dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável relacionados.

Deste modo, levando em conta a necessidade de mais informações nacionais e internacionais acerca das metodologias e dos critérios usados para a indicação de áreas prioritárias na implantação de esquemas de PSAH e a necessidade de relacionar os indicadores em estudos dessa natureza com os indicadores dos ODS, foi realizada uma revisão sistemática de literatura, adotando como guia de redação o método PRISMA.

Este artigo objetivou analisar trabalhos nacionais e internacionais, através de uma revisão sistemática de literatura, que aborda metodologias utilizadas na etapa de seleção das áreas para esquemas de PSAH, visando relacionar os indicadores e critérios encontrados com os apontados nos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030.

Neste trabalho buscou-se, através da adoção do Indicador 6.4.2 – Nível de Estresse Hídrico do ODS 6 da Agenda 2030, que está relacionado ao critério “Disponibilidade de água

na Superfície e superexploração/contaminação de aquíferos”, obtido para a bacia do rio Ipojuca, exemplificar como os indicadores dos ODS podem ser usados para apontar áreas prioritárias de intervenção em PSAH.

Metodologia

Área de estudo

A bacia do rio Ipojuca localiza-se, em sua totalidade, no estado de Pernambuco, entre as latitudes de 8°09'50” e 8°40'20” sul e nas longitudes 34°57'52” e 37°02'48”, a oeste de Greenwich. Ela ocupa uma área de 3.587,24 Km² e 320 Km de extensão, correspondendo a 3,49% do estado de Pernambuco e está localizada na região hidrográfica do Atlântico Nordeste Oriental, fazendo parte das Regiões de Desenvolvimento – RD do Sertão do Moxotó, Agreste Meridional, Agreste Central, Mata Sul e Metropolitana.

Pela sua abrangência regional (agreste, mata e litoral), a bacia do rio Ipojuca exibe um ambiente complexo, evidenciando contrastes climáticos, de relevo, de solos e de cobertura vegetal, além de socioeconômicos, que exigem um modelo de gestão hídrica e ambiental, para atendimento de suas particularidades sub-regionais e locais (PERNAMBUCO, 2010).

De acordo com a atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos de Pernambuco (2022), a bacia hidrográfica do rio Ipojuca constitui a unidade de planejamento (UP5), figura 7, limitando-se ao norte com a bacia hidrográfica do Capibaribe (UP3) e o estado da Paraíba; ao sul, com as bacias dos rios Sirinhaém (UP6) e Una (UP7); o limite oeste é feito pelo Estado da Paraíba e pelas bacias dos rios Moxotó (UP10) e Ipanema (UP9) e a leste pelo Oceano Atlântico e as bacias da Metropolitana Sul (UP04) (SEINFRA, 2022).

O percurso do rio Ipojuca, com cerca de 320 km, é preponderantemente orientado na direção oeste-leste, sendo seu regime fluvial intermitente, tornando-se perene a partir do seu médio curso, nas proximidades da cidade de Caruaru (EMBRAPA, 2021).

Ao longo da sua extensão, a bacia abrange territórios parciais de 25 municípios, dos quais, 12 possuem sede dentro da bacia hidrográfica.

O rio Ipojuca corta diversas sedes municipais, destacando-se: Bezerros, Caruaru, Escada, Chã Grande, Gravatá, Ipojuca, Primavera, São Caetano e Tacaimbó, seu estuário foi bastante alterado nos últimos anos em decorrência da instalação do Complexo Portuário de Suape (EMBRAPA, 2021)

Descrição dos métodos

A revisão sistemática de literatura partiu de um protocolo de pesquisa com o auxílio do *checklist* PRISMA (2020), que visa nortear os pesquisadores em suas revisões sistemáticas. Foram utilizadas as bases de dados Scopus, por ser a maior base de dados de resumos e citações de literatura revisada por pares. A primeira fase da pesquisa é de caráter qualitativa, usando a

coleta de dados secundários nas bases escolhidas. A base de dados foi escolhida por possuir um dos bancos de dados internacionais mais abrangentes, ferramentas inteligentes de pesquisas e um vasto conjunto de artigos publicados dos mais diversos autores e áreas de pesquisas conceituadas.

