

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA**

**TESE**

**MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE E RESILIÊNCIA  
URBANAS EM ESCALA REGIONAL: BACIA HIDROGRÁFICA BAIXO  
PARDO/GRANDE (SP)**

Maria Eugênia Gonzalez Alvares

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutora em Engenharia Urbana.

Orientação: Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Katia Sakihama Ventura

São Carlos  
(2025)

## **AGRADECIMENTOS**

Este estudo foi financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Gostaria de iniciar agradecendo a todos que fizeram parte desta caminhada.

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida, pela sabedoria e pela esperança, por ter me sustentado na fé em todos os momentos desta caminhada.

Agradeço profundamente a minha orientadora, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Katia Sakihama Ventura, pela orientação firme, pelo incentivo constante e pelas valiosas contribuições ao longo deste percurso. Sua confiança no meu estudo e no meu potencial foram fundamentais para a realização desta tese.

Aos membros da banca examinadora, Professora Dra Adriana Antunes Lopes, Professor Dr Davi Gasparini Fernandes Cunha, Professor Dr Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira e Professor Dr João Emmanuel Ribeiro Guimarães, pela disponibilidade, pelas críticas construtivas e pelas sugestões que enriqueceram ainda mais esta pesquisa.

À Universidade Federal de São Carlos e ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana pelo ambiente acadêmico acolhedor que me proporcionou crescimento pessoal e profissional.

Aos colegas e amigos de pós graduação, Danilo Rezende, Laura de Oliveira Battistini Pestana, Aline Souza Sardinha, Mariana Sedenho de Moraes e Júlia Ramos Protásio que caminharam comigo durante essa jornada, pelos diálogos, pelas parcerias e pela amizade, que tornaram o percurso mais leve e inspirador.

A minha família, principalmente a minha mãe Marta, agradeço pelo amor, pela paciência e pelo apoio incondicional. Ela sempre esteve presente em todos os momentos difíceis, mas também em todas as conquistas.

Ao meu namorado Vitor Hugo, pela parceria e pelo apoio ao longo desses anos, enfrentando comigo as adversidades dessa etapa. Obrigada por acreditar em mim mesmo nos dias em que eu duvidei.

Por fim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para que este sonho se tornasse realidade, meu sincero e profundo agradecimento.

Muito obrigada!

**Alvares, M.E.G. Proposição de Método de Avaliação de Serviços Urbanos em Escala Regional. Estudo de Caso: Municípios da Bacia Hidrográfica Baixo Pardo/Grande (SP). São Carlos: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana (PPGEU), 2025.**

## **RESUMO**

O crescimento urbano desordenado gerou impactos negativos nas cidades, como degradação ambiental e falta de infraestrutura, afetando diretamente a saúde, a qualidade de vida e o desenvolvimento sustentável. A avaliação dessas condições pode ser feita por meio de indicadores, que facilitam a análise por meio de valores numéricos. Este trabalho teve como objetivo propor um método para avaliar a sustentabilidade, vulnerabilidade e resiliência urbana nos municípios da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 12 (UGRHI 12), correspondente à Bacia Hidrográfica do Baixo Pardo/Grande, utilizando uma escala de 0 a 1. Foram aplicados o Indicador de Salubridade Ambiental (ISA), o Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC) e a ABNT NBR ISO 37120:2021 – Cidades e comunidades sustentáveis – Indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida. No ISA, os indicadores de Abastecimento de Água e Recursos Hídricos apresentaram resultados salubres a medianos. O indicador de Esgoto Sanitário apontou que 58% dos municípios são salubres e sustentáveis; já o de Resíduos Sólidos, apenas quatro municípios alcançaram nível médio. O Controle de Vetores foi crítico em dois municípios (17%) e todos apresentaram carência no aspecto socioeconômico. Quanto ao IDSC, os resultados foram majoritariamente médios e altos, mas houve baixo desempenho nos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) 9, 15 e 17 em todos os municípios. A bacia, de forma geral, apresenta salubridade e sustentabilidade médias, exigindo investimentos e planejamento para melhorar os indicadores e a qualidade de vida. Com relação à NBR ISO 37120, foram identificados 13 indicadores, cuja média mostrou que 83% dos municípios avançam em sustentabilidade e resiliência, embora alguns pontos exijam atenção, como o consumo diário de água per capita, que destacou a necessidade de uso consciente. A principal limitação foi a dificuldade de obtenção de dados, o que impediu a análise completa. Em buscas posteriores, localizou-se 41 dos 128 indicadores da norma (32%). Para consolidar o método proposto, chamado Índice de Sustentabilidade, Vulnerabilidade e Resiliência Urbana (ISVRU), foram selecionados 10 indicadores do IDSC, totalizando 51 indicadores, classificados nos 17 ODS. O ISVRU baseia-se na média aritmética por ODS e média ponderada das três dimensões analisadas. Constatou-se grande carência de programas voltados ao planejamento urbano sustentável, o que reforça a necessidade de que o Comitê de Bacia promova ações e debates para melhorar os serviços urbanos, a qualidade de vida e a preservação ambiental.

**Palavras-chaves:** Indicadores. Desenvolvimento Sustentável. Vulnerabilidade. Resiliência Urbana. Cidades.

## **ABSTRACT**

Disorganized urban growth has generated negative impacts in cities, such as environmental degradation and lack of infrastructure, directly affecting health, quality of life and sustainable development. These conditions can be assessed using indicators, which facilitate analysis using numerical values. The aim of this study was to propose a method for assessing urban sustainability, vulnerability and resilience in the municipalities of Water Resources Management Unit 12 (UGRHI 12), corresponding to the Baixo Pardo/Grande River Basin, using a scale of 0 to 1. The Environmental Health Indicator (ISA), the Sustainable City Development Index (IDSC) and ABNT NBR ISO 37120:2021 Sustainable cities and communities – Indicators for urban services and quality of life, were applied. In the ISA, the Water Supply and Water Resources indicators showed salubrious to average results. The Sanitary Sewage indicator showed that 58% of the municipalities are healthy and sustainable, while only four municipalities achieved an average level for Solid Waste. Vector control was critical in two municipalities (17%) and all of them were deficient in socio-economic terms. As for the Sustainable Development Goals (SDG), the results were mostly average and high, but there was poor performance in SDGs 9, 15 and 17 in all municipalities. In general, the basin has average health and sustainability, requiring investment and planning to improve indicators and quality of life. With regard to NBR ISO 37120, 13 indicators were identified, the average of which showed that 83% of the municipalities are advancing in sustainability and resilience, although some points require attention, such as daily per capita water consumption, which highlighted the need for conscious use. The main limitation was the difficulty in obtaining data, which prevented a complete analysis. In subsequent searches, 41 of the standard's 128 indicators were found (32%). To consolidate the proposed method, called the Index of Sustainability, Vulnerability and Urban Resilience (ISVRU), 10 indicators from the IDSC were selected, giving a total of 51 indicators, classified under the 17 SDGs. The ISVRU is based on the arithmetic average per SDG and the weighted average of the three dimensions analyzed. There was a great lack of programs aimed at sustainable urban planning, which reinforces the need for the Basin Committee to promote actions and debates to improve urban services, quality of life and environmental preservation.

**Key words:** Indicators. Sustainable development. Vulnerability. Urban Resilience. Watershed. Cities.

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Pesquisas nacionais relacionadas com ISA de 2000 a 2023.....	20
Quadro 2 – Descrição dos ODS e sua contribuição para cidades.....	22
Quadro 3 – Classificação do IDSC.....	23
Quadro 4 – Nível de associação entre índices por município.....	26
Quadro 5 – Descrição das similaridades de indicadores do ISA e IDSC.....	30
Quadro 6 – Caracterização populacional segundo o IBGE.....	46
Quadro 7 – Descrição dos indicadores selecionados.....	50
Quadro 8 – Descrição das etapas metodológicas.....	66
Quadro 9 – Resultado da seleção dos indicadores da NBR 37120/2021.....	68
Quadro 10 – Exclusão dos indicadores da NBR 37120/2021.....	71
Quadro 11 – Indicadores não classificados em ODS da NBR 37120/2021.....	70
Quadro 12 – Indicadores adaptados e acrescentados ao método da pesquisa.....	72
Quadro 13 – Indicadores selecionados para composição do método de avaliação da sustentabilidade, vulnerabilidade, resiliência urbana em municípios.....	73
Quadro 14 – Composição do Índice da Sustentabilidade, Vulnerabilidade e Resiliência Urbana (ISVRU).....	89

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação do ODS para Bacia Hidrográfica do Baixo Pardo/Grande (SP) em 2023.....	34
Tabela 2 – Nível de associação do ISA e do IDSC Associação entre salubridade ambiental e sustentabilidade para municípios da UGRHI 12 de 2021 a 2022.....	32
Tabela 3 - Indicadores padronizados (dados de entrada) por município (M1 a M12) .....	53
Tabela 4 - Indicadores normalizados, Nota 1 e Nota 2.....	53
Tabela 5 – Dados normalizados.....	93
Tabela 6 – Médias aritméticas de cada ODS.....	95
Tabela 7 – Índice de Sustentabilidade, Vulnerabilidade e Resiliência Urbana para cada município.....	96

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Composição do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA).....	19
Figura 2 – Municípios inseridos na UGRHI 12.....	24
Figura 3 – Indicadores do ISA (Iab, Ies, Irh, Irs, Icv e Ise) por município no ano de 2023.....	35
Figura 4 – Dispersão entre os índices ISA x IDSC.....	36
Figura 5 – Etapas metodológicas da pesquisa.....	46
Figura 6 – Classificação dos 128 indicadores por grupos conforme NBR 37120:2021.....	49
Figura 7 – Representatividade dos 128 indicadores por ODS e não classificados por grupo pela NBR 37120.....	50
Figura 8 – Nota 2, obtida pela média aritmética de cada indicador.....	52
Figura 9 – Seleção e composição de indicadores.....	67
Figura 10 – Representatividade das quantidades de indicadores de cada ODS.....	76
Figura 11 – Composição do Índice da Sustentabilidade, Vulnerabilidade e Resiliência Urbana (ISVRU).....	77
Figura 12 – Indicadores Propostos para o Índice de Sustentabilidade, Vulnerabilidade e Resiliência Urbana (ISVRU).....	79
Figura 13 – Etapas metodológicas.....	85
Figura 14 – Bacia Hidrográfica Baixo Pardo/Grande.....	88
Figura 15 – Índice de Sustentabilidade, Vulnerabilidade e Resiliência Urbana para cada município.....	96
Figura 16 - Pontuação de cada ODS por município .....	100
Figura 17 – Desempenho dos 17 ODS para os 12 municípios da Bacia Hidrográfica Baixo Pardo/Grande.....	104

## ORGANIZAÇÃO DA TESE

Esta tese está estruturada em formato de artigos sequenciais. O Capítulo I é composto pela Introdução, Justificativa, Objetivo Geral, Objetivo Específico e Hipótese da Pesquisa para a tese como um todo, sendo que os capítulos posteriores apresentam estas informações de modo específico ao tópico estudado. Assim, a tese foi organizada em capítulos.

O Capítulo II é constituído pelo Artigo 1 que foi aprovado no periódico Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades (v. 12 n. 84) e intitula-se “*Análise da salubridade ambiental e da sustentabilidade dos municípios da Bacia Hidrográfica Baixo Pardo/Grande*”. O documento apresenta conceitos gerais e indicadores sobre as condições sanitárias e ambientais associados ao desenvolvimento sustentável. Os resultados demonstram que a Bacia foi classificada em média salubridade e sustentabilidade (51 a 75%) necessitando de atenção, principalmente, nos Indicadores de Recursos Hídricos (Irh) e Socioeconômicos (Ise) e nos ODS 9, 15 e 17 relacionados com a indústria e inovação, proteção da vida terrestre e parcerias e meios de implementação. Esta Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) foi definida como área de estudo por ser a mesma do mestrado (ALVARES, Maria Eugênia Gonçalves. Avaliação da salubridade ambiental como fator de contribuição para a gestão de resíduos sólidos urbanos. estudo de caso: Bacia Hidrográfica Baixo Pardo/Grande (SP). 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/13746>.), o que serviu de base para atualização das informações como aprofundamento de novos métodos de avaliação dos déficits urbanos, ambientais, sanitários e sociais da população atendida na respectiva bacia. Além disso, é uma Bacia composta em sua maioria (83%) por municípios de pequeno porte, sendo o foco do estudo.

O Capítulo III é composto pelo Artigo 2 que foi apresentado no I Congresso Brasileiro - Mudanças Climáticas e a Resiliência Urbana e publicado no periódico Scientific Journal ANAP (v.2 n.11) e nomeado de “*Avaliação da resiliência por indicadores de sustentabilidade em municípios da Bacia Hidrográfica Baixo Pardo/Grande*”. O artigo apresenta a aplicação de 13 indicadores da NBR ISO 37120 – “*Cidades e comunidades sustentáveis – indicadores para serviços urbanos e qualidade e vida*” na referida Bacia. A Norma é composta por 128 indicadores relacionados aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). Os principais resultados apontaram que a maioria dos municípios (75,0%) atingiu índice entre 0,50 e 0,65 e um (8,3%) está acima de 0,70 e, dois (16,7%) estão abaixo de 0,50 que evidencia maior desafio

para o enfrentamento à resiliência associada à sustentabilidade, o que nega a hipótese central. Até o momento, o ODS com o maior número de informações disponíveis em base de dados digital foi o ODS 6.

O Capítulo IV é composto pelo Artigo 3: *“Elaboração de método para avaliação da sustentabilidade, vulnerabilidade e resiliência urbana”*. A abordagem do artigo é a concepção de um modelo de avaliação, composto por 51 indicadores que contemplam os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas baseados na NBR 37120/2021 e no Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC). Foi realizado um levantamento dos indicadores disponíveis em bases de dados digitais, a fim de elaborar um método aplicável e de fácil manuseio. Além disso, o método também pode ser utilizado por gestores públicos para avaliar as cidades e compreender as necessidades de cada região para propor e executar políticas públicas para melhorar a qualidade de vida da população.

O Capítulo V é composto pelo Artigo 4: *“Apoio à Gestão Municipal por Indicadores de Sustentabilidade, de Vulnerabilidade e de Resiliência Urbana”*. O objetivo do artigo foi analisar e avaliar os doze municípios dessa bacia para validar o método. Entre os 17 ODS, os de maior pontuação foram os ODS 4, 6, 8 e 11, embora nenhum tenha atingido avaliação máxima. Os demais apresentaram resultados baixos, com destaque pontual de alguns municípios. Altair liderou nos ODS 7 e 13; Barretos, nos ODS 3, 9, 16 e 17; Colômbia, nos ODS 1, 2, 4, 11 e 15; entre outros. Já Bebedouro, Colina, Guaraci e Terra Roxa não lideraram em nenhum ODS. Municípios com melhor desempenho podem apoiar os demais no desenvolvimento de ações para melhoria dos indicadores. O Comitê da Bacia Hidrográfica Baixo Pardo/Grande deve coordenar essas ações, respeitando as especificidades locais. O ISVRU foi baseado em dados municipais e sua metodologia pode ser testada em outras regiões com adaptações nos indicadores.

Os Capítulo IV e V não foram publicados até o momento devido orientação acadêmica.

O Capítulo VI apresenta as reflexões, as discussões e as conclusões acerca dos modelos existentes e do modelo desenvolvido.

## SUMÁRIO

1	CAPÍTULO I – ESTRUTURA E TEMÁTICA DA TESE.....	11
1.1	Introdução.....	12
1.2	Justificativa .....	14
1.3	Objetivos .....	15
1.4	Hipótese da Pesquisa.....	15
1.4	Discussão.....	16
	Referências bibliográficas.....	16
2	CAPÍTULO II – Apoio à Gestão Municipal por Indicadores de Salubridade .....	17
3	CAPÍTULO III - O Uso de Indicadores de Sustentabilidade para Avaliar a Resiliência de Municípios .....	42
4	CAPÍTULO IV - A Proposição de um Método de Avaliação da Sustentabilidade, da Vulnerabilidade e da Resiliência Urbana a partir de Indicadores .....	59
5	CAPÍTULO V - Apoio à Gestão Municipal por Indicadores de Sustentabilidade, de Vulnerabilidade e de Resiliência Urbana.....	83
6	CAPÍTULO VI - DISCUSSÕES E CONCLUSÕES .....	111

## **1 CAPÍTULO I – ESTRUTURA E TEMÁTICA DA TESE**

A presente tese foi estruturada em 6 capítulos, sendo:

**Capítulo I** – Aspectos Gerais da Pesquisa (Introdução, Justificativa, Objetivo Geral, Objetivo Específico, Hipótese da Pesquisa);

**Capítulo II** – Artigo 1: “Análise da salubridade ambiental e da sustentabilidade dos municípios da Bacia Hidrográfica Baixo Pardo/Grande”;

**Capítulo III** – Artigo 2: “Avaliação da resiliência por indicadores de sustentabilidade em municípios da Bacia Hidrográfica Baixo Pardo/Grande”.

**Capítulo IV** – Artigo 3: “Elaboração de método para avaliação da sustentabilidade, vulnerabilidade e resiliência urbana”.

**Capítulo V** – Artigo 4: “Apoio à Gestão Municipal por Indicadores de Sustentabilidade, de Vulnerabilidade e de Resiliência Urbana”.

**Capítulo VI** – As reflexões, as discussões e as conclusões acerca dos modelos existentes e do modelo desenvolvido.

## 1.1 INTRODUÇÃO

A migração do ser humano do campo para as cidades causou um crescimento urbano desordenado e, conseqüentemente, mudanças negativas para o meio, como a degradação ambiental, a carência de infraestruturas básicas, problemas de mobilidade urbana e o aumento da pobreza.

O saneamento básico é um dos setores responsáveis por garantir a qualidade de vida da população. É definido como o conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (Brasil, 2020). Os serviços são responsáveis por garantir a potabilidade da água consumida e afastar e tratar os esgotos sanitários, assim como, coletar e tratar os resíduos sólidos e direcionar as águas pluviais através de galerias para os cursos d'água.

O Marco Legal do Saneamento Básico, Lei 14.026/2020, estabeleceu metas para a universalização dos serviços de saneamento até 31 de dezembro de 2033. Essas metas são: 99% da população com acesso à água potável e 90% com acesso à coleta e tratamento de esgoto (Brasil, 2020). Observa-se que as metas não contemplam os serviços de limpeza urbana e resíduos sólidos e drenagem e manejo de águas pluviais, que também fazem parte do Saneamento Básico.

Os serviços e instalações do saneamento básico representam uma parcela da infraestrutura de uma cidade, como também, o fornecimento de energia elétrica e a iluminação pública, a mobilidade urbana e o transporte público, entre outros. Quando todos esses serviços funcionam de maneira eficiente e igualitária garantem a qualidade de vida da população e o desenvolvimento sustentável das cidades.

O conceito de qualidade de vida surgiu por volta de 1960, quando os cuidados da saúde foram influenciados por mudanças sociais (Ruidiaz-Gómez e Cacante-Caballero, 2021). Para a Organização Mundial de Saúde (OMS), a qualidade de vida é definida como *“a percepção que um indivíduo tem de seu lugar na existência, no contexto da cultura e do sistema de valores em que vive em relação às suas expectativas, normas e preocupações”* (OMS, 1995).

A promoção da qualidade de vida é estabelecida pelas condições de vida, bem-estar físico, material, social e emocional, desenvolvimento econômico, estabilidade política e meio ambiente (Ruidiaz-Gómez e Cacante-Caballero, 2021).

A mensuração e avaliação do nível dos serviços prestados nas cidades pode ser realizada por meio de indicadores. É vantajoso utilizar indicadores, pois reduzem as

informações em valores numéricos possibilitando análises mais simples e rápidas, principalmente em situações comparativas (Badaloni, 2023).

As cidades necessitam de indicadores para mensurar seu desempenho (ABNT, 2021) e, neste trabalho, o enfoque é para as áreas de saneamento básico, desenvolvimento sustentável e qualidade de vida.

Para avaliar a salubridade ambiental, o Conselho Nacional de Saneamento propôs, em 1999, o Indicador de Salubridade Ambiental (ISA). Esse indicador tem como objetivo traduzir o conceito da salubridade ambiental de modo quantitativo e fornece informações para auxiliar os gestores nas tomadas de decisões em relação ao saneamento básico (São Paulo, 2022).

Salubridade é a base material e social capaz de assegurar a melhor saúde possível dos indivíduos (Foulcault, 1992). Assim, a salubridade ambiental é a qualidade ambiental capaz de prevenir a ocorrência de doenças veiculadas pelo meio ambiente e promover o aperfeiçoamento das condições ecológicas favoráveis à saúde da população urbana e rural (São Paulo, 2022).

O ISA avalia a qualidade dos serviços públicos na área de saneamento básico e medidas em alguns setores sociais, econômicos e epidemiológicos que compõem os indicadores primários. O ISA é composto por seis indicadores, são Indicador de Abastecimento de Água (Iab), Indicador de Esgotos Sanitários (Ies), Indicador de Resíduos Sólidos (Irs), Indicador de Controle de Vetores (Icv), Indicador de Riscos de Recursos Hídricos (Irh) e Indicador Socioeconômico (Ise). A partir da sua aplicação, é possível comparar municípios entre si e sua evolução num período de tempo. O Indicador deve ser claro, simples, comparável, uniforme, adaptável e representar com fidelidade a salubridade do local (São Paulo, 2022).

Em âmbito mundial, cita-se a Agenda 2030, documento assinado por 193 membros da Organização das Nações Unidas (ONU), incluindo o Brasil, para auxiliar no enfrentamento dos principais desafios globais de desenvolvimento sustentável. O objetivo desta agenda, composta por 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas, é promover a prosperidade econômica, o desenvolvimento sustentável e a proteção ambiental universalmente. Para isso, é necessária a participação dos governos, sociedade civil e setor privado (Brasil, 2023).

Para auxiliar os municípios brasileiros a superarem os desafios relacionados aos ODS, o Instituto Cidades Sustentáveis através do Programa Cidades Sustentáveis elaborou o Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC), composto por

100 indicadores relacionados aos 17 ODS, afim de orientar os gestores municipais a monitorar esses indicadores e avaliar os progressos e desafios de cada cidade (Brasil, 2023).

Estes indicadores são úteis para rastrear e monitorar o progresso do desempenho das cidades, tais como medir a gestão de desempenho dos serviços urbanos, aprender com cidades cujas experiências foram bem sucedidas na região e, apoiar a definição de políticas públicas e suas prioridades (Brasil, 2023).

Ao longo do tempo, modelos com indicadores foram desenvolvidos para avaliar o desenvolvimento sustentável das cidades. No âmbito nacional, além do Programa Cidades Sustentáveis tem-se a norma ABNT NBR ISO 37120:2021 denominada Desenvolvimento sustentável em comunidades – indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida, elaborada pela Comissão de Estatuto Especial de Cidades e Comunidades Sustentáveis (ABNT/CEE – 268). Esta comissão é espelho de *Technical Committee TC 268*, da *International Organization of Standardization (ISO)*, a qual elabora Normas neste aspecto.

A ABNT NBR 37120/2021 é a primeira norma técnica nacional relacionada às cidades sustentáveis. Os indicadores podem ser aplicados em qualquer municipalidade, desde que os dados existam e estejam disponíveis. Como os indicadores estão diretamente relacionados aos ODSs, a Norma é de fácil compreensão e auxilia os gestores na busca da melhoria dos serviços urbanos e na qualidade de vida da população. No entanto, ela não oferece medida de mensuração. Isto foi proposto pela presente pesquisa no Artigo 1 (capítulo II).

Além disso, a NBR 37120 foi utilizada no Artigo 3 (capítulo IV) para composição do Índice de Sustentabilidade, Vulnerabilidade e Resiliência Urbana (ISVRU). Para completar o método, foram selecionados indicadores do IDSC. O índice proposto mensura três esferas das cidades, sendo a sustentabilidade, a vulnerabilidade e a resiliência urbana.

Posterior a elaboração do método, foi realizada a aplicação do mesmo nos doze municípios da Bacia Hidrográfica o Baixo Pardo/Grande para avaliar e mensurar a sustentabilidade, a vulnerabilidade e a resiliência dessas cidades (Artigo 4, capítulo V).

## **1.2 JUSTIFICATIVA**

Para promover o desenvolvimento sustentável das cidades e a saúde e qualidade de vida da população, os municípios e gestores necessitam de métodos que avaliam os

serviços e infraestruturas. Esses métodos são compostos por indicadores que auxiliam e facilitam na análise no cenário dos serviços oferecidos nos municípios. Foram selecionados os municípios da Bacia Hidrográfica do Baixo Pardo/Grande, localizada no estado de São Paulo.

A seleção dessa bacia ocorreu, pois foi objeto de estudo no mestrado e, portanto, decidiu-se continuar as avaliações, análises e sugestões de melhorias nesse local. Outro motivo de interesse na área refere-se à maior parte dos municípios (83,3%) da bacia são de pequeno porte (abaixo de 50 mil habitantes).

### **1.3 OBJETIVOS**

O objetivo geral da tese foi propor método de avaliação de serviços urbanos em escala regional tendo a Bacia Hidrográfica Baixo Pardo/Grande como unidade de estudo. E os objetivos específicos foram:

- Analisar a salubridade ambiental e a sustentabilidade dos municípios da Bacia Hidrográfica Baixo Pardo/Grande (SP). – Artigo I;
- Avaliar a resiliência por indicadores de sustentabilidade em municípios da Bacia Hidrográfica Baixo Pardo/Grande (SP). – Artigo II;
- Elaborar um método aplicável e de fácil manuseio de avaliação da sustentabilidade, vulnerabilidade e resiliência urbana. – Artigo III;
- Aplicação do Índice da Sustentabilidade, Vulnerabilidade e Resiliência Urbana (ISVRU) em doze municípios da Bacia Hidrográfica Baixo Pardo/Grande (SP) e análise dos índices obtidos. – Artigo IV.

### **1.4 HIPÓTESES DA PESQUISA**

A hipótese principal da pesquisa baseou-se na proposta de que municípios que atingiram os índices de salubridade ambiental e desenvolvimento sustentável também atingiriam os indicadores de qualidade de vida da NBR 37120/2021.

Neste sentido, as perguntas que nortearam esta pesquisa foram:

- I) Como os índices de salubridade ambiental e de desenvolvimento sustentável podem elevar a gestão da infraestrutura urbana e promover saúde à população? (artigos 1 e 2);
- II) As cidades insalubres e não sustentáveis prejudicam a qualidade de vida da população em quais aspectos? (artigos 1, 2 e 4);

- III) Como avaliar a vulnerabilidade e a resiliência urbana por indicadores de sustentabilidade em escala regional? (artigos 3 e 4).

## 1.5 DISCUSSÕES

Existem muitos métodos compostos por indicadores disponíveis para serem aplicados, porém, esses métodos são acompanhados de muitas dificuldades como a interpretação dos indicadores, a indisponibilidade dos mesmos e dificuldade de compreender os resultados obtidos. Por isso, a presente pesquisa foi norteadada pelos objetivos propostos e hipóteses para a proposição de um método aplicável e de fácil manuseio e interpretação dos resultados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 37120**: Desenvolvimento sustentável de comunidades - Indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida. Rio de Janeiro, ABNT, 2021.

BADALONI, C. et al. A spatial indicator of environmental and climatic vulnerability in Rome. **Environment International**, v. 176, p. 107970, 2023.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Novo Marco Legal do Saneamento Básico. Brasil, 2020. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/lei/L14026.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/L14026.htm). Acesso em: 20 jan. 2023.

FOUCAULT, M. **O nascimento da medicina social**. In: MACHADO, R. (Org.). *Microfísica do poder*. São Paulo: Graal, p. 79-98, 1992. Disponível em: [https://www.nodo50.org/insurgentes/biblioteca/A\\_Microfisica\\_do\\_Poder\\_-\\_Michel\\_Foucault.pdf](https://www.nodo50.org/insurgentes/biblioteca/A_Microfisica_do_Poder_-_Michel_Foucault.pdf). Acesso em: 19 dez. 2023.

INSTITUTO CIDADES SUSTENTÁVEIS. **Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades** – Brasil, 2023. Disponível em: <https://idsc.cidadessustentaveis.org.br/introduction/>. Acesso em: 10 dez. 2023.

OMS [Organização Mundial da Saúde]. (1995). Quality of life assessment: position paper from the World Health Organization. *Social Science Medicine*, 41(10), 1403-1409.

RUIDIAZ-GÓMEZ, Keydis Sulay; CACANTE-CABALLERO, Jasmin Viviana. Desenvolvimento histórico do conceito de Qualidade de Vida: uma revisão da literatura. **Revista Ciencia y cuidado**, v. 18, n. 3, p. 86-99, 2021.

SÃO PAULO. Governo do Estado de São Paulo. **Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística: Portal de Educação Ambiental**. Dicionário Ambiental. 2022. Disponível em: <https://semil.sp.gov.br/educacaoambiental/prateleira-ambiental/salubridade-ambiental-2/>. Acesso em: 18 dez. 2023.

**2 CAPÍTULO II – Apoio à Gestão Municipal por Indicadores de Salubridade (artigo publicado m periódico)**

ALVARES, M.E.G.; VENTURA, K.S. (2024). Análise da salubridade ambiental e da sustentabilidade dos municípios da Bacia Hidrográfica Baixo Pardo/Grande. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, v.12, n.85, março 2024. Disponível em [https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/gerenciamento\\_de\\_cidades/article/view/4830](https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/view/4830).

## **RESUMO**

O aumento da população aliado à ausência de um planejamento urbano eficaz e à precariedade na infraestrutura de saneamento compromete tanto a salubridade ambiental quanto a sustentabilidade dos centros urbanos. Tais aspectos são avaliados por meio de métodos quantitativos que visam mensurar a qualidade de vida da população. Este estudo teve como foco analisar a salubridade ambiental e a sustentabilidade em doze municípios pertencentes à bacia hidrográfica do Baixo Pardo/Grande, no estado de São Paulo. Utilizando-se de uma abordagem exploratória e da metodologia de estudo de caso, foram realizadas: a avaliação da sustentabilidade municipal com base no Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC), uma comparação entre esse índice e o Indicador de Salubridade Ambiental (ISA), além da verificação do grau de correlação entre eles. Os achados indicaram que todos os municípios avaliados foram enquadrados na faixa de desempenho médio (pontuação entre 51 e 75) em termos de salubridade e sustentabilidade, com destaque positivo para Altair e Orlândia. Por outro lado, Bebedouro, Viradouro e Colina apresentaram fragilidades em indicadores críticos, como esgotamento sanitário e controle de vetores, recursos hídricos e aspectos socioeconômicos. Verificou-se ainda a existência de sete indicadores semelhantes, relacionados aos eixos de saneamento básico, doenças e mortalidade infantil. Entre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) com pior desempenho, destacam-se: ODS 5 (Igualdade de gênero), ODS 9 (Indústria, inovação e infraestrutura), ODS 15 (Vida terrestre) e ODS 17 (Parcerias e meios de implementação).

**PALAVRAS-CHAVE:** Salubridade ambiental. Desenvolvimento Sustentável. Bacia Hidrográfica.

## **1 INTRODUÇÃO**

O crescimento demográfico, aliado à ausência de um planejamento urbano eficiente e à crescente necessidade por infraestrutura urbana — como redes de

abastecimento de água, esgotamento sanitário, energia elétrica, iluminação pública, pavimentação, transporte coletivo, áreas de lazer e instituições educacionais —, somado à exploração dos recursos naturais sob um modelo de desenvolvimento econômico dissociado da preservação ambiental, tem comprometido significativamente a qualidade de vida da população. Como consequência, observa-se um impacto direto na salubridade ambiental e na sustentabilidade dos municípios.

Os investimentos em equipamentos urbanos não acompanham, na mesma proporção, a urbanização e a expansão urbana e, portanto, a igualdade de acesso e a exclusão social tornam o ambiente urbano incompatível com o conceito de qualidade de vida (Araújo e Cândido, 2017).

Essa qualidade de vida é definida como a presença de um ambiente salubre e seguro, saúde e bem-estar de qualidade, um meio ambiente equilibrado e preservado, saneamento básico para toda a população, educação de qualidade e em alguns casos, gratuita. Por exemplo: áreas verdes (Soares *et al.*, 2019), espaços públicos abertos ao lazer (Oliveira e Mascaró, 2007), distribuição regional de oportunidades de emprego e renda (Mendonça, 2006).

Segundo a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2019), salubridade ambiental refere-se ao conjunto de condições do ambiente que proporcionam qualidade de vida e previnem riscos à saúde da população. A salubridade ambiental pode ser compreendida como a aptidão do ambiente em proporcionar condições adequadas para a manutenção da vida humana, o que inclui a disponibilidade de serviços essenciais de saneamento básico, a redução ou ausência de agentes patogênicos e a presença de infraestrutura urbana mínima necessária ao bem-estar da população, como abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, manejo de resíduos e controle de vetores (Pereira; Mota; Carvalho, 2017). Para isso, o Indicador de Salubridade Ambiental (ISA), elaborado pelo Conselho Estadual de Saneamento (CONESAN) do Estado de São Paulo em 1999 (CONESAN, 1999), visa avaliar as condições de saneamento e ambiente, podendo ser utilizado na escala municipal ou regional (bacia hidrográfica).

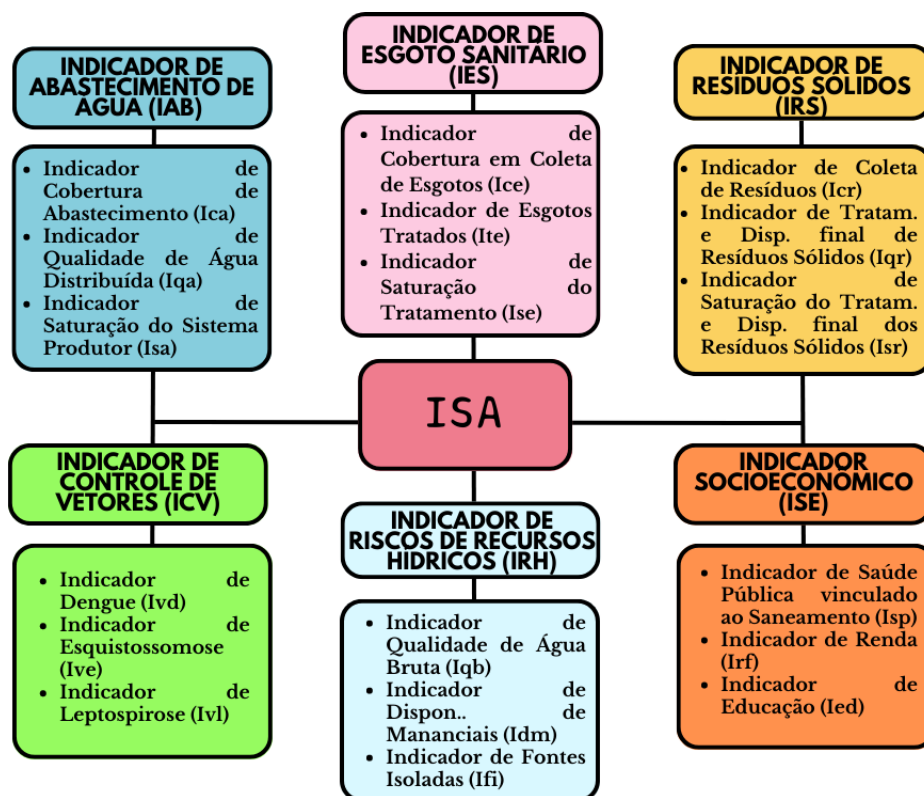
Índices e indicadores são, muitas vezes, utilizados como sinônimos, porém apresentam diferenças. Indicador é uma ferramenta capaz de obter e produzir informações sobre um determinado assunto (Mitchell, 1996). Pode ser entendido como um instrumento de controle de gestão público-privada que mostram a transparência da gestão e permite o diálogo entre os diversos grupos envolvidos de uma organização (Machado, 2004). Os índices são elaborados mediante a agregação de dois ou mais indicadores

simples, referidos a uma mesma dimensão, ou a diferentes dimensões, da realidade (Jannuzzi, 2004 citado por Sobral *et al*, 2011). Diante dessas definições, o ISA e IDSC têm função de índice pois são um conjunto de indicadores relacionados ao saneamento básico, saúde pública e condições sociais e ambientais.

