Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação — REASE

OPEN ACCESS

doi.org/10.51891/rease.v12i11.31634

INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE E AVALIAÇÃO DA SAÚDE AMBIENTAL: UMA ABORDAGEM INTEGRADA ENTRE SOCIEDADE, AMBIENTE E TERRITÓRIO

SUSTAINABILITY INDICATORS AND ENVIRONMENTAL HEALTH ASSESSMENT: AN INTEGRATED APPROACH TO SOCIETY, ENVIRONMENT, AND TERRITORY

INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD Y EVALUACIÓN DE LA SALUD AMBIENTAL: UN ENFOQUE INTEGRADO ENTRE SOCIEDAD, MEDIO AMBIENTE Y TERRITORIO

Ariadne Pereira Pedroza[1]
Kettrin Farias Bem Maracajá[2]

RESUMO: O presente estudo teve como objetivo analisar os indicadores de sustentabilidade e sua contribuição para a avaliação da saúde ambiental, discutindo modelos e sistemas aplicados ao diagnóstico, monitoramento, planejamento e tomada de decisão para o desenvolvimento sustentável. Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, de abordagem qualitativa, realizada a partir de artigos científicos nacionais e internacionais publicados entre 2015 e 2025 e disponíveis nas bases SciELO, Scopus e Portal de Periódicos CAPES. Os resultados evidenciaram que os indicadores possibilitam integrar informações ambientais, sociais, sanitárias e territoriais, identificar vulnerabilidades e desigualdades e estabelecer prioridades de intervenção. Entre os instrumentos analisados, destacaram-se o modelo FPSEEA (Força Motriz, Pressão, Situação/Estado, Exposição, Efeito, Ações), o Indicador de Salubridade Ambiental, o *Environmental Public Health Tracking* e os indicadores da Vigilância em Saúde Ambiental, cujas aplicações demonstram potencial para avaliar riscos, exposições, condições de saneamento e efeitos ambientais sobre a saúde em diferentes contextos territoriais. Conclui-se que os indicadores de sustentabilidade constituem ferramentas estratégicas para produzir diagnósticos integrados, fortalecer o monitoramento socioambiental e subsidiar políticas públicas, desde que sua seleção considere as especificidades territoriais, a qualidade dos dados disponíveis e a articulação entre diferentes setores e instituições, favorecendo ações mais eficazes, integradas e adequadas às necessidades das populações e dos territórios locais analisados.

Palavras-chave: Indicadores de Sustentabilidade. Desenvolvimento sustentável. Vigilância ambiental. Salubridade ambiental.

[1]Enfermeira assistencial do Hospital Universitário Júlio Bandeira (HUJB/UFCG). Doutoranda pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais - PPGEGRN/UFCG. Mestre em Enfermagem - UFPB. Especialista em Docência do Ensino Superior - CFP/UFCG. Doutoranda pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais - PPGEGRN/UFCG.

[2]PhD em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) Paraíba.Professora da Pós-graduação em Administração (PPGA) e da Unidade Acadêmica de Administração e Contabilidade da Universidade Federal de Campina Grande, UFCG. Professora da Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais (PPGEGRN), UFCG. Bolsista Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 2. Líder do grupo de pesquisa Turismo, Meio Ambiente e Sustentabilidade (Geats). Membro do Grupo de Pesquisa Turismo, Marketing e Competitividade (TMC) - UFPR. Membro do Grupo de Pesquisa Observatório de Turismo do Paraná (OBSTUR) - UFPR. Universidade Federal de Campina Grande, Campus Central.

ABSTRACT: This study aimed to analyze sustainability indicators and their contribution to environmental health assessment, discussing models and systems applied to diagnosis, monitoring, planning, and decision-making for sustainable development. This integrative literature review adopted a qualitative approach and was based on national and international scientific articles published between 2015 and 2025, retrieved from the SciELO, Scopus, and CAPES Journals Portal databases. The results showed that sustainability indicators enable the integration of environmental, social, health-related, and territorial information, the identification of vulnerabilities and inequalities, and the establishment of intervention priorities. Among the instruments analyzed, the DPSIR-based FPSEEA framework (Driving Force, Pressure, State, Exposure, Effect, Action), the Environmental Healthiness Index, Environmental Public Health Tracking, and Environmental Health Surveillance indicators stood out. Their applications demonstrated the potential to assess risks, exposures, sanitation conditions, and environmental effects on health across different territorial contexts. It is concluded that sustainability indicators are strategic tools for producing integrated assessments, strengthening socio-environmental monitoring, and informing public policies, provided that their selection considers territorial specificities, the quality of available data, and coordination among different sectors and institutions, thereby promoting more effective, integrated actions tailored to the needs of the populations and local territories under analysis.

Keywords: Sustainability Indicators. Sustainable Development. Environmental Surveillance. Environmental Healthiness.

RESUMEN: El presente estudio tuvo como objetivo analizar los indicadores de sostenibilidad y su contribución a la evaluación de la salud ambiental, abordando modelos y sistemas aplicados al diagnóstico, monitoreo, planificación y toma de decisiones para el desarrollo sostenible. Se trata de una revisión integrativa de la literatura, con enfoque cualitativo, realizada a partir de artículos científicos nacionales e internacionales publicados entre 2015 y 2025 y disponibles en las bases de datos SciELO, Scopus y el Portal de Revistas Científicas de CAPES. Los resultados evidenciaron que los indicadores permiten integrar información ambiental, social, sanitaria y territorial, identificar vulnerabilidades y desigualdades, y establecer prioridades de intervención. Entre los instrumentos analizados, destacaron el modelo FPSEEA (Fuerza Motriz, Presión, Situación/Estado, Exposición, Efecto, Acciones), el Indicador de Salubridad Ambiental, el Environmental Public Health Tracking y los indicadores de Vigilancia en Salud Ambiental, cuyas aplicaciones demostraron su potencial para evaluar riesgos, exposiciones, condiciones de saneamiento y efectos ambientales sobre la salud en diferentes contextos territoriales. Se concluye que los indicadores de sostenibilidad constituyen herramientas estratégicas para elaborar diagnósticos integrados, fortalecer el monitoreo socioambiental y fundamentar políticas públicas, siempre que su selección considere las particularidades territoriales, la calidad de los datos disponibles y la articulación entre diferentes sectores e instituciones, favoreciendo acciones más eficaces, integradas y adaptadas a las necesidades de las poblaciones y de los territorios locales analizados.

Palabras clave: Indicadores de Sostenibilidad. Desarrollo Sostenible. Vigilancia Ambiental. Salubridad Ambiental.

1. INTRODUÇÃO

As transformações ambientais, sociais e econômicas observadas nas últimas décadas têm ampliado os desafios relacionados à promoção do desenvolvimento sustentável. Mudanças climáticas, degradação dos recursos naturais, crescimento urbano, desigualdades socioeconômicas e problemas relacionados às condições de saúde e qualidade de vida evidenciam a necessidade de compreender o desenvolvimento a partir de uma perspectiva integrada (WHO, 2018). Esse cenário reforça a importância de abordagens capazes de articular as dimensões ambiental, social e territorial, considerando que os efeitos das intervenções humanas sobre o ambiente repercutem diretamente nas condições de vida das populações (Santos et al., 2024).

A relação entre sociedade e ambiente assume especial relevância quando se considera que diferentes condições ambientais podem atuar como determinantes do bem-estar e da qualidade de vida humana. Aspectos relacionados à disponibilidade e à qualidade da água, ao saneamento básico, à gestão dos resíduos sólidos, à poluição ambiental, às condições de moradia e ao acesso aos serviços públicos constituem elementos que expressam simultaneamente características ambientais e desigualdades sociais (Stauber et al., 2018). Dessa maneira, a compreensão das condições socioambientais de determinado território exige superar análises fragmentadas e considerar as interações existentes entre população, ambiente, infraestrutura e desenvolvimento.

Nesse cenário, a sustentabilidade passa a ser compreendida para além da dimensão estritamente ambiental, envolvendo também aspectos sociais, econômicos, institucionais e territoriais. Tal entendimento pressupõe reconhecer que desenvolvimento e qualidade de vida dependem da capacidade de conciliar utilização dos recursos naturais, redução das desigualdades, organização territorial e atendimento às necessidades das gerações atuais sem comprometer as possibilidades das gerações futuras. A crise socioambiental contemporânea, portanto, demanda transformações na relação estabelecida entre sociedade e natureza, assim como instrumentos capazes de subsidiar políticas públicas e processos decisórios orientados para padrões mais sustentáveis de desenvolvimento (Santos et al., 2024).