As palavras-chave foram empregadas com composições *booleanas*, de acordo com o Quadro 1. A composição das palavras-chave seguiu a necessidade de filtrar resultados e restringir a amplitude da pesquisa para trabalhos direcionados ao objetivo proposto.

As pesquisas ocorreram no mês de janeiro de 2023. Foram utilizados filtros de exclusão na seguinte ordem: documentos dos anos de 2013-2023 (filtro 1), documentos em línguas portuguesa e inglesa (filtro 2) e apenas artigos científicos (filtro 3). Os artigos duplicados foram excluídos (filtro 4).

Após os filtros previamente descritos, os artigos resultantes passaram por uma análise qualitativa para fins de seleção daqueles que abordassem a temática de pagamento por serviços ambientais hídricos (PSAH), critérios e indicadores que orientam a seleção de áreas prioritárias e aqueles cujo objetivo tenha sido a implantação de PSAH.

A análise de inclusão e exclusão de artigos na etapa de Revisão Sistemática de Literatura (RSL) foi feita em duas fases: na primeira efetuou-se a leitura dos títulos, palavras-chave e resumos, a fim de excluir os artigos com assuntos discrepantes; a segunda fase consistiu na leitura completa dos artigos a fim de identificar os que fariam parte da RSL e posterior extração de dados para compor o presente estudo.

Relação dos indicadores e critérios encontrados com os indicadores dos ODS da Agenda 2030

Foi feito um quadro comparativo a fim de relacionar, por similaridade de finalidade ou metodologia, os indicadores e critérios mais relevantes encontrados na Revisão Sistemática de Literatura, com os indicadores apontados nos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030.

Indicador 6.4.2 – Nível de estresse hídrico: proporção das retiradas de água doce em relação ao total dos recursos de água doce disponíveis na bacia do rio Ipojuca - PE

Para a exemplificação dos resultados obtidos a partir de um dos indicadores apontados neste estudo, foi avaliado o histórico do Indicador 6.4.2 – Nível de estresse hídrico para a bacia do rio Ipojuca. Esta etapa foi realizada com o apoio de um *software* de Sistema de Informações Geográficas, ArcGIS Pro 3.0.3, utilizando como base os dados da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental e da Região Hidrográfica São Francisco, já que a área da bacia do rio Ipojuca compreende essas duas regiões.

Os dados utilizados para a elaboração do mapa foram produzidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e disponibilizados no seu portal institucional. Selecionaram-se os dados de 2019 do Indicador 6.4.2. Utilizou-se o limite da bacia hidrográfica do rio Ipojuca e os limites municipais de Pernambuco obtidos da Infraestrutura de Dados Espaciais (INDE).

Os dados coletados do portal do IBGE, em relação ao Indicador 6.4.2, apresentaram valores numéricos, os quais foram reclassificados, objetivando melhor compreensão do mapa, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1.

Parâmetros de reclassificação dos dados para produção do mapa no ArcGIS PRO 3.0.3.

Valor do Indicador 6.4.2 (%)	Reclassificação
0,1 - 0,1	Excelente/Confortável
0,1 - 1,8	Preocupante
1.8 - 10	Crítico
Acima de 10	Muito crítico

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Após todos os procedimentos metodológicos descritos, foi realizado no ArcGIS Pro 3.0.3, o processamento para a extração dos dados do Indicador 6.4.2 pelo limite da bacia do rio Ipojuca.

A base de dados utilizada para acompanhamento do Indicador 6.4.2 para as regiões hidrográficas nas quais a bacia do rio Ipojuca está inserida foi consultada na plataforma de metadados da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), nos anos de 2015 a 2019.