O ISA é formado por componentes selecionados da área de saneamento ambiental, socioeconômico, de saúde pública e dos recursos hídricos (Piza, 1999) e cada componente contém três subindicadores (Figura 1).

Alguns autores utilizaram esse método para compreender a situação do saneamento e meio ambiente local, como se observa por Montenegro *et al*. (2001), Dias *et al*. (2004), Batista (2005), Lins *et al*. (2017), Lupepsa *et al*. (2018), Damaceno e Cruvinel (2018), Rocha (2019), Lima (2019), Kobren *et al*. (2019), Alvares (2020), Ferro *et al*. (2020), Rezende (2020), Duarte, Bezerra e Gonçalves (2021), Scolari, Medeiros e Passini (2023).

Figura 1 – Composição do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA)



Fonte: Autoria própria, com base em Piza (1999).

A maioria dos autores aplicaram o indicador em apenas um município, ao contrário de Damaceno e Cruvinel (2018) que aplicaram nas capitais brasileiras, Lima (2019) que avaliou 21 cidades do estado de Goiás, Alvares (2020) e Rezende (2020) que

avaliaram uma Bacia Hidrográfica. O Quadro 1 apresenta as pesquisas, identificadas na esfera nacional, no período de 2000 a 2023.

Outro indicador para compreensão do desenvolvimento sustentável é o Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (ISDC) que abrange 100 indicadores (Brasil, 2023) e foram organizados em 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) (Quadro 2).

Quadro 1 - Pesquisas nacionais relacionadas com ISA de 2000 a 2023

AUTOR, ANO	MODELO CONCEITUAL	ÁREA DE ABRANGÊNCIA	RESULTADOS OBSERVADOS
<b>Dias et al., 2004</b>	$ISA/OE = 0,20.Iaa + 0,20.Ies + 0,15.Irs + 0,10.Idu + 0,15.Icm + 0,10.Ise + 0,10.Isa$	Áreas de Ocupação Espontânea em Salvador, Bahia	Baixa do Arraial do Retiro e Baixa do Camarajipe (duas áreas): situação insalubre. Bom Juá (uma área): situação de baixa salubridade. Nova Divinéia, Antônio Balbino, Santa Mônica, Boa Vista de São Caetano e Jardim Caiçara (cinco áreas): situação de média salubridade e Sertanejo (uma área): situação salubre.
<b>Batista, 2005</b>	$ISA/JP = 0,25.Iab + 0,20.Ies + 0,20.Irs + 0,10.Icv + 0,10.Irh + 0,10.Idu + 0,05.Ise$	João Pessoa, Paraíba	Aeroclube e Altiplano Cabo Branco (dois bairros): situação de média salubridade. Bessa, Jardim Oceania, Manaira, Tambaú, Cabo Branco, Penha e Seixas (sete bairros): situação salubre.
<b>Albuquerque, 2013</b>	$ISA = 0,10.Iab + 0,25.Ies + 0,15.Irs + 0,10.Isp + 0,15.Icm + 0,05.Isme + 0,15.Iepc + 0,05.Ise$	Comunidade de Saramém em Brejo Grande, Sergipe	O ISA foi um importante instrumento para mensurar a eficiência das infraestruturas do saneamento na comunidade. A partir do estudo foi possível verificar que os serviços de saneamento ambiental foram classificados como insatisfatórios, e, portanto, como nível de baixa salubridade.
<b>Lins et al., 2017</b>	$ISA = 0,30.Iab + 0,30.Ies + 0,25.Irs + 0,15.Icv$	Guaíra, Paraná	O município obteve pontuação igual a 80,15, portanto, salubre.
<b>Lupepsa et al., 2018</b>	$ISA = (Iaa \times 0,20) + (Ies \times 0,20) + (Irs \times 0,20) + (Idu \times 0,10) + (Iqu \times 0,15) + (Ise \times 0,15)$	Umuarama, Paraná	O município obteve pontuação igual a 0,9207, portanto, salubre.
<b>Damaceno e Cruvinel, 2018</b>	$ISA = 0,275.Iab + 0,275.Ies + 0,275.Irs + 0,125.Icv + 0,05.Isec$	Capitais do Brasil (26 capitais + Distrito Federal)	Cuiabá, Aracaju, Fortaleza, São Luís, Teresina, Belém, Macapá e Porto Velho foram classificados como baixa salubridade. Brasília, Campo Grande, Goiânia, João Pessoa, Maceió, Natal, Recife, Salvador, Boa Vista, Manaus, Palmas, Rio Branco, Belo Horizonte, Rio de Janeiro, São Paulo, Vitória e Florianópolis, como média salubridade e apenas Curitiba e Porto Alegre como salubres.
<b>Rocha et al., 2019</b>	$ISA/CG = Iab + Ies + Irs + Idu + 0,05.Ise$	Campina Grande, Paraíba	Os indicadores foram analisados separadamente. Iab: o município apresentou, de uma forma geral, valores entre 0,60 e 0,80. Ies: as áreas centrais apresentaram melhor cobertura que os bairros periféricos. Irs: um setor apresentou valor de 0,75 e os demais setores apresentaram valores inferiores a 0,50. Idu: foi o indicador com melhores valores para todos os setores (atingindo 0,95 em um deles). Ise: a maioria dos setores analisados apresentaram valores abaixo de 0,50.
<b>Lima, 2019</b>	$ISA = 0,275.Iab + 0,275.Ies + 0,275.Irs + 0,125.Icv + 0,05.Isec$	21 municípios de Goiás	Os resultados foram: 9,5% dos municípios estudados foram considerados salubres, 28,6% obtiveram média salubridade e 61,9% apontaram baixa salubridade.
<b>Kobren et al., 2019</b>	$ISA = 0,30.Iab + 0,20.Ies + 0,20.Irs + 0,10.Icv + 0,10.Irh + 0,10.Ise$	Porto Rico, Paraná	O indicador foi aplicado no município de Porto Rico e este foi classificado como salubre (nota = 80,18). O autor concluiu que o método é excelente pois apresenta as carências do local.
<b>Alvares, 2020</b>	$ISA = 0,25.Iab + 0,25.Ies + 0,25.Irs + 0,10.Icv + 0,10.Irh + 0,05.Ise$	Bacia Hidrográfica do Baixo Pardo/Grande (SP)	O ISA foi aplicado nos 12 municípios da Bacia Hidrográfica, dos 12 municípios, 4 (Altair, Colômbia, Jaborandi e Orlandia) apresentaram resultado salubre. Os demais, apresentaram resultado de média salubridade.
<b>Ferro et al., 2020</b>	$ISA = 0,25.Iab + 0,25.Ies + 0,25.Irs + 0,10.Icv + 0,10.Irh + 0,05.Ise$	Rio Claro, São Paulo	Os indicadores foram avaliados separadamente: Iab: 96,30, Ies: 66,70, Irs: 100,00, Icv: 31,25, Irs: 60,00 e Ise: 80,30. O município apresentou ISA: 78,14, sendo classificado como salubre.

Quadro 1 - Pesquisas nacionais relacionadas com ISA de 2000 a 2023 (continuação)

AUTOR, ANO	MODELO CONCEITUAL	ÁREA DE ABRANGÊNCIA	RESULTADOS OBSERVADOS
<b>Rezende, 2020</b>	$ISA = 0,25.Iab + 0,25.Ies + 0,25.Irs + 0,10.Icv + 0,10.Irh + 0,05.Ise$	Porção Noroeste da Bacia do Rio Pardo (SP)	O ISA foi aplicado em 6 municípios: Altinópolis, Brodowski, Cravinhos, Jardinópolis, Ribeirão Preto e Serrana. Os resultados obtidos foram: Altinópolis, Brodowski, Cravinhos e Ribeirão Preto foram classificados como média salubridade e Jardinópolis e Serrana como baixa salubridade.
<b>Duarte, Bezerra e Gonçalves, 2021</b>	$ISA = 0,25.Iab + 0,25.Ies + 0,25.Irs + 0,10.Icv + 0,15.Ise$	Caruaru, no Vale do Ipojuca, Pernambuco, Ceará	O ISA foi aplicado em dois bairros em Caruaru, denominados A e B (o autor decidiu omitir os nomes dos bairros). Os resultados obtidos foram: os bairros A e B apresentaram baixa salubridade para Iab e Irs; média salubridade para Ise e salubre para Ies e Icv.
<b>Shibasaki, 2022</b>	$ISSA = 0,201.Iaa + 0,199.Iesg + 0,132.Irs + 0,112.Idre + 0,118.Iamb + 0,107.Isp + 0,131.Ise$	Bacia Hidrográfica do Baixo Pardo/Grande (SP)	O ISSA foi elaborado pela autora a partir da seleção de indicadores e da consulta a especialistas. Após a aplicação do método nos doze municípios, foi possível concluir que oito municípios apresentaram nível de média salubridade e seis, baixa salubridade.
<b>Framesche, Souza e Barbado, 2022</b>	$ISA = 0,25.Iab + 0,25.Ies + 0,20.Irs + 0,10.Icv + 0,20.Ise$	Cianorte e Umuarama, Paraná	Ambos os municípios foram classificados como salubres, porém, o indicador que necessita de maior atenção é o de resíduos sólidos.
<b>Braga, Bezerra e Scalize, 2022</b>	$ISARural = 0,2282.IAB + 0,1944.IES + 0,1316.IMRS + 0,0782.IMAP + 0,1255.ISaúde + 0,0870.ISE + 0,0635.IServiços + 0,0916.ICM$	Comunidades Rurais, Goiás	Dos aglomerados analisados, 86,05% foram classificados como de baixa salubridade ambiental. Isso revela um cenário preocupante nas áreas rurais quanto às condições básicas de vida. As comunidades quilombolas obtiveram os piores resultados, indicando desigualdades socioambientais relevantes no acesso a serviços básicos.
<b>Scolari, Medeiros e Passini, 2023</b>	$ISA = 0,25.Iab + 0,25.Ies + 0,25.Irs + 0,10.Icv + 0,10.Irh + 0,05Ise$	Jaboticaba, Rio Grande do Sul	O município de Jaboticaba atingiu média salubridade, necessitando de melhoria em alguns setores do saneamento, principalmente no esgotamento sanitário.
<b>Moura e Troleis, 2023</b>	$ISA = (0,45.SH+0,10.CM+0,45.SA)/3$	Distrito Sanitário Oeste de Natal-RN	Os valores ISA nas áreas analisadas foram baixos a médios, o que reflete condições ambientais precárias. O estudo conclui que ações de melhoria na infraestrutura básica, especialmente em esgoto e lixo, são fundamentais para reduzir o risco epidemiológico e aumentar a salubridade ambiental nessas áreas.

Fonte: Autoria própria, com base em Alvares e Ventura (2024).

Definições:

ISSA = Índice para avaliação do Saneamento e Saúde Ambiental, Idu = Indicador de Drenagem Urbana, Iam = Índice de Saúde Ambiental, Ism = Índice de Salubridade de Moradia, Icm = Componente Condições de Moradia, Isa = Componente Saúde Ambiental, Iqu = Indicador de Qualidade Urbana, Isec = Indicador Socioeconômico, Isp = Indicador de Saúde Pública, Isme = Indicador de Satisfação com a Moradia e o Entorno, Iepc = Indicador de Espaço Público Comunitário, SH = Subindicador Saúde Humana, CM = Subindicador Condição de Moradia, SA = Subindicador Saneamento Ambiental, IMAP = Indicador de Manejo de Águas Pluviais, ISaúde = Indicador de Saúde,

A concepção de desenvolvimento sustentável passou a ganhar destaque no cenário internacional a partir do final da década de 1980, tendo sido formalmente introduzida em 1987, no contexto do Relatório Brundtland, publicado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas. Tal conceito foi amplamente discutido durante a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, conhecida como Eco-92, realizada no Rio de Janeiro (De Souza et al., 2017). De acordo com esse relatório, desenvolvimento sustentável é definido como aquele capaz de satisfazer as necessidades atuais da sociedade sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem às suas próprias demandas (ONU, 1987). Com base nessa perspectiva, o Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades

(IDSC) foi elaborado com o propósito de fomentar o equilíbrio entre crescimento econômico, justiça social e preservação ambiental, orientando políticas públicas e ações locais que busquem consolidar práticas sustentáveis em todas as esferas da sociedade.

Quadro 2 - Descrição dos ODS e sua contribuição para cidades

OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	NÚMERO DE INDICADORES	FINALIDADE DO ODS	CONTRIBUIÇÃO PARA AS CIDADES
<b>ODS 1: Erradicação da Pobreza</b>	4	Acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares	Qualidade de vida
<b>ODS 2: Fome zero e agricultura sustentável</b>	5	Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável	Qualidade de vida
<b>ODS 3: Saúde e bem-estar</b>	17	Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todas e todos, em todas as idades	Qualidade de vida, redução das doenças
<b>ODS 4: Educação de qualidade</b>	18	Assegurar a educação inclusiva e equitativa e de qualidade, e promover a oportunidade de aprendizagem ao longo da vida para todas e todos	Recolocação no mercado de trabalho e economia local
<b>ODS 5: Igualdade de gênero</b>	5	Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas	Igualdade entre homens e mulheres
<b>ODS 6: Água limpa e saneamento</b>	5	Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos	Serviços de saneamento
<b>ODS 7: Energia limpa e acessível</b>	2	Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todas e todos	Segurança local
<b>ODS 8: Trabalho decente e crescimento econômico</b>	6	Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos e todas	Economia local
<b>ODS 9: Indústria, Inovação e Infraestrutura</b>	2	Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusive e sustentável e fomentar a inovação	Economia local
<b>ODS 10: Redução das desigualdades</b>	10	Reduzir as desigualdades dentro dos países e entre eles	Igualdade entre as pessoas
<b>ODS 11: Cidades e comunidades sustentáveis</b>	6	Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis	Segurança local
<b>ODS 12: Consumo e produção responsáveis</b>	3	Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis	Economia local
<b>ODS 13: Ação contra a mudança global</b>	4	Tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos	Qualidade de vida, redução de doenças
<b>ODS 14: Vida na água</b>	1	Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável	Qualidade de vida, melhoria nos serviços de abastecimento de água
<b>ODS 15: Proteger a vida terrestre</b>	3	Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade	Qualidade de vida
<b>ODS 16: Paz, justiça e instituições eficazes</b>	7	Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis	Igualdade entre as pessoas
<b>ODS 17: Parcerias e meios de implementação</b>	2	Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável	Economia local

Fonte: Alvares e Ventura (2024).

O IDSC ilustra o nível de atendimento aos ODS (escala de 0 a 100), cuja representação colorimétrica aponta o maior nível (verde escuro) para o menor nível (vermelho), como se observa pelo Quadro 3.

Quadro 3- Classificação do IDSC

CLASSIFICAÇÃO		DESCRIÇÃO
0 - 39,99	Muito baixo	Representa que os indicadores apresentam desempenho baixo ou inexistente
40 - 49,99	Baixo	Representa que os indicadores apresentam desempenho baixo
50 - 59,99	Médio	Representa que os indicadores apresentam desempenho médio
60 - 79,99	Alto	Representa que os indicadores apresentam desempenho alto
80 - 100,00	Muito Alto	Representa que a maioria dos indicadores foram atingidos

Fonte: Alvares e Ventura (2024).

A hipótese central deste artigo baseia-se no entendimento que os índices e indicadores são ferramentas que fornecem o diagnóstico sobre condições sanitárias e ambientais associadas a outros eixos norteadores de políticas públicas, como desenvolvimento sustentável e saúde ambiental. Assim, as questões-chave foram: a) As cidades sustentáveis podem atingir a salubridade ambiental? e, b) Como os índices de salubridade ambiental e de desenvolvimento sustentável podem elevar a gestão de infraestrutura urbana e promover saúde à população?

A principal contribuição foi explorar ambos os índices de forma integrada em escala de bacia hidrográfica, cujos resultados visam subsidiar políticas públicas e indicadores de monitoramento da salubridade e sustentabilidade ao plano de bacia e ao relatório de situação que são documentos norteados em qualquer bacia hidrográfica paulista, segundo Lei Estadual 9433/1997 (São Paulo, 1997).

## 2 OBJETIVO

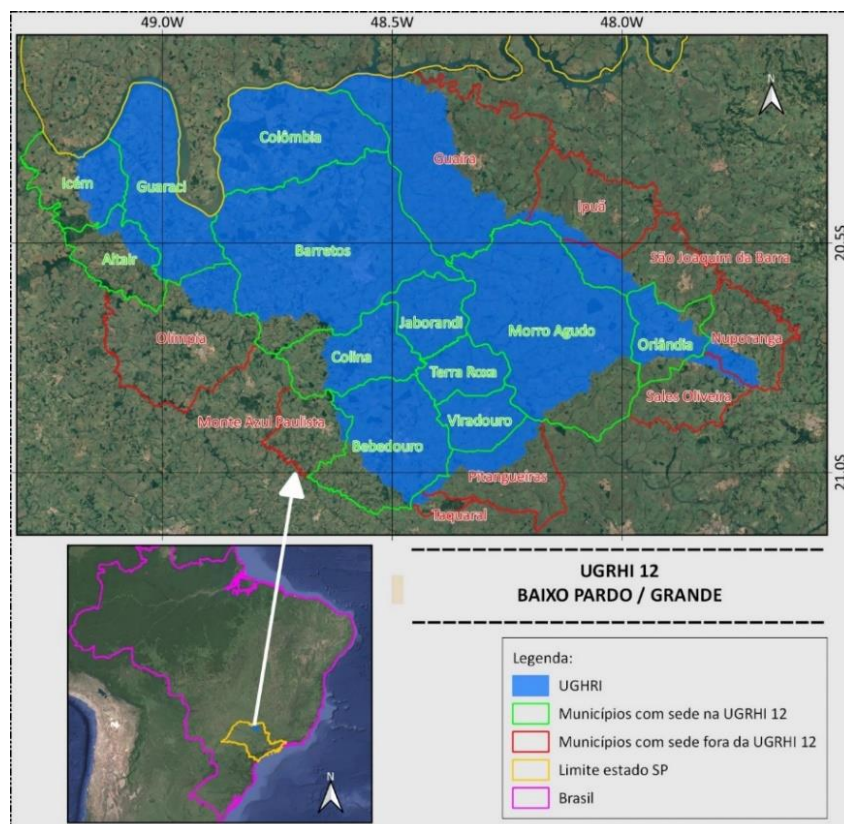
O objetivo central deste estudo consistiu em realizar uma análise abrangente das condições de salubridade ambiental e do nível de sustentabilidade dos doze municípios que integram a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) 12.

## 3 METODOLOGIA

A avaliação da salubridade ambiental e da sustentabilidade de um município e de bacia hidrográfica auxilia a gestão pública e tomada de decisões. Selecionou-se a UGRHI 12, pois existe estudo prévio (Alvares, 2020; Rezende *et al.*, 2021) para os 12 municípios (Altair, Barretos, Bebedouro, Colina, Colômbia, Guaraci, Icém, Jaborandi, Morro Agudo, Orlandia, Terra Roxa, Viradouro), como se observa pela Figura 2.

A presente pesquisa adotou como abordagem metodológica uma combinação entre análise exploratória e estudo de caso, permitindo um exame mais aprofundado da realidade estudada. A análise exploratória tem como objetivo principal investigar situações ainda pouco conhecidas, proporcionando uma primeira compreensão sobre fenômenos complexos em contextos específicos, especialmente quando há escassez de informações consolidadas. Segundo Marconi e Lakatos (2003), trata-se de uma técnica apropriada para identificar aspectos comuns ou complementares em um cenário delimitado, contribuindo para uma melhor formulação de hipóteses e direcionamento de estudos posteriores. Já o estudo de caso, conforme definido por Gil (2008), caracteriza-se por uma análise minuciosa e abrangente de um objeto particular, buscando compreender suas múltiplas dimensões e relações com o contexto em que está inserido. Com base nessa fundamentação teórica, a pesquisa foi estruturada em três etapas distintas, detalhadas a seguir. O método e o trabalho foram baseados na pesquisa realizada por Alvares e Ventura, 2024.

Figura 2 – Municípios inseridos na UGRHI 12



Fonte: Alvares e Ventura (2024).

### **3.1 Análise da sustentabilidade dos municípios a partir dos dados do IDSC (Etapa 1)**

Na primeira etapa da pesquisa, foram obtidos os valores do Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC) referentes aos doze municípios que compõem a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) em estudo. Esses dados foram organizados em uma tabela matricial, contendo os resultados relativos aos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) para cada município, com base na metodologia proposta por Brasil (2023). A compilação seguiu os parâmetros mais atualizados disponíveis, correspondentes ao ano de 2023, tanto para o IDSC quanto para o Indicador de Salubridade Ambiental (ISA). No entanto, em função da defasagem e da disponibilidade nas bases de dados oficiais, alguns indicadores permaneceram inalterados, uma vez que suas informações mais recentes datavam de anos anteriores, como 2022, 2018 e, em certos casos, até mesmo 2010. Essa limitação, embora reconhecida, não compromete a análise comparativa, pois reflete a realidade da atualização irregular das fontes públicas utilizadas.

### **3.2 Análise comparativa entre índices para a UGRHI 12 (Etapa 2)**

Após a sistematização dos dados referentes ao Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC) em planilha eletrônica no banco de dados, foi realizada uma análise comparativa com o objetivo de identificar indicadores que apresentassem semelhanças significativas ou descrições idênticas entre os índices avaliados. Essa etapa permitiu observar a presença de variáveis redundantes, cuja repetição poderia comprometer a precisão da análise. Diante disso, foi adotado um critério de exclusão dos indicadores coincidentes no cálculo do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA), a fim de evitar sobreposição de informações e, conseqüentemente, distorções nos resultados. No entanto, tais indicadores foram mantidos integralmente na composição do IDSC, visto que fazem parte da metodologia estruturada por esse índice e sua exclusão comprometeria a comparabilidade com outros estudos que utilizam a mesma abordagem. Essa escolha metodológica assegura maior rigor na análise e evita a duplicação indevida de variáveis entre os dois instrumentos avaliativos.

### **3.3 Elaboração do nível de associação dos índices para o objeto de estudo (Etapa 3)**

Complementarmente à análise quantitativa, desenvolveu-se uma representação gráfica específica para facilitar a interpretação dos resultados obtidos. Foi construído um

diagrama de dispersão (gráfico de dispersão) que permite visualizar de forma clara e intuitiva a natureza da relação existente entre o ISA e o IDSC. Esta ferramenta visual permite uma melhor compreensão dos padrões de associação identificados, contribuindo para uma análise mais aprofundada e precisa dos dados encontrados.

O diagrama elaborado oferece uma perspectiva complementar à análise estatística tradicional, permitindo identificar tendências, outliers e possíveis agrupamentos nos dados que poderiam não ser evidentes apenas através da análise numérica.

Quadro 4 – Nível de associação entre índices por município

NOTA	NÍVEL	DESCRIÇÃO
0 - 25	Insalubre e Insustentável	O município apresentou baixíssima pontuação para os indicadores de salubridade e ODS. O município se encontra em estado de alerta e necessita de muita atenção.
26 - 50	Baixo nível de salubridade e sustentabilidade	O município atingiu menos que a metade da pontuação dos indicadores de salubridade e ODS. O município necessita de atenção e melhorias.
51 - 75	Médio nível de salubridade e sustentabilidade	O município atingiu mais que a metade da pontuação dos indicadores de salubridade e dos ODS. O município pode melhorar o planejamento e as infraestruturas para elevar a nota.
76 - 100	Salubre e Sustentável	O município atingiu os indicadores de salubridade e os ODS.

Fonte: Alvares e Ventura (2024).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Análise da sustentabilidade nos municípios da UGRHI 12 (Etapa 1)

A Tabela 1 expõe a situação dos municípios analisados em relação ao cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que integram o Índice de Sustentabilidade. No caso do município de Altair, observa-se um desempenho expressivo: dos 17 ODS avaliados, três deles (ODS 6, 14 e 16) foram classificados com pontuações que indicam um nível muito elevado de atendimento. Além disso, seis objetivos — correspondentes a aproximadamente 35% do total — apresentaram resultados próximos da pontuação máxima, destacando-se os ODS 3, 4, 7, 10, 11 e 12. Os demais 47% dos objetivos, no entanto, revelam necessidade de aprimoramento, uma vez que suas pontuações ficaram abaixo de 59,99.

No que se refere ao município de Barretos, os dados indicam que sete dos ODS avaliados (41%) alcançaram classificações satisfatórias, representadas pelas cores verde escuro e verde na tabela — são eles os ODS 6, 7, 14, 3, 10, 11 e 13. Por outro lado, os 59% restantes registraram resultados inferiores a 69,99 pontos, o que aponta para uma performance intermediária nesses itens.

Já o município de Bebedouro apresentou um desempenho mais limitado. Foi o único entre os avaliados a não atingir a meta do ODS 14. De forma geral, apenas 35% dos objetivos foram considerados alcançados com desempenho satisfatório. Colina, por sua vez, demonstrou melhores resultados, tendo atingido sete ODS (41% do total): 3, 6, 7, 10, 11, 12 e 14. Em comparação, Colômbia atingiu seis dos ODS citados, ficando de fora apenas no que diz respeito ao ODS 12.

Por fim, os municípios de Guaraci, Icém e Jaborandi apresentaram resultados bastante semelhantes. Cada um deles conseguiu atingir nove objetivos (equivalentes a 53%), especificamente os ODS 3, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14 e 16. A uniformidade nas pontuações desses três municípios revela uma tendência de equilíbrio no cumprimento dos indicadores de sustentabilidade, com resultados consistentes ao longo de todos os ODS analisados.

No município de Morro Agudo, foi identificado o alcance de sete Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), representando 41% do total. Os objetivos atingidos por esse município foram: ODS 3 (Saúde e bem-estar), ODS 6 (Água potável e saneamento), ODS 7 (Energia limpa e acessível), ODS 10 (Redução das desigualdades), ODS 11 (Cidades e comunidades sustentáveis), ODS 13 (Ação contra a mudança global do clima) e ODS 14 (Vida na água). Em relação a Orlândia, destaca-se por ser o único município a apresentar desempenho satisfatório no ODS 1 (Erradicação da pobreza), além de ter alcançado outros sete ODS, totalizando também 41%. Entre eles estão os objetivos 3, 7, 10, 11, 13, 14 e 16 (Paz, justiça e instituições eficazes).

Viradouro apresentou um comportamento semelhante ao de Morro Agudo, tendo cumprido os mesmos ODS, com a diferença de também ter atingido o ODS 16, ampliando ligeiramente seu desempenho em comparação. O município de Terra Roxa demonstrou perfil próximo aos demais citados, com desempenho igual ao de Morro Agudo, acrescido do cumprimento do ODS 12 (Consumo e produção responsáveis), o que representa uma leve vantagem em termos de diversidade nos objetivos atingidos.

De maneira geral, todos os municípios analisados conseguiram alcançar, de forma consistente, três ODS: o ODS 3 (relacionado à saúde), o ODS 10 (focado na redução das desigualdades sociais) e o ODS 11 (voltado à sustentabilidade urbana). Esses resultados indicam um padrão positivo entre os municípios no que diz respeito à promoção da saúde, equidade e planejamento urbano sustentável.

Entretanto, os objetivos 9, 15 e 17, correspondentes respectivamente à Indústria, Inovação e Infraestrutura; Proteção da vida terrestre; e Parcerias e Meios de

Implementação, apresentaram desempenho significativamente inferior nos municípios avaliados. Esses ODS foram os menos pontuados, o que evidencia baixa representatividade e eficácia das ações voltadas a esses setores.

Neste cenário, torna-se evidente a necessidade de um olhar mais atento e estratégico por parte das administrações públicas no que se refere à superação das fragilidades presentes nesses objetivos. Para tanto, é essencial que sejam adotadas políticas públicas mais efetivas e investimentos voltados à ampliação da infraestrutura, incentivo à inovação tecnológica, proteção de ecossistemas naturais e fortalecimento de parcerias institucionais. Indicadores como o investimento público per capita em infraestrutura, a proporção de empregos em setores tecnológicos, a taxa de preservação ambiental, a abrangência das unidades de conservação e o grau de maturidade dos mecanismos de financiamento ambiental demandam atenção prioritária, a fim de impulsionar o progresso sustentável nos territórios municipais analisados.

A diversidade de resultados apresentados no Quadro 5 evidencia que os municípios analisados encontram-se, em linhas gerais, caminhando na direção do cumprimento da maior parte dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pela Organização das Nações Unidas. No entanto, apesar desse avanço, ainda se faz necessária a implementação de políticas públicas mais eficazes e a realização de ajustes estruturais, a fim de garantir que as demandas da população sejam devidamente atendidas, especialmente nas regiões mais vulneráveis, onde os contextos de insalubridade e insustentabilidade são mais intensos.

Entre os desafios que exigem atenção imediata por parte dos gestores municipais estão questões como a geração de empregos de qualidade, o estímulo ao desenvolvimento sustentável tanto no setor agrícola quanto no industrial, a universalização do acesso à energia elétrica e à água potável, a expansão da cobertura dos serviços de coleta e tratamento de esgoto sanitário, bem como a consolidação de um sistema de transporte público eficiente, acessível e ambientalmente responsável. Além disso, torna-se imprescindível a consolidação de uma infraestrutura urbana adequada, capaz de oferecer suporte às necessidades cotidianas da população e promover condições de vida dignas.

Nesse cenário, destacam-se os municípios de Barretos e Bebedouro, que, por serem os maiores centros urbanos pertencentes à Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) 12, possuem potencial estratégico para liderar iniciativas regionais. Recomenda-se, portanto, que essas cidades desempenhem o papel de articuladoras de

debates, projetos e programas voltados ao fortalecimento dos ODS no âmbito da bacia hidrográfica do Baixo Pardo/Grande.

Espera-se que tais municípios assumam a responsabilidade de mobilizar esforços intermunicipais e intersetoriais no sentido de elevar os indicadores que atualmente se encontram em condições críticas — representados pelas cores vermelha, laranja e amarela nos relatórios — e, ao mesmo tempo, contribuam para o avanço de ações socioambientais integradas. Essas ações devem priorizar o acesso equitativo a serviços essenciais e a infraestrutura urbana de qualidade, além de promover ambientes públicos saudáveis que favoreçam o bem-estar coletivo e garantam o direito à cidade para todos os cidadãos.

#### **4.2. Análise comparativa entre índices para a UGHRI 12 (Etapa 2)**

A partir da análise detalhada da similaridade entre os termos utilizados e as descrições atribuídas aos indicadores, foi possível constatar que um total de seis indicadores apresentam características em comum entre os dois índices analisados — o Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) e o Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC). Esses seis indicadores representam aproximadamente 33% dos componentes do ISA e correspondem a cerca de 6% da composição do IDSC, conforme demonstrado no Quadro 5. Tal sobreposição evidencia que há risco de duplicidade na mensuração de determinadas variáveis caso ambos os índices sejam utilizados de forma conjunta sem os devidos ajustes metodológicos.

Entre os 100 indicadores que compõem a estrutura do IDSC, identificaram-se sete que possuem compatibilidade direta com aqueles do ISA, o que representa uma taxa de 7% de coincidência. Destaca-se que esses sete indicadores são distribuídos de forma relativamente uniforme entre diferentes eixos temáticos: abastecimento de água, perdas na rede, coleta e tratamento de esgoto, incidência de dengue e mortalidade infantil. Especificamente, o indicador relativo ao “esgoto tratado”, presente no ISA, apresenta correspondência com dois indicadores distintos no IDSC, ampliando sua incidência dentro da estrutura comparativa.

Com base nessa avaliação, estima-se que os índices compartilham uma taxa de similaridade aproximada de 6%, o que implica que, embora exista interseção entre os instrumentos avaliativos, a maioria dos indicadores do IDSC aborda aspectos relacionados à sustentabilidade que extrapolam os critérios tradicionalmente observados na mensuração da salubridade ambiental. Ou seja, os dois índices possuem enfoques complementares, mas não equivalentes.

Ao se examinar a natureza dos sete indicadores similares, verifica-se que quatro deles concentram-se diretamente nas dimensões do saneamento básico, especificamente no que se refere ao abastecimento de água e ao esgotamento sanitário. Um dos indicadores está vinculado à ocorrência de doenças de origem hídrica, enquanto outro aborda questões relativas à mortalidade infantil — ambos considerados importantes marcadores sociais e ambientais. Diante disso, para evitar redundâncias e sobreposição de dados no processo analítico, recomenda-se que esses indicadores similares sejam considerados uma única vez na associação entre os índices.

Para testar o impacto da duplicidade, a associação entre os métodos ISA e IDSC foi realizada por meio de duas abordagens distintas. A primeira abordagem incluiu todos os indicadores, enquanto a segunda promoveu a exclusão dos itens que apresentavam sobreposição. Essa estratégia permitiu verificar a influência dos indicadores comuns sobre os resultados finais e reforça a necessidade de padronização e clareza metodológica na integração de índices múltiplos.

Quadro 5 – Descrição das similaridades de indicadores do ISA e IDSC

ISA	IDSC	DESCRIÇÃO
Índice de atendimento urbano de água	População atendida com serviço de água	Porcentagem da população urbana atendida com água potável.
Coefficiente de perdas	Perda de água	Valor fixo que determina as perdas ocorridas na rede de abastecimento de água.
Índice de coleta de esgoto	População atendida com esgotamento sanitário	Porcentagem da população urbana atendida com a coleta de esgoto sanitário.
Esgotos tratados	Índice de tratamento de esgoto Esgoto tratado antes de chegar ao mar, rios e córregos	Porcentagem ou volume do esgoto coletado que recebe algum tipo de tratamento.
Dengue, Esquistossomose, Leptospirose	Doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado	Presença de casos de doenças de veiculação hídrica (Para o ISA, existe uma tabela que pontua a quantidade de casos em diferentes níveis).
Indicador relativo à mortalidade	Mortalidade infantil (crianças menores de 1 ano)	Indica a relação entre os óbitos e a população local.

Fonte: Alvares e Ventura (2024).

### 4.3 Elaboração do nível de associação dos índices para o objeto de estudo (Etapa 3)

De acordo com a análise dos dados apresentados, os municípios de Altair, Colômbia, Jaborandi e Orlândia foram enquadrados na categoria de salubridade e sustentabilidade elevadas, conforme os critérios do Índice de Salubridade Ambiental (ISA), com pontuações situadas na faixa de 76 a 100 pontos. Em contrapartida, os demais municípios que compõem a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) 12 — Barretos, Bebedouro, Colina, Guaraci, Icém, Morro Agudo, Terra Roxa e Viradouro — foram classificados como apresentando níveis médios de salubridade e sustentabilidade, com variações entre 51 e 75 pontos. Contudo, ao se desconsiderar os

indicadores sobrepostos, observou-se que todos os municípios avaliados passaram a apresentar classificação dentro da faixa média, com médias aritméticas variando entre 56 e 62 pontos, conforme ilustrado na Tabela 2.

