EVENTO ON-LINE
ConBRepro
XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
02 a 04 de dezembro de 2026
Inovação e Transformação Digital como Estratégia Competitiva nas Engenharias

FRAMEWORK CONCEITUAL PARA ANÁLISE DE INDICADORES MUNICIPAIS DOS ODS POR CLUSTERIZAÇÃO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

MARINA SOUZA CAMURCI
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – Universidade Estadual de Maringá
MÁRCIA MARCONDES ALTIMARI SAMED
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – Universidade Estadual de Maringá
GEORGE LUCAS MORAES PEZZOTT
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – Universidade Estadual de Maringá

Resumo: A análise de indicadores municipais relacionados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) exige abordagens capazes de reconhecer a heterogeneidade territorial e apoiar a formulação de políticas públicas diferenciadas. Este artigo analisa a literatura recente sobre a aplicação de técnicas de clusterização a indicadores associados aos ODS em contextos municipais e urbanos e propõe um framework conceitual para a interpretação territorial desses dados. Foi realizada uma revisão sistemática da literatura, orientada pelas diretrizes PRISMA 2020, nas bases Web of Science e Scopus, considerando estudos publicados entre 2019 e 2025. Após as etapas de identificação, deduplicação, triagem e elegibilidade, foram selecionados 17 estudos. A síntese temática foi realizada mediante codificação de categorias relacionadas à unidade de análise, escala territorial, ODS focalizados, indicadores, técnicas de clusterização e finalidade dos agrupamentos. Os resultados evidenciaram quatro dimensões analíticas recorrentes: econômica, social, ambiental e governança. Também foram identificados três níveis de organização do framework: unidades de análise, dimensões de interpretação e usos dos clusters para o planejamento público. Conclui-se que a clusterização pode contribuir para o monitoramento territorial da Agenda 2030, a comparação entre municípios semelhantes e a definição de prioridades de intervenção. Entretanto, o framework proposto permanece conceitual e requer validação empírica em diferentes contextos municipais.

Palavras-chave: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, clusterização, indicadores municipais, sustentabilidade territorial, políticas públicas.

Conceptual Framework for Analyzing Municipal SDG Indicators through Clustering: A Systematic Literature Review

Abstract: The analysis of municipal indicators related to the Sustainable Development Goals (SDGs) requires approaches capable of recognizing territorial heterogeneity and supporting differentiated public policies. This article analyzes recent literature on the application of clustering techniques to indicators associated with the SDGs in municipal and urban contexts and proposes a conceptual framework for the territorial interpretation of these data. A systematic literature review was conducted according to the PRISMA 2020 guidelines in

the Web of Science and Scopus databases, considering studies published between 2019 and 2025. After identification, deduplication, screening, and eligibility assessment, 17 studies were selected. The thematic synthesis was performed through the coding of categories related to the unit of analysis, territorial scale, focal SDGs, indicators, clustering techniques, and purpose of the clusters. The results revealed four recurring analytical dimensions: economic, social, environmental, and governance. Three levels of organization were also identified in the proposed framework: units of analysis, dimensions for interpreting clusters, and the use of clusters for public planning. It is concluded that clustering can contribute to territorial monitoring of the 2030 Agenda, comparisons among similar municipalities, and the definition of intervention priorities. However, the proposed framework remains conceptual and requires empirical validation in different municipal contexts.

Keywords: Sustainable Development Goals, clustering, municipal indicators, territorial sustainability, public policies.

1. Introdução

A Agenda 2030 da ONU, adotada em 2015, estabelece 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) como um plano de ação global para erradicar a pobreza, proteger o planeta e garantir prosperidade até 2030 (UNITED NATIONS, 2015). No Brasil, a Plataforma ODS Brasil, operada pelo IBGE, monitora o progresso nacional e municipal por meio de indicadores oficiais, revelando heterogeneidades significativas entre cidades e regiões (PLATAFORMA ODS BRASIL, 2026). Em 2025, enquanto capitais como São Paulo e Curitiba apresentam notas médias acima de 60/100 nos ODS, municípios menores no Norte e Nordeste frequentemente ficam abaixo de 40 pontos, evidenciando a necessidade de estratégias diferenciadas de políticas públicas locais (IDSC-BR, 2023).

No contexto da Engenharia de Produção, temas como cidades sustentáveis, governança territorial e indicadores de sustentabilidade têm sido recorrentes em eventos como o CONBREPRO e o CIGELUBRA, organizados pela APREPRO, especialmente na área de Engenharia da Sustentabilidade. Trabalhos apresentados nesses eventos abordam, por exemplo, a aplicação de soluções em blockchain para apoiar os ODS em cidades inteligentes e sustentáveis (REIS et al., 2024), a segmentação socioeconômica de municípios paulistas por meio de técnicas de clusterização para o desenvolvimento regional (CARNIERI et al., 2024) e a governança colaborativa na construção de cidades inteligentes, com propostas de frameworks de colaboração entre setor público local e Sistema S (COSTA; SOUZA JÚNIOR; PAGANI; GOMES, 2024). Essa produção reforça o papel da Engenharia de Produção na operacionalização da Agenda 2030 em escala local e regional.

