
O Método Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PEIR) Aplicado em Estudos Ambientais: uma revisão sistemática

The Pressure-State-Impact-Response (PEIR) Method Applied in Environmental Studies: a systematic review

El Método Presión-Estado-Impacto-Respuesta (PEIR) Aplicado en Estudios Ambientales: una revisión sistemática

Maria Teresa Ribeiro¹

 <https://orcid.org/0000-0002-2966-6805>

Gelze Serrat de Souza Campos Rodrigues²

 <https://orcid.org/0000-0001-8681-0036>

RESUMO: A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCED) formulou, em 1993, os indicadores ambientais Pressão-Estado-Resposta (PER). Posteriormente, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) adaptou esse método que passou a ser chamado PEIR. É um método de avaliação de impactos ambientais baseado no conceito de causalidade, pois propõe que a análise ambiental ocorra a partir do estudo dos fatores que exerçam PRESSÃO sobre determinado meio causando seu ESTADO atual, caracterizado por meio de indicadores. Com isso é possível avaliar IMPACTOS ambientais decorrentes de determinada situação. Para lidar com o estado ambiental a sociedade oferece RESPOSTAS, incluindo ações individuais e coletivas, visando mitigar, adaptar ou prevenir impactos negativos no ambiente. Este artigo apresenta uma revisão sistemática acerca desse método, realizada por meio de um levantamento de literatura utilizando a plataforma 'Portal de Periódicos da Capes'. O objetivo foi levantar informações sobre a aplicabilidade desse método em estudos ambientais referentes a atividades econômicas e contextos diversos. Os resultados apontam para o caráter adaptável do método PEIR para diferentes locais e contextos geográficos, e sua utilidade é observada em processos de gestão ambiental e identificação de impactos ambientais e suas causas, a qual possibilita a compreensão do ambiente enquanto sistema de múltiplas interações.

PALAVRAS-CHAVE: método PEIR; revisão sistemática; avaliação de impactos socioambientais.

ABSTRACT: *The Organization for Economic Cooperation and Development (OCED) formulated the Pressure-State-Response (PSR) environmental indicators, in 1993. Afterward, the United Nations Environment Program (UNEP) adapted it and established the PSIR. PSIR is a method of environmental*

¹ Mestranda em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia (UFU). E-mail: mariateresa.engambiental@gmail.com.

² Doutorado em Geografia pela Universidade Federal de Uberlândia. Professora Associada do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia (IG-UFU). E-mail: gel.serrat@gmail.com.

impact assessment based on causality as it proposes environmental analyses of the study of factors that place PRESSURE on a given environment, changing its current STATE, characterized through indicators. This makes it possible to assess environmental IMPACTS arising from a given situation. To deal with the state, society offers RESPONSES, including individual and collective actions, aiming to mitigate, adapt, or prevent negative environmental impacts. This article presents a systematic review of PSIR, by conducting literature research, using the 'Capes Periodical platform to gather information about its applicability in environmental studies concerning economic activities and several contexts. The results point out the adaptable nature of the PEIR method for different locations and geographical contexts, being useful in environmental management, identifying impacts and their causes, and understanding the environment as a system of multiple interactions.

KEYWORDS: *PEIR method; systematic review; socioenvironmental impact assessment.*

RESUMEN: *La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) formuló, en 1993, los indicadores ambientales Presión-Estado-Respuesta (PER). Posteriormente, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) adaptó este método, que pasó a denominarse PEIR. Es un método de evaluación de impactos ambientales basado en el concepto de causalidad, ya que propone que el análisis ambiental se produce a partir del estudio de los factores que ejercen PRESIÓN sobre un determinado ambiente provocando su ESTADO actual, caracterizado a través de indicadores. Esto permite evaluar los IMPACTOS ambientales derivados de una situación determinada. Para enfrentar el estado ambiental, la sociedad ofrece RESPUESTAS, incluyendo acciones individuales y colectivas, encaminadas a mitigar, adaptar o prevenir impactos negativos sobre el medio ambiente. Este artículo presenta una revisión sistemática de este método, realizada a través de un levantamiento de la literatura utilizando la plataforma 'Portal de revistas periódicas de Capes'. El objetivo fue recopilar información sobre la aplicabilidad de este método en estudios ambientales referidos a actividades económicas y diferentes contextos. Los resultados apuntan a la naturaleza adaptable del método PEIR para diferentes ubicaciones y contextos geográficos, siendo útil en procesos de gestión ambiental, en la identificación de impactos ambientales y sus causas, permitiendo la comprensión del medio ambiente como un sistema de múltiples interacciones.*

PALABRAS CLAVE: *método PEIR; revisión sistemática; evaluación de impactos socioambientales.*

INTRODUÇÃO

Após a criação e difusão do conceito de Desenvolvimento Sustentável, ocorrido durante as décadas de 1970 e 1980, tornou-se necessário a elaboração de ferramentas que possibilitassem avaliar o estado ambiental de determinada área ou os impactos ambientais decorrentes de certas atividades. O método Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PEIR) é uma ferramenta de avaliação de impactos ambientais, baseado no conceito de causalidade, que vem sendo muito utilizado. Entende-se que o método PEIR é capaz de contribuir com o estudo de impactos ambientais que estão em ocorrência, ou mesmo estudos de caráter preventivo, sendo uma ferramenta para a gestão ambiental. Este artigo tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica sistemática a fim de compreender como esse método vem sendo aplicado em estudos ambientais e refletir sobre sua eficácia.

O conceito de Desenvolvimento Sustentável foi introduzido por Maurice Strong, durante a Conferência de Estocolmo, na década de 1970, e difundido por Ignacy Sachs (Montibeller

Filho, 1993). O conceito buscava preencher a lacuna criada pelos questionamentos de grupos ambientalistas sobre as consequências ambientais negativas de projetos de desenvolvimento de governos e instituições financeiras internacionais, especialmente com relação às estratégias de modernização voltadas para países de Terceiro Mundo.

Na década de 1980, países membros da Organização de Cooperação Econômica e Desenvolvimento (OCDE) demandavam a criação de indicadores ambientais que permitissem integrar o ambiente na tomada de decisões econômicas mensurando a influência das ações humanas sobre o ambiente (OCDE, 1993). Mas, já na década de 1970, havia sido elaborada pelos cientistas Anthony Friend e David Rapport, da *Statistics Canada*, uma estrutura de indicadores ambientais, que seguem uma cadeia de causalidade, conhecida como *Stress-Response*. A abordagem *Stress-Response* surgiu com o propósito de integrar as atividades estressoras com as respostas ambientais a elas. O *Stress* ambiental pode ser definido pelos elementos que colocam pressão sobre o meio e contribuem com sua degradação, já o termo *Response*, ou resposta ambiental, se refere aos efeitos desse estresse que são observados sobre o ambiente natural ou artificial, ou seja, a resposta do próprio sistema (Rapport; Friend, 1979). Baseando-se nesse modelo, a OCDE adaptou esses indicadores em 1993 gerando o sistema de indicadores Pressão-Estado-Resposta, que propõe um diagnóstico baseado em três aspectos: estado atual da situação; forças e atividades que mantêm ou causam o estado; respostas para melhorar, manter ou reverter o estado.

Oliveira e Faria (2008) definem indicadores como valores medidos ou derivados de mensurações quantitativas e/ou qualitativas os quais são passíveis de padronização e comparáveis entre si. De acordo com Carvalho, Garcez e Santiago (2020), os indicadores são ferramentas analíticas de avaliação que informam sobre as condições e tendências ao desenvolvimento sustentável de determinado local.