A complexidade dessas relações impõe, contudo, desafios à avaliação da sustentabilidade. Fenômenos socioambientais não podem ser adequadamente representados por uma única variável, pois resultam da interação entre diferentes fatores e apresentam características específicas conforme o território analisado. Nesse sentido, os indicadores

constituem instrumentos capazes de sintetizar informações complexas, identificar tendências, evidenciar desigualdades e vulnerabilidades e possibilitar o acompanhamento das condições existentes em diferentes escalas espaciais. Seu emprego favorece a transformação de dados ambientais, sociais e econômicos em informações que podem subsidiar o planejamento, a gestão e a tomada de decisão (Dizdaroglu, 2017; Siqueira; Marques, 2023).

Os indicadores de sustentabilidade assumem, assim, função estratégica na avaliação socioambiental, uma vez que possibilitam representar diferentes dimensões do desenvolvimento e estabelecer relações entre sociedade, ambiente e território. Além de permitir o diagnóstico de determinadas condições, esses instrumentos podem contribuir para o monitoramento de mudanças ao longo do tempo, a comparação entre unidades territoriais e a identificação de áreas que demandam maior atenção do poder público. Particularmente em contextos marcados por desigualdades socioespaciais, os indicadores podem revelar disparidades que seriam menos perceptíveis em avaliações baseadas exclusivamente em dados agregados (Dizdaroglu, 2017).

A utilização dessas ferramentas também se relaciona à ampliação do próprio entendimento de qualidade de vida, que progressivamente deixou de ser interpretada exclusivamente a partir de condições biológicas ou econômicas e passou a incorporar dimensões ambientais, culturais e sociais. Condições de saneamento, trabalho, moradia, renda, educação e acesso a serviços constituem fatores interdependentes e territorialmente distribuídos, reforçando a necessidade de avaliações multidimensionais (Neves; Prat; Cambraia, 2022). Dessa forma, a construção e a seleção de indicadores precisam considerar tanto sua capacidade de mensuração quanto sua pertinência em relação ao fenômeno e ao contexto territorial investigado.

Além disso, a multiplicidade de variáveis envolvidas na avaliação socioambiental torna os processos decisórios cada vez mais complexos. A existência de diferentes critérios, muitas vezes conflitantes, tem favorecido o desenvolvimento e a aplicação de métodos capazes de organizar, ponderar e integrar informações provenientes de distintas dimensões. As abordagens multicritério apresentam-se como alternativas importantes nesse contexto, embora sua escolha dependa das características do problema investigado, dos pressupostos metodológicos adotados e do nível de complexidade requerido para a análise (Neves; Galhardi; Lucato, 2022).

Diante desse contexto, a problemática de pesquisa é: como os modelos e sistemas de indicadores de sustentabilidade possibilitam a integração entre sociedade, ambiente e território

para promover diagnósticos e subsidiar ações de planejamento e gestão na área da saúde ambiental?

Nesse sentido, o estudo tem como objetivo analisar os fundamentos dos indicadores de sustentabilidade e sua contribuição para a avaliação da saúde ambiental, com ênfase em diferentes modelos e sistemas de indicadores socioambientais utilizados no diagnóstico, no monitoramento, no planejamento e no apoio à tomada de decisão orientada ao desenvolvimento sustentável.

A realização deste estudo justifica-se pelo fato de que a construção e a aplicação de indicadores de sustentabilidade constituem um campo de investigação essencial para compreender as complexas dinâmicas socioambientais contemporâneas e suas manifestações no território. A relevância desta pesquisa reside em reconhecer que, mais do que meros instrumentos de mensuração, os indicadores atuam como mecanismos estratégicos de produção e sistematização do conhecimento. Assim, o estudo se mostra oportuno por fornecer subsídios para interpretar fenômenos socioambientais complexos, orientar a definição de prioridades e embasar estratégias eficientes de planejamento e gestão pública.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRIA

2.1 Construção conceitual e o valor epistemológico dos Indicadores de Sustentabilidade

Os indicadores fazem parte dos processos de interpretação da realidade e auxiliam na tomada de decisões, permitindo transformar diferentes informações em elementos mais objetivos e compreensíveis. Embora estejam presentes em situações cotidianas, sua utilização ganha maior relevância diante de fenômenos complexos, nos quais é necessário selecionar informações capazes de representar adequadamente determinada realidade (Banks; Gamblin, 2022).

A necessidade de mensurar transformações sociais e ambientais contribuiu para ampliar o uso dos indicadores ao longo do século XX. A partir da década de 1960, esses instrumentos passaram a receber maior atenção de pesquisadores e formuladores de políticas públicas, especialmente diante da necessidade de informações mais consistentes para acompanhar mudanças na sociedade (Veenhoven, 2018). Nesse sentido, os indicadores podem ser compreendidos como parâmetros utilizados para revelar ou representar as condições de determinado fenômeno em uma escala considerada relevante (Dizdaroglu, 2017).

No âmbito da gestão e do planejamento, os indicadores permitem sintetizar fenômenos complexos e subsidiar processos decisórios. Sua utilização possibilita acompanhar avanços e retrocessos, avaliar resultados e verificar a eficácia, a eficiência e a efetividade de políticas e ações implementadas (Maroosi, 2019). Dessa forma, constituem instrumentos capazes de reunir e comunicar informações relacionadas às dimensões sociais, ambientais e econômicas de determinada realidade.

Quando associados à sustentabilidade, esses indicadores buscam traduzir aspectos do desenvolvimento em medidas capazes de representar o desempenho econômico, ambiental e social. Sua elaboração deve considerar as particularidades do contexto analisado e, sempre que pertinente, incorporar a participação dos atores envolvidos, uma vez que a relevância das variáveis selecionadas está relacionada às características e necessidades de cada realidade (Vieira, 2019).

A consolidação desses instrumentos também está relacionada às iniciativas internacionais voltadas ao desenvolvimento sustentável. A Agenda 21 reconheceu a importância da formulação de indicadores capazes de acompanhar o progresso da sustentabilidade e subsidiar decisões em diferentes níveis de governança. A partir desse movimento, diferentes instituições passaram a desenvolver conjuntos de indicadores destinados ao monitoramento e à avaliação das dimensões do desenvolvimento sustentável (Farahdel; Wang; Awasthi, 2024).

A construção de indicadores de sustentabilidade, entretanto, envolve decisões metodológicas importantes. De modo geral, esse processo compreende a seleção das variáveis consideradas relevantes, a atribuição de pesos e a agregação dos indicadores em índices compostos. Essas etapas exigem atenção, especialmente porque diferentes formas de ponderação e agregação podem modificar os resultados obtidos e influenciar sua interpretação (Gan et al., 2017). Assim, a escolha dos procedimentos deve estar relacionada ao objetivo da avaliação, à escala de análise e à concepção de sustentabilidade adotada.

Nesse contexto, os indicadores de sustentabilidade constituem instrumentos relevantes para compreender as relações entre sociedade e ambiente, acompanhar tendências e orientar o planejamento. Podem fornecer informações sobre condições atuais e perspectivas futuras, contribuindo para avaliar o cumprimento de metas, apoiar processos decisórios e ampliar a participação dos diferentes atores na construção de estratégias sustentáveis (Feil et al., 2019).

Quanto à sua função, esses indicadores podem assumir caráter retrospectivo ou preditivo. Os retrospectivos permitem analisar tendências históricas e avaliar os resultados de

políticas e intervenções já realizadas, enquanto os preditivos buscam fornecer informações sobre possíveis cenários futuros, contribuindo para ações de planejamento e gestão antecipatória (Kumar et al., 2022). A articulação dessas diferentes perspectivas amplia a capacidade dos indicadores de subsidiar avaliações socioambientais e apoiar decisões relacionadas ao desenvolvimento sustentável.

2.2 Indicadores Socioambientais e sua contribuição para a Sustentabilidade

A crescente complexidade das relações entre sociedade e meio ambiente tem ampliado a necessidade de instrumentos capazes de identificar, mensurar e acompanhar as transformações socioambientais. Nesse contexto, os indicadores constituem ferramentas importantes para o monitoramento de fatores ambientais, sociais e territoriais, permitindo sintetizar informações e subsidiar estratégias direcionadas à melhoria das condições de vida e à sustentabilidade (Brousmiche; Occelli; Genin, 2020).

A preocupação com a influência das condições ambientais sobre as populações não é recente. Entretanto, a utilização sistemática de indicadores ganhou maior importância à medida que se reconheceu que os problemas ambientais não poderiam ser compreendidos apenas a partir de relações isoladas de causa e efeito. Essa mudança favoreceu abordagens mais integradas, capazes de considerar fatores sociais, econômicos, ambientais e territoriais na interpretação dos fenômenos (Brasil, 2019).