Resultados e discussão

Critérios e indicadores utilizados na seleção de áreas prioritárias de PSAH

Os resultados relativos às estratégias de busca usadas na base Scopus para Revisão Sistemática de Literatura são apresentados no Quadro 1 e, após o refinamento por filtros para a análise qualitativa, no Quadro 2. Artigos duplicados foram excluídos com o auxílio do gerenciador de referências Mendeley Desktop (Filtro 4).

Quadro 1.*Resultado das buscas nas bases Scopus.*

Base de dados	Palavras-chave	Documentos retornados
Scopus	<i>(TITLE-ABS-KEY (payment* AND environmental AND service* AND water*) AND TITLE-ABS-KEY(priorit* AND area*))</i>	56
Scopus	<i>(TITLE-ABS-KEY (payment* AND environmental AND service* AND water*) AND TITLE-ABS-KEY (select* AND area*))</i>	36
Scopus	<i>(TITLE-ABS-KEY (payment* AND environmental AND service* AND water*) AND TITLE-ABS-KEY (“indicators”))</i>	41
Scopus	<i>(TITLE-ABS-KEY(payment* AND environmental AND service* AND water*) AND TITLE-ABS-KEY (“priority”))</i>	78
	<i>Total</i>	211

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Quadro 2.*Resultados das estratégias de busca nas bases de dados por filtro aplicado.*

Base de dados	Nº de documentos	Filtro 1 (anos de 2013-2023)	Filtro 2 (línguas portuguesa e inglesa)	Filtro 3 (artigos científicos)	Filtro 4 (duplicados)
Scopus	211	182	182	168	107

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Após a leitura preliminar dos 107 artigos resultantes da etapa de filtragem, foram excluídos 89 artigos que não correspondiam ao foco principal da pesquisa ao serem analisados os títulos, as palavras-chave e os resumos. Os 18 artigos restantes passaram por uma leitura completa, a fim de definir os que entrariam na RSL e os que seriam terminantemente excluídos. Esta etapa resultou em 8 artigos, os quais referenciaram os critérios e indicadores usados na seleção de áreas prioritárias de PSAH.

Com os artigos selecionados, foi composto o Quadro 3, com os autores e principais critérios ou indicadores usados na seleção de áreas para PSAH e sua relação ou correspondência com os indicadores dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Quadro 3.

Critérios ou indicadores mais relevantes encontrados na RSL, na seleção de áreas para PSAH e o relacionamento com os indicadores dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável 2030.

Autores	Critérios ou indicadores apontados em esquemas de PSAH	Indicadores dos 17 ODS da Agenda 2030.
Atisa <i>et al.</i> , 2014; Sims <i>et al.</i> , 2014; Souza <i>et al.</i> , 2021; Garcia <i>et al.</i> , 2020; Valente <i>et al.</i> , 2021; Rosa <i>et al.</i> , 2016.	Uso e ocupação do solo.	15.1.1 - Percentual de áreas de floresta do total de área da terra; 15.1.2 - Percentual de locais importantes para a biodiversidade de água doce e terrestre, que estão cobertos por áreas protegidas, por tipo de ecossistema; 15.3.1 - Percentual da terra que é degradada sobre o total da área da terra; 6.6.1 - Mudanças na extensão de ecossistemas relacionados com a água ao longo do tempo.
Sims <i>et al.</i> , 2014; Lopes <i>et al.</i> , 2020; Souza <i>et al.</i> , 2021.	Disponibilidade de água na superfície e superexploração/contaminação de aquíferos.	6.4.2 - Nível de estresse hídrico: proporção das retiradas de água doce em relação ao total dos recursos de água doce disponíveis.
Sims <i>et al.</i> , 2014.	Áreas de preservação permanente.	15.1.2 - Percentual de locais importantes para a biodiversidade de água doce e terrestre, que estão cobertos por áreas protegidas, por tipo de ecossistema; 15.4.1 - Cobertura de áreas protegidas dos locais importantes para a biodiversidade das montanhas; 6.6.1 - Mudanças na extensão de ecossistemas relacionados com a água ao longo do tempo.
Lopes <i>et al.</i> , 2020; Roberts <i>et al.</i> , 2021.	Indicadores e índices relacionados à qualidade da água.	6.3.2 - Proporção de corpos hídricos com boa qualidade ambiental.
Lopes <i>et al.</i> , 2020; Souza <i>et al.</i> , 2021; Valente <i>et al.</i> , 2021; Rosa <i>et al.</i> , 2016.	Potencial de erosão.	6.3.2 - Proporção de corpos hídricos com boa qualidade ambiental.
Valente <i>et al.</i> , 2021.	Proximidade de nascentes.	6.6.1 - Mudanças na extensão de ecossistemas relacionados com a água ao longo do tempo.