No entanto, apesar do Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades no Brasil (IDSC-BR), que oferece uma visão integrada dos 5.570 municípios brasileiros e, em determinadas edições/metodologias, analisa subconjuntos específicos de municípios, persiste uma lacuna na elaboração de frameworks conceituais integrados que articulem dimensões econômicas, sociais, ambientais e de governança para análise sistemática de indicadores municipais (IDSC-BR, 2023; PLATAFORMA ODS BRASIL, 2026). Essa lacuna é particularmente crítica em escala nacional, dado que a heterogeneidade municipal brasileira (com mais de 5.570 municípios) exige abordagens analíticas que permitam priorização de intervenções e benchmarking entre municípios pares.

A análise de dados municipais de ODS tem se beneficiado de técnicas computacionais avançadas, como clusterização, que permite identificar padrões de desempenho e grupos homogêneos de municípios com desafios e potencialidades semelhantes (SANTOS et al., 2021; COSTA et al., 2022). Estudos recentes em contexto brasileiro mostram o uso da clusterização para leitura territorial de desempenho e desigualdades municipais, com

aplicações em saneamento, educação e análise de perfis socioespaciais (LIMA; MOREIRA, 2025). No âmbito do CONBREPRO, pesquisas relacionadas à sustentabilidade urbana, à gestão de resíduos e à avaliação de indicadores ambientais e sociais também têm utilizado abordagens quantitativas para apoiar a tomada de decisão em municípios e regiões, incluindo estudos sobre otimização do fluxo de veículos para redução de emissões em Curitiba (PEREDA et al., 2024) e sobre segmentação de municípios por meio de k-means (CARNIERI et al., 2024).

Apesar do avanço de estudos que aplicam clusterização a indicadores relacionados aos ODS, ainda há pouca sistematização conceitual que integre as dimensões econômica, social, ambiental e de governança para leitura de indicadores municipais. Assim, o problema deste estudo consiste em identificar como a literatura recente organiza o uso da clusterização e em que bases é possível propor um framework conceitual para análise territorial dos ODS.

O objetivo geral deste artigo consiste em mapear estudos sobre clusterização aplicada aos ODS em escala municipal, sistematizar seus padrões metodológicos e temáticos e, com base nessa síntese, propor um framework conceitual para análise de indicadores municipais. Como objetivos específicos, tem-se:

- Identificar artigos principais com títulos, DOIs e temas de clusterização municipal/ODS;
- Analisar concentração temática em ODS que mais foram relevantes para o desenvolvimento das pesquisas;
- Desenvolver um framework conceitual.

A clusterização surge como instrumento estratégico para enfrentar as heterogeneidades municipais brasileiras nos ODS, mapeando padrões de desempenho e identificando grupos homogêneos de cidades com desafios semelhantes. Sua relevância no contexto brasileiro está em permitir comparações entre cidades similares (benchmarking), otimizando recursos limitados dos municípios e criando sinergias entre ODS interdependentes, especialmente diante das desigualdades regionais e dados fragmentados observados em rankings nacionais.

A aplicação da clusterização alinha-se diretamente ao ODS 17 (Parcerias e Meios de Implementação), ao gerar evidências empíricas para formulação de políticas públicas adaptadas e articuladas em múltiplos níveis de governança. Assim, transcende a mera descrição estatística, convertendo clusters em ferramentas operacionais que orientam recomendações específicas para melhoria das pontuações ODS, contribuindo para redução das desigualdades regionais e avanço da Agenda 2030 em escala local.

A justificativa para a realização deste artigo consiste na necessidade de integrar, em um único framework conceitual, as dimensões econômica, social, ambiental e de governança na análise de indicadores municipais de ODS via clusterização, preenchendo a lacuna de frameworks conceituais que integrem clusterização com análise multidimensional ESG para indicadores ODS municípios brasileiros, conectando diagnóstico estatístico a políticas públicas operacionais por perfil territorial.

Este artigo está estruturado em quatro seções. A Seção 2 apresenta a revisão sistemática da literatura, incluindo a metodologia PRISMA e a seleção de 17 artigos. A Seção 3 descreve os resultados da revisão e o framework conceitual. Por fim, a Seção 4 discute as contribuições, limitações e recomendações para pesquisas futuras e políticas públicas.

2. Metodologia

A presente revisão sistemática seguiu as diretrizes PRISMA (Page et al., 2021). A revisão foi conduzida a partir de um protocolo previamente estruturado, definido com a finalidade de identificar estudos sobre clusterização aplicada aos ODS em contexto municipal e de apoiar o desenvolvimento de um framework conceitual composto por quatro dimensões econômica, social, ambiental e parcerias. O protocolo também estabeleceu a estratégia de busca, baseada em descritores em inglês e português, e delimitou os critérios iniciais de elegibilidade, incluindo recorte temporal de cinco anos e seleção exclusiva de artigos científicos.

As buscas foram conduzidas nas bases Web of Science e Scopus, com recorte temporal de 1º de janeiro de 2019 a 31 de dezembro de 2025. Os registros identificados foram organizados em planilha eletrônica e submetidos às etapas de deduplicação e triagem.