A OCDE (1993) propôs uma variação do método PEIR, substituindo o termo “Pressão” por “Força motriz”. Nessa variação considera-se que o impacto sobre o desenvolvimento sustentável pode ser positivo ou negativo (Ariza; Araujo Neto, 2010). Depois, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) adaptou o sistema PER incluindo as variáveis “Forças Motrizes e Impactos” ampliando o método para Força Motriz-Pressão-Estado-Impacto-Resposta – PEIR (Lima; Costa; Ribeiro, 2017). O PNUMA aplica o PEIR no Programa de Avaliação Ambiental Integrada: *Global Environment Outlook* - GEO Cidades.

Com o intuito de compreender os componentes do PEIR, é necessário definir o conceito de impacto. Segundo Sánchez (2020) impacto ambiental pode ser entendido como o efeito resultante de uma ação humana sobre um ecossistema ou ambiente o qual pode ser adverso ou benéfico. Conforme o autor (Sánchez, 2020, p. 26) “[...] impacto ambiental é uma consequência de atividades, produtos, serviços (sociais)”, logo, o caráter positivo ou negativo depende de como são feitas as atividades e seus resultados sobre o ambiente.

Trabalhos que tratam de “impactos ambientais” lidam com interesses divergentes e objetivos conflitantes. Uma lacuna recorrente em estudos de impactos ambientais é o tratamento homogêneo dado à sociedade (Souza, 2019). Nesses casos a presença humana, suas relações e influências, são interpretadas como um fator categorizado nos estudos. Assim, uma característica relevante do PEIR é sua análise a partir da verificação das forças motrizes que pressionam o ambiente e forças vindas da ação humana sendo imperativo considerar o contexto social, econômico e a qualidade de vida da população ou local.

No Brasil a avaliação de impactos ambientais é estabelecida como um dos instrumentos da Lei nº 6.938 (Brasil, 1981), que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Empreendimentos com impactos significativos, isto é, elevado potencial de degradação ambiental, possuem como exigência estudos prévios de impactos ambientais. Porém, há situações que envolvem ambientes degradados e comunidades em situação vulnerável onde não houve qualquer estudo prévio ou instalação de infraestruturas necessárias para garantir a qualidade de vida nesses locais e para essas populações. Trabalhos como o de Abarca e Moraes (2021) e de Silva *et al.* (2022), entre outros desta revisão, relatam tais situações e demonstram como o método PEIR contribuiu com o estudo ambiental desses contextos fomentando informações para uma melhor tomada de decisões por parte da gestão pública.

ETAPAS DO MÉTODO PEIR

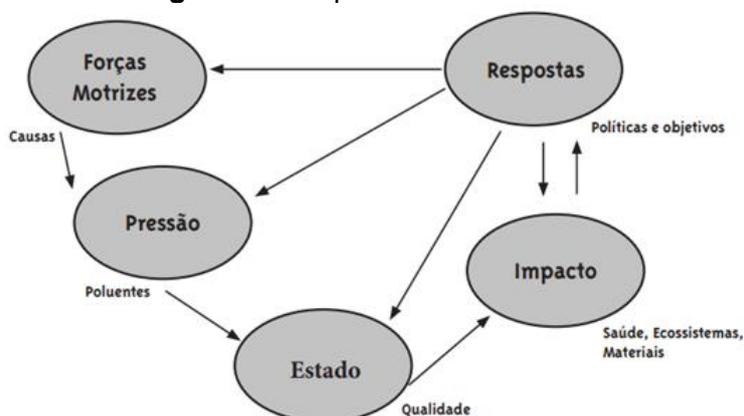
O método PEIR (Figura 1) se organiza de modo a gerar uma matriz estruturada a partir da identificação das atividades causais que produzem pressões e impactos alterando o estado do ambiente. Para auxiliar na mitigação desses impactos são elaboradas respostas pela sociedade ou poder público (Oliveira, 2017). Segundo Santos *et al.* (2020), os indicadores de Pressão, Estado, Impacto e Resposta são organizados de maneira lógica em matrizes, as quais os pesquisadores têm autonomia para desenvolver. As matrizes permitem identificar os indicadores relacionados ao meio e o estabelecimento de ações que reduzam impactos ambientais negativos.

Abarca e Moraes (2021), baseando-se em materiais do PNUMA, elaboraram um quadro no qual os componentes se referem a diferentes propostas de análise, com o detalhamento das variáveis do método PEIR. Cada análise responde uma questão que vai caracterizar o evento e o local de estudo de acordo com os elementos de influência (Quadro 1).

Este artigo apresenta uma revisão sistemática sobre o método PEIR, por meio do levantamento e leitura de artigos que o utilizaram em pesquisas ambientais, a fim de verificar como o PEIR vem sendo desenvolvido. A análise relaciona-se principalmente ao contexto brasileiro, aplicabilidade, dificuldades de utilização e levantamento das observações de

autores basilares no desenvolvimento da metodologia. A revisão de literatura foi realizada no acervo digital disponibilizado na plataforma da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES-Periódicos).

Figura 1 – Etapas do método PEIR



Fonte: Lima, Costa e Ribeiro (2017).

Quadro 1 – Componentes da metodologia PEIR

Componente	Análise	Questão
Pressão	Forças econômicas e sociais implícitas. Sob uma perspectiva política, a pressão constitui o ponto de partida para o enfrentamento dos problemas ambientais.	Por que isto está acontecendo?
Estado	Condição do meio ambiente, resultante das pressões ambientais, econômicas e sociais.	O que está acontecendo com o ambiente?
Impacto	Efeito produzido pelo estado ambiental sobre: a qualidade de vida, o próprio meio ambiente e o ambiente construído.	Qual é o impacto causado pelo estado do ambiente?
Resposta	Ações coletivas ou individuais que atenuam ou previnem impactos ambientais negativos, corrigem danos provocados ao meio ambiente, preservam os recursos naturais e contribuem para a melhoria da qualidade de vida da população local.	O que está sendo feito a respeito?

Fonte: Abarca e Moraes (2021). Adaptação: as autoras.

A revisão sistemática se deu por meio do levantamento da literatura sobre o método de pesquisa PEIR. Segundo Conforto, Amaral e Silva (2011) a abordagem sistemática, para revisões, é uma forma de obter maior rigor e melhores níveis de confiabilidade ao definir uma estratégia e um método sistemático para realizar buscas e analisar resultados.

Neste estudo, a estratégia iniciou-se pela escolha da plataforma utilizada para a pesquisa e o período que seria considerado no levantamento de informações. A opção foi pelo Portal de Periódicos da CAPES – CAFe, de acesso exclusivo para cadastros institucionais, e o período estipulado foi de 1991 a 2023. A pesquisa foi realizada em janeiro/2024 conforme o seguinte procedimento:

- 1) Seleção do campo “Acervo” > “Buscar Assunto”;

2) Palavras-chave: “Método PEIR” e “Metodologia PEIR”;

Foram encontrados 62 resultados ao todo, e estes passaram pelos seguintes filtros:

2a) Tipo de recurso: “Artigos”;

2b) Data de criação: com relação à data de criação o ano inicial do recorte temporal - 1991 - se deu porque é o ano inicial da inclusão de artigos no repositório da CAPES, sendo que o artigo mais antigo que trata da aplicação do método PEIR, com enfoque ambiental, data de 2010. Assim, o período estipulado foi de 1991-2023;

3) “Método PEIR”= 26 resultados, “Metodologia PEIR”= 29 resultados, 55 ao todo;

Seleção de artigos que utilizaram o sistema de indicadores PEIR para estudo de questões ambientais: leitura dos títulos e resumos. Foram selecionados 14 artigos.