Fonte: Elaborado pelos autores (2023), a partir da RSL.

O Quadro 3 mostra alguns dos critérios e indicadores para a seleção de áreas prioritárias mais citados nas publicações analisadas. Dentre os 8 trabalhos incluídos na RLS, nenhum abordou os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 e o impacto

positivo nos mais diversos ODS que a implantação de esquemas de PSAH pode causar. Além da relação clara entre os critérios apresentados no Quadro 3 e os ODS 15: proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade, e o ODS 6: assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável da água e o saneamento para todas e todos, os esquemas de PSAH também têm impacto positivo no alívio da pobreza (Sims *et al.*, 2014) em consonância com o ODS 1, melhoria das práticas de manejo por meio de agricultura sustentável (Atisa *et al.*, 2014) – ODS 2 e ODS 13, visto que todas as medidas também impactam nas mudanças climáticas.

O levantamento dos critérios relevantes para a seleção de áreas prioritárias, objetivando a implementação de esquemas de PSAH, deve ser realizado em conjunto com uma análise apurada dos ODS.

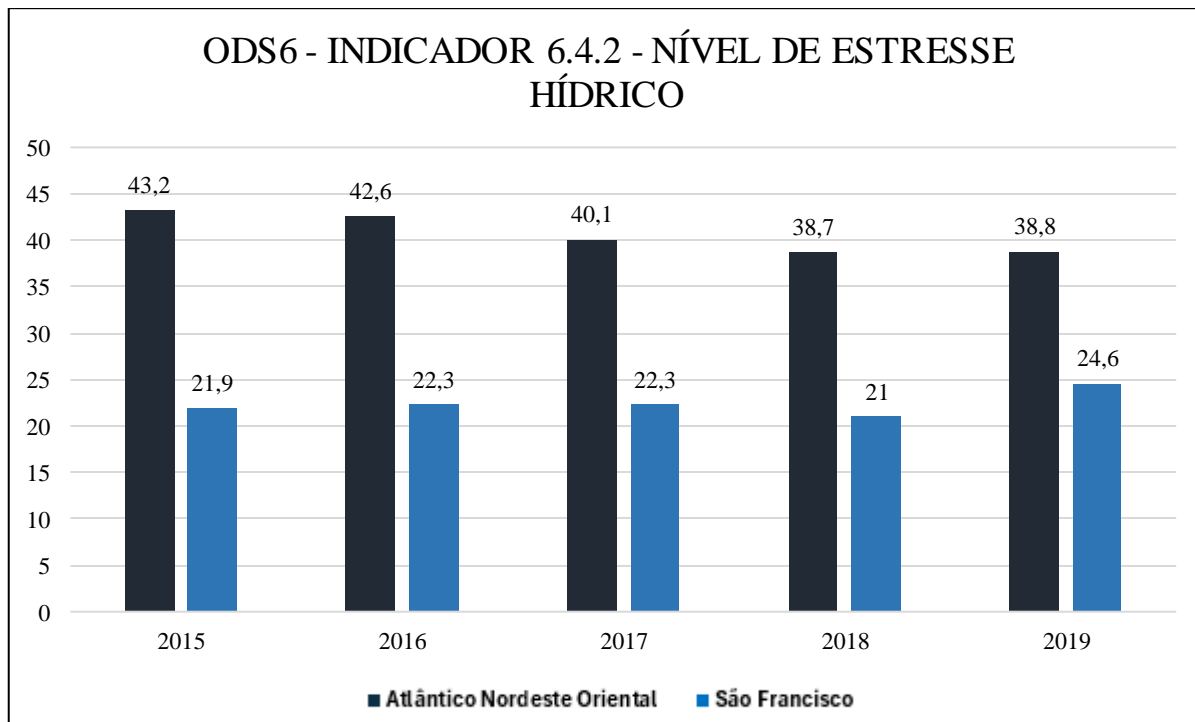
Ressalta-se, ainda, a importância do PSAH como instrumento de gestão ambiental e sua estreita relação com as metas que, inclusive, podem subsidiar, com seus indicadores, pesquisas de áreas relevantes, que englobem aspectos ambientais e sociais abordados como relevantes em pesquisas de PSA e PSAH (Sims *et al.*, 2014; Rosa *et al.*, 2016).

