



VI – 225 - INDICADORES SOCIOAMBIENTAIS PARA A AVALIAÇÃO DE IMPACTOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA TAPAJÓS - PA

Márcia Larissa Ferreira da Silva¹

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental, na Universidade Federal do Pará (UFPA), pesquisadora no Grupo de Pesquisa em Água, Energia e Sustentabilidade (GAES - FAESA).

Mariane Furtado Gonçalves²

Doutora em Engenharia de Recursos Naturais e Professora da Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental (FAESA) na Universidade Federal do Pará (UFPA).

Luana de Moura Paiva³

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental, na Universidade Federal do Pará (UFPA).

Bruna Roberta Pereira Lira⁴

Graduada em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará (UFPA), Mestre em Engenharia Civil pelo (PPGEC-UFPA), atualmente Engenheira Hidróloga e doutoranda em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (PPGEC-UFPA).

Nilton Ricardo Oliveira Silva⁵

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal do Pará (UFPA) e Mestrando em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pelo Programa (PPGEC-UFPA).

Endereço¹: Rua Barão de Igarapé Miri, Alameda São Pedro e São Paulo, n° 32 - Guamá - Belém - PA - CEP: 66075-320- Brasil – Tel: +55 (91) 984515783 – email: marciaferreiras.1204@gmail.com

RESUMO

A água é fundamental para a manutenção da vida, entretanto a sua qualidade e quantidade estão sendo afetadas em virtude da utilização insustentável deste recurso natural. Os indicadores ambientais são ferramentas fundamentais para realizar avaliação dos recursos hídricos, pois é um instrumento que pode auxiliar no planejamento e na gestão das águas com o intuito de alcançar o desenvolvimento sustentável. O presente estudo aplicou os indicadores ambientais na Região Hidrográfica Tapajós, constituída por 9 municípios e localizada no estado do Pará. Neste presente estudo a metodologia desenvolvida foi proposta por Magalhães Júnior, (2007). Empregou-se o modelo de indicadores PER (Pressão-Estado-Resposta) e a Técnica de Escala de Desempenho a partir da elaboração de matrizes de pressões/impactos e impactos/respostas. Os indicadores selecionados descrevem o estado do meio ambiente e as atividades que o modificam, assim como as respostas que visam reduzir, prevenir ou mitigar a degradação ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Avaliação, impactos ambientais, indicadores socioambientais, região hidrográfica.

INTRODUÇÃO

O planeta Terra possui dois terços de sua superfície cobertos por água, totalizando cerca de 360 milhões de quilômetros quadrados de um total de 510 milhões. No entanto, 98% da água é salgada. A água tem uma variedade de usos, incluindo consumo humano, abastecimento doméstico, uso industrial, agricultura, recreação, geração de energia, navegação, diluição de despejos, paisagismo, conservação da vida selvagem, preservação da flora, irrigação e outros (Marengo, 2008). A presença ou ausência de água molda a história, influencia culturas e comportamentos, define a ocupação territorial, decide batalhas, sustenta e erradica espécies, determina o futuro das gerações. Sem ela, o planeta não seria um ambiente propício à vida. Desde o princípio, a união dos elementos hidrogênio e oxigênio deu origem ao componente vital da existência (Bacci, 2008).

Para Maia et al. (2022) é incontestável afirmar que a água é um bem comum fundamental para a sobrevivência humana e, na Amazônia, isso assume, igualmente, um importante papel para reprodução social e cultural.



Segundo Lima (2001) o estado do Pará é reconhecido em todo o Brasil pela riqueza dos seus recursos hídricos. Esses recursos são extremamente importantes no equilíbrio ambiental da floresta amazônica, bem como em projetos de desenvolvimento industrial, comercial e de mineração. Os rios também são essenciais para iniciativas de conservação ambiental, além de serem fundamentais na pecuária, na agricultura com suas técnicas de irrigação estratégicas, e no setor turístico.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que 2,1 bilhões de pessoas no mundo, o que equivale a uma em cada três pessoas, enfrentam a falta de acesso a serviços de água potável, e esse número sobe para 4,2 bilhões quando se trata de acesso a esgoto. Essa situação é ainda mais grave em comunidades em condições de vulnerabilidade social e em áreas rurais. Diante desse cenário, a Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU) estabelece 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) com o objetivo de erradicar a pobreza em todas as suas formas e promover os direitos humanos em equilíbrio com as três dimensões do desenvolvimento sustentável: crescimento econômico, inclusão social e proteção ambiental. Dessa forma, com o intuito de trazer a questão da água e do saneamento para o centro da discussão, foi criado o sexto objetivo, que visa garantir a disponibilidade e gestão sustentável da água e do saneamento para todos, estabelecendo metas para alcançar o acesso universal a água potável e segura (Barta et al., 2021).