A partir da década de 1990, organismos internacionais passaram a desenvolver metodologias destinadas a integrar diferentes dimensões na construção de indicadores. Entre essas iniciativas, destacam-se as propostas da Organização Mundial da Saúde (OMS) e da Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS), que buscaram ampliar a compreensão das relações entre condições ambientais, exposição e seus efeitos sobre as populações (Brasil, 2019). Esse movimento contribuiu para consolidar os indicadores como instrumentos não apenas de mensuração, mas também de planejamento, monitoramento e apoio às políticas públicas.

A utilização de indicadores socioambientais permite representar diferentes componentes da realidade, incluindo qualidade da água e do ar, saneamento básico, resíduos sólidos, condições do solo, uso e cobertura da terra e aspectos socioeconômicos. Entretanto, essas variáveis ainda são frequentemente analisadas de maneira isolada, o que pode limitar a compreensão das interações existentes entre os diferentes componentes do território (Peralta et al., 2022). Dessa

forma, abordagens integradas tornam-se necessárias para produzir diagnósticos mais abrangentes e coerentes com a complexidade dos sistemas socioambientais.

Essa perspectiva também possui implicações para a gestão pública. O acompanhamento sistemático de indicadores permite avaliar políticas, identificar vulnerabilidades e estabelecer prioridades de intervenção, contribuindo para uma utilização mais eficiente dos recursos e para o fortalecimento dos processos de planejamento (Bezerra; Carvalho, 2018). Assim, os indicadores podem funcionar como instrumentos de apoio à tomada de decisão e à construção de políticas orientadas para a sustentabilidade.

A dimensão territorial assume importância nesse processo porque os fenômenos socioambientais apresentam comportamentos distintos no tempo e no espaço. Aspectos relacionados aos recursos naturais, à infraestrutura, ao acesso aos serviços públicos, às condições econômicas, à escolaridade e à vulnerabilidade social interagem e produzem diferentes configurações territoriais (Sarkar; Webster, 2017). Desse modo, compreender essas relações exige considerar o território como espaço no qual fatores ambientais e sociais se articulam e influenciam as condições de vida da população.

Apesar dos avanços, a utilização isolada de indicadores pode resultar em interpretações fragmentadas da realidade. A análise independente de variáveis ambientais, sociais e econômicas dificulta a identificação das relações estabelecidas entre elas e pode limitar a formulação de intervenções mais abrangentes (Liu et al., 2021).

Nesse contexto, os indicadores de saúde ambiental podem ser classificados em diferentes tipos, conforme os aspectos que buscam mensurar dentro da complexa relação entre ambiente e saúde humana. A combinação desses diferentes tipos de indicadores permite uma abordagem mais abrangente e estratégica, contribuindo para o diagnóstico, o monitoramento contínuo e a avaliação de políticas públicas voltadas à saúde ambiental.

3. METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão de literatura do tipo integrativa. Para sua condução, foram adotadas as etapas propostas por Mendes, Silveira e Galvão (2019), que compreendem: 1) elaboração da pergunta norteadora; 2) busca e seleção dos estudos primários; 3) extração dos dados dos estudos selecionados; 4) avaliação crítica dos estudos primários incluídos na revisão; 5) síntese dos resultados encontrados; e 6) apresentação da revisão.

A pesquisa foi realizada a partir da consulta a produções científicas disponíveis nas bases Scientific Electronic Library Online (SciELO), Scopus e Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). A busca contemplou estudos dos últimos 10 anos (2015 a 2025) relacionados à sustentabilidade, desenvolvimento sustentável, indicadores de sustentabilidade, indicadores socioambientais e avaliação socioambiental, de modo a reunir produções capazes de subsidiar a compreensão conceitual e a discussão das diferentes possibilidades de aplicação desses instrumentos.

Para a localização das publicações, foram utilizados, de forma isolada e combinada, os descritores: "indicadores de sustentabilidade", "saúde ambiental", "indicadores socioambientais" e "avaliação socioambiental", bem como seus correspondentes em língua inglesa.

Na Tabela 1, são apresentados os achados obtidos a partir do cruzamento dos descritores nas bases de dados selecionadas.

Tabela 1: Cruzamento de descritores nas bases de dados envolvidas na pesquisa.

DESCRITORES	CAPES	SCOPUS	SciELO
indicadores de sustentabilidade AND indicadores socioambientais (sustainability indicators AND socio-environmental indicators)	63	111	7
indicadores de sustentabilidade AND saúde ambiental (sustainability indicators AND "environmental health")	69	110	6
avaliação socioambiental (socio-environmental assessment)	216	595	23
Total de Artigos em cada base	**348**	**816**	**36**

Fonte: Elaborado pelas Autoras, 2025.

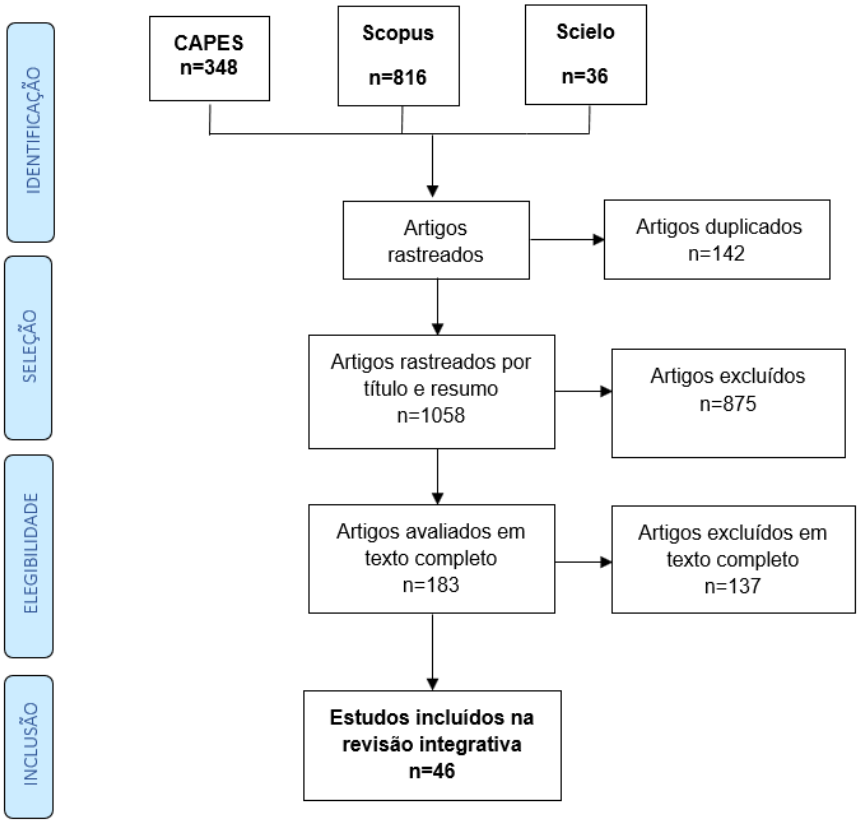
Foram adotados como critérios de inclusão: artigos científicos publicados entre 2015 a 2025, disponíveis em acesso aberto, nos idiomas português, inglês ou espanhol, e que apresentassem relação direta com a temática dos indicadores de sustentabilidade, indicadores socioambientais e saúde ambiental. Foram excluídos estudos duplicados, publicações que não correspondessem ao formato de artigo científico, trabalhos não disponíveis integralmente em acesso aberto e estudos que, após a leitura do título, resumo ou texto completo, não apresentassem aderência ao objetivo da revisão.

Nas bases SciELO e Portal de Periódicos CAPES, as buscas foram realizadas com os descritores em língua portuguesa. Na base Scopus, foram empregados os descritores em

português e seus correspondentes em língua inglesa, com o objetivo de ampliar a identificação de estudos internacionais.

A Figura 1 traz o fluxograma referente ao processo de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos na revisão, seguindo os critérios estabelecidos.

Figura 1: Fluxograma de seleção dos estudos.



Fonte: Diagrama de Fluxo segundo a recomendação PRISMA (Moher *et al.*, 2009).

Após a identificação das publicações nas bases selecionadas, foram recuperados 1.200 estudos, sendo 348 no Portal de Periódicos CAPES, 816 na Scopus e 36 na SciELO. Após a exclusão de 142 registros duplicados, permaneceram 1.058 artigos para triagem por título e resumo. Nessa etapa, 875 estudos foram excluídos por não atenderem aos critérios estabelecidos, resultando em 183 artigos submetidos à leitura do texto completo. Após a avaliação de elegibilidade, 137 estudos foram excluídos, totalizando 46 artigos incluídos na revisão integrativa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da literatura permitiu identificar diferentes modelos e sistemas empregados na avaliação da saúde ambiental e da sustentabilidade, entre os quais se destacaram o modelo Força Motriz–Pressão–Situação–Exposição–Efeito–Ações (FPSEEA), o Indicador de Salubridade Ambiental (ISA), o Environmental Public Health Tracking (EPHT) e os indicadores utilizados pela Vigilância em Saúde Ambiental (VSA) no Brasil.