A estratégia de busca consistiu em três blocos (clusterização, âmbito territorial e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável). A expressão geral empregada, aplicada aos campos título/resumo/palavras-chave e adaptada à sintaxe de cada base, foi a seguinte:

(cluster* OR "cluster analysis" OR "clustering" OR "clusterização" OR "análise de cluster") AND (Brazil* OR Brazilian* OR Brasil OR city* OR cities OR urban OR urban* OR municipality* OR municipal* OR município* OR municípios) AND (ODS OR "Sustainable Development Goals" OR SDG* OR "Objetivos de Desenvolvimento Sustentável").

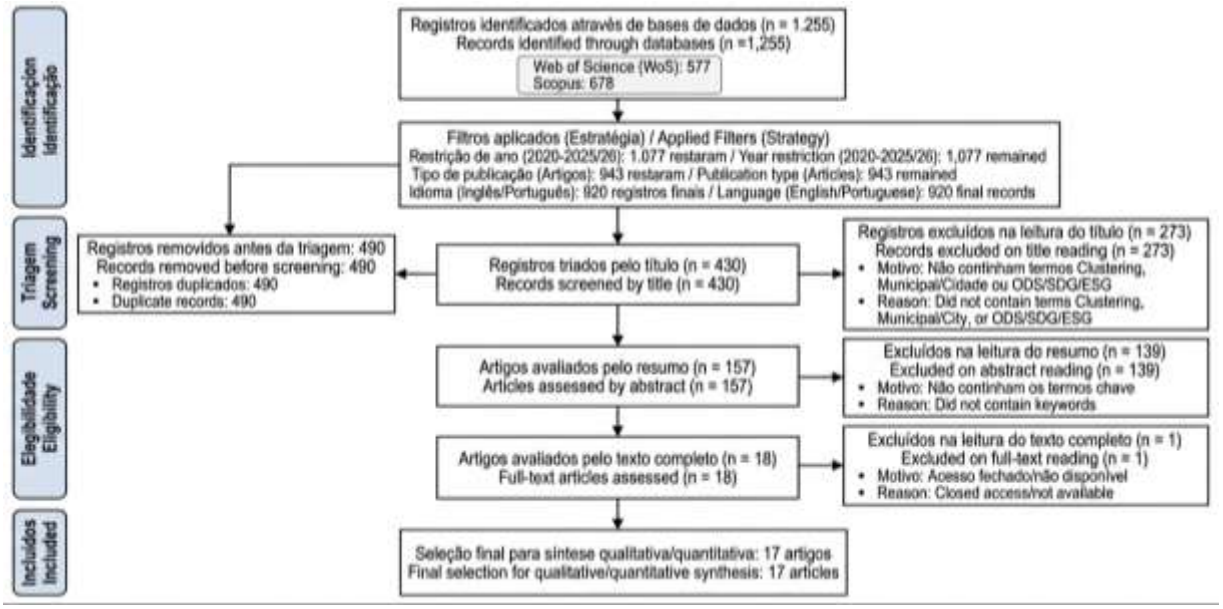
Foram utilizados truncamentos, como cluster e municipal/municipality, para ampliar a recuperação de variações terminológicas, e foram incluídos termos equivalentes em português e inglês. A estratégia completa de busca por base pode ser apresentada no próprio texto ou em apêndice, caso necessário.

Após a organização dos registros, foi realizada a identificação e remoção de duplicatas, seguida da triagem dos estudos em duas etapas: leitura de títulos e resumos e, posteriormente, leitura integral dos textos potencialmente elegíveis. A extração e análise dos estudos foram realizadas por codificação temática, com base em categorias pré-definidas: tipo de unidade de análise, escala territorial, ODS focalizados, indicadores utilizados, técnica de clusterização, critério de definição dos grupos e finalidade do estudo.

Após a leitura integral dos artigos, as categorias foram refinadas por recorrência e similaridade conceitual, permitindo a síntese dos padrões metodológicos e temáticos. A extração e análise dos estudos foram realizadas por codificação temática, com base em categorias pré-definidas: tipo de unidade de análise, escala territorial, ODS focalizados, indicadores utilizados, técnica de clusterização, critério de definição dos grupos e finalidade do estudo. Após a leitura integral dos artigos, as categorias foram refinadas por recorrência e similaridade conceitual, permitindo a síntese dos padrões metodológicos e temáticos.

Os registros foram avaliados com base nos critérios de elegibilidade previamente definidos, e o fluxo de seleção é apresentado no fluxograma PRISMA, na Figura 1.

FIGURA 1 – Fluxograma Prisma



Fonte: Autores

Foram incluídos estudos publicados entre 2019 e 2025, em acesso aberto, revisados por pares e que apresentassem aplicação explícita de técnicas de clusterização a indicadores relacionados aos ODS em contextos urbanos ou municipais. Excluíram-se revisões, capítulos de livros, teses, relatórios técnicos não revisados por pares, estudos sem aplicação explícita de métodos de clusterização e estudos cujo escopo territorial não fosse municipal/urbano.