A relevância dos serviços de saneamento básico é incontestável, não apenas na prevenção de doenças, mas também na preservação do meio ambiente. A inclusão de preocupações ambientais nas iniciativas de saneamento marca um progresso legislativo importante. Contudo, é fundamental estabelecer condições que viabilizem a implementação desses serviços e garantam sua acessibilidade para todos (Ribeiro; Rooke, 2010).

A região norte do país é a que apresenta as maiores deficiências no saneamento ambiental (baixas coberturas de coleta e tratamento de esgotos domésticos, no abastecimento de água e na destinação de resíduos sólidos) (ANA, 2015).

A Lei Federal nº 11.445/2007, que rege o saneamento básico, inclui diretrizes fundamentais. Estas diretrizes incluem a utilização da bacia hidrográfica como base para o planejamento das ações e a necessidade de alinhar os planos de saneamento com os planos de bacia (ANA, 2011).

As bacias hidrográficas apresentam-se como unidades fundamentais para o gerenciamento dos recursos hídricos e para o planejamento ambiental, revelando-se altamente suscetíveis às ações humanas. De maneira ampla, as regiões hidrográficas do Brasil têm enfrentado consideráveis perdas na biodiversidade devido à crescente demanda da sociedade por água, alimentos, materiais como madeira, fibras, minérios entre outros produtos provenientes da exploração dos recursos naturais (Gorayeb; Lombardo; Pereira, 2009).

Conforme Barrella et al. (2000) o contorno de uma bacia hidrográfica é limitado pelas partes mais altas do relevo, conhecidas como divisores de água. A água da chuva pode escoar superficialmente para formar riachos e rios, ou infiltrar-se no solo, criando nascentes e alimentando o lençol freático. As águas superficiais seguem em direção às áreas mais baixas, dando origem a riachos e rios. Naturalmente, ao longo do curso de um rio, são observadas variações contínuas. As cabeceiras surgem em riachos que brotam dos terrenos íngremes das serras e montanhas. À medida que esses riachos descem, se unem a outros, aumentando seu volume e formando os primeiros rios. Esses rios menores continuam a receber contribuições de outros afluentes, formando rios maiores até desaguar no oceano.

A Região Hidrográfica é um espaço territorial brasileiro compreendido por uma bacia, grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas com características naturais, sociais e econômicas homogêneas ou similares, com vistas a orientar o planejamento e o gerenciamento dos recursos hídricos. A Divisão Hidrográfica Nacional divide-se em 12 Regiões Hidrográficas e foi instituída por meio da Resolução n. 32, de 15.10.2003, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH (IBGE, 2021).

No âmbito do estado do Pará, ficam estabelecidas 07 (sete) Macro-Regiões Hidrográficas que são: Costa Atlântica-Nordeste, Tocantins-Araguaia, Xingu, Portel-Marajó, Tapajós, Baixo Amazonas e Calha Norte, de acordo com suas características geofisiográficas, como: geomorfologia, geologia, hidrografia, solos e fator hidroclimático (SEMA, 2012).



No final da década de 90, a Lei nº 9433/97 introduz uma nova versão para a gestão dos recursos hídricos no Brasil. Esta legislação, que estabelece a política nacional e aborda o sistema de gerenciamento nacional dos recursos hídricos, torna-se o referencial central para a questão das águas, definindo instrumentos, níveis, agentes e entidades envolvidas no sistema nacional de gestão, conforme estipulado em seu artigo 33 (Morais; Fadul; Cerqueira, 2018).

O planejamento de recursos hídricos é um instrumento fundamental na gestão da água e das bacias hidrográficas, uma vez que pode influenciar ou proibir o uso quanto a ocupação do solo e a implementação de planos de desenvolvimento econômico dentro de sua área de influência, através da regulamentação e monitoramento do acesso e uso da água. Para efetuar o gerenciamento de forma eficaz, é necessário considerar uma variedade de processos naturais e sociais interconectados, adotando uma abordagem holística e sistêmica. O objetivo é conciliar o uso do solo nas bacias hidrográficas com a necessidade de garantir a disponibilidade de água para promover a sustentabilidade do desenvolvimento econômico, social e ambiental (Gonçalves; Sousa, 2019).