4.1 Modelo de Saúde Ambiental Força Motriz-Pressão-Situação-Exposição-Efeito-Ações (FPSEEA)

O modelo Força Motriz–Pressão–Situação–Exposição–Efeito–Ações (FPSEEA), denominado internacionalmente Driving–Pressure–State–Exposure–Effect–Action (DPSEEA), constitui uma estrutura analítica utilizada para compreender as relações entre condições socioambientais e seus possíveis efeitos sobre a saúde humana. Desenvolvido pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em parceria com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), o modelo possibilita integrar aspectos sociais, econômicos e ecológicos em uma mesma estrutura de análise (Maria et al., 2019). Essa característica amplia suas possibilidades de utilização no planejamento e na gestão de políticas públicas, bem como no acompanhamento de indicadores de sustentabilidade em diferentes escalas territoriais (Lucena; Bandeira; Navoni et al., 2023).

A origem dessa abordagem remonta à década de 1970, quando o estatístico canadense Anthony Friend desenvolveu uma estrutura baseada nos componentes Pressão, Estado e Resposta, posteriormente conhecida como modelo PER. No final da década de 1990, a OMS ampliou essa concepção ao incorporar outras dimensões relacionadas à saúde ambiental. A nova configuração passou a contemplar seis componentes interligados: Força Motriz, Pressão, Situação, Exposição, Efeito e Ação, constituindo o modelo FPSEEA (Stedile; Schneider; Nunes, 2018).

Por seu caráter multidimensional, o FPSEEA favorece uma interpretação sistêmica das relações entre ambiente, sociedade e saúde, permitindo analisar determinantes socioambientais associados à qualidade de vida e ao bem-estar das populações. No Brasil, sua utilização tem sido particularmente relevante no âmbito da Vigilância em Saúde Ambiental, contribuindo para o monitoramento de riscos e para o planejamento de políticas e intervenções voltadas à promoção da saúde (Maria; Sousa; Slovic, 2023).

A estrutura do modelo fundamenta-se em uma cadeia de relações. As forças motrizes correspondem aos processos políticos, econômicos e sociais que podem gerar pressões sobre o ambiente. Essas pressões modificam sua situação, criando condições capazes de provocar diferentes formas de exposição da população (Siqueira; Marques, 2023). A exposição, por sua vez, pode produzir efeitos sobre a saúde, cuja intensidade também depende das condições de vulnerabilidade socioambiental. A identificação dessas relações possibilita estabelecer ações de prevenção, controle e intervenção, além de orientar a seleção de indicadores adequados para cada componente do modelo (Zaitune; Mendes, 2025).

O Quadro 1 apresenta, de forma sistematizada, as categorias que compõem o modelo FPSEEA e suas respectivas definições.

Quadro 1: Categoria e descrição do modelo FPSEEA.

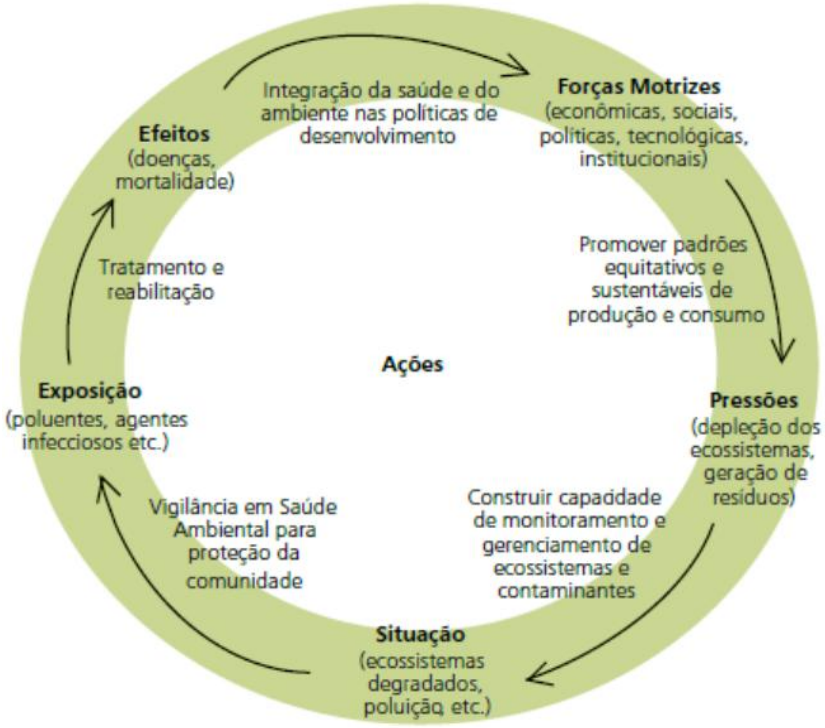
Categoria	Descrição
Força Motriz	Refere-se aos elementos que condicionam ou determinam os processos ambientais com potencial de impactar a saúde humana. Entre os principais indicadores associados a essa categoria destacam-se o crescimento econômico (medido pelo PIB e PIB per capita), o aumento populacional (taxa de crescimento da população) e a concentração demográfica em áreas específicas (taxa de urbanização).
Pressão	As pressões constituem desdobramentos diretos das forças motrizes e refletem os impactos decorrentes das atividades humanas sobre o meio ambiente. Elas se materializam por meio dos processos produtivos e da dinâmica de ocupação territorial, podendo ocorrer em todas as fases da cadeia de produção, desde a extração dos recursos naturais, passando pelas etapas de transformação e distribuição, até o consumo final e a destinação dos resíduos.
Situação	Refere-se ao estado atual do meio ambiente, resultante das pressões exercidas pelas atividades humanas. Esse estado é avaliado por meio de indicadores que evidenciam o grau de degradação ambiental e os riscos associados à saúde pública. A Situação funciona, portanto, como um retrato das condições ambientais em determinado momento, refletindo aspectos como a qualidade do ar, da água e do solo, a disponibilidade de serviços de saneamento básico, e a presença de áreas contaminadas ou ecossistemas degradados. Essa dimensão é fundamental para compreender como as pressões afetam o ambiente e servem de base para a identificação de exposições e efeitos subsequentes sobre a saúde da população
Exposição	A exposição é considerada um conceito central no campo da saúde ambiental, por permitir a identificação das possíveis relações entre determinadas condições ambientais e seus impactos sobre a saúde da população, dentro de um contexto específico, tanto espacial quanto temporal. Trata-se de uma etapa essencial para a formulação de indicadores que possibilitem avaliar o grau de contato de determinados grupos populacionais — como crianças, idosos, mulheres, povos indígenas, comunidades quilombolas, entre outros — com fatores ambientais de risco. Essa análise pode ser aplicada a diferentes recortes territoriais, como país, estado, município, bairro, setor censitário, assentamentos rurais ou distritos sanitários, considerando o período em que se observam os efeitos.
Efeito	Os efeitos representam a etapa final da cadeia causal analisada no modelo FPSEEA, correspondendo às consequências enfrentadas pela população em decorrência da exposição a fatores ambientais de risco. Essas manifestações podem ocorrer em diferentes graus de intensidade, variando desde alterações sutis, como a redução da funcionalidade fisiológica ou a perda de bem-estar, até condições mais graves.

Ação	As ações devem ser orientadas por indicadores correspondentes a diferentes níveis da cadeia causal, possibilitando a implementação de intervenções específicas em cada etapa e permitindo a avaliação de sua eficácia, eficiência e efetividade. Essas ações podem assumir caráter imediato, com enfoque remediador como o tratamento de indivíduos já afetados, ou de longo prazo, voltadas ao controle e à prevenção. Neste último caso, destacam-se por serem mais eficazes, uma vez que buscam interromper os mecanismos que geram a exposição a riscos ambientais.

Fonte: Adaptado de Schäffer, Martins Aguiar, 2019, p. 182.

No Brasil, o uso dessa abordagem foi oficialmente recomendado pelo Ministério da Saúde a partir de 2011, consolidando-se como ferramenta estratégica para a análise integrada de fatores socioambientais e seus impactos na saúde coletiva (Stedile, Schneider, Nunes, 2018). A Figura 2 ilustra de forma esquemática o Modelo Força Motriz–Pressão–Situação–Exposição–Efeito–Ações (FPSEEA).

Figura 2: Representação do Modelo FPSEEA



Fonte: Meira, 2022, p. 35.