Deve-se destacar que nesta pesquisa não foram indicados idiomas específicos a fim de se obter o maior número de resultados, abarcando estudos desenvolvidos em diferentes países. Artigos analisados que utilizaram o método PEIR na área da saúde foram excluídos da revisão, pois a proposta é verificar sua aplicação em estudos ambientais.

Ressalta-se que, na literatura, os termos “método” e “metodologia” são utilizados para se referir ao PEIR. Segundo o Dicionário Aurélio, de língua portuguesa, o termo “método” vem do grego *methodos* e significa caminho para chegar a um fim, ou seja, um conjunto de etapas para alcançar um objetivo. Já o termo “metodologia” se refere ao estudo dos caminhos ou estudo dos métodos usados para alcançar um objetivo. Dessa forma, o termo utilizado nesta revisão é “Método PEIR”, pois se trata de técnicas aplicadas em estudos ambientais. Os artigos foram agrupados de acordo com as aplicações dadas ao PEIR (Quadro 2). No Quadro 3 são apresentados os artigos selecionados para a revisão.

Quadro 2 – Agrupamentos dos artigos, conforme o tema

I.	Análise da qualidade ambiental de Bacias Hidrográficas;
II.	Avaliação de impactos ambientais em áreas urbanas;
III.	Avaliação de impactos ambientais causados por atividades variadas.

Fonte: As autoras, 2024.

Quadro 3 – Artigos selecionados para a revisão

GRUPO	TÍTULO	AUTORES	PERIÓDICO	ANO
I	El análisis estructural para evaluar indicadores dentro de la GIRH en la microcuenca “Villa Victoria” (Estado de México)	LUNA-PÉREZ, ZEPEDA-MONDRAGÓN, CANCHOLA-PANTOJA.	Ingeniería del Agua	2022
II	Percepção dos Ribeirinhos da colônia de pescadores Z-9 sobre impactos ambientais no Rio Ji-Paraná - RO	SILVA <i>et al.</i>	ACTA Geográfica	2022
II	A ecologia política no estudo da segregação urbana: um estudo de caso da estruturação de muros na periferia de Lima, Peru	ABARCA e MORAES.	Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade - GeAS	2021
I	Bacia hidrográfica do Rio Roosevelt: um território fluvial integrador na Pan-Amazônia	SOUZA <i>et al.</i>	Nature and Conservation	2021
III	Análise de impactos ambientais na lavra de areia desativada na região administrativa de Santa Maria/DF, sob a ótica da metodologia P.E.I.R	GUILHERME <i>et al.</i>	Entorno Geográfico	2020
III	Percepção sobre tecnologias, sustentabilidade e indicadores ambientais no baixo São Francisco/ SE	SANTOS <i>et al.</i>	Revista INGI	2020
I	Governança das Águas e indicadores de Pressão-Estado-Impacto-Resposta na Bacia Hidrográfica do Rio Tracuateua (Pará-Brasil)	SILVA <i>et al.</i>	Boletim de geografia	2020
II	Construção de uma matriz de Indicadores para diagnóstico ambiental e sua aplicação em comunidade inserida em Área de Proteção Ambiental (APA)	CARVALHO, GARCEZ e SANTIAGO.	Revista Brasileira de Meio Ambiente	2020
III	Logística reversa de pneus inservíveis: diagnóstico situacional com aplicação de matriz de indicadores de sustentabilidade nos municípios de Belém e Ananindeua, Pará	GONÇALVES <i>et al.</i>	NAVUS, Revista de Gestão e Tecnologia	2019
II	Avaliação de impactos e danos ambientais em zonas costeiras do Brasil -Angra dos Reis e Paraty	RIBEIRO <i>et al.</i>	Revista Internacional de Ciências	2019
II	Saneamento em áreas urbanas na Amazônia: aplicação do sistema de indicadores PEIR	DUTRA <i>et al.</i>	Revista de Gestão e Sustentabilidade Ambiental	2018
II	Uma contribuição da metodologia Peir para o estudo de uma pequena cidade na Amazônia: Ponta de Pedras, PA	LIMA, COSTA e RIBEIRO.	Saúde Sociedade	2017
II	Contribuições da Geografia para avaliação de impactos ambientais em Áreas urbanas, com o emprego da metodologia Pressão - Estado Impacto - Resposta (P.E.I.R.)	ARIZA e ARAUJO NETO.	Caminhos da Geografia	2010
II	Indicadores para serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário voltados às populações vulneráveis	SCHNEIDER <i>et al.</i>	Revista Brasileira de Ciências Ambientais	2010

Fonte: CAPES (2024). Elaboração: as autoras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre os artigos revisados 12 foram desenvolvidos no Brasil, um no Peru e um no México. Este tópico tem o intuito de apresentar os trabalhos analisados e refletir sobre pontos positivos e negativos do método na aplicabilidade em estudos ambientais. Os fatores da variável 'Pressão' são relacionados aos elementos que levam a uma tensão sobre recursos ambientais.

Em decorrência tem-se a variável 'Estado', que representa como o ambiente se encontra no momento em função dos elementos que estão atuando sobre ele. Assim, é possível identificar a variável 'Impactos'. Por fim, são identificados mecanismos de Resposta, as quais são propostas estratégias para o restabelecimento ambiental ou para direcionamento de ações a fim de chegar à situação desejável (Silva *et al.*, 2020).

Análise da qualidade ambiental de bacias hidrográficas

Dos 14 artigos abordados para a revisão, três utilizaram o método PEIR para conduzir estudos sobre a qualidade ambiental de bacias hidrográficas. De acordo com Luna-Pérez, Zepeda-Mondragón e Canchola-Pantoja (2022), a ferramenta de avaliação PEIR contribui para a análise integrada de bacias hidrográficas ao gerar um sistema de informações que auxilia na sua gestão ambiental.

Os autores desenvolveram sua pesquisa em San José del Rincón, México, utilizando o método PEIR para analisar sistematicamente a microbacia "Villa Victoria". A equipe selecionou e buscou identificar a relação entre 20 indicadores; verificou as pressões a que o ambiente estava sujeito para compreender a dinâmica do sistema; qualificou o estado da qualidade ambiental da microbacia e quais os impactos gerados sobre o local e população.

Esses indicadores foram organizados dentro de duas Áreas Estratégicas de Planejamento e Articulação (AEPAs) do estudo. A AEPA 1 considerando os aspectos socioeconômicos da bacia e a AEPA 2 considerando a esfera hidrológica ambiental.

No local do estudo a população é marcada por desigualdades sociais, alto índice de marginalização e desigualdade na distribuição de água potável. Luna-Pérez, Zepeda-Mondragón e Canchola-Pantoja (2022) justificam o uso do sistema PEIR pela possibilidade de diagnosticar relações de causa e efeito entre diferentes fontes de impacto. Ademais, o estudo busca contribuir com a formulação de estratégias de gestão da bacia a fim de melhorar a distribuição da água para a população. Na Figura 2 é apresentada a árvore de problemas a qual compôs a matriz com os indicadores desse estudo, eles foram dispostos para se conectar com as diferentes partes da árvore. Os indicadores de 1 a 8 se referem a AEPA 1 e os de 9 a

20 a AEPA 2, seguindo a relação de causalidade em ambas as esferas. Nas raízes estão os indicadores de Pressão (causa), no tronco estão os de Estado e nos galhos e folhas estão os indicadores de Impactos (efeitos).