A partir de 1992, após a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento - conhecida como RIO/92 - realizada no Rio de Janeiro, as preocupações sobre o ambiente e desenvolvimento se propagaram em muitos países, levando à disseminação global do conceito de desenvolvimento sustentável. Embora o termo "desenvolvimento sustentável" já estivesse em uso desde 1980, foi a partir da publicação do relatório da Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (o relatório Brundtland) em 1987 que ele se tornou amplamente reconhecido. Na RIO/92, um dos documentos gerados foi a Agenda 21, que propôs diretrizes para a construção de indicadores destinadas a avaliar o progresso dos países em direção ao desenvolvimento sustentável. Isso desencadeou nos países o início do desenvolvimento de metodologias consistentes para alcançar esse objetivo de forma uniforme. Tanto os responsáveis pela tomada de decisões quanto o público em geral estão interessados em obter informações confiáveis e concisas sobre o meio ambiente, sem se perderem em detalhes. Os indicadores ambientais possibilitam compreender o estado do ambiente em nível nacional e acompanhar suas mudanças ao longo do tempo (Vieira, 2009).

Um indicador representa um parâmetro ou um valor derivado de parâmetros que fornece informações sobre o estado de um determinado ambiente (OECD, 1993).

Os indicadores representam componentes importantes na avaliação ambiental, permitindo a mensuração de mudanças na qualidade do meio ambiente e na disponibilidade de recursos naturais. Além disso, esses indicadores possibilitam a avaliação dos esforços desenvolvidos visando a melhoria do meio ambiente ou redução da sua degradação (Mattar Neto; Krüger; Dziejczak, 2009).

Existem três principais categorias de indicadores que se distinguem: os indicadores de pressão ambiental, que descrevem as pressões desenvolvidas pelas atividades humanas sobre o ambiente, incluindo a qualidade e quantidade dos recursos naturais; os indicadores de condições ambientais, que representam o "estado" do ambiente, englobando a qualidade ambiental e a quantidade dos recursos naturais. Por fim, os indicadores de resposta da sociedade são medidas que revelam as ações adotadas pela sociedade em resposta às mudanças e preocupações ambientais. As respostas referem-se às ações individuais e coletivas para mitigar, adaptar ou prevenir os impactos negativos causados pelo homem no ambiente, além de reverter os danos já ocasionados (OECD, 1993).

A classe de modelos Pressão-Estado-Resposta teve sua origem no Instituto Oficial de Estatística do Canadá, desenvolvido por Rapport e Friend em 1979, para elaborar um sistema de contabilidade ambiental a partir do Sistema de Estatística Ambiental Estresse – Resposta (Stress-Response Environmental Statistical System, S-RESS). Corresponde a um modelo criado para descrever o estado do meio ambiente e os processos dinâmicos (forças estressantes) que o modificam, assim como a dinâmica das respostas. Os autores definem como Estresse-Resposta (ou Pressão-Resposta) é a abordagem que examina os impactos das atividades humanas sobre o meio ambiente (Branchi, 2022).

Com um conjunto de indicadores como ferramentas para realizar o planejamento, será possível estabelecer parâmetros para um melhor aproveitamento dos recursos naturais e indiquem medidas preventivas contra a degradação ambiental, evitando consequentes prejuízos econômicos. A relevância dos indicadores ambientais



está associada à um instrumento que permite à sociedade avaliar seu progresso, evolução e direcionamento no planejamento e gestão tanto de espaços urbanos quanto rurais (Mattar Neto; Krüger; Dziedzic, 2009).

O propósito deste estudo foi realizar a avaliação de impactos ambientais da Região Hidrográfica Tapajós para auxiliar no planejamento e na gestão hídrica em direção ao desenvolvimento sustentável, a região hidrográfica está localizada no estado do Pará, a seleção dessa área específica se deve à carência de pesquisas abordando a região. Com o intuito de avaliar os impactos ambientais da região, utilizou-se indicadores socioambientais que fornecem informações objetivas e mensuráveis sobre as mudanças ocorridas no meio ambiente, os indicadores identificam os possíveis problemas e avaliam a eficácia das medidas mitigadoras.

OBJETIVOS

O presente estudo objetivou realizar a avaliação de impactos da região hidrográfica Tapajós por meio de indicadores socioambientais. Com o auxílio dos indicadores será possível produzir matriz de pressão/impactos e matriz de impacto/respostas de cada município da região hidrográfica Tapajós além de elaborar o perfil final das matrizes de pressão/impacto e de impacto/resposta.