A representação do modelo evidencia a sequência de relações estabelecidas entre os determinantes socioambientais e seus efeitos sobre a saúde. Nessa dinâmica, fatores estruturais de natureza social e econômica originam pressões que modificam as condições ambientais e podem aumentar a exposição da população a diferentes riscos. Como consequência, podem

surgir agravos à saúde que demandam medidas de monitoramento, prevenção e intervenção. Dessa forma, o FPSEEA demonstra a interdependência entre as dimensões socioeconômica, ambiental e sanitária, contribuindo para a compreensão integrada dos fatores que interferem nas condições de saúde da população (Maria; Sousa; Slovic, 2023).

Segundo Stedile, Schneider e Nunes (2018), o FPSEEA constitui uma ferramenta analítica destinada à compreensão das múltiplas relações existentes entre ambiente e saúde ao longo de uma cadeia causal. Sua aplicação permite identificar e mensurar determinantes ambientais, subsidiando tanto a gestão de riscos quanto a definição de indicadores e a articulação de informações provenientes de diferentes sistemas.

Além disso, o modelo favorece uma perspectiva intersetorial ao reunir informações de diferentes áreas e superar análises realizadas de maneira isolada. Essa integração amplia a compreensão dos problemas socioambientais e pode contribuir para processos decisórios mais consistentes e para a formulação de políticas públicas sustentáveis e participativas. Assim, o FPSEEA reforça a necessidade de compreender saúde, ambiente e condições sociais como dimensões interdependentes, especialmente no planejamento de estratégias voltadas à melhoria da qualidade de vida.

4.2 Indicador de Salubridade Ambiental

A salubridade ambiental está relacionada às condições do meio que contribuem para a proteção da saúde e para a prevenção de doenças, tanto em áreas urbanas quanto rurais. Nesse contexto, a oferta adequada dos serviços de saneamento básico assume papel fundamental e requer ações integradas, participativas e orientadas ao uso eficiente dos recursos públicos (Rocha; Rufino; Barros Filho, 2019).

O saneamento básico compreende serviços e infraestruturas essenciais para a manutenção de condições ambientais adequadas e para a proteção da saúde coletiva. Nessa perspectiva, a melhoria desses serviços contribui diretamente para a promoção da salubridade ambiental (Santos et al., 2024).

Como instrumento de avaliação dessas condições, destaca-se o Indicador de Salubridade Ambiental (ISA), desenvolvido em 1999 pela Câmara Técnica de Planejamento do Conselho Estadual de Saneamento (CONESAN), em São Paulo. O indicador permite representar numericamente as condições de salubridade de determinado território, favorecendo a realização

de diagnósticos e comparações entre diferentes localidades (Teixeira; Prado Filho; Santiago, 2018).

A composição do ISA reúne diferentes subindicadores relacionados às dimensões sanitária, ambiental e socioeconômica. Esses componentes são integrados por meio de ponderação, resultando em um valor síntese capaz de expressar as condições de salubridade da área analisada. No modelo desenvolvido pelo CONESAN, denominado ISA/SP, a combinação dessas variáveis ocorre mediante uma fórmula específica, permitindo reunir diferentes aspectos do saneamento e do ambiente em uma única medida de avaliação (Barreto et al., 2020).

$$ISA/JAB = 0{,}25Iab + 0{,}25Ies + 0{,}25Irs + 0{,}10Idr + 0{,}10Icv + 0{,}05Iso \quad (1)$$

Onde:
Iab = Indicador de abastecimento de água;
Ies= Indicador de esgotos sanitários;
Irs= Indicador de resíduos sólidos;
Idr= Indicador de drenagem pluvial;
Icv= Indicador de controle de vetores;
Iso= Indicador socioeconômico (Scolari; Medeiros; Passini, 2023, p. 206).

O Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) reúne variáveis relacionadas a diferentes aspectos das condições sanitárias e ambientais, como abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos, drenagem urbana, controle de vetores e educação ambiental. A integração desses componentes permite identificar deficiências que podem comprometer a saúde e a qualidade de vida da população, tornando o indicador um importante instrumento para orientar o planejamento e a definição de prioridades nas políticas públicas (Moura; Troleis, 2023).

Desde sua criação, o ISA passou a ser utilizado em diferentes contextos territoriais, incorporando adaptações de acordo com as características das áreas avaliadas. Entre essas modificações estão a alteração dos pesos atribuídos aos subindicadores e a inclusão de variáveis relacionadas, por exemplo, à drenagem urbana e às condições de moradia (Silva et al., 2022). Essa flexibilidade permite sua aplicação tanto em municípios de pequeno porte quanto em grandes centros urbanos, desde que sua estrutura seja ajustada às particularidades locais (Barreto et al., 2020).

A Tabela 2 apresenta as faixas de classificação do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA), utilizadas para interpretar as condições de salubridade do território a partir da pontuação obtida.

Tabela 2: Situação da salubridade ambiental por faixa de pontuação.

SITUAÇÃO DO ISA	PONTUAÇÃO	SITUAÇÃO DOS SUBINDICADORES
Insalubre	0 – 25,50%	Imprópria
Baixa salubridade	25,51 – 50,50%	Insatisfatória
Média salubridade	50,51 – 75,50%	Boa
Salubre	75,51 – 100,00%	Ótima

Fonte: Adaptado de Barreto et al. (2020), Moura e Troleis (2023).

A classificação do ISA é organizada em quatro níveis: insalubre, com valores entre 0 e 25,50%; baixa salubridade, entre 25,51 e 50,50%; média salubridade, de 50,51 a 75,50%; e salubre, entre 75,51 e 100%. Essas faixas correspondem a diferentes condições dos subindicadores, que podem variar de impróprias a ótimas. O resultado final do ISA situa-se entre 0 e 1, sendo que valores mais elevados representam melhores condições de salubridade ambiental (Teixeira; Prado Filho; Santiago, 2018).

Entre as principais contribuições do ISA está a possibilidade de identificar os componentes do saneamento que apresentam maiores fragilidades, auxiliando na definição de prioridades de intervenção. Ao mesmo tempo, o indicador permite reconhecer os serviços que apresentam condições mais satisfatórias, contribuindo para o diagnóstico e o planejamento das ações de saneamento no território analisado (Silva et al., 2022).

4.3 Indicadores do Environmental Public Health Tracking (EPHT)

O Environmental Public Health Tracking (EPHT) é um sistema de vigilância destinado à integração e ao acompanhamento contínuo de informações relacionadas aos riscos ambientais, às exposições humanas e aos seus possíveis efeitos sobre a saúde. A organização padronizada desses dados, observando a proteção das informações pessoais, permite acompanhar tendências e produzir evidências capazes de subsidiar políticas e intervenções voltadas à prevenção de agravos, sobretudo em grupos populacionais mais vulneráveis (CDC, 2020; Lauriola et al., 2020).

O EPHT fundamenta-se na integração entre informações ambientais, sociais e de saúde, buscando contribuir para a construção de comunidades mais informadas e para decisões baseadas em evidências. Para isso, pressupõe a participação de profissionais de saúde, gestores, pesquisadores e sociedade civil, além da articulação entre diferentes áreas e setores. Essa perspectiva intersetorial favorece a elaboração de estratégias mais adequadas às particularidades de cada contexto socioambiental (Buse; Oestreicher; Ellis, 2018).

Dessa forma, o sistema amplia a perspectiva tradicional da vigilância ao estabelecer uma abordagem integrada para o monitoramento das relações entre ambiente e saúde. Além de reunir informações sobre exposições e seus efeitos, utiliza recursos analíticos para transformar dados científicos em informações acessíveis, favorecendo ações de prevenção e respostas institucionais mais direcionadas (Chaston; Mavoa; Dennekamp, 2024).

A Figura 3 apresenta os principais componentes do EPHT.

Figura 3: Componentes do Rastreamento Ambiental em Saúde Pública (EPHT)



Fonte: Adaptado de Lauriola, Crabbe, Behbod, *et al*., 2020.p. 4.

O EPHT atende a diferentes públicos e disponibiliza informações de acordo com suas necessidades. Para a população, os dados podem ampliar a compreensão dos riscos ambientais e estimular práticas preventivas e mobilização social. Para profissionais de saúde, gestores, pesquisadores, planejadores urbanos e formuladores de políticas públicas, o sistema oferece informações que auxiliam no planejamento e na avaliação de ações relacionadas aos impactos da urbanização, das mudanças climáticas e de outras transformações socioambientais (Lauriola et al., 2020).

Sua abrangência também envolve outros atores, como economistas, gestores de recursos, organizações comunitárias, conservacionistas e comunidades tradicionais. Essa diversidade reforça a necessidade de considerar as particularidades de cada território e de integrar fatores

ambientais, sociais e comportamentais na definição das intervenções em saúde ambiental (Chaston; Mavoa; Dennekamp, 2024).