Observam-se poucos trabalhos relacionados à implementação de esquemas de PSAH com metodologias claras, robustas e amplamente utilizadas, deixando um grande espaço para pesquisas futuras, principalmente trazendo à tona aspectos e objetivos acordados em agendas globais, assim, fortalecendo cada vez mais investimentos na área e disseminação de projetos de PSAH, visto que fortalece o compromisso assumido pelo Brasil no atingimento das metas até 2030.

Para exemplificar de forma prática a possibilidade do uso dos indicadores dos ODS da Agenda 2030, foi selecionado o indicador 6.4.2 – Nível de estresse hídrico: proporção das retiradas de água doce em relação ao total dos recursos de água doce disponíveis, para fins de análise temporal na bacia do rio Ipojuca, conforme mostra a Figura 2. O indicador foi escolhido por sua relação com os critérios encontrados na RSL e sua relevância ao fornecer uma estimativa da pressão sobre os recursos de água doce renováveis, exercida pelo total de demandas, permitindo visualizar tendências temporais e assegurar planejamento de ações e projetos, como PSAH, que visem a sustentabilidade no abastecimento de água doce, nos mais diversos setores, promovendo a redução substancial do número de pessoas que sofrem com a escassez de água.

Figura 2.

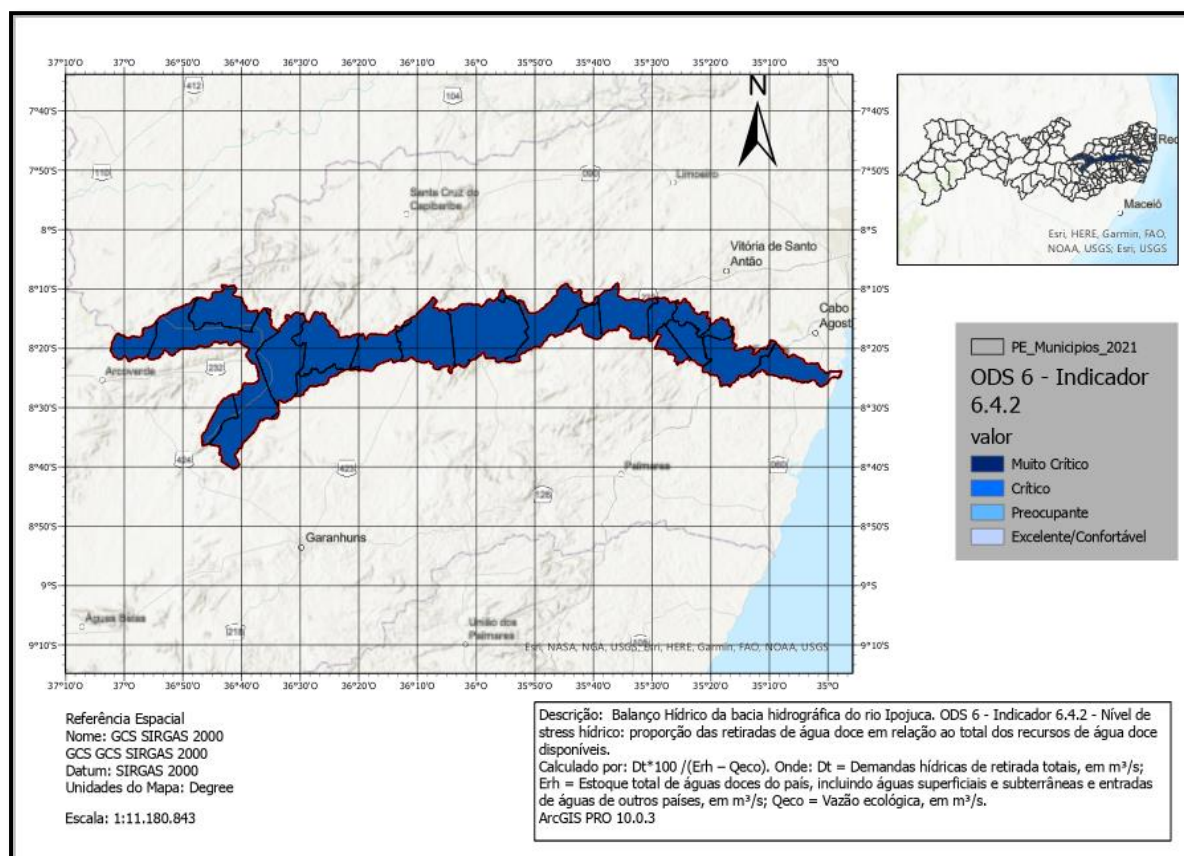
Análise temporal do indicador 6.4.2 no período de 2015 – 2019 nas regiões hidrográficas, nas quais a bacia do rio Ipojuca está inserida.