METODOLOGIA

ÁREA DE ESTUDO

De acordo com a Política dos Recursos Hídricos do Estado do Pará (2012) no âmbito do estado do Pará, ficam estabelecidas 07 (sete) Macro-Regiões Hidrográficas que são: Costa Atlântica-Nordeste, Tocantins-Araguaia, Xingu, Portel-Marajó, Tapajós, Baixo Amazonas e Calha Norte, de acordo com suas características geofisiográficas, como: geomorfologia, geologia, hidrografia, solos e fator hidroclimático. A região hidrográfica Tapajós ocupa uma área de 16,8% do estado. É constituída pela bacia do rio Tapajós, possuindo como principais drenagens os rios Tapajós, Teles Pires, Jamaxim, São Benedito e rio Arapiuns. Inclui os municípios de Itaituba, Rurópolis, Trairão, Aveiro, Juriti, Jacareacanga, Novo Progresso, Belterra e Santarém. Sendo formada pela Sub-Região Hidrográfica: Tapajós – Amazonas. É possível visualizar a região hidrográfica e os municípios que a constituem na figura 1.

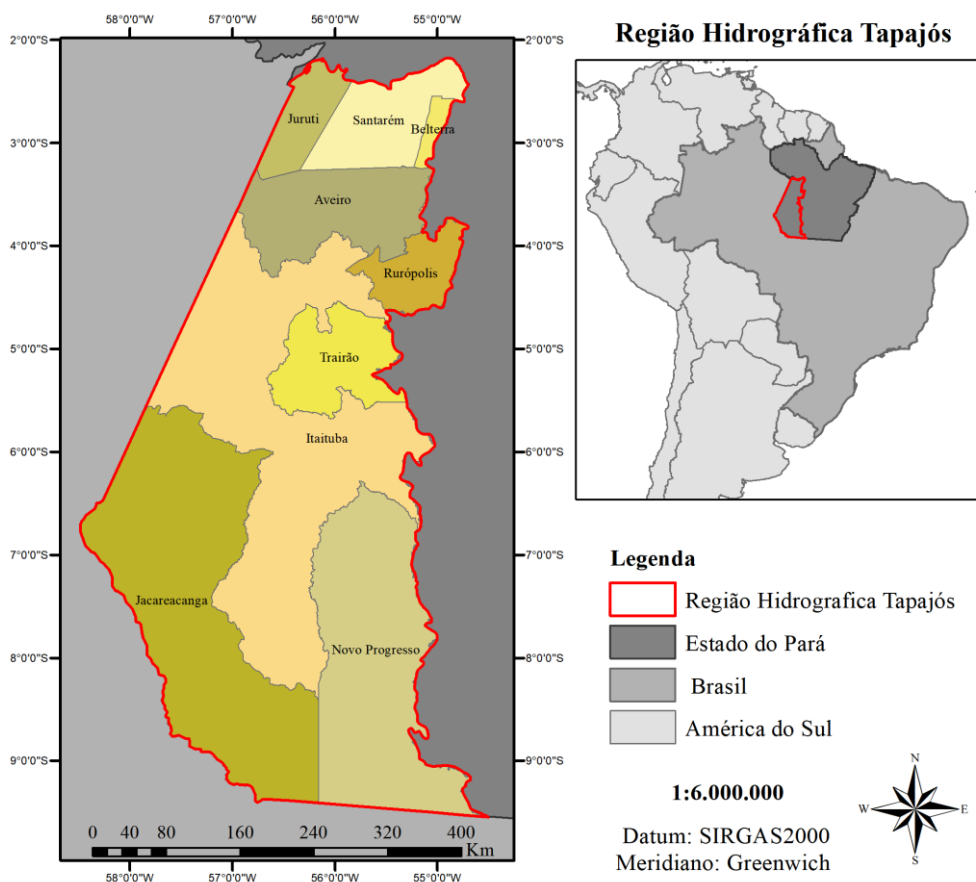


Figura 1 - Mapa de localização da Região Hidrográfica Tapajós

MATERIAIS E MÉTODOS

A representação dos indicadores relacionados às interações entre pressões, impactos e respostas no contexto da gestão da água foram desenvolvidas por meio das matrizes de desempenho ambiental utilizando como base os indicadores municipais. Para essa finalidade, empregou-se a metodologia das matrizes de pressão/impactos e impactos/resposta adaptada por Magalhães Júnior (2007). Os valores de cada indicador foram divididos em classes de intensidade de pressão, de impacto ou de resposta, são eles: muito intensos, intensos, médios, fracos e muito fracos. As classes foram obtidas diferencialmente para cada indicador adotando-se uma escala de desempenho com limites flexíveis. Os valores de cada indicador foram representados em uma escala gráfica, na qual foram identificados cinco conjuntos de pontos semelhantes, constituindo as classes de importância. Cada município recebeu uma pontuação equivalente a cada indicador, variando de 1 (muito intensos) a 5 (muito fracos). Quanto maior a soma total dos pontos de cada município melhor seu desempenho geral. Na matriz de pressões/ impactos a nota máxima possível é 45. A nota final será dividida por 45, isto resultará no Índice de Desempenho de pressões/impactos que variam de 0 a 1, dessa forma, as classes de desempenho serão determinadas entre classes: Alto:<0,6; Médio: 0,59-0,4; Baixo:>0,4 (Tabela 1). Para a matriz impactos/respostas que foi construída com base nos desempenhos dos indicadores de resposta, a nota máxima possível é 15. A nota final será dividida por 15, isto resultará no Índice de Desempenho de impactos/resposta que variam de 0 a 1, dessa forma, as classes de desempenho serão determinadas entre classes: Alto:<0,8; Médio: 0,8-0,5; Baixo:>0,5 (Tabela 2). O cruzamento das duas matrizes das duas matrizes permitiu a classificação dos municípios quanto ao desempenho (alto, médio, baixo) (Magalhães Junior, 2007).