Do ponto de vista operacional, a implementação do EPHT requer a seleção de dimensões e indicadores adequados à realidade analisada, além da disponibilidade e integração de informações provenientes de diferentes instituições. Entre os principais desafios estão a padronização, o compartilhamento e a compatibilidade dos dados, bem como sua transformação em informações úteis para a tomada de decisão (Martin-Olmed et al., 2024). Por essa razão, o funcionamento desses sistemas depende tanto de infraestrutura técnica quanto da articulação institucional e intersetorial (INPHET, 2025).

Experiências internacionais demonstram as possibilidades de aplicação dessa abordagem. Na França, sistemas de vigilância ambiental vêm sendo empregados há mais de duas décadas para acompanhar exposições e seus efeitos sobre a saúde. Iniciativas como Apheis, Aphekom e Triple-S contribuíram para a padronização de métodos e para o fortalecimento de redes de vigilância, incluindo o acompanhamento de eventos extremos, como ondas de calor, enchentes, tempestades e acidentes industriais (Medina et al., 2020).

A qualidade e a disponibilidade oportuna dos dados são fundamentais para identificar áreas e grupos de maior risco, reconhecer alterações nos padrões de saúde e avaliar os resultados das intervenções realizadas. A associação entre informações ambientais, epidemiológicas e de biomonitoramento amplia a capacidade das autoridades de antecipar e responder aos riscos relacionados ao ambiente (Lauriola et al., 2020).

O acompanhamento dos efeitos sobre a saúde também permite identificar agravos associados a exposições ambientais prolongadas, incluindo intoxicações por metais pesados, doenças respiratórias e malformações congênitas. Essas informações contribuem para aproximar a vigilância ambiental dos programas destinados ao controle e à prevenção de doenças transmissíveis e não transmissíveis (Dizdaroglu, 2017; Stauber, 2018).

Assim, a efetividade do EPHT depende da produção e disponibilização de informações confiáveis, atualizadas e acessíveis aos diferentes segmentos da sociedade. A participação de pesquisadores, gestores, comunidades e grupos vulneráveis amplia sua capacidade de subsidiar medidas preventivas e políticas públicas, consolidando o sistema como importante instrumento de vigilância e gestão dos riscos ambientais à saúde.

4.4 Indicadores da Vigilância em Saúde Ambiental (VAS) no Brasil

No Brasil, a ampliação das discussões sobre as relações entre ambiente e saúde contribuiu para a criação da Vigilância em Saúde Ambiental (VSA), em 1999. Sua atuação está direcionada à identificação e ao acompanhamento de fatores ambientais capazes de interferir na saúde da população, fornecendo subsídios para ações de prevenção e controle de riscos. Nesse processo, a produção e a análise de indicadores constituem elementos importantes para transformar informações ambientais e sanitárias em instrumentos de planejamento e intervenção (Marinho; Pontes; Bichara, 2020).

A Vigilância em Saúde Ambiental fundamenta-se na utilização sistemática de informações para orientar ações nos diferentes territórios. Para isso, emprega indicadores e sistemas de informação que favorecem o compartilhamento de dados, a identificação de situações de risco e o fortalecimento da capacidade de resposta nos diferentes níveis de gestão (Soares et al., 2025).

Antes da estruturação do Sistema Nacional de Vigilância Ambiental em Saúde (SINVAS), as ações relacionadas aos fatores ambientais eram desenvolvidas principalmente no âmbito da Vigilância Epidemiológica. Com a organização da VSA, ampliou-se a articulação entre o Sistema Único de Saúde (SUS) e instituições vinculadas às áreas de meio ambiente, saneamento e saúde, favorecendo uma atuação integrada na identificação, no monitoramento e no controle dos riscos ambientais (Johnson; Heck, 2020).

Entre os instrumentos utilizados pela VSA estão a epidemiologia ambiental, a avaliação e o gerenciamento de riscos, os indicadores de saúde e ambiente e os sistemas de informação. Esses recursos possibilitam analisar as relações entre condições ambientais e agravos à saúde, acompanhar situações de risco e produzir evidências para subsidiar a tomada de decisão (Johnson; Heck, 2020).

Os indicadores empregados nesse campo são construídos a partir de diferentes fontes de informação, incluindo sistemas como o Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) e o Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (SISÁGUA). Entre os aspectos monitorados estão as intoxicações exógenas, a exposição de populações a contaminantes químicos, a qualidade da água para consumo humano, a poluição atmosférica e a ocorrência de desastres, fornecendo informações relevantes para o planejamento das ações de saúde ambiental (Brasil, 2021).

Nesse conjunto de ações, destaca-se também o Vigidesastres, voltado à gestão dos riscos e das emergências decorrentes de desastres naturais e tecnológicos. O programa contempla atividades de preparação, monitoramento, alerta, resposta e reabilitação, contribuindo para reduzir os impactos desses eventos sobre a saúde, especialmente entre populações mais vulneráveis (Brasil, 2022).

Dessa forma, os indicadores da Vigilância em Saúde Ambiental fortalecem a integração entre informações ambientais e sanitárias e favorecem a articulação entre diferentes setores da gestão pública. Sua utilização contribui para identificar vulnerabilidades, estabelecer prioridades e orientar políticas e ações de prevenção, controle e mitigação dos riscos ambientais que afetam a saúde coletiva.

4.5 Estudos com Indicadores de Saúde Ambiental

A utilização de indicadores de saúde ambiental permite avaliar diferentes aspectos das relações entre ambiente, condições sociais e saúde, contribuindo para a identificação de vulnerabilidades e para o planejamento de intervenções. Sua aplicação em diferentes contextos demonstra que esses instrumentos podem subsidiar o monitoramento das condições de vida e fornecer informações relevantes para a formulação de políticas públicas orientadas à sustentabilidade e à redução das desigualdades.

Neves, Prat e Cambraia (2022) demonstraram essa possibilidade ao avaliar o software QualiVida, desenvolvido para analisar as condições de vida de comunidades tradicionais por meio da integração de indicadores ambientais, sociais e de saúde. Construída a partir de informações utilizadas pelos Agentes Comunitários de Saúde (ACS) na Estratégia Saúde da Família (ESF), a ferramenta possibilita estabelecer um índice de qualidade de vida e reconhecer aspectos que demandam intervenções prioritárias. Sua aplicação na Comunidade Quilombola Fazenda Santa Cruz evidenciou sua capacidade de identificar vulnerabilidades locais e produzir informações que podem fortalecer o planejamento das ações e a gestão intersetorial.

A perspectiva participativa também foi explorada por Buthet et al. (2024), em estudo desenvolvido com uma cooperativa de trabalho em Villa María, na Argentina. Os autores construíram indicadores de saúde socioambiental a partir de uma abordagem transdisciplinar que incorporou aspectos relacionados à justiça ambiental e de gênero. A análise contemplou elementos como exposição, suscetibilidade, preparação e capacidade de resposta, permitindo

reconhecer vulnerabilidades relacionadas às condições sanitárias, percepção da saúde, autocuidado, participação e reconhecimento social das trabalhadoras.

Em ambientes escolares, Lin et al. (2020) analisaram indicadores relacionados às condições ambientais internas e externas de escolas do Estado de Nova York. Foram consideradas variáveis como presença de mofo e umidade, condições de ventilação e concentração de poluentes atmosféricos, entre eles ozônio e material particulado fino (PM2.5). Os resultados evidenciaram a relevância das condições ambientais para a saúde e para aspectos relacionados à frequência e ao desempenho dos estudantes, demonstrando a utilidade desses indicadores para a gestão dos espaços escolares e para a formulação de medidas preventivas.

No contexto urbano brasileiro, Costa e Silva (2024) investigaram as relações entre indicadores ambientais e saúde pública nas capitais da Região Sul, utilizando informações do Ranking Connected Smart Cities. A comparação entre Porto Alegre, Florianópolis e Curitiba revelou avanços em determinados componentes, como saneamento e reciclagem de resíduos, mas também apontou limitações estruturais. O estudo reforça a importância da produção e do acompanhamento sistemático de informações ambientais para subsidiar o planejamento urbano e a promoção de melhores condições de vida.

Resultados semelhantes quanto à identificação de vulnerabilidades foram encontrados por Melo, Pimentel e Leite (2021), nos distritos de Murucupi e Vila do Conde, em Barcarena (PA). A aplicação de indicadores ambientais urbanos evidenciou problemas relacionados ao abastecimento de água, esgotamento sanitário, pavimentação e cobertura vegetal. O índice geral de qualidade ambiental alcançou 44,8 pontos em uma escala de 0 a 100, indicando condições desfavoráveis e demonstrando a necessidade de intervenções direcionadas à melhoria da infraestrutura e da qualidade socioambiental dessas áreas.