Fonte: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) - Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) (2023).

A Figura 2 apresenta um gráfico com a análise temporal do indicador relacionado ao estresse hídrico das Regiões Hidrográficas (RH) que compõem o indicador da bacia do rio Ipojuca. Ambas as RH caracterizadas por forte escassez de água e estresse hídrico acima de 20%, quando os valores são aceitáveis pela meta do IBGE, são abaixo de 10%, para que não sejam considerados um risco de causar um grande comprometimento no consumo e possível escassez hídrica grave (ANA, 2022). Assim, a análise mostra que a bacia do rio Ipojuca está sob forte pressão hídrica em todo o período estudado e em estado muito crítico de estresse hídrico, Figura 3.

A Figura 3 apresenta o mapa com os níveis do Indicador 6.4.2, na bacia hidrográfica do Ipojuca.

Figura 3.*Mapa da bacia do rio Ipojuca com o indicador 6.4.2.*

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

As bacias da Região Nordeste do país, onde está localizada a bacia do rio Ipojuca, apresentam uma situação predominantemente muito crítica devido à baixa disponibilidade hídrica (ANA, 2019), configurando uma região sensível à seca e com forte necessidade de intervenções que assegurem a disponibilidade hídrica, como esquemas de PSAH.

A bacia do rio Ipojuca, em particular, além das características climáticas e por ser uma região sensível à seca, sofre com grandes pressões antrópicas em toda a sua extensão (SEINFRA, 2022). Para fins de análise de áreas prioritárias para implantação de programas e projetos de PSAH, levando em consideração as pressões antrópicas, dois indicadores podem ser usados para aferir o nível de criticidade e auxiliar na tomada de decisão, além de validar não só a bacia específica, mas como uma metodologia mais universal, são os indicadores 6.6.1- Mudanças na extensão de ecossistemas relacionados com a água ao longo do tempo, devido à degradação ambiental relacionada ao uso e à ocupação do solo, e o 6.3.2 – Proporção de corpos hídricos com boa qualidade ambiental, que está diretamente relacionado ao nível de poluição dos corpos hídricos, que é uma característica da bacia (Silva e Carneiro, 2021).

Conclusão

Há uma grande necessidade de mais estudos que explorem indicadores para a seleção de áreas prioritárias na implantação de PSAH e que apresentem a forte relação do instrumento econômico de gestão ambiental com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030, como forma de fomentar a importância dos programas de PSA a favor de um objetivo global comum.