Tabela 1. Classes de desempenho dos indicadores de pressão/impactos

Indicadores	Classes de Pressões/Impactos				
	1- Muito Intensos	2-Intensos	3- Médios	4-Fracos	5- Muito Fracos
Densidade demográfica	>200 hab.km ²	200-100	99-50	49-20	<20
Índice de Urbanização	>80%	80-60	59-50	49-40	<40
Índice de Cobertura Florestal Natural	<3%	3,1-5	5,1-8	8,1-10	>10
Índice de Áreas Agrícolas	>35%	35-31	30-21	20 - 10	<10
Índice de Pobreza	>50%	50-40	39-30	29-20	<20
Índice de exploração dos estoques hídricos para abastecimento	<20.000 m ³ /dia	20.000-15.000	14.999-10.000	9.999-5.000	<1.000
Índice de lançamento de esgotos em cursos d'água por habitante	<200l/hab./dia	200-150	149-100	99-50	<50
Índice de população cujo esgotos são lançados diretamente em rios ou lagos	>30%	30-20	19 - 10	9 - 5	<5
Produção de lixo	>50 t/dia	49-30	29-15	14 - 5	<5

Fonte: Magalhães Junior, (2007)

Tabela 2. Classes de desempenho dos indicadores de resposta

Indicadores	Classes de Respostas				
	1 Muito Intensos	2 Intensos	3 Médios	4 Fracos	5 Muito Fracos
Indicadores de pop. com instalações adequadas de água	100-95%	94-80	79-65	64-50	<50
Indicadores de pop. com instalações adequadas de esgoto	100-95%	94-80	79-65	64-50	<50
Índice de atendimento de coleta de lixo	100-95%	94-80	79-65	64-50	<50

Fonte: Magalhães Junior, (2007)



As informações dos indicadores socioambientais foram coletadas a partir da obtenção de dados quantitativos mais recentes acessados em bancos de dados oficiais disponíveis nos seguintes sites e instituições: Instituto Água e Saneamento (IAS) - Instituto Água e Saneamento (IAS) (aguaesaneamento.org.br), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) - cidades.ibge.gov.br; Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas (FAPESPA) - Estatística Municipal – Fapespa – Site; MapBiomias - Plataforma - MapBiomias Brasil e Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) - Indicadores da coleta (mdr.gov.br). A partir da coleta e organização dos dados, determinou-se os resultados dos indicadores ambientais de cada município na região hidrográfica e com base na nota final, determinou-se o índice de desempenho (alto, médio ou baixo) de cada município.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Por meio da utilização da técnica de escala de desempenho de indicadores de pressão/impacto e impacto/respostas (Tabela 3) foi possível fazer a avaliação ambiental de cada município da região hidrográfica do Tapajós.

Observou-se que todos os municípios exceto Santarém, apresentaram elevados desempenhos na matriz pressão/impacto. A matriz de pressão/ impacto corresponde as pressões desenvolvidas pelas atividades humanas sobre o ambiente, quanto maior a nota final de cada município, menor as pressões a qual estão submetidos e assim o seu desempenho geral é melhor. Dessa forma, é possível afirmar que a região hidrográfica está em boas condições ambientais, ou seja, está suscetível a um nível baixo de pressões.