Figura 2 – Matriz PEIR com indicadores organizados conforme sua influência



Fonte: Luna-Pérez, Zepeda-Mondragón e Canchola-Pantoja (2022). Organização: as autoras.

No estudo os autores avaliaram os indicadores determinantes no sistema através da Matriz de influência direta (Figura 3) que apresenta uma comparação de matrizes cruzadas. A interpretação é da seguinte forma: o indicador do eixo x teria influência direta no indicador do eixo y, considerando “0” (não relacionado) ou “1” (relacionado). Gera-se resultados que apontam relações de influência ou dependência entre os indicadores analisados.

Figura 3 – Matriz de influência direta dos indicadores apresentados na árvore de problemas

Indicador /AEPA	Socioeconómica								Hidrológico-ambiental												Suma de la influencia directa
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Socioeconómica	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	8	
	2	1		1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	12	
	3	1	1		1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	13	
	4	1	1	0		1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	12	
	5	0	1	1	0		1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	10	
	6	1	1	1	1	1		1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	12	
	7	1	1	1	0	0	1		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
	8	1	1	1	1	1	1	1		0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	12	
Hidrológico-Ambiental	9	0	0	1	1	1	0	0		0	0	1	1	1	0	1	1	0	10		
	10	0	0	1	0	1	1	0	0		0	0	0	1	0	0	0	1	7		
	11	0	1	1	1	1	1	0	1	0		0	0	0	0	0	1	0	7		
	12	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0		1	1	0	1	0	0	14		
	13	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1		1	1	1	1	1	15		
	14	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0		1	1	0	1	8		
	15	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1		0	0	1	5		
	16	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1		1	0	13		
	17	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1		0	6		
	18	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0		7		
	19	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		14	
	20	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1		6
	7	10	13	11	14	13	6	10	9	7	11	12	11	10	5	12	7	7	13	8	

Fonte: Luna-Pérez, Zepeda-Mondragón e Canchola-Pantoja (2022). Organização: as autoras.

Segundo Luna-Pérez, Zepeda-Mondragón e Canchola-Pantoja (2022) os indicadores que têm maior relação com os demais são cobertura de água potável e crescimento populacional, que são os que apresentam maior número de influência e dependência. Portanto, implicam e correspondem aos maiores desafios do sistema para promoção de mudanças. Além destes, poderia ser acrescentado o indicador número 13 que diz respeito às fontes de abastecimento de água potável, visto que ele também teve o mesmo número de influência e dependência que os apontados pelos autores. Ressaltam ainda que uma boa governança é condição prévia para a implementação de estratégias que viabilizem a sustentabilidade da microbacia “Villa Victoria”. O planejamento e alocação de recursos entre os municípios ribeirinhos, a fim de minimizar a marginalização e equilibrar as necessidades dos diferentes grupos que compartilham recursos hídricos, necessita da participação do governo e dos diferentes atores na tomada de decisões.

O estudo de Souza *et al.* (2021) desenvolvido na bacia hidrográfica do Rio Roosevelt, território integrador dos estados Amazonas, Rondônia e Mato Grosso, identificou que o aumento populacional, que pode estar relacionado à instalação de indústrias e fábricas e avanço da agricultura, contribui com o crescimento de fatores de pressão sobre o ambiente. Os impactos encontrados foram: contaminação da água/solo e poluição atmosférica por indústrias e automóveis. Com relação ao estado, foram utilizados indicadores de densidade demográfica (hab./km²), que gera pressões de uso do território, e o Índice de Desenvolvimento Humano - IDH, que evidencia o desenvolvimento da população. Observou-se que taxas de escolarização mais altas levam a maior valor de IDH.

Quanto à saúde da população, foi observada uma possível relação entre esgotamento sanitário e taxas de mortalidade infantil. A falta de saneamento pode ser um agente causador da alta taxa observada nos municípios. Souza *et al.* (2021) afirmam que o agrupamento de indicadores proposto pelo PEIR permitiu discutir os dados representativos dos municípios pertencentes à bacia em estudo. As principais pressões em sua área, relacionadas principalmente ao aumento populacional, são o uso do solo, a economia e o esgotamento sanitário.

Indicadores semelhantes foram observados por Silva *et al.* (2020) ao aplicarem o PEIR para estudar a bacia do Rio Tracutua - PA, Brasil. O método PEIR foi aplicado para avaliar fatores de demanda e disponibilidade hídrica para o uso múltiplo da água na bacia. As fontes de pressão identificadas estão relacionadas ao crescimento urbano sem ordenamento em função do espaço físico da bacia hidrográfica e sem suporte do saneamento básico, o qual envolve abastecimento e esgotamento sanitário. Identificaram, também, que não há uma quantificação precisa dos usos de água para os setores urbano e rural, ademais foram

encontrados pontos de lançamento de efluentes doméstico e industriais não tratados. Alguns impactos observados foram: poluição das águas, incidência de doenças de veiculação hídrica, redução do volume de água disponível para captação e alterações da cobertura florestal.

As Respostas sugeridas por Silva *et al.* (2020) foram a necessidade de melhorar a coleta e a quantificação de dados sobre os usos da água. Tal quantificação deveria definir o consumo adequado pelo setor produtivo, caracterizar usos múltiplos, além de fortalecer institucionalmente a integração Estado-Município, e a necessidade de tratamento da qualidade das águas garantindo demandas ecológicas.

É possível perceber que os trabalhos discutidos neste tópico, referente às bacias hidrográficas de diferentes locais, apresentam problemáticas semelhantes. O crescimento urbano e populacional é apontado como fonte de pressão que desencadeia impactos sobre a qualidade ambiental e uso das águas. A falta de infraestrutura de abastecimento de água e saneamento básico é outro aspecto desencadeador de diversos impactos sobre populações e meio ambiente. O método PEIR foi eficaz nos três trabalhos ao apresentar a relação de causalidade entre esses fatores de pressões e impactos ambientais e contribuir com a proposição de estratégias de melhorias.

Avaliação de impactos ambientais em áreas urbanas

A fim de contribuir com o processo de gestão ambiental urbana mais eficiente, Carvalho, Garcez e Santiago (2020), Abarca e Moraes (2021), Ribeiro *et al.* (2019), Silva *et al.* (2022), Dutra *et al.* (2018), Lima, Costa e Ribeiro (2017), Schneider *et al.* (2010), e Ariza e Araujo Neto (2010) utilizaram o método PEIR para investigar ambientes urbanos, de diferentes regiões brasileiras e uma cidade peruana, com o intuito de identificar os impactos e danos ambientais e ações desenvolvidas para a melhoria da qualidade de vida e preservação ambiental. O Programa GEO-Cidades, desenvolvido pelo PNUMA (2004), foi adotado como referência em comum dessas pesquisas. O programa aplica o PEIR no levantamento de indicadores e diagnóstico ambiental de diferentes cidades em âmbito global.

O presente tópico possui oito pesquisas desenvolvidas em contextos geográficos diversos: um dos estudos foi desenvolvido no interior do estado de São Paulo, outro em zonas costeiras do Rio de Janeiro, quatro foram desenvolvidos na região Norte do Brasil, um estudo foi desenvolvido em um local de vulnerabilidade social de uma cidade do Peru e um artigo discute contribuições da Geografia para estudo de impactos ambientais em espaços urbanos.