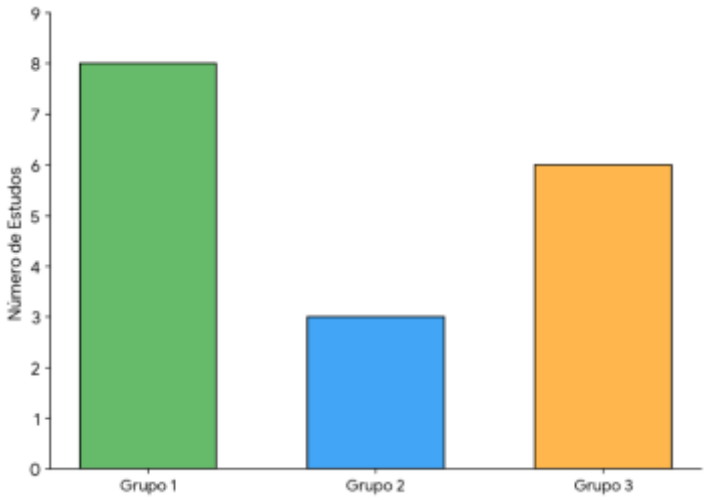
A extração foi efetuada por meio de formulário padronizado, registrando-se: autores, ano, localização/escala territorial, fonte dos indicadores, técnica(s) de clusterização (método, métrica, parametrização e critério para definição do número de clusters), métodos de validação adotados, análises complementares, software/utilitários utilizados e principais achados. A estratégia completa de busca por base e a planilha de extração de dados foram organizadas para fins de documentação metodológica do estudo.

3. Resultados e Discussões

Os 17 estudos selecionados foram classificados em três grupos principais conforme o foco da clusterização em relação aos ODSs, conforme Figura 2. O catálogo completo dos 17 estudos incluídos encontra-se no Apêndice A.

Os estudos selecionados podem ser organizados em três grandes grupos, de acordo com o foco da clusterização em relação aos ODSs: (i) clusterização de cidades e regiões urbanas baseada em indicadores de ODS específicos, sobretudo ODS 9 e ODS 11 (Barbieri et al., 2025; Košíková; Vašaničová, 2025; Abreu et al., 2024; Temoso et al., 2024; Huang; Zhong, 2024); (ii) clusterização de escolas ou instituições locais para mapear contextos e barreiras à implementação da Agenda 2030 (De Leão et al., 2024; Iwamoto et al., 2024); e (iii) clusterização de sítios, redes ou grupos de unidades (como fazendas urbanas ou municípios) a partir de indicadores ambientais, sociais e econômicos associados a múltiplos ODS (Felisbino-Mendes et al., 2024; Valencia; Qiu; Chang, 2022; Roy et al., 2024). A Figura 2 ilustra essa classificação, destacando padrões globais de aplicação da clusterização nos 17 estudos.

FIGURA 2 - Classificação dos 17 estudos selecionados por foco da clusterização em relação aos ODS.



Fonte: Autores

Após a seleção final dos estudos, procedeu-se à extração padronizada das informações e à análise temática de caráter categorial. Foram definidas previamente as categorias de codificação: tipo de unidade de análise, escala territorial, ODS focalizados, indicadores utilizados, técnica de clusterização, critério de definição dos grupos e finalidade do estudo. A partir da leitura integral dos artigos, os dados foram agrupados por recorrência e similaridade conceitual, permitindo a consolidação das categorias analíticas e a construção do framework conceitual.

No primeiro grupo, incluem-se estudos que analisam cidades e regiões urbanas a partir de indicadores vinculados aos ODS 9 e 11. Em capitais regionais italianas, por exemplo, 34 indicadores foram utilizados para agrupar 21 cidades por meio de clusterização hierárquica, revelando melhores desempenhos no norte e desigualdades mais acentuadas no sul (BARBIERI et al., 2025). Em outros contextos, como o Alto Minho, em Portugal, a clusterização foi aplicada ao ODS 9 para identificar lacunas de inovação regional (ABREU et al., 2024), enquanto a prontidão digital em países da União Europeia foi analisada por meio de cluster analysis (KOŠÍKOVÁ; VAŠANIČOVÁ, 2025). Também se destacam estudos sobre megacidades chinesas, que integram morfologia urbana e dados de sensoriamento remoto para delimitar áreas construídas e relacioná-las ao ODS 11 (HUANG; ZHONG, 2024).

Ainda nesse eixo, análises em contextos urbanos da Índia exploram a sustentabilidade sob a lente dos ODS, com clusters que revelam disparidades no acesso a serviços (ROY et al., 2023). Outros estudos abordam mobilidade e inovação em cidades globais, mostrando como a clusterização pode apoiar a leitura de transições urbanas associadas ao ODS 11 (MEDINA-MOLINA; REY-TIENDA; SUÁREZ-REDONDO, 2022).

No segundo grupo, a clusterização concentra-se em escolas e instituições locais, com foco no conhecimento, nas práticas e nas barreiras relacionadas aos 17 ODS em contextos territoriais específicos. No Vale do Paranhana, no Rio Grande do Sul, por exemplo, mapas de calor elaborados a partir de 156 instituições apontaram baixo engajamento familiar e desconhecimento por parte da gestão escolar (DE LEÃO et al., 2023). No Mosaico do Jalapão, os desafios à implementação dos ODS foram mapeados em escala local, com destaque para conservação ambiental e educação (IWAMOTO; LEAL; CANÇADO, 2024).