Em territórios rurais, Veiga et al. (2021) utilizaram o Barômetro da Sustentabilidade para avaliar condições socioeconômicas e ambientais de assentamentos em Mato Grosso. A investigação contemplou 3.857 lotes distribuídos em 39 assentamentos de 11 municípios e identificou nível intermediário de sustentabilidade. Enquanto acesso à saúde, educação, água e saneamento apresentaram resultados favoráveis, o uso intensivo de agrotóxicos e as dificuldades de acesso às políticas públicas constituíram fatores limitantes. Os achados evidenciam a importância de avaliações multidimensionais para orientar estratégias de desenvolvimento rural sustentável.

A utilização de estruturas integradas de análise também pode ser observada no estudo de Mucussete, Albuquerque e Azevedo Filho (2024), que aplicaram o modelo Força Motriz–Pressão–Estado–Impacto–Resposta (FPEIR) à investigação de fatores associados às doenças de veiculação hídrica na Lagoa da Francesa, em Parintins (AM). A análise identificou elementos como expansão urbana desordenada, lançamento de efluentes e contaminação por metais pesados, além da ocorrência de doenças como dengue e malária. Os resultados também apontaram limitações nas respostas institucionais, ressaltando a importância da articulação entre diferentes setores para o enfrentamento dos problemas ambientais e sanitários.

Em relação especificamente ao FPSEEA, Maria, Sousa e Slovic (2023) avaliaram sua aplicação como instrumento de apoio ao planejamento urbano regional em territórios metropolitanos paulistas. A investigação integrou indicadores relacionados às pressões ambientais, condições de saneamento e qualidade da água, exposição a áreas contaminadas, morbidade, mortalidade e respostas institucionais. A utilização conjunta dessas informações permitiu identificar diferentes configurações municipais e demonstrou a capacidade do modelo de subsidiar estratégias de planejamento em territórios caracterizados por desigualdades socioambientais.

Porto, Santos e Fiori (2021), por sua vez, analisaram indicadores de saúde e saneamento ambiental no município de Marechal Deodoro (AL). Os resultados apontaram limitações relacionadas ao abastecimento de água, à drenagem urbana e ao manejo dos resíduos sólidos, principalmente nas áreas periféricas. Essas deficiências evidenciam desigualdades na oferta de serviços essenciais e demonstram como as condições de infraestrutura podem repercutir sobre a saúde coletiva e sobre as possibilidades de desenvolvimento sustentável.

Em conjunto, essas experiências demonstram que os indicadores de saúde ambiental podem ser utilizados em diferentes escalas e contextos territoriais, abrangendo comunidades tradicionais, espaços urbanos, áreas rurais e ambientes escolares. Embora adotem metodologias e variáveis distintas, os estudos convergem ao demonstrar a importância da integração de informações ambientais, sociais e sanitárias para identificar vulnerabilidades, estabelecer prioridades e orientar intervenções. Dessa forma, a aplicação desses indicadores amplia as possibilidades de avaliação da saúde ambiental e oferece subsídios para o planejamento e a formulação de políticas públicas mais adequadas às especificidades socioambientais de cada território.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa permitiu compreender que os indicadores de sustentabilidade constituem instrumentos relevantes para a avaliação da saúde ambiental, sobretudo por possibilitarem a integração de informações ambientais, sociais, sanitárias e territoriais. A análise realizada demonstrou que esses indicadores permitem transformar diferentes conjuntos de dados em informações capazes de identificar vulnerabilidades, acompanhar mudanças e subsidiar o planejamento e a tomada de decisão.

Quanto aos diferentes modelos e sistemas analisados, verificou-se que o FPSEEA possibilita compreender a relação entre os fatores que exercem pressão sobre o ambiente, as condições ambientais resultantes, a exposição da população, os possíveis efeitos sobre a saúde e as ações necessárias para intervenção. O Indicador de Salubridade Ambiental (ISA), por sua vez, permite avaliar as condições de saneamento e identificar os componentes que apresentam maiores fragilidades em determinado território. Já o Environmental Public Health Tracking (EPHT) evidencia a importância da integração contínua entre dados ambientais e de saúde para o acompanhamento de riscos e exposições, enquanto a Vigilância em Saúde Ambiental (VSA) demonstra a aplicação desses indicadores no contexto brasileiro, especialmente na identificação e no monitoramento de fatores ambientais que podem afetar a saúde da população.

Os estudos analisados também demonstraram que os indicadores podem ser aplicados em diferentes contextos, incluindo áreas urbanas e rurais, comunidades tradicionais e ambientes escolares. Apesar das diferenças entre os métodos e variáveis empregados, as aplicações convergem para a identificação de desigualdades e vulnerabilidades socioambientais e para a definição de prioridades de intervenção.

Conclui-se, portanto, que a principal contribuição dos indicadores de sustentabilidade para a avaliação da saúde ambiental está na possibilidade de integrar diferentes dimensões da realidade e produzir diagnósticos mais abrangentes sobre as condições de vida da população. Sua utilização pode fortalecer o monitoramento socioambiental, orientar a alocação de recursos e subsidiar políticas públicas e ações mais adequadas às características de cada território.

Entretanto, a efetividade desses instrumentos depende da seleção de indicadores compatíveis com a realidade analisada, da disponibilidade e qualidade dos dados e da articulação entre diferentes setores e instituições. Nesse sentido, recomenda-se que estudos futuros avancem na aplicação e comparação desses modelos em diferentes territórios, buscando

verificar sua capacidade de representar especificidades locais e contribuir para o planejamento de ações voltadas à sustentabilidade e à saúde ambiental.

REFERÊNCIAS

BANKS, A. P.; GAMBLIN, D. M. Successful everyday decision making: combining attributes and associates. **Judgment and Decision Making**, v. 17, n. 6, p. 1255-1286, 2022.

BARRETO, J. B.; et al. Criação de um modelo de indicador de salubridade ambiental (ISA) adaptado ao contexto de municípios de pequeno porte (ISA/MPP). **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 2, p. 278–295, 2020.

BEZERRA, V. V. de N.; CARVALHO, J. R. M.de. Avaliação de desempenho por funções de governo através do método PROMETHEE II. **CONTEXTUS – Revista Contemporânea de Economia e Gestão,** v. 16, n. 3, 2018.

BRASIL. **Portaria GM/MS nº 4.185, de 1º de dezembro de 2022**. Altera a Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para instituir o Programa Nacional de Vigilância em Saúde dos Riscos Associados aos Desastres – Vigidesastres, no âmbito do Sistema Único de Saúde – SUS. Ministério da Saúde. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 5 dez. 2022. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2022/prt4185_05_12_2022.html. Acesso em: 4 jul. 2025.

BRASIL. **Relatório técnico 2021: Vigilância em Saúde Ambiental e do Trabalhador no SUS.** Brasília: Ministério da Saúde; OPAS, 2021. Disponível em: https://paho.org/sites/default/files/2022-05/RT_TC69_2sem2021.pdf. Acesso em: 5 jul. 2025.

BRASIL. **Subsídios para construção da Política Nacional de Saúde Ambiental**. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2019.

BROUSMICHE, D.; et al. Spatialized composite indices to assess environmental health inequalities: Facing the challenge of selecting relevant variables. **Ecological Indicators**, v. 111, p. 106023, 2020.

BUSE, C. G.; et al. Public health guide to field developments linking ecosystems, environments and health in the Anthropocene. **Journal of Epidemiology and Community Health,** v. 72, p. 420–425, 2018.

BUTHET, L. R.; et al. Construcción y análisis de indicadores vinculados a la salud socioambiental en una cooperativa de trabajo. **Pacha: Revista de Estudios Contemporáneos del Sur Global**, v. 5, n. 13, e240250, 2024.

CDC. **10 essential public health services**. Centers For Disease Control and Prevention Atlanta: CDC, 2020. Disponível em: https://www.cdc.gov/publichealthgateway/publichealthservices/essentialhealthservices.html. Acesso em: 3 nov. 2020.

CHASTON, T.; et al. EHT and environmental justice at EPA Victoria: aspirations and regulatory realities. **European Journal of Public Health**, [S. l.], v. 34, n. 3, 2024.

COSTA, L. M.; SILVA, T. L. da. A Influência dos Indicadores de Meio Ambiente na Saúde Pública: Estudo de Caso das Capitais do Sul do Brasil. **Revista Latino-americana de Ambiente Construído & Sustentabilidade**, [S. l.], v. 5, n. 21, 2024.

DIZDAROGLU, D. The Role of Indicator-Based Sustainability Assessment in Policy and the Decision-Making Process: A Review and Outlook. **Sustainability**, v. 9, n; 6, p. 1018, 2017.

FARAHDEL, S.; WANG, C.; AWASTHI, A. **Literature review of current sustainability assessment frameworks and approaches for organizations**. Cornell University, arXiv preprint, 2024.

FEIL, A. A.; SCHREIBER, D. Análise dialógica dos níveis, dimensões e indicadores de sustentabilidade. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 6, n. 13, p. 317-333, 2019.