As cidades, as configurações do espaço urbano e suas constantes transformações resultam de processos históricos. Nos países da América Latina, a rápida urbanização é o principal vetor das pressões e consequentes impactos sofridos nos ambientes urbanos como desigualdades sociais e fragmentação do espaço, sendo que a parcela que sofre com a

exclusão social se torna mais vulnerável. Tanto o desenvolvimento urbano afeta a qualidade de vida da população quanto a fragmentação social contribui com desequilíbrios ambientais. Assim, para que a gestão dos espaços urbanos seja eficiente deve-se considerar o planejamento de ações futuras, ademais o método PEIR pode contribuir com a construção de cenários. O método PEIR é vantajoso pois pode ser aplicado em diversos níveis de escalas geográficas (local, regional, nacional, internacional). A matriz resultante do levantamento de indicadores é uma forma de organizar o trabalho de avaliação do ambiente ao representar o espaço geográfico buscando compreender as consequências e relações de causa e efeito das ações humanas sobre o meio. Há uma possível convergência entre a Geografia e a estrutura do PEIR, visto que ambas lidam com as relações que ocorrem e transformam o espaço geográfico (Ariza; Araujo Neto, 2010).

Schneider *et al.* (2010) utilizaram o PEIR em um estudo de caso sobre o Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) de São Carlos - SP a fim de propor e discutir indicadores para melhorar a gestão pública dos serviços de saneamento básico para populações vulneráveis em áreas urbanas. Os autores ressaltam a necessidade de se escolher um “[...] sistema adequado de indicadores que proporcione uma visão integrada do funcionamento e exponha as fragilidades e potencialidades dos serviços de saneamento” (Schneider *et al.*, 2010, p. 67). Esses indicadores devem permitir a avaliação dos fatores de pressão resultantes do contexto demográfico, do impacto na saúde pública e das respostas dos atores do setor.

Os mesmos autores (Schneider *et al.*, 2010, p. 71) afirmam que o PEIR possibilita definir cenários, “[...] tanto positivos, de acordo com as respostas e ações das variadas formas de participação, como negativos caso existam pressões e impactos maiores que as respostas dadas”, corroborando com Ariza e Araujo Neto (2010) que também relatam a construção de perspectivas futuras como um aspecto relevante do método. Schneider *et al.* (2010) observaram um enfoque analítico do PEIR, que favorece a visualização integrada dos aspectos ambientais envolvidos nos serviços de saneamento em áreas de populações vulneráveis.

Já no estudo desenvolvido na periferia da cidade de Lima, capital do Peru, o método PEIR foi aplicado por Abarca e Moraes (2021) para avaliar e caracterizar um assentamento social ambientalmente segregado, denominado Pamplona Alta, parte do distrito San Juan de Miraflores, vulnerável socioeconomicamente, limítrofe ao distrito de alto padrão econômico Santiago de Surco. Pamplona Alta se caracteriza pelo processo de urbanização precário em função do crescimento da população em situação de extrema pobreza. A expansão urbana levou à degradação do ecossistema local e existe um muro que separa Santiago de Surco e San Juan de Miraflores.

Ariza e Araujo Neto (2010) consideram que a fragmentação social contribui com desequilíbrios ambientais e, nesse caso, um muro foi construído por um grupo social privilegiado para segregar fisicamente a população que vive em situação de pobreza. Nesse sentido, o método PEIR foi usado para analisar as informações e diagnosticar conflitos do contexto. A opção pelo método foi com intuito de:

[...] visualizar as dinâmicas da problemática socioambiental no local escolhido para pesquisa. Essa matriz tem a capacidade de dispor os elementos transdisciplinares de uma forma que facilita a interpretação. Isso permitiu considerar os aspectos sociais, econômicos, políticos e ambientais, com base em uma perspectiva ecopolítica das dinâmicas, dos cenários e das problemáticas (Abarca; Moraes, 2021, p. 8).

Um histórico sobre a colonização do Peru foi apresentado por Abarca e Moraes (2021) para contextualizar o leitor sobre a realidade de segregação da população local. O local de estudo, Pamplona Alta, apresenta características de extrema vulnerabilidade. Além disso, um dos maiores problemas relatados é o abastecimento de água, o qual é realizado por meio de caminhões pipa. Cada estudo analisado nesta revisão utilizou os recursos do método PEIR de forma singular. Os autores elaboraram um quadro sinóptico com os indicadores e organizaram os dados de maneira lógica o que facilitou a leitura e compreensão das variáveis do PEIR (Quadro 4).

No estudo de Abarca e Moraes (2021), o aspecto histórico foi utilizado como indicador de Pressão por ser uma pesquisa com perspectiva ecopolítica. É interessante esse indicador ser apontado como um indicador de Pressão, pois qualquer fenômeno social tem suas raízes históricas e, no caso da América Latina, o processo de colonização tem efeitos presentes ainda hoje, como ressaltam Abarca e Moraes (2021). Em estudos desenvolvidos no Brasil e em outros países da América Latina (Silva *et al.*, 2020; Souza *et al.*, 2021; Luna-Pérez; Zepeda-Mondragón; Canchola-Pantoja, 2022; Lima; Costa; Ribeiro, 2017) foram identificadas questões ambientais análogas, que relacionam aspectos socioeconômicos, infraestrutura e saneamento muitas vezes precários que impactam o ambiente e a saúde.

Lima Costa e Ribeiro (2017), Carvalho, Garcez e Santiago (2020) e Silva *et al.* (2022), aplicaram o PEIR para estudar cidades do norte do Brasil. Carvalho, Garcez e Santiago (2020) realizaram um diagnóstico ambiental de comunidades inseridas em Área de Proteção Ambiental em Manaus-AM, na região do Tarumã. O PEIR foi aplicado para avaliar o potencial e as limitações dos indicadores ambientais relacionados à área. Os indicadores foram selecionados partindo das seguintes questões norteadoras:

O indicador possui expressão local e potencial de espacialização frente à caracterização da realidade da área analisada? [...]; O indicador atende diretamente ao tema? [...]; O indicador é transversal ao tema? [...]; O

indicador pode ser classificado frente ao modelo PEIR? [...] (Carvalho; Garcez; Santiago, 2020, p. 228).

Quadro 4 – Matriz de indicadores PEIR identificados por Abarca e Moraes (2021).

PRESSÃO	Pressões diretas	ESTADO		IMPACTO		
Evolução Histórica da cidade	<ul style="list-style-type: none"> • Surgimento Colonialista; • Histórico social racista e classista; • Segregacionista. 	Saneamento	<ul style="list-style-type: none"> • Escassez de água; • Baixa qualidade da água; • Aglomeração de resíduos sólidos em área pública; • Presença de maus odores; • Águas residuais sem tratamento. 	Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Diminuição de áreas de ecossistemas naturais; • Perda de biodiversidade. 	
Estrutura administrativa	<ul style="list-style-type: none"> • Descentralizado; • Desintegrado; • Autônomo; • Gestão Ineficiente. 					
Fatores Socioeconômicos	<ul style="list-style-type: none"> • Crescimento desregrado da população; • Fluxo migratório; • Urbanização informal, ocupação intensa das periferias; • Conflitos sociais na ocupação do espaço; • Alta desigualdade econômica; • Contraste no acesso a serviços urbanos. 	Ocupação do solo	<ul style="list-style-type: none"> • Ocupação em áreas verdes; • Moradias precárias; • Áreas de vulnerabilidade sísmica ocupadas; • Estruturação física de demarcações territoriais. 	Socioeconômico	<ul style="list-style-type: none"> • Predisposição a doenças: de veiculação hídrica / respiratórias; • Predisposição a acidentes e desastres naturais; • Alto custo para obtenção de água; • Perda de arrecadação fiscal; • Baixa qualidade de vida da população; • Grupos sociais invisibilizados. 	
Ação ↑		RESPOSTA				↓ Informação
Ambiental		Proposta de Legislação para proteção de áreas naturais por parte do município metropolitano.				
		Conscientização ambiental entre moradores.				
Socioeconômica		Criação de movimentos socioambientais.				
		Proposta de readequação do zoneamento de acordo com a realidade.				
		Uso de tecnologias alternativas para acesso ao saneamento.				
		Projeto de empreendedorismo social para melhorar qualidade de vida dos moradores.				
		Proposta para visibilizar a realidade do local para toda a cidade.				