No terceiro grupo, a clusterização é aplicada a redes, sítios e grupos de unidades, como fazendas urbanas, municípios e sistemas produtivos, articulando múltiplos ODS em uma perspectiva de nexus. Em Miami, 23 sítios agrícolas urbanos foram agrupados com base

em pegadas de carbono e hídrica, consumo e vulnerabilidades climáticas, enquanto estudos sobre resíduos sólidos municipais utilizaram clusterização para apoiar a eficiência sustentável (VALENCIA; QIU; CHANG, 2022). Na África do Sul, a produtividade total dos fatores em agricultura comercial foi utilizada para formar clusters relacionados aos ODS alimentares (TEMOSO et al., 2024), e, no Brasil, a mortalidade feminina em 5.570 municípios revelou grupos de risco socioeconômico associados aos ODS 3 e 10 (FELISBINO-MENDES et al., 2024).

3.1. Dimensões econômica, social, ambiental e de governança

A análise dos 17 artigos identificou quatro dimensões analíticas recorrentes (econômica, social, ambiental e de governança), sintetizadas a partir da literatura revisada para compreender a relação entre clusters e sustentabilidade (DE BENEDICTO et al., 2025).

Na dimensão econômica, os estudos mobilizam indicadores como valor agregado industrial, investimento em pesquisa e desenvolvimento, geração de renda e produtividade. Pesquisas sobre cidades inteligentes e desenvolvimento urbano utilizam esses indicadores para analisar capacidade de inovação e infraestrutura (BARBIERI et al., 2025; CHENG et al., 2024). Estudos sobre agricultura urbana também exploram a geração de renda em contextos de economia circular (VALENCIA; QIU; CHANG, 2022; BALASHOVA et al., 2025). Em alguns casos, os clusters dinâmicos aparecem associados a maior investimento, mas também à intensificação de desigualdades (TEMOSO et al., 2024).

Na dimensão social, os estudos recorrem a indicadores de mortalidade, desemprego, privação socioeconômica, educação e segurança para identificar desigualdades urbanas e territoriais (FELISBINO-MENDES et al., 2024; DE LEÃO et al., 2023; DONCHIN; GUREWITZ; WETZLER, 2024). No Brasil, alguns clusters estão associados a maiores taxas de óbito entre mulheres em idade reprodutiva (FELISBINO-MENDES et al., 2024); em outros contextos, a baixa segurança e a precariedade social afetam o desempenho em ODSs ligados à saúde, educação, trabalho e desigualdade (TEMOSO et al., 2024).

Na dimensão ambiental, os trabalhos utilizam sensoriamento remoto, uso do solo, serviços ecossistêmicos, emissões e riscos climáticos para identificar padrões de pressão ambiental e transformação territorial (HUANG; ZHONG, 2024; CHENG et al., 2024; MEDINA-MOLINA; REY-TIENDA; SUÁREZ-REDONDO, 2022). Em megacidades e áreas urbanas em expansão, os clusters evidenciam trade-offs entre urbanização acelerada, perda vegetal e conservação ambiental, especialmente em relação aos ODS 11, 13 e 15 (VALENCIA; QIU; CHANG, 2022).

Na dimensão de governança, os estudos destacam arranjos multiníveis, redes inter organizacionais e articulações institucionais que favorecem ou limitam a implementação dos ODS (VALENCIA; QIU; CHANG, 2022; DE LEÃO et al., 2023; IWAMOTO; LEAL; CANÇADO, 2024). Em especial, a literatura mostra que a governança em rede e as parcerias entre governos, instituições e comunidades são fundamentais para a execução de estratégias integradas, sobretudo quando se trata de ações interdependentes entre diferentes setores.

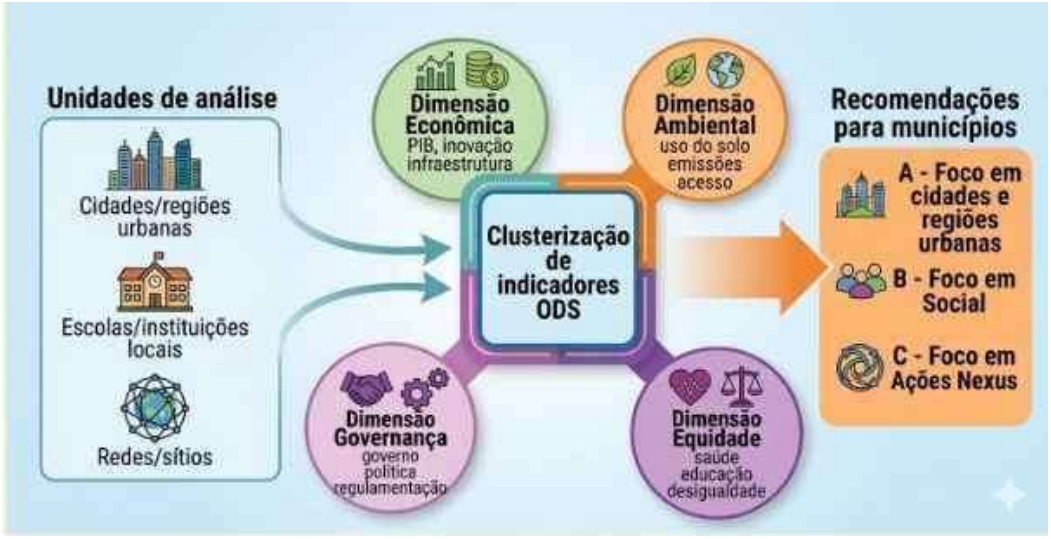
3.2. Framework

O conjunto de evidências analisadas nos 17 estudos selecionados permite propor um framework conceitual para a aplicação da clusterização em indicadores municipais de ODS. Esse framework está estruturado em três níveis interconectados: o tipo de unidade analisada, as dimensões de interpretação dos clusters gerados e os usos potenciais desses

agrupamentos como ferramentas para formulação de políticas públicas e monitoramento territorial da Agenda 2030.