A densidade demográfica e o índice de urbanização estão diretamente relacionados, a urbanização é maior nos municípios a qual a densidade demográfica é maior, são eles: Santarém, Belterra, Juruti e Rurópolis. Nos municípios citados, a urbanização é maior e a cobertura vegetal natural é menor. A vegetação da maioria dos municípios ainda está preservada, é importante manter a cobertura vegetal natural, pois é fundamental para a manutenção do equilíbrio ambiental.

O Índice de Áreas Agrícolas é muito fraco, são pouco hectares de terras utilizadas para estes fins, os níveis são mais elevados são na cidade de Belterra e Santarém. A agricultura está entre as principais atividades desenvolvidas nesses municípios segundo a Fapespa (2019). Santarém é uma das principais exportadoras de soja da região de Integração Baixo Amazonas (Fapespa, 2019).

O índice de pobreza bastante intenso na maioria dos municípios, é um fator extremamente preocupante, originado por diversas causas. Segundo Diniz et al (2007) na Amazônia Legal, observa-se uma situação peculiar em que a população dos estados que a compõem enfrenta níveis significativamente elevados de pobreza e qualidade de vida notavelmente baixa, em comparação com a média nacional. Essa realidade é marcada por uma estabilidade temporal que não reflete as diversas transformações pelas quais a economia regional tem passado ao longo das últimas três décadas. Apesar de algum crescimento derivado da exploração abundante de recursos naturais, a região permanece imersa em uma pobreza crônica, desconsiderando as várias tentativas, muitas vezes conduzidas pelo estado, de impulsionar o desenvolvimento local.

A produção de resíduos sólidos por habitante é maior nas cidades com mais habitantes.

O índice de exploração dos estoques hídricos para abastecimento obteve classificação de fraca a muito fraca, ou seja, as pressões sobre os estoques hídricos são baixas, com exceção do município de Santarém, onde o resultado é muito intenso, ou seja, os recursos hídricos estão sendo mais utilizados, o que pode interferir na disponibilidade hídrica da cidade.

O Índice de população cujos esgotos são lançados diretamente em rios ou lagos obteve resultado muito intenso em todos os municípios. A ausência de investimentos em saneamento básico é um problema muito grave, afeta a saúde da população e o meio ambiente. O déficit de coleta e tratamento de esgotos nas cidades brasileiras tem resultado em uma parcela significativa de poluentes alcançando os corpos d'água, causando implicações negativas aos usos múltiplos dos recursos hídricos (ANA, 2011).



No resultado da matriz pressão/impacto (tabela 3), quase todos municípios obtiveram classe de desempenho alto, algo positivo, com exceção de Santarém, que obteve resultado médio na escala de desempenho, o município se destaca por possuir a maior densidade populacional, o maior índice de urbanização, de exploração dos estoques hídricos para abastecimento, de produção de lixo e um dos maiores índices de pobreza. Logo, constata-se que de todos os municípios, Santarém, é o que está sofrendo mais com as pressões desenvolvidas pelas atividades antrópicas sobre o meio ambiente, especificamente sobre os corpos hídricos. Segundo Costa et al. (2012) Apesar do notável índice de urbanização registrado, Santarém exibe uma notável carência de estrutura urbana, sugerindo uma urbanização que se manifesta de maneira diversa e desigual. Santarém destaca-se como uma cidade marcada por desafios significativos em termos de infraestrutura e serviços públicos, especialmente nas áreas de expansão urbana recente. A maioria desses problemas está relacionada ao fornecimento de água, iluminação pública, saneamento básico e pavimentação de vias, entre outros aspectos.

Tabela 3. Matriz pressões/impactos - Técnica de Escala de Desempenho

Pressões	Impactos	Aveiro	Belterra	Itaituba	Jacareacang	Juruti	Novo Progresso	Rurópolis	Santarém	Trairão
Densidade demográfica	Aumento das demandas de água e serviços de saneamento; aumento da poluição ambiental, pontual e difusa	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Índice de urbanização		5	5	5	5	5	5	5	5	5
Índice de cobertura florestal natural	Baixos Índices tendem a aumentar a erosão, assoreamento, extensão das zonas úmidas e os estoques hídricos	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Índice de áreas agrícolas	Poluição difusa (agroquímicos), reduçã da cobertura vegetal natural, erosão, assoreamento, redução de zonas úmidas	5	1	5	5	5	5	5	3	5
Índice de pobreza	Pouição ambiental;exploração insustentável dos recursos naturais	1	1	1	3	1	2	3	1	1
Índice de exploração dos estoques hídricos para abastecimento	Pressões sobre os estoques hídricos (disponibilidade hídrica)	5	5	4	5	5	5	5	1	5
Índice de	Poluição e	4	5	5	5	5	4	4	4	5