Fonte: Abarca e Moraes (2019). Adaptado: as autoras.

Esses indicadores elaborados por Carvalho, Garcez e Santiago (2020) foram organizados em quatro dimensões: social, ambiental, econômica e institucional. Nota-se uma possível associação entre essas dimensões e os componentes da PEIR, sendo as dimensões social e econômica vinculadas à componente Pressão, a dimensão ambiental pode ser

vinculada às componentes Estado e Impacto e a dimensão institucional ligada a componente Resposta. Para compor a matriz PEIR, os autores elencaram indicadores que fossem passíveis de quantificação, isto é, possuísem banco de dados e informações. Com os indicadores selecionados, os autores elaboraram duas matrizes PEIR, uma relacionando meio ambiente com urbanização e outra com infraestrutura sanitária.

Os artigos de Lima Costa e Ribeiro (2017), no Pará, e de Silva *et al.* (2022), em Rondônia, verificaram comunidades inseridas em municípios da Amazônia que têm forte relação com os rios amazônicos. Lima Costa e Ribeiro (2017) afirmam que as pequenas cidades amazônicas apresentam desenvolvimento e geração de renda precários e carência em infraestrutura. Silva *et al.* (2022) destacam a relação dos povos ribeirinhos com os rios, que além de fonte de sobrevivência, é local onde se estabelecem relações comerciais.

Silva *et al.* (2022) dedicaram-se a investigar a percepção de pescadores de uma comunidade no município de Ji-Paraná, em Rondônia, a respeito dos indicadores PEIR e traçar o perfil socioambiental dos moradores dessa comunidade. Já Lima Costa e Ribeiro (2017) procuraram relacionar aspectos da urbanização e saúde da população do município de Ponta de Pedras, no Pará, a fim de compreender os impactos na saúde da população a partir do acesso à infraestrutura básica como saneamento e abastecimento de água.

Silva *et al.* (2022) aplicaram o PEIR em duas etapas. Na primeira, em uma oficina com a comunidade, possibilitou-se a socialização dos olhares dos próprios moradores sobre a realidade vivenciada. Na segunda, para traçar o perfil socioeconômico das famílias dos pescadores, aplicou-se questionários com as seguintes perguntas norteadoras: O que está acontecendo com o meio ambiente? (Pressão); Por que isto está acontecendo? (Estado); Qual o impacto causado pelo estado do meio ambiente? (Impacto); O que estamos fazendo a respeito? O que acontecerá se não agirmos agora? (Resposta).

Os pesquisadores realizaram uma palestra sobre o que são indicadores e organizaram os participantes em grupos para elencar respostas para as perguntas. Os próprios pescadores destacaram a poluição dos rios e citaram impactos relacionados à redução das matas ciliares e desmatamento. Assim, Silva *et al.* (2022) levantaram os indicadores socioambientais da área. Os indicadores de pressão estão relacionados à falta de coleta de resíduos sólidos. A situação é análoga ao identificado por Lima, Costa e Ribeiro (2017) em Ponta de Pedras - PA. Ao responderem “Por que isso está acontecendo?”, os entrevistados citam os incentivos do governo, sem mencionar em qual esfera. Além disso, para que ocorra desmatamento e ocupação da terra, os entrevistados mencionam a falta de responsabilidade e cuidado com áreas de preservação, além do uso de agrotóxicos os quais acabam poluindo cursos d’água. Os autores afirmam que as populações tradicionais são “[...] importantes agentes para a proteção de áreas naturais, visto que apresentam modos de vida humana capaz de coexistir dentro de certo equilíbrio com a natureza” (Silva *et al.*, 2022. p. 171).

Os impactos observados foram acúmulo de lixo nos rios e respectivo assoreamento, falta de mata ciliar e disseminação de doenças por veiculação hídrica. Tais observações corroboram os resultados observados por Lima Costa e Ribeiro (2017) em Ponta de Pedras - PA. Silva *et al.* (2022) citam a diminuição da renda, ocasionada pela poluição dos rios e redução da pesca, como impacto direto sobre as famílias. As respostas apontadas pelos pescadores evidenciam que o auxílio prestado pelos órgãos públicos não é suficiente para atender as demandas e que a ação da população é essencial para a construção de um sistema equilibrado.

Já Ribeiro *et al.* (2019) estudaram zonas costeiras de Angra dos Reis e Paraty (RJ), em região que apresenta grande parte da área dos municípios como Unidades de Conservação (UC's). O processo de urbanização dessas áreas leva a interferências negativas como poluição, ocupação desordenada e extração de recursos naturais, entre outros. Os autores aplicaram o método PEIR para reconhecer as potencialidades dos recursos naturais disponíveis e consequências decorrentes de seu uso.

Segundo Ribeiro *et al.* (2019) para compreender a variável Pressão é fundamental a análise da dinâmica populacional do local de estudo. A análise do crescimento populacional foi o ponto de partida do estudo em cada município. Também analisaram o Índice de Desenvolvimento Humano, que considera dados de educação, longevidade e renda per capita. Para a variável Estado, foram considerados aspectos qualitativos e quantitativos dos recursos naturais locais. Além da perspectiva ambiental é importante considerar o acesso da população aos serviços urbanos básicos, visto que condições habitacionais interferem na ocorrência de doenças e qualidade de vida. O estudo considerou os Planos de Manejo das UC's, áreas com grande biodiversidade, que possuem dados sobre fauna e flora.

Ribeiro *et al.* (2019) investigaram a ocorrência de doenças de veiculação hídrica, assim como Silva *et al.* (2020), Souza *et al.* (2021) e Lima, Costa e Ribeiro (2017), analisando o abastecimento de água e o esgotamento sanitário dos municípios. O crescimento rápido e desordenado da população contribui com o lançamento clandestino de efluentes em corpos hídricos. Para avaliar a variável Estado foi considerada a geração de resíduos e os sistemas de coleta de lixo. Quanto aos indicadores de Impactos, foram identificados conflitos ambientais relacionados ao uso do território que atingem principalmente comunidades tradicionais, além da disposição inadequada de resíduos que contamina o solo, a pesca industrial que prejudica pescadores e comunidades que dependem da pesca para sobreviver, e outros fatores. Como Respostas, Ribeiro *et al.* (2019) citam estratégias políticas e ações coletivas que visam atenuar ou prevenir impactos negativos, como o Zoneamento Ecológico Econômico Costeiro, que contribui com a gestão ambiental do município.