Após a seleção dos estudos, procedeu-se à extração padronizada das informações e à síntese temática de caráter categorial. **Esse protocolo, apresentado na Figura 3,** contemplou tipo de unidade de análise, ODS focal, escala territorial, indicadores utilizados, método de clusterização e finalidade do estudo. Com base na leitura integral dos artigos, as categorias foram consolidadas por recorrência e convergência conceitual, subsidiando a elaboração do framework conceitual. Em função da heterogeneidade da literatura revisada, não foi realizada validação empírica nesta etapa, de modo que o modelo proposto deve ser compreendido como uma síntese interpretativa da produção científica analisada.

FIGURA 3 – Framework conceitual para análise de indicadores municipais de ODS por clusterização, com base na síntese temática dos 17 estudos revisados.



Fonte: Autores

A Figura 3 apresenta o framework conceitual proposto para a análise de indicadores municipais de ODS por meio da clusterização, integrando unidades de análise, dimensões de interpretação e possibilidades de uso dos agrupamentos na formulação de estratégias voltadas à melhoria dos indicadores de sustentabilidade em municípios brasileiros. Sua construção foi baseada em uma análise temática dos 17 estudos selecionados, realizada a partir de um protocolo de codificação previamente definido, no qual foram extraídas informações sobre tipo de unidade analisada, ODS focal, escala espacial, variáveis ou indicadores utilizados, método de clusterização e finalidade do estudo. As categorias analíticas foram consolidadas por recorrência e similaridade conceitual, o que permitiu organizar os achados da revisão de forma sistemática e interpretativa. Como a revisão reuniu estudos com objetivos, indicadores e níveis de agregação distintos, não foi adotada uma clusterização estatística direta, mas sim uma síntese qualitativa orientada por critérios temáticos.

No primeiro nível, o framework reconhece três tipos principais de unidades de análise observados na literatura revisada. O primeiro corresponde a cidades e regiões urbanas, nas quais os clusters são construídos a partir de indicadores específicos de ODS, especialmente os ODS 9 e 11, para revelar padrões de desenvolvimento urbano, inovação tecnológica e infraestrutura resiliente. O segundo corresponde a escolas e instituições locais, utilizadas como agentes de implementação da Agenda 2030 em escala comunitária, com foco em conhecimento, práticas pedagógicas, engajamento familiar e barreiras à adoção dos ODS. O terceiro envolve sítios, redes ou grupos de unidades, como fazendas

urbanas, grupos de municípios e segmentos ocupacionais, que articulam múltiplos ODS em uma perspectiva de nexus, integrando indicadores ambientais, sociais e econômicos para mapear vulnerabilidades e sinergias sistêmicas (VALENCIA; QIU; CHANG, 2022; FELISBINO-MENDES et al., 2024; TEMOSO et al., 2024; ROY et al., 2023).

No segundo nível, os clusters são interpretados à luz de quatro dimensões analíticas centrais, identificadas transversalmente nos estudos revisados. A dimensão econômica engloba indicadores de atividade produtiva, infraestrutura e geração de renda, evidenciando como os padrões clusterizados se relacionam com capacidade de investimento em sustentabilidade e economia circular (BARBIERI et al., 2025; VALENCIA; QIU; CHANG, 2022; KOŠÍKOVÁ; VAŠANIČOVÁ, 2025; BALASHOVA et al., 2025; TEMOSO et al., 2024). A dimensão social incorpora métricas de saúde, educação, desigualdade, violência e desemprego, permitindo identificar grupos mais vulneráveis em relação aos ODS 3, 4, 5, 8 e 10 (FELISBINO-MENDES et al., 2024; DE LEÃO et al., 2023; DONCHIN; GUREWITZ; WETZLER, 2024). A dimensão ambiental reúne dados de uso do solo, serviços ecossistêmicos, emissões e riscos climáticos, destacando trade-offs entre expansão urbana, agricultura e conservação. Por fim, a dimensão de governança considera arranjos multinível, redes interorganizacionais e mecanismos institucionais que viabilizam ou restringem a implementação dos ODS 11 e 17 (VALENCIA; QIU; CHANG, 2022; DE LEÃO et al., 2023; DE BENEDICTO et al., 2025).

No terceiro nível, o framework propõe que os clusters transcendam a descrição estatística e se tornem ferramentas operacionais para a formulação de políticas em municípios brasileiros. A partir da clusterização de indicadores de ODS, cada grupo pode ser interpretado como um perfil territorial específico, como cidades com melhor desempenho econômico, mas elevada pressão ambiental; municípios com maior vulnerabilidade social e baixa institucionalidade; ou redes com potencial de integração sistêmica, mas fragilidades de governança. Para cada perfil, podem ser indicadas estratégias diferenciadas, como reforço de infraestrutura verde, mitigação de emissões, ampliação da proteção social, fortalecimento da atenção primária e melhoria da governança territorial.