No que se refere ao Índice de Abastecimento de Água (Iab), todos os municípios foram igualmente classificados como apresentando nível intermediário de salubridade e sustentabilidade, situando-se na faixa de 51% a 75% de conformidade. Este resultado evidencia a necessidade de intervenções e modernizações nos sistemas de distribuição de água potável, que atualmente não atendem plenamente às exigências de eficiência e segurança sanitária, como demonstrado na Figura 5.

Quanto ao Índice de Esgotamento Sanitário (Ies), o município de Bebedouro foi o único a apresentar classificação de baixo nível (26% a 50%). Já Barretos, Colina, Guaraci e Morro Agudo enquadraram-se como médios, enquanto os demais — Altair, Colômbia, Icém, Jaborandi, Orlandia, Terra Roxa e Viradouro — foram categorizados como salubres e sustentáveis. Esses dados indicam que os municípios com classificação inferior, especialmente Bebedouro e Barretos, necessitam de melhorias significativas nos sistemas de coleta e tratamento de esgotos, que atualmente operam de forma limitada e, em alguns casos, próxima à saturação.

O Índice de Resíduos Sólidos (Irs), conforme também apresentado na Figura 5, revelou que quatro municípios — Colina, Icém, Terra Roxa e Viradouro — foram classificados com salubridade e sustentabilidade em nível médio, o que sinaliza a urgência de iniciativas voltadas à gestão ambiental adequada dos resíduos. Nesse sentido, sugere-se a formulação de projetos e ações sustentáveis, bem como a possível criação de um consórcio intermunicipal para viabilizar soluções integradas. Os oito municípios restantes obtiveram classificação considerada satisfatória, com desempenho compatível com os parâmetros de salubridade e sustentabilidade elevados.

Em relação ao Índice de Recursos Hídricos (Irh), todos os municípios foram classificados com níveis baixos de salubridade e sustentabilidade. Tal constatação reforça a necessidade de atenção imediata para questões relacionadas à disponibilidade hídrica e à qualidade dos corpos d'água que abastecem essas localidades, apontando a urgência de políticas de preservação, controle de poluição e gestão integrada dos recursos hídricos.

O Índice de Controle de Vetores (Icv) apontou desempenho satisfatório em dez municípios. Barretos foi o único classificado como insalubre e insustentável, enquanto Bebedouro obteve classificação de baixo nível. Ambos os municípios requerem maior esforço no enfrentamento de doenças de veiculação hídrica — como diarreia, leptospirose

e outras infecções relacionadas ao saneamento deficiente — por meio de estratégias de controle vetorial mais eficazes.

Por fim, a avaliação do Índice Socioeconômico (Ise) revelou que Altair, Colina, Icém, Jaborandi e Viradouro alcançaram classificação intermediária. Os demais municípios apresentaram níveis baixos de salubridade e sustentabilidade neste quesito. Com base nesse panorama, é recomendável que sejam implementadas políticas públicas voltadas à redução das desigualdades sociais, fortalecimento das condições de vida e promoção da segurança socioeconômica das populações locais, com vistas a elevar os indicadores vinculados ao bem-estar e à equidade social.

Tabela 2 – Nível de associação do ISA e do IDSC para os municípios da UGRHI 12 excluindo as sobreposições de indicadores, ano base 2021-2023

Municípios	Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) (%)	Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC) (%)	Média aritmética ISA e IDSC
Altair	67,95	56,09	62,02
Barretos	59,59	57,01	58,30
Bebedouro	60,17	51,72	55,95
Colina	59,15	53,60	56,38
Colômbia	63,32	51,81	57,57
Guaraci	63,70	55,93	59,82
Icém	58,90	57,18	58,04
Jaborandi	64,06	55,79	59,93
Morro Agudo	67,79	53,66	60,73
Orlândia	67,17	56,28	61,73
Terra Roxa	59,90	55,68	57,79
Viradouro	59,43	53,95	56,69

Fonte: Alvares e Ventura (2024).

A Figura 4 apresenta o diagrama de dispersão construído para investigar a relação entre os valores obtidos para os índices de salubridade e sustentabilidade dos municípios analisados. Conforme discute Viali (s.d.), esse tipo de representação gráfica é eficaz na verificação da existência de associação entre variáveis quantitativas, uma vez que possibilita visualizar a tendência dos dados, revelando padrões de correlação. Nesse sentido, a disposição dos pontos no gráfico evidencia que, em determinadas situações, altos valores de uma variável tendem a estar associados a altos valores da outra, sugerindo uma correlação positiva.

Ao observar o comportamento das variáveis representadas, nota-se que os municípios de Altair e Orlândia ocupam posições de destaque no gráfico, situando-se na

extremidade superior da distribuição. Tal posicionamento indica que ambos os municípios apresentaram os maiores níveis médios de salubridade e sustentabilidade em comparação com os demais, o que é coerente com os dados consolidados na Tabela 2. Esses resultados refletem um desempenho mais favorável em indicadores ambientais, sociais e de infraestrutura.

Em contraste, os municípios de Bebedouro, Viradouro e Colina encontram-se na extremidade inferior do gráfico, revelando valores mais baixos de associação entre os índices considerados. Esse padrão sugere que essas localidades enfrentam maiores desafios no cumprimento dos critérios de salubridade e sustentabilidade, indicando a necessidade de políticas públicas mais incisivas e planejamentos estratégicos voltados à melhoria dos serviços básicos e das condições ambientais.

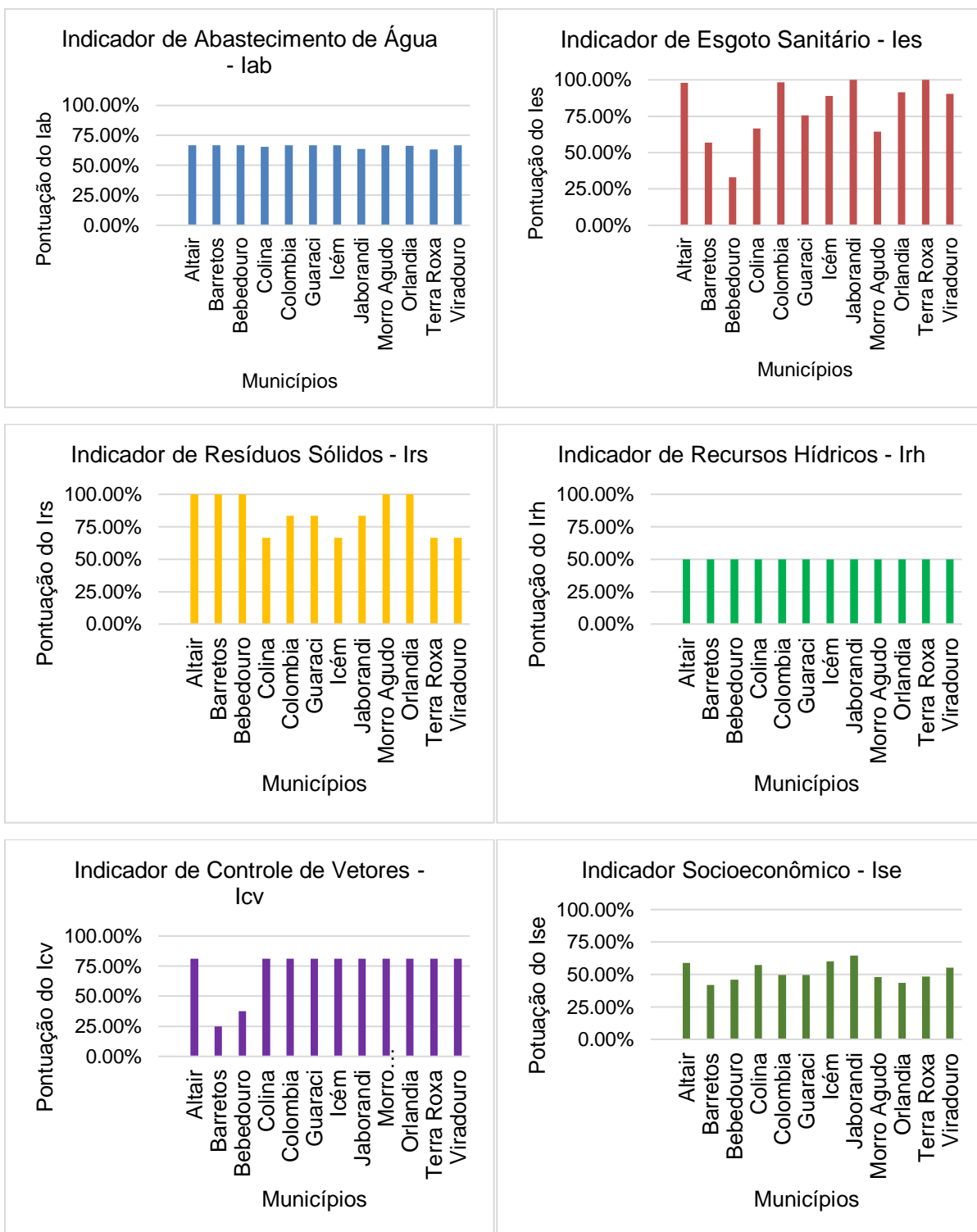
Adicionalmente, ao considerar os dados agregados na Figura 3, verifica-se que todos os doze municípios avaliados apresentaram índices situados entre 51% e 75%. Tal variação percentual justifica a classificação geral da Bacia Hidrográfica do Baixo Pardo/Grande como detentora de nível médio de salubridade e sustentabilidade. Essa conclusão reforça a importância de iniciativas intermunicipais voltadas à elevação dos indicadores que ainda se mantêm em níveis intermediários, a fim de promover avanços consistentes na qualidade de vida e na gestão ambiental regional.

Tabela 1 - Classificação do ODS para doze municípios da Bacia Hidrográfica do Baixo Pardo/Grande (SP) em 2023

Objetivos do Desenvolvimento Sustentável 2023	Altair	Barretos	Bebedouro	Colina	Colômbia	Guaraci	Icém	Jaborandi	Morro Agudo	Orlândia	Terra Roxa	Viradouro
ODS 1: Erradicação da Pobreza	54,72	53,56	55,45	53,23	51,82	54,37	46,86	47,63	56,62	61,47	48,99	45,06
ODS 2: Fome zero e agricultura sustentável	40,30	45,77	44,80	40,31	44,62	37,99	46,42	26,36	45,58	27,81	50,00	46,69
ODS 3: Saúde e bem-estar	75,00	70,64	70,33	77,27	63,07	67,65	64,44	60,11	67,50	64,62	70,12	64,85
ODS 4: Educação de qualidade	61,50	59,84	58,49	55,94	55,62	58,92	53,24	54,32	46,78	53,39	54,90	57,62
ODS 5: Igualdade de gênero	21,36	40,79	29,19	10,73	7,38	31,47	34,12	23,54	31,11	40,54	30,37	37,44
ODS 6: Água limpa e saneamento	83,58	92,49	74,60	79,35	92,97	94,73	90,91	87,42	93,74	59,52	87,63	86,52
ODS 7: Energia limpa e acessível	77,14	82,23	82,23	84,86	81,81	78,15	77,04	75,93	80,36	83,27	75,74	76,85
ODS 8: Trabalho decente e crescimento econômico	55,70	59,40	58,56	59,18	59,36	52,59	48,59	52,34	55,02	59,36	53,03	50,67
ODS 9: Indústria, Inovação e Infraestrutura	6,12	25,11	10,82	7,07	0,33	5,21	4,28	4,98	6,00	13,81	6,25	6,38
ODS 10: Redução das desigualdades	71,78	70,99	70,50	72,17	65,39	75,62	69,38	76,91	76,19	77,52	67,48	67,37
ODS 11: Cidades e comunidades sustentáveis	75,67	71,30	72,27	67,45	65,00	71,01	70,83	72,30	67,61	68,90	67,67	72,05
ODS 12: Consumo e produção responsáveis	77,04	41,12	50,01	68,51	50,35	72,73	100,00	100,00	49,92	51,73	100,00	36,07
ODS 13: Ação contra a mudança global	46,87	67,01	79,87	49,07	51,13	60,09	63,18	69,52	60,62	72,83	70,49	73,75
ODS 14: Vida na água	93,02	100,00	33,01	100,00	93,75	96,37	98,32	94,68	95,02	100,00	95,42	99,23
ODS 15: Proteger a vida terrestre	15,00	26,92	26,83	27,18	29,33	14,59	14,29	14,20	20,92	33,45	13,83	13,56
ODS 16: Paz, justiça e instituições eficazes	80,16	43,61	43,94	44,30	49,30	70,24	73,02	75,40	42,58	73,11	49,10	64,29
ODS 17: Parcerias e meios de implementação	18,58	18,40	18,34	14,64	19,11	9,09	17,10	12,87	16,62	15,66	5,47	18,71

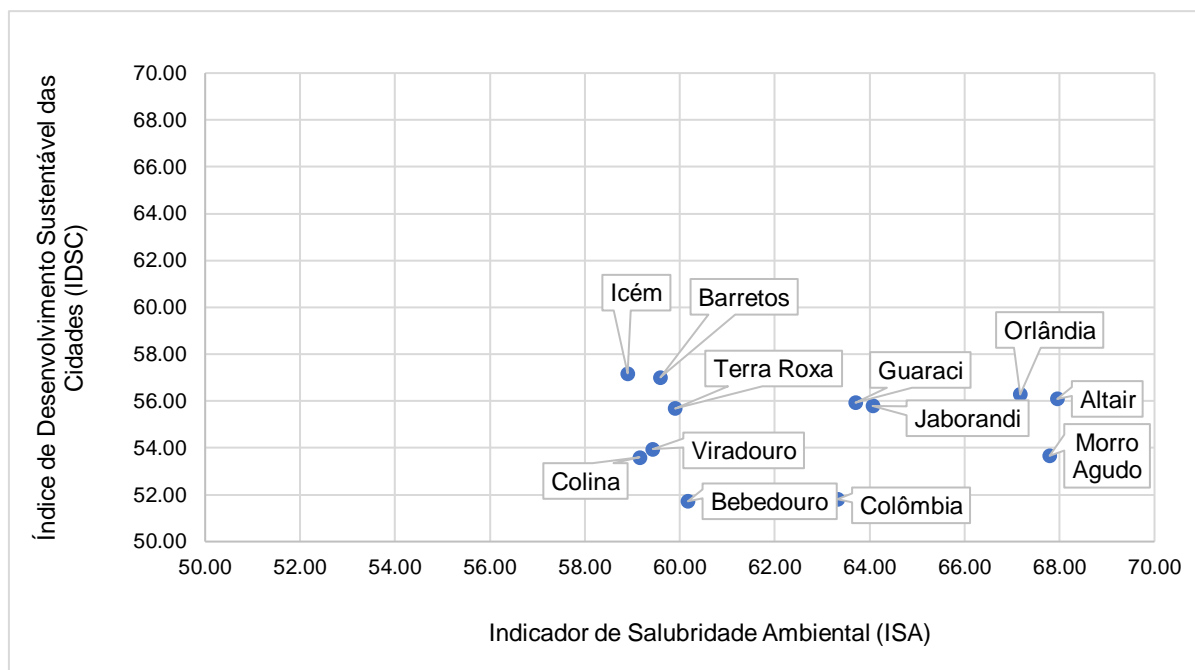
Fonte: Alvares e Ventura (2024).

Figura 3 – Indicadores do ISA (Iab, Ies, Irh, Irs, Icv e Ise) por município no ano de 2023



Fonte: Alvares e Ventura (2024).

Figura 4 – Dispersão entre os índices ISA x IDSC



Fonte: Alvares e Ventura (2024).

## 5 CONCLUSÃO

A análise conjunta dos índices de sustentabilidade (ISDC) e salubridade ambiental (ISA) demonstrou que todos os municípios pertencentes à Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI 12 – atingiram classificação média na associação entre os referidos indicadores. Os resultados obtidos situam-se entre 51% e 75%, indicando que, embora não estejam em condição crítica, ainda há margem significativa para avanços estruturais e operacionais nos serviços públicos e nas políticas socioambientais da região. Essa constatação sugere um cenário moderadamente satisfatório, mas que não isenta os gestores de ações estratégicas direcionadas à melhoria contínua dos índices.

No âmbito do ISDC, os indicadores que apresentaram desempenho mais preocupante foram: Igualdade de Gênero, Indústria, Inovação e Infraestrutura, Proteger a Vida Terrestre e Parcerias para a Implementação de Metas. Tais indicadores, considerados prioritários devido à sua baixa performance, apresentaram resultados críticos em 100% dos municípios avaliados, o que evidencia a necessidade urgente de ações voltadas à equidade social, inovação tecnológica, preservação ambiental e cooperação institucional. Já no contexto do ISA, destacam-se como pontos frágeis: o Ies (Índice de Esgotamento Sanitário), especialmente no município de Bebedouro, com apenas 8,3% de atendimento adequado; o Irh (Índice de Recursos Hídricos), que teve baixa pontuação em todos os municípios; o Icv (Índice de Controle de Vetores), com

desempenho insatisfatório em dois municípios; e o Ise (Índice Socioeconômico), que apresentou resultados desfavoráveis em sete localidades.

Quanto ao IDHM (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal), apenas um município situou-se abaixo do limiar de 70%, o que representa 8,3% da amostra, indicando que a maioria das cidades da bacia apresenta níveis relativamente equilibrados de desenvolvimento humano, apesar das disparidades observadas em outros indicadores.

Considerando-se a exclusão das sobreposições de indicadores entre os índices, a Bacia Hidrográfica do Baixo Pardo/Grande manteve-se classificada como região de salubridade e sustentabilidade em nível médio. A faixa de classificação, entre 51% e 75%, reforça a coerência dos resultados e destaca a importância da análise sem duplicidade de dados para uma interpretação mais precisa.

Importante frisar que o propósito da metodologia não foi estabelecer comparações diretas entre os municípios, mas sim identificar carências específicas e orientar a formulação de políticas públicas que atendam às peculiaridades locais. Dessa forma, cada município pode utilizar os resultados como base para estabelecer prioridades e traçar estratégias de curto, médio e longo prazos, adequadas às suas realidades e necessidades específicas.

Recomenda-se, portanto, que os gestores municipais da UGRHI 12, com apoio de universidades e instituições de pesquisa, estimulem a produção de estudos científicos e a execução de projetos de extensão voltados à melhoria dos indicadores identificados como críticos. A construção de parcerias interinstitucionais e a busca por fontes de financiamento são passos essenciais para consolidar uma gestão pública mais eficaz, orientada por dados e evidências científicas.

Por fim, a utilização integrada do ISA e do ISDC mostrou-se eficaz como ferramenta de diagnóstico, permitindo evidenciar lacunas na infraestrutura urbana, nos serviços de saúde e saneamento básico. Essa abordagem possibilita a priorização de ações a partir dos indicadores mais deficitários, promovendo a elevação gradual dos níveis de salubridade e sustentabilidade urbana. Os resultados da pesquisa confirmam parcialmente as hipóteses formuladas, validando o uso dos indicadores como instrumentos diagnósticos, embora não tenham identificado políticas públicas consolidadas voltadas à sustentabilidade e às condições sanitárias. Portanto, a segunda hipótese foi refutada, revelando a ausência de planejamento prático e efetivo para a resolução dos problemas apontados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, M. M. et al. **Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) como instrumento de análise da salubridade do ambiente da comunidade de Saramém em Brejo Grande (SE)**, em Sergipe – SE, 2013. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal de Sergipe, 2013.
- ALVARES, M. E. G. **Avaliação da salubridade ambiental como fator de contribuição à gestão de resíduos sólidos urbanos. estudo de caso: Bacia Hidrográfica Baixo Pardo/Grande (SP)**, em São Carlos – SP, 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana). Universidade Federal de São Carlos, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/13746?show=full>.
- ALVARES, M.E.G.; VENTURA, K.S. (2024). Análise da salubridade ambiental e da sustentabilidade dos municípios da Bacia Hidrográfica Baixo Pardo/Grande. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v.12, n.85, março 2024. Disponível em [https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/gerenciamento\\_de\\_cidades/article/view/4830](https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/view/4830). Acesso em: 25 mai. 2025.
- ARAÚJO, M. C. C.; Cândido, Ge. A.. **Qualidade de vida e sustentabilidade urbana**. Holos, v. 1, p. 3-19, 2014.
- BRAGA, Débora de Lima; BEZERRA, Nolan Ribeiro; SCALIZE, Paulo Sérgio. Proposição e aplicação de um índice de salubridade ambiental em aglomerados rurais. *Revista de Saúde Pública*, São Paulo, v. 56, art. 44, 2022. DOI: <https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2022056003548>. Acesso em: 13 mai. 2025.
- BATISTA, M. Eug. M.; SILVA, T. C. da. **O modelo ISA/JPindicador de performance para diagnóstico do saneamento ambiental urbano**. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 11, n. 1, p. 55-64, 2006
- BRASIL. Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, 1997.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. *Manual de Saneamento*. 4. ed. Brasília: FUNASA, 2019.
- CONESAN. Conselho Estadual de Saneamento do Estado de São Paulo, 1999. Manual Básico do ISA – Indicador de Salubridade Ambiental.
- DE SOUZA, M. C. da S. A. et al. **DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E SUSTENTABILIDADE: Evolução epistemológica na necessária diferenciação entre os conceitos**. *Revista de Direito e Sustentabilidade*, v. 3, n. 2, p. 17-35, 2017.
- DE MENDONÇA, J. G.. **Planejamento e medição da qualidade de vida urbana**. *Cadernos metrópole*, n. 15, 2006.

- DE OLIVEIRA, L. A.; MASCARÓ, J. J. **Análise da qualidade de vida urbana sob a ótica dos espaços públicos de lazer.** Ambiente construído, v. 7, n. 2, p. 59-69, 2007.
- DIAS, M. C. BORJA, P. C. MORAES, L. R. S.. **Índice de Salubridade Ambiental em áreas de ocupação espontâneas: um estudo em Salvador – Bahia.** Revista Engenharia Sanitária e Ambiental. Joinville-SC, Vol. 9, nº 1, p. 82-92, jan/mar 2004.
- DUARTE, A. D.. Indicador de salubridade ambiental para avaliação de áreas urbanas: Um estudo de caso no Agreste Pernambucano. **2018. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.**
- FERRO, L.H.R. VENTURA, K.S. REZENDE, D. **Salubridade Ambiental Aplicada ao Município de Rio Claro (SP): Diagnóstico e Contribuições Metodológicas.** XVI Fórum Ambiental Alta Paulista, 2020, Online. Anais, ANAP, 2020.
- FRAMESCHE, L.; SOUZA, T. S.; BARBADO, N.. **Índice de salubridade Ambiental: um estudo dos municípios de Cianorte e Umuarama, PR, BRASIL.** Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v. 11, p. 190-204, 2022.
- FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. Manual de Saneamento. 5ª edição. Brasília: Funasa, 2019. Disponível em: <https://repositorio.funasa.gov.br/handle/123456789/506>. Acesso em: 21 jul. 2023.
- GIL, A. C.. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** São Paulo: Editora Atlas, 2008. Disponível em: <https://ayanrafael.files.wordpress.com/2011/08/gil-a-c-mc3a9todos-e-tc3a9cnicas-de-pesquisa-social.pdf>. Acesso em: 07 set. 2023.
- INSTITUTO CIDADES SUSTENTÁVEIS. Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades – Brasil, 2022, 2023. Disponível em: <https://idsc.cidadessustentaveis.org.br/introduction>. Acesso em: 03 jun. 2023.
- JANNUZZI, P. M. Indicadores sociais no Brasil: conceitos, fontes de dados e aplicações. Campinas: Alínea, 2004 apud SOBRAL, A; FREITAS, C.M.; PEDROSO, M.M.; GURGEL, H. (2011). Definições básicas: dados, indicadores e índices. In: BRASIL. Saúde ambiental: guia básico para construção de indicadores. Brasília: Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador.p.25-52.
- KOBREN, J. C. P. et al. **APLICAÇÃO DO INDICADOR DE SALUBRIDADE AMBIENTAL (ISA) NO MUNICÍPIO DE PORTO RICO, PR.** Revista Mundi Meio Ambiente e Agrárias (ISSN: 2525-4790), v. 4, n. 1, 2019.
- LIMA, A. S. C.; ARRUDA, P. N.; SCALIZE, P. S.. **Indicador de salubridade ambiental em 21 municípios do estado de Goiás com serviços públicos de saneamento básico operados pelas prefeituras.** Engenharia Sanitaria e Ambiental, 2019, 24.3: 439-452.

- LINS, A. F.; DE MORAES, A. R.. **DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE SALUBRIDADE AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE GUAÍRA-PR**, BRASIL. VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Campo Grande – MS. 2017.
- LUPEPSA, V. Z. et al. **ÍNDICE DE SALUBRIDADE AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE UMUARAMA/PR COM BASE NOS DADOS DO ANO DE 2016**. Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão (ISSN: 2525-4782), v. 3, n. 4, 2018.
- MACHADO, S. B.. **Utilização de indicadores de desempenho na avaliação de gestão realizada pelo TCU**. 81p Monografia (especialização). Instituto Serzedello Corrêa, Brasília-DF, 2004.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos da Metodologia Científica**. São Paulo: Editora Atlas, 2003. Disponível em: [https://docente.ifrn.edu.br/olivianeta/disciplinas/copy\\_of\\_historia-i/historia-ii/china-e-india](https://docente.ifrn.edu.br/olivianeta/disciplinas/copy_of_historia-i/historia-ii/china-e-india). Acesso em: 07 set. 2023.
- MITCHELL, G.. Problems and fundamentals of sustainable development indicators. **Sustainable development**, v. 4, n. 1, p. 1-11, 1996
- MOURA, Diogo Felipe Santos 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. Caminhos de Geografia, Uberlândia, v. 24, n. 95, p. 180–197, 2023. DOI: 10.14393/RCG249567091. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/67091>. Acesso em: 13 mai. 2025.
- PIZA, F. J. de T.. Indicador de Salubridade Ambiental –ISA. 1999.
- REZENDE, D.R. **Avaliação da salubridade ambiental como fator de contribuição à gestão de recursos hídricos na porção noroeste da bacia do rio Pardo (SP)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana). Universidade Federal de São Carlos, 2021. Disponível em: [https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/13792?locale-attribute=pt\\_BR](https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/13792?locale-attribute=pt_BR). Acesso em: 10 jul. 2023.
- REZENDE, D.; ALVARES, M. E. G.; VENTURA, K. S.. Análise dos Casos de COVID-19 e a Salubridade Ambiental para 14 Municípios das UGRHIs Baixo Pardo/Grande e Pardo. **Em pauta: Fórum Ambiental da Alta Paulista**, São Paulo, n. 5, 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 Sanitaria e Ambiental, v. 24, n. 2, p. 315-326, 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**, v. 33, n. 72, 2023.

- SHIBASAKI, K.. Elaboração e aplicação de índice para avaliação do saneamento e saúde ambiental (ISSA). 2022. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana). Universidade Federal de São Carlos, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/16661>. Acesso em: 10 jul. 2023.
- SIMPSON, G. B.; JEWITT, G. P. W.; BADENHORST, J. Development of water-energy-food nexus index and its application to south africa and the southern African development community. **Water research commission Report**, n. 2959/1, p. 19, 2020.
- SIGHR. Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. Bacia Hidrográfica do Baixo Pardo/ Grande. Disponível em: [https://sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/6962/ugrhi\\_12\\_14.pdf](https://sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/6962/ugrhi_12_14.pdf). Acesso em: 21 jul 2023.
- SOARES, A. P. et al. Importância dos parques urbanos para promoção da qualidade de vida dos indivíduos. *Disciplinarum Scientia| Sociais Aplicadas*, v. 15, n. 2, p. 243-257, 2019.
- UNITED NATIONS. Our Common Future. Disponível em: <<http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>> . Acesso em: 05 set. 2023.
- VIALI, L. Estatística Básica: Texto V, Correlação e Regressão. Disponível em: <http://www.mat.ufrgs.br/~viali/exatas/material/apostilas/Corregre.pdf>. Acesso em: 17 set. 2023.

### **3 CAPÍTULO III – O Uso de Indicadores de Sustentabilidade para Avaliar a Resiliência dos Municípios (artigo publicado em periódico)**

ALVARES, Maria Eugênia Gonzalez; VENTURA, Katia Sakihama. Avaliação da resiliência por indicadores de sustentabilidade em municípios da Bacia Hidrográfica Baixo Pardo/Grande. *Scientific Journal ANAP*, [S. l.], v. 2, n. 11, 2024. Disponível em: <https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/anap/article/view/4909> .

#### **RESUMO**

O aumento populacional desencadeia desafios no meio urbano para os serviços de saneamento básico, saúde, educação e mobilidade urbana. Neste contexto, o uso de indicadores para gestão de serviços urbanos se destaca como instrumento para análise da qualidade de vida, o que motivou a proposição de 128 indicadores pela NBR ISO 37120:2021. O objetivo desta pesquisa foi avaliar a resiliência por indicadores da sustentabilidade da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGHRI 12) Baixo Pardo/Grande. O método consistiu na seleção de indicadores com informações disponíveis em base digital, padronização de indicadores (escala 0 e 1) para avaliação da sustentabilidade local e regional e, por fim, a análise do potencial de resiliência urbana a partir dos indicadores do desenvolvimento sustentável. Foram selecionados 13 indicadores previamente e, para identificação da sustentabilidade, calculou-se a média aritmética dos valores padronizados. Até o momento, os principais resultados apontam que a maioria dos municípios (75,0%) está com nota geral entre 0,50 e 0,65 e um (8,3%) está acima de 0,70 e, dois (16,7%) estão abaixo de 0,50 e, portanto, são os que podem ter maior desafio para o enfrentamento à resiliência associada à sustentabilidade, o que nega a hipótese central. Até o momento, o ODS com o maior número de informações disponíveis em base de dados digital foi o ODS 6. A principal contribuição foi apontar o cenário local e regional para se atingir a sustentabilidade, de modo a ressaltar os pontos frágeis na referida Bacia Hidrográfica.

**PALAVRAS-CHAVE:** Indicadores. Bacia Hidrográfica. Sustentabilidade.

#### **1 INTRODUÇÃO**

Cerca de 8 bilhões de pessoas habitam a Terra e essa população deve atingir 9,7 bilhões em 2050 (United Nations, 2022), causando desafios para os meios urbanos. Esses

desafios representam maior demanda nos serviços e infraestruturas de saneamento básico, saúde, educação e mobilidade urbana.

A Agenda 2030 contém 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) nas dimensões social, ambiental, econômica e institucional e foi proposta pelos 193 países membros da Organização das Nações Unidas (ONU) para minimizar os desafios urbanos. O objetivo dessa Agenda é orientar e guiar os países nas ações para um mundo mais sustentável e resiliente até 2030 (Brasil, 2024).

O cenário de mudanças climáticas aponta para o aumento da frequência e intensidade de eventos extremos, demandando medidas de adaptação, mitigação e resiliência nas áreas urbanas (Sotto *et.al*, 2019, p.70). A resiliência é a capacidade de se preparar, responder e recuperar-se rapidamente em relação aos desafios climáticos, incluindo medidas preventivas (sistemas de drenagem eficientes), infraestrutura sólida e tecnologia de monitoramento (Curitiba, 2023).

Além dos ODS, outros métodos auxiliam os gestores no planejamento e elaboração de melhorias nas cidades. Por exemplo, o Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) e o Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC). O primeiro foi elaborado pelo Conselho Estadual de Saneamento (CONESAN) do Estado de São Paulo em 1999 (CONESAN, 1999) formada por indicadores de saneamento básico, controle vetores e socioeconômicos. O segundo foi desenvolvido pelo Instituto Cidades Sustentáveis (ICS) composto por 260 indicadores alinhados ao desenvolvimento sustentabilidade. Esses instrumentos têm sido utilizados em estudos nacionais, como se observa por Montenegro *et al.* (2001), Dias *et al.* (2004), Batista (2005), Lins *et al.* (2017), Lupepsa *et al.* (2018), Rocha (2019), Lima (2019), Kobren *et al.* (2019), Alvares (2020), Ferro, Ventura e Rezende (2020), Rezende (2020), Scolari, Medeiros e Passini (2023).

Além destas ferramentas, tem-se a ABNT NBR ISO 37120 “Cidades e comunidades sustentáveis – Indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida”, composta por 128 indicadores e visa a mensuração dos os serviços urbanos e qualidade de vida. É a primeira norma brasileira que relaciona a prestação de serviços no meio urbano com qualidade de vida, desenvolvimento sustentável e ambiente de negócios (ABNT, 2021). Indicador é uma medida quantitativa, qualitativa ou descritiva (ABNT, 2021) utilizada para avaliar o desempenho do objetivo e o alcance das metas (UFRPE, s/d, p.2) permitindo medir a distância entre a situação atual de uma sociedade e seus objetivos de desenvolvimento (Guimarães e Feichas, 2009, p.309).

Os indicadores estão relacionados à educação, economia, energia, meio ambiente, governança, finanças, saúde, esportes e lazer, transportes, planejamento urbano, telecomunicações e inovações. Esses indicadores estão diretamente conectados com os 17 (ODS) e auxiliam os municípios a atingirem a Agenda 2030.

Essa Norma foi elaborada pela Comissão de Estatuto Especial de Cidades e Comunidade Sustentáveis a fim de rastrear e monitorar o progresso do desempenho das cidades a partir de indicadores, agrupados em os indicadores essenciais, os indicadores de apoio e os indicadores de perfil (Brasil, 2021). Os indicadores essenciais são considerados indispensáveis para direcionar e avaliar a gestão do desempenho dos serviços urbanos e qualidade de vida (Brasil, 2021).

Nas últimas décadas, o avanço do desenvolvimento sustentável nos três eixos (econômico, ambiental e social) relaciona-se com a dificuldade encontrada em cada localidade, especialmente a infraestrutura, recursos e engajamento social (Couto *et. al*, 2023, p.5). O apontamento dos indicadores pela Norma subsidia o planejamento a médio e longo prazos, visando o alcance das metas da Agenda 2030. Assim, aproxima os gestores públicos e as cidades do cerne da sustentabilidade, uma vez que não se tinha clareza sobre os indicadores úteis para esta vertente.

Indicadores para o desenvolvimento sustentável foram elaborados principalmente na escala internacional, tendo como destaque os ODS. Porém, a nível regional ou local, a aplicação de indicadores é diversificada e não existe um padrão sobre os melhores sistemas a serem aplicados (Vieira, 2019, p.46).

Os indicadores são ferramentas importantes na identificação e reconhecimento de problemas e na formulação, implementação e avaliação de políticas (Guimarães e Feichas, 2019, p.310), porém, existem muitos desafios no uso dos mesmos. Esses desafios são a ausência e a qualidade dos dados (De Fátima Martins e Cândido, 2015, p.146), dados desatualizados, alto custo para monitoramento e restrições quanto ao acesso dos dados (Andries *et. al*, 2022, p.19) e, a dificuldade de análise de dados produzidos a partir de distintas fontes/metodologias (Braga *et. al*, 2004, p.9).

Neste contexto, entende-se como a resiliência a capacidade de enfrentar fenômenos climáticos intensos sem entrar em colapso (Siebert, 2012, p.14).

A hipótese central desta pesquisa é que “A resiliência pode ser analisada por indicadores de sustentabilidade e quanto mais preparado para o enfrentamento aos eventos climáticos extremos (seca e chuvas intensas) o município estiver, mais resiliente ele está. Assim, estima-se que a maioria dos municípios da UGRHI 12 estão com nota

maior que 0,70 e tendem à resiliência climática pela sustentabilidade mais rapidamente que outros municípios”. Como pergunta norteadora, tem-se: Como os indicadores de sustentabilidade da ABNT NBR ISO 37120 podem mensurar a resiliência urbana e indicar os desafios a serem alcançados na escala regional (bacia hidrográfica)?

## **2 OBJETIVO**

O objetivo foi avaliar a resiliência urbana por indicadores de sustentabilidade em municípios da Bacia Hidrográfica Baixo Pardo/Grande.

## **3 METODOLOGIA**

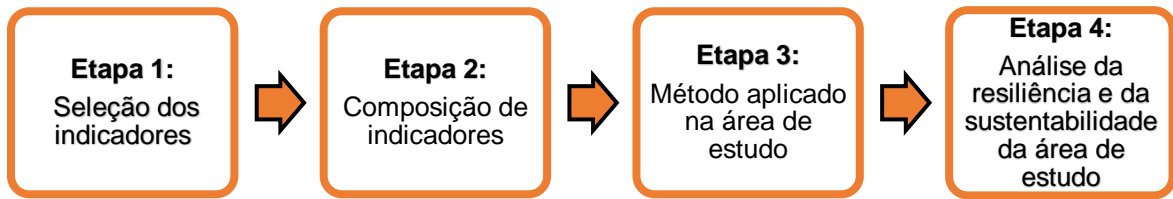
Os procedimentos metodológicos basearam-se em coleta de dados documental e estatística, manuseio dos dados e estudo de caso. A coleta de dados documental e estatística compreende o uso de instrumentos e de técnicas selecionadas por meio de dados estatísticos e censitários disponíveis em plataformas digitais. Posteriormente, os dados foram tabulados, ou seja, organizados em planilha eletrônica para facilidade de manuseio (Marconi e Lakatos, 2003).

Em seguida, realizou-se o estudo de caso por ser um método linear e interativo, a partir de fontes documentais (Yin, 2009). A Figura 5 exemplifica as etapas metodológicas da pesquisa.

A área de estudo foi a Bacia Hidrográfica do Baixo Pardo/Grande, localizada no estado de São Paulo (Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI 12). É composta por 12 municípios (Altair, Barretos, Bebedouro, Colina, Colômbia, Guaraci, Icó, Jaborandi, Morro Agudo, Orlandia, Terra Roxa e Viradouro). A área de drenagem é de 7177 Km<sup>2</sup> e é constituída pelos Rios Pardo e Grande (São Paulo, 2024).

Assim, 83,3% dos municípios da UGRHI 12 estão abaixo de 30 mil habitantes (Quadro 1). Cabe esclarecer que os municípios foram identificados pelo código M1 a M12, pois o intuito é compreender o quão próximo ou longe, os municípios estão da referida Norma e da resiliência climática. O método e o trabalho foram baseados na pesquisa realizada por Alvares e Ventura, 2024.

Figura 5 - Etapas metodológicas da pesquisa



Fonte: Alvares e Ventura (2024).

Quadro 6 – Caracterização populacional segundo IBGE

MUNICÍPIO	POPULAÇÃO TOTAL	PORTE POPULACIONAL
Altair	3451	pequeno
Barretos	122485	grande
Bebedouro	76373	médio
Colina	18486	pequeno
Colômbia	6629	pequeno
Guaraci	10350	pequeno
Icém	7819	pequeno
Jaborandi	9275	pequeno
Morro Agudo	27933	pequeno
Orlandia	38319	pequeno
Terra Roxa	7904	pequeno
Viradouro	17414	pequeno

Fonte: Autoria própria, com base no IBGE (2022).

### 3.1 Seleção de indicadores

Inicialmente, foram analisados todos os indicadores propostos nas seções 5 a 23 da NBR ISO 37120, abrangendo os grupos de indicadores essenciais, de apoio e de perfil, totalizando 128 indicadores. No presente estudo, a abordagem metodológica priorizou a utilização dos indicadores classificados como essenciais, considerando sua relevância para a avaliação da qualidade de vida e dos serviços urbanos. Contudo, nos casos em que os dados correspondentes a esses indicadores não estavam disponíveis, recorreu-se aos demais grupos (apoio e perfil) como alternativa complementar. A exclusão de determinados indicadores foi motivada exclusivamente pela indisponibilidade de dados nas fontes consultadas, independentemente do grupo a que pertenciam.

Em seguida, foi realizada uma pesquisa em bases de dados públicas para identificar as informações necessárias à composição dos indicadores da norma. Entre as fontes utilizadas, destacam-se o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), além de páginas eletrônicas oficiais das Prefeituras e Câmaras Municipais dos municípios da UGRHI 12. Para

padronização, atribuiu-se valor 1 (um) à presença de informações disponíveis para determinado indicador e 0 (zero) à sua ausência, permitindo a construção de uma base estruturada para análise posterior.

Ressalta-se que os indicadores da NBR ISO 37120 estão organizados por Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com exceção de 26 indicadores considerados gerais, os quais não estão vinculados diretamente a um ODS específico. Esses indicadores incluem, por exemplo, os códigos 16.5 (essencial), 5.7 e 5.8 (apoio), e os agrupamentos 5.9.1 a 5.9.3, 7.8, 9.5.1 e 9.5.2, 12.5.1 a 12.5.6, 13.4.1 a 13.4.6, 19.8.1 e 19.8.2, e 21.5.1 a 21.5.3 (perfil).

Nesta fase da pesquisa, optou-se por considerar os ODS mais diretamente alinhados aos objetivos do presente estudo, sendo eles: ODS 3 (Saúde e bem-estar), ODS 4 (Educação de qualidade), ODS 5 (Igualdade de gênero), ODS 6 (Água limpa e saneamento), ODS 8 (Trabalho decente e crescimento econômico), ODS 10 (Redução das desigualdades), ODS 11 (Cidades e comunidades sustentáveis) e ODS 14 (Vida na água). Após essa seleção, os indicadores correspondentes foram organizados em planilha eletrônica e categorizados por ODS. Esta etapa compreendeu cerca de 30% do tempo dedicado a pesquisa para ser concluída.

### **3.2 Composição de indicadores**

O principal desafio enfrentado na composição de um índice ou indicador conjunto reside na necessidade de combinar informações provenientes de diferentes fontes, geradas a partir de escalas distintas, bem como com variações espaciais e temporais significativas (Braga, 2004). Essa heterogeneidade compromete a comparabilidade direta dos dados e demanda estratégias metodológicas que garantam a consistência analítica e a integridade das informações.

Para isso, adotou-se o método de normalização descrito por Organization for Economic Co-operation and Development (OECD, 2008). A normalização consiste em um método estatístico utilizado para uniformizar variáveis expressas em diferentes unidades de medida e escalas, sem comprometer a proporcionalidade entre os valores originais. Por meio desse procedimento, os dados são convertidos para uma escala comum, permitindo sua comparação direta e objetiva. No presente estudo, os valores foram normalizados dentro de uma escala de 0,0 a 1,0, conforme apresenta a Equação 1, adaptada de Witten e Frank (2002):

$$X' = (X - X_{min}) / (X_{max} - X_{min}) \text{ (Equação 1)}$$

X' = valor normalizado

X = valor original

X min = valor mínimo do conjunto de dados

X max = valor máximo do conjunto de dados

Após a normalização dos dados, calculou-se a nota final de cada município por meio da média aritmética dos valores padronizados dos indicadores selecionados. Este procedimento permitiu consolidar os dados em um único valor representativo da sustentabilidade e resiliência local. Ressalta-se que essa etapa representou aproximadamente 20% do tempo total destinado à pesquisa.

### **3.3 Método aplicado na área de estudo**

Os indicadores selecionados foram aplicados nos doze municípios pertencentes à Bacia Hidrográfica do Baixo Pardo/Grande. A interpretação dos resultados normalizados segue uma escala compreendida entre 0 e 1: i) valores mais próximos de 1 indicam níveis mais elevados de desenvolvimento ou de implantação do indicador em questão; ii) valores próximos de 0 sinalizam deficiências significativas; iii) valores intermediários representam que estão entre essas interpretações, dependendo do cálculo pela normalização.

Em virtude da complexidade da consolidação dos dados, a etapa de geração, tratamento e análise final das informações configurou-se como uma das mais exigentes do estudo, correspondendo a aproximadamente 35% do tempo total dedicado à pesquisa.

### **3.4 Análise da resiliência e da sustentabilidade na área de estudo**

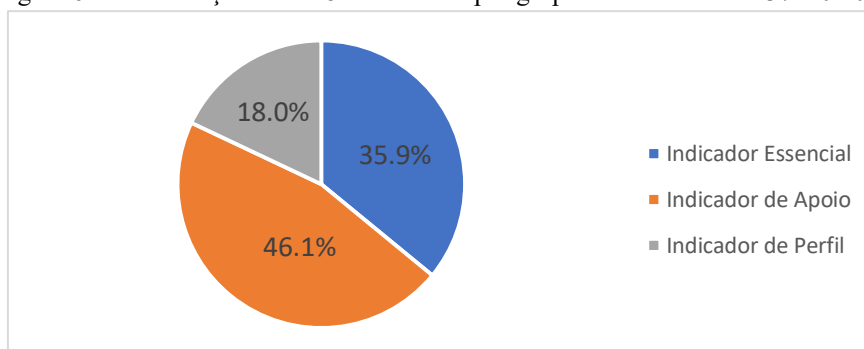
A resiliência urbana e a sustentabilidade apresentam uma relação intrínseca, uma vez que a capacidade de uma cidade enfrentar, adaptar-se e recuperar-se de adversidades climáticas está diretamente ligada ao nível de desenvolvimento sustentável que alcança. A coleta de dados e os cálculos das Notas 1 e 2 foram fundamentais para permitir a análise dessa relação, fornecendo subsídios para uma compreensão mais aprofundada da interação entre esses dois conceitos. Estima-se que aproximadamente 15% do tempo total da pesquisa tenha sido destinado à investigação específica dessa relação.

## **4 RESULTADOS**

#### 4.1 Indicadores selecionados com base na disponibilidade de informações

Dentre os 128 indicadores estabelecidos pela NBR ISO 37120, aproximadamente 46% estão classificados como indicadores de apoio, enquanto 36% pertencem à categoria de indicadores essenciais e os 18% restantes compõem os indicadores de perfil (Figura 6). Observa-se que os indicadores pertencentes às classes de apoio e essencial apresentam maior facilidade de acesso às informações, o que favorece sua utilização em análises de desempenho urbano e sustentabilidade.

Figura 6– Classificação dos 128 indicadores por grupos conforme NBR 37120:2021



Fonte: Alvares e Ventura (2024).

A Figura 7 apresenta a distribuição dos indicadores da NBR em relação aos ODS, considerando-se apenas os 102 indicadores diretamente vinculados aos ODS, excluindo-se os 26 que não possuem associação explícita. Verificou-se que o ODS 11, que trata de cidades e comunidades sustentáveis, concentra o maior número de indicadores, totalizando 34 indicadores, que representam 33,3% do total analisado. Em seguida, destacam-se os ODS 6 com 10%, o ODS 9 com 9%, e os ODS 3 e 4, ambos com 6%. Os demais ODS apresentaram participação inferior a 5%.

Foram identificados indicadores associados aos ODS 3 (Saúde e bem-estar), ODS 4 (Educação de qualidade), ODS 5 (Igualdade de gênero), ODS 6 (Água limpa e saneamento), ODS 8 (Trabalho decente e crescimento econômico), ODS 10 (Redução das desigualdades), ODS 11 (Cidades e comunidades sustentáveis) e ODS 14 (Vida na água).

Figura 7 – Representatividade dos 128 indicadores por ODS e não classificados por grupo pela NBR 37120



Fonte: Alvares e Ventura (2024).

Definições: ODS: 1(Erradicação da pobreza), 2(Fome zero e agricultura sustentável), 3(Saúde e bem-estar), 4(Educação de qualidade), 5(Igualdade de gênero), 6(Água potável e saneamento), 7(Energia limpa e acessível), 8(Trabalho decente e crescimento econômico), 9(Indústria, inovação e infraestrutura), 10(Redução das desigualdades), 11(Cidades e comunidades sustentáveis), 12(Consumo e produção responsáveis), 13(Ação contra a mudança global do clima), 14(Vida na água), 15(Vida terrestre), 16(Paz, justiça e instituições eficazes) e 17 (Parcerias e meios de implementação).

Quadro 7 – Descrição dos indicadores selecionados

ODS	INDICADORES			DESCRIÇÃO
	Ordem	Essencial	Apoio	
3	1	11.2		Números de leitos hospitalares por 100000 habitantes
	2	11.3		Número de médicos por 100000 habitantes
4	3	6.4		Relação estudante/professor no ensino primário
5	4	10.1		Porcentagem de mulheres eleitas em função do número total de eleitos na gestão da cidade
6	5	22.1		Porcentagem da população da cidade atendida por sistemas de coleta e afastamento de esgoto
	6	22.2		Porcentagem do esgoto da cidade que recebe tratamento centralizado
	7	22.3		Porcentagem da população da cidade com acesso a saneamento melhorado
	8	23.1		Porcentagem da população da cidade com serviço de abastecimento de água potável
	9	23.3		Consumo doméstico total de água per capita (litros/dia)
8	10	5.1		Taxa de desemprego da cidade (%)
10	11		13.3	Coefficiente de Gini da desigualdade
11	12	16.1		Porcentagem da população da cidade com coleta regular de resíduos sólidos (domiciliar)
14	13	16.2		Total de coleta de resíduos sólidos municipais per capita (tonelada/per capita)

Fonte: Alvares e Ventura (2024).

## **4.2 Uso de indicadores padronizados na UGRHI 12**

A Tabela 3 organiza os dados coletados nas plataformas digitais, enquanto a Tabela 4 apresenta esses mesmos dados após a etapa de normalização. Dos 128 indicadores definidos pela NBR, apenas 13 indicadores (equivalente a 10% do total) apresentaram dados disponíveis para análise até o momento. Dentre eles, a maioria pertence ao grupo de indicadores essenciais (92%), sendo os demais classificados como de apoio (8%). Embora o número de indicadores utilizados tenha sido reduzido, a continuidade das análises foi assegurada com base na relevância e na consistência das informações encontradas para os objetivos da pesquisa.

Valores mais próximos de 1 indicam maior proximidade do município em relação aos princípios de sustentabilidade e resiliência urbana. Assim, os municípios M1 e M11 (16,7%), com Nota 1 (média dos indicadores por município) inferior a 0,50, demonstraram limitações significativas frente aos desafios climáticos e estruturais. Os demais municípios (83,3%) apresentaram resultados entre 0,50 e 1,00, sugerindo avanços parciais nas dimensões avaliadas, ainda que persistam desafios que requerem planejamento estratégico e diálogo com a comunidade.

A Nota 2, que corresponde à média aritmética obtida entre os municípios para cada indicador, encontra-se apresentada na Tabela 4 e ilustrada na Figura 8. A partir desse resultado, foi possível identificar que cinco indicadores (40% do total analisado) obtiveram valores inferiores a 0,50, o que evidencia áreas críticas que demandam atenção prioritária. Tais resultados indicam a necessidade de ações mais incisivas no âmbito da gestão pública, especialmente no que tange à promoção da qualidade de vida, como condição indispensável para o fortalecimento da resiliência urbana e o avanço sustentável da região da bacia hidrográfica.

Os principais setores que evidenciaram fragilidades em relação ao desenvolvimento sustentável foram aqueles vinculados aos ODS 3 (Saúde e bem-estar), 5 (Igualdade de gênero), 6 (Água limpa e saneamento), 10 (Redução das desigualdades) e 14 (Vida na água). Esses domínios apresentaram os maiores desafios na trajetória para a sustentabilidade, refletindo a necessidade de intervenções mais robustas e políticas públicas direcionadas à sua mitigação.

O indicador considerado mais crítico foi o 23.3, referente ao consumo diário per capita de água. Esse indicador possui impacto direto nos serviços de saneamento básico, uma vez que níveis elevados de consumo demandam maior capacidade produtiva das

Estações de Tratamento de Água (ETAs), assim como do sistema de tratamento de esgoto associado. Dessa forma, torna-se imprescindível promover práticas de consumo consciente, minimizando o desperdício e incentivando o reaproveitamento dos recursos hídricos sempre que possível.

O indicador 6.4 foi obtido por meio da razão entre o número de alunos matriculados e o número de professores no ensino fundamental, refletindo a proporção entre estudantes e corpo docente nessa etapa educacional. Já os indicadores 11.2 (número de leitos hospitalares por 100.000 habitantes) e 11.3 (número de médicos por 100.000 habitantes) foram calculados a partir de dados originais expressos por mil habitantes. Para adequar à escala correta, os valores iniciais foram divididos por 100, garantindo a consistência e comparabilidade dos resultados.

Figura 8 – Nota 2, obtida pela média aritmética de cada indicador



Fonte: Alvares e Ventura (2024).

Definições: E 11.2: Números de leitos hospitalares por 100000 habitantes; E 11.3: Número de médicos por 100000 habitantes; E 6.4: Relação estudante/professor no ensino primário; E 10.1: Porcentagem de mulheres eleitas em função do número total de eleitos na gestão da cidade; E 22.1: Porcentagem da população da cidade atendida por sistemas de coleta e afastamento de esgoto; E 22.2: Porcentagem do esgoto da cidade que recebe tratamento centralizado; E 22.3: Porcentagem da população da cidade com acesso a saneamento melhorado; E 23.1: Porcentagem da população da cidade com serviço de abastecimento de água potável; E 23.3: Consumo doméstico total de água per capita (litros/dia); E 5.1: Taxa de desemprego da cidade (%); A 13.3: Coeficiente de Gini da desigualdade; E 16.1: Porcentagem da população da cidade com coleta regular de resíduos sólidos (domiciliar); E 16.2: Total de coleta de resíduos sólidos municipais per capita (tonelada/per capita).

Tabela 3 – Indicadores padronizados (dados de entrada) por município (M1 a M12)

ODS	Indicador	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	Xmín	Xmáx
3	E 11.2	0,00	0,04	0,02	0,03	0,03	0,00	0,00	0,03	0,01	0,02	0,04	0,03	0,00	0,04
	E 11.3	0,03	0,08	0,04	0,01	0,02	0,04	0,02	0,02	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	0,08
4	E 6.4	12,56	18,35	14,65	16,76	17,95	17,01	15,50	15,89	18,01	16,55	14,96	15,34	12,56	18,35
5	E 10.1	18,18	5,26	30,77	7,69	18,18	0,00	36,36	0,00	8,33	9,09	9,09	18,18	0,00	36,36
6	E 22.1	86,60	45,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	100,00	100,00	86,60	0,00	100,00
	E 22.2	100,00	100,00	96,13	100,00	99,99	100,00	90,96	100,00	98,91	89,73	100,00	98,57	89,73	100,00
	E 22.3	99,29	100,00	100,00	96,13	100,00	99,58	100,00	93,41	100,00	98,99	91,87	100,00	91,87	100,00
	E 23.1	98,57	100,00	100,00	96,13	100,00	99,99	100,00	90,96	100,00	98,91	89,73	100,00	89,73	100,00
	E 23.3	142,55	203,04	203,25	215,32	164,66	214,02	155,37	162,39	491,90	183,42	168,33	196,92	142,55	491,90
8	E 5.1	69,39	56,07	42,22	49,94	17,41	63,59	77,91	80,54	61,03	45,64	74,68	68,07	17,41	80,54
10	A 13.3	0,42	0,49	0,51	0,46	0,41	0,42	0,45	0,64	0,46	0,50	0,45	0,41	0,41	0,64
11	E 16.1	0,00	96,95	95,29	93,39	96,42	83,47	100,00	96,94	95,85	97,42	95,32	97,07	0,00	100,00
14	E 16.2	0,00	0,28	0,25	0,37	0,16	0,58	0,18	0,35	0,28	0,34	0,22	0,23	0,00	0,58

OBS: E: essencial A: apoio. Fonte: Alvares e Ventura (2024).

Tabela 4 - Indicadores normalizados, Nota 1 e Nota 2

ODS	Indicadores	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	Nota 2
3	E 11.2	0,00	1,00	0,46	0,76	0,80	0,00	0,00	0,61	0,34	0,56	0,90	0,63	0,51
	E 11.3	0,39	1,00	0,46	0,14	0,19	0,51	0,23	0,15	0,13	0,26	0,00	0,03	0,29
4	E 6.4	0,00	1,00	0,36	0,73	0,93	0,77	0,51	0,58	0,94	0,69	0,42	0,48	0,62
5	E 10.1	0,50	0,14	0,85	0,21	0,50	0,00	1,00	0,00	0,23	0,25	0,25	0,50	0,37
6	E 22.1	0,87	0,45	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,87	0,85
	E 22.2	1,00	1,00	0,62	1,00	1,00	1,00	0,12	1,00	0,89	0,00	1,00	0,86	0,79
	E 22.3	0,91	1,00	1,00	0,52	1,00	0,95	1,00	0,19	1,00	0,88	0,00	1,00	0,79
	E 23.1	0,86	1,00	1,00	0,62	1,00	1,00	1,00	0,12	1,00	0,89	0,00	1,00	0,79
	E 23.3	0,00	0,17	0,17	0,21	0,06	0,20	0,04	0,06	1,00	0,12	0,07	0,16	0,19
8	E 5.1	0,82	0,61	0,39	0,52	0,00	0,73	0,96	1,00	0,69	0,45	0,91	0,80	0,66
10	A 13.3	0,08	0,37	0,45	0,24	0,01	0,06	0,19	1,00	0,25	0,43	0,20	0,00	0,27
11	E 16.1	0,00	0,97	0,95	0,93	0,96	0,83	1,00	0,97	0,96	0,97	0,95	0,97	0,87
14	E 16.2	0,00	0,48	0,43	0,64	0,28	1,00	0,31	0,60	0,48	0,59	0,38	0,40	0,47
<b>Nota 1</b>		0,42	0,71	0,63	0,58	0,60	0,62	0,57	0,56	0,61	0,54	0,47	0,59	

Fonte: Alvares e Ventura (2024).

### **4.3 Análise da resiliência urbana e da sustentabilidade da área de estudo**

Um município resiliente é aquele que dispõe de planejamento estratégico e infraestrutura adequados para enfrentar, resistir e se recuperar de eventos climáticos extremos ou adversos. Essa capacidade está diretamente relacionada ao compromisso com a qualidade de vida da população, viabilizado por meio de políticas públicas integradas e eficazes, que priorizem o bem-estar social e ambiental.

No contexto da Agenda 2030, o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 11, que visa tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis, apresenta 34 indicadores, conforme estabelecido pela norma. Para esta análise, apenas dois indicadores foram considerados, devido à sua disponibilidade em bases digitais. Entre os 13 ODS selecionados para o estudo, destaca-se o ODS 6 (Água potável e saneamento), com cinco indicadores (38,5%) de fácil acesso para todos os municípios analisados, evidenciando sua relevância na avaliação da resiliência urbana.

A análise dos 12 municípios pertencentes à UGRHI 12 revela que apenas dois (16,7%) apresentam nota geral inferior a 0,50, o que os posiciona mais distantes da resiliência e sustentabilidade desejadas. Nove municípios (75,0%) obtiveram notas entre 0,50 e 0,65, indicando um desempenho intermediário, ainda com margem significativa para melhorias. Apenas um município (8,3%) superou a nota de 0,70, aproximando-se mais dos parâmetros ideais. Em termos gerais, todos os municípios avaliados demandam avanços nos serviços essenciais, como saúde, saneamento básico (abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana e gestão de resíduos sólidos), e na promoção da equidade social, especialmente por meio da geração de empregos e redução das desigualdades.

Mais da metade dos indicadores avaliados (54%) apresentaram Nota 2 superior a 0,50. Esse resultado aponta para áreas com potencial de desenvolvimento, destacando-se a saúde, a igualdade de gênero — como a presença de mulheres em cargos eletivos —, o consumo diário de água per capita e as desigualdades sociais, que exigem maior atenção e investimentos direcionados.

A promoção da saúde e do bem-estar está intrinsicamente ligada à qualidade e à eficiência dos serviços de saneamento básico. No entanto, esses serviços são particularmente vulneráveis a eventos climáticos extremos, como secas prolongadas e chuvas intensas, que comprometem o abastecimento de água, aumentam o risco de contaminação dos mananciais e elevam a incidência de doenças de veiculação hídrica. Essas situações impactam diretamente a qualidade de vida da população e agravam os

desafios enfrentados pelas gestões municipais.

Diante desse cenário, torna-se urgente a elaboração de um planejamento preventivo na escala regional, especialmente na Bacia do Baixo Pardo/Grande, com foco na melhoria dos indicadores analisados. Para isso, é fundamental estabelecer políticas públicas voltadas à segurança hídrica e à resiliência urbana, considerando as interações entre os ecossistemas naturais e o ambiente construído, além de implementar e monitorar sistematicamente indicadores de desempenho que orientem a tomada de decisão e a efetividade das políticas urbanas.

## **5 CONCLUSÃO**

A avaliação da resiliência urbana com base em indicadores de sustentabilidade demonstrou limitações, tais como a inconsistência na descrição dos indicadores e a indisponibilidade de dados atualizados em bases digitais. Essas dificuldades exigiram maior tempo para a análise e a padronização das informações, resultando em uma defasagem temporal de aproximadamente 1 a 2 anos nos dados utilizados.

Apesar dessas limitações, os indicadores selecionados foram essenciais para subsidiar a análise segundo o método proposto neste estudo. Foram considerados 13 indicadores, extraídos de bases digitais disponíveis, enquanto outros, dentre os 128 indicadores totais previstos, ainda estão em fase de desenvolvimento para futuras avaliações mais completas.

Os resultados obtidos não confirmaram integralmente a hipótese central da pesquisa — a de que os municípios da bacia hidrográfica analisada seriam sustentáveis e resilientes. Apenas um município atingiu nota geral superior a 0,70, o que contraria a expectativa de homogeneidade em termos de resiliência urbana. Esse resultado evidencia a necessidade de articulação entre os municípios enquanto entes integrados de uma mesma bacia, reforçando a importância do engajamento regional como estratégia para institucionalizar políticas públicas tangíveis, adequadas à realidade local e capazes de promover maior inclusão, segurança e sustentabilidade.

O monitoramento contínuo dos indicadores ao longo do tempo permitirá avaliar o desempenho e os esforços coletivos dos municípios rumo à resiliência climática no contexto urbano. Nesse sentido, esta pesquisa pode servir como uma ferramenta de apoio à gestão dos recursos hídricos e à promoção de estratégias sustentáveis em escala regional.

O maior desafio para os gestores públicos reside na manutenção de uma base de

dados atualizada e representativa da realidade local. Além disso, é fundamental que métodos como o proposto, baseados em indicadores mensuráveis, sejam incorporados como instrumentos permanentes de autoavaliação e apoio à tomada de decisão para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) até 2030.

Por fim, destaca-se a importância da participação popular nos processos decisórios. O envolvimento da sociedade em debates informados sobre o futuro das cidades fortalece a governança e amplia as possibilidades de adoção de modelos de gestão compartilhada. Tal abordagem é essencial para promover a construção de cidades mais justas, tecnológicas, solidárias e equânimes.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARES, Maria Eugênia Gonçalves. Avaliação da salubridade ambiental como fator de contribuição à gestão de resíduos sólidos urbanos. estudo de caso: Bacia Hidrográfica Baixo Pardo/Grande (SP). 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana (PPGEU). Universidade Federal de São Carlos, 2020.
- ALVARES, Maria Eugênia Gonçalves; VENTURA, Katia Sakihama. Avaliação da resiliência por indicadores de sustentabilidade em municípios da Bacia Hidrográfica Baixo Pardo/Grande. *Scientific Journal ANAP, [S. l.]*, v. 2, n. 11, 2024. Disponível em: <https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/anap/article/view/4909>. Acesso em: 25 maio. 2025.
- ANDRIES, Ana et al. Using data from earth observation to support sustainable development indicators: An analysis of the literature and challenges for the future. **Em Pauta: Sustainability**, v. 14, n. 3, p. 1191, 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 2021. NBR ISO 37120: Desenvolvimento sustentável de comunidades - Indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida. Rio de Janeiro, ABNT.
- BATISTA, M. E. M.; SILVA, T. C. da. O modelo ISA/JP indicador de performance para diagnóstico do saneamento ambiental urbano. **Em Pauta: Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 11, n. 1, p. 55-64, 2006
- BRAGA, T. M. et al. Índices de sustentabilidade municipal: o desafio de mensurar. **Em Pauta: Revista Nova Economia**, v. 14, n. 3, p. 11-33, 2004.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). MUNIC. Pesquisa de informações básicas municipais. 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/10586-pesquisa-de-informacoes-basicasmunicipais.html?=&t=downloads>. Acesso em: 20 jan. 2024.
- BRASIL. Nações Unidas Brasil. Objetivos dos Desenvolvimento Sustentável. 2024. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em 25 jan. 2024.
- CONESAN. Conselho Estadual de Saneamento do Estado de São Paulo, 1999. Manual Básico do ISA – Indicador de Salubridade Ambiental.

- COUTO, E. de A. et al. Indicadores de desenvolvimento sustentável ISO 37120: o Rio de Janeiro e o cenário latino-americano. **Em Pauta: Revista Ambiente & Sociedade**, v. 26, p. e01322, 2023.
- DE FÁTIMA MARTINS, M.; CÂNDIDO, G. A.. Sistemas de Indicadores de Sustentabilidade Urbana: Os desafios do processo de Mensuração, Análise e Monitoramento. **Sustainability in Debate**, v. 6, n. 2, p. 138-154, 2015.
- DIAS, M. C. BORJA, P. C. MORAES, L. R. S.. Índice de Salubridade Ambiental em áreas de ocupação espontâneas: um estudo em Salvador – Bahia. **Em Pauta: Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**. Joinville-SC, Vol. 9, nº 1, p. 82-92, jan/mar 2004.
- FERRO, L. H. R.; VENTURA, K. S.; REZENDE, D. Salubridade ambiental aplicada ao município de Rio Claro (SP): Diagnóstico e contribuições metodológicas. **Revista Científica ANAP Brasil**, v. 13, n. 30, 2020.
- GUIMARÃES, R. P.; FEICHAS, S. A. Q.. Desafios na construção de indicadores de sustentabilidade. **Em Pauta: Revista Ambiente & sociedade**, v. 12, p. 307-323, 2009.
- LINS, A. F.; DE MORAES, A. R.. Determinação do índice de salubridade ambiental no município de Guairá – PR., BRASIL. In: VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Campo Grande – MS. 2017.
- LUPEPSA, V. Z. et al. Índice de salubridade ambiental do município de Umuarama/PR com base nos dados do ano de 2016. **Em Pauta: Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão** (ISSN: 2525-4782), v. 3, n. 4, 2018
- ICI. Insitute Cidades Inteligentes. Mudanças climáticas e a importância de cidades resilientes. Curitiba. Disponível em: <https://www.ici.curitiba.org.br/artigo/mudancas-climaticas-e-a-importancia-de-cidades-resilientes/221>. Acesso em: 30 jan. 2024.
- KOBREN, J. C. P. et al. Aplicação do indicador de salubridade ambiental (ISA) no município de Porto Rico, PR. **Em Pauta: Revista Mundi Meio Ambiente e Agrárias** (ISSN: 2525-4790), v. 4, n. 1, 2019.
- LIMA, A. S. C. et al. Indicador de salubridade ambiental em 21 municípios do estado de Goiás com serviços públicos de saneamento básico operados pelas prefeituras. **Em Pauta: Engenharia Sanitária e Ambiental**, 2019, 24.3: 439-452.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos da Metodologia Científica**. São Paulo: Editora Atlas, 2003. Disponível em: [https://docente.ifrn.edu.br/olivianeta/disciplinas/copy\\_of\\_historia-i/historia-ii/china-e-india](https://docente.ifrn.edu.br/olivianeta/disciplinas/copy_of_historia-i/historia-ii/china-e-india). Acesso em: 23 jan. 2024.
- MONTENEGRO, M. HF et al. ISA/BH: uma proposta de diretrizes para construção de um índice municipal de salubridade ambiental. In: CONGRESSO Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2001.
- OECD. 2008. *Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide*. Organisation for Economic Co-operation and Development.
- REZENDE, Danilo. Avaliação da salubridade ambiental como fator de contribuição à gestão de recursos hídricos na porção noroeste da bacia do Rio Pardo (SP). 2020. Dissertação

(Mestrado em Engenharia Urbana). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana (PPGEU). Universidade Federal de São Carlos, 2020.

ROCHA, L. A et al.. Indicador de salubridade ambiental para Campina Grande, PB: adaptações, desenvolvimentos e aplicações. **Em pauta:** Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 24, n. 2, p. 315-326, 2019.

SÃO PAULO. Governo do Estado de São Paulo. Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídrico (2004-2007). Disponível em: <<https://sigrh.sp.gov.br/cbhbpq/apresentacao>> Acesso em: 20 jan. 2024.

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

SIEBERT, C.. Resiliência urbana: planejando as cidades para conviver com fenômenos climáticos extremos. In: VI Encontro Nacional da Anppas Belém-PA Set, 2012.

SOTTO, D. et al. Sustentabilidade urbana: dimensões conceituais e instrumentos legais de implementação. **Em pauta:** Estudos Avançados, v. 33, p. 61-80, 2019.

UFRPE. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Guia para Elaboração de Indicadores. Disponível em: [http://www.proplan.ufrpe.br/sites/ww2.proplan.ufrpe.br/files/Guia%20para%20elabora%C3%A7%C3%A3o%20de%20Indicadores%20-%20orienta%C3%A7%C3%B5es\\_0.pdf](http://www.proplan.ufrpe.br/sites/ww2.proplan.ufrpe.br/files/Guia%20para%20elabora%C3%A7%C3%A3o%20de%20Indicadores%20-%20orienta%C3%A7%C3%B5es_0.pdf). Acesso em: 30 jan. 2024.

UNITED NATIONS (2022). Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2022). World Urbanization Prospects: The 2022 Revision (ST/ESA/SER.A/420 [online]). United Nations. Disponível em: <https://population.un.org/wpp/Graphs/DemographicProfiles/Line/900>. Acesso em 25 jan. 2024.

VIEIRA, I. C. G.. Abordagens e desafios no uso de indicadores de sustentabilidade no contexto amazônico. **Em Pauta:** Revista Ciência e Cultura, v. 71, n. 1, p. 46-50, 2019.

WITTEN, I. H.; FRANK, E. **Data mining: practical machine learning tools and techniques**. Morgan Kaufmann Publishers: Second Edition by Elsevier. São Francisco. 2005. Disponível em: [https://academia.dk/BiologiskAntropologi/Epidemiologi/DataMining/Witten\\_andFrank\\_DataMining\\_Weka\\_2nd\\_Ed\\_2005.pdf](https://academia.dk/BiologiskAntropologi/Epidemiologi/DataMining/Witten_andFrank_DataMining_Weka_2nd_Ed_2005.pdf). Acesso em: 24 jan. 2023

Yin, R. K. (2009). Case study research: Design and methods (4th Ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.

## **4 CAPÍTULO IV - Elaboração de método para avaliação da sustentabilidade, vulnerabilidade e resiliência urbana. Estudo de caso: Bacia Hidrográfica Baixo Pardo/Grande (SP)**

### **RESUMO**

O aumento populacional nas áreas urbanas tem causado problemas na infraestrutura dos serviços e nos setores que compõem uma cidade. Para melhorar o planejamento e a gestão desses serviços é necessário oferecê-los igualmente para todos. O objetivo deste trabalho foi elaborar um método de avaliação da sustentabilidade, da vulnerabilidade e da resiliência urbana através de indicadores selecionados da ABNT NBR 37120/2021 e do Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC). Foi realizada uma busca em bases de dados digitais e foram encontrados 41 indicadores da NBR (32% do total). Porém, devido à dificuldade de obter todos os indicadores, alguns foram excluídos e, portanto, foram acrescentados novos indicadores do IDSC. O método elaborado foi o nomeado de Índice da Sustentabilidade, Vulnerabilidade e Resiliência Urbana (ISVRU). É composto por 51 indicadores (41 da NBR e 10 do IDSC), classificados nos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável e mensurado por meio de uma equação. A elaboração de um modelo de avaliação é um trabalho minucioso pois é necessário buscar e selecionar indicadores aplicáveis em nível municipal e disponíveis nas bases digitais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Modelo. Indicadores. Municípios.

## **1 INTRODUÇÃO**

### **1.1 Contexto Urbano na Análise da Salubridade e Sustentabilidade Regional**

Em 1958, no Brasil, o Conselho Nacional de Saneamento solicitou providências para solucionar os problemas do saneamento nas cidades brasileiras. Sendo assim, utilizando o Plano de Salubridade do Brasil, o conselho propôs resoluções para reduzir as epidemias e endemias causadas por doenças relacionadas à insalubridade do meio (CNS, 1998).

O aumento populacional urbano causa alterações no meio físico e uma série de desafios como a carência de infraestrutura dos serviços de saneamento básico, desigualdade social, educação, poluição do solo e dos recursos hídricos, saúde e redução das áreas de florestas. Além disso, causa grandes impactos de destruição da

biodiversidade, ecossistemas, desmatamento desordenado, contaminação dos rios e dos solos, escassez de água potável causando um desequilíbrio social e ambiental (Santos de Almeida et. al, 2023). Nesse contexto, normas e modelos foram elaborados para avaliar e melhorar as condições das cidades, como acesso ao saneamento básico, moradias em locais regulares, transporte público eficiente, saúde e educação.

Esse cenário tem despertado preocupação nos órgãos públicos e nos pesquisadores que compreendem a necessidade de promover políticas públicas para a redução da degradação ambiental e, conseqüentemente da melhoria da salubridade ambiental (Braga *et. al*, 2022). Com o objetivo de melhorar a gestão e o planejamento das cidades para promover serviços igualitários, propõe-se o uso de indicadores para avaliar os serviços, a infraestrutura e a qualidade de vida da população. Desta forma, pode-se identificar as características de um sistema e entender as relações entre as diferentes variáveis envolvidas nesse sistema, tornando a comunicação das informações visível e perceptível (Hanai e Espíndola, 2011).

É importante ressaltar que, tanto no planejamento quanto na implementação de políticas públicas de desenvolvimento sustentável é necessário modelos inovadores de colaboração entre o governo e a sociedade, como também o envolvimento de empresas (De Albuquerque *et. al*, 2023, p.07).

## **1.2 Aspectos Gerais da Sustentabilidade, Vulnerabilidade e Resiliência Urbana**

O conceito de desenvolvimento sustentável é discutido desde 1972 nas discussões sobre o meio ambiente em Estocolmo. Porém, em 1987 no Relatório de Brundtland “O nosso futuro comum” na Comissão Mundial para o Ambiente e o Desenvolvimento, foi definido como “desenvolvimento que responde às necessidades do presente sem comprometer a capacidade de resposta das gerações futuras às suas próprias necessidades”. Essa definição destaca três pilares: ambiental, econômico e social (World Commission on Environmental and Development, 1987, p. 15).

A sustentabilidade ambiental está relacionada a preservação dos recursos naturais e do meio ambiente na busca pela redução dos impactos negativos causados pelas ações humanas. O pilar econômico tem o objetivo de promover um desenvolvimento econômico equilibrado a fim de reduzir as desigualdades e promover a inclusão. Por fim, a sustentabilidade social que garante o bem-estar, a justiça social e a qualidade de vida para todos (World Commission on Environmental and Development, 1987). Além disso, é considerada a condição para enfrentar as mudanças climáticas e se adaptar as

necessidades comuns e individuais de cada comunidade e de cada população que vivem no Brasil (Brasil, 2009).

Desta forma, a sustentabilidade é considerada um conceito dinâmico, sendo necessário considerar as necessidades das pessoas em um cenário de constantes expansões e mudanças (Sachs, 1996). Sendo assim, o conceito de sustentabilidade requer uma interação entre as questões ambientais e as questões urbanas, independentemente do local (município, região, aglomerado) a sustentabilidade deve ser para o bem-estar da população e não apenas do indivíduo (Araújo, 2006).

Considerando que a sustentabilidade tem o objetivo de promover um equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a preservação do meio ambiente, esse equilíbrio é regularmente desorganizado pelos contextos de vulnerabilidade social, onde as populações marginalizadas sofrem diariamente maiores exposições a riscos ambientais e a exclusão dos serviços urbanos.

O conceito de vulnerabilidade social não possui uma definição única e consolidada na literatura, para alguns autores a vulnerabilidade é a fragilidade em relação à pobreza como também as dimensões da pobreza (IPEA, S/D). Segundo o Banco Mundial, a vulnerabilidade pode ser compreendida como “a relação entre pobreza, risco e esforços para gerenciar o risco” (World Bank, 2001, p. 1).

O termo pode ser definido como uma condição resultante de diversos fatores, caracterizada pela capacidade limitada do indivíduo de se proteger ou de se defender dos riscos e incertezas aos quais foi exposto (United Nations, 2003). Para a ONU (2003), a vulnerabilidade não se limita apenas à pobreza, mas também a fatores físicos, ambientais, socioeconômicos e políticos. Ademais, uma população ou grupo é considerada em estado de vulnerabilidade social quando se sentem impotente diante das forças da natureza (Freitas e Ximenes, 2012).

A vulnerabilidade no Brasil está diretamente relacionada a urbanização, pois essa mudança ocorreu rapidamente em poucas décadas e a infraestrutura urbana não acompanhou esse crescimento. A falta de planejamento e a urbana e de uma política econômica mais igualitária contribui para a ocorrência de alguns problemas como a concentração de riquezas e o aumento das desigualdades (Malta; Costa; Magrini, 2017).

Segundo o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), “a vulnerabilidade é diferente do risco. A base etimológica da palavra advém do verbo latino ‘ferir’. Enquanto que o risco implica a exposição a perigos externos em relação aos quais as pessoas têm um controle limitado, a vulnerabilidade mede a capacidade de combater a

tais perigos sem que se sofra, a longo prazo, uma potencial perda de bem-estar” (PNUD, 2007, p. 78).

Portanto, baseado na definição proposta pelo PNUD, compreender e mensurar a vulnerabilidade social é fundamental para a formulação de políticas públicas eficazes e inclusivas, relacionadas à promoção da justiça social e ao desenvolvimento sustentável nas cidades.

Outro conceito relacionado às cidades é a resiliência urbana. “A resiliência urbana é a capacidade das cidades de antecipar, prevenir, absorver e recuperar-se de choques e tensões, melhorando estruturas e funções básicas essenciais, enquanto integram os diferentes aspectos da urbanização, sustentabilidade, desenvolvimento e mudanças climáticas” (UM-HABITAT, S/D).

É importante considerar a resiliência na elaboração de métodos compostos por indicadores pois auxiliam os gestores no monitoramento dos riscos, permitindo que os mesmos encontrem medidas e tomem decisões para aumentar a capacidade de comandar as vulnerabilidades e as ameaças encontradas (Hiete et al, 2012). Os indicadores de resiliência contribuem para as políticas públicas relacionadas aos riscos de desastres (Cutter, Ash e Emrich, 2014). Para a ONU, a resiliência urbana apresenta características como Infraestrutura adaptativa, Governança participativa, Gestão de riscos integrada, Diversidade econômica e social e Capacidade de inovação e aprendizado (ONU-HABITAT, 2012).

Neste sentido, os instrumentos para a sustentabilidade, a vulnerabilidade e a resiliência existem, porém são poucos municípios que os conhecem. Além disso, são desconhecidos pela população, impedindo e dificultando a aplicação.

São muitos os desafios encontrados pelos municípios para atingir a sustentabilidade e a resiliência e para reduzir a vulnerabilidade urbana. Portanto, com a finalidade de promover e acelerar o desenvolvimento sustentável e auxiliar os municípios, a Agenda 2030 organizou 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) composto por 169 indicadores dos diferentes aspectos econômicos, sociais, ambientais, políticos e culturais (ONU, 2015). Além desses objetivos, baseados em outros modelos, como o Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC) e a NBR 37120/2021 foi proposto um modelo de avaliação e mensuração para superar os desafios e melhorar a qualidade de vida da população, relacionando a sustentabilidade, a vulnerabilidade e a resiliência urbana.

### **1.3 Modelos e Métodos para a Avaliação da Sustentabilidade, Vulnerabilidade e Resiliência Urbana**

Desde o final da década de 80, tem surgido várias iniciativas na construção de índices e indicadores em escala nacional. Todas essas iniciativas tem o objetivo de contribuir na formulação de políticas para monitorar os avanços nos acordos internacionais e orientar nas decisões dos gestores públicos e das empresas privadas (Braga, 2006).

Neste sentido, a NBR ISO 37120/2021 é uma norma técnica brasileira que propõe uma metodologia para mensurar e avaliar a qualidade de vida e o desempenho dos serviços urbanos.

Esta norma é composta por 128 indicadores de sustentabilidade urbana abrangendo áreas da educação, economia, saúde, igualdade, saneamento básico, segurança, finanças, entre outras (ABNT, 2021). Os resultados obtidos a partir da aplicação dos indicadores podem ser utilizados para propor políticas públicas orientando e melhorando os serviços urbanos e a qualidade de vida da população. Entretanto, a NBR é recente e, por isso, não há estudo suficiente neste campo.

Existe uma procura constante para estabelecer uma relação entre a sustentabilidade, a sociedade, a economia e o meio ambiente, por meio da implementação de políticas públicas principalmente nos grandes centros urbanos brasileiros. Esse comportamento é um reflexo do cenário mundial que busca formas de mensurar a sustentabilidade (DE ALBUQUERQUE *et. al*, 2023, p.02).

Além da NBR ISO 37120, como método de avaliação das cidades, tem-se o Indicador de Salubridade Ambiental (ISA), Índice Paulista de Vulnerabilidade Social, Índice de Vulnerabilidade da Saúde da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, o Índice de Vulnerabilidade Social do Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas e o Índice de Vulnerabilidade Municipal da Fundação Oswaldo Cruz, o Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC), o Índice de Prosperidade (CPI), o Consulta Cidades Sustentáveis, o Observatório Urbano Global, o Programa Cidades Sustentáveis, o Indicadores do Desenvolvimento Sustentável (IDS), o Programa Município Verde Azul (PMVA) e o Observatório de Fortaleza. Esses modelos são compostos por indicadores qualitativos e quantitativos, porém, alguns indicadores apresentam-se indisponíveis a nível municipal e nas bases de dados digitais. Essa ausência de indicadores prejudica o planejamento futuro e dificulta a mensuração do nível de sustentabilidade e resiliência dos municípios.

O Índice de Vulnerabilidade Econômica e Ambiental (IVE) foi elaborado em 2000, porém, em 2005, foi revisado. Desde então, tem sido utilizado pelo Comitê das Nações Unidas para a Política de Desenvolvimento (UNCP) para identificar e classificar países menos desenvolvidos.

Para a elaboração de um método de avaliação, é necessário organizar os indicadores e selecioná-los a partir de critérios pré estabelecidos. Além disso, na estruturação da equação, deve-se decidir os pesos de cada um e o modelo de cálculo matemático que será aplicado. A Média Aritmética é uma medida de tendência central utilizada para representar em um único valor numérico um conjunto de dados (Morettin, 2017).

A Média Aritmética pode ser classificada em Simples ou Ponderada. A Média Aritmética Simples é o resultado da soma dos elementos do conjunto dividido pela quantidade de elementos (Morettin, 2017). A Média Aritmética Ponderada, também é calculada por um quociente, porém, as variáveis são multiplicadas pelos respectivos pesos e dividido pela somatória desses pesos (Magina *et. al*, 2010).

Desse modo, a elaboração e a aplicação de indicadores são instrumentos importantes para avaliar as cidades e orientar nas políticas públicas para melhoria do meio. Instrumentos como a NBR 37120/2021 e os outros índices mencionados contribuem para essa avaliação, porém, enfrentam limitações e dificuldades. A escolha dos indicadores e o uso de métodos estatísticos adequados, como a média aritmética e a média ponderada, auxiliam no fortalecimento dessas análises.

#### **1.4 Limitações na Proposição de Indicadores e Elaboração de Índice Quantitativo**

Muitas dificuldades são encontradas na construção de métodos compostos por indicadores, como a formulação conceitual correta, a tradução das variáveis, a obtenção de dados confiáveis e o tratamento estatísticos dos dados coletados. Além disso, a escolha das variáveis, muitas vezes, é realizada diante da disponibilidade das informações e não em função do conceito da sustentabilidade (Braga, 2006).

A construção de um índice se sustenta na produção de indicadores (Malta; Costa; Magrini, 2017), definidos como uma medida quantitativa utilizada para quantificar, medir, substituir ou operacionalizar um conceito abstrato (Januzzi, 2012).

Os índices qualitativos contribuem para a mensuração dos serviços, mas apresentam limitações, como a subjetividade pois as experiências dos pesquisadores podem interferir na elaboração do método e comprometer os resultados. O alcance é

restrito porque são construídos baseado em contextos específicos e amostragens em pequenas escalas. E a ausência de padronização na elaboração de índices, comprometendo o nível de confiança (Johnson; Adkins; Chauvin, 2020). Além disso, é importante observar que um único indicador não é suficiente para representar uma análise de uma região ou município, sendo necessário combinar modelos e indicadores. Na esfera municipal, observa-se uma falta nos sistemas de indicadores, pois a maioria dos indicadores foi elaborado para grandes cidades e países, prejudicando e dificultando a análise e mensuração da sustentabilidade em pequenas cidades (Silva *et. al*, 2024).

Além disso, uma outra limitação da pesquisa é em relação a necessidade de atualização anual dos dados (Ferentz; Garcias, 2020). Essa desatualização dos dados é uma das fragilidades do uso de indicadores, pois dificulta a análise dos resultados, uma vez que cada valor numérico foi coletado em anos diferentes, comprometendo a pontuação final.

## **2 OBJETIVO**

O objetivo deste trabalho foi elaborar um método de avaliação da sustentabilidade, da vulnerabilidade e da resiliência urbana para posteriormente, aplicá-lo nos municípios da Bacia Hidrográfica Baixo Pardo/Grande (SP).

## **3 METODOLOGIA**

Foi realizada uma pesquisa quantitativa e a metodologia foi dividida em cinco etapas (Quadro 01). “A pesquisa quantitativa segue com rigor de estudo a um plano previamente estabelecido, com hipóteses e variáveis definidas pelo estudioso. Ela visa enumerar e medir eventos de forma objetiva e precisa” (Proetti, 2018, p.02).

O levantamento dos dados foi realizado em bases de dados primárias (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento Básico – SINISA, entre outros) pois coletou-se dados estatísticos. Posteriormente a coleta dos dados, realizou-se a elaboração dos dados seguindo as consecutivas etapas: seleção, codificação e tabulação (Marconi e Lakatos, 2003, p. 159).

Para as autoras (Marconi e Lakatos, 2003), a seleção é o exame minucioso dos dados, devendo o pesquisador realizar críticas afim de detectar falhas e erros para evitar prejuízos nos resultados da pesquisa. Na sequência, foi realizada uma codificação para categorizar os dados transformando-os em símbolos para posteriormente serem tabulados.

A tabulação dos dados é a disposição e organização em tabelas, possibilitando maior facilidade de interpretação e análise (Marconi e Lakatos, 2003).

Para obter um conjunto de indicadores úteis na esfera municipal e regional, foram utilizados os critérios de seleção C1 e C2 (Quadro 8 e Figura 9).

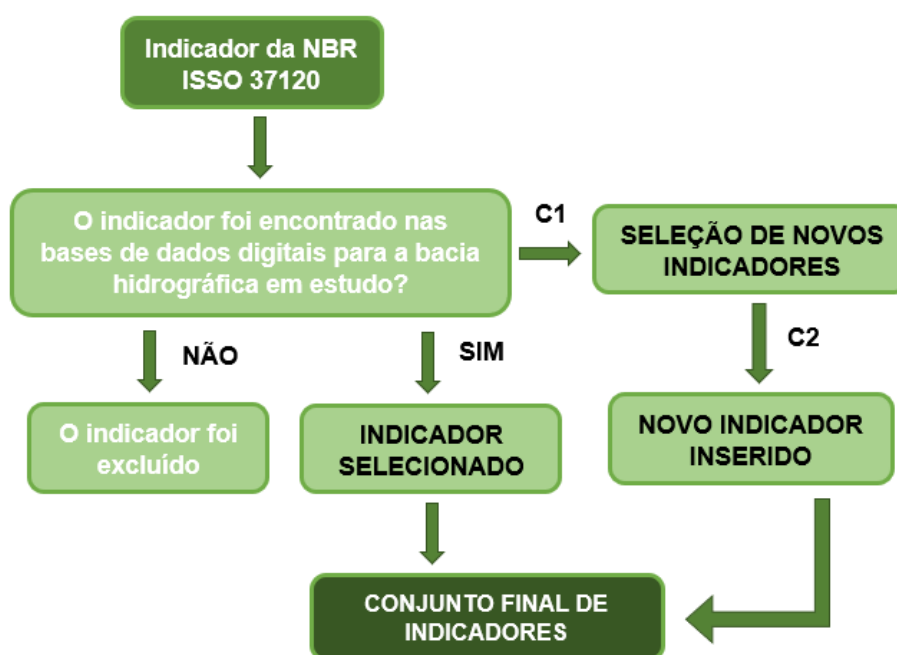
Para definir os pesos de cada indicador, primeiramente os ODS foram organizados e classificados em três categorias: Sustentabilidade, Vulnerabilidade e Resiliência Urbana. Essa classificação baseou-se na descrição dos ODS de acordo com as informações contidas na Organização das Nações Unidas (ONU BRASIL, 2025).

Quadro 8 – Descrição das etapas metodológicas

ETAPAS METODOLÓGICAS	DESCRIÇÃO
<b>1 – Levantamento e obtenção dos indicadores da NBR 37120/2021</b>	A busca e coleta dos indicadores foi realizada em bases de dados digitais como Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE), sites de Câmaras Municipais, Sistema Nacional sobre Saneamento (SNIS), Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL), Secretaria de Meio Ambiental, Infraestrutura e Logística de São Paulo (SEMIL), Teleco, DataSus, entre outros.
<b>Aplicação o Critério de Seleção (C1)</b>	O critério de seleção utilizado foi buscar indicadores com a mesma descrição ou com a descrição similar. Como base para a seleção e substituição dos indicadores foi utilizado os Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades.
<b>2 – Tabulação dos indicadores encontrados nas bases de dados digitais</b>	Os indicadores encontrados foram organizados em tabelas.
<b>3 – Exclusão dos indicadores</b>	Os indicadores não encontrados foram excluídos do método. A busca pelos indicadores foi intensa e imersiva, porém, muitos deles não se encontram disponíveis digitalmente, sendo um dos critérios da exclusão. Outro critério, é que muitos municípios não possuem avaliação de determinados indicadores devido o porte e a ausência de alguns serviços.
<b>4 – Levantamento e inclusão de indicadores complementares</b>	Devido à ausência de indicadores em alguns ODS, foi realizada uma busca por novos indicadores e consequentemente, foram inseridos no método para contemplar todos os 17 ODS. Utilizou-se como base os indicadores do Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC) para completar todas as áreas e serviços urbanos.
<b>Aplicação o Critério de Seleção (C2)</b>	Após a aplicação do C1, para esses indicadores selecionados foi realizada a busca dos dados para a bacia hidrográfica em estudo, nas bases de dados digitais. Os indicadores encontrados foram selecionados, os demais, foram excluídos.
<b>5 – Estruturação do modelo de avaliação</b>	O método foi elaborado a partir da organização e definição dos pesos de cada indicador e de cada ODS.

Fonte: elaboração própria.

Figura 9 – Seleção e composição de indicadores



Fonte: elaboração própria.

Conforme apresentado, o processo de seleção dos indicadores iniciou-se com a NBR 37120/2021, verificando a disponibilidade de cada um em bases de dados digitais. Na sequência foram aplicados os critérios de seleção C1 e C2 para finalização da formação do conjunto de indicadores.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Levantamento e obtenção dos indicadores da NBR 37120/2021

A NBR 37120/2021 é composta por 128 indicadores, dos quais selecionou-se 41 (32%) desta norma, organizados e separados nos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) (Quadro 9).

Observa-se que os ODS 1 (Erradicação da Pobreza), 12 (Consumo e Produção Responsáveis), 13 (Ação contra a Mudança Global do Clima), 15 (Vida Terrestre) e 17 (Parcerias e Meios de Implementação) não foram contemplados nesta 1ª seleção.

Quadro 9 – Resultado da seleção dos indicadores da NBR 37120/2021

ODS	INDICADOR	OBSERVAÇÃO/DESCRIÇÃO	FONTE/ANO
2	Total da área agrícola urbana por 100 000 habitantes	Relação entre a área plantada (hectares) e a população total do município	IBGE/2022
	Número de leitos hospitalares por 100 000 habitantes	Relação do número de leitos pela população	SEADE/2023
3	Número de médicos por 100 000 habitantes	O indicador disponível é por 1000 habitantes, foi realizado o cálculo para 100000	SEADE/2023
	Taxa de mortalidade de crianças menores de cinco anos a cada 1000 nascidos vivos	Mortalidade infantil (óbitos por 1000 nascidos vivos)	IBGE/2022
	Número de pessoas da equipe de enfermagem e obstetrícia por 100 000 habitantes	Relação entre a quantidade de enfermeiros e médicos obstetras pela população	SEADE/2023
4	Porcentagem de estudantes com ensino primário completo: taxa de sobrevivência	Taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade	IBGE/2021
	Relação estudante /professor no ensino primário	Relação entre a quantidade de alunos matriculados pela quantidade de professores	IBGE/2021
5	Porcentagem de mulheres eleitas em função do número total de eleitos na gestão na cidade	Relação entre a quantidade de mulheres eleitas e o total de eleitos (vereadores e prefeitos)	Câmaras municipais/2023
6	Porcentagem da população da cidade atendida por sistema de coleta e afastamento de esgoto	Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água (%)	SINISA/2022
	Porcentagem do esgoto da cidade que recebe tratamento centralizado	Índice de tratamento de esgoto (%)	SINISA /2022
	Porcentagem da população da cidade com serviço de abastecimento de água potável	Indicador de atendimento urbano de água (%)	SINISA /2022
	Consumo doméstico total de água per capita (litros/dia)	Consumo médio per capita de água (L. Hab /Dia)	SINISA /2022
	Porcentagem de perdas de água (água não faturada)	Índice de perdas na distribuição (%)	SINISA /2022
7	Consumo final total de energia per capita (GJ/ano)	Consumo de energia elétrica por residência/ano	Dados Energéticos - CPFL/2020
	Porcentagem de habitantes da cidade com fornecimento regular de energia elétrica (residencial)	Quantidade de ligações residenciais	SEMIL/2020
	Consumo final de energia de edifícios públicos por ano (GJ/m <sup>2</sup> )	Soma dos valores do consumo do poder público e serviço público	SEMIL/2020
	Consumo de energia elétrica da iluminação de vias públicas por quilômetro de via iluminada (KWh/ano)	Consumo de energia elétrica iluminação público (KWh/ano)	SEMIL/2021
8	Taxa de desemprego da cidade	Total do pessoal ocupado dividido pelo total da população (homens e mulheres) de 20 a 64 anos	IBGE/2021
	Número de empresas por 100 000 habitantes	Total de empresas em cada município	EMPRESAS E NEGOCIOS - GOV – MAIO/2024
9	Número de acessos à internet por 100 000 habitantes	Total de acessos à internet	TELECO/MARÇO 2023
	Número de acessos à telefonia móvel por 100 000 habitantes	Total de acessos à telefonia móvel	TELECO/MARÇO 2023

Quadro 9 – Resultado da seleção dos indicadores da NBR 37120/2021 (continuação)

ODS	INDICADOR	OBSERVAÇÃO/DESCRIÇÃO	FONTE/ANO
10	Participação dos eleitores nas últimas eleições municipais (como porcentagem de eleitores registrados)	Comparecimento nas eleições (%)	TSE/2022
	Porcentagem da população da cidade vivendo em moradias inadequadas	Porcentagem de domicílios com estrutura degradada ou inacabada	IBGE/2022
	Coefficiente de Gini da desigualdade	Coefficiente de Gini	DATASUS/2010
11	Porcentagem da população da cidade com coleta regular de resíduos sólidos (domiciliar)	Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de rdo em relação a população total do município (%)	SINISA /2022
	Área verdes (hectares) por 100 000 habitantes	Cobertura vegetal em hectares	Inventário Florestal do Estado de SP
	Relação emprego/habitação	População ocupada (%)	IBGE/2021
14	Total de coleta de resíduos sólidos municipais per capita	Massa de resíduos domiciliares e públicos (rdo+rpu) coletada per capita em relação à população total atendida pelo serviço de coleta (kg.hab.dia x 365 / 100)	SINISA /2022
	Porcentagem de resíduos sólidos urbanos que são reciclados	Taxa de recuperação de materiais recicláveis (exceto matéria orgânica e rejeitos) em relação a quantidade total (rdo + rpu) coletada (%)	SINISA /2023
16	Número de eleitores registrados como porcentagem da população com idade para votar	Eleitorado Apto	TSE/2022
	Número de homicídios por 100 000 habitantes	Quantidade de homicídios	Ministério da Saúde/2022
Não ODS *	Renda familiar média	Quantidade de salários mínimos multiplicado pelo salário mínimo do ano referente	IBGE/2021
	Produto da cidade per capita	PIB per capita	IBGE/2021
	Número total de domicílios	Total de domicílios por município	IBGE/2022
	Pessoas por domicílios	Média de moradores em domicílios particulares permanentes ocupados: Razão entre a quantidade de moradores em domicílios particulares permanentes ocupados e a quantidade de domicílios particulares permanentes ocupados	IBGE/2022
	Variação populacional anual	Taxa anual de crescimento	IBGE/2022
	Porcentagem de resíduos sólidos urbanos tratados em usinas de geração de energia a partir de resíduos	Índice de recuperação de resíduos (IRR)	SINIR/2019
	Número de automóveis privados per capita	Frota nacional de veículos (tabelas)	Ministério dos Transportes/2023
	Número de veículos motorizados de duas rodas per capita	Frota nacional de veículos (tabelas)	Ministério dos Transportes/2023
	Densidade populacional (por quilômetro quadrado)	Densidade demográfica (hab/km <sup>2</sup> )	IBGE/2022
Número de árvores por 100 000 habitantes	Arborização de vias públicas (%)	IBGE/2010	

\*Não ODS: não classificados por ODS.

Fonte: elaboração própria, adaptado da NBR 37120/2021.

## 4.2 Exclusão dos indicadores da NBR 37120/2021

Embora muitos indicadores estivessem disponíveis em níveis estadual ou federal, 86 deles (67,2%) foram excluídos baseados nos critérios definidos para a seleção dos indicadores, uma vez que a análise foi considerada em escala municipal.

Cabe observar que os ODS contemplados no Quadro 10 são aqueles não contidos no Quadro 9, além de outros definidos durante o levantamento. Além disso, a NBR 37120/2021 não classifica alguns indicadores nos ODS (Quadro 11).

Quadro 11 – Indicadores não classificados em ODS da NBR 37120/2021

INDICADORES NÃO CLASSIFICADOS EM ODS	
Porcentagem dos impostos arrecadados em função dos impostos cobrado	Espaço habitável (por metro quadrado) por pessoa
Número anual de estadias (pernoites) de visitantes por 100 00 habitantes	Taxa de residência secundária
Conectividade aérea (número de partidas de voos comerciais sem escalas)	Domicílios para locação residencial como porcentagem do total de domicílios
Taxa anual de inflação baseada na média dos últimos cinco anos	Porcentagem da população que é estrangeira
Graus-dia de aquecimento	Porcentagem da população que são novos imigrantes
Graus-dia de resfriamento	Porcentagem de não cidadãos da população da cidade
Orçamento bruto de custeio per capita	Números de estudantes universitários por 100 000 habitantes
Orçamento bruto de capital per capita	Densidade de urbanização
Taxa de desocupação	

Fonte: elaboração própria.

A ausência de indicadores na esfera municipal compromete a análise e a precisão da utilização de métodos, dificultando a visualização das carências e dos desafios que as cidades enfrentam. Dessa forma, os modelos propostos devem priorizar as avaliações em escalas municipais a fim de promover melhorias nos serviços e na qualidade de vida da população.

Quadro 10 – Exclusão dos indicadores da NBR 37120/2021

ODS	DESCRIÇÃO	ODS	DESCRIÇÃO	ODS	DESCRIÇÃO
1	Porcentagem da população da cidade vivendo abaixo da linha internacional da pobreza	9	Duração média de interrupção do fornecimento de energia elétrica em horas por domicílios por ano	11	Número de instituições de cultura e instalações esportivas por 100 000 habitantes
	Porcentagem da população da cidade vivendo abaixo da linha nacional da pobreza		Quilômetros de sistema de transporte público por 100 000 habitantes		Porcentagem do orçamento municipal alocado para instalações culturais e esportivas
2	Quantidade de alimentos produzidos localmente como porcentagem do total de alimentos fornecidos à cidade	Duração média de interrupção de abastecimento de água, em horas por domicílio por ano	Número anual de eventos culturais por 100 000 habitantes (por exemplo, exposições, festivais, concertos)		
	Porcentagem da população da cidade desnutrida	Concentração de material particulado fino (PM 2.5)	Número anual de viagens em transporte público per capita		
3	Porcentagem da população da cidade com sobrepeso ou obesa - Índice de Massa Corporal (IMC)	Concentração de material particulado (PM 10)	Porcentagem de passageiros que se deslocam para o trabalho de forma alternativa ao automóvel privado		
	Expectativa média de vida	Concentração de NO2 (dióxido de nitrogênio)	Quilômetros de ciclovias e ciclofaixas por 100 000 habitantes		
	Taxa de suicídio por 100 000 habitantes	Concentração de SO2 (dióxido de enxofre)	Porcentagem da população que vive em um raio de até 0,5 km de oferta de transportes públicos, disponíveis ao menos a cada 20 min durante os períodos de pico		
4	Mortes no trânsito por 100 000 habitantes	Concentração de O3 (ozônio)	Tempo médio de deslocamento		
	Porcentagem da população feminina em idade escolar matriculada em escolas	Poluição sonora	Porcentagem de área de assentamentos informais em função da área total da cidade		
	Porcentagem de estudantes com ensino secundário completo: taxa de sobrevivência	Porcentagem da população vivendo em moradias economicamente acessíveis	Proximidade a serviços básicos		
	Porcentagem da população em idade escolar matriculada em escolas	Número de sem-teto por 100 000 habitantes	Geração de resíduos perigosos per capita		
5	Número de indivíduos com ensino superior completo por 100 000 habitantes	Porcentagem de moradias sem títulos de propriedade registrados	Porcentagem de resíduos urbanos perigosos que são reciclados		
	Número de crimes violentos contra a mulher por 100 000 habitantes	Metros quadrados de espaços públicos de recreação cobertos per capita	Taxa de conformidade da qualidade da água potável		
6	Taxa de conformidade do tratamento de esgoto	Metros quadrados de espaços públicos de recreação ao ar livre per capita	Emissão de gases de efeito estufa medida em toneladas per capita		
	Porcentagem da população da cidade com acessos sustentável a uma fonte de água adequada para o consumo	Número de bombeiros por 100 000 habitantes	Número de mortes relacionadas a desastres naturais por 100 000 habitantes		
	Taxa de conformidade da qualidade da água potável	Número de mortes relacionadas a incêndios por 100 000 habitantes	Porcentagem de áreas designadas para proteção natural		
	Porcentagem da população da cidade com acesso a saneamento melhorado	Número de agentes de polícia por 100 000 habitantes	Varição percentual em número de espécies nativas		
7	Consumo total de água per capita (litros por dia)	Número de bombeiros voluntários e em tempo parcial por 100 000 habitantes	Despesas de capital como porcentagem de despesas totais		
	Porcentagem da energia total final proveniente de fontes renováveis	Tempo de resposta dos serviços de emergência a partir do primeiro chamado	Número de condenações de agentes públicos da cidade por corrupção e/ou suborno por 100 000 habitantes		
8	Valor de avaliação de propriedades comerciais e industriais como porcentagem do valor de avaliação total de todas as propriedades	Número de mortes causadas por acidentes industriais por 100 000 habitantes	Crimes contra a propriedade por 100 000 habitantes		
	Porcentagem da população com emprego em tempo integral	Porcentagem de resíduos sólidos urbanos dispostos em aterros sanitários	Taxa de endividamento (gasto do serviço da dívida como uma porcentagem da receita própria do município)		
	Taxa de desemprego de jovens	Porcentagem de resíduos sólidos urbanos que são biologicamente tratados e utilizados como compostos ou biogás	Porcentagem da receita própria em função do total das receitas		
9	Número de novas patentes por 100 00 habitantes por ano	Porcentagem de resíduos sólidos urbanos dispostos em lixões a céu aberto			
	Número de conexões de serviço de distribuição de gás por 100 000 habitantes (residencial)	Porcentagem de resíduos sólidos urbanos dispostos por outros meios			

Fonte: elaboração própria.

### 4.3 Levantamento e inclusão de indicadores complementares

Os indicadores inseridos no modelo composto encontram-se detalhados no Quadro 12, finalizado a abrangência de todos ODS. Exceto o indicador “Porcentagem da população da cidade vivendo em moradias inadequadas” que originalmente (na NBR 37120) era considerado no ODS 10, foi transferido para o ODS 1.

Quadro 12 – Indicadores adaptados e acrescentados ao método da pesquisa

ODS	INDICADOR	DESCRIÇÃO	FONTE/ANO OU JUSTIFICATIVA
1	Porcentagem da população da cidade vivendo em moradias inadequadas	Porcentagem de domicílios com estrutura degradada ou inacabada. Originalmente era classificado no ODS 10	IBGE/2022
	Quantidade de pessoas inscritas no Cadastro Único em famílias em situação de pobreza, segundo a faixa do Programa Bolsa Família	Indicador pertencente Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC)	SAGICAD/2024
6	População atendida com coleta seletiva	Indicador pertencente Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC) - originalmente do ODS 12 (%)	SINISA
12	Taxa de recuperação de materiais recicláveis (exceto matéria orgânica e rejeitos) em relação a quantidade total coletada (RS_IN031 – SNIS)	Indicador pertencente Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC)	SNIS
13	Emissões de CO <sub>2</sub> e per capita	Indicador pertencente Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC)	Emissões Líquidas de CO <sub>2</sub> (t) (GWP – AR6) por habitante
	Concentração de focos de queimadas	Indicador pertencente Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC)	Programa de Queimadas – Dados Abertos – Focos de Queimadas e Incêndios – INPE
15	Hectare de áreas florestadas e naturais por habitante	Indicador pertencente Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC)	MapBiomass
	Grau de maturidade dos instrumentos de financiamento da proteção ambiental	Indicador pertencente Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC)	IBGE/MINIC
17	Investimento público per capita, por município	Indicador pertencente Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC)	SICONFI
	Total de receitas municipais arrecadadas	Indicador pertencente Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC)	SICONFI

Fonte: elaboração própria.

### 4.4 Estruturação do modelo de avaliação (modelo composto)

Após a busca, exclusão e inserção de indicadores, foi realizada a organização e composição do método contendo 51 indicadores dos 17 ODS (Quadro 13). A quantidade

de indicadores em cada ODS variou conforme os critérios adotados e, por isto, a Figura 14 (página 75, folha A3) apresenta cada ODS com as respectivas quantidades e descrições dos indicadores. A Figura 14, além de apresentar a classificação dos ODS nas categorias, também mostra os símbolos de cada indicador e subindicadores.

Quadro 13 – Indicadores selecionados para composição do método de avaliação da sustentabilidade, vulnerabilidade, resiliência urbana em municípios

ODS	INDICADOR	OBSERVAÇÕES	BASES DE DADOS	
1	1a	Porcentagem da população da cidade vivendo em moradias inadequadas	Porcentagem de domicílios com estrutura degradada ou inacabada	IBGE
	1b	Quantidade de pessoas inscritas no Cadastro Único em famílias em situação de pobreza, segundo a faixa do Programa Bolsa Família	Indicador pertencente Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC), foi dividido pela população da cidade	SAGICAD
2	2a	Total da área agrícola urbana por 100 000 habitantes	Relação entre a área plantada (hectares) e a população total do município	IBGE
3	3a	Número de leitos hospitalares por 100 000 habitantes	Relação do número de leitos pela população	SEADE
	3b	Número de médicos por 100 000 habitantes	O indicador disponível é por 1000 habitantes, foi realizado o cálculo para 100000	SEADE
	3c	Taxa de mortalidade de crianças menores de cinco anos a cada 1000 nascidos vivos	Mortalidade infantil (óbitos por 1000 nascidos vivos)	IBGE
	3d	Número de pessoas da equipe de enfermagem e obstetrícia por 100 000 habitantes	Relação entre a quantidade de enfermeiros e médicos obstetras pela população	SEADE
	3e	Número total de domicílios	Total de domicílios por município	IBGE
	3f	Pessoas por domicílios	Média de moradores em domicílios particulares permanentes ocupados: Razão entre a quantidade de moradores em domicílios particulares permanentes ocupados e a quantidade de domicílios particulares permanentes ocupados	IBGE
4	4a	Porcentagem de estudantes com ensino primário completo: taxa de sobrevivência	Taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade	IBGE
	4b	Relação estudante /professor no ensino primário	Relação entre a quantidade de alunos matriculados pela quantidade de professores	IBGE
5	5a	Porcentagem de mulheres eleitas em função do número total de eleitos na gestão na cidade	Relação entre a quantidade de mulheres eleitas e o total de eleitos (vereadores e prefeitos)	Câmaras municipais
6	6a	Porcentagem da população da cidade atendida por sistema de coleta e afastamento de esgoto	Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água (%)	SINISA
	6b	Porcentagem do esgoto da cidade com tratamento centralizado	Índice de tratamento de esgoto (%)	SINISA
	6c	Doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado	Internações por diarreia pelo SUS / 100 mil habitantes	IBGE
	6d	Porcentagem da população da cidade com serviço de abastecimento de água potável	Indicador de atendimento urbano de água (%)	SINISA
	6e	Consumo doméstico total de água per capita (litros/dia)	Consumo médio per capita de água (L. Hab /Dia)	SINISA

Quadro 13 – Indicadores selecionados para composição do método de avaliação da sustentabilidade, vulnerabilidade, resiliência urbana em municípios (continuação)

ODS	INDICADOR	OBSERVAÇÕES	BASES DE DADOS	
6	6f	Porcentagem de perdas de água (água não faturada)	Índice de perdas na distribuição (%)	SINISA
	6g	Porcentagem de resíduos sólidos urbanos tratados em usinas de geração de energia a partir de resíduos	Índice de recuperação de resíduos (IRR) (%)	SINIR
7	7a	Consumo final total de energia per capita (GJ/ano)	Consumo de energia elétrica por residência/ano	Dados Energéticos - CPFL
	7b	Porcentagem de habitantes da cidade com fornecimento regular de energia elétrica (residencial)	Quantidade de ligações residenciais	SEMIL
	7c	Consumo final de energia de edifícios públicos por ano (GJ/m <sup>2</sup> )	Soma dos valores do consumo do poder público e serviço público	SEMIL
	7d	Consumo de energia elétrica da iluminação de vias públicas por quilômetro de via iluminada (KWh/ano)	Consumo de energia elétrica iluminação público (KWh/ano)	SEMIL
8	8a	Taxa de desemprego da cidade	100% - População Ocupada	IBGE
	8b	Número de empresas por 100 000 habitantes	Total de empresas em cada município dividido pela população	Empresas e Negócios - GOV
	8c	Renda familiar média	Quantidade de salários mínimos multiplicado pelo salário mínimo do ano referente	IBGE
	8d	Produto da cidade per capita	PIB per capita	IBGE
9	9a	Número de acessos à internet por 100 000 habitantes	Total de acessos à internet /100 habitantes	TELECO
	9b	Número de acessos à telefonia móvel por 100 000 habitantes	Total de acessos à telefonia móvel / 100 habitantes	TELECO
10	10a	Participação dos eleitores nas últimas eleições municipais (como porcentagem de eleitores registrados)	Comparecimento nas eleições (%)	TSE
	10b	Porcentagem da população da cidade com moradias inadequadas	Porcentagem de domicílios com estrutura degradada ou inacabada	IBGE
	10c	Coefficiente de Gini da desigualdade	Coefficiente de Gini	DATASUS
11	11a	Porcentagem da população da cidade com coleta regular de resíduos sólidos (domiciliar)	Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de rdo em relação a população total do município (%). Cobertura da população urbana (IRS0002 )	SINISA
	11b	Área verdes (hectares)	Percentual de cobertura vegetal nativa	PAINEL VERDE SP
	11c	Número de árvores por 100 000 habitantes	Arborização de vias públicas (%)	IBGE
	11d	Variação populacional anual	Taxa anual de crescimento	IBGE
	11e	Densidade populacional (por quilômetro quadrado)	Densidade demográfica (hab/km <sup>2</sup> )	IBGE
	11f	Relação emprego/habitação	População ocupada (%)	IBGE
12	12a	População atendida com coleta seletiva	Indicador pertencente Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC)	SINISA
	12b	Número de automóveis privados per capita	Frota nacional de veículos (tabelas)	Ministério dos Transportes
	12c	Número de veículos motorizados de duas rodas per capita	Frota nacional de veículos (tabelas)	Ministério dos Transportes

Quadro 13 – Indicadores selecionados para composição do método de avaliação da sustentabilidade, vulnerabilidade, resiliência urbana em municípios (continuação)

ODS	INDICADOR	OBSERVAÇÕES	BASES DE DADOS	
13	13a	Emissões de CO2 per capita	Indicador pertencente Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC)	Emissões Líquidas de CO2 (t) (GWP - AR6) por habitante
	13b	Concentração de focos de queimadas	Indicador pertencente Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC)	Programa de Queimadas – Dados Abertos – Focos de Queimadas e Incêndios – INPE
14	14a	Total de coleta de resíduos sólidos municipais per capita	Massa de resíduos domiciliares e públicos (rdo+rpu) coletada per capita em relação à população total atendida pelo serviço de coleta (kg.hab.dia)	SINISA
	14b	Porcentagem de resíduos sólidos urbanos que são reciclados	Taxa de recuperação de resíduos recicláveis secos e orgânicos (%)	SINISA
15	15a	Hectare de áreas florestadas e naturais por habitante	Indicador pertencente Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC). Soma das áreas de florestas e vegetação aubustiva e herbácea dividido pela população	MapBiomass
	15b	Grau de maturidade dos instrumentos de financiamento da proteção ambiental	Indicador pertencente Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC)	IBGE/MUNIC
16	16a	Número de eleitores registrados como porcentagem da população com idade para votar	Relação do Eleitorado Apto pela população da cidade	TSE
	16b	Número de homicídios por 100 000 habitantes	Quantidade de homicídios	Ministério da Saúde
17	17a	Investimento público per capita, por município	Indicador pertencente Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC)	IBGE
	17b	Total de receitas municipais arrecadadas	Indicador pertencente Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC)	IBGE

Fonte: autoria própria.

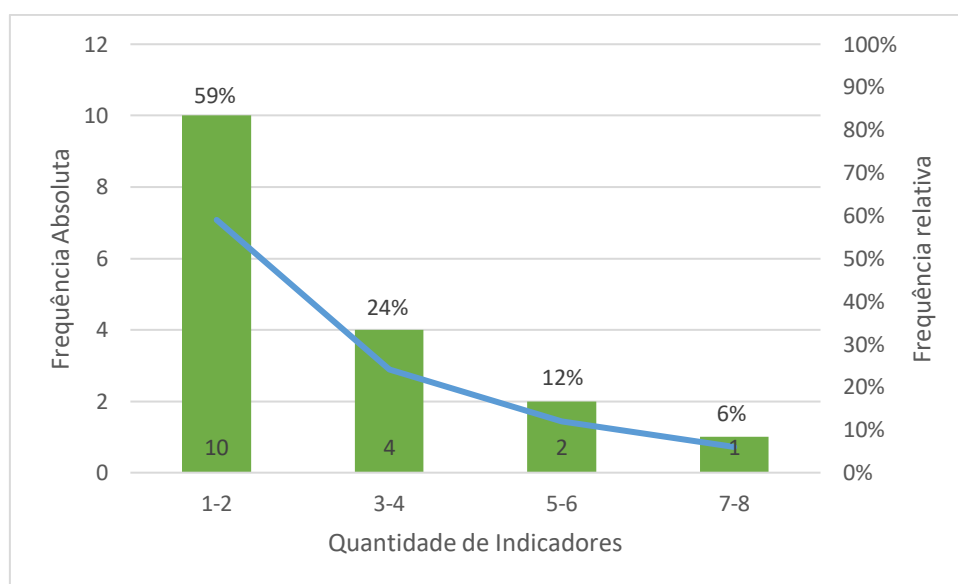
Na coleta dos dados dos indicadores, cada informação é encontrada em escalas e unidades de medidas diferentes, portanto, é recomendável realizar a Normalização dos dados numéricos. A Normalização é importante para ajustar a escala dos indicadores e das variáveis durante o processo de pré processamento dos dados e escalá-los entre 0 e 1 (Hastie; Tibshirani; Friedman, 2009). Dessa forma, os dados são organizados em escalas comparáveis evitando que uma variável domine a outra (James *et. al*, 2013).

Devido à diferença de quantidade de indicadores por ODS, os dados foram organizados em classes, conforme Figura 10. De acordo com os dados, 10 ODS (59%) contém 1 ou 2 indicadores (esse grupo é mais representativo e indica uma forte concentração de ODS com poucos indicadores). Conforme aumenta a quantidade de indicadores, o número de ODS vai diminuindo. Diante disso, 4 ODS (24%) contém 3 ou

4 indicadores, 2 (12%) contém 5 ou 6 indicadores e apenas 1 (6%) contém 7 indicadores. A Frequência relativa é uma porcentagem que apresenta a representatividade daquela informação em relação ao total (100%). Dessa forma, os ODS mais representativos foram 1, 2, 4, 5, 9, 13, 14, 15, 16 e 17.

Observando a Figura 10, nota-se uma distribuição desigual, ou seja, pois há mais ODS com menos indicadores e menos ODS com mais indicadores. A categoria que contém mais ODS é a Sustentabilidade e teve peso de 60%, a Vulnerabilidade terá peso de 20% e a Resiliência de 20%.

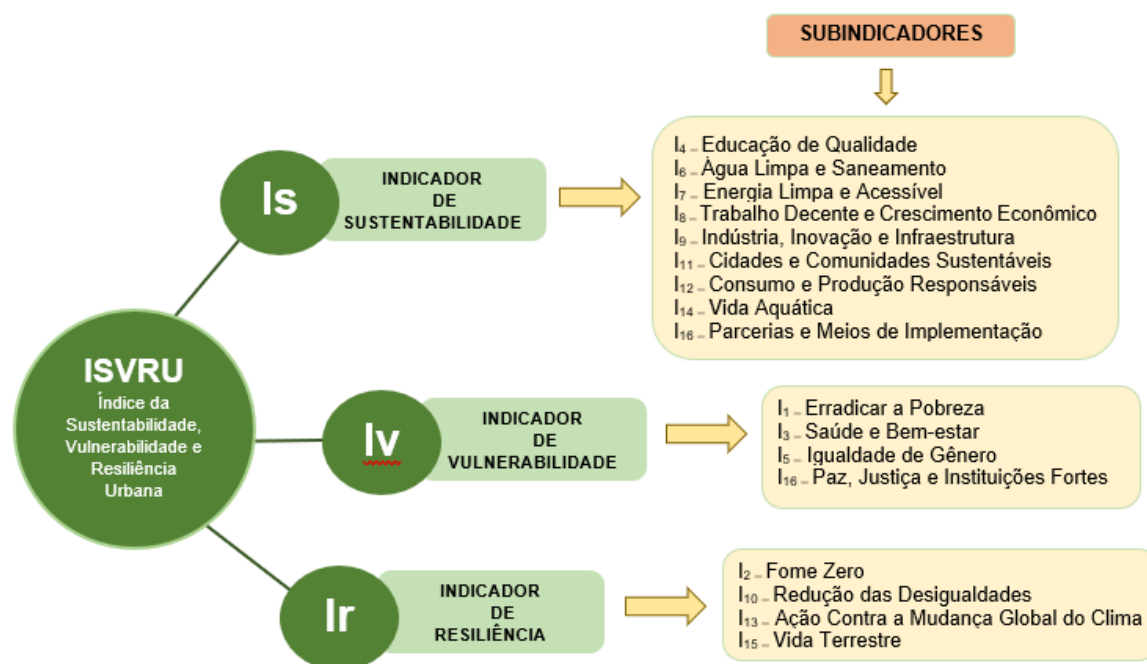
Figura 10 – Representatividade das quantidades de indicadores de cada ODS



Fonte: elaboração própria.

Na NBR 37120/2021 não é apresentada qualquer equação e, portanto, para todos os indicadores foi considerado o mesmo peso. Porém, para a futura aplicação do método, foi elaborada uma equação (Equação 01) contendo os pesos de cada indicador e de cada ODS. Foi selecionado o modelo ponderado e aritmético para a mensuração do Índice da Sustentabilidade, Vulnerabilidade e Resiliência Urbana (ISVRU). A Figura 11 apresenta a composição do ISVRU com os devidos indicadores e subindicadores e a Figura 12 apresenta cada subindicador de cada ODS.

Figura 11 – Composição do Índice da Sustentabilidade, Vulnerabilidade e Resiliência Urbana (ISVRU)



Fonte: elaboração própria.

$$\text{Equação 01: } ISVRU = 0,60.I_s + 0,20.I_v + 0,20.I_r$$

$$ISVRU = \{0,60.[(I_{4a} + I_{4b})/2 + (I_{6a} + I_{6b})/2 + (I_{7a} + I_{7b} + I_{7c} + I_{7d})/4 + (I_{8a} + I_{8b} + I_{8c} + I_{8d})/4 + (I_{9a} + I_{9b})/2 + (I_{11a} + I_{11b} + I_{11c} + I_{11d} + I_{11e} + I_{11f})/6 + (I_{12a} + I_{12b} + I_{12c})/3 + (I_{14a} + I_{14b})/2 + (I_{17a} + I_{17b})/2]\} + \{0,20.[(I_{1a} + I_{1b})/2 + (I_{3a} + I_{3b} + I_{3c} + I_{3d} + I_{3e} + I_{3f})/6 + (I_{5a}) + (I_{16a} + I_{16b})/2]\} + \{0,20.[(I_{2a}) + (I_{10a} + I_{10b} + I_{10c})/3 + (I_{13a} + I_{13b})/2 + (I_{15a} + I_{15b})/2]\}$$

- I<sub>1a</sub>: Porcentagem da população da cidade vivendo em moradias inadequadas
- I<sub>1b</sub>: Quantidade de pessoas inscritas no Cadastro Único em famílias em situação de pobreza, segundo a faixa do Programa Bolsa Família
- I<sub>2a</sub>: Total da área agrícola urbana por 100 000 habitantes
- I<sub>3a</sub>: Número de leitos hospitalares por 100 000 habitantes
- I<sub>3b</sub>: Número de médicos por 100 000 habitantes
- I<sub>3c</sub>: Taxa de mortalidade de crianças menores de cinco anos a cada 1000 nascidos vivos
- I<sub>3d</sub>: Número de pessoas da equipe de enfermagem e obstetrícia por 100 000 habitantes
- I<sub>3e</sub>: Número total de domicílios
- I<sub>3f</sub>: Pessoas por domicílios
- I<sub>4a</sub>: Porcentagem de estudos com ensino primário completo: taxa de sobrevivência
- I<sub>4b</sub>: Relação estudante/professor no ensino primário
- I<sub>5a</sub>: Porcentagem de mulheres eleitas em função do número total de eleitos na gestão na cidade
- I<sub>6a</sub>: Porcentagem da população da cidade atendida por sistema de coleta e afastamento de esgoto

I<sub>6b</sub>: Porcentagem do esgoto da cidade com tratamento centralizado  
I<sub>6c</sub>: Doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado  
I<sub>6d</sub>: Porcentagem da população da cidade com serviço de abastecimento de água potável  
I<sub>6e</sub>: Consumo doméstico total de água per capita (litros/dia)  
I<sub>6f</sub>: Porcentagem de perdas de água (água não faturada)  
I<sub>6g</sub>: Porcentagem de resíduos sólidos urbanos tratados em usinas de geração de energia a partir de resíduos  
I<sub>7a</sub>: Consumo final total de energia per capita (GJ/ano)  
I<sub>7b</sub>: Porcentagem de habitantes da cidade com fornecimento regular de energia elétrica (residencial)  
I<sub>7c</sub>: Consumo final de energia de edifícios públicos por ano (GJ/m<sup>2</sup>)  
I<sub>7d</sub>: Consumo de energia elétrica da iluminação de vias públicas por quilômetro de via iluminada (KWh/ano)  
I<sub>8a</sub>: Taxa de desemprego da cidade  
I<sub>8b</sub>: Número de empresas por 100 000 habitantes  
I<sub>8c</sub>: Renda familiar média  
I<sub>8d</sub>: Produto da cidade per capita  
I<sub>9a</sub>: Número de acessos à internet por 100 000 habitantes  
I<sub>9b</sub>: Número de acessos à telefonia móvel por 100 000 habitantes  
I<sub>10a</sub>: Participação dos eleitores nas últimas eleições municipais (como porcentagem de eleitores registrados)  
I<sub>10b</sub>: Porcentagem da população da cidade com moradias inadequadas  
I<sub>10c</sub>: Coeficiente de Gini da desigualdade  
I<sub>11a</sub>: Porcentagem da população da cidade com coleta regular de resíduos sólidos (domiciliar)  
I<sub>11b</sub>: Área verdes (hectares)  
I<sub>11c</sub>: Número de árvores por 100 000 habitantes  
I<sub>11d</sub>: Variação populacional anual  
I<sub>11e</sub>: Densidade populacional (por quilômetro quadrado)  
I<sub>11f</sub>: Relação emprego/habitação  
I<sub>12a</sub>: População atendida com coleta seletiva  
I<sub>12b</sub>: Número de automóveis privados per capita  
I<sub>12c</sub>: Número de veículos motorizados de duas rodas per capita  
I<sub>13a</sub>: Emissões de CO<sub>2</sub> per capita  
I<sub>13b</sub>: Concentração de focos de queimadas  
I<sub>14a</sub>: Total de coleta de resíduos sólidos municipais per capita  
I<sub>14b</sub>: Porcentagem de resíduos sólidos urbanos que são reciclados  
I<sub>15a</sub>: Hectare de áreas florestadas e naturais por habitante  
I<sub>15b</sub>: Grau de maturidade dos instrumentos de financiamento da proteção ambiental  
I<sub>16a</sub>: Número de eleitores registrados como porcentagem da população com idade para votar  
I<sub>16b</sub>: Número de homicídios por 100 000 habitantes  
I<sub>17a</sub>: Investimento público per capita, por município  
I<sub>17b</sub>: Total de receitas municipais arrecadadas

Fonte: autoria própria.

Figura 12 – Indicadores Propostos para o Índice de Sustentabilidade, Vulnerabilidade e Resiliência Urbana (ISVRU)



Fonte: autoria própria.

## 5 CONCLUSÃO

A busca por indicadores e concepção de um modelo de avaliação para municípios é um processo minucioso, pois é necessária a busca de muitos indicadores. Neste caso, foi realizada a busca dos indicadores da NBR 37120/2021. Essa busca dos dados foi de suma importância para a escolha dos indicadores aplicáveis, devido à dificuldade de disponibilidade e a ausência em bases de dados digitais.

Para a concepção deste método foram considerados e selecionados 51 indicadores classificados e organizados nos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas. Além disso, o índice contempla três áreas das cidades, sendo a sustentabilidade, a vulnerabilidade e a resiliência urbana.

A elaboração do índice também foi realizada com o objetivo de organizar um modelo de cálculo que seja utilizado e aplicável pelos próprios gestores públicos, pois todos os indicadores estão disponíveis nas bases digitais. Porém, ao longo dos anos, esses indicadores podem torna-se indisponíveis e, portanto, serem substituídos e adaptados ao método.

Cabe observar que se adotou uma bacia hidrográfica para estudo futuro e, assim, delimitou-se a seleção ou exclusão de indicadores, de modo que estes pudessem ser úteis nesta condição territorial. Assim, é possível que outros indicadores sejam selecionados para o modelo composto em outra bacia hidrográfica, de forma distinta desta.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, Maria Lúcia de Martino. "Sustentabilidade das cidades: aspectos conceituais."** *Revista RA'E GA*, Curitiba, n. 11, p. 63-72, 2006. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/3456>. Acesso em: 30 mar. 2025.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 2021. NBR ISO 37120: Desenvolvimento sustentável de comunidades -Indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida. Rio de Janeiro, ABNT.
- BRAGA, Tânia Moreira. Sustentabilidade e condições de vida em áreas urbanas: medidas e determinantes em duas regiões metropolitanas brasileiras. **EURE (Santiago)**, v. 32, n. 96, p. 47-71, 2006.
- BRAGA, Débora de Lima et al. Salubridade ambiental: conceituação e aplicabilidade. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, v. 27, n. 3, p. 457-464, 2022.
- BRASIL. Lei n. 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. 2009. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/12187.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/12187.htm). Acesso em: 22 abr. 2025.
- CONSELHO NACIONAL DE SANEAMENTO (CNS). Plano de salubridade do Brasil – memorial apresentado ao presidente da república pelo “Conselho Nacional de Saúde”. Rio de Janeiro: Revista do Departamento de Água e Esgotos, 1958. p. 89-92.

- CUTTER, S.L., ASH, K.D., EMRICH, C.T. The geographies of community disaster resilience. *Global Environmental Change*, v. 29, p. 65-77, 2014.
- DE ALBUQUERQUE, Paula Cruz et al. METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE URBANA: UMA ANÁLISE COMPARATIVA. *Revista Geotemas*, v. 13, p. e02324-e02324, 2023.
- FERENTZ, Larissa Maria da Silva; GARCIAS, Carlos Mello. Indicadores de resiliência a riscos e desastres: instrumentos globais para o enfrentamento de eventos extremos. *Desenvolvimento Regional em debate: DRd*, v. 10, p. 490-511, 2020.
- FREITAS, C. M.; XIMENES, E. F. Enchentes e saúde pública. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 17, n. 6, p. 1601-1615, 2012.
- HANAI, Frederico Yuri; ESPÍNDOLA, Evaldo Luiz Gaeta. Indicadores de sustentabilidade: conceitos, tipologias e aplicação ao contexto do desenvolvimento turístico local. *Environmental & Social Management Journal/Revista de Gestão Social e Ambiental*, v. 5, n. 3, 2011.
- HASTIE, Trevor; TIBSHIRANI, Robert; FRIEDMAN, Jerome. *The Elements of Statistical Learning: data mining, inference, and prediction*. 2. ed. New York: Springer, 2009.
- HIETE, M. et al. Trapezoidal fuzzy DEMATEL method to analyze and correct for relations between variables in a composite indicator for disaster resilience. *OR Spectrum*, v.34, n.4, p. 971-995, 2012.
- INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). *Atlas da vulnerabilidade social nos municípios brasileiros*. Brasília: IPEA, [s.d.]. Disponível em: <https://ivs.ipea.gov.br/#/atlas>. Acesso em: 15 abr. 2025.
- JAMES, Gareth; WITTEN, Daniela; HASTIE, Trevor; TIBSHIRANI, Robert. *An Introduction to Statistical Learning: with applications in R*. New York: Springer, 2013.
- Jannuzzi PM. Indicadores sociais no Brasil: conceitos, fonte de dados e aplicações. Campinas: Alínea; 2012.
- JOHNSON, Jessica L.; ADKINS, Donna; CHAUVIN, Sheila. A review of the quality indicators of rigor in qualitative research. *American journal of pharmaceutical education*, v. 84, n. 1, p. 7120, 2020.
- MAGINA, Sandra et al. Concepções e concepções alternativas de média: Um estudo comparativo entre professores e alunos do Ensino Fundamental. *Educar em Revista*, n. numeroespecial02, p. 59-71, 2010.
- MALTA, Fernanda Siqueira; COSTA, Eduarda Marques da; MAGRINI, Alessandra. Índice de vulnerabilidade socioambiental: uma proposta metodológica utilizando o caso do Rio de Janeiro, Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 22, p. 3933-3944, 2017.
- MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. *Fundamentos de metodologia científica*. 5a ed. São Paulo: Editora Atlas, 2003. p. 187-189.
- ONU BRASIL. *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)*. Brasília: Organização das Nações Unidas no Brasil, [s.d.]. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 16 abr. 2025.

ONU-HABITAT. *Resiliência urbana: um novo imperativo para as cidades*. Nairobi: Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos, 2012. Disponível em: <https://unhabitat.org/resilient-cities>. Acesso em: 22 abr. 2025.

**ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU)**. *Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*. Nova York: ONU, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2025.

PROETTI, Sidney. As pesquisas qualitativa e quantitativa como métodos de investigação científica: Um estudo comparativo e objetivo. **Revista Lumen-ISSN: 2447-8717**, v. 2, n. 4, 2017.

SACHS, I. Desenvolvimento sustentável, bio-industrialização descentralizada e novas configurações rural-urbanas: os casos da Índia e do Brasil. In: VIEIRA, P. F.; WEBER, J. (Orgs.). *Gestão de recursos renováveis e desenvolvimento: novos desafios para a pesquisa ambiental*. São Paulo: Cortez, 1996.p. 469-494.

SANTOS DE ALMEIDA, R. et al. Desenvolvimento sustentável e os desafios da construção ecológica. *Revista Brasileira de Filosofia e História*, v. 12, n. 2, p. 1021–1033, 2023. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RBFH/article/view/9917>. Acesso em: 28 abr. 2025.

SILVA, Marcelo Benetti Correa Da et al. City life satisfaction: a measurement for smart and sustainable cities from the citizens' perspective. **International Journal of Knowledge-Based Development**, v. 10, n. 4, p. 338-383, 2019.

SILVA, Lilian Ferreira Cardoso da; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde; LIMA, Eduardo Rodrigues Viana de; SILVEIRA, José Augusto Ribeiro da. Sistema de Indicadores de Sustentabilidade Urbana para Pequenas Cidades: Proposição e aplicação no município do Conde/PB. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, [S. l.], v. 12, n. 87, 2024. DOI: 10.17271/23188472128720245181. Disponível em: [https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/gerenciamento\\_de\\_cidades/article/view/5181](https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/view/5181). Acesso em: 30 mar. 2025.

**UN-HABITAT**. *Resilience and Risk Reduction*. Nairobi: United Nations Human Settlements Programme, [202?]. Disponível em: <https://unhabitat.org/topic/resilience-and-risk-reduction>. Acesso em: 15 abr. 2025.

UNITED NATIONS. *World Social Situation Report 2003: Social Vulnerability*. New York: Department of Economic and Social Affairs, 2003. Disponível em: <https://www.un.org/esa/socdev/rwss/docs/2003/RWSSOverview.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2025.

WORLD BANK. *Vulnerability: A View from Different Disciplines*. Washington, D.C.: World Bank, 2001. Disponível em: <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/636921468765021121/vulnerability-a-view-from-different-disciplines>. Acesso em: 16 abr. 2025.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. **Our common future**. Oxford: Oxford University Press, 1987.

## **5 CAPÍTULO V – Apoio à Gestão Municipal por Indicadores de Sustentabilidade, de Vulnerabilidade e de Resiliência Urbana**

### **RESUMO**

O aumento populacional e a busca por espaços urbanos impulsionam a expansão das cidades, porém, de maneira desordenada e muitas vezes sem o devido planejamento. Dessa forma, o objetivo desse trabalho é mensurar e avaliar os municípios da Bacia Hidrográfica Baixo Pardo/Grande em relação aos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) por meio de indicadores que formam o Índice de Sustentabilidade, Vulnerabilidade e Resiliência Urbana (ISVRU). A partir da coleta dos dados em bases de dados digitais e da inserção dos dados no modelo do índice, foram obtidos os resultados para cada ODS e para cada município. Os resultados apontaram que os ODS 4, 6, 8 e 11 obtiveram as melhores pontuações, os demais resultaram em valores intermediários e/ou baixos. Sendo assim, de uma maneira geral, todos os municípios necessitam de atenção para promover melhorias e garantir a sustentabilidade e a resiliência e reduzir a vulnerabilidade urbana.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mensuração. Índice. Planejamento.

### **1 INTRODUÇÃO**

A intensa urbanização, somada aos efeitos adversos das mudanças climáticas, opõe às cidades grandes desafios de sustentabilidade (Sotto *et. al*, 2019). Esse rápido processo de ocupação urbana tem ocorrido sem a necessária integração da infraestrutura e as necessidades sociais e ambientais, assim a busca pelo planejamento urbano é uma ferramenta fundamental para a avaliação e gestão urbana desses locais (Silva *et. al*, 2024).

A busca pela sustentabilidade é um desafio e, portanto, uma das estratégias é a interação entre os municípios de uma mesma bacia hidrográfica ou da mesma região, para implementação de parcerias na busca de alternativas sustentáveis. Sendo importante que as decisões não sejam isoladas em cada cidade, mas compartilhada em outras escalas (Araújo, 2006).

Além da sustentabilidade, a vulnerabilidade e a resiliência urbana também são desafios enfrentados pelas cidades. Entende-se por resiliência urbana a capacidade do sistema urbano, incluindo os seus habitantes, de manter a continuidade diante de choque e tensões ao mesmo tempo em que se adapta a sustentabilidade (ONU, 2024). Neste

sentido, Turner II e Zhou (2023), analisaram um modelo de vulnerabilidade em ciência da sustentabilidade e enfatizaram que é importante integrar os sistemas sociais com os ecológicos. Os autores argumentam que a interdependência entre essas esferas gera uma "vulnerabilidade estrutural", crucial para a compreensão dos desafios contemporâneos de sustentabilidade (Turner II & Zhou, 2023).

Morsut *et al.* (2021) desenvolveram um modelo teórico que integra quatro dimensões para a gestão dos riscos: resiliência, vulnerabilidade, capital social e consciência de risco. Eles destacam a falta de definições convergentes e sólidas para esses conceitos, comprometendo a produção científica e a elaboração de políticas públicas eficazes. A resiliência não deve ser compreendida apenas como uma capacidade de reação da cidade, mas como um processo dinâmico composto por preparação, adaptação e transformação diante das mudanças climáticas (Morsut *et al.*, 2021).

Além dos métodos e modelos de análise, a educação ambiental acerca da sustentabilidade surge como uma ferramenta fundamental para promover a conscientização e a mudança de comportamento necessárias para enfrentar os desafios ambientais (Silva *et al.*, 2024). Porém, essa integração enfrenta muitos obstáculos pela dificuldade as mudanças curriculares, falta de capacitação dos professores e dificuldade em traduzir os conceitos para as práticas pedagógicas. Para isso, Silva *et al.* (2024) reforçam que é necessário um planejamento cuidadoso e políticas educacionais que incentivem essas abordagens no ambiente escolar.

Estudos demonstraram que a educação para a sustentabilidade desempenha um papel essencial na formação de pessoas críticas e engajadas. A atuação do professor é apontada como fator importante para integrar práticas sustentáveis ao ensino (Melo *et al.*, 2018), enquanto a abordagem interdisciplinar amplia a compreensão das relações socioambientais (Lopes *et al.*, 2021).

As metodologias investigativas favorecem o envolvimento dos alunos com questões reais (Vieira *et al.*, 2025), e o ambiente institucional também se mostra decisivo na consolidação de uma cultura sustentável (Silva Junior, 2021). Além disso, projetos que associam a tecnologia e a prática fortalecem a atuação responsável diante dos desafios ambientais (Bilbao *et al.*, 2024; Moreira *et al.*, 2024; Karjanto, 2023).

A execução de estratégias de gestão ambiental nas escolas não apenas contribui para a preservação do meio ambiente, mas também proporciona aos alunos experiências de aprendizado práticas e relevantes (Chagas *et al.*, 2025). Além disso, a educação voltada à sustentabilidade integra diferentes áreas, promovendo o aprendizado entre sociedade,

economia e meio ambiente, ao mesmo tempo em que estimula ações em prol de um futuro equilibrado. Sua importância está na capacidade de impulsionar transformações sociais e garantir qualidade de vida às gerações presentes e futuras com respeito ao meio ambiente (Silva *et al.*, 2024). Assim, a escola pode ser considerada um dos lugares mais adequados para se trabalhar a relação homem-ambiente-sociedade, sendo um espaço propício para a formação de cidadãos críticos e criativos (Da Costa e Costa, 2024).

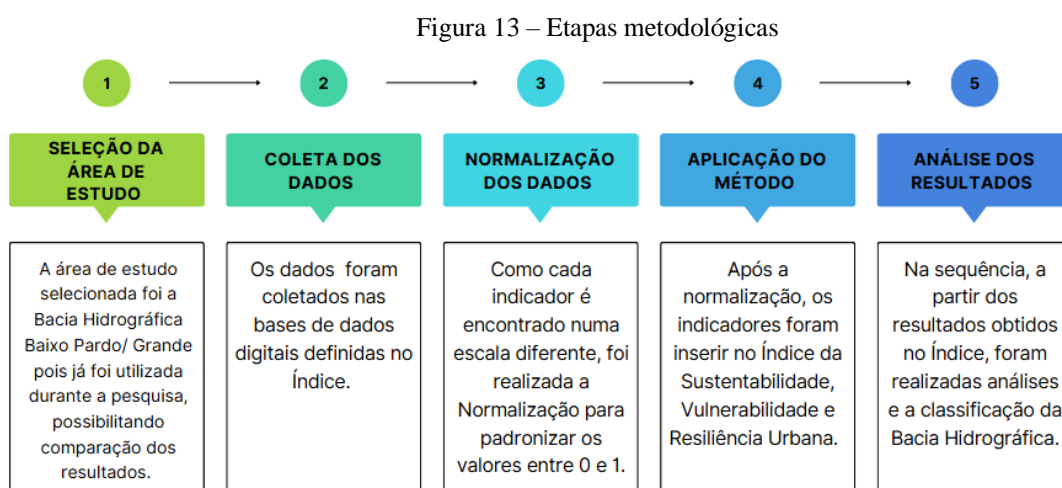
É complexo analisar pequenas cidades, pois os modelos de avaliações urbanas focam em grandes e médias cidades. Segundo o IBGE as pequenas cidades são aquelas com até cem mil habitantes. Sendo assim, essa pesquisa, privilegiou pequenos municípios e selecionou a Unidade de Gerenciamento Recursos Hídricos 12 denominada de Bacia Hidrográfica do Baixo Pardo/Grande, localizada no estado de São Paulo.

## 2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi aplicar o Índice da Sustentabilidade, Vulnerabilidade e Resiliência Urbana (ISVRU) no doze municípios da Bacia Hidrográfica Baixo Pardo/Grande (SP).

## 3 METODOLOGIA

A metodologia foi realizada em cinco etapas, apresentadas e descritas na Figura 13.



Fonte: elaboração própria.

Primeiramente foi selecionada a área de estudo, para a busca e coleta dos dados para os municípios escolhidos. Devido a variedade de escalas encontradas nesse grupo de indicadores, foi necessária a normalização para padronização dos valores numéricos. Os

dados normalizados foram inseridos na equação e obteve-se os resultados apresentados na sequência.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Bacia Hidrográfica Seleccionada**

O objeto de estudo selecionado é a Bacia Hidrográfica Baixo Pardo/Grande (Figura 14). É composta por doze municípios, sendo Altair, Barretos, Bebedouro, Colina, Colômbia, Guaraci, Icém, Jaborandi, Morro Agudo, Orlândia, Terra Roxa e Viradouro. Destes, um é classificado como grande porte (Barretos), um como médio porte e os demais (10 municípios) são considerados de pequeno porte, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

O Relatório de Situação desta Bacia de 2024 (ano base 2023), aponta que a população total 343.645 habitantes, sendo 96,01% urbana e 3,99% rural. A área territorial abrangente é de 7.113,1 km<sup>2</sup> e a de drenagem é 7.249 km<sup>2</sup>. A principal atividade econômica desenvolvida é a agricultura com o predomínio do cultivo da laranja e da cana-de-açúcar. Na indústria, estão presentes o ramo frigorífico, a produção de suco de laranja e as usinas de açúcar e álcool. Aproximadamente 10,7% da sua área é ocupada por vegetação natural remanescente, representando 404 km<sup>2</sup> (CBH-BPG, 2024).

Em 2023, a disponibilidade hídrica per capita, em m<sup>3</sup>/hab.ano, foi de 7983,91, em média 21,9 m<sup>3</sup>/dia, sendo a maior desde 2018. O comitê da bacia tem dedicado maior atenção para a disponibilidade hídrica, a principal prioridade é a redução das perdas de água na rede de abastecimento. Diante das mudanças climáticas é necessário cuidar e preservar as reservas subterrâneas, dessa forma, novas outorgas subterrâneas devem ser planejadas com cautela, devido ao rebaixamento dos aquíferos. Além disso, tem-se investido no aumento dos reservatórios superficiais para garantir o abastecimento nos períodos de seca (CBH-BPG, 2024).

Em relação aos serviços de esgotamento sanitário, em 2023, 98,3% do esgoto foi coletado e 74,1% recebeu tratamento, sendo classificada em nível regular, de acordo com as faixas de referência definidas pelo Comitê. Nos municípios Orlândia e Bebedouro, as Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) estão em fase de construção, após a finalização, tratarão 100% do esgoto coletado. Houve uma queda nos índices de tratamento de esgoto, isso ocorreu devido à falta de manutenção nas ETES, reduzindo a eficiência das mesmas (CBH-BPG, 2024).

Para os resíduos sólidos, em 2023, 98% dos resíduos coletados foram dispostos em aterros classificados como adequados. A maioria dos municípios da bacia necessitam de investimentos e infraestruturas para a drenagem das águas pluviais, “a drenagem inadequada que causa transtornos para os moradores, empresários, além de significativos impactos ambientais” (CBH-BPG, 2024, p.36).



## 4.2 Coleta dos Dados nas Bases de Dados Digitais

Após a definição das bases de dados, foi realizada a coleta dos indicadores. As fontes utilizadas para cada indicador e as observações estão especificadas no Quadro 14.

Quadro 14 – Composição do Índice da Sustentabilidade, Vulnerabilidade e Resiliência Urbana (ISVRU)

ODS	INDICADOR	OBSERVAÇÕES	BASES DE DADOS	
1	1a	Porcentagem da população da cidade vivendo em moradias inadequadas	Porcentagem de domicílios com estrutura degradada ou inacabada	IBGE
	1b	Quantidade de pessoas inscritas no Cadastro Único em famílias em situação de pobreza, segundo a faixa do Programa Bolsa Família	Indicador pertencente Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC), foi dividido pela população da cidade	SAGICAD
2	2a	Total da área agrícola urbana por 100 000 habitantes	Relação entre a área plantada (hectares) e a população total do município	IBGE
3	3a	Número de leitos hospitalares por 100 000 habitantes	Relação do número de leitos pela população	SEADE
	3b	Número de médicos por 100 000 habitantes	O indicador disponível é por 1000 habitantes, foi realizado o cálculo para 100000	SEADE
	3c	Taxa de mortalidade de crianças menores de cinco anos a cada 1000 nascidos vivos	Mortalidade infantil (óbitos por 1000 nascidos vivos)	IBGE
	3d	Número de pessoas da equipe de enfermagem e obstetrícia por 100 000 habitantes	Relação entre a quantidade de enfermeiros e médicos obstetras pela população	SEADE
	3e	Número total de domicílios	Total de domicílios por município	IBGE
	3f	Pessoas por domicílios	Média de moradores em domicílios particulares permanentes ocupados: Razão entre a quantidade de moradores em domicílios particulares permanentes ocupados e a quantidade de domicílios particulares permanentes ocupados	IBGE
4	4a	Porcentagem de estudantes com ensino primário completo: taxa de sobrevivência	Taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade	IBGE
	4b	Relação estudante /professor no ensino primário	Relação entre a quantidade de alunos matriculados pela quantidade de professores	IBGE
5	5a	Porcentagem de mulheres eleitas em função do número total de eleitos na gestão na cidade	Relação entre a quantidade de mulheres eleitas e o total de eleitos (vereadores e prefeitos)	Câmaras municipais
6	6a	Porcentagem da população da cidade atendida por sistema de coleta e afastamento de esgoto	Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água (%)	SINISA
	6b	Porcentagem do esgoto da cidade com tratamento centralizado	Índice de tratamento de esgoto (%)	SINISA
	6c	Doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado	Internações por diarreia pelo SUS / 100 mil habitantes	IBGE
	6d	Porcentagem da população da cidade com serviço de abastecimento de água potável	Indicador de atendimento urbano de água (%)	SINISA
	6e	Consumo doméstico total de água per capita (litros/dia)	Consumo médio per capita de água (L. Hab /Dia)	SINISA

Quadro 14 – Composição do Índice da Sustentabilidade, Vulnerabilidade e Resiliência Urbana (ISVRU)  
(continuação)

ODS	INDICADOR	OBSERVAÇÕES	BASES DE DADOS	
6	6f	Porcentagem de perdas de água (água não faturada)	Índice de perdas na distribuição (%)	SINISA
	6g	Porcentagem de resíduos sólidos urbanos tratados em usinas de geração de energia a partir de resíduos	Índice de recuperação de resíduos (IRR) (%)	SINIR
7	7a	Consumo final total de energia per capita (GJ/ano)	Consumo de energia elétrica por residência/ano	Dados Energéticos - CPFL
	7b	Porcentagem de habitantes da cidade com fornecimento regular de energia elétrica (residencial)	Quantidade de ligações residenciais	SEMIL
	7c	Consumo final de energia de edifícios públicos por ano (GJ/m²)	Soma dos valores do consumo do poder público e serviço público	SEMIL
	7d	Consumo de energia elétrica da iluminação de vias públicas por quilômetro de via iluminada (KWh/ano)	Consumo de energia elétrica iluminação público (KWh/ano)	SEMIL
8	8a	Taxa de desemprego da cidade	100% - População Ocupada	IBGE
	8b	Número de empresas por 100 000 habitantes	Total de empresas em cada município dividido pela população	Empresas e Negócios - GOV
	8c	Renda familiar média	Quantidade de salários mínimos multiplicado pelo salário mínimo do ano referente	IBGE
	8d	Produto da cidade per capita	PIB per capita	IBGE
9	9a	Número de acessos à internet por 100 000 habitantes	Total de acessos à internet /100 habitantes	TELECO
	9b	Número de acessos à telefonia móvel por 100 000 habitantes	Total de acessos à telefonia móvel / 100 habitantes	TELECO
10	10a	Participação dos eleitores nas últimas eleições municipais (como porcentagem de eleitores registrados)	Comparecimento nas eleições (%)	TSE
	10b	Porcentagem da população da cidade com moradias inadequadas	Porcentagem de domicílios com estrutura degradada ou inacabada	IBGE
	10c	Coefficiente de Gini da desigualdade	Coefficiente de Gini	DATASUS
11	11a	Porcentagem da população da cidade com coleta regular de resíduos sólidos (domiciliar)	Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de rdo em relação a população total do município (%). Cobertura da população urbana (IRS0002 )	SINISA
	11b	Área verdes (hectares)	Percentual de cobertura vegetal nativa	PAINEL VERDE SP
	11c	Número de árvores por 100 000 habitantes	Arborização de vias públicas (%)	IBGE
	11d	Variação populacional anual	Taxa anual de crescimento	IBGE
	11e	Densidade populacional (por quilômetro quadrado)	Densidade demográfica (hab/km²)	IBGE
	11f	Relação emprego/habitação	População ocupada (%)	IBGE
12	12a	População atendida com coleta seletiva	Indicador pertencente Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC)	SINISA
	12b	Número de automóveis privados per capita	Frota nacional de veículos (tabelas)	Ministério dos Transportes

Quadro 14 – Composição do Índice da Sustentabilidade, Vulnerabilidade e Resiliência Urbana (ISVRU)  
(continuação)

ODS	INDICADOR	OBSERVAÇÕES	BASES DE DADOS	
	12c	Número de veículos motorizados de duas rodas per capita	Frota nacional de veículos (tabelas)	Ministério dos Transportes
13	13a	Emissões de CO2 per capita	Indicador pertencente Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC)	Emissões Líquidas de CO2 (t) (GWP - AR6) por habitante
	13b	Concentração de focos de queimadas	Indicador pertencente Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC)	Programa de Queimadas – Dados Abertos – Focos de Queimadas e Incêndios – INPE
14	14a	Total de coleta de resíduos sólidos municipais per capita	Massa de resíduos domiciliares e públicos (rdo+rp) coletada per capita em relação à população total atendida pelo serviço de coleta (kg.hab.dia)	SINISA
	14b	Porcentagem de resíduos sólidos urbanos que são reciclados	Taxa de recuperação de resíduos recicláveis secos e orgânicos (%)	SINISA
15	15a	Hectare de áreas florestadas e naturais por habitante	Indicador pertencente Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC). Soma das áreas de florestas e vegetação arbustiva e herbácea dividido pela população	MapBiomass
	15b	Grau de maturidade dos instrumentos de financiamento da proteção ambiental	Indicador pertencente Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC)	IBGE/MUNIC
16	16a	Número de eleitores registrados como porcentagem da população com idade para votar	Relação do Eleitorado Apto pela população da cidade	TSE
	16b	Número de homicídios por 100 000 habitantes	Quantidade de homicídios	Ministério da Saúde
17	17a	Investimento público per capita, por município	Indicador pertencente Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC)	IBGE
	17b	Total de receitas municipais arrecadadas	Indicador pertencente Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC)	IBGE

Fonte: elaboração própria.

### 4.3 Normalização dos dados coletados

Os dados foram coletados em bases de dados digitais e, posteriormente, foram normalizados para possibilitar a realização de comparações entre as informações.

A Tabela 5 contém os dados normalizados, calculados a partir do banco de dados com as informações primárias, obtidas em IBGE, SINISA, SAGICAD, SEADE, sites das Câmaras Municipais, SEMIL, TELECO, TSE, Ministério dos Transportes, Plataforma

SEEG, MapBiomass, IDSC, IPEA. Todos os valores foram padronizados no intervalo de 0 a 1.

Após a normalização, foi calculada a média aritmética de cada ODS, os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 5 – Dados normalizados

INDICADOR	ALTAIR	BARRETOS	BEBEDOURO	COLINA	COLÔMBIA	GUARACI	ICÉM	JABORANDI	MORRO AGUDO	ORLÂNDIA	TERRA ROXA	VIRADOURO
1a	0,889	0,111	0,033	0,000	1,000	0,000	0,000	0,444	0,111	0,000	0,000	0,000
1b	0,682	0,195	0,283	0,075	1,000	0,654	0,342	0,423	0,551	0,073	0,050	0,000
2a	0,812	0,137	0,008	0,169	1,000	0,582	0,174	0,520	0,566	0,000	0,274	0,072
3a	0,000	0,922	0,429	0,679	0,701	0,000	0,000	0,635	0,391	0,595	1,000	0,641
3b	0,302	1,000	0,451	0,145	0,329	0,297	0,160	0,138	0,201	0,274	0,000	0,007
3c	0,675	0,349	0,309	0,248	0,684	0,000	0,000	1,000	0,257	0,262	0,000	0,256
3d	0,419	1,000	0,437	0,221	0,371	0,062	0,208	0,255	0,247	0,106	0,000	0,029
3e	0,000	1,000	0,575	0,111	0,030	0,075	0,032	0,022	0,198	0,254	0,037	0,113
3f	0,316	0,000	0,474	0,947	0,632	0,000	0,211	0,474	0,789	1,000	0,316	0,842
4a	0,030	0,576	0,788	0,758	1,000	0,333	0,788	0,727	0,000	0,727	0,909	0,758
4b	0,000	1,000	0,558	0,873	0,951	0,899	0,719	0,543	0,705	0,524	0,450	0,514
5a	0,500	0,145	0,846	0,212	0,500	0,000	1,000	0,000	0,229	0,250	0,250	0,500
6a	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	1,000
6b	0,778	0,904	0,322	1,000	0,781	0,618	0,702	0,823	0,000	0,834	0,807	0,645
6c	0,000	0,118	0,013	0,279	0,000	0,000	0,000	0,000	0,332	1,000	0,783	0,415
6d	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	1,000
6e	0,705	0,849	0,904	0,778	0,704	0,857	0,665	0,681	0,000	0,921	0,696	1,000
6f	0,147	0,467	0,530	1,000	0,382	0,553	0,255	0,134	0,000	0,951	0,230	0,401
6g	0,305	0,121	0,001	0,237	0,000	0,000	0,000	0,000	0,238	1,000	0,000	0,000
7a	0,000	0,988	1,000	0,495	0,286	0,043	0,138	0,482	0,469	0,971	0,303	0,587
7b	0,000	1,000	0,603	0,117	0,023	0,077	0,037	0,026	0,207	0,278	0,041	0,125
7c	0,000	1,000	0,510	0,092	0,113	0,094	0,124	0,156	0,329	0,843	0,094	0,172
7d	0,000	0,521	0,300	0,550	0,257	0,337	0,240	0,087	0,388	1,000	0,113	0,243
8a	0,845	0,640	0,473	0,414	0,000	0,785	0,927	1,000	0,742	0,487	0,925	0,851
8b	0,000	1,000	0,908	0,479	0,342	0,240	0,476	0,674	0,564	0,853	0,586	0,484

8c	0,700	0,700	0,600	0,400	0,300	0,800	0,600	0,300	0,400	1,000	0,100	0,000
8d	0,128	0,456	0,530	1,000	0,645	0,226	0,118	0,056	0,280	0,610	0,000	0,074
9a	0,394	1,000	0,859	0,358	0,677	0,651	0,000	0,284	0,517	0,728	0,382	0,625
9b	0,753	0,836	0,705	0,248	1,000	0,668	0,186	0,000	0,330	0,506	0,160	0,258
10a	0,270	0,000	0,198	0,342	0,053	0,233	0,355	0,715	0,343	0,277	1,000	0,967
10b	0,889	0,111	0,033	0,000	1,000	0,000	0,000	0,444	0,111	0,000	0,000	0,000
10c	0,084	0,366	0,447	0,245	0,013	0,056	0,185	1,000	0,247	0,427	0,204	0,000
11a	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,991	1,000	0,000	1,000
11b	1,000	0,762	0,390	0,305	0,781	0,505	0,857	0,229	0,305	0,257	0,162	0,000
11c	0,000	0,738	0,815	0,958	0,917	0,982	0,982	1,000	0,946	0,970	0,994	0,946
11d	0,000	0,940	0,587	0,808	1,000	0,683	0,731	0,210	0,287	0,311	0,132	0,533
11e	0,016	0,565	0,840	0,284	0,000	0,058	0,102	0,112	0,090	1,000	0,217	0,580
11f	0,155	0,360	0,527	0,586	1,000	0,215	0,073	0,000	0,258	0,513	0,075	0,149
12a	0,000	0,089	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,168	0,429	0,000	0,033
12b	0,134	0,775	0,915	0,359	0,252	0,140	0,320	0,000	0,069	1,000	0,513	0,744
12c	0,000	1,000	0,985	0,498	0,148	0,270	0,177	0,639	0,588	0,996	0,248	0,499
13a	1,000	0,031	0,028	0,139	0,501	0,182	0,082	0,081	0,123	0,004	0,040	0,000
13b	0,552	1,000	0,365	0,146	0,365	0,115	0,156	0,042	0,875	0,177	0,000	0,031
14a	0,705	0,357	0,279	0,442	0,140	0,430	0,248	1,000	0,353	0,566	0,000	0,275
14b	0,000	0,097	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,141	0,274	0,000	0,032
15a	0,821	0,070	0,019	0,099	1,000	0,370	0,483	0,197	0,227	0,000	0,111	0,005
15b	0,000	0,667	0,667	0,667	0,667	0,000	0,000	0,000	0,333	1,000	0,000	0,000
16a	1,000	0,008	0,243	0,386	0,753	0,467	0,374	0,536	0,092	0,473	0,131	0,000
16b	0,000	1,000	0,688	0,063	0,000	0,063	0,000	0,000	0,125	0,188	0,250	0,063
17a	0,792	0,344	0,048	0,404	1,000	0,639	0,575	0,495	0,416	0,284	0,000	0,109
17b	0,000	1,000	0,445	0,125	0,047	0,070	0,039	0,019	0,211	0,268	0,007	0,078

Fonte: elaboração própria.

Tabela 6 – Médias aritméticas de cada ODS

ODS	ALTAIR	BARRETOS	BEBEDOURO	COLINA	COLÔMBIA	GUARACI	ICÉM	JABORANDI	MORRO AGUDO	ORLÂNDIA	TERRA ROXA	VIRADOURO
1	0,785	0,153	0,158	0,037	1,000	0,327	0,171	0,434	0,331	0,037	0,025	0,000
2	0,812	0,137	0,008	0,169	1,000	0,582	0,174	0,520	0,566	0,000	0,274	0,072
3	0,285	0,712	0,446	0,392	0,458	0,072	0,102	0,421	0,347	0,415	0,225	0,315
4	0,015	0,788	0,673	0,815	0,976	0,616	0,753	0,635	0,353	0,626	0,680	0,636
5	0,500	0,145	0,846	0,212	0,500	0,000	1,000	0,000	0,229	0,250	0,250	0,500
6	0,562	0,637	0,539	0,756	0,552	0,576	0,517	0,520	0,081	0,958	0,645	0,637
7	0,000	0,877	0,603	0,314	0,170	0,138	0,135	0,188	0,348	0,773	0,138	0,282
8	0,418	0,699	0,628	0,573	0,322	0,513	0,530	0,508	0,497	0,738	0,403	0,352
9	0,574	0,918	0,782	0,303	0,838	0,660	0,093	0,142	0,424	0,617	0,271	0,441
10	0,414	0,159	0,226	0,196	0,355	0,096	0,180	0,720	0,234	0,235	0,401	0,322
11	0,362	0,728	0,693	0,657	0,783	0,574	0,624	0,425	0,480	0,675	0,263	0,535
12	0,045	0,621	0,633	0,285	0,467	0,137	0,166	0,213	0,275	0,808	0,254	0,425
13	0,776	0,515	0,196	0,142	0,433	0,148	0,119	0,061	0,499	0,091	0,020	0,016
14	0,353	0,227	0,140	0,221	0,570	0,215	0,124	0,500	0,247	0,420	0,000	0,153
15	0,411	0,368	0,343	0,383	0,833	0,185	0,242	0,099	0,280	0,500	0,056	0,002
16	0,500	0,504	0,465	0,224	0,377	0,265	0,187	0,268	0,109	0,330	0,190	0,031
17	0,396	0,672	0,246	0,264	0,524	0,354	0,307	0,257	0,314	0,276	0,003	0,093

Fonte: elaboração própria.

#### 4.4 APLICAÇÃO DO MÉTODO

A partir da média aritmética, os resultados foram inseridos na Equação do ISVRU e, portanto, foi realizado o cálculo do índice para cada município (Tabela 7). Foi elaborada a Figura 15 para melhorar a análise e a compreensão dos resultados. É possível observar que Barretos é o município com a maior pontuação e Terra Roxa com a menor pontuação.

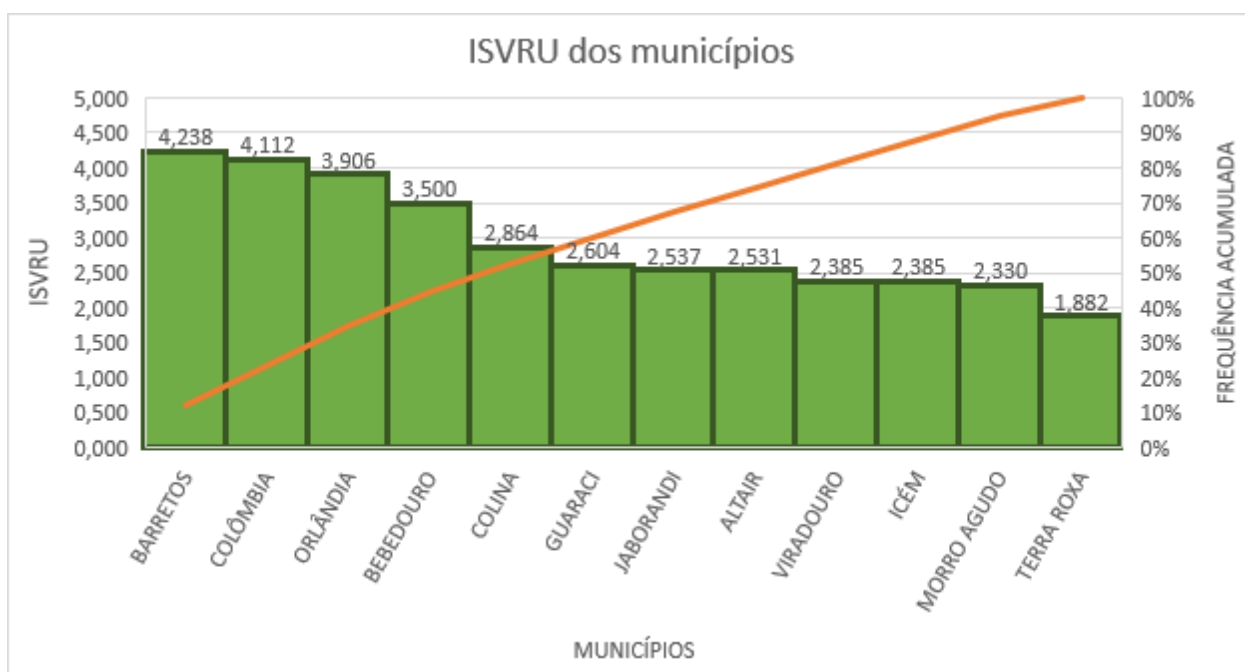
Além disso, com a linha de Pareto (Figura 15), nota-se que poucos municípios são responsáveis por grande parte do total da frequência acumulada. Ou seja, Barretos, Colômbia, Orlandia, Bebedouro e Colina, concentram as maiores pontuações do Índice.

Tabela 7 – Índice de Sustentabilidade, Vulnerabilidade e Resiliência Urbana para cada município

ISVRU			
<b>ALTAIR</b>	2,531	<b>ICÉM</b>	2,385
<b>BARRETOS</b>	4,238	<b>JABORANDI</b>	2,537
<b>BEBEDOURO</b>	3,500	<b>MORRO AGUDO</b>	2,330
<b>COLINA</b>	2,864	<b>ORLÂNDIA</b>	3,906
<b>COLÔMBIA</b>	4,112	<b>TERRA ROXA</b>	1,882
<b>GUARACI</b>	2,604	<b>VIRADOURO</b>	2,385

Fonte: elaboração própria.

Figura 15 – Índice de Sustentabilidade, Vulnerabilidade e Resiliência Urbana para cada município



Fonte: elaboração própria.

#### 4.5 Análise e Interpretação dos resultados

Com base na análise dos dados, foi elaborada a Figura 16 para compreender a pontuação de cada ODS para cada município. Para o ODS 1 (Erradicação da pobreza) **Altair** e **Colômbia** obtiveram as melhores pontuações, mas **Barretos**, **Bebedouro**, **Colina**, **Icém**, **Orlândia**, **Terra Roxa** e **Viradouro** necessitam de atenção nesse objetivo, melhorando a qualidade das moradias e reduzindo o número de pessoas em situação de pobreza.

A análise dos indicadores do ODS 2 (Fome zero e agricultura sustentável) mostraram diferenças acentuadas entre os municípios. **Colômbia** e **Altair** se destacam com os melhores resultados, indicando avanços na segurança alimentar e na agricultura sustentável. Ao contrário disto, municípios como **Bebedouro**, **Viradouro** e **Icém** apresentaram baixos índices, indicando desafios nesses indicadores. As diferenças regionais evidenciam a necessidade de estratégias específicas e políticas públicas adaptadas às realidades locais para o cumprimento efetivo das metas relacionadas à erradicação da fome.

Em relação ao ODS 3 (Saúde e bem estar) os resultados foram diversificados. **Barretos** apresentou o melhor desempenho, apontando avanços nos serviços de saúde e bem estar da população, já **Guaraci** e **Icém**, demandam maior atenção nesses indicadores. Os demais municípios se encontram em situação intermediária, reforçando a necessidade de intervenções nessa área e de estratégias que atendam as necessidades de cada localidade.

O município de **Colômbia** apresentou o índice mais elevado para o ODS 4 (Educação de qualidade), mas **Barretos**, **Colina**, **Bebedouro** e **Icém** também apresentaram indicadores elevados (acima de 0,70), refletindo a existência de políticas educacionais eficazes, infraestrutura adequada e maior cobertura de ensino básico. Outros municípios como **Viradouro**, **Orlândia**, **Jaborandi** e **Terra Roxa**, atingiram índice moderado (em torno de 0,60) e **Morro Agudo** e **Altair** desempenho baixo, indicando falhas no sistema educacional e a necessidades de políticas públicas voltadas para a educação.

É importante ressaltar que a educação ambiental para a sustentabilidade, realizada nas escolas, é uma ferramenta fundamental para o aprendizado e a valorização do meio ambiente, como também para a formação de cidadãos críticos e engajados com as questões ambientais. Porém, esses conteúdos devem ser incorporados nas matrizes

curriculares. Além disso, os docentes precisam estar preparados para transmitir esse conhecimento e aplicar atividades práticas.

**Icém** obteve o maior índice para o ODS 5 (Igualdade de gênero) indicando uma equidade entre homens e mulheres, seguido de **Bebedouro** e **Altair** que apontam para um cenário promissor nos direitos e garantias para as mulheres. Os demais municípios ainda carecem na promoção da igualdade de gênero.

Os resultados do ODS 6 (Água limpa e saneamento) também apresentaram discrepâncias, **Morro Agudo** obteve melhor desempenho. Na sequência, **Altair, Bebedouro, Orlândia e Terra Roxa**, sinalizando avanços no sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Ao contrário disto, **Jaborandi e Viradouro**, resultaram nos índices mais baixos, alertando para necessidade de planejamento e obras de infraestrutura para garantia a segurança hídrica.

A respeito do ODS 7 (Energia limpa e acessível), somente **Altair, Barretos e Morro Agudo** atingiram uma pontuação relevante, todos os outros municípios ficaram abaixo de 0,40. Sendo assim, de uma maneira geral, todos os municípios apresentaram uma baixa eficiência no uso de fontes renováveis e sustentáveis para garantir o uso energia limpa.

**Barretos, Bebedouro e Orlândia** apresentaram os melhores resultados para o ODS 8 (Trabalho decente e crescimento econômico), sinalizando um cenário favorável na promoção de empregos e no desenvolvimento econômico. Os outros municípios encontram-se níveis baixos e/ou intermediários para este ODS.

Para o ODS 9 (Indústria, inovação e infraestrutura) os municípios com as maiores pontuações foram **Barretos, Bebedouro, Colômbia, Guaraci e Orlândia** indicando que investem em indústrias e em tecnologia. Em visto disso, os demais municípios carecem nesses setores, sendo importante e necessário o incentivo por parte dos gestores municipais na instalação de novas indústrias e inovação tecnológica.

Somente **Jaborandi** se destacou na pontuação do ODS 10 (Redução das desigualdades), os demais municípios apresentam desafios em relação a equidade dos serviços, evidenciando a necessidade de políticas mais eficazes e direcionadas a redução das desigualdades.

Em relação ao ODS 11 (Cidades e comunidades sustentáveis), seis municípios (**Barretos, Bebedouro, Colina, Colômbia, Icém e Orlândia**), obtiveram pontuação acima de 0,60, liderando esse ODS. Para os outros municípios, sugere-se programas para melhorar as condições das cidades aumentando as áreas verdes e arborizadas.

Apenas **Barretos, Bebedouro e Orlândia** pontuaram significativamente para o ODS 12 (Consumo e produção responsáveis), mas ainda precisam melhorar os índices de coleta seletiva. Todos os outros nove municípios também carecem desse serviço indicando a ausência de preocupações com os resíduos sólidos urbanos. Os gestores municipais podem fomentar programas e ações que auxiliem associações e cooperativas de coletores de resíduos para melhorar esses serviços.

O município de **Altair**, liderou o ODS 13 (Ação contra a mudança global do clima) com pontuação próxima de 0,80. Esse ODS considere a emissão de CO<sub>2</sub> e os focos de queimadas, nesse sentido, onze municípios precisam de atenção nesses indicadores. Para melhorar os níveis deste ODS, as cidades devem incentivar o uso de energias limpas e fontes renováveis como também o uso de transporte coletivo e bicicletas. Além disso, a valorização do meio ambiente e das áreas de florestas nativas e o reflorestamento.

Exceto **Colômbia e Jaborandi**, os outros municípios pontuaram abaixo de 0,50 no ODS 14 (Vida Aquática). Este ODS avalia a coleta e a porcentagem de resíduos que são destinados ao processo de reciclagem. Dessa forma, em concordância com o ODS 12, programas para promover a reciclagem e o reaproveitamento energético dos resíduos melhorariam os indicadores e elevariam a qualidade de vida da população. Outra ação importante, é incentivar a redução na geração de lixo.

O ODS 15 (Vida Terrestre) apresenta um cenário de muitos desafios, pois apenas **Colômbia** obteve pontuação acima de 0,80. **Altair, Barretos, Bebedouro, Colina, Guaraci, Icém, Jaborandi, Morro Agudo, Orlândia, Terra Roxa e Viradouro** necessitam melhorar os instrumentos de financiamento da proteção ambiental e consequentemente, aumentar as áreas de florestas naturais per capita.

De maneira geral, todos os municípios precisam de melhorias nos indicadores do ODS 16 (Paz, justiça e instituições eficazes), melhorando a assiduidade nos processos eleitorais e garantindo a segurança da população na redução na quantidade de homicídios.

Somente **Barretos e Colômbia** atingiram pontuação acima de 0,50 para o ODS 17 (Parcerias e meio de implementação), porém, como os outros municípios, estes também precisam aumentar os investimentos públicos per capita, garantindo uma melhor distribuir dos serviços e a qualidade de vida da população.

Figura 16 - Pontuação de cada ODS por município



Figura 16 - Pontuação de cada ODS por município

continuação



Fonte: elaboração própria.

Além da análise por ODS, foi elaborada a Figura 17 para visualizar os resultados para cada município, a fim de verificar a necessidade de cada um. **Altair**, apresentou pontuação elevada para os ODS 1, 2, 6, 9 e 13. Os piores ODSs foram o 4, 7 e 12 com pontuação quase nula, sendo assim, melhorias na educação, nas fontes de energia limpa e no consumo e produção responsáveis são imprescindíveis.

**Barretos** foi o município com os melhores indicadores e, conseqüentemente com o melhor valor do ISVRU. Porém, alguns ODSs precisam de atenção, sendo o 1, 2, 5, 10 e 14. Para **Bebedouro**, os ODSs 1, 2, 10 e 14 obtiveram baixa pontuação, acrescentando o ODS 13, porém teve pontuação elevada para o ODS 5, podendo auxiliar o município de Barretos na melhoria desse objetivo.

Os piores ODSs para **Colina**, foram o 7, 8 e 10, ao contrário dos ODSs 1, 2 e 4, que obtiveram os maiores valores. Para **Colômbia**, quatro ODSs (7, 8, 10 e 16) pontuaram abaixo de 0,50 foram bem avaliados. Todos os ODS de **Guaraci** pontuaram abaixo de 0,70, e os piores foram 3, 5, 7, 10, 12, 13 e 15, é um município que necessita que bastante atenção e organização para planejar e executar ações na melhoria dos serviços urbanos e da qualidade de vida da população.

O município de **Icém** obteve pontuação acima de 0,50 para os ODSs 4, 5, 6, 8 e 11. Dos dezessete objetivos, dez pontuaram abaixo de 0,20, indicando que essa apresenta alta demanda de melhorias. Em **Jaborandi**, a maior pontuação foi o ODS 10 (0,720), todos os demais pontuaram abaixo desse valor, também é uma cidade com elevada necessidade de ações para superar os desafios da sustentabilidade, da vulnerabilidade e da resiliência urbana.

**Morro Agudo** também precisa superar os desafios e as dificuldades em relação aos 17 ODS, pois todos os objetivos apresentaram pontuação abaixo de 0,60. Já **Orlândia**, atingiu resultados melhores, pois sete ODSs (6, 7, 8, 9, 11, 12, 14 e 15) resultaram em valores acima de 0,60, sendo o ODS 6 próximo de 1.

Tanto para **Terra Roxa** quanto para **Viradouro**, todos os ODS atingiram pontuação no máximo de 0,68. Esses resultados mostram que os municípios carecem de ações que garantem os serviços de maneira sustentável, vulnerável e resiliente.

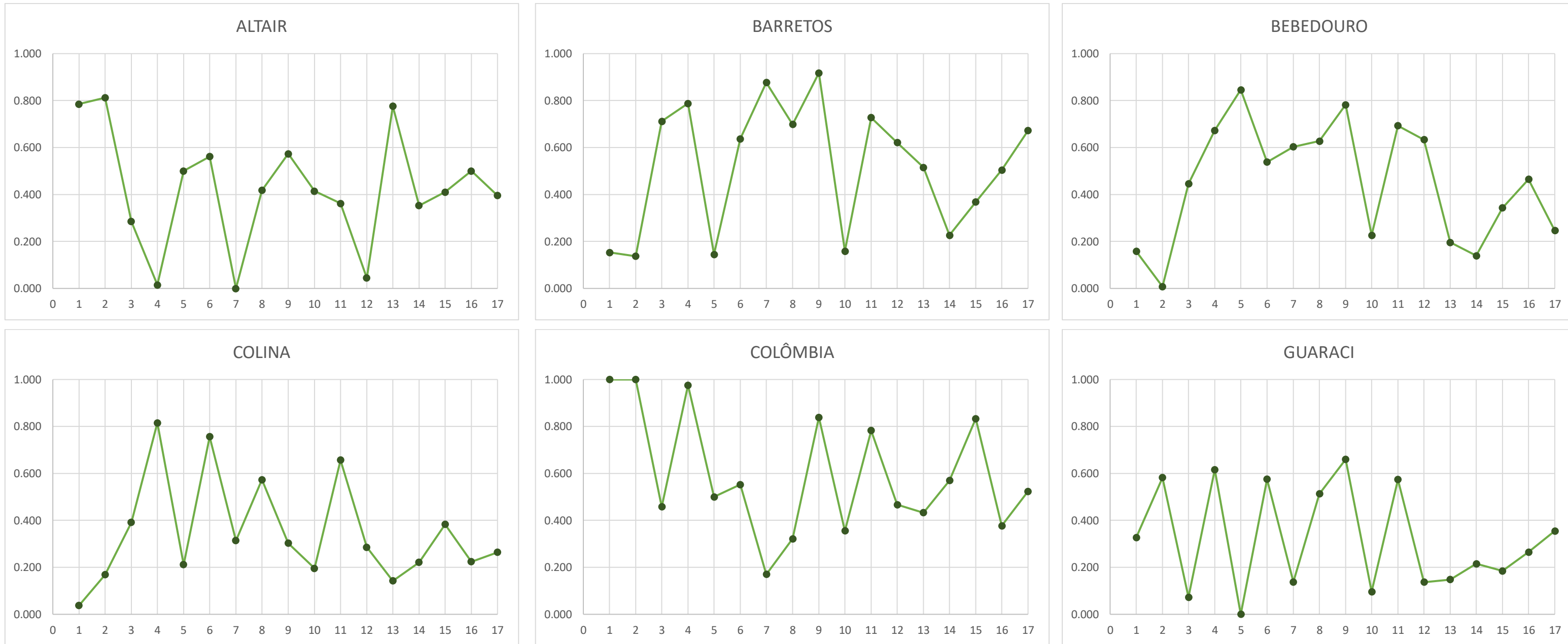
De uma maneira geral, os municípios apresentam muita necessidade de programas e ações para o planejamento de ações que auxiliam na redução na vulnerabilidade e na garantia de uma cidade sustentável e resiliente. Diante disso, é importante que o Comitê da Bacia promova reuniões e debates para auxiliar os gestores

públicos municipais na implementação de atividades que elevem os indicadores, não somente em relação aos números, mas considerando a qualidade de vida da população e a preservação do meio ambiente.

Como observado nos resultados obtidos, alguns municípios apresentaram altos valores para certos indicadores. Dessa maneira, sugere-se que esses municípios compartilhem as ações realizadas para promover o desenvolvimento sustentável e resiliente e a redução da vulnerabilidade social, melhorando a qualidade de vida da população.

Outra observação, é o fato de que um indicador interfere direta ou indiretamente nos outros. Por exemplo, a ausência de programas para melhorar os serviços relacionados aos resíduos sólidos urbanos, influenciam nos ODS 6, 11 e 14. Sendo assim, é importante que os gestores públicos municipais reflitam e elaborem ações, projetos e infraestruturas pensando em todos os serviços e sistemas que compõem a cidade.

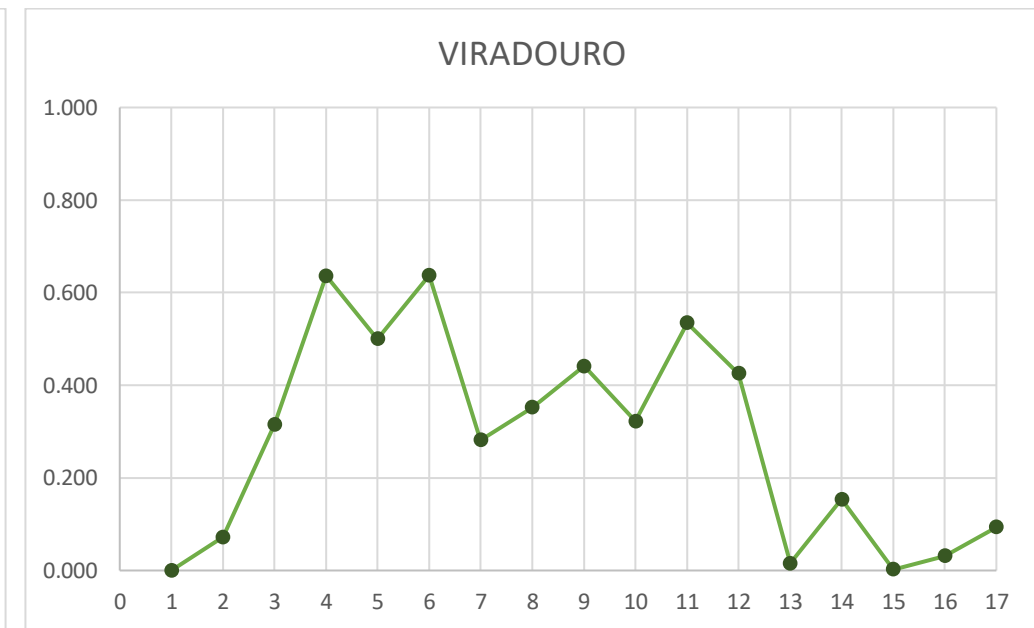
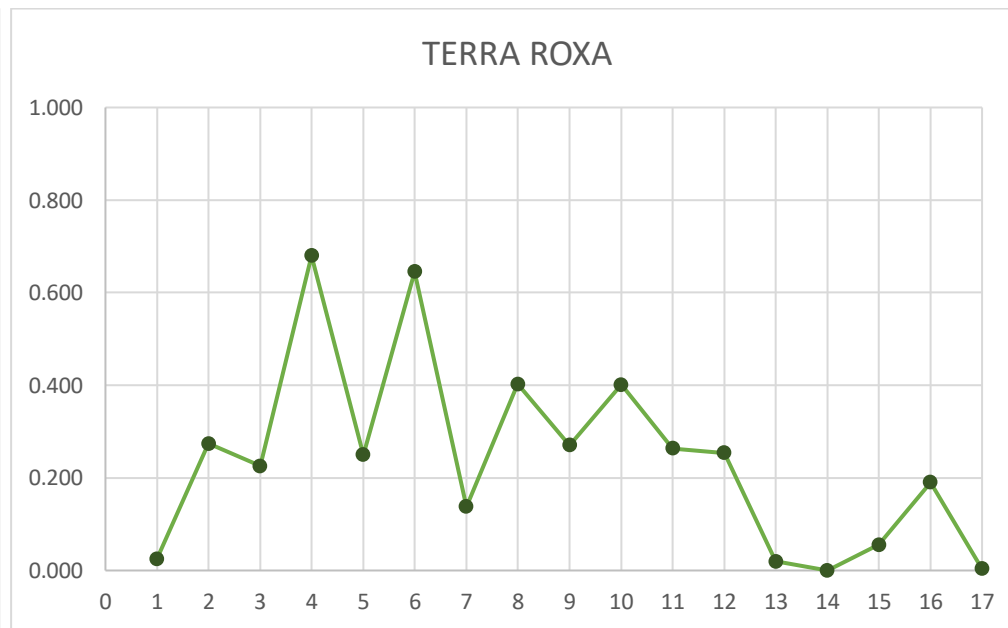
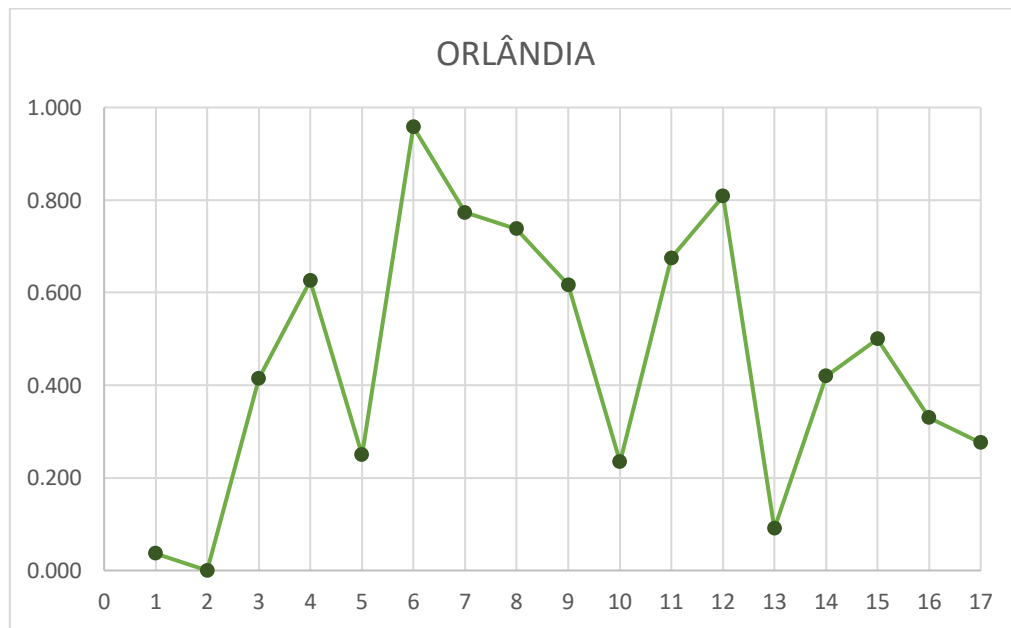
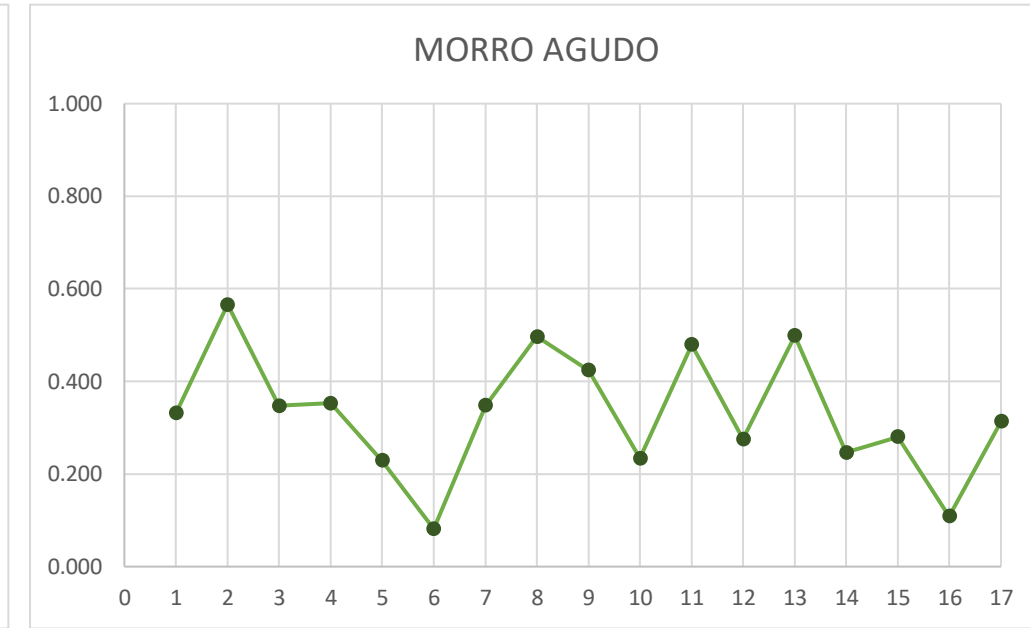
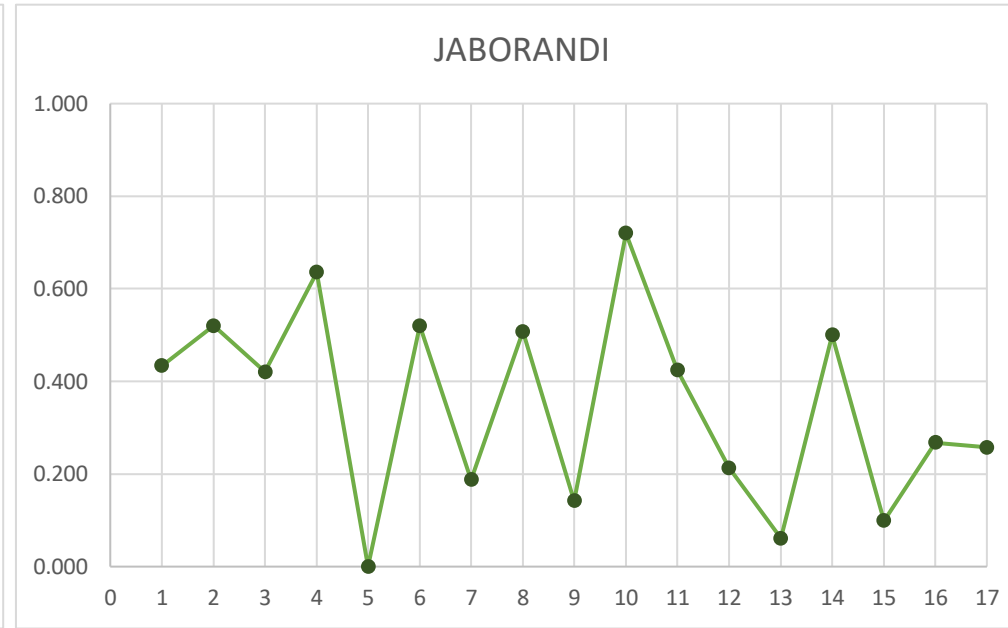
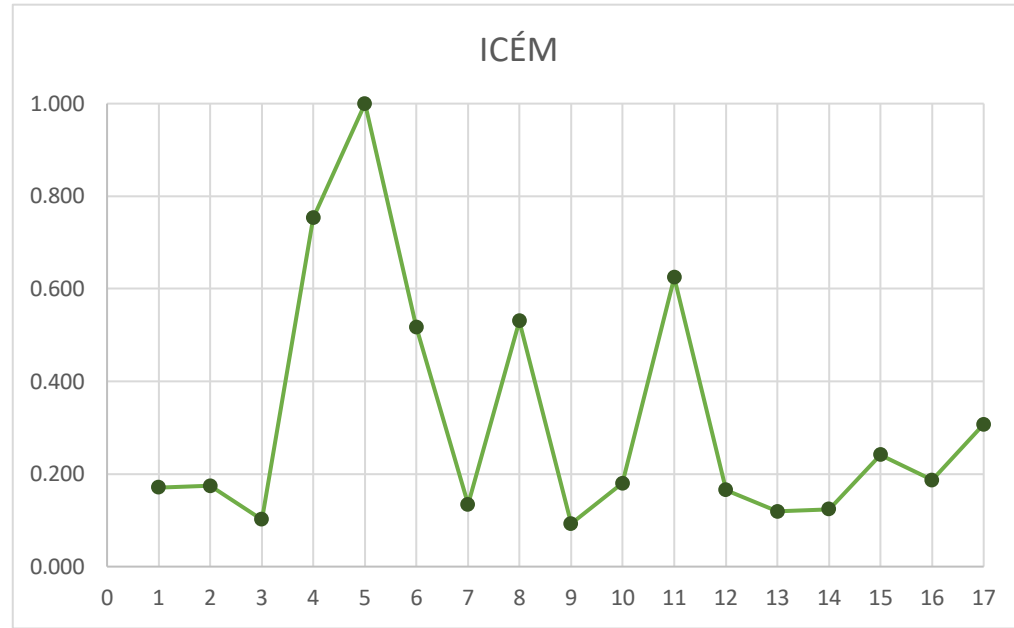
Figura 17 – Desempenho dos 17 ODS para os 12 municípios da Bacia Hidrográfica Baixo Pardo/Grande



ODS 1: Erradicação da Pobreza; ODS 2: Fome zero e agricultura sustentável; ODS 3: Saúde e bem estar; ODS 4: Educação de qualidade; ODS 5: Igualdades de gênero; ODS 6: Água limpa e saneamento; ODS 7: Energia limpa e acessível; ODS 8: Trabalho decente e crescimento econômico; ODS 9: Indústria, inovação e infraestrutura; ODS 10: Redução das desigualdades; ODS 11: Cidades e comunidades sustentáveis; ODS 12: Consumo e produção sustentáveis; ODS 13: Ação contra a mudança global do clima; ODS 14: Vida aquática; ODS 15: Vida terrestre; ODS 16: Paz, justiça e instituições eficazes; ODS 17: Parcerias e meios de implementação.

Figura 17 – Desempenho dos 17 ODS para os 12 municípios da Bacia Hidrográfica Baixo Pardo/Grande

continuação



Fonte: elaboração própria.

## CONCLUSÃO

Em relação aos 17 Objetivos dos Desenvoltimentos Sustentáveis, três apresentaram as maiores pontuações, foram ODS 4 (Educação de Qualidade), ODS 6 (Água limpa e saneamento), ODS 8 (Trabalho decente e crescimento econômico) e ODS 11 (Cidades e comunidades sustentáveis). Apesar disto, ainda não atingiram nível máximo de avaliação. Para os demais ODSs (1, 2, 3, 5, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16 e 17), de modo geral, as pontuações foram baixas, mas com alguns municípios obtiveram destaque.

Embora o ODS 4 tenha alcançado uma pontuação relevante, é fundamental destacar a necessidade de inserir o ensino da sustentabilidade nas matrizes curriculares. Essa integração contribui significativamente para o desenvolvimento da consciência socioambiental desde os anos iniciais da educação básica, contribuindo para a formação de indivíduos mais críticos, responsáveis e preparados para enfrentar os desafios contemporâneos.

Altair, liderou os ODSs 7 e 13; Barretos, os ODSs 3, 9, 16 e 17; Colômbia, os ODSs 1, 2, 4, 11 e 15; Icém liderou o ODS 5; Jaborandi o ODS 10; Morro Agudo o ODS 6 e, Orlândia os ODS 8 e 12. Dessa forma, observa-se que Bebedouro, Colina, Guaraci, Terra Roxa não obtiveram a maior pontuação em qualquer ODS. Esses municípios, que se destacaram em alguns ODS, apresentaram condições de auxiliar os demais municípios na elaboração de ações e projetos para elevar os índices e a qualidade de vida da população. Porém, apesar de se destacarem, também necessitam melhorar os setores que apresentaram desafios.

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Baixo Pardo/Grande deve auxiliar os municípios na elaboração de um planejamento e de ações a fim de padronizá-las, porém, respeitando as limitações e as características de cada cidade. Além disso, também auxilia os municípios na implementação de iniciativas e práticas para promover a educação ambiental. Essa educação ambiental é um instrumento de apoio à continuidade à mudança do comportamento, podendo contribuindo com os ODS 4 (Educação de Qualidade), ODS 6 (Água limpa e saneamento), ODS 8 (Trabalho decente e crescimento econômico) e ODS 11 (Cidades e comunidades sustentáveis).

É importante ressaltar que este Índice de Sustentabilidade, Vulnerabilidade e Resiliência Urbana (ISVRU) foi elaborado considerando os indicadores disponíveis a nível municipal e para os doze municípios da Bacia Hidrográfica Baixo Pardo/Grande.

Sendo assim, sugere-se que futuras pesquisas apliquem o método para verificar a validade para outras localidades, bem como, a substituição e/ou inserção de novos indicadores.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, Maria Lúcia de Martino. "Sustentabilidade das cidades: aspectos conceituais." *Revista RA'E GA*, Curitiba, n. 11, p. 63-72, 2006. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/3456>. Acesso em: 30 mar. 2025.
- BILBAO, Javier et al. Educação e sustentabilidade: Um modelo para diferentes cursos de engenharia. arXiv preprint arXiv:2402.04350, 2024.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Indicadores SINISA 2025: módulo água. 2025. Disponível em: <https://indicadores-sinisa-2025.cidades.gov.br/dashboard?modulo=agua>. Acesso em: 1 mai. 2025.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Indicadores SINISA 2025: módulo esgoto. 2025. Disponível em: <https://indicadores-sinisa-2025.cidades.gov.br/dashboard?modulo=esgoto>. Acesso em: 1 mai. 2025.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Indicadores SINISA 2025: módulo resíduos sólidos. 2025. Disponível em: [https://indicadores-sinisa-2025.cidades.gov.br/dashboard?modulo=residuos\\_solidos](https://indicadores-sinisa-2025.cidades.gov.br/dashboard?modulo=residuos_solidos). Acesso em: 1 mai. 2025.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos – Relatórios Municipais. 2025. Disponível em: <https://sinir.gov.br/relatorios/municipal/>. Acesso em: 1 mai. 2025.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC). Mapa de Empresas: painel interativo. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/empresas-e-negocios/pt-br/mapa-de-empresas/painel-mapa-de-empresas>. Acesso em: 1 mai. 2025.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e Combate à Fome (MDS). Quantidade de famílias em situação de pobreza, segundo a faixa do Programa Bolsa Família, inscritas no Cadastro Único. SABICAD – Sistema de Análise do Cadastro Único, 2024. Disponível em: <https://aplicacoes.cidadania.gov.br/vis/data3/data-explorer.php>. Acesso em: 1 mai. 2025.,
- BRASIL. Ministério dos Transportes. Frota de veículos 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-Senatran/frota-de-veiculos-2023>. Acesso em: 1 mai. 2025.
- CÂMARA MUNICIPAL DE ALTAIR. Portal institucional. 2025. Disponível em: <https://camaraaltair.sp.gov.br/>. Acesso em: 1 mai. 2025.
- CÂMARA MUNICIPAL DE BARRETOS. Portal institucional. 2025. Disponível em: <https://www.camarabarretos.sp.gov.br/>. Acesso em: 1 mai. 2025.
- CÂMARA MUNICIPAL DE BEBEDOURO. Portal institucional. 2025. Disponível em: <https://www.camarabebedouro.sp.gov.br/>. Acesso em: 1 mai. 2025.
- CÂMARA MUNICIPAL DE COLINA. Portal institucional. 2025. Disponível em: <https://www.camaracolina.sp.gov.br/>. Acesso em: 1 mai. 2025.
- CÂMARA MUNICIPAL DE COLÔMBIA. Portal institucional. 2025. Disponível em: <https://www.camaracolombia.sp.gov.br/>. Acesso em: 1 mai. 2025.
- CÂMARA MUNICIPAL DE GUARACI. Portal institucional. 2025. Disponível em: <https://www.camaraguaraci.sp.gov.br/>. Acesso em: 1 mai. 2025.

- CÂMARA MUNICIPAL DE ICÉM. Portal institucional. 2025. Disponível em: <https://www.camaraicem.sp.gov.br/>. Acesso em: 1 mai. 2025.
- CÂMARA MUNICIPAL DE JABORANDI. Portal institucional. 2025. Disponível em: <https://camarajaborandi.sp.gov.br/>. Acesso em: 1 mai. 2025.
- CÂMARA MUNICIPAL DE MORRO AGUDO. Portal institucional. 2025. Disponível em: <https://www.camamarroagudo.sp.gov.br/>. Acesso em: 1 mai. 2025.
- CÂMARA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA. Portal institucional. 2025. Disponível em: <https://www.camaraorlandia.sp.gov.br/>. Acesso em: 1 mai. 2025.
- CÂMARA MUNICIPAL DE TERRA ROXA. Portal institucional. 2025. Disponível em: <https://camaraterroxas.sp.gov.br/>. Acesso em: 1 mai. 2025.
- CÂMARA MUNICIPAL DE VIRADOURO. Portal institucional. 2025. Disponível em: <https://camaraviradouro.sp.gov.br/>. Acesso em: 1 mai. 2025.
- CBH-BPG (Comitê da Bacia Hidrográfica do Baixo Pardo/Grande). Relatório de Situação 2024 – Ano Base 2023. São Paulo: Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2024. Disponível em: <https://sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/CBH-BPG/29041/relatorio-de-situacao-2024-ano-base-2023-final.pdf>. Acesso em: 4 mai. 2025.
- CHAGAS, J. da C.; PEREIRA, A. R. R.; ERAZO, R. de L. Escolas Sustentáveis: integrando a Educação Ambiental e a Gestão Escolar. Revista JRG de Estudos Acadêmicos, Brasil, São Paulo, v. 8, n. 18, p. e082063, 2025. DOI: 10.55892/jrg.v8i18.2063. Disponível em: <https://revistajrg.com/index.php/jrg/article/view/2063>. Acesso em: 25 jul. 2025.
- DA COSTA, Maria Sintia Monteiro; COSTA, Anna Paula Lima. A IMPORTÂNCIA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL DENTRO DO AMBIENTE ESCOLAR: REVISÃO DE LITERATURA. EmpíricaBR-Revista Brasileira de Gestão Negócio e Tecnologia da Informação, v. 4, n. 1, p. 19-19, 2024.
- FERNANDES, Pedro Henrique Carnevalli. O urbano brasileiro a partir das pequenas cidades. Revista Georaguaiá, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 13-31, 2018. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/geo/article/view/6981>. Acesso em 1 mai. 2025.
- FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS (SEADE). Municípios Paulistas: Saúde. 2024. Disponível em: <https://municipios.seade.gov.br/saude/>. Acesso em: 1 mai. 2025.
- GINIBR. Indicadores do Censo Demográfico 2010. DATASUS, 2025. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/ibge/censo/cnv/ginibr.def>. Acesso em: 1 mai. 2025
- GUERRA, A. F., JACOBI, P., SULAIMAN, S. N., & NEPOMUCENO, T. (2010). Mudanças climáticas, mudanças globais: desafios para a educação. REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cidades@: Altair.** 2024. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/altair/panorama>. Acesso em: 8 abr. 2025.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cidades@: Barretos.** 2024. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/barretos/panorama>. Acesso em: 8 abr. 2025.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cidades@: Bebedouro.** 2024. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/bebedouro/panorama>. Acesso em: 8 abr. 2025.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cidades@: Colina.** 2024. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/colina/panorama>. Acesso em: 8 abr. 2025.

- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE).** *Cidades@: Colômbia.* 2024. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/colombia/panorama>. Acesso em: 8 abr. 2025.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE).** *Cidades@: Guaraci.* 2024. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/guaraci/panorama>. Acesso em: 8 abr. 2025.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE).** *Cidades@: Icém.* 2024. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/icem/panorama>. Acesso em: 8 abr. 2025.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE).** *Cidades@: Jaborandi.* 2024. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/jaborandi/panorama>. Acesso em: 8 abr. 2025.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE).** *Cidades@: Morro Agudo.* 2024. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/morroagudo/panorama>. Acesso em: 8 abr. 2025.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE).** *Cidades@: Orlandia.* 2024. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/orlandia/panorama>. Acesso em: 8 abr. 2025.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE).** *Cidades@: Terra Roxa.* 2024. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/terraroxa/panorama>. Acesso em: 8 abr. 2025.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE).** *Cidades@: Viradouro.* 2024. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/viradouro/panorama>. Acesso em: 8 abr. 2025.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE).** Produção Agrícola Municipal (PAM). Tabelas. Tabela 3.25 São Paulo. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=resultados>. Acesso em 2 mai. 2025.
- INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA).** Atlas da Violência: série histórica – código 328. Brasília: Ipea, 2023. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/atlasviolencia/dados-series/328>. Acesso em: 1 mai. 2025.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE).** BDQueimadas – Banco de Dados de Queimadas. São José dos Campos: INPE, 2025. Disponível em: <https://terrabilis.dpi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas/#graficos>. Acesso em: 1 mai. 2025.
- KARJANTO, N. Teaching mathematical modeling for sustainability: Enhancing interdisciplinary skills in students. arXiv preprint arXiv:2312.02165, 2023.
- LOPES, G. K.; CASAGRANDE JUNIOR, E. F.; DA SILVA, M. C. Educação interdisciplinar para formação de uma mentalidade sustentável. Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade, [S. l.], v. 6, n. 3, p. 138–151, 2014. DOI: 10.22292/mas.v6i3.251. Disponível em: <https://www.revistasuninter.com/revistameioambiente/index.php/meioAmbiente/article/view/251>. Acesso em: 24 jul. 2025.
- MAPBIOMAS. Plataforma de dados – Cobertura e uso da terra no Brasil (Coleção 8). São Paulo: MapBiomass, 2023. Disponível em: <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/cobertura>. Acesso em: 1 mai. 2025.
- MOREIRA, Ana et al. A road less travelled and beyond: towards a roadmap for integrating sustainability into computing education. arXiv preprint arXiv:2406.18945, 2024.

- MORSUT, C. et al. Connecting resilience, vulnerability, social capital and risk awareness: A conceptual framework. *Risk, Hazards & Crisis in Public Policy*, v. 12, n. 4, p. 486–504, 2021. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1468-5973.12375>. Acesso em: 4 mai. 2025.
- OBSERVATÓRIO DO CLIMA. Plataforma SEEG – Território. Brasília: Observatório do Clima, 2025. Disponível em: <https://plataforma.seeg.eco.br/territorio>. Acesso em: 1 mai. 2025.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Resilience and Risk Reduction. UN-Habitat, 2024. Disponível em: <https://unhabitat.org/topic/resilience-and-risk-reduction>. Acesso em: 25 jul. 2025.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Dados Conservação e Manejo. 2025. Disponível em: [https://mapas.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/portal/apps/experiencebuilder/experience/?id=ede801f60edc4586a8dcf40e10b7dde0%2F&page=page\\_42](https://mapas.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/portal/apps/experiencebuilder/experience/?id=ede801f60edc4586a8dcf40e10b7dde0%2F&page=page_42). Acesso em: 1 mai. 2025.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística. Portal de Dados Energéticos do Estado de São Paulo – Eletricidade. 2025. Disponível em: <https://dadosenergeticos.energia.sp.gov.br/portalccev2/intranet/Eletricidade/index.html>. Acesso em: 1 mai. 2025.
- SIG - Eleição comparativa por abstenção. Tribunal Superior Eleitoral, 2025. Disponível em: <https://sig.tse.jus.br/ords/dwapr/t/seai/sig-eleicao-comp-abst/home?session=116045525019885>. Acesso em: 1 mai. 2025.
- SILVA, Lilian Ferreira Cardoso da; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde; LIMA, Eduardo Rodrigues Viana de; SILVEIRA, José Augusto Ribeiro da. Sistema de Indicadores de Sustentabilidade Urbana para Pequenas Cidades: Proposição e aplicação no município do Conde/PB. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, [S. l.], v. 12, n. 87, 2024. DOI: 10.17271/23188472128720245181. Disponível em: [https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/gerenciamento\\_de\\_cidades/article/view/5181](https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/view/5181). Acesso em: 30 mar. 2025.
- SILVA, T. K. R. da, Costa, C. C., Medeiros, A. C. de, & Maracaja, P. B. (2024). Fundamentos básicos de educação para a sustentabilidade. *Revista Brasileira De Educação E Saúde*, 14(4), 646–651. <https://doi.org/10.18378/rebes.v14i4.11157>. Acesso em: 30 mar. 2025.
- SILVA JUNIOR, G. C. da et al. A educação para a sustentabilidade e os vínculos na formação de estudantes do ensino superior. Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Brasil. 2021.
- SOTTO, D. et al. *Sustentabilidade urbana: dimensões conceituais e instrumentos legais de implementação*. Estudos Avançados, São Paulo, v. 33, n. 97, p. 61–80, 2019. Disponível em: <https://www.periodicos.usp.br/eav/article/view/164901>. Acesso em: 4 mai. 2025.
- RODRIGUES FEITOSA MELO, M.; MARIA DE SOUZA, A; LIGIA PINHEIRO MÁXIMO, A.; THÉRCIO SILVA COUTINHO, A. Práticas desenvolvidas para a educação sustentável no ensino superior: contribuições do professor. *Ciência e Sustentabilidade*, v. 4, n. 1, p. 95-114, 10 jul. 2018.
- TELECO. Inteligência em comunicações. ACESSOS por cidade, 2025. Disponível em: [https://www.teleco.com.br/aceessos\\_cidades2.asp](https://www.teleco.com.br/aceessos_cidades2.asp). Acesso em: 1 mai. 2025.
- TURNER II, B. L.; ZHOU, Y. Revisiting the first vulnerability framework for sustainability science. *Jambá: Journal of Disaster Risk Studies*, v. 15, n. 1, p. 1–10, 2023. Disponível em: <https://jamba.org.za/index.php/jamba/article/view/1335>. Acesso em: 4 mai. 2025.
- VIEIRA, A. J. S., SILVA, I. G. da, SÁ-SILVA, J. R., & SILVA, A. L. P. (2025). Educação Ambiental, Sustentabilidade e Ensino de Ciências por Investigação: uma revisão de literatura. *Revista Ibero-Americana De Humanidades, Ciências E Educação*, 11(6), 2874–2890. <https://doi.org/10.51891/rease.v11i6.19832>. Acesso em: 27 jul. 2025.

## **6 CAPÍTULO VI – Discussões e Conclusões**

### **Situação dos municípios da Bacia Hidrográfica Baixo Pardo/Grande**

Os resultados encontrados para a associação entre os índices IDSC e ISA demonstraram que todos os municípios da Bacia foram classificados como média salubridade e sustentabilidade (51% a 75%), porém alguns setores da gestão pública necessitam de atenção. De uma maneira geral, esses setores foram a Igualdade de gênero; Indústria, inovação e infraestrutura; Proteger a vida terrestres; Parcerias e meios de implementação, o Indicador de Esgoto Sanitário (Ies), o Indicador de Recursos Hídricos (Irh), o Indicador de Controle de Vetores (Icv) e o Indicador Socioeconômico (Ise).

O Índice de Sustentabilidade, Vulnerabilidade e Resiliência Urbana (ISVRU) foi elaborado a partir dos indicadores dos modelos da ABNT NBR 37120/2021 e do Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC) Esse índice é composto por 51 indicadores, todos disponíveis em bases de dados digitais e de acesso aberto, pois, esse fator é uma das dificuldades no manuseio de indicadores.

O objetivo não foi comparar os municípios, mas verificar as necessidades e desafios de cada um. Assim, cada administração pode definir prioridades a partir das deficiências e planejar melhorias.

### **Potencialidades, Restrições e Desafios relacionados ao uso de Indicadores**

O Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) e o IDSC auxiliam na mensuração da salubridade ambiental e desenvolvimento sustentável. Porém, a ABNT NBR ISO 37120/2021, além de medir e avaliar a sustentabilidade, mensura a resiliência urbana e emite uma certificação pela ABNT, assegurando que a cidade é sustentável e promove a qualidade de vida da população.

Os indicadores foram responsáveis e importantes para obtenção de um diagnóstico, dos municípios e da bacia, sobre condições dos serviços prestados no e da situação de cada um. Além disso, foi possível medir a salubridade, sustentabilidade, vulnerabilidade e resiliência deles.

A principal vantagem de utilizar indicadores quantitativos está na facilidade de mensuração e análise dos resultados, uma vez que a representação numérica permite comparações objetivas, identificação de padrões e acompanhamento da evolução ao longo do tempo. Essa abordagem contribui para decisões mais fundamentadas,

especialmente em contextos que exigem rigor e precisão na avaliação de desempenho ou impacto.

Grande parte dos indicadores não é acessível em nível municipal, estando disponível apenas em âmbitos estadual ou nacional, o que dificulta análises mais regionais. Além disso, devido à diversidade de escalas em que os dados são coletados e apresentados nas bases disponíveis, adotou-se um processo de normalização, convertendo todos os indicadores para uma escala padronizada de 0 a 1, de modo a viabilizar sua integração em uma mesma equação.