A relação entre a qualidade de vida e aspectos ambientais é evidente. As esferas social e ambiental são, portanto, indissociáveis. Ribeiro *et al.* (2019) mostram o quanto populações vulneráveis são mais expostas a danos ambientais, análises semelhantes às apresentadas por Abarca e Moraes (2021), no Peru, e Ariza e Araujo Neto (2010). No geral, os estudos desse tópico ressaltam a relação que ocorre tanto no Brasil quanto em outros países da América Latina entre aspectos socioeconômicos, infraestrutura e saneamento, o qual é muitas vezes precário, resultando em impactos sobre o ambiente e a saúde.

Os resultados obtidos com a aplicação do método PEIR nesses estudos contribuíram com o diagnóstico de problemas ambientais e com o planejamento para investimentos e metas de avanços, resultados os quais visam à melhoria da qualidade de vida nos contextos analisados e possuem potencial para auxiliar com a avaliação ambiental integrada, na discussão de ações a serem implementadas a curto prazo e a médio e longo prazo com o monitoramento das situações em estudo e com o avanço na formulação de políticas públicas.

Avaliação de impactos ambientais causados por atividades variadas

Guilherme *et al.* (2020) utilizaram o método PEIR para o estudo de impactos ambientais de uma lavra de areia desativada na Região Administrativa de Santa Maria/DF. A atividade de extração de areia implica em impactos diretos na paisagem. Os autores aplicaram a matriz PEIR e apontaram que a retirada de vegetação e exposição do solo são fundamentais para compreender o estado da área. Mesmo com a exploração de areia desativada, a área permanece com solo exposto, lençol freático aflorado e mananciais assoreados. Guilherme *et al.* (2020) apontam como principal Resposta a recuperação da vegetação, visto que esse é o aspecto catalisador.

Já na Foz do Rio São Francisco em Sergipe, nordeste do Brasil, Santos *et al.* (2020) aplicaram o método PEIR para avaliar impactos causados pelo turismo fluvial na região. As fontes de pressão identificadas por Santos *et al.* (2020) referem-se principalmente à estrutura turística, atividades envolvidas e ao número de turistas e embarcações. Os principais impactos decorrentes são: poluição sonora, erosão do solo, poluição das águas e agressões sobre fauna e flora. As respostas para mitigar esses impactos foram: ações de educação ambiental, instituição de políticas públicas e ações/projetos de preservação ambiental.

Gonçalves *et al.* (2019) utilizaram o PEIR para diagnosticar a logística reversa (LR) de pneus inservíveis nos municípios de Belém e Ananindeua (PA). A análise gerou uma matriz com 22 indicadores de sustentabilidade envolvidos com a destinação dos resíduos de pneus. O aumento da frota de veículos foi o primeiro indicador de pressão apontado por Gonçalves *et al.* (2019) somado à coleta e disposição irregulares dos resíduos. Novamente é apontada a relação entre ambiente e saúde, visto que a proliferação de vetores de doenças é favorecida

com os resíduos de pneus. As principais respostas sugeridas envolvem ação da gestão pública e atividades de educação ambiental para que a comunidade participe da LR.

Com os trabalhos apresentados nesta revisão é possível notar que a aplicação do PEIR contribui com a prospecção de cenários, indicando respostas efetivas para as questões observadas. O método PEIR pode contribuir com a gestão pública na resolução de impactos ambientais em diversos contextos, com diversas possibilidades de utilização.

CONCLUSÕES

A revisão sistemática contribuiu ao direcionar a etapa de buscas bibliográficas para a questão colocada, referente a como o método PEIR pode ser aplicado a estudos ambientais. Os artigos revisados tratam de temáticas e contextos geográficos diferentes entre si, todos diagnosticaram o cenário ambiental do local, apresentando dados que auxiliam na tomada de decisões a fim de minimizar impactos negativos e apontar oportunidades de melhoria. Essa revisão permitiu compreender as utilizações do PEIR para diferentes realidades.

A forma como a matriz de indicadores é apresentada é fundamental para contribuir, ou não, com a compreensão dos componentes. É interessante verificar as influências e dependências dos indicadores de cada componente do PEIR; isso contribui com a proposição de medidas mais efetivas para solucionar pressões e impactos prejudiciais ao sistema. As principais fontes de pressão estão relacionadas ao crescimento populacional e à falta de planejamento prévio de infraestruturas adequadas para as populações. Quando é verificado um quadro de degradação ambiental, as populações mais vulneráveis economicamente, ou comunidades tradicionais, sentem diretamente os impactos dessa degradação, inclusive sobre sua saúde, ou seja, o estado ambiental. A saúde do ambiente está diretamente conectada à saúde da população. As respostas propostas, no geral, incluem principalmente a ação da esfera pública, em investimentos, infraestruturas e formulação de políticas públicas.

Ressalta-se a contribuição do sistema de indicadores PEIR para processos de gestão ambiental e estratégias de governança, por permitir a visualização integrada de indicadores ambientais. Uma lacuna identificada no método PEIR é sua suscetibilidade à interpretação e intenção da pesquisa, em consonância com Souza (2019), segundo o qual, trabalhos sobre “impactos ambientais” lidam com temas de interesses divergentes e objetivos conflitantes.

A maioria dos artigos revisados utilizaram o PEIR para investigar questões ambientais relacionadas a ambientes urbanos, o que pode ser devido à utilização do PEIR pelo PNUMA no Programa Geo-Cidades. Uma proposta da revisão sistemática é apontar novas possibilidades de pesquisa, assim uma possibilidade é o uso do PEIR para estudos de

ambientes, comunidades e atividades rurais, visto que essa não foi uma temática amplamente explorada nos trabalhos.

REFERÊNCIAS

ABARCA, Aura Luz Fernandez; MORAES, Lucia Maria. A ecologia política no estudo da segregação urbana: um estudo de caso da estruturação de muros na periferia de Lima, Peru. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 1-31, 2021. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/geas/article/view/18350/9307>. Acesso em: 22 nov. 2023.

ARIZA, Camila Guedes; ARAUJO NETO, Mário Diniz de. Contribuições da geografia para avaliação de impactos ambientais em áreas urbanas, com o emprego da metodologia pressão - estado impacto - resposta (P.E.I.R.). **Caminhos da Geografia**, Uberlândia, v. 11, n. 35, p. 128-139, set. 2010. DOI: <https://doi.org/10.14393/RCG113516104>.

BRASIL. **Lei n. 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. Brasília, DF: Presidência da República, 1981. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 22 nov. 2023.

CAPES – COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. **Portal Capes**: periódicos. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2024. Disponível em: <https://www-periodicos-capes-gov-br.ezl.periodicos.capes.gov.br/index.php/acervo/buscador.html>. Acesso em: 12 ago. 2024.

CARVALHO, Luana Borba T. de; GARCEZ, Lilyanne Rocha; SANTIAGO, Erimar P. Construção de uma matriz de indicadores para diagnóstico ambiental e sua aplicação em comunidade inserida em área de proteção ambiental (APA). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, [Recife], v. 8, n. 4, p. 225-244, 2020. Disponível em: <https://revistabrasileirademeioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/632>. Acesso em: 16 jan. 2024.

CONFORTO, Edivandro Carlos; AMARAL, Daniel Capaldo; SILVA, Sérgio Luis da. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. *In*: CBGDP – CONGRESSO BRASILEIRO DE INOVAÇÃO E GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO, 8., 2011, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: IGPD, 2011. p. 1-12. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2205710/mod_resource/content/1/Roteiro%20para%20revis%C3%A3o%20bibliogr%C3%A1fica%20sistem%C3%A1tica.pdf. Acesso em: 12 ago. 2024.