As recomendações para os municípios foram construídas como desdobramentos interpretativos desses padrões. Em contextos urbanos consolidados, a literatura aponta maior relevância para infraestrutura, inovação e controle de pressões ambientais. Em contextos mais vulneráveis, os estudos destacam desigualdades sociais, fragilidades institucionais e necessidade de políticas de proteção social. Em arranjos interdependentes, a literatura sugere respostas integradas entre setores e escalas de governança. Dessa forma, o framework transforma os achados da revisão em orientações analíticas para apoiar a gestão territorial.

O termo nexus foi utilizado para designar ações integradas entre dimensões e políticas públicas interdependentes, especialmente quando um problema municipal exige simultaneamente respostas sociais, ambientais, econômicas e institucionais. No texto, “ações nexus” refere-se, portanto, a estratégias articuladas que evitam intervenções isoladas e buscam sinergia entre diferentes ODSs e setores de política pública. Essa abordagem é coerente com a literatura sobre sustentabilidade integrada e com a lógica de síntese qualitativa adotada na revisão.

Dessa forma, o framework conceitual deve ser compreendido como uma representação sintética da literatura revisada, construída por análise temática e não por processamento algorítmico dos dados. Seu objetivo é traduzir os achados dos estudos em uma estrutura analítica capaz de apoiar a leitura dos municípios por perfis e orientar prioridades de intervenção alinhadas à Agenda 2030. Importa destacar que esse framework não foi

submetido à validação por especialistas, painel Delphi, aplicação piloto ou teste empírico, de modo que seu alcance permanece estritamente conceitual.

Ressalta-se que o framework proposto possui natureza estritamente conceitual, resultante da síntese da literatura, sem validação por especialistas, aplicação piloto ou teste empírico neste estágio da pesquisa.

4. Conclusão

Uma revisão sistemática de 17 estudos selecionados evidenciou que a clusterização tem sido amplamente utilizada para sintetizar indicadores relacionados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável em diferentes contextos territoriais, principalmente urbanos e municipais. Os resultados revelaram padrões recorrentes de heterogeneidade territorial, nos quais o melhor desempenho econômico e de infraestrutura podem coexistir com pressões ambientais e desigualdades sociais, enquanto contextos mais vulneráveis tendem a concentrar piores indicadores sociais e institucionais.

Do ponto de vista metodológico, observou-se a consolidação da clusterização e da análise espacial como ferramentas relevantes para a leitura territorial dos ODS, embora ainda predominem abordagens fragmentadas, com foco em subconjuntos específicos dos objetivos e integração limitada entre as dimensões econômica, social, ambiental e de governança. Nesse cenário, o framework conceitual proposto contribui para organizar essas dimensões em uma estrutura analítica voltada à interpretação dos clusters e ao apoio à formulação de políticas públicas mais aderentes a diferentes perfis territoriais.

Dessa forma, o estudo reforça o potencial de clusterização para apoiar o monitoramento da Agenda 2030 em escala local, permitindo identificar vulnerabilidades, comparar municípios com características semelhantes e orientar prioridades de intervenção. Como limitações, o framework permanece em nível conceitual e foi construído a partir de literatura indexada em Web of Science e Scopus, o que pode restringir a abrangência da síntese. Assim, recomenda-se sua validação empírica em diferentes contextos municipais, por meio de aplicações comparativas que testam sua utilidade analítica e prática

Referências

ABREU, Mariana et al. Sustainable development goal 9 in a cluster perspective: a case study for Alto Minho Region. AIP Conference Proceedings, v. 3094, n. 1, 2024.

BALASHOVA, Svetlana A. et al. A sustainable path to modernization: transforming African cities. Unconventional Resources, v. 7, p. 100194, 2025.

BARBIERI, Roberta; COLUCCIA, Benedetta; NATALE, Francesco. How are smart city policies progressing in Italy? Insights from SDG indicators. Land Use Policy, v. 148, p. 107386, 2025.

CHENG, Changgao et al. Nature's hand in megacity cluster progress: integrating SDG11 with ecosystem service dynamics. Sustainable Cities and Society, v. 108, p. 105471, 2024.

CARNIERI, Julia Agatha; MARQUES, Marcos Augusto Mendes; ROSA, Carla Regina Mazia; KLEINA, Mariana. Segmentação Socioeconômica dos Municípios de São Paulo Utilizando k-means: Uma Abordagem de Clusterização para o Desenvolvimento Regional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 14.; CONGRESSO INTERNACIONAL DE GESTÃO E ENGENHARIA LUSO-BRASILEIRO, 1., 2024, Ponta Grossa. Anais [...]. Ponta Grossa: APREPRO, 2024.

COSTA, Leandro Dias; SOUZA JÚNIOR, Jair Martins de; PAGANI, Regina Negri; GOMES, Myller Augusto Santos. Governança Colaborativa na Construção de Cidades Inteligentes: Modelo/Framework de Colaboração Entre o Setor Público Local e o Sistema S. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 14.; CONGRESSO INTERNACIONAL DE GESTÃO E ENGENHARIA LUSO-BRASILEIRO, 1., 2024, Ponta Grossa. Anais [...]. Ponta Grossa: APREPRO, 2024.