A relação entre os ODS e critérios e/ou indicadores usados nos programas de PSAH são bastante extensas, conforme resultados encontrados no Quadro 3. Os objetivos dos programas de PSAH causam impacto comprovadamente positivo nos ODS 6 e ODS 15, além de suas relações e impactos positivos nos ODS 2 e ODS 13.

São necessários mais estudos dentro desta temática com o objetivo de desenvolver metodologias para a seleção de áreas prioritárias para implantação de programas e projetos de PSAH, baseadas em indicadores dos ODS da Agenda 2030, visto que apresentam características universais em relação à aplicação em diferentes biomas, climas e regiões com diferentes características, buscam alcançar os ODS e podem ser mais facilmente validadas como um protocolo de referência.

Na análise do indicador 6.4.2 – Nível de estresse hídrico, dos ODS da Agenda 2030, foi possível, mesmo analisando um único critério, identificar uma forte necessidade de intervenção na bacia do rio Ipojuca, devido à situação muito crítica da bacia com grande descarga de efluentes domésticos e industriais, degradação ambiental e, conseqüentemente, o resultado no indicador, além da sua importância no abastecimento do estado de Pernambuco.

REFERÊNCIAS

- ANA (Brasília - DF). Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) (org.) (2022). *ODS 6 no Brasil: Visão da ANA sobre os indicadores*. 2º. ed. Brasília – DF: ANA, p. 112. ISBN: 978-65-88101-25-4.
- ANA (Brasília - DF). Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) (org.). (2019). *ODS 6 no Brasil: Visão da ANA sobre os indicadores*. Brasília - DF: Agência COMUNICA, v. 1, p. 100. ISBN: 978-85-8210-058-5. E-book.
- ANA. (2015). *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: regiões hidrográficas brasileiras – Edição Especial*. Brasília: ANA.
- Atisa, G.; Bhat, M. G.; McClain, M. E. (2014). Economic Assessment of Best Management Practices in the Mara River Basin: Toward Implementing Payment for Watershed Services. *Water Resources Management*, 28(6), 1751–1766.
<https://doi.org/10.1007/s11269-014-0585-3>.
- 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. (2021). Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 13 jan. 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.119-de-13-de-janeiro-de-2021-298899394>. Acesso em: 27 jan. 2023.
- Coelho, N. R.; Gomes, A. S.; Gassano, C. R.; Prado, R. B. (2021). Panorama das iniciativas de pagamento por serviços ambientais hídricos no Brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 27, p. 1-7.
- EMBRAPA. EMBRAPA Solos. (2021). Bacia do Rio Ipojuca. In: Lopes Da Silva, M. S.; De Oliveira Neto, M. B.; Do Amaral, A. J. Bacia do Rio Ipojuca. [S. l.], 9 set. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/territorios/territorio-mata-sul-pernambucana/caracteristicas-do-territorio/recursos-naturais/recursos-hidricos/bacia-do-rio-ipojuca>. Acesso em: 9 mar. 2023.
- Fernandes, L. S; Botelho, R. G. M. (2016). Proposta Metodológica para Ranking de Priorização de Municípios para Implantação de Programas de Pagamento por Serviços Ambientais. *Ambiente & Sociedade*, 19(4), 101–120. doi:10.1590/1809-4422asoc0050r1v1942016.
- Fidalgo, E. C. C.; Prado, R. B.; Turetta, A. P. D.; Schuler, A. E. (2017). *Manual para pagamento por serviços ambientais hídricos: seleção de áreas e monitoramento*. 1ª ed. Brasília, DF: Embrapa.
- Garcia, J. M.; Silva, J. C., Longo, R. M. (2020) Relação entre uso e ocupação do solo e potenciais serviços ambientais em microbacia hidrográfica urbana. *Rev. Gest. Ambient. e Sust. - GeAS*, 10(1), 1-26, e17012.
- Gjorup, A. F.; Fidalgo, E. C. C.; Prado, R. B.; Schuler, A. E. (2016). Análise de procedimentos para seleção de áreas prioritárias em programas de pagamento por serviços ambientais hídricos. *Revista Ambiente & Água*, v. 11, p. 225/1-238.
- IBGE. (2023) *Indicadores Brasileiros para os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável: Indicador 6.4.2 - Nível de estresse hídrico: proporção das retiradas de água doce em relação ao total dos recursos de água doce disponíveis*. Brasil. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/objetivo6/indicador642>. Acesso em: 10 jan. 2023.
- IBGE. (2019) *Objetivos do Desenvolvimento Sustentável Indicadores*. Brasil. Disponível em: <https://pgiods.ibge.gov.br/index.html?mapid=293>. Acesso em: 27 jan. 2023.
- Lopes, T. R.; Folegatti, M. V.; Duarte, S. N.; Zolin, C. A.; Fraga Junior, L. S.; Moura, L. B.; Santos, O. N. A. (2020). Hydrological modeling for the piracicaba river basin to support water management and ecosystem services. *Journal of South American Earth Sciences*, 102752. doi:10.1016/j.jsames.2020.102752.
- ONU. (2015). *Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*. In: ONU. Organização das Nações Unidas. Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. [S. l.]. Disponível