INPHET. **About INPHET**. International Network on Public Health & Environment Tracking: INPHET, 2025. Disponível em: http://inphet.org/. Acesso em: 14 mar. 2025.

GAN, X.; et al. How affordable housing becomes more sustainable? A stakeholder study. **Journal of Cleaner Production**, v. 162, p. 427-437, 2017.

JOHNSON, K.; HECK, M. C. Vigilância ambiental em saúde: o desafio de construir indicadores sobre as relações entre ambiente, saúde e usinas hidrelétricas. **Culturas & Fronteiras,** v. 3, n. 1, p. 171–181, 2020.

KUMAR, S.; et al. Social indicators research: a retrospective using bibliometric analysis. **Social Indicators Research**, v. 162, n. 1, p. 413-448, 2022.

LAURIOLA, P.; et al. Advancing global health through environmental and public health tracking. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 6, p. 1976, 2020.

LIN, S.; et al. Identifying and evaluating school environmental health indicators. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 27, p. 16624–16639, 2020.

LIU, A. Y.; et al. Toward an integrated system of climate change and human health indicators: a conceptual framework. **Climatic Change**, v. 166, n. 49, 2021.

LUCENA, S. V.; et al. Análise da influência de fatores de vulnerabilidade socioambiental sobre o perfil de casos de Covid-19 no município de Natal/RN. **Holos**, v. 8, n. 39, 2023.

MARIA, N. C.; et al. An environmental health typology as a contributor to sustainable regional urban planning: The case of the Metropolitan Region of São Paulo (MRSP). **Sustainability**, v. 11, n. 20, p. 5800, 2019.

MARIA, N. C.; SOUSA, A. R. M. de.; SLOVIC, A. D. O uso do modelo de indicadores em saúde ambiental força-motriz-pressão-situação-exposição-efeito-ações (FPSEEA) como subsídio ao planejamento urbano: estudos de sua aplicabilidade em territórios metropolitanos. **Revista Caribeña de Ciencias Sociales**, v. 12, n. 2, p. 542–557, 2023.

MARINHO, A. C. dos S. M.; PONTES, A. N.; BICHARA, C. N. C. Environmental health and diarrhic diseases: socioeconomic, environmental and sanitary indicators in an amazonian municipality. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, p. e659997803, 2020.

MAROOSI, M.; et al. Developing environmental health indicators [EHIs] for Iran based on the causal effect model. **Journal of Environmental Health Science & Engineering**, v. 17, n.1, p. 273–279, 2019.

MARTIN-OLMEDO, P.; et al. 3.E. Scientific session: Environmental Health Tracking Systems: a tool for planetary health. **European Journal of Public Health**, v. 34, n. 3, 2024.

MEDINA, S.; et al. Public Health Tracking to address the complexity of environmental health: The case of France. **European Journal of Public Health**, v. 30, n. 5, 2020.

MEIRA, P. M. R. de S. Caatinga e Mata Atlântica: a importância da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos para o bem-estar humano no Nordeste do Brasil. 2022. **Dissertação** (Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022.

MELO, F. A.; PIMENTEL, M. A. da S.; LEITE, T. V. da S. Estudo da qualidade socioambiental urbana dos distritos do Murucupi e Vila do Conde em Barcarena, Pará, com uso de indicadores ambientais urbanos. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais,** v. 12, n. 5, p. 565–586, 2021.

MOURA, D. F. S. de; TROLEIS, Adriano Lima. A aplicação do Indicador de Salubridade Ambiental nas áreas com concentração de doenças (ISA/ACD) do Distrito Sanitário Oeste (DSO), Natal-RN – Brasil. **Revista Caminhos de Geografia**, v. 24, n. 95, p. 180–197, 2023.

MUCUSSETE, F.; ALBUQUERQUE, C. C. de; AZEVEDO FILHO, J. D. M. de. Uso de Indicadores de Sustentabilidade Ambiental Força-Motriz–Pressão–Estado–Impacto–Resposta (FPEIR) para avaliação de doenças de veiculação hídrica na cidade de Parintins-AM, na Lagoa da Francesa. **Revista Científica ANAP Brasil**, São Paulo, v. 17, n. 42, 2024.

NEVES, G. R.; GALHARDI, A. C.; LUCATO, W. C. Aplicação e comparação de métodos de apoio à decisão multicritério: AHP, TODIM e PROMETHEE II. **Exacta**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 218-233, 2022.

NEVES, V. R.; PRAT, B. V.; CAMBRAIA, R. P. Avaliação do software QualiVida: uso de indicadores de saúde para planejamento e controle de ações em comunidade tradicional. **Revista Saúde e Desenvolvimento Humano**, v. 10, n. 3, p. 01-17, 2022.

PERALTA, M. N.; et al. Promoción de la salud ambiental: variables e indicadores del método

instruccional. **Boletín de Malariología y Salud Ambiental**, v. 62, p. 108-115, 2022.

PORTO, A. G. de S.; SANTOS, G. O. dos; FIORI, A. P. S. de M. Indicadores de saúde e saneamento ambiental em Marechal Deodoro – AL. **Diversitas Journal**, v. 6, n. 2, p. 2859–2876, 2021.

ROCHA, L. A.; RUFINO, I. A. A.; BARROS FILHO, M. N. M. Indicador de salubridade ambiental para Campina Grande, PB: adaptações, desenvolvimentos e aplicações. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 24, n. 2, p. 315–326, 2019.

SANTOS, F. A. dos.; et al. Indicadores da gestão socioambiental: revisão sistemática de literatura. **Revista de Gestão e Secretariado – GeSec**, v. 15, n. 5, p. 01-19, 2024.

SARKAR, C.; WEBSTER, C. Urban environments and human health: current trends and future directions. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 25, p. 33–44, 2017.

SCHÄFFER, A. L.; et al. **Utilização do modelo FPSEEA aplicado a indicadores de saúde ambiental para as microrregiões do Rio Grande do Sul**. In: ROTTA, E.; et al. Conhecimento em rede: desenvolvimento, cooperação e integração regional em território de fronteira – Rede CIDIR: 10 anos [online]. Chapecó, SC: Editora UFFS, 2019.

SCOLARI, T. W.; MEDEIROS, R. C.; PASSINI, A. F. C. Aplicação do Indicador de Salubridade Ambiental no município de Jaboticaba/RS. **Caderno de Geografia,** Belo Horizonte, v. 33, n. 72, p. 202, 2023.

SILVA, R. M. G.; et al. Indicador de salubridade ambiental aplicado a um município do sertão paraibano: estudo de caso Cajazeirinhas/PB – Brasil. **Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica,** v. 15, n. 3, p. 1191–1202, 2022.

SIQUEIRA, P. R. A. de; MARQUES, R. C. A utilização de indicadores de saúde ambiental para a construção de estratégias resilientes nas ações para atenção à saúde. **Revista Eletrônica Interdisciplinar**, Barra do Garças – MT, v. 15, n. 2, p. 514–535, 2023.

SOARES, M. R.; et al. Índice de território saudável e sustentável rural: uma proposta de vigilância em saúde, ambiente e trabalho. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v. 50, p. 1-14, 2025.

STAUBER, C.; et al. Measuring the impact of environment on the health of large cities. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 15, n. 6, p. 1216-1230, 2018.

STEDILE, N. L. R.; et al. A aplicação do modelo FPSEEA no gerenciamento de resíduos de serviço de saúde. **Ciência & Saúde Coletiva,** v. 23, n. 11, p. 3683-3694, 2018.

TEIXEIRA, D. A.; PRADO FILHO, J. F. do.; SANTIAGO, A. da F. Indicador de salubridade ambiental: variações da formulação e usos do indicador no Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental,** v. 23, n. 3, p. 543–556, 2018.

VEENHOVEN, R. Co-development of happiness research: addition to "Fifty years after the social indicator movement". **Social Indicators Research**, v. 135, n. 3, p. 1001-1007, 2018.

VEIGA, M. de O.; et al Indicators of socio-economic and environmental sustainability of agrarian reform settlements in Mato Grosso - Brazil. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 15, p. e532101523320, 2021.

VIEIRA, I. C. G. Abordagens e desafios no uso de indicadores de sustentabilidade no contexto amazônico. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 71, n. 1, 2019.

WHO. **World health statistics 2018**: monitoring health for the SDGs, sustainable development goals. Geneva: World Health Organization, 2018.

ZAITUNE, M. P. do A.; MENDES, A. V. T. O modelo FPSEEA/OMS como ferramenta de avaliação de impactos à saúde em Estudo de Impacto Ambiental. **Tempus – Actas de Saúde Coletiva,** Brasília, v. 16, n. 1, p. 5-26, 2025.