COSTA et al. A clustering-based approach for identifying groups of municipalities to support the direction of public security policies, 2022.

DE BENEDICTO, S. C.; GONZALEZ, S. M.; NORMANHA, B. A.; LONGO, R. M. Análise das Interfaces Entre GRI e ODS: uma revisão bibliométrica na plataforma WOS com enfoque no Brasil. Revista de Administração da UFSM, Santa Maria, v. 18, n. 4, e7, 2025.

DE LEÃO, Felipe Baptista et al. Local context mapping and promotion strategies for actions aimed at sustainable development goals in schools in the Paranhana Valley-Brazil. Sustainable Development, v. 32, n. 1, p. 184-194, 2024.

DONCHIN, Milka; GUREWITZ, Lia; WETZLER, Sima Lissa. Implementation of the UN's Sustainable Development Goals (SDGs) among the Member Cities of the "Healthy Cities Network" in Israel. Sustainability, v. 16, n. 1, p. 310, 2024.

FELISBINO-MENDES, Mariana Santos et al. Evolution of mortality rates among women of reproductive age in Brazilian municipalities: an ecological analysis using Global Burden of Disease estimates. Public Health, v. 232, p. 30-37, 2024.

HUANG, Min et al. Evaluating the performance of SDGSAT-1 GLI data in urban built-up area extraction from the perspective of urban morphology and city scale: a case study of 15 cities in China. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, v. 18, p. 17166-17178, 2025.

IDSC-BR. Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades – Brasil. Programa Cidades Sustentáveis/IBGE. 2023. Disponível em: https://idsc.cidadessustentaveis.org.br/introduction

IWAMOTO, Helga Midori; LEAL, Viviane de Araújo; CANÇADO, Airton Cardoso. Mosaico do Jalapão: perspectivas e desafios para a implementação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Sociedade & Natureza, v. 36, p. e70921, 2024.

KOŠÍKOVÁ, Martina; VAŠANIČOVÁ, Petra. Exploring the link between digital readiness and sustainable development: a cluster analysis of EU countries. Sustainability, v. 17, n. 11, p. 5080, 2025.

LIMA, Pablo Henrique da Silva; MOREIRA, Miguel Ângelo Lellis. Saneamento e educação: explorando padrões em municípios brasileiros através de clusterização. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2025. Anais

MEDINA-MOLINA, Cayetano; REY-TIENDA, María de la Sierra; SUÁREZ-REDONDO, Eva María. The transition of cities towards innovations in mobility: searching for a global perspective. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 19, n. 12, p. 7197, 2022.

PAGE, M. J. et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ, Londres, v. 372, n372, 2021. DOI: 10.1136/bmj.n71.

PEREDA, Michel do Vale; FERRAZ, Rafael da Silva; OLIVEIRA, Alexandre Augusto Laurindo de; OLIVEIRA, Gilvana Muller de; MARTINHO, Larissa Grandinetti Ferreira. Otimização do Fluxo de Veículos: Uma Abordagem Integrada para Reduzir Emissões de Monóxido de Carbono em um Estudo de Caso em Curitiba-PR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 14.; CONGRESSO INTERNACIONAL DE GESTÃO E ENGENHARIA LUSO-BRASILEIRO, 1., 2024, Ponta Grossa. Anais [...]. Ponta Grossa: APREPRO, 2024.

PLATAFORMA ODS BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2026. Disponível em: https://odsbrasil.gov.br

REIS, Leandro Teófilo Pinto dos; ALVES, Charles Jefferson Rodrigues; GUIMARÃES, Gislaine Pereira Sales; OLIVEIRA, Nadima Julia Suterio de; PAGANI, Regina Negri. Cidades Inteligentes e Sustentáveis: Explorando o potencial das soluções em blockchain para alcançar os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 14.; CONGRESSO INTERNACIONAL DE GESTÃO E ENGENHARIA LUSO-BRASILEIRO, 1., 2024, Ponta Grossa. Anais [...]. Ponta Grossa: APREPRO, 2024.

ROY, Ajishnu; GARAI, Nandini; BISWAS, Jayanta Kumar. Exploration of urban sustainability in India through the lens of sustainable development goals. Discover Sustainability, v. 4, n. 1, p. 41, 2023.

SANTOS et al. A Development of a Sustainability Index at the Local Level: methodological proposal and its application in the case study of Rio de Janeiro, Brazil, SciELO, 2021.
SILVA - PEYRÉ et al. The performance of municipalities in complying with the 2030 agenda: the case of Rio Grande do Sul (Brazil). RBGDR, 2024

TEMOSO, O.; MYEKI, L. W.; MOTLHABANE, C.; ASANTE, B. O.; VILLANO, R. A. The role of commercial agriculture in achieving the sustainable development goals in South Africa: Evidence from municipal-level total factor productivity analysis. Journal of Cleaner Production, v. 463, 142723, jul. 2024.

UNITED NATIONS. Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. 2015.

VALENCIA, Andrea; QIU, Jiangxiao; CHANG, Ni-Bin. Integrating sustainability indicators and governance structures via clustering analysis and multicriteria decision making for an urban agriculture network. Ecological Indicators, v. 142, p. 109237, 2022.