- em: <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel>. Acesso em: 1 mai. 2023.
- Roberts, W. M.; Couldrick, L. B.; Williams, G.; Robins, D.; Cooper, D. (2021). *Mapping the potential for Payments for Ecosystem Services schemes to improve water quality in agricultural catchments: A multi-criteria approach based on the supply and demand concept*. Water Research, 206. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.117693>.
- SEINFRA. (2022) Plano Estadual de Recursos Hídricos de Pernambuco: resumo executivo. *Secretaria de Infraestrutura e Recursos Hídricos*. Secretaria Executiva de Recursos Hídricos. Recife: Seinfra.
- Silva, J. L.; Carneiro, L. G. (2021). O Ipojuca pede socorro: Ações de Educação Ambiental no Bairro Queimada Dantas em Bezerros/PE. *Educação Sem Distância*, v. 4, p. 1-13.
- Sims, K. R. E.; Alix-Garcia, J. M.; Shapiro-Garza, E.; Fine, L. R.; Radeloff, V. C.; Aronson, G.; Yañez-Pagans, P. (2014). Improving Environmental and Social Targeting through Adaptive Management in Mexico's Payments for Hydrological Services Program. *Conservation Biology*, 28(5), 1151–1159. <https://doi.org/10.1111/cobi.12318>.
- Souza, R. A.; Dupas, A. F.; Silva, A. I. (2021). Spatial targeting approach for a payment for ecosystem services scheme in a peri-urban wellhead area in southeastern Brazil. *Environmental Challenges*, 5, 100206. doi:10.1016/j.envc.2021.100206.
- UNDP.([entre 2015 e 2023]). *Sustainable Development Goals: What are the Sustainable Development Goals?* In: *What are the Sustainable Development Goals?* [S. l.]: UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME. Disponível em: https://www.undp.org/sustainable-development-goals?gclid=CjwKCAjwmbqoBhAgEiwACIjzECViTSjmbQvElVzMIP7F5_Bfvwa4kAkY Saf7IONApQQ97OWRPKZBuhoCmPwQAvD_BwE. Acesso em: 30 ago. 2023.
- Valente, R. A.; De Mello, K.; Metedieri, J. F.; Américo, C. (2021). A multicriteria evaluation approach to set forest restoration priorities based on water ecosystem services. *Journal of Environmental Management*, 285, 112049. doi:10.1016/j.jenvman.2021.112049.
- Vuletić, D.; Krajter Ostoić, S.; Keča, L.; Avdibegović, M.; Potočki, K.; Posavec, S.; Pezdevšek Malovrh, Š. (2020). *Water-Related Payment Schemes for Forest Ecosystem Services in Selected Southeast European (SEE) Countries*. *Forests*, 11(6), 654. doi:10.3390/f11060654.