lançamento de esgotos em cursos d'água por habitante	contaminação das águas e solos; degradação dos ecossistemas									
Índice de população cujos esgotos são lançados diretamente em rios ou lagos		1	1	1	1	1	1	1	1	1
Índice de produção de lixo por habitante		4	4	1	4	3	3	3	1	4
NOTAS	-	35	32	32	38	35	35	36	26	36
Índice de Desempenho P/I (0-1)	-	0,778	0,711	0,711	0,844	0,778	0,778	0,800	0,578	0,800
		Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Médio	Alto

Fonte: Adaptado de Magalhães Júnior, (2007)

A matriz impacto/resposta (tabela 4) corresponde às respostas sociais desenvolvidas para minimizar ou prevenir os impactos ambientais negativos ocasionados pelas atividades humanas. Quanto maior a nota final, maior é o impacto ambiental e mais fracas são as respostas.

Os municípios de Itaituba, Juruti, Novo progresso obtiveram resultado médio e os demais municípios obtiveram resultado alto. Os municípios que apresentaram resultado médio estão adotando algumas medidas, logo, os impactos nessas regiões são menores do que os municípios que apresentaram resultado alto, pois, estão suscetíveis aos impactos ambientais relacionados a ausência de saneamento básico. Sendo assim, os impactos ambientais são altos devido as respostas (abastecimento de adequado de água, instalações adequadas de esgoto e coleta de lixo) que deveriam minimizar ou prevenir os impactos ambientais não estarem sendo implantadas de forma eficiente nos municípios.

Aponta-se que a principal barreira para alcançar a universalização do acesso ao saneamento, além do crescimento populacional que amplia a demanda por esse serviço, são os elevados investimentos necessários para esse setor. Estima-se que sejam necessários cerca de R\$ 503 bilhões para universalizar todos os quatro serviços do saneamento básico, ou R\$ 303 bilhões apenas para os serviços de água e esgoto. Além disso, constata-se que a Região Norte, onde se localiza o Estado do Pará, tem recebido os menores investimentos nesse setor (Silva et al., 2020).

Tabela 4. Matriz impactos/respostas - Técnica de Escala de Desempenho

Impactos	Respostas	Aveiro	Belterra	Itaitub a	Jacareacang a	Juruti	Novo Progresso	Rurópolis	Santarém	Trairão
Aumento das demandas de água e de serviços de saneamento	Índice de população com instalações adequadas de água	5	3	5	3	4	2	5	5	5
Aumento da poluição pontual	Índice de população com instalações adequadas de esgoto	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Degradação de ambientes aquáticos	Índice de atendimento de coleta de lixo	5	4	1	5	4	4	3	2	5
Total	-	15	12	11	13	13	11	13	12	15
Índice de Desempenho P/I	-	1,00	0,8	0,73	0,87	0,87	0,73	0,87	0,8	1,00
		Alto	Alto	Médio	Alto	Mé di o	Mé di o	Alto	Alto	Alto

Fonte: Adaptado de Magalhães Júnior, (2007)

CONCLUSÕES

Os indicadores ambientais desempenham um papel importante ao fornecer informações essenciais para a tomada de decisões, especialmente ao monitorar o processo de desequilíbrio ambiental. O estudo da influência dessas variáveis e da situação dos recursos hídricos se faz necessário para que se obtenham subsídios para a elaboração de políticas e instrumentos mais efetivos de ordenamento territorial e gestão ambiental. É fundamental promover amplamente o uso desses indicadores na sociedade, disponibilizando dados valiosos que serão úteis para as tomadas de decisões. Percebe-se a importância da implantação de Planos de Recursos hídricos das Bacias hidrográficas na Região e a criação dos comitês de bacias hidrográficas para gerenciar de forma adequada os recursos hídricos. Consequentemente, é evidente que os órgãos governamentais enfrentam consideráveis desafios na implementação das diretrizes legais. As instituições públicas encarregadas de fornecer os serviços de saneamento básico não estão adotando medidas eficazes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS- ANA. O Comitê de Bacia Hidrográfica: o que é e o que faz?. Brasília: SAG, 2011.
2. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. O ATLAS Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas - Resumo Executivo. Disponível em: *ATLASESGOTOSDespoluicaoodeBaciasHidrograficas-ResumoExecutivo_livro.pdf (ana.gov.br). Acesso em: 20 de dezembro de 2023.
3. BACCI, D.L.C., PATACA, E.M. Educação para a água. Estudos avançados, 2008.
4. BARRELLA, W. et al. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. EDUSP, São Paulo, 2000.