DUTRA, Vítor Abner Borges; GONÇALVES, Paulo Vitor dos Santos; CAMPOS, Marcus Victor Almeida; TAVARES, Paulo Amador; BELTRÃO, Norma Ely Santos. Saneamento em áreas urbanas na Amazônia: aplicação do sistema de indicadores PEIR. **Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Palhoça, v. 7, n. 2, p. 652-671, abr. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v7e22018652-671>.

GONÇALVES, Paulo Vitor dos Santos; TAVARES, Paulo Amador; BELTRÃO, Norma Ely Santos; FERREIRA FILHO, Hélio Raymundo. Logística reversa de pneus inservíveis: diagnóstico situacional com aplicação de matriz de indicadores de sustentabilidade nos municípios de Belém e Ananindeua, Pará. **Navus**, Florianópolis, v. 9, n. 1, p. 165-181, jan. 2019. Disponível em: <https://navus.sc.senac.br/navus/article/view/806/pdf>. Acesso em: 22 nov. 2023.

GUILHERME, Ordália Dias da Silva; CANGIANO, Marina Rique; PARO, Polyana Cristina; LARANJA, Ruth Elias de Paula. Análise de impactos ambientais na lavra de areia

desativada na região administrativa de Santa Maria/DF, sob a ótica da metodologia P.E.I.R. **Entorno Geográfico**, Santiago de Cali, n. 19, p. 19-39, enero/jun. 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.25100/eg.v0i19.9485>.

LIMA, Viviana Mendes; COSTA, Sandra Maria Fonseca da; RIBEIRO, Helena. Uma contribuição da metodologia PEIR para o estudo de uma pequena cidade na Amazônia: Ponta de Pedras, Pará. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 26, n. 4, p. 1071-1086, dez. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-12902017170861>.

LUNA-PÉREZ, Dafne; ZEPEDA-MONDRAGÓN, Francisco; CANCHOLA-PANTOJA, Yered Gii Bram. Structural analysis to evaluate indicators within IWRM in the “Villa Victoria” watershed (Estado de México). **Ingeniería del Agua**, Valência, v. 26, n. 4, p. 245-260, 2022. DOI: <https://doi.org/10.4995/ia.2022.16832>.

MONTIBELLER FILHO, Gilberto. Ecodesenvolvimento e desenvolvimento sustentável: conceitos e princípios. **Textos de Economia**, Florianópolis, v. 4, n. 1, p. 131-142, 1993. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/economia/article/view/6645>. Acesso em: 1 nov. 2023.

OCDE – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Core set of indicators for environmental performance reviews**. Paris: OCDE, 1993. Disponível em: [chrome-extension://efaidnbnmnibpcajpcglclefindmkaj/https://one.oecd.org/document/OCDE/GD\(93\)179/en/pdf](chrome-extension://efaidnbnmnibpcajpcglclefindmkaj/https://one.oecd.org/document/OCDE/GD(93)179/en/pdf). Acesso em: 1 nov. 2023.

OLIVEIRA, Indiara da S. **Aplicação da metodologia P.E.I.R na análise da qualidade socioambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Mocajuba-PA**. 2017. Dissertação (Mestrado em Concentração Organização e Gestão Do Território) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufpa.br/handle/2011/9448>. Acesso em: 16 jan. 2024.

OLIVEIRA, Mara Lúcia Carneiro; FARIA, Sueli Corrêa de. Indicadores de saúde ambiental na formulação e avaliação de políticas de desenvolvimento sustentável. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, Rio de Janeiro, n. 11, p. 16-22, dez. 2008. Disponível em: https://www.rbciamb.com.br/Publicacoes_RBCIAMB/article/view/414. Acesso em: 12 ago. 2024.

PNUMA – PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. **Metodologia para elaboração de relatórios GEO cidades**. Cidade do México: Consórcio Parceira, 2004. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4218641/mod_resource/content/1/356_Manual_GEO_Cidades_port.pdf. Acesso em: 1 nov. 2023.

RAPPORT, David; FRIEND, Anthony. **Toward a comprehensive framework for environmental statistics: a stress-response approach**. Ottawa: Statistics Canada, 1979. Disponível em: <https://publications.gc.ca/site/eng/9.896799/publication.html>. Acesso em: 12 ago. 2024.

RIBEIRO, Bianca Alves Lima; WOLFF, Nicole Martins; SILVA, Elenice Rachid da; ALMEIDA, Josimar Ribeiro de. Avaliação de impactos e danos ambientais em zonas costeiras do Brasil - Angra dos Reis e Paraty. **Revista Internacional de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 1, p. 53-71, abr. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.12957/ric.2019.3671>.

SÁNCHEZ, Luiz E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2020.

SANTOS, Maraiza S.; HOLANDA, Francisco S. R.; SANTOS, Luiz D. V.; SANTOS, Antônio P.; LIMA, Flávia de Jesus. Percepção sobre indicadores tecnológicos, sustentáveis e ambientais do turismo fluvial do Baixo São Francisco/SE. **INGI**, Aracaju, v. 4, n. 1, p. 595-

606, jan./mar. 2020. Disponível em:

<https://ingi.api.org.br/index.php/INGI/article/download/91/77>. Acesso em: 29 maio 2023.

SCHNEIDER, Danieli D.; SANTOS, Raquel dos; MARTINEZ, Ruby C.; COUTINHO, Sonia M. V.; MALHEIROS, Tadeu F.; TEMÓTEO, Tássia G. Indicadores para serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário voltado às populações vulneráveis. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, Rio de Janeiro, n. 17, p. 65-76, set. 2010. Disponível em: https://www.rbciamb.com.br/Publicacoes_RBCIAMB/article/view/380. Acesso em: 16 jan. 2024.

SILVA, Decaui Poliana Peixoto; LAUREANO, Josilena Jesus; GONÇALVES, Ana Paula Alves; RIBEIRO, João Gilberto de Souza; CARAMELLO, Nubia. Percepção dos ribeirinhos da Colônia de Pescadores Z-9 sobre impactos ambientais no rio Ji-Paraná – RO. **Acta Geográfica**, Boa Vista, v. 16, n. 40, p. 154-178, jan. 2022. Disponível em: <https://revista.ufrb.br/actageo/article/view/6703>. Acesso em: 12 ago. 2024.

SILVA, Dhne Maria P. da; LIMA, Aline Maria M. de; PONTES, Altem Nascimento; IMBIRIBA, Breno Cesar de Oliveira. Governança das águas e indicadores de pressão-estado-impacto-resposta na Bacia Hidrográfica do Rio Tracuateua (Pará-BR). **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 38, n. 2, p. 165-184, dez. 2020. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/view/45761/751375151500>. Acesso em: 29 maio 2023.

SOUZA, Naara Ferreira Carvalho de; RAMOS, Caryne Ferreira; RICARDO, Douglas Linz; BARCELOS, Rafaela Carvalho; CARAMELLO, Nubia. Bacia hidrográfica do Rio Roosevelt: um território fluvial integrador na Pan-Amazônia. **Nature and Conservation**, [Aracaju], v. 14, n. 1, p. 129-140, dez. 2021. Disponível em: <https://eds.p.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=0&sid=ca9c0fde-b20e-4788-a3c1-b863f6f2950e%40redis&bdata=Jmxhbm9cHQYnImc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=150079104&db=aph>. Acesso em: 29 maio 2023.

SOUZA, Marcelo Lopes de. **Ambientes e territórios: uma introdução à ecologia política**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2019.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG - pelo apoio ao desenvolvimento desta pesquisa.

Recebido: abril de 2024.

Aceito: agosto de 2024.