

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CAMPUS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA EM
FREDERICO WESTPHALEN
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
AMBIENTAL**

Tainan Weber Scolari

**DIAGNÓSTICO DO SANEAMENTO BÁSICO NO MUNICÍPIO DE
JABOTICABA/RS POR MEIO DO INDICADOR DE SALUBRIDADE
AMBIENTAL**

Frederico Westphalen-RS
2022

Tainan Weber Scolari

**DIAGNÓSTICO DO SANEAMENTO BÁSICO NO MUNICÍPIO DE
JABOTICABA/RS POR MEIO DO INDICADOR DE SALUBRIDADE
AMBIENTAL**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), campus Frederico Westphalen, como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental**.

Orientador: Prof. Dr^o Raphael Corrêa Medeiros
Coorientadora: Prof^a Dr^a Aline Ferrão Custodio Passini

Frederico Westphalen-RS
2022

Scolari, Tainan Weber
Diagnóstico do Saneamento Básico no Município de
Jaboticaba/RS por meio do Indicador de Salubridade
Ambiental / Tainan Weber Scolari.- 2022.
101 p.; 30 cm

Orientador: Raphael Corrêa Medeiros
Coorientadora: Aline Ferrão Custodio Passini
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Campus de Frederico Westphalen, Programa de Pós
Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, RS, 2022

1. Indicador de Salubridade Ambiental 2. Saneamento
Ambiental 3. Gestão Pública 4. Qualidade de Vida I.
Medeiros, Raphael Corrêa II. Passini, Aline Ferrão
Custodio III. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

Declaro, TAINAN WEBER SCOLARI, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Dissertação) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

Tainan Weber Scolari

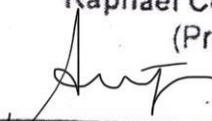
DIAGNÓSTICO DO SANEAMENTO BÁSICO NO MUNICÍPIO DE
JABOTICABA/RS POR MEIO DO INDICADOR DE SALUBRIDADE
AMBIENTAL

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), campus Frederico Westphalen, como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental**.

Aprovado em 16 de maio de 2022:



Raphael Corrêa Medeiros, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)



Aline Ferrão Custodio Passini, Dra. (UFSM)
(Coorientadora)



Priscila Soraia da Conceição Ribeiro, Dra. (UTFPR)



Magali Rejane Rigon Barbieri, Dra. (UNISINOS)

Frederico Westphalen, RS
2022

AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos ao meu orientador Prof. Dr. Raphael Corrêa Medeiros e minha coorientadora Aline Ferrão Custodio Passini, pelas motivações, orientações e por me aceitarem como orientando, muito obrigado!

Aos meus pais, Jacir Luiz Botton Scolari e Ana Júlia Weber Scolari, por todo o incentivo e compreensão durante o período de elaboração da pesquisa. À minha irmã Bruna Weber Scolari, por ter compartilhado comigo suas experiências como mestranda e ter me aconselhado nas melhores escolhas. À minha namorada Aline Mazzone, fiel companheira durante todo o percurso. Toda gratidão é pouca perante o que representam para mim.

Não poderia deixar de agradecer àqueles que contribuíram com o fornecimento dos dados para o desenvolvimento do trabalho: ao Carlos Eduardo Balestrin Flores do CIGRES, ao Sandro Martins e Romana Trentin da Vigilância Sanitária de Jaboticaba, à Vanessa Lubachenski Técnica de Enfermagem da Unidade Básica de Saúde de Jaboticaba e ao Jairo de Paula Aires da Secretaria Municipal de Administração, que não mediram esforços para fornecer as informações que dispunham.

Enfim, estendo meu agradecimento a todos os colegas, professores, funcionários e colaboradores da Universidade Federal de Santa Maria, Campus de Frederico Westphalen.

“Uma mente necessita de livros da mesma forma que uma espada necessita de uma pedra de amolar, se quisermos que se mantenha afiada.”

(George R. R. Martin)

RESUMO

DIAGNÓSTICO DO SANEAMENTO BÁSICO NO MUNICÍPIO DE JABOTICABA/RS POR MEIO DO INDICADOR DE SALUBRIDADE AMBIENTAL

AUTOR: Tainan Weber Scolari

ORIENTADOR: Raphael Corrêa Medeiros

O Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) foi proposto pelo Conselho Estadual de Saneamento de São Paulo (CONESAN), para avaliar a situação ambiental dos municípios paulistas, com a principal premissa de apresentar um valor numérico que represente o nível de salubridade ambiental. O ISA avalia diversos componentes do saneamento e seu valor varia de 0 até 1 (ou 0% até 100%), e quanto mais próximo de 1, maior é a salubridade ambiental da região analisada. Apesar de ter sido criado para avaliar os municípios paulistas, o ISA passou a ser utilizado em diversas regiões do Brasil, e sua formulação variou conforme as características dos locais avaliados. O objetivo geral deste estudo foi realizar diagnóstico dos sistemas de saneamento ambiental no município de Jaboticaba/RS, por meio do ISA, apurando as condições atuais para desenvolvimento de um prognóstico visando melhorias. Para tal, realizou-se um levantamento de dados do município, os quais foram compilados e organizados para que se pudessem obter os valores dos indicadores de 3ª e 2ª ordem, resultando no valor do ISA para cada microrregião municipal, a fim de que, posteriormente, se pudesse obter o valor geral do, aqui denominado, ISA/JAB. Obteve-se o valor do ISA/JAB para as microrregiões do município, tanto rurais quanto urbanas, realizando uma análise aprofundada de todos os componentes do saneamento municipal. O valor geral do ISA/JAB foi de 51,82%, que enquadra a região como de média salubridade. O estudo apontou a necessidade de avanço em algumas esferas do saneamento, principalmente o esgotamento sanitário, que carecem de melhorias para elevar a salubridade ambiental local. Os melhores resultados foram apresentados pelo Indicador de Controle de Vetores, com 90,44% seguido pelo Indicador de Abastecimento de Água, com 81,70%.

Palavras-chave: Indicador de Salubridade Ambiental; Saneamento Ambiental; Gestão Pública; Qualidade de Vida.

ABSTRACT

DIAGNOSIS OF BASIC SANITATION IN THE MUNICIPALITY OF JABOTICABA/RS THROUGH THE ENVIRONMENTAL HEALTH INDICATOR

AUTHOR: Tainan Weber Scolari
ADVISOR: Raphael Corrêa Medeiros

The Environmental Health Indicator (ISA) was proposed by the São Paulo State Sanitation Council (CONESAN) to assess the environmental situation of São Paulo municipalities, with the main premise of presenting a numerical value that represents the level of environmental health. The ISA evaluates several sanitation components and its value varies from 0 to 1 (or 0% to 100%), and the closer to 1, the greater the environmental healthiness of the analyzed region. Despite having been created to evaluate the municipalities of São Paulo, the ISA started to be used in several regions of Brazil, and its formulation varied according to the characteristics of the evaluated locations. The general objective of this study was to carry out a diagnosis of the environmental sanitation systems in the municipality of Jaboticaba/RS, through the ISA, ascertaining the current conditions for the development of a prognosis aimed at improvements. To this end, a survey of municipal data was carried out, which were compiled and organized so that the values of the 3rd and 2nd order indicators could be obtained, resulting in the value of the ISA for each municipal micro-region, so that, later on, if you could get the general value of the, here called, ISA/JAB. The value of the ISA/JAB was obtained for the micro-regions of the municipality, both rural and urban, carrying out an in-depth analysis of all components of municipal sanitation. The general value of the ISA/JAB was 51.82%, which fits the region as having medium health. The study pointed out the need for improvement in some spheres of sanitation, especially sanitary sewage, which need improvements to increase local environmental health. The best results were presented by the Vector Control Indicator, with 90.44%, followed by the Water Supply Indicator, with 81.70%.

Keywords: Environmental Health Indicator; Environmental sanitation; Public Management; Quality of life;

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Os quatro pilares do saneamento básico.....	26
Figura 2 - Abrangência do saneamento ambiental.....	27
Figura 3 - Organograma dos processos metodológicos para estruturação da Dissertação.	35
Figura 4 - Relação dos indicadores de 1ª, 2ª e 3ª ordem incorporados ao ISA/JAB.	45
Figura 5 - Número de trabalhos analisados sobre ISA em função do ano de publicação.	48
Figura 6 - Mapa com a localização das pesquisas analisadas sobre o ISA no Brasil.	48
Figura 7 - Número de Indicadores de 2ª Ordem, para cálculo do ISA, utilizados nas pesquisas.	49
Figura 8 - Indicadores mais utilizados nos estudos avaliados sobre o ISA.	50
Figura 9 - Média de pesos dos Indicadores para o cálculo do ISA, por diversos autores.	51
Figura 10 - Localização do município de Jaboticaba – RS.....	54
Figura 11 - Áreas urbanas e rurais do município de Jaboticaba – RS.	55
Figura 12 - Microrregiões do município de Jaboticaba – RS.....	56
Figura 13 - Página do DataSus para dados de abastecimento de água.	60
Figura 14 - Mapa quantitativo da pontuação do I_{ab}	67
Figura 15 - Instalações sanitárias no município de Jaboticaba – RS.	68
Figura 16 - Mapa quantitativo da pontuação do I_{es}	70
Figura 17 - Página do DataSus para dados de coleta de resíduos sólidos.	72
Figura 18 - Destinação dos resíduos sólidos no município de Jaboticaba – RS.	74
Figura 19 - Mapa quantitativo da pontuação do I_{rs}	81
Figura 20 - Pavimento de pedras poliédricas (a) e pavimento em concreto asfáltico (b), sem defeitos, observados a campo no Distrito Trentin, Jaboticaba – RS.	83
Figura 21 - Defeitos no pavimento constatados em observação a campo: drenagem lateral inadequada (a) e corrugação (b).	85
Figura 22 - Levantamento de ruas no Distrito Trentin.	86
Figura 23 - Levantamento de ruas no Distrito Sede.	87
Figura 24 - Mapa quantitativo da pontuação do I_{dr}	89
Figura 25 - Casos de Leptospirose nos últimos anos, em Jaboticada – RS.	94
Figura 26 - Mapa quantitativo da pontuação do I_{cv}	96
Figura 27 - Página eletrônica PNUD Brasil.	97
Figura 28 - Evolução do IDHm de Jaboticaba – RS entre os anos 1991, 2000 e 2010.	98
Figura 29 - Mapa quantitativo da pontuação do I_{so}	100
Figura 30 - Mapa da pontuação do ISA/JAB.	103

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Indicadores de 2ª e 3ª ordens que compõem o ISA.....	30
Tabela 2 - Faixas de pontuação do ISA.	31
Tabela 3 - Critérios de pontuação do I _{df}	41
Tabela 4 - Critérios avaliativos dos indicadores de 3ª ordem para o indicador de drenagem pluvial.	43
Tabela 5 - Critério de pontuação para os indicadores de 3ª ordem do Indicador de controle de vetores.	44
Tabela 6 - Título das publicações analisadas sobre o ISA.....	46
Tabela 7 - Resultados finais do ISA para os estudos analisados.....	52
Tabela 8 - Pontuação do I _{ca}	61
Tabela 9 - Número de análises de potabilidade realizados em 2020.	62
Tabela 10 - Pontuação do I _{qa}	64
Tabela 11 - População jaboticabense nos censos de 2000 e 2010.	65
Tabela 12 - Pontuação do I _{ab}	66
Tabela 13 - Pontuação do I _{ce} , I _{te} e I _{se}	69
Tabela 14 - Pontuação do I _{cr}	73
Tabela 15 - Pontuação do I _{df}	75
Tabela 16 - Número de habitantes nos Censos de 2000 e 2010 para os municípios consorciados no CIGRES.....	76
Tabela 17 - Geração de Resíduos Sólidos por município consorciado pelo CIGRES em 2020.	78
Tabela 18 - Pontuação do I _{sr}	79
Tabela 19 - Pontuação do I _{rs}	80
Tabela 20 - Pontuação do I _{dr}	88
Tabela 21 - Pontuação do I _{vd}	91
Tabela 22 - Pontuação do I _{ve}	92
Tabela 23 - Pontuação do I _{vl}	93
Tabela 24 - Pontuação do I _{cv}	95
Tabela 25 - IDHm do município de Jaboticaba.....	98
Tabela 26 - Pontuação do I _{so}	99
Tabela 27 - Valor do ISA/JAB para cada microrregião.....	101
Tabela 28 - Indicadores, formulação e as fontes de dados utilizadas para a composição do ISA/JAB.	104

LISTA DE SIGLAS

CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CIGRES	Consórcio Intermunicipal de Gestão de Resíduos Sólidos
CONESAN	Conselho Estadual de Saneamento de São Paulo
CORSAN	Companhia Riograndense de Saneamento
CRS	Coordenadoria Regional de Saúde
DataSUS	Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
Dt	Domicílios totais
FEE	Fundação de Economia e Estatística
I _{ab}	Indicador de abastecimento de água
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
I _{ca}	Indicador de cobertura no abastecimento de água
I _{ce}	Indicador de cobertura da coleta de esgoto
I _{cm}	Indicador de condições de moradia
I _{cr}	Indicador de coleta de resíduos sólidos
I _{cv}	Indicador de controle de vetores
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
I _{dm}	Indicador de disponibilidade de mananciais
I _{dr}	Indicador de drenagem pluvial
I _{ed}	Indicador de educação
I _{ep}	Indicador de espaço público
I _{es}	Indicador de esgoto sanitário
I _{et}	Indicador de esgoto tratado
I _{fi}	Indicador de fontes isoladas
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
I _{qa}	Indicador de qualidade da água tratada
I _{qb}	Indicador de qualidade da água bruta
I _{qr}	Indicador de qualidade da disposição final de resíduos sólidos
IQR	Índice de Qualidade de Resíduos
I _{rf}	Indicador de renda
I _{rh}	Indicador de recursos hídricos
I _{rs}	Indicador de resíduos sólidos
ISA	Indicador de Salubridade Ambiental
I _{sa}	Saturação do sistema de abastecimento de água
ISA/JAB	Indicador de Salubridade Ambiental de Jaboticaba/RS
I _{se}	Indicador de saturação do sistema de esgoto
I _{sos}	Indicador socioeconômico
I _{sp}	Indicador de saúde pública
I _{sr}	Indicador de saturação da disposição final de resíduos sólidos
I _{vd}	Indicador de vetor de dengue
I _{ve}	Indicador de vetor de esquistossomose
I _{vl}	Indicador de vetor de leptospirose
PIB	Produto Interno Bruto
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
SciELO	Scientific Electronic Library Online

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	22
1.1	OBJETIVOS	23
1.1.1	Objetivo Geral	23
1.1.2	Objetivos Específicos	23
1.2	JUSTIFICATIVA	24
2	REFERENCIAL TEÓRICO	26
2.1	SANEAMENTO	26
2.2	INDICADORES	28
2.2.1	Indicador de Salubridade Ambiental	29
2.2.2	Diferentes usos do ISA no Brasil	32
3	MATERIAIS E MÉTODOS	34
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	34
3.2	DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS	34
3.2.1	Revisão bibliográfica da aplicação do ISA	35
3.2.2	Simulações do cálculo do Indicador	36
3.2.3	Levantamento de dados e cálculo do ISA/JAB	36
3.2.4	Análise dos resultados	37
3.3	ESTRUTURAÇÃO DO ISA/JAB	37
3.3.1	Indicador de abastecimento de água	38
3.3.2	Indicador de esgoto sanitário	39
3.3.3	Indicador de resíduos sólidos	40
3.3.4	Indicador de drenagem pluvial	42
3.3.5	Indicador de controle de vetores	43
3.3.6	Indicador socioeconômico	44
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4.1	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	46
4.2	CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE JABOTICABA	53
4.2.1	Aspectos Gerais	53
4.2.2	Microrregiões	55
4.2.3	Aspectos Históricos	57
4.2.4	Formação Administrativa	57
4.3	CÁLCULO DO ISA/JAB	58
4.3.1	Indicador de abastecimento de água (I_{ab})	58
4.3.1.1	<i>Indicador de cobertura no abastecimento (I_{ca})</i>	59
4.3.1.2	<i>Indicador de qualidade da água distribuída (I_{qa})</i>	62
4.3.1.3	<i>Indicador de saturação do sistema produtor (I_{sa})</i>	64
4.3.1.4	<i>Pontuação Final do I_{ab}</i>	66
4.3.2	Indicador de esgoto sanitário (I_{es})	67
4.3.2.1	<i>Indicadores de Cobertura (I_{ce}), Tratamento (I_{te}) e Saturação dos sistemas de esgoto (I_{se})</i>	69
4.3.3	Indicador de resíduos sólidos (I_{rs})	71
4.3.3.1	<i>Indicador de coleta de resíduos (I_{cr})</i>	71
4.3.3.2	<i>Indicador de disposição final de resíduos sólidos (I_{df})</i>	74
4.3.3.3	<i>Indicador de saturação da disposição final de resíduos sólidos (I_{sr})</i>	76
4.3.3.4	<i>Pontuação final do I_{rs}</i>	80
4.3.4	Indicador de drenagem pluvial (I_{dr})	81
4.3.4.1	<i>Indicador de alagamento (I_{al})</i>	82

4.3.4.2	Indicador de ruas pavimentadas (I_{rp}).....	82
4.3.4.3	Indicador de defeitos no pavimento (I_{dp})	83
4.3.4.4	Pontuação Final do I_{dr}	85
4.3.5	Indicador de controle de vetores (I_{cv}).....	90
4.3.5.1	Indicador de Dengue (I_{vd}).....	90
4.3.5.2	Indicador de Esquistossomose (I_{ve})	91
4.3.5.3	Indicador de Leptospirose (I_{vl}).....	92
4.3.5.4	Pontuação final do I_{cv}	94
4.3.6	Indicador socioeconômico (I_{so}).....	96
4.3.6.1	Análise do IDHm de Jaboticaba	97
4.3.6.2	Pontuação Final do I_{so}	99
4.4	RESULTADO FINAL E VALOR DO ISA/JAB	100
4.5	FONTES NA OBTENÇÃO DOS DADOS	104
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	107
	REFERÊNCIAS	109

1 INTRODUÇÃO

Na sociedade contemporânea, a crescente urbanização, e conseqüente alta densidade demográfica, trouxe aumento da geração de rejeitos, tanto líquidos quanto sólidos, que aliada a uma alta taxa de impermeabilização do solo, resultou em novas situações de perigo à saúde humana e ao meio ambiente (FUNASA, 2015).

O bem-estar da população está relacionado diretamente com as condições sociais e materiais, onde a população está inserida. As condições sociais referem-se a aspectos socioeconômicos, culturais e de satisfação das necessidades básicas. Já os aspectos materiais envolvem questões de moradia e infraestrutura disponibilizada pelo poder público, nas quais englobam os sistemas públicos de saneamento básico (DIAS, 2003).

A Lei Federal nº 11.445/2007 define saneamento básico como todos os serviços, infraestruturas e instalações operacionais necessárias, para o abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos e drenagem das águas pluviais (BRASIL, 2007). É um dos fatores primordiais para a promoção da salubridade ambiental, de modo a possibilitar maiores condições de sobrevivência, quando corretamente implantado conforme as características da região (FUNASA, 2015).

A carência, ou precariedade, no fornecimento de saneamento básico acarreta conseqüências sociais, econômicas e ambientais, pois comprometem o equilíbrio dos ecossistemas, provocam doenças pela falta ou má qualidade da água e impedem o desenvolvimento socioeconômico (JUNIOR, 2018).

Tendo em vista a necessidade de se avaliar o nível de salubridade ambiental de determinadas localidades, para que se permita determinar a eficiência dos sistemas de saneamento básico, surge, então, o Indicador de Salubridade Ambiental (ISA), como um instrumento capaz de mensurar de forma qualitativa e quantitativa a salubridade ambiental de uma região (TEIXEIRA, 2017).

O Indicador de Salubridade Ambiental foi proposto inicialmente pelo Conselho Estadual de Saneamento de São Paulo (CONESAN, 1999), para avaliar a situação ambiental dos municípios paulistas, com a principal premissa de: apresentar um valor numérico que represente o nível de salubridade ambiental. Tem por objetivo determinar as dificuldades dos municípios, e fornecer informações para definir e

balizar aplicações de políticas públicas para melhoria da qualidade de vida dos cidadãos (BATISTA, 2005).

O presente estudo está estruturado em 5 Capítulos principais, sendo este o Capítulo 1, de Introdução. No Capítulo 2, Referencial Teórico, foram descritos alguns conceitos sobre o tema e foi apresentado o ISA, conforme proposição da CONESAN. Em seguida tem-se a metodologia no Capítulo 3, onde foi detalhado o passo-a-passo e toda a formulação necessária para o cálculo do ISA. O Capítulo 4 apresentou a forma para obtenção dos dados e os cálculos de todos os indicadores assim como o resultado final do ISA/JAB. Por último no Capítulo 5, foram apresentadas as considerações finais e recomendações advindas do estudo sobre a temática abordada.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Realizar diagnóstico dos sistemas de saneamento no município de Jaboticaba/RS, por meio do indicador de salubridade ambiental, apurando as condições atuais para desenvolvimento de um prognóstico visando melhorias.

1.1.2 Objetivos Específicos

Para alcançar o objetivo geral deste trabalho, foram necessárias as seguintes ações, divididas em objetivos específicos:

- a) estabelecer um conjunto de indicadores que possam ser utilizados para a avaliação do saneamento básico em Jaboticaba/RS, levando em consideração as características da região;
- b) encontrar e especificar as fontes de dados necessários para o cálculo dos indicadores;
- c) identificar os locais com carência de saneamento básico no município, a fim de guiar ações mitigadoras;
- d) avaliar as diferenças de atendimento dos sistemas de saneamento entre as zonas urbana e rural do município;

- e) verificar a relevância da aplicação do indicador junto ao Plano Municipal de Saneamento Básico de Jaboticaba/RS.

1.2 JUSTIFICATIVA

Em seu artigo 19, a Lei Federal nº 11.445/2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, especifica que a prestação dos serviços públicos de saneamento básico deverá seguir um plano, que dentre outros elementos, deverá apresentar um diagnóstico da situação através do uso de indicadores sanitários e ambientais. Estes deverão apontar as deficiências e suas causas, na infraestrutura do saneamento (BRASIL, 2007).

Ressalta-se aqui que, o Plano Municipal de Saneamento Básico do município de Jaboticaba-RS não se utilizou de indicador avaliativo das condições sanitárias apresentadas pelo município. Para o diagnóstico da situação e apreciação das causas e problemas presentes, o plano empregou uma metodologia de atribuição de conceitos: excelente, bom, médio, ruim (JABOTICABA, 2014). Não sendo apresentado qual o procedimento adotado para distribuição desses conceitos. Dessa forma, verificam-se avaliações com base em experiências empíricas de profissionais que trabalham na área e que podem resultar em contradições e diferentes opiniões (BONASSI, 2005).

Segundo Paula (2013), uma avaliação coerente deve ter:

- a) credibilidade: com normas claras e metodologia definida;
- b) utilidade: a avaliação deve ter contribuições determinadas;
- c) participação: em que ocorre o compartilhamento entre diversas pessoas envolvidas;
- d) retroalimentação: as informações devem ser geradas sistematicamente entre os envolvidos;
- e) custo eficaz;
- f) deve agregar valor aos interessados.

A elaboração de um Indicador de Salubridade Ambiental no município de Jaboticaba permitirá que os administradores municipais disponham de uma ferramenta para apontar deficiências e potencialidades das questões sanitárias do município. As informações obtidas através do Indicador de Salubridade Ambiental poderão guiar os governantes na gestão dos sistemas de saneamento, que tendo

ciência do cenário verificado, poderão balizar a tomada de decisão e pleitear investimentos. Ainda, o indicador poderá ser incorporado em futuras atualizações do Plano Municipal de Saneamento do Município e nortear a construção do Indicador de Salubridade Ambiental em outros municípios do noroeste do estado do Rio Grande do Sul.

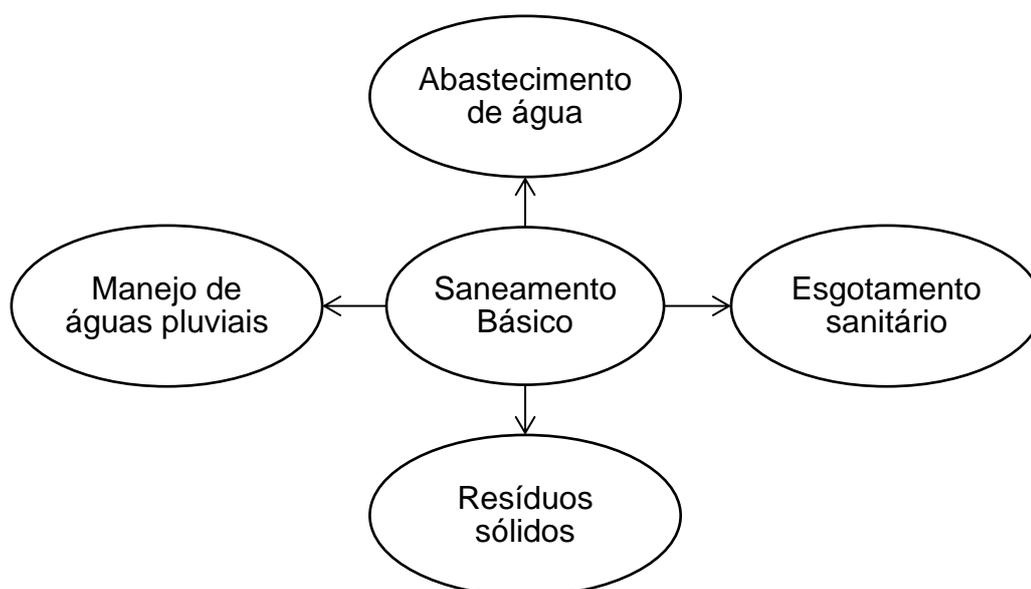
2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SANEAMENTO

O vocábulo saneamento provém do verbo sanear, que significa tornar são, ou mesmo curar e sarar. Sendo assim, o termo saneamento sugere que o ambiente em que a população está inserida seja adequado para a vida e conseqüentemente possua salubridade apropriada para a promoção de saúde (SANEAMENTO, 2020). De uma ótica mais ampla, pode-se relacionar o saneamento diretamente com o estado de higidez e saúde dos habitantes da localidade, com o controle de patologias infecciosas e também na preservação ambiental, sendo de suma importância para o desenvolvimento do bem estar da população (JUNIOR, 2018).

Para a FUNASA (2015), o conceito atual de saneamento básico envolve o que se pode chamar de “pilares do saneamento” (Figura 1): todas as infraestruturas de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e águas pluviais. Com toda essa abrangência, a relação do homem com o ambiente pode ser mediada pelo campo do saneamento, e, à medida que este evolui, entende-se progressivamente que sem saneamento seria impossível desfrutar de qualidade de vida (FUNASA, 2015).

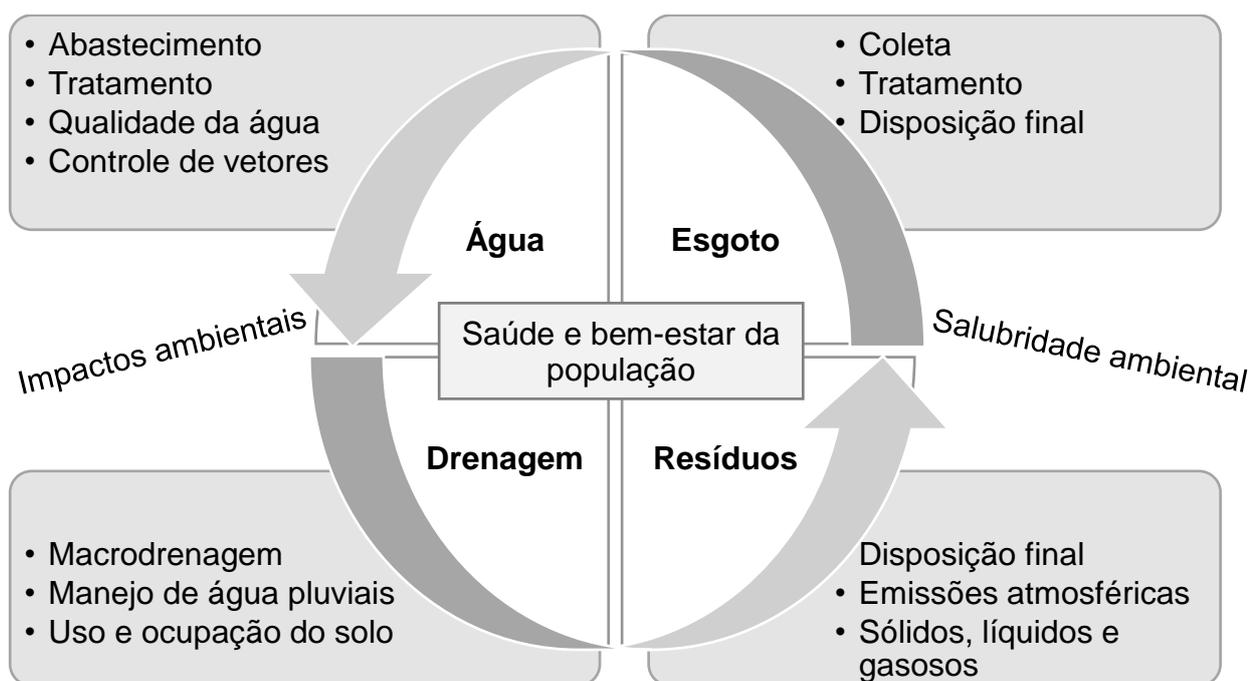
Figura 1 - Os quatro pilares do saneamento básico.



Fonte: Autor (2022).

Já o saneamento ambiental é definido como todos os conjuntos de ações socioeconômicas que visam ampliar os níveis de salubridade ambiental tendo em vista o abastecimento de água potável, coleta e disposição sanitária de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, promoção da disciplina sanitária de uso do solo, manejo de águas pluviais urbanas, controle de vetores transmissores de doenças e demais serviços com a finalidade de proteger e melhorar as condições de vida, tanto rural quanto urbana (FUNASA, 2015). Sendo assim, tem-se uma ampliação do conceito de saneamento, como instrumento para promoção da saúde, bem-estar da população e salubridade ambiental. A Figura 2 ilustra os campos de abrangência do saneamento ambiental.

Figura 2 - Abrangência do saneamento ambiental.



Fonte: Autor (2022).

É importante destacar também a definição de Salubridade Ambiental, que é dada como o estado de higidez em que vive uma população humana e o seu potencial de promover o aperfeiçoamento de condições favoráveis para o pleno gozo da saúde e bem estar (TEIXEIRA *et al.*, 2018).

O saneamento ambiental é primordial para o progresso e desenvolvimento de um país. As infraestruturas e serviços de água tratada, coleta e tratamento de esgotos,

propiciam uma melhor qualidade de vida para as pessoas, que resultam em melhoria na educação, expansão do turismo e valorização dos imóveis, incremento de renda e preservação ambiental (TRATA BRASIL, 2020).

A interferência antrópica, decorrente da ocupação dos espaços e crescimento urbano em todo o mundo, principalmente, após o século XIX, devido a um padrão de vida consumista, impôs taxas incompatíveis aos de suporte dos ecossistemas naturais. Os impactos humanos devem ser analisados com enfoque na mudança de padrões de produção/consumo, salientando medidas necessárias para a reversão dos problemas verificados (JUNIOR, 2018).

A necessidade de equilíbrio entre o cotidiano das populações e as condições do meio ambiente remete à gestão pública. Ela comporta ações e decisões sobre o direcionamento e aplicação de recursos, e também, por normatizar e fiscalizar investimentos privados, que podem causar impactos e modificar a salubridade ambiental. Nesse contexto, a política de saneamento tem papel fundamental na melhoria das condições de vida das populações. Fazer gestão significa coordenar e diagnosticar o desempenho e abrangência das técnicas, por meio de ações que visam identificar todas as falhas, para proporcionar um entendimento dos processos e a interdependência entre eles (PHILIPPI JR; GALVÃO JR, 2012).

A compreensão dos problemas enfrentados no saneamento básico é de suma importância, e poderá ser alcançada por meio de levantamento das mais diversas informações possíveis, com dados corretos, confiáveis e transparentes da área regulamentada. Dessa forma, entram em cena os indicadores, que se tornam importantes instrumentos de gestão das políticas públicas. Os indicadores têm como principal função a conversão de dados em informações relevantes para os tomadores de decisão e o público (PHILIPPI JR; GALVÃO JR, 2012).

2.2 INDICADORES

Etimologicamente, o vocábulo indicador deriva do latim *indicare*, e pode ser definido como aquele que indica, orienta, aponta ou anuncia. Permite transmitir, de forma quantitativa, informações de cunho técnico, de modo que a sua significância fique mais aparente. Os indicadores também informam acerca de um progresso em relação a uma meta estabelecida, deixando um fenômeno mais perceptível e detectável (DA SILVA, 2010).

2.2.1 Indicador de Salubridade Ambiental

O Indicador de Salubridade Ambiental (ISA), proposto pelo Conselho Estadual de Saneamento de São Paulo (CONESAN, 1999), objetiva apresentar um valor numérico capaz de representar o nível em que se encontra a salubridade ambiental da localidade em estudo. Seu cálculo é realizado através da média ponderada de indicadores de 2ª ordem, que resulta no valor final do ISA, indicador de 1ª ordem, obtido por meio da Equação (1).

$$ISA/CONESAN = 0,25I_{ab} + 0,25I_{es} + 0,25I_{rs} + 0,10I_{cv} + 0,10I_{rh} + 0,05I_{se} \quad (1)$$

Onde:

I_{ab} = Indicador de abastecimento de água

I_{es} = Indicador de esgoto sanitário

I_{rs} = Indicador de resíduos sólidos

I_{cv} = Indicador de controle de vetores

I_{rh} = Indicador de recursos hídricos

I_{so} = Indicador socioeconômico

O ISA foi desenvolvido para indicar a precariedade dos serviços de saneamento dos municípios, o qual pode estabelecer indicadores qualitativos e quantitativos dos quatro pilares do saneamento, e ainda, indicadores correlatos. Esse sistema de indicadores tem como objetivo fornecer informações para definir aplicações de políticas e melhorar a qualidade de vida da população (BATISTA, 2005).

Cada indicador de 2ª ordem possui uma finalidade e metodologia de cálculo, em função dos indicadores de 3ª ordem estabelecidos, e obtidos por meio de dados da área e localidade de estudo. A Tabela 1 apresenta todos os indicadores de 2ª e 3ª ordem que compõem o ISA, assim como a finalidade de cada um, conforme proposição da CONESAN (1999).

Tabela 1 - Indicadores de 2ª e 3ª ordens que compõem o ISA.

(continua)

Indicador de 2ª ordem	Indicador de 3ª ordem	Finalidade
I _{ab} - Abastecimento de água	I _{ca} - Cobertura de atendimento	Quantificar os domicílios atendidos pelo sistema de abastecimento de água com controle sanitário
	I _{qa} - Qualidade da água	Monitorar a qualidade da água fornecida
	I _{sa} - Saturação do sistema	Comparar a oferta e demanda do sistema produtor
I _{es} - Esgotos sanitários	I _{ce} - Cobertura de coleta	Quantificar domicílios atendidos por rede de esgoto ou tanque séptico
	I _{et} - Esgoto tratado	Indicar a redução da carga poluidora
	I _{se} - Saturação do sistema	Comparar a oferta e demanda das instalações
I _{rs} - Resíduos sólidos	I _{cr} - Coleta de resíduos sólidos	Quantificar os domicílios atendidos por coleta de resíduos sólidos
	I _{qr} - Disposição final	Quantificar a situação da disposição final dos resíduos
	I _{sr} - Saturação da disposição final	Indicar a necessidade de novas instalações
I _{cv} - Controle de vetores	I _{vd} - Dengue	Identificar a necessidade de programas preventivos de redução ou eliminação de vetores da doença
	I _{ve} - Esquistossomose	Identificar a necessidade de programas preventivos de redução ou eliminação de vetores da doença
	I _{vl} - Leptospirose	Identificar a necessidade de programas preventivos de redução e eliminação de ratos
I _{rh} - Recursos Hídricos	I _{qb} - Água Bruta	Qualificar a situação da água bruta ou risco biológico
	I _{dm} - Disponibilidade de mananciais	Quantificar a disponibilidade de mananciais em relação a demanda
	I _{fi} - Fontes isoladas	Controle das águas utilizadas pelas populações não atendidas pelo serviços de abastecimento

Tabela 1 - Indicadores de 2ª e 3ª ordens que compõem o ISA.

(conclusão)

Indicador de 2ª ordem	Indicador de 3ª ordem	Finalidade
I _{so} - Sócio-econômicos	I _{sp} - Saúde pública	Indicar os serviços de saneamento inadequados que podem ser avaliados pela taxa de mortalidade infantil ligadas a doenças de veiculação hídrica
	I _{rf} - Renda	Indicar a capacidade de pagamento da população pelos serviços
	I _{ed} - Educação	Indicar a linguagem de comunicação nas campanhas de educação sanitária

Fonte: Adaptado de CONESAN (1999).

O valor final do Indicador de Salubridade Ambiental (indicador de 1ª ordem), resulta em um número que pode variar de 0 até 1. Sendo que quanto mais próximo de 1, maior o nível de salubridade. Para especificar a salubridade calculada, Dias (2003) estabeleceu faixas de pontuação que classificam os níveis de salubridade, conforme se apresenta na Tabela 2. Posteriormente, diversos autores, como Rocha (2016), Teixeira (2017), entre outros, adotaram essa mesma nomenclatura em seus estudos.

Tabela 2 - Faixas de pontuação do ISA.

Insalubre	Baixa salubridade	Média salubridade	Salubre
0,00-0,25	0,26-0,50	0,51-0,75	0,76-1,00

Fonte: Dias (2003).

Ressalta-se que os indicadores de 2ª e 3ª ordem apresentados são os indicadores inicialmente propostos pela CONESAN para o cálculo do ISA, e que constam no manual básico. Porém, a própria CONESAN explica (1999) que os indicadores de composição do ISA devem ser ajustados para se adaptar às características e peculiaridades da região de estudo. Dessa forma, abre-se a

possibilidade de substituir ou incorporar novos indicadores, como de fato ocorreu em estudos posteriores à publicação do Manual Básico.

2.2.2 Diferentes usos do ISA no Brasil

Vários autores aplicaram e desenvolveram o ISA em pesquisas, inclusive de dissertações e teses. Almeida (1999) propôs o ISA para verificação das condições em favelas (ISA/F), baseando-se no ISA original, mas incorporando mais indicadores sanitários, urbanísticos, socioeconômicos e de saúde.

Dias (2003) avaliou áreas de ocupação espontânea na cidade de Salvador, compondo então o ISA/OE, que englobava aspectos de drenagem urbana: com indicadores de ruas pavimentadas; e ocorrência de inundações. Também abrangeu questões de condições de moradia: com indicadores de domicílio com sanitário; piso; e cobertura adequada.

Com a publicação da Lei Federal 11.445/2007, alguns municípios desenvolveram indicadores de salubridade em Planos Municipais de Saneamento Básico. São os casos, por exemplo, dos municípios catarinenses de Doutor Pedrinho, Forquilha e Florianópolis. A legislação estipula que os planos de Saneamento deverão abranger ações para a melhoria da salubridade ambiental, sendo assim, os municípios utilizaram o ISA como forma de realizar diagnóstico ambiental e fundamentar essas ações (TEIXEIRA *et al.*, 2018).

Buckley (2010) adaptou o Indicador de Salubridade Ambiental para verificar as condições de moradia, o ISA/PAR. O autor avaliou, além dos indicadores apresentados inicialmente pela CONESAN (1999), indicadores de instalações elétricas e hidrossanitários das residências, conforto ambiental de moradia, iluminação pública e espaços públicos, em seis empreendimentos do Programa de Arrendamento Residencial (PAR) na cidade de Aracaju.

Barreto *et al.* (2020) propuseram um modelo de ISA para municípios de pequeno porte, o qual foi nomeado como ISA/MPP. O intuito dos autores era adaptar o ISA para indicadores compostos por dados acessíveis, com facilitado cálculo e aplicação, e que posteriormente, pudessem servir como base para a elaboração de Planos Municipais de Saneamento Básico.

Pode-se notar que ao longo dos anos, diversos autores utilizaram o ISA como forma de avaliação e diagnóstico da salubridade ambiental nas mais variadas

localidades em todo o país. Cada pesquisa segue a adaptação do autor, em função dos objetivos do estudo e disponibilidade de danos, associados à realidade do local.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

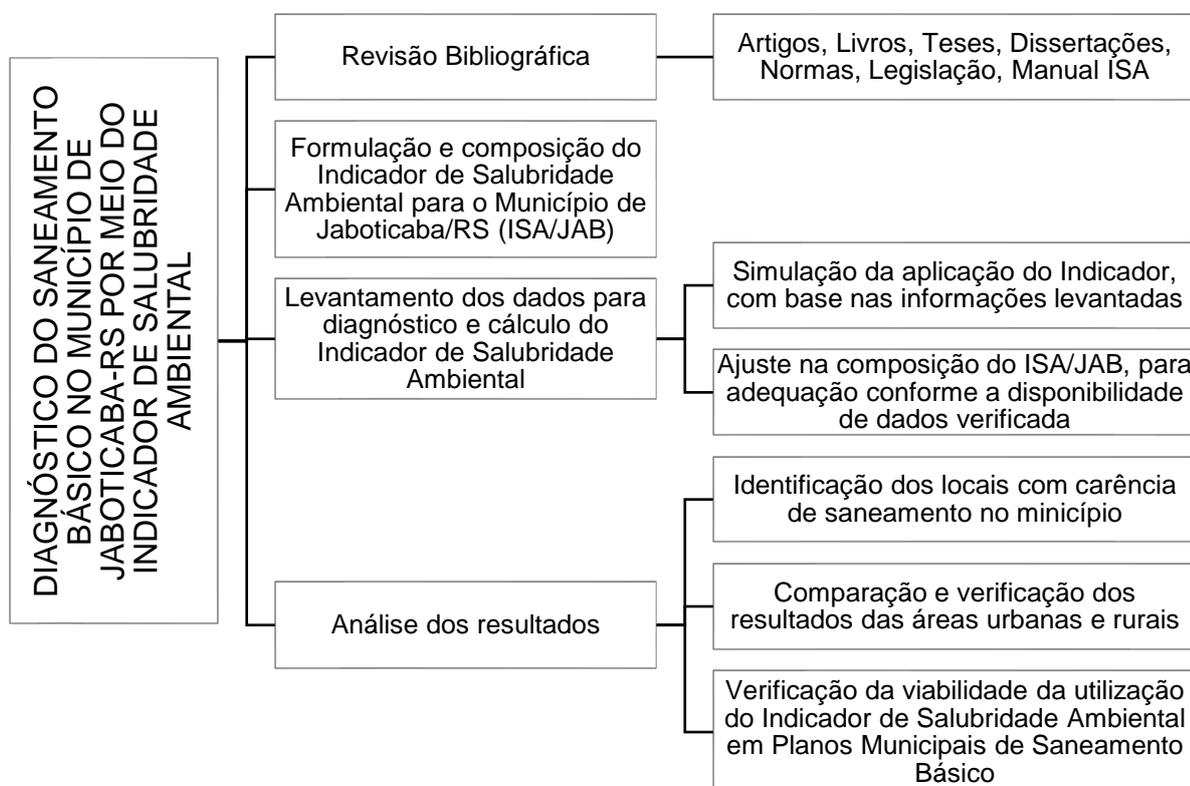
Para caracterização do município de Jaboticaba, área de estudo dessa pesquisa, pesquisou-se bibliografias, na biblioteca pública municipal Pe. Theodoro Syberichs, sobre os aspectos de ocupação, colonização e distribuição de terras na região. Assim, poder-se-ia englobar um maior entendimento sobre aspectos históricos do município que expliquem a sua conjuntura atual.

Concomitantemente, realizou-se consulta em banco de dados, normativas e legislações municipais, para detalhar a situação econômica, política, administrativa e urbanística verificada no município. A partir dessa pesquisa, puderam ser desenvolvidos mapas de localização e caracterização do zoneamento do município, com a utilização do Software QGis na versão 3.16.1 (versão mais recente na data de início deste estudo).

3.2 DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS

A Figura 3 apresenta um organograma com o resumo da metodologia empregada para o desenvolvimento desta pesquisa e os processos foram descritos nos tópicos 3.2.1, 3.2.2, 3.2.3 e 3.2.4.

Figura 3 - Organograma dos processos metodológicos para estruturação da Dissertação.



Fonte: Autor (2022).

3.2.1 Revisão bibliográfica da aplicação do ISA

Para alcançar os objetivos desta pesquisa, inicialmente, efetuou-se um amplo levantamento bibliográfico sobre o tema. Em que foram averiguados outros estudos e casos de aplicação do Indicador de Salubridade Ambiental, por meio de pesquisas em páginas eletrônicas de bases científicas e em sites de busca online.

A maioria dos estudos foram obtidos por meio da pesquisa das palavras-chave “indicador de salubridade ambiental” na página eletrônica de buscas da SciELO (Scientific Electronic Library Online) e a partir dos artigos encontrados na plataforma, foram pesquisados os trabalhos completos que serviram de base para esses artigos. Ainda, algumas pesquisas foram obtidas diretamente com os autores por correio eletrônico. Em um segundo momento, filtrou-se a busca de artigos por data de publicação, para que possibilitasse a análise de estudos mais recentes, de modo que

a amostra de estudos verificados tivesse maior amplitude temporal, iniciando com a publicação do Manual Básico do ISA.

Posteriormente, realizaram-se análise e comparação da bibliografia pesquisada, para possibilitar a formulação e composição do indicador para o município de Jaboticaba, aqui denominado ISA/JAB, obtido com base nos estudos e avanços existentes.

3.2.2 Simulações do cálculo do Indicador

Sequencialmente, verificou-se a disponibilidade de informações para o cálculo do indicador nas bases de dados do: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Fundação de Economia e Estatística (FEE), Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN), Secretarias Municipais de Jaboticaba, Vigilância Sanitária, Coordenadoria Regional de Saúde (CRS), Consórcio Intermunicipal de Gestão de Resíduos Sólidos (CIGRES), e DataSUS.

Com posse dos elementos disponíveis, realizou-se uma simulação para o cálculo do indicador, utilizando a formulação inicialmente proposta. Nessa etapa, pôde ser verificada a necessidade de ajuste dos indicadores de 2ª e 3ª ordem e suas ponderações, para que se adequasse às características da região, e também, para que se adapte com os dados existentes e plausíveis de coleta. Como o próprio Manual Básico do Indicador de Salubridade Ambiental apresenta, a formulação do indicador é flexível e pode ser construída e constituída tendo em vista as peculiaridades do local de estudo (CONESAN, 1999).

3.2.3 Levantamento de dados e cálculo do ISA/JAB

Após definição da equação final do indicador, realizou-se o levantamento completo dos dados, os quais foram compilados e organizados, para que então, pudessem-se realizar de fato os cálculos dos valores dos indicadores de 3ª e 2ª ordem, resultando no valor do Indicador de Salubridade Ambiental para cada microrregião, a fim de que, posteriormente, se possa obter o valor geral do Indicador de Salubridade Ambiental para todo o município.

As microrregiões do município foram divididas em zona urbana da sede e distritos e zona rural, com as popularmente conhecidas como “linhas do interior”. Elaborou-se essa divisão tendo em vista mapa geográfico do município de Jaboticaba, obtido juntamente com o setor de engenharia da Prefeitura Municipal. A partir dessa divisão foram elaborados mapas que mostram os diferentes Indicadores de Salubridade Ambiental, de modo que se possam visualizar de maneira clara, as localidades que necessitam de maior empenho pelo Poder Público nas políticas públicas de saneamento.

3.2.4 Análise dos resultados

Por fim, realizou-se análise e investigação dos resultados, com a identificação dos locais com carência de saneamento no município, comparação das diferenças no atendimento das infraestruturas de saneamento para as áreas rurais e urbanas, e averiguação da incorporação do indicador no Plano Municipal de Saneamento Básico do município de Jaboticaba.

3.3 ESTRUTURAÇÃO DO ISA/JAB

Com base no Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) proposto pela CONESAN (1999), foram elaboradas algumas adaptações com o objetivo de verificar novas demandas do saneamento tendo em vista a bibliográfica consultada, e também, para viabilizar a aplicação do indicador segundo as características do Município de Jaboticaba. Sendo assim, formularam-se inicialmente os indicadores apresentados na Equação (2), para a realização do cálculo do ISA/JAB.

$$ISA/JAB = 0,25I_{ab} + 0,25I_{es} + 0,25I_{rs} + 0,10I_{dr} + 0,10I_{cv} + 0,05I_{so} \quad (2)$$

Onde:

I_{ab} = Indicador de abastecimento de água;

I_{es} = Indicador de esgotos sanitários;

I_{rs} = Indicador de resíduos sólidos;

I_{dr} = Indicador de drenagem pluvial;

I_{cv} = Indicador de controle de vetores;

I_{so} = Indicador socioeconômico.

A seguir serão apresentadas as Equações para os cálculos e obtenção de todos os indicadores de 2ª e 3ª ordem que serviram para a composição do ISA/JAB.

3.3.1 Indicador de abastecimento de água

O Indicador de abastecimento de água (I_{ab}) foi calculado por meio da Equação (3), com a média aritmética dos indicadores de 3ª ordem de cobertura no abastecimento (I_{ca}), qualidade da água distribuída (I_{qa}) e saturação do sistema produtor (I_{sa}).

$$I_{ab} = \frac{I_{ca} + I_{qa} + I_{sa}}{3} \quad (3)$$

Essa metodologia de cálculo do I_{ab} foi apresentada pela CONESAN (1999), no Manual Básico do Indicador de Salubridade Ambiental, e empregada posteriormente por Teixeira (2017), Batista (2005) e Lima (2014), de modo a retificar sua conveniência.

Para obtenção do valor do I_{ab} foram necessários então, os cálculos dos indicadores de 3ª ordem, obtidos por meio das Equações (4), (5) e (6).

$$I_{ca} = \frac{Da}{Dt} \quad (4)$$

Onde:

Da = Domicílios atendidos;

Dt = Domicílios totais.

$$I_{qa} = K \frac{NAA}{NAR} \quad (5)$$

Onde:

K = Relação entre número de amostras realizadas, pelo número mínimo de amostras exigidas na legislação;

NAA = Quantidade de amostras considerada como sendo de água potável (mensal);

NAR = Quantidade de amostras realizadas (mensal).

$$n = \frac{\log \frac{CP}{VP \left(\frac{k_2}{k_1} \right)}}{\log(1 + t)} \quad (6)$$

Onde:

n = Número de anos em que o sistema ficará saturado;

VP = Volume de produção para atender 100% da população;

CP = Capacidade de produção;

k₁ = Perda atual;

k₂ = Perda prevista para 5 anos;

t = taxa de crescimento anual populacional para os próximos 5 anos subsequentes.

Através do valor de n da Equação (6), é obtido o I_{sa}. O n varia de 0 até 5, sendo que caso n>5, adota-se 5. Quando n=0, a pontuação do I_{sa} é 0. Caso n=5, o valor de I_{sa} será 1. Para valores dentro do intervalo de 0 a 5, deve-se realizar interpolação.

3.3.2 Indicador de esgoto sanitário

O indicador de esgoto sanitário (I_{es}) foi calculado conforme CONESAN (1999), pela média aritmética dos indicadores de cobertura na coleta de esgoto (I_{ce}), tratamento de esgoto e tanques sépticos (I_{te}) e saturação do sistema (I_{se}), conforme indica a Equação (7), que segue de forma muito análoga ao I_{ab}.

$$I_{es} = \frac{I_{ce} + I_{te} + I_{se}}{3} \quad (7)$$

Para obtenção do I_{es} foram necessários então, os cálculos dos indicadores de 3ª ordem, obtidos por meio das Equações (8), (9) e (10).

$$I_{ce} = \frac{D_{ue}}{D_t} \quad (8)$$

Onde:

D_{ue} : Domicílios atendidos por coleta;

D_t : Domicílios totais.

$$I_{te} = I_{ce} \frac{V_T}{V_C} \quad (9)$$

Onde:

V_T : Volume tratado de esgoto medido ou estimado;

V_C : Volume coletado de esgoto ou 80% do volume consumido de água.

$$n = \frac{\log\left(\frac{CT}{VT}\right)}{\log(1 + t)} \quad (10)$$

Onde:

n = número de anos que o sistema ficará saturado;

CT : capacidade de tratamento;

t = taxa de crescimento anual populacional para os próximos 5 anos subsequentes.

O valor de I_{se} é obtido em função de n , calculado conforme a Equação (10). Se o valor de n for ≥ 2 , adota-se $I_{se}=1$. Caso o valor de n seja ≤ 0 , adota-se $I_{se}=0$. E para valores dentro deste intervalo, deve-se interpolar.

3.3.3 Indicador de resíduos sólidos

O indicador de resíduos sólidos tem por finalidade quantificar a situação da disposição final dos resíduos e indicar a necessidade de novas instalações e ampliações do aterro sanitário (ALMEIDA, 1999). Foi calculado pela média aritmética dos indicadores de coleta de resíduos (I_{cr}), tratamento e disposição final de resíduos

sólidos (I_{df}) e saturação do tratamento e disposição final de resíduos sólidos (I_{sr}), conforme Equação (11).

$$I_{rs} = \frac{I_{cr} + I_{df} + I_{sr}}{3} \quad (11)$$

O indicador de coleta de resíduos foi obtido por meio da Equação (12), o qual avalia a abrangência do atendimento da coleta de resíduos sólidos.

$$I_{cr} = \frac{Duc}{Dt} \quad (12)$$

Onde:

Duc = Domicílios atendidos por coleta;

Dt = Domicílios totais.

A CONESAN (1999) atribui pontuação do I_{qr} em função do Índice de Qualidade de Resíduos (IQR), que segue uma classificação de acordo com os critérios desenvolvidos e aplicados pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), por meio de informações coletadas em inspeções realizadas por todo o estado de São Paulo, não sendo aplicável, por conseguinte, à área de estudo em questão.

Em vista disso, necessitou-se proceder a um ajuste e adaptação no I_{qr} , ao utilizar a metodologia empregada por Aravéchia Junior (2010) e Lima (2014), a partir da atribuição de pontos, conforme os critérios apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Critérios de pontuação do I_{df} .

Critério	Pontuação
Disposição final de resíduos sólidos por meio de aterro sanitário	1,00
Disposição final de resíduos sólidos por meio de aterro controlado	0,50
Deposito de resíduos sólidos por meio de lixão	0,00

Fonte: Adaptado de ARAVÉCHIA JUNIOR (2010).

O valor de I_{sr} foi obtido em função de n , calculado conforme a Equação (13). Se o valor de n obtido fosse ≥ 2 , adotou-se $I_{sr}=1$. Caso o valor de n fosse ≤ 0 , adotou-se $I_{sr}=0$. E para valores dentro deste intervalo, fez-se interpolação.

$$n = \frac{\log\left(\frac{CA}{VL}t + 1\right)}{\log(1 + t)} \quad (13)$$

Onde:

n = número de anos em que o sistema ficará saturado;

VL = volume coletado de resíduos sólidos;

CA = capacidade restante do aterro;

t = taxa de crescimento anual médio da população para os 5 anos subsequentes.

3.3.4 Indicador de drenagem pluvial

Conforme Dias (2003) explica, o processo de urbanização tem acentuado a importância da drenagem urbana, em razão do uso e ocupação do solo e a consequente dificuldade de escoamento das águas superficiais. Caso não ocorra um controle de urbanização pelos órgãos públicos, podem ocorrer enchentes que resultam em perdas sociais, econômicas e disseminação de doenças. Por isso, nesta pesquisa, adicionou-se o indicador de drenagem pluvial para a formulação do ISA/JAB.

Utilizou-se a metodologia de cálculo do indicador de drenagem desenvolvido por Batista (2005), o qual avalia a drenagem pluvial por ruas, diferentemente do estudo de Dias (2003) que avaliou por moradias, individualmente. O indicador de drenagem é calculado pela soma ponderada dos indicadores de alagamento (I_{al}), indicador de ruas pavimentadas (I_{rp}) e indicador de defeitos no pavimento (I_{dp}), conforme apresenta a Equação (14).

$$I_{dr} = 0,60I_{al} + 0,20I_{rp} + 0,20I_{dp} \quad (14)$$

Os critérios de avaliação dos componentes do indicador de drenagem, se deu pela atribuição de valores de 0 ou 1, sendo que o valor atribuído levou em consideração as regras delimitadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Critérios avaliativos dos indicadores de 3ª ordem para o indicador de drenagem pluvial.

Critério I_{ai}	Critério I_{rp}	Critério I_{dp}
Ocorrência de inundação = 0	Rua pavimentada = 1	Pavimento com defeito = 0
Sem ocorrência de inundação = 1	Rua não pavimentada = 0	Pavimento sem defeito = 1

Fonte: Adaptado de Batista (2005).

3.3.5 Indicador de controle de vetores

O indicador de controle de vetores I_{cv} tem por objetivo identificar a necessidade de programas educacionais, preventivos de redução e eliminação dos vetores transmissores das doenças. Foi obtido pela Equação (15), a qual contempla os indicadores de 3ª ordem de dengue (I_{vd}), esquistossomose (I_{ve}) e leptospirose (I_{vl}).

$$I_{cv} = \frac{\frac{I_{vd} + I_{ve}}{2} + I_{vl}}{2} \quad (15)$$

Os critérios para pontuação e obtenção do I_{cv} , estão apresentados e especificados na Tabela 5.

Tabela 5 - Critério de pontuação para os indicadores de 3ª ordem do Indicador de controle de vetores.

Critério I_{vd}	Critério I_{ve}	Critério I_{vl}	Pont.
Sem infestação de <i>Aedes aegypt</i> nos últimos 12 meses	Sem casos nos últimos 5 anos	Sem enchentes e sem casos nos últimos 5 anos	1,00
Com infestação de <i>Aedes aegypti</i> e sem transmissão de dengue nos últimos 5 anos	Incidência anual menor que 1 caso	Com enchentes e sem casos nos últimos 5 anos	0,50
Com transmissão de dengue nos últimos 5 anos	Incidência anual maior ou igual a 1 e menor que 5	Sem enchentes e com casos nos últimos 5 anos	0,25
Ocorrência de dengue hemorrágica	Incidência anual maior ou igual a 5	Com enchentes e com casos nos últimos 5 anos	0,00

Fonte: Adaptado de CONESAN (1999).

3.3.6 Indicador socioeconômico

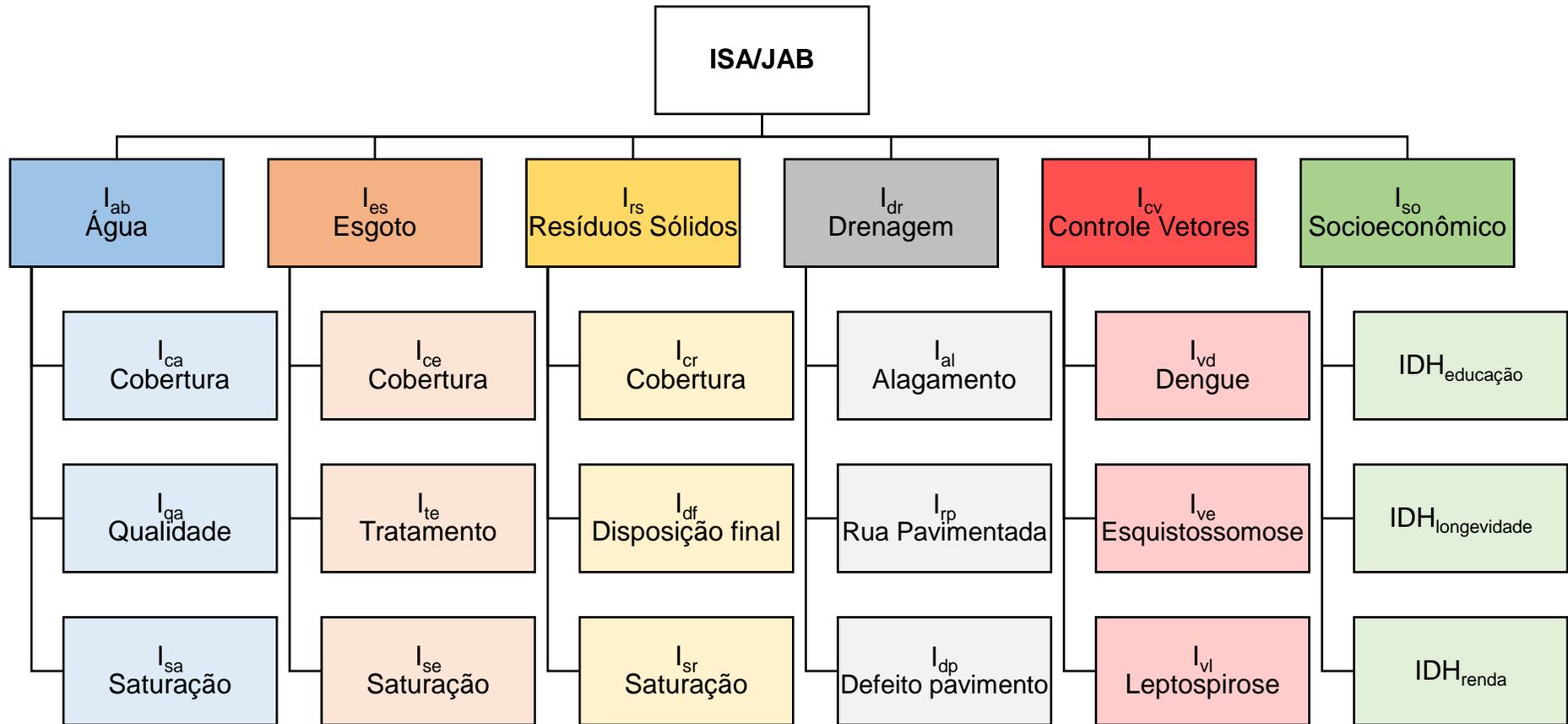
Para o indicador socioeconômico (I_{so}), adotou-se a metodologia de cálculo que também foi utilizada por Aravéchia Junior (2010), Bahia (2006), Cunha (2012) e Lima (2014), pela média aritmética do IDHM (índice de desenvolvimento humano municipal) de educação, longevidade e renda, conforme indica a Equação (16).

$$I_{so} = \frac{IDH_{educação} + IDH_{longevidade} + IDH_{renda}}{3} \quad (16)$$

O IDHM segue as mesmas dimensões do IDH global: avalia a saúde, medida pela expectativa de vida; educação, medida pela escolaridade da população adulta; e renda, medida pela renda per capita da população. Porém, sua metodologia se enquadra para avaliar o desenvolvimento dos municípios (PNUD, 2013).

Para melhor compreensão de todos os indicadores utilizados no ISA/JAB, a Figura 4 esquematiza todos os indicadores 3ª ordem em relação aos indicadores de 2ª ordem.

Figura 4 - Relação dos indicadores de 1ª, 2ª e 3ª ordem incorporados ao ISA/JAB.



Fonte: Autor (2022).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Ao total foram analisados uma amostra de 14 trabalhos, das mais diversas regiões do Brasil, em que a maioria foi proveniente de dissertações de mestrado (8 das 14 pesquisas verificadas). Além de dissertações, tiveram tese de doutorado, trabalho de conclusão de curso e artigos científicos, além é claro, do Manual Básico do ISA que serviu como referência para a análise. A Tabela 6 apresenta todos os estudos analisados, com a identificação dos autores, ano de publicação e título da pesquisa.

Tabela 6 - Título das publicações analisadas sobre o ISA.

(continua)

	AUTOR	ANO	TIPO DE ESTUDO	TÍTULO DA PUBLICAÇÃO
1	CONESAN	1999	-	ISA - Indicador de Salubridade Ambiental: Manual Básico
2	ALMEIDA	1999	TESE	Indicadores de salubridade ambiental em favelas urbanizadas: o caso de favelas em áreas de proteção ambiental
3	DIAS	2003	DISSERTAÇÃO	Índice de salubridade ambiental em áreas de ocupação espontânea: estudo em Salvador, Bahia
4	BATISTA	2005	DISSERTAÇÃO	Desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão para gestão urbana baseado em indicadores ambientais
5	ARAVÉCHIA JUNIOR	2010	DISSERTAÇÃO	Indicador de salubridade ambiental (ISA) para a Região Centro-Oeste: um estudo de caso no Estado de Goiás
6	BUCKLEY	2010	DISSERTAÇÃO	Adaptação do Indicador de Salubridade Ambiental para análise do empreendimento do programa de arrendamento residencial em Aracaju – SE
7	CUNHA	2012	DISSERTAÇÃO	Análise Integrada de Salubridade ambiental e Condições de Moradia: Aplicação no município de Itaguaçu da Bahia
8	LIMA	2014	DISSERTAÇÃO	Diagnóstico das condições de saneamento básico dos municípios do estado de Goiás operados pelas prefeituras
9	ROCHA	2016	DISSERTAÇÃO	Indicador de salubridade ambiental para Campina Grande (ISA/CG): adaptações e aplicações

Tabela 6 - Título das publicações analisadas sobre o ISA.

(conclusão)

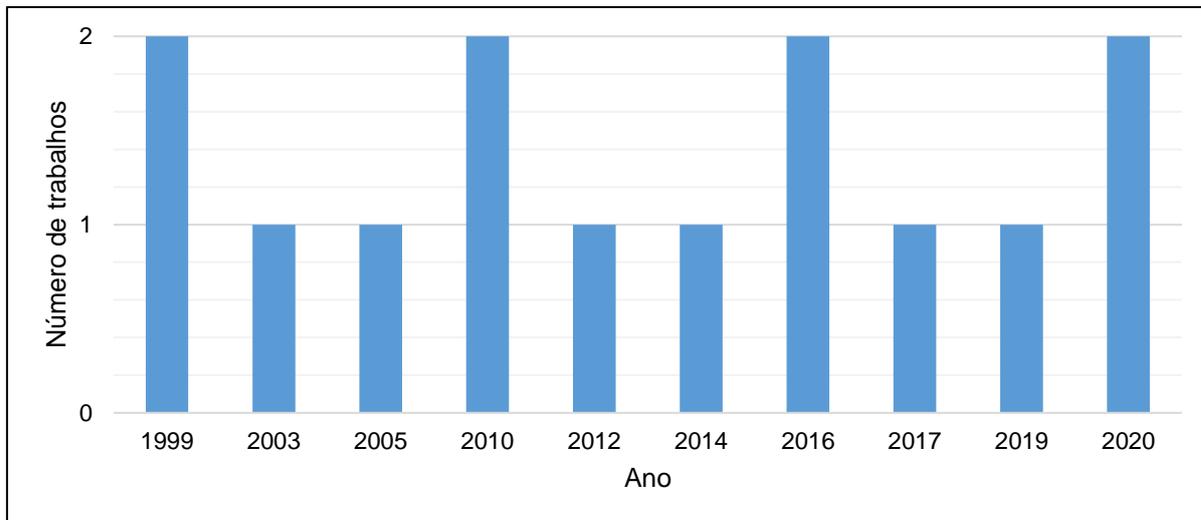
	AUTOR	ANO	TIPO DE ESTUDO	TÍTULO DA PUBLICAÇÃO
10	ZACHI	2016	TCC	Aplicação do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) na área urbana do distrito sede do município de Frederico Westphalen/RS
11	TEIXEIRA	2017	DISSERTAÇÃO	Construção e determinação do indicador de salubridade ambiental (ISA/OP) para as áreas urbanas do município de Ouro Preto, MG
12	KOBREN et al.	2019	ARTIGO CIENTIFICO	Aplicação do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) no Município de Porto Rico, PR.
13	FERRO et al.	2020	ARTIGO CIENTIFICO	Salubridade Ambiental Aplicada ao Município de Rio Claro (SP): Diagnóstico e Contribuições Metodológicas
14	BARRETO et al.	2020	ARTIGO CIENTIFICO	Criação de um modelo de indicador de salubridade ambiental (ISA) adaptado ao contexto de municípios de pequeno porte (ISA/MPP)

Fonte: Autor (2022).

Procurou-se verificar pesquisas com uma grande amplitude temporal de publicação, iniciando-se em 1999 com a publicação do Manual Básico do ISA, percorrendo diversos anos, até trabalhos mais recentes, do ano 2020. Para demonstrar o exposto, a Figura 5 apresenta o número de trabalhos da amostra analisada e o seu respectivo ano de publicação. No máximo foram dois trabalhos para o mesmo ano.

As pesquisas foram desenvolvidas nas mais diversas regiões do Brasil. A distribuição geográfica dos municípios que tiveram os estudos aplicados pode ser visualizada na Figura 6. Esclarece-se que alguns trabalhos desenvolveram o ISA para mais de um município, como o caso de Aravéchia Junior (2010) e Lima (2014), que aplicaram o ISA em diversos municípios Goianos, e Barreiro *et al.* (2020) que desenvolveram o ISA para os municípios de Cuité de Mamanguape, Marcação e João Pessoa, todos no estado da Paraíba. Destaca-se também o trabalho desenvolvido por Zachi *et al.*, (2020) que aplicou o ISA para o município de Frederico Westphalen, sendo o trabalho aplicado em região mais próxima geograficamente da área de estudo desta pesquisa.

Figura 5 - Número de trabalhos analisados sobre ISA em função do ano de publicação.



Fonte: Autor (2022).

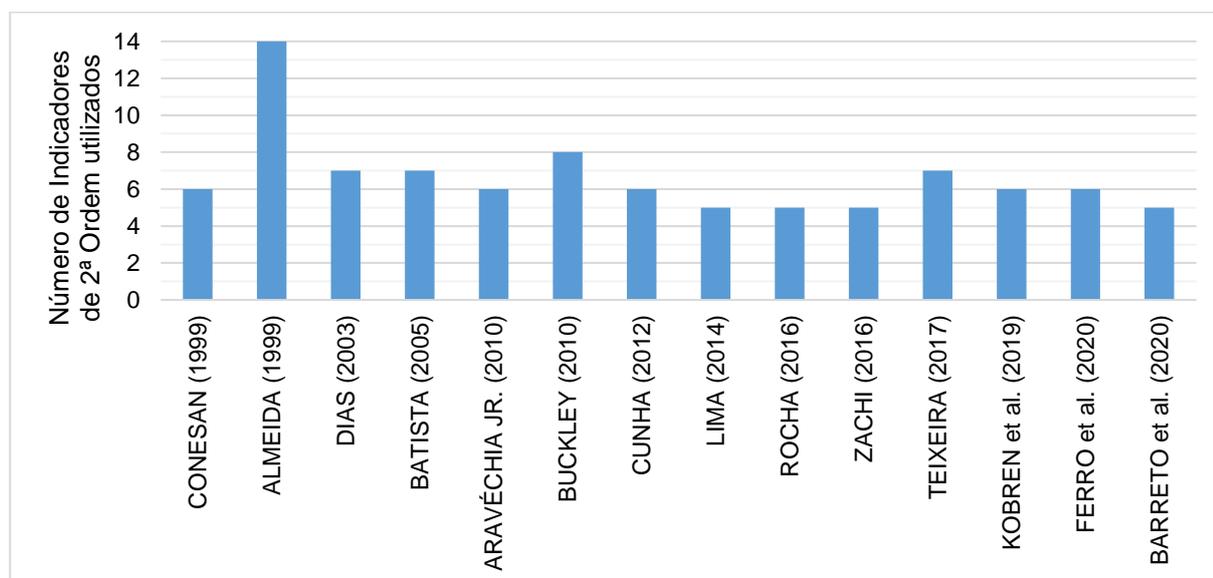
Figura 6 - Mapa com a localização das pesquisas analisadas sobre o ISA no Brasil.



Fonte: Autor (2022).

O Manual Básico do ISA apresenta 6 indicadores de 2ª ordem: I_{lab} , I_{es} , I_{rs} , I_{cv} , I_{rh} e I_{se} . Porém, ao analisar os estudos elencados, nota-se que a maioria dos trabalhos alterou a quantidade de indicadores utilizada (Figura 7). Apenas as pesquisas de Aravéchia Junior (2010), Cunha (2012), Ferro *et al.* (2020) e Kobren *et al.* (2019) mantiveram a mesma quantidade e os mesmos indicadores apresentados no Manual Básico, o que representou apenas 28,5% das pesquisas averiguadas. Nesse sentido, destaca-se o estudo de Almeida (1999) que utilizou 14 indicadores de 2ª ordem, mais que o dobro do número de indicadores inicialmente proposto pela CONESAN.

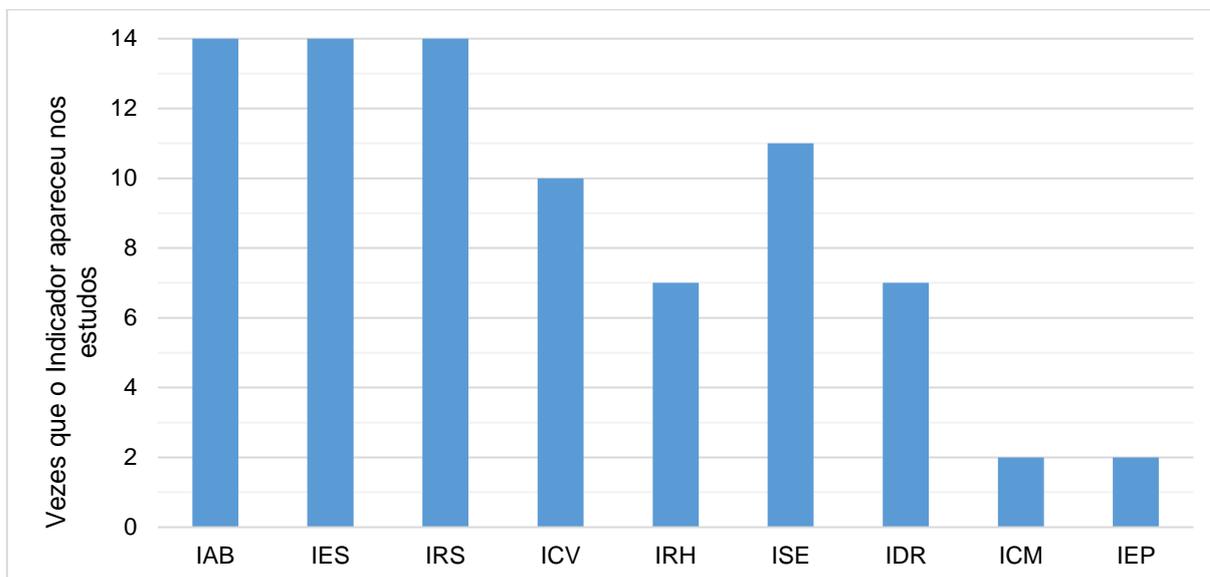
Figura 7 - Número de Indicadores de 2ª Ordem, para cálculo do ISA, utilizados nas pesquisas.



Fonte: Autor (2022).

Os indicadores de 2ª ordem mais utilizados, conforme ilustra a Figura 8, foram os indicadores de Abastecimento de Água, Esgoto Sanitário e Resíduos Sólidos, que foram utilizados em todos os trabalhos analisados. Em seguida, tem-se o Indicador Socioeconômico (que foi utilizado em 11 trabalhos), Indicador de Recursos Hídricos e Indicador de Drenagem (que foram utilizados em 7 trabalhos).

Figura 8 - Indicadores mais utilizados nos estudos avaliados sobre o ISA.



Fonte: Autor (2022).

O Indicador de Drenagem foi o indicador mais utilizado em relação aos indicadores que não estão inclusos junto ao Manual Básico do ISA. Foram 7 pesquisas que adicionaram o referido indicador. Ainda, os indicadores de Condição de Moradia e de Espaço Público, que também não estão incorporados ao ISA do Manual Básico, apareceram em 2 trabalhos. Em contraponto, o indicador de Recursos Hídricos, foi o indicador que menos foi utilizado quando comparado aos indicadores presentes no Manual Básico do ISA.

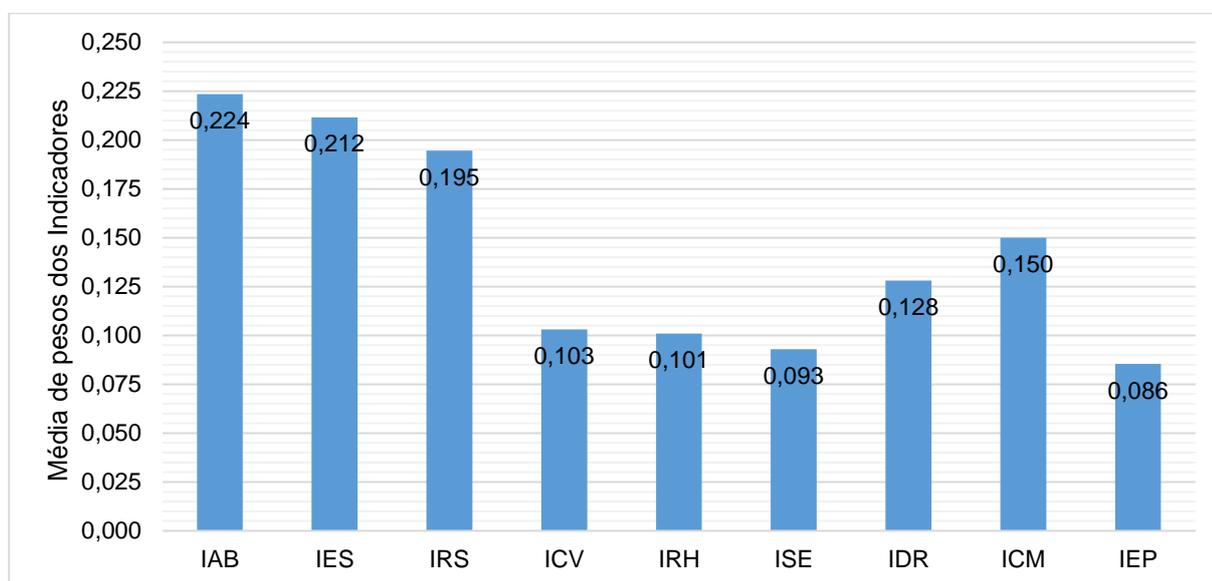
A pesquisa de Almeida (1999) foi a que mais alterou a forma de cálculo do ISA. Ao total foram 14 indicadores de 2ª Ordem utilizados nesse trabalho, 8 indicadores a mais que os indicadores propostos pela CONESAN (1999). Esse trabalho foi desenvolvido em favelas urbanizadas, com foco nas questões urbanísticas e das condições residenciais da área de estudo, sendo sua aplicação realizada de forma individual nas moradias.

Os demais autores realizaram alterações pontuais no cálculo do ISA e procuraram manter os preceitos do Manual Básico do ISA, com a adição ou subtração de um ou dois indicadores de 2ª ordem. A média de indicadores de 2ª ordem na amostra de trabalhos analisada foi de 6,64, e o número de indicadores de 2ª ordem no Manual Básico do ISA é 6.

Verificou-se também, uma tendência de substituição do Indicador de Recursos Hídricos, pelo Indicador de Drenagem. Este fato foi observado nas pesquisas de Barreto *et al.* (2020), Rocha (2016) e Zachi (2016).

Os pesos dos indicadores demonstram o grau de importância que estes indicadores receberam dos pesquisadores. Nesse sentido, os 3 indicadores que mais apareceram nas pesquisas (I_{ab} , I_{es} e I_{rs}) também foram os 3 indicadores que obtiveram a maior média de peso. Verificou-se que o I_{ab} obteve a maior média de peso, com 0,224, seguido pelo I_{es} com 0,212 e I_{rs} com 0,195, conforme se observa na Figura 9.

Figura 9 - Média de pesos dos Indicadores para o cálculo do ISA, por diversos autores.



Fonte: Autor (2022).

Os demais indicadores incorporados no Manual Básico do ISA, seguiram a tendência dos pesos sugeridos pela CONESAN: O I_{cv} e I_{rh} (com média de 0,103 e 0,101 respectivamente) com peso superior ao I_{se} (que obteve média de 0,093). No tocante aos demais indicadores, destaca-se o I_{cm} que apresentou a quarta maior média e maior média com relação aos indicadores não apresentados no Manual Básico, com peso de 0,150.

Com relação ao resultado final do ISA, os trabalhos de Lima (2014) e Rocha (2016) não apresentaram o valor geral do ISA para as regiões aplicadas, de forma que não se pudesse classificar o grau de salubridade obtido. Algumas pesquisas foram

aplicadas em diversas regiões e para a análise dos resultados globais foi procedida uma média aritmética, conforme a Tabela 7, nos valores com asterisco.

Tabela 7 - Resultados finais do ISA para os estudos analisados.

	AUTOR	ANO	VALOR ISA	CLASSIFICAÇÃO
1	CONESAN (1999)	1999	-	-
2	ALMEIDA (1999)	1999	73,39	MÉDIA SALUBRIDADE
3	DIAS (2003)	2003	49,60*	BAIXA SALUBRIDADE
4	BATISTA (2005)	2005	83,00*	SALUBRE
5	ARAVÉCHIA JR. (2010)	2010	53,10*	MÉDIA SALUBRIDADE
6	BUCKLEY (2010)	2010	65,02*	MÉDIA SALUBRIDADE
7	CUNHA (2012)	2012	45,37*	BAIXA SALUBRIDADE
8	LIMA (2014)	2014	**	-
9	ROCHA (2016)	2016	**	-
10	ZACHI (2016)	2016	61,07	MÉDIA SALUBRIDADE
11	TEIXEIRA (2017)	2017	49,71	BAIXA SALUBRIDADE
12	KOBREN et al. (2019)	2019	80,18	SALUBRE
13	FERRO et al. (2020)	2020	78,02	SALUBRE
14	BARRETO et al. (2020)	2020	58,33*	MÉDIA SALUBRIDADE

* Média das regiões/municípios avaliados

** O autor não informou os valores finais do ISA

Fonte: Autor (2022).

O valor final do ISA e a classificação da salubridade dos locais onde os estudos foram aplicados estão apresentados na Tabela 7. A maioria dos trabalhos tiveram resultados indicando que os locais avaliados foram classificados como de média salubridade, isso em 45,45% da amostra dos trabalhos que tiveram o valor geral do

ISA apresentado. Nos demais casos, o ISA foi classificado como de baixa salubridade (27,27% da amostra) ou como salubre (também em 27,27% da amostra). As pesquisas que obtiveram situação de salubre foram desenvolvidas nas cidades de João Pessoa/PB, Porto Rico/PR e Rio Claro/SP.

Alguns aspectos negativos descritos pelos autores que aplicaram o ISA em seus estudos, está na necessidade de atualização constante do ISA, visto que os valores dos dados utilizados para o cálculo dos indicadores estão sempre se alterando; e na dificuldade de comparar os resultados, pois cada autor realizou diferentes adaptações na formulação do ISA, de forma que a comparabilidade não é condizente.

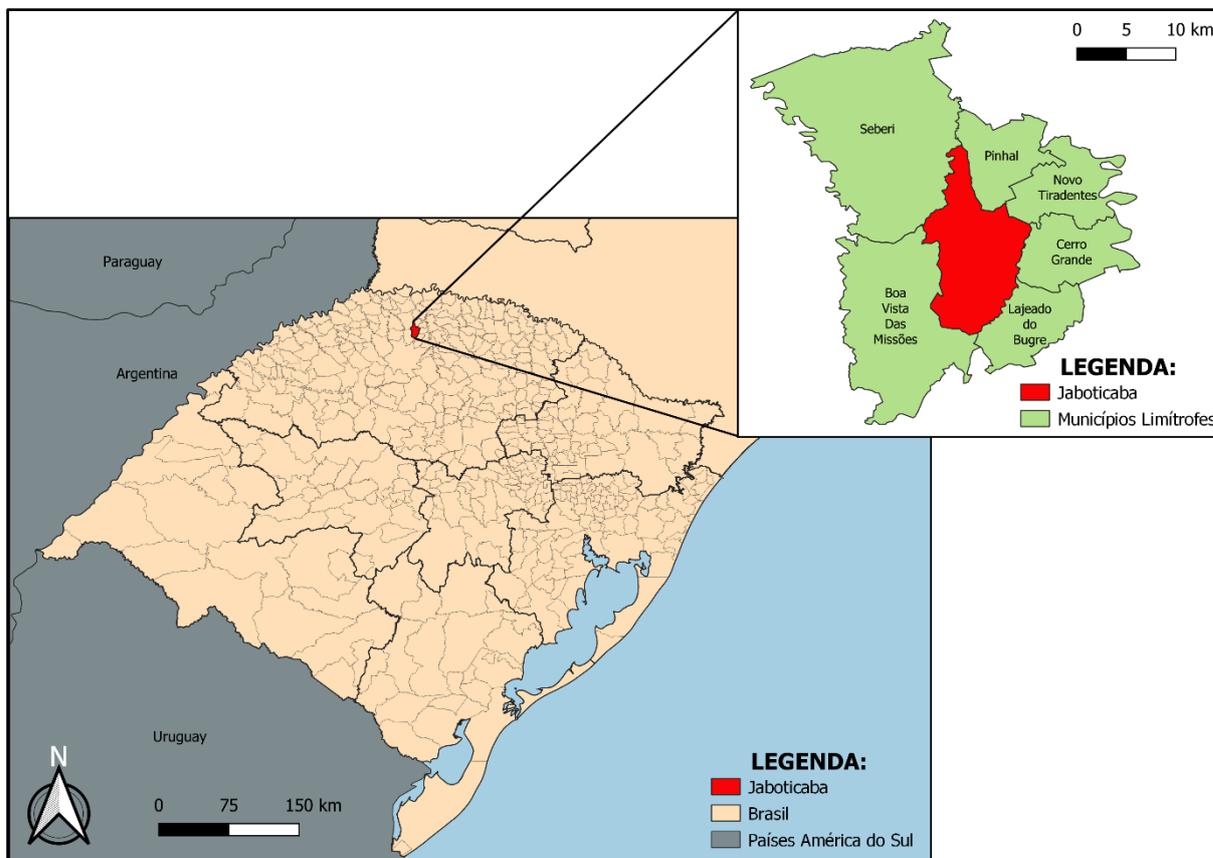
Conforme o relato dos autores pesquisados, o ISA se mostrou um excelente método de avaliação do saneamento, sendo um instrumento muito útil na análise da salubridade ambiental e uma ferramenta com muito potencial para a gestão pública, apesar do seu uso ainda ser mais predominante em esfera acadêmica e muito pouco difundido em órgãos públicos. O ISA consegue expressar a informação de maneira simples e objetiva, em que também é possível proceder análise dos subindicadores de forma particular.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE JABOTICABA

4.2.1 Aspectos Gerais

Jaboticaba é um município que está localizado na região norte do estado do Rio Grande do Sul, conforme localização ilustrada na Figura 10 (em vermelho). Sua população é de 4098 habitantes, conforme o último censo do IBGE (2010); mas atualmente possui uma população estimada de 3810 habitantes, segundo o próprio IBGE (2019). Segundo dados de 2018, possui um PIB per capita de R\$25.581,78 (IBGE, 2018). O município de Jaboticaba faz divisa com outros 6 municípios: orientalmente com Pinhal, Novo Tiradentes, Cerro Grande e Lajeado do Bugre; e ocidentalmente com Seberi e Boa Vista das Missões (detalhe da Figura 10).

Figura 10 - Localização do município de Jaboticaba – RS.



Fonte: Autor (2022).

A região faz parte da Bacia Hidrográfica do Rio da Várzea, que posteriormente deságua na Bacia do Rio Uruguai, Bacia do Rio da Prata e no oceano Atlântico sequencialmente. Com relação à economia, predomina, no município, atividade agropecuária, com lavouras de cultivo de cereais, e também, com pecuária de vacas leiteiras, avicultura e suinocultura, sendo então, um município essencialmente agrícola (JABOTICABA, 2014).

Segundo dados do IBGE, na Pesquisa de Produção Agrícola Municipal (2016), a principal cultura cultivada no município de Jaboticaba era a soja, com 6.500ha de área plantada, que resultou em 21.450ton de produção. Em seguida têm-se o trigo, com 2.000ha de área plantada, e o milho, com 1.350ha de área plantada, respectivamente (IBGE, 2016).

4.2.2 Microrregiões

Territorialmente, o município possui uma área total de 128km², em que predominam zonas rurais, com 123,607km² (96,53%). Já as áreas urbanas representam um total de 4,447km² (3,47%), sendo destes, 4,124km² referente à área urbana da Sede (3,22% da área total do município) e 0,323km² referente à área urbana do Distrito de Trentin (0,25% da área total do município) respectivamente, conforme pode ser visualizado na Figura 11 (JABOTICABA, 1989, 2019).

Figura 11 - Áreas urbanas e rurais do município de Jaboticaba – RS.

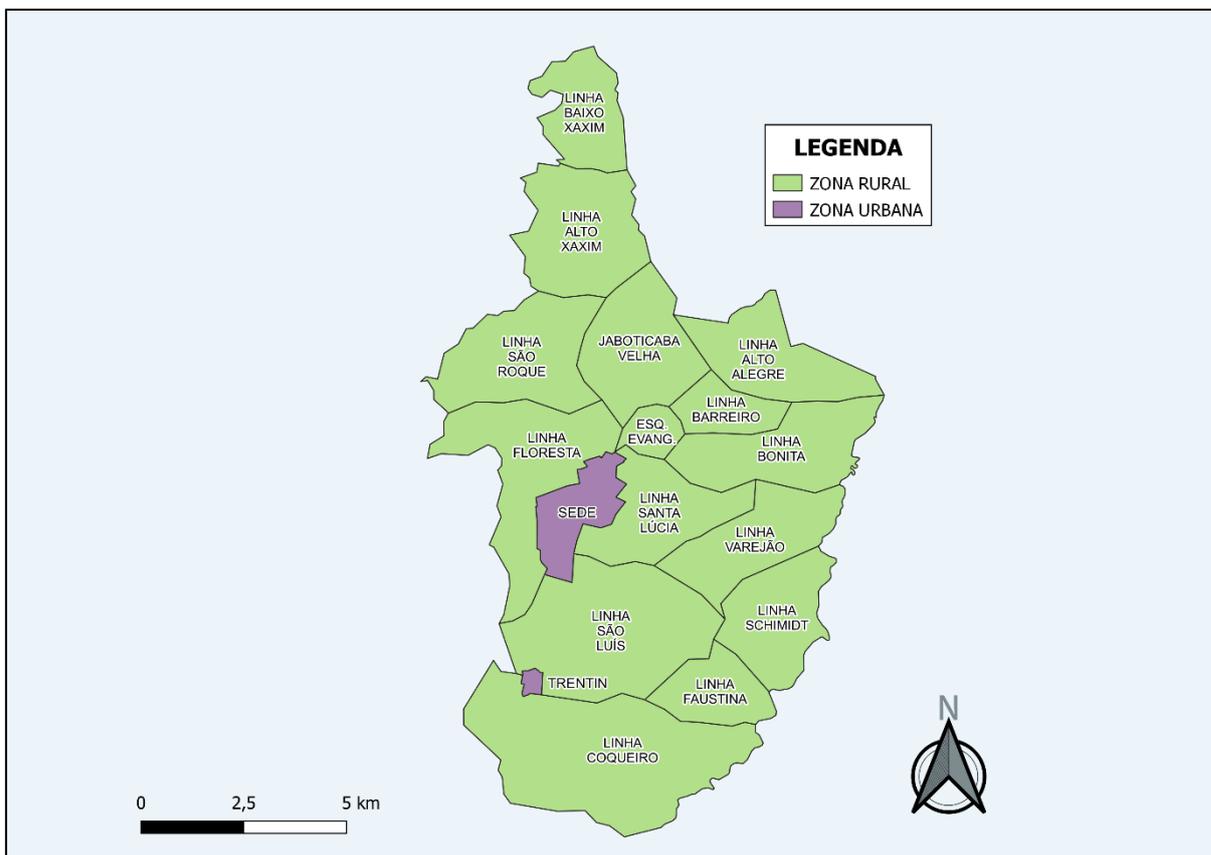


Fonte: Autor (2022).

Com predomínios de áreas rurais, o interior do município é dividido em: Linha Baixo Xaxim, Linha Alto Xaxim, Linha São Roque, Jaboticaba Velha, Linha Alto Alegre, Linha Barreiro, Esquina Evangélica, Linha Floresta, Linha Bonita, Linha Santa Lúcia, Linha Varejão, Linha São Luís, Linha Schmidt, Linha Faustina e Linha Coqueiro. A

divisão e localização de cada microrregião em relação ao município, tanto urbana quanto rural, podem ser visualizadas por meio da Figura 12.

Figura 12 - Microrregiões do município de Jaboticaba – RS.



Fonte: Autor (2022).

Ressalta-se que há outro aglomerado urbano, em Jaboticaba Velha, que está localizado mais ao norte da região urbana da sede do município. Apesar de ter características urbanas, essa região não foi considerada como urbana para a elaboração da Figura 11 e Figura 12. Para a produção dos mapas, levou-se em consideração as áreas urbanas delimitadas pela redação da Lei Municipal nº 52/1989, artigos 2º e 4º, e sua alteração por meio da Lei Municipal nº 4.389/2019 (JABOTICABA, 1989, 2019).

A divisão das regiões e linhas da zona rural do município (ilustrada na Figura 12) foi elaborada tendo como base um mapa fornecido pelo setor de engenharia da municipalidade. Dessa forma, o parcelamento das microrregiões foi realizado de forma

mais aproximada possível, pois não há uma delimitação exata por parte da administração municipal.

4.2.3 Aspectos Históricos

Historicamente, pode-se dividir a narrativa do município de Jaboticaba em quatro períodos:

- a) o primeiro é indígena, que corresponde aos primeiros habitantes (autóctones), da tribo caingangue, que habitavam as matas de toda a região do Alto Uruguai, sendo que no território jaboticabense, não ocupavam uma localidade específica. Esse período pode ser comprovado por meio de utensílios e ferramentas indígenas encontrados na região (DALLA NORA, 2006);
- b) o segundo período é denominado caboclo, que se iniciou com a chegada e ocupação dos primeiros ervateiros. O caboclo se constituiu em um desbravador da mata, e se utilizava da lavoura para subsistência, com a plantação de milho, feijão, trigo e mandioca (DALLA NORA, 2006);
- c) o terceiro período é o italiano, que compreendeu entre a década de 10 e início da década de 40, com a chegada dos primeiros imigrantes italianos ao município, os quais primeiramente, estabeleceram-se às margens do Lajeado do Braga (JABOTICABA, 2021);
- d) o quarto e último período é o atual, que compreende os anos de pré e pós emancipação política administrativa (JABOTICABA, 2021).

4.2.4 Formação Administrativa

Inicialmente, a região em que se localiza o município de Jaboticaba era denominada popularmente com “Campina”. O nome é devido a um acampamento, ou campina, dos tropeiros de mulas que se deslocavam em direção à São Paulo para realizar comércio. A Campina se estendia até a esquina Boa Vista (hoje município de Boa Vista das Missões) e era paradoro dos tropeiros. Assim se procedeu até o período italiano, quando a localidade passou a se chamar efetivamente “Jaboticaba”, devido ao fato da mata nativa da região possuir uma elevada quantidade de árvores jaboticabeiras (DALLA NORA, 2006).

Etimologicamente a palavra “jaboticaba” deriva da linguagem indígena tupi, em que “jaboti” se refere ao animal réptil com casco, e “guaba” significa alimento, ou seja, o “alimento dos jabotis” (JABOTICABA, 2014).

Em 1956, por meio da Lei Municipal nº346, criou-se o Distrito de Jaboticaba, que se desmembrou do então distrito de Rodeio Bonito, ambos pertencentes ao município de Palmeira das Missões. Após processo emancipatório realizado por lideranças locais, com a formação de comissão emancipadora, realizou-se plebiscito para consultar a população, em que a grande maioria optou pela emancipação. Por conseguinte, Jaboticaba foi elevada à categoria de município por meio da Lei Estadual nº 8426 em 30 de novembro de 1987 (JABOTICABA, 2021).

4.3 CÁLCULO DO ISA/JAB

De modo a facilitar o entendimento dos resultados, assim como propiciar a compreensão do cálculo de cada indicador, foram expostos separadamente os valores dos indicadores de 3ª e 2ª ordem, bem como a forma de obtenção e discussão destes. Posteriormente, apresentar-se-á o valor final do ISA/JAB (indicador de 1ª ordem), assim como os resultados gerais.

Para o levantamento de dados, inicialmente, priorizou-se a coleta de informações em plataformas online, pois independem de terceiros para obtenção. Esse procedimento se justifica no sentido de verificar a acessibilidade na obtenção dos dados, visto que uma das características importantes na utilização de indicadores é justamente, a facilidade nos acessos aos dados, assim como na atualização destes.

4.3.1 Indicador de abastecimento de água (I_{ab})

A partir do ano de 1991, o município de Jaboticaba, por meio da Lei Municipal nº 195, firmou convênio com a CORSAN, para ampliação e melhoria, assim como exploração dos serviços de abastecimento de água na sede do município (JABOTICABA, 1991). Desde então, o contrato com a Companhia vem sendo renovado sucessivamente.

Como supracitado, o convênio com a CORSAN é referente à sede do município, sendo que nas demais localidades, linhas da zona rural, assim como no

Distrito Trentin, os serviços de abastecimento de água são responsabilidade da administração municipal.

Para o cálculo do indicador de abastecimento de água, são necessários os indicadores I_{ca} , I_{qa} e I_{sa} , que avaliam a cobertura, qualidade e infraestrutura dos sistemas de abastecimento de água respectivamente, em todo o município de Jaboticaba e estão apresentados nos itens 4.3.1.1, 4.3.1.2 e 4.3.1.3.

4.3.1.1 *Indicador de cobertura no abastecimento (I_{ca})*

O cálculo do Indicador de cobertura no abastecimento (I_{ca}) foi realizado pela relação entre domicílios que possuem rede geral de abastecimento de água e domicílios totais. Conseguiram-se os dados para cálculo deste indicador, por intermédio das informações coletadas sobre os domicílios no Censo do IBGE, efetuado no ano de 2010 (último Censo procedido no Brasil, em relação à data de coleta dos dados para esta pesquisa).

As informações sobre o Censo de 2010 estão disponíveis por meio do portal eletrônico <https://censo2010.ibge.gov.br/>, que pode ser acessado na aba resultados, junto ao menu principal do site. Além das informações sobre as características dos domicílios, o Censo de 2010 apresenta outras diversas informações sobre a população brasileira como: faixa etária; gênero; nomes; profissão; entre outros, assim como características no entorno dos domicílios e especificidades urbanas dos municípios. Além do IBGE, outras plataformas eletrônicas dispõem de acesso aos dados do Censo de 2010, como é o caso do DataSus e FEE, por exemplo.

Para obtenção dos dados de domicílios totais e domicílios com abastecimento de água por rede geral, acessou-se o site <https://datasus.saude.gov.br/> e em seguida clicou-se no link “tabnet”. Dessa forma, uma nova página eletrônica foi carregada. No menu central dessa nova página, expandiu-se a aba “Demográfica e Socioeconômica” e posteriormente clicou-se no link “Saneamento – Censos 1991, 2000 e 2010”. Outra página foi carregada com três opções para selecionar: Abastecimento de água; Instalações sanitárias; e Coleta de lixo. Para este caso, selecionou-se a opção “abastecimento de água”. Uma caixa de seleção foi aberta, na qual se inseriu o estado do Rio Grande do Sul, em que município de Jaboticaba faz parte. Uma nova página foi carregada, na qual foi possível escolher diversos filtros para geração de dados. Na caixa de seleção da coluna, filtrou-se por “abastecimento de água”, na caixa de

seleção de conteúdo filtrou-se por “domicílios”. Dessa forma mostrar-se-ão apenas informações sobre a quantidade de domicílios e a forma como é realizado o abastecimento de água. Por fim, filtraram-se os dados para o município de Jaboticaba, na seleção de Municípios, e em seguida clicou-se no botão “mostra” para gerar uma planilha com as informações selecionadas. A última etapa para obtenção dos dados de domicílios com abastecimento de água pode ser visualizada por meio da Figura 13.

Figura 13 - Página do DataSus para dados de abastecimento de água.

The screenshot displays the DataSus interface for water supply data in Rio Grande do Sul. It features three main filter sections: 'Linha' (Município), 'Coluna' (Região Metropolitana - RIDE, Abastecimento de água), and 'Conteúdo' (Moradores, Domicílios). Below these, there are sections for 'PERÍODOS DISPONÍVEIS' (2010, 2000, 1991) and 'SELEÇÕES DISPONÍVEIS' (Município, Região de Saúde (CIR), Macrorregião de Saúde, Divisão administ estadual, Microrregião IBGE, Região Metropolitana - RIDE, Abastecimento de água, Situação). A list of municipalities is shown, with '431085 Jaboticaba' selected. At the bottom, there are checkboxes for 'Ordenar pelos valores da coluna' and 'Exibir linhas zeradas', a 'Formato' section with 'Tabela com bordas' selected, and a 'Mostra' button highlighted with a red arrow.

Fonte: Autor (2022).

Para se obter os dados dos domicílios urbanos e rurais separadamente, é necessário dentro dos campos de seleções disponíveis, em situação, selecionar o zoneamento, que pode ser urbano ou rural.

A Tabela 8 apresenta os resultados das pontuações correspondentes para o I_{ca} em todas as microrregiões do município de Jaboticaba. Nas zonas urbanas (Distrito

Sede e Distrito Trentin), a cobertura no abastecimento de água chegou quase à totalidade de domicílios (98,27%). Com relação às zonas rurais, a pontuação do I_{ca} caiu para 0,6058, demonstrando-se a necessidade de maiores investimentos no abastecimento de água no interior do município.

Tabela 8 - Pontuação do I_{ca} .

LOCALIDADE	Da	Dt	$I_{ca} = Da/Dt$
DISTRITO SEDE	512	521	0,98273
DISTRITO TRENTIN	512	521	0,98273
JABOTICABA VELHA	498	822	0,60584
ESQUINA EVANGÉLICA	498	822	0,60584
LINHA COQUEIRO	498	822	0,60584
LINHA SÃO LUIZ	498	822	0,60584
LINHA FAUSTINA	498	822	0,60584
LINHA SCHIMIDT	498	822	0,60584
LINHA VAREJÃO	498	822	0,60584
LINHA SANTA LÚCIA	498	822	0,60584
LINHA BARREIRO	498	822	0,60584
LINHA BONITA	498	822	0,60584
LINHA ALTO ALEGRE	498	822	0,60584
LINHA ALTO XAXIM	498	822	0,60584
LINHA BAIXO XAXIM	498	822	0,60584
LINHA SÃO ROQUE	498	822	0,60584
LINHA FLORESTA	498	822	0,60584

Fonte: Autor (2022).

Nota-se que apenas houve diferenças nos valores entre zonas urbanas e rurais devido ao fato dos dados do Censo do IBGE serem divididos apenas dessa forma, de modo que não se conseguiu separá-los entre as diferentes microrregiões do município.

4.3.1.2 Indicador de qualidade da água distribuída (I_{qa})

O indicador de qualidade da água distribuída tem por finalidade monitorar a qualidade da água fornecida para os cidadãos. Para isso, foi necessário avaliar os relatórios dos ensaios de vigilância de qualidade da água, realizados por meio de amostras de água coletadas periodicamente em todo o município.

Os relatórios dos ensaios da água foram conseguidos juntamente com a secretaria de administração do município. A desinfecção da água é realizada por empresa terceirizada, e esta, procede a coleta de amostras e análise laboratorial da qualidade da água para consumo humano. Ainda, a Vigilância Sanitária Municipal realiza uma contraprova para monitoramento.

O período amostral para o cálculo do I_{qa} , todas as análises foram realizadas em todos os meses do ano de 2020. Dessa forma, foi possível verificar se a água do município estava dentro do padrão de potabilidade estabelecido na Portaria de Consolidação nº 5 de 2017, Anexo XX, e também verificar se o número mínimo de amostras preconizadas na referida portaria foi obedecido. A Tabela 9 apresenta o número de análises realizadas mês a mês no município de Jaboticaba em 2020, e que foram utilizadas para obtenção do valor do I_{qa} .

Tabela 9 - Número de análises de potabilidade realizados em 2020.

(continua)

LOCALIDADE	2020											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
DISTRITO SEDE	3	2	2	3	3	2	3	3	2	2	2	2
DISTRITO TRENTIN	4	2	2	2	2	4	2	2	4	2	2	2
JAB. VELHA	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2
ESQ. EVANGÉLICA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
LINHA COQUEIRO	2	2	2	2	2	2	2	3	1	2	2	2
LINHA SÃO LUIZ	5	4	4	5	5	4	4	5	5	4	4	4
LINHA FAUSTINA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
LINHA SCHIMIDT	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1
LINHA VAREJÃO	2	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1
LINHA STA LÚCIA	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2
LINHA BARREIRO	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1
LINHA BONITA	3	4	3	5	3	3	6	3	3	3	5	3
LINHA ALTO ALEG.	1	2	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1

Tabela 9 - Número de análises de potabilidade realizados em 2020.

(conclusão)

LOCALIDADE	2020											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
LINHA ALTO XAXIM	2	4	2	2	2	4	2	2	2	2	3	2
LINHA BAIXO XAXIM	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1
LINHA SÃO ROQUE	2	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2	2
LINHA FLORESTA	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2
TOTAL	36	36	30	36	36	36	36	36	35	30	35	30

Fonte: Autor (2022).

Esclarece-se que em 4 de maio de 2021 foi publicada a Portaria GM MS nº 888, que altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5 de 2017. Porém as análises avaliadas foram realizadas em 2020, período em que a portaria anterior ainda estava em vigor. Dessa forma, para o cálculo do indicador utilizaram-se as informações estabelecidas no Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017, vigente à época.

O cálculo do I_{qa} é realizado por meio da Equação (5), que relaciona o número de amostras em que a água foi considerada potável, e o número total de análises realizadas em função do número mínimo de amostras preconizadas na legislação.

Ao total, analisaram-se 412 amostras de potabilidade da água, em todas as microrregiões de Jaboticaba. Em 404 ensaios (98,06%) a qualidade foi satisfatória, e em 8 amostras (1,94%), os parâmetros da água não atingiram o mínimo previsto na legislação. A Tabela 10 apresenta os valores do I_{qa} para cada microrregião.

Em todas as microrregiões analisadas, o valor do I_{qa} foi considerado excelente, visto que apresentaram números superiores a 90%. O menor valor foi obtido para a Linha Coqueiro, que resultou em 0,9167, de 24 análises, 22 apresentaram água em condições satisfatórias e 2 em condições insatisfatórias.

Ao se verificar os relatórios das análises, constatou-se que em todas as amostras que não atingiram os padrões adequados de potabilidade, os parâmetros não adequados foram ou de cor, ou de turbidez assim como ambos simultaneamente. Em nenhum dos relatórios houve alteração de parâmetros microbiológicos.

Tabela 10 - Pontuação do I_{qa} .

LOCALIDADE	NAA ¹	NAR ²	K	I_{qa}
DISTRITO SEDE	29	29	1	1,0000
DISTRITO TRENTIN	30	30	1	1,0000
JABOTICABA VELHA	25	26	1	0,9615
ESQUINA EVANGÉLICA	12	12	1	1,0000
LINHA COQUEIRO	22	24	1	0,9167
LINHA SÃO LUIZ	51	53	1	0,9623
LINHA FAUSTINA	12	12	1	1,0000
LINHA SCHIMIDT	15	15	1	1,0000
LINHA VAREJÃO	15	15	1	1,0000
LINHA SANTA LÚCIA	26	26	1	1,0000
LINHA BARREIRO	15	15	1	1,0000
LINHA BONITA	44	44	1	1,0000
LINHA ALTO ALEGRE	15	15	1	1,0000
LINHA ALTO XAXIM	29	29	1	1,0000
LINHA BAIXO XAXIM	15	15	1	1,0000
LINHA SÃO ROQUE	24	26	1	0,9231
LINHA FLORESTA	25	26	1	0,9615

¹NAA: Quantidade de amostras considerada como sendo água potável (mensal)

²NAR: Quantidade de amostras realizadas (mensal)

Fonte: Autor (2022).

4.3.1.3 Indicador de saturação do sistema produtor (I_{sa})

Para o I_{sa} , inicialmente se desenvolveu a taxa de crescimento da populacional de Jaboticaba por meio do método geométrico. Para se obter a taxa de crescimento (t), utilizou-se a Equação (17), em que se subtrai 1 da raiz enésima do quociente entre a população final (P_t) e a população no começo do período considerado (P_0), multiplicando-se o resultado por 100, sendo "n" igual ao número de anos no período.

$$t = \left[\left(\sqrt[n]{\frac{P_t}{P_0}} \right) - 1 \right] \times 100 \quad (17)$$

Os valores de P_t e P_0 utilizados foram referentes aos censos demográficos desenvolvidos pelo IBGE nos anos de 2000 e 2010, respectivamente. Como a

diferença entre os períodos foi de 10 anos, o valor de n é igual a 10. Com relação ao número de habitantes constatado, verificou-se um decréscimo de pessoas no município, conforme pode ser visualizado na Tabela 11.

Tabela 11 - População jaboticabense nos censos de 2000 e 2010.

Ano	Número de habitantes
2000	4567
2010	4098

Fonte: IBGE (2010).

No ano de 2000, havia uma população total no município de 4567 habitantes, já em 2010 essa população foi de 4098, uma redução no número total de habitantes em 469 pessoas. Consequentemente, o valor t , da taxa de crescimento populacional foi negativa, visto que não houve um crescimento, mas sim, uma redução do número de habitantes verificado no município de Jaboticaba. Sendo assim, após o cálculo realizado por meio da Equação (17), o valor obtido para a taxa de crescimento populacional foi de -0,01 ou -1,08%.

Para desenvolvimento do I_{sa} , são necessários, além da taxa de crescimento populacional, o valor da capacidade de produção de água da fonte de água utilizada para o abastecimento público e o valor do volume de água para atender a população em questão. Tentou-se a obtenção desses dados junto à Secretaria de Administração do Município de Jaboticaba.

Com relação aos dados, conseguiu-se calcular o I_{ab} para as microrregiões da Linha Santa Lúcia e Linha Bonita, por meio das informações coletadas no processo de outorga dos poços artesianos dessas localidades, em ambos os casos, a pontuação resultante foi de 1,00. Já nas demais regiões, o município não dispunha dos dados da capacidade de vazão dos poços ou fontes de água para o abastecimento. Então das 17 microrregiões analisadas, apenas duas possuíam dados, para o cálculo desse indicador, o que representa menos do que 15% das localidades. Dessa forma, decidiu-se remover o I_{sa} do cálculo do ISA/JAB, já que não se tinham os dados disponíveis para o desenvolvimento do indicador.

4.3.1.4 Pontuação Final do I_{ab}

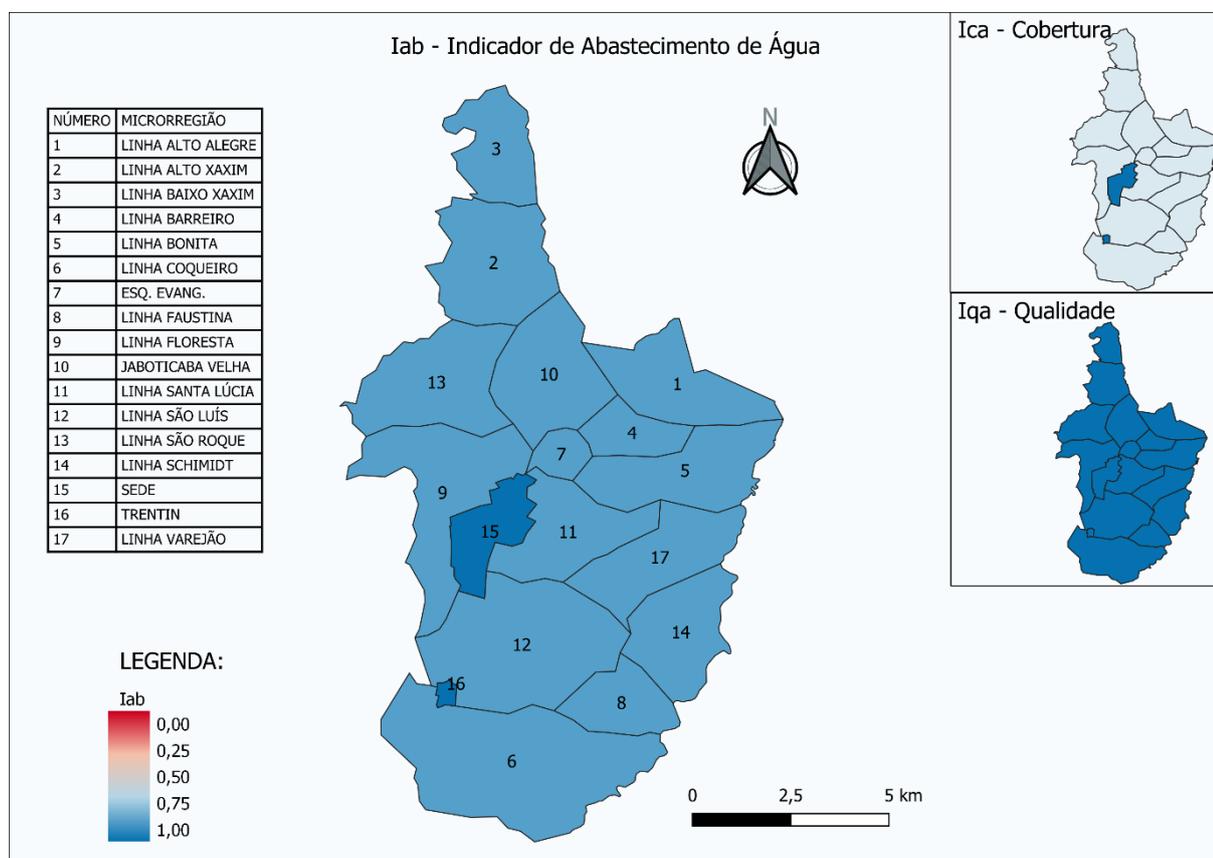
O valor final do I_{ab} é obtido pela média aritmética entre o I_{ca} , I_{qa} e I_{sa} . Porém, como o I_{sa} foi removido do cálculo, realizou-se a média somente dos Indicadores de 3ª ordem restantes: o I_{ca} e o I_{qa} . Os valores finais do I_{ab} são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 - Pontuação do I_{ab} .

LOCALIDADE	I_{ab}
DISTRITO SEDE	0,9913
DISTRITO TRENTIN	0,9913
JABOTICABA VELHA	0,7836
ESQUINA EVANGÉLICA	0,8029
LINHA COQUEIRO	0,7612
LINHA SÃO LUIZ	0,7840
LINHA FAUSTINA	0,8029
LINHA SCHIMIDT	0,8029
LINHA VAREJÃO	0,8029
LINHA SANTA LÚCIA	0,8029
LINHA BARREIRO	0,8029
LINHA BONITA	0,8029
LINHA ALTO ALEGRE	0,8029
LINHA ALTO XAXIM	0,8029
LINHA BAIXO XAXIM	0,8029
LINHA SÃO ROQUE	0,7644
LINHA FLORESTA	0,7836

Fonte: Autor (2022).

Destacam-se as microrregiões do Distrito de Trentin e Sede, que obtiveram a pontuação de 99,13%. Já nas regiões rurais verificou-se uma redução no valor do indicador. Isso é devido principalmente ao I_{ca} , que se obteve menor valor para as regiões rurais, quando comparado com as regiões urbanas. Os resultados do I_{ab} , distribuídos espacialmente podem ser visualizados por meio da Figura 14.

Figura 14 - Mapa quantitativo da pontuação do I_{ab}.

Fonte: Autor (2022).

A menor pontuação resultante foi para a microrregião da Linha Coqueiro (com 0,7612), seguido da Linha São Roque (com 0,7644), Linha Floresta (com 0,7836), Jaboticaba Velha (também com 0,7836) e Linha São Luiz (com 0,7840). Em todas as microrregiões que tiveram as piores pontuações houve pelo menos uma análise da qualidade da água com resultado insatisfatório.

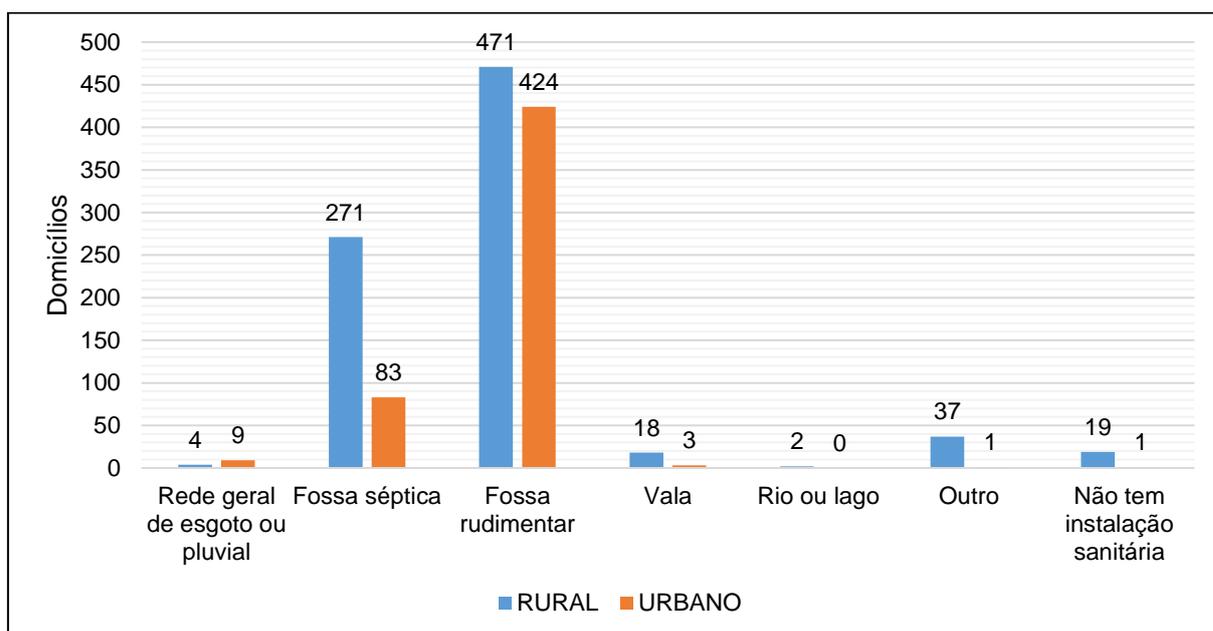
4.3.2 Indicador de esgoto sanitário (I_{es})

Conforme contrato firmado entre o Município de Jaboticaba e a CORSAN, a companhia tem a outorga para a prestação de serviços não apenas de abastecimento de água na sede do município, mas também de esgotamento sanitário. Apesar disso, o que se verifica atualmente é a inexistência de rede de captação de esgoto doméstico

na cidade, e conseqüentemente a não existência de estação de tratamento desse esgoto.

Dessa forma, as edificações do município devem possuir tratamento individual do esgoto doméstico. A Figura 15 apresenta as formas de disposição do esgoto das instalações sanitárias do município de Jaboticaba, segundo o Censo IBGE (2010).

Figura 15 - Instalações sanitárias no município de Jaboticaba – RS.



Fonte: Adaptado de IBGE (2010).

Nota-se que na maioria dos domicílios jaboticabenses, a destinação do esgoto é por meio de fossa rudimentar, popularmente conhecida como “poço negro”. Verificou-se que em 66,64% de todos os domicílios, a fossa rudimentar era a forma de destinação para os dejetos, que não é a mais adequada, pois não ocorre nenhum tratamento prévio do efluente, além de apresentar riscos de contaminação do solo e água subterrânea.

Pode-se considerar a fossa séptica, a forma mais apropriada de destinação dos dejetos, tendo em vista que por ora, só há a possibilidade de proceder o tratamento de esgoto individualmente para cada edificação. A fossa séptica representou 26,36% das instalações sanitárias nos domicílios, tanto rurais quanto urbanos.

Em contraponto, pode-se citar que em apenas 7% dos domicílios ocorrem outras formas de destinação dos efluentes domésticos, como em valas, rios, lagos, rede pluvial, ou domicílios que não possuem instalações sanitárias.

O prognóstico do Plano Municipal de Saneamento Básico de Jaboticaba (2014) prevê a elaboração de projeto executivo para os sistemas de coleta e tratamento de esgoto sanitário para toda a zona urbana do município de Jaboticaba, com horizonte temporal de curto (até 5 anos) e médio (entre 6 e 14 anos) prazo. Já para a construção de uma estação de tratamento de esgoto, estabeleceu-se a meta de longo prazo (15 até 25 anos). No entanto, não se tem nenhum avanço concreto para que essas metas sejam alcançadas.

4.3.2.1 Indicadores de Cobertura (I_{ce}), Tratamento (I_{te}) e Saturação dos sistemas de esgoto (I_{se})

O I_{es} retrata a situação do município em relação ao esgotamento sanitário, o mesmo é calculado por meio dos indicadores de 3ª ordem de Cobertura na Coleta de Esgoto (I_{ce}), de Tratamento de Esgoto (I_{te}) e de Saturação do Sistema de Esgoto (I_{se}), que avaliam todo o sistema de coleta e tratamento de esgoto, em que os valores calculados são apresentados na Tabela 13.

Tabela 13 - Pontuação do I_{ce} , I_{te} e I_{se} .

(continua)

LOCALIDADE	I_{ce}			I_{te}	I_{se}
	Due	Dt	$I_{ce} = \text{Due}/\text{Dt}$		
DISTRITO SEDE	0	521	0	0	0
DISTRITO TRENTIN	0	521	0	0	0
JABOTICABA VELHA	0	822	0	0	0
ESQUINA EVANGÉLICA	0	822	0	0	0
LINHA COQUEIRO	0	822	0	0	0
LINHA SÃO LUIZ	0	822	0	0	0
LINHA FAUSTINA	0	822	0	0	0
LINHA SCHIMIDT	0	822	0	0	0
LINHA VAREJÃO	0	822	0	0	0
LINHA SANTA LÚCIA	0	822	0	0	0
LINHA BARREIRO	0	822	0	0	0
LINHA BONITA	0	822	0	0	0

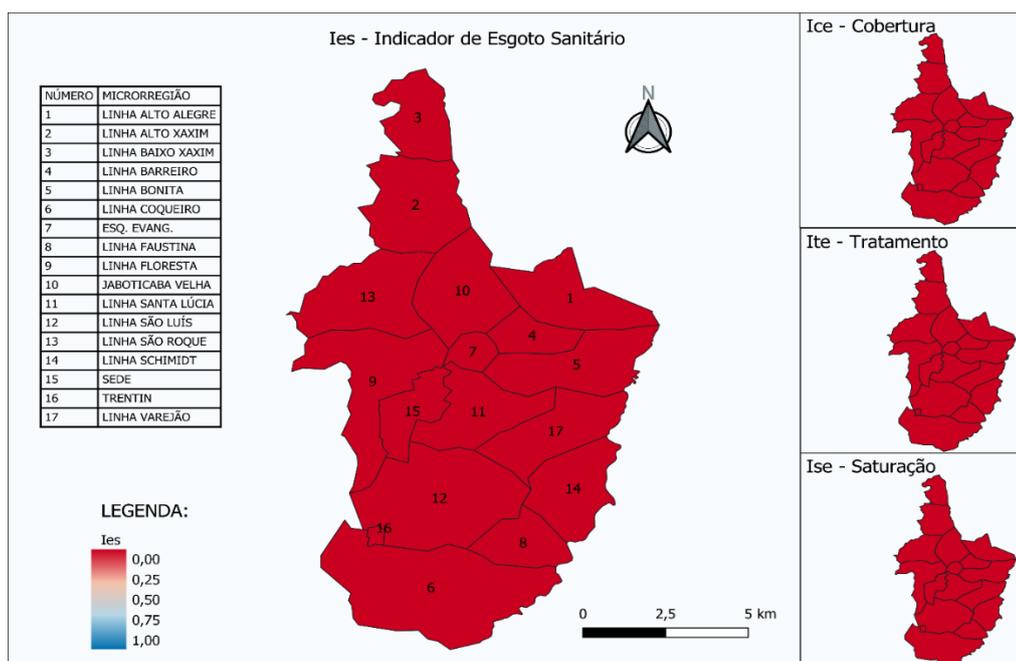
Tabela 13 - Pontuação do I_{ce} , I_{te} e I_{se} .

(conclusão)

LOCALIDADE	I_{ce}			I_{te}	I_{se}
	Due	Dt	$I_{ce} = \text{Due}/\text{Dt}$		
LINHA ALTO ALEGRE	0	822	0	0	0
LINHA ALTO XAXIM	0	822	0	0	0
LINHA BAIXO XAXIM	0	822	0	0	0
LINHA SÃO ROQUE	0	822	0	0	0
LINHA FLORESTA	0	822	0	0	0

Fonte: Autor (2022).

Os valores do I_{ce} , I_{te} e I_{se} foram iguais a zero devido ao fato do município não possuir nenhuma rede coletora de esgoto, muito menos estação de tratamento de esgoto, o que indica uma situação muito insatisfatória. Conseqüentemente, o valor do I_{es} foi igual à zero para todas as microrregiões do município, o que pode ser observado por meio da Figura 16, em que se apresentam os resultados do I_{se} distribuídos espacialmente. Em todas as regiões apresentou-se a coloração avermelhada, devido ao fato de os valores do indicador serem iguais a zero.

Figura 16 - Mapa quantitativo da pontuação do I_{es} .

Fonte: Autor (2022).

4.3.3 Indicador de resíduos sólidos (I_{rs})

Os dados necessários para o cálculo do Indicador de Resíduos Sólidos foram obtidos por meio do Censo do IBGE (2010) e CIGRES, consórcio do aterro sanitário onde é realizada a destinação final dos resíduos sólidos de Jaboticaba. A discussão e os resultados são apresentados em 4.3.3.1, 4.3.3.2 e 4.3.3.3.

4.3.3.1 *Indicador de coleta de resíduos (I_{cr})*

Conforme informações obtidas junto ao Município de Jaboticaba, a coleta de resíduos sólidos é realizada na zona urbana (Distrito Sede e Distrito de Trentin) duas vezes por semana. Nas regiões rurais, é desenvolvido um roteiro de coleta mensal. Apesar dessa conjuntura verificada atualmente, o I_{cr} foi calculado tendo como base os dados do Censo de 2010, visto que não há uma catalogação do município com relação aos domicílios totais com coleta de resíduos sólidos.

O cálculo do indicador de coleta de resíduos (I_{cr}) é desenvolvido pela relação entre domicílios que possuem coleta de resíduos sólidos e domicílios totais. Assim como no I_{ca} e I_{ce} , conseguiram-se os dados para determinação deste indicador, por intermédio das informações obtidas no último Censo do IBGE, realizado no ano de 2010.

Para obtenção dos dados de domicílios totais e domicílios com resíduos sólidos coletados por serviço de limpeza, seguiu-se o mesmo procedimento adotado em 4.3.1.1., por meio do site <https://datasus.saude.gov.br/>. Porém para este caso, selecionou-se a opção “Coleta de lixo”. E na caixa de seleção da coluna, filtrou-se por “coleta de lixo”, na caixa de seleção de conteúdo filtrou-se por “domicílios”. Dessa forma mostrar-se-ão apenas informações sobre a quantidade de domicílios e a forma como é realizada a coleta de resíduos sólidos no município. Por fim, filtraram-se os dados para o município de Jaboticaba na seleção de Municípios, e em seguida clicou-se no botão “mostra” para gerar uma planilha com as informações selecionadas. A última etapa para obtenção dos dados de domicílios com coleta de resíduos sólidos pode ser visualizada por meio da Figura 17.

Figura 17 - Página do DataSUS para dados de coleta de resíduos sólidos.

The screenshot shows the DataSUS interface for solid waste collection data in Rio Grande do Sul. The interface is divided into several sections:

- COLETA DE LIXO - RIO GRANDE DO SUL**: The main title.
- Filtros**: Three dropdown menus for 'Linha', 'Coluna', and 'Conteúdo'. 'Linha' includes 'Município', 'Região de Saúde (CIR)', 'Região de Saúde/Município', and 'Macrorregião de Saúde'. 'Coluna' includes 'Região Metropolitana - RIDE', 'Coleta de lixo', and 'Situação'. 'Conteúdo' includes 'Moradores', 'Distribuição de moradores na linha', 'Distribuição de moradores na coluna', and 'Domicílios'. 'Coleta de lixo' and 'Domicílios' are circled in red.
- PERÍODOS DISPONÍVEIS**: A dropdown menu showing years: 2010, 2000, and 1991.
- SELEÇÕES DISPONÍVEIS**: A list of municipalities under the 'Município' category. '431085 Jaboticaba' is highlighted with a red circle. Other municipalities listed include Itaquí, Itati, Itatiba do Sul, Ivorá, Ivoré, Jacutinga, and Jaguarão. Below the list are expandable categories: Região de Saúde (CIR), Macrorregião de Saúde, Divisão administr. estadual, Microrregião IBGE, Região Metropolitana - RIDE, Coleta de lixo, and Situação.
- Configurações**: Checkboxes for 'Ordenar pelos valores da coluna' and 'Exibir linhas zeradas'. A 'Formato' section has radio buttons for 'Tabela com bordas' (selected), 'Texto pré formatado', and 'Colunas separadas por *'. At the bottom are 'Mostra' and 'Limpa' buttons, with a red arrow pointing to 'Mostra'.

Fonte: Autor (2022).

Da mesma forma, para se obter os dados dos domicílios urbanos e rurais separadamente, é necessário, dentro dos campos de seleções disponíveis, em situação, selecionar o zoneamento, que pode ser urbano ou rural.

A Tabela 14 apresenta as pontuações correspondentes para o I_{cr} em todas as microrregiões do município de Jaboticaba. Destaca-se uma larga diferença entre as áreas urbanas com relação à zona rural. Enquanto o I_{cr} do Distrito Sede e Distrito Trentin apresentaram um valor de 0,9674, ou seja, 96,74% dos domicílios dispõem de coleta de resíduos sólidos, as linhas do interior do município apresentaram a pontuação de 0,0852, nem sequer atingindo a marca de 10% de domicílios cobertos por coleta de resíduos sólidos. Ressalta-se também, que estas informações se referem ao ano de 2010, data em que foi realizado o Censo.

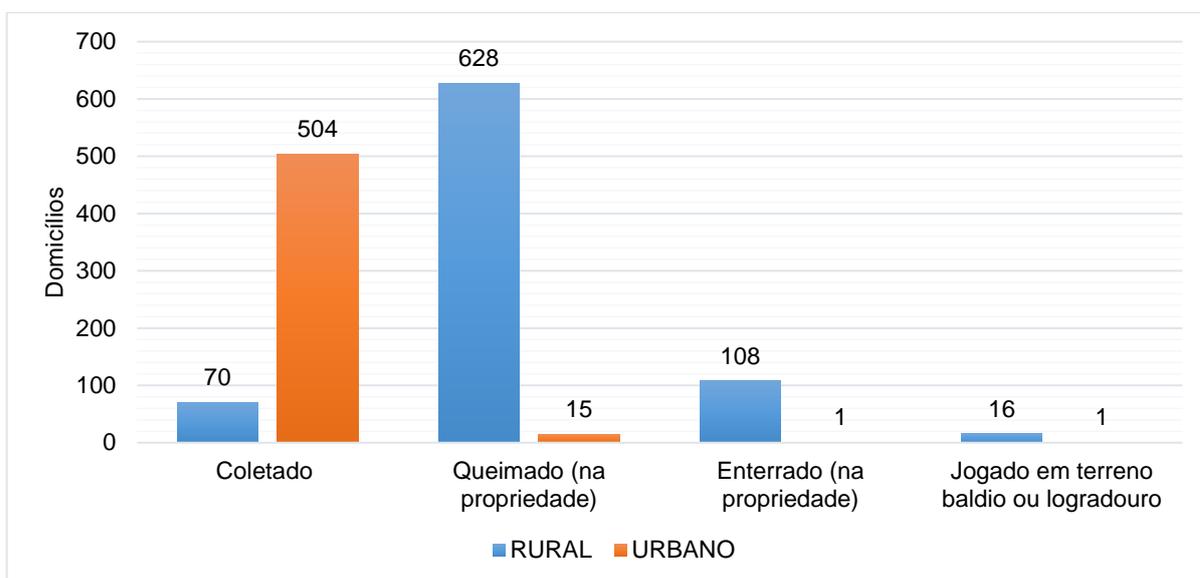
Tabela 14 - Pontuação do I_{cr} .

LOCALIDADE	Duc	Dt	$I_{cr} = Duc/Dt$
DISTRITO SEDE	504	521	0,9674
DISTRITO TRENTIN	504	521	0,9674
JABOTICABA VELHA	70	822	0,0852
ESQUINA EVANGÉLICA	70	822	0,0852
LINHA COQUEIRO	70	822	0,0852
LINHA SÃO LUIZ	70	822	0,0852
LINHA FAUSTINA	70	822	0,0852
LINHA SCHIMIDT	70	822	0,0852
LINHA VAREJÃO	70	822	0,0852
LINHA SANTA LÚCIA	70	822	0,0852
LINHA BARREIRO	70	822	0,0852
LINHA BONITA	70	822	0,0852
LINHA ALTO ALEGRE	70	822	0,0852
LINHA ALTO XAXIM	70	822	0,0852
LINHA BAIXO XAXIM	70	822	0,0852
LINHA SÃO ROQUE	70	822	0,0852
LINHA FLORESTA	70	822	0,0852

Fonte: Autor (2022).

A fim de compreender o descarte dos resíduos sólidos nos locais que não se dispunham de coleta, principalmente no meio rural, onde o I_{cr} apresentou valores consideravelmente baixos, foram analisados os dados do Censo 2010 (IBGE, 2010). Como pode ser observado na Figura 18, que apresenta a destinação dos resíduos sólidos comparativamente com os domicílios urbanos e rurais, a grande maioria dos resíduos sólidos rurais é queimada nas propriedades dos moradores. Em 628 dos 822 domicílios rurais (76,39%), esta era a forma de descarte dos resíduos sólidos. A outra configuração de descarte, verificada nas áreas rurais do município, foi de enterramento; fato observado em 108 domicílios (13,14%). Apenas em 70 domicílios rurais (8,52%) a coleta é procedida. Com relação ao perímetro urbano, observa-se que a grande maioria dos domicílios dispõem de coleta de resíduos sólidos, 504 domicílios de um total de 522 domicílios urbanos, que resulta em 96,55% de cobertura no atendimento.

Figura 18 - Destinação dos resíduos sólidos no município de Jaboticaba – RS.



Fonte: Adaptado de IBGE (2010).

4.3.3.2 *Indicador de disposição final de resíduos sólidos (I_{df})*

A disposição final dos resíduos sólidos do município é realizada por meio do CIGRES (Consórcio Intermunicipal de Gestão de Resíduos Sólidos), no qual Jaboticaba está consorciado, juntamente com mais 30 municípios: Ametista do Sul; Barra do Guarita; Boa Vista das Missões; Caiçara; Cerro Grande; Cristal do Sul; Derrubadas; Dois Irmãos das Missões; Erval Seco; Frederico Westphalen; Iraí; Lajeado do Bugre; Liberato Salzano; Miraguaí; Novo Tiradentes; Palmitinho; Pinhal; Pinheirinho do Vale; Planalto; Redentora; Rodeio Bonito; Sagrada Família; São José das Missões; São Pedro das Missões; Seberi; Taquaruçu do Sul; Tenente Portela; Vicente Dutra; Vista Alegre; e Vista Gaúcha; todos no Rio Grande do Sul (CIGRES, 2021b).

O CIGRES está localizado às margens da BR-386, km 43, município de Seberi, cerca de 34km da sede do município de Jaboticaba. O Consórcio tem como premissa fazer a correta separação dos resíduos sólidos de uso doméstico, gerado pelos municípios consorciados, tratar os resíduos de forma correta, assim como acondicioná-lo adequadamente no ambiente seguindo as normas e técnicas ambientais (CIGRES, 2021a).

Para o cálculo do indicador de disposição final de resíduos sólidos se fez necessário remeter a Tabela 3, a qual determina a forma de pontuação deste indicador e segue a metodologia proposta por Aravéchia Junior (2010). Mas antes, foi preciso esclarecer as diferenças entre lixão, aterro controlado e aterro sanitário.

De forma simples, lixão é o descarte de resíduos sólidos realizado em local que não possui nenhum controle e preparação do solo, o chorume e os gases gerados ficam expostos no ambiente. Em aterro controlado, os gases e chorumes são coletados, porém o chorume não é tratado e os resíduos são cobertos por argila. Já os aterros sanitários são compostos por células impermeabilizadas, em que os gases são captados e o chorume além de captado é depositado em poços para que se possa haver o tratamento (GALVÃO JUNIOR; JABBOUR, 2014).

Nesse sentido, todos os resíduos sólidos domésticos coletados no município são encaminhados para o CIGRES, o qual realiza a disposição final dos resíduos por meio de aterro sanitário. Dessa forma, conforme apresenta a Tabela 15, a pontuação atribuída para todas as microrregiões do município foi de 1,00, a pontuação máxima.

Tabela 15 - Pontuação do I_{df} .

LOCALIDADE	I_{df}^3
DISTRITO SEDE	1,00
DISTRITO TRENTIN	1,00
JABOTICABA VELHA	1,00
ESQUINA EVANGÉLICA	1,00
LINHA COQUEIRO	1,00
LINHA SÃO LUIZ	1,00
LINHA FAUSTINA	1,00
LINHA SCHIMIDT	1,00
LINHA VAREJÃO	1,00
LINHA SANTA LÚCIA	1,00
LINHA BARREIRO	1,00
LINHA BONITA	1,00
LINHA ALTO ALEGRE	1,00
LINHA ALTO XAXIM	1,00
LINHA BAIXO XAXIM	1,00
LINHA SÃO ROQUE	1,00
LINHA FLORESTA	1,00

³ I_{df} = 1,00 para aterro sanitário, 0,50 para aterro controlado e 0,00 para lixão

Fonte: Autor (2022).

4.3.3.3 *Indicador de saturação da disposição final de resíduos sólidos (I_{sr})*

O indicador de saturação da disposição final de resíduos sólidos informa sobre a necessidade de ampliação da estrutura do local onde ocorre a destinação dos resíduos sólidos gerados no município. Tem importância no sentido promover o planejamento para a execução de ampliações e melhorias na infraestrutura já existente, tendo em vista o aumento da demanda em relação à oferta do aterro.

A taxa de crescimento da população, nesse caso, deve ser referente aos 30 municípios consorciados pelo CIGRES, pois o consorcio abrange toda essa população. O desenvolvimento do cálculo foi o mesmo que o apresentado em 4.3.1.3.

Os valores de P_t e P_0 utilizados foram referentes aos censos demográficos desenvolvidos pelo IBGE nos anos de 2000 e 2010, para todos os municípios respectivamente. Com relação ao número de habitantes constatado, verificou-se um decréscimo de pessoas nos municípios da região, conforme pode ser visualizado na Tabela 16. De 181.949 habitantes em 2000, a região passou a ter 175.802 em 2010.

Tabela 16 - Número de habitantes nos Censos de 2000 e 2010 para os municípios consorciados no CIGRES.

(continua)

Municípios	2000	2010
AMETISTA DO SUL	7419	7323
BARRA DO GUARITA	2987	3089
BOA VISTA DAS MISSÕES	2187	2114
CAIÇARA	5580	5071
CERRO GRANDE	2602	2417
CRISTAL DO SUL	2874	2826
DERRUBADAS	3713	3190
DOIS IRMÃOS DAS MISSÕES	2365	2157
ERVAL SECO	9177	7878
FREDERICO WESTPHALEN	26716	28843
IRAI	9248	8078
JABOTICABA	4567	4098
LAJEADO BUGRE	2464	2487
LIBERATO SALZANO	6569	5780
MIRAGUAI	3713	4855
NOVO TIRADENTES	2385	2277
PALMITINHO	6942	6920
PINHAL	2502	2513

Tabela 16 - Número de habitantes nos Censos de 2000 e 2010 para os municípios consorciados no CIGRES.

(conclusão)

Municípios	2000	2010
PINHEIRINHO DO VALE	4185	4497
PLANALTO	11288	10524
REDENTORA	8850	10222
RODEIO BONITO	5753	5743
SAGRADA FAMILIA	2648	2595
SÃO JOSÉ DAS MISSÕES	3000	2720
SÃO PEDRO DAS MISSÕES	1794	1886
SEBERI	11349	10897
TAQUARUÇU DO SUL	2920	2966
TENENTE PORTELA	14343	13719
VICENTE DUTRA	6133	5285
VISTA ALEGRE	2993	2832
VISTA GAUCHA	2683	2759
TOTAL	181949	175802

Fonte: IBGE (2010).

Portanto, o valor da taxa de crescimento populacional, nesse caso, também será negativo, em razão da redução do número de habitantes verificado na região. Sendo assim, após o cálculo realizado por meio da Equação (17), o valor obtido para a taxa de crescimento populacional foi de -0,0034 ou -0,34%.

O cálculo do I_{sr} foi realizado por meio da Equação (13), a qual indica o valor de n , que representa o número de anos em que o sistema de disposição final dos resíduos sólidos ficará saturado. N é obtido por meio da relação logarítmica entre o volume de resíduos sólidos coletado, a capacidade restante do aterro e a taxa de crescimento populacional.

Em contato com o CIGRES, por meio de correio eletrônico nos dias 08 e 11 de junho de 2021, foi possível obter os dados necessários para o cálculo deste indicador. O valor do CA^1 , que corresponde à capacidade restante do aterro, foi de 13.538,88 ton. Já para o valor de VL^2 , que representa o volume anual de resíduos sólidos recebido no aterro, foi necessário realizar a soma da quantidade resíduos sólidos

¹ Capacidade restante do Aterro, em toneladas.