5. BÁRTA, R.L. et al. Qualidade da água para consumo humano no Brasil: revisão integrativa da literatura. *Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia*, 2021.
6. BRANCHI, B.A. Sustentabilidade de bacias hidrográficas e índices compostos: Aplicação e desafios. *Sociedade & Natureza*, 2022.
7. COSTA, T.C.S. et al. A relação cidade e rio na Amazônia: mudanças e permanências frente ao processo de urbanização recente, o exemplo de Santarém (PA). 2012.
8. DINIZ, M.B. et al. A Amazônia (Legal) brasileira: evidências de uma condição de armadilha da pobreza. *Encontro Nacional de Economia*, v. 35, n. 4, 2007.
9. GONCALVES, D. A., SOUSA, Lucas Silva. Análise das condições do saneamento básico no bairro valter garcia na cidade de vargem alegre-mg. 2019.
10. GORAYEB, A., LOMBARDO, M.A., PEREIRA, L.C.C. Condições Ambientais em Áreas Urbanas da Bacia Hidrográfica do Rio Caeté–Amazônia Oriental-Brasil. *Revista de Gestão Costeira Integrada- Journal of Integrated Coastal Zone Management*, v. 9, n. 2, p. 59-70, 2009.
11. FUNDAÇÃO AMAZÔNIA DE AMPARO A ESTUDOS E PESQUISAS - FAPESPA - Disponível em: Estatística Municipal – Fapespa – Site. Acesso em: 20 de dez. 2023.
12. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Bacias e Divisões Hidrográficas do Brasil. *Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais*, Rio de Janeiro. 2021.
13. INSTITUTO ÁGUA E SANEAMENTO - IAS - Disponível em: Instituto Água e Saneamento (IAS) (aguaesaneamento.org.br). Acesso em: 20 de dez. 2023.
14. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE-Disponível em: cidades.ibge.gov.br. Acesso em: 20 de dez. 2023.
15. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA -IBGE- Disponível em: Bacias e Divisões Hidrográficas do Brasil/ IBGE, *Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais - Rio de Janeiro: IBGE* 2021. Acesso em: 20 de dez. 2023.
16. MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. Indicadores ambientais e recursos hídricos: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa. *Bertrand Brasil*, 2007
17. MAIA, P.C.C.et al. Governança da água na Amazônia paraense: uma análise no uso da outorga de direito de uso dos recursos hídricos. *P2P & INOVAÇÃO*, 2022.
18. MAPBIOMAS - Disponível em: Plataforma - MapBiomass Brasil. Acesso em: 20 de dez. 2023.
19. MATTAR NETO, J., KRÜGER, C.M., DZIEDZIC, M. Análise de indicadores ambientais no reservatório do Passaúna. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 14, p. 205-213, 2009.
20. MARENCO, J.A. Água e mudanças climáticas. *Estudos avançados*, 2008.
21. MORAIS, J.L. M., FADUL, É., CERQUEIRA, L.S. Limites e desafios na gestão de recursos hídricos por comitês de bacias hidrográficas: um estudo nos estados do nordeste do Brasil. *READ. Revista Eletrônica de Administração (Porto Alegre)*, 2018.
22. ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONOMICO -OECD Core Set os Indicators for Environmental Performance Reviews. *OECD Publications, Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económicos*, Paris, 1993.
23. RIBEIRO, J.W., ROOKE, J.M.S. Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública. *Juiz de Fora, MG*, v. 13, 2010.
24. SILVA, D. F. et al. Transparency and universalization of Water and Sewage Indexes in the State of Pará, Brazil. *Research, Society and Development*, 2020.
25. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO - SNIS. Disponível em: *Indicadores da coleta (mdr.gov.br)*. Acesso em: 20 de dez. 2023.
26. SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE - SEMA. Política de Recursos Hídricos do Estado do Pará. Belém, 2012. Disponível em: [POLITICA_DE_RECURSOS_HIDRICOS_DO_ESTADO_DO_PARA.pdf](http://mppa.mp.br) (mppa.mp.br). Acesso em:04/2023.
27. VIEIRA, N.R. Poluição do ar: indicadores ambientais. *Editora E-papers*, 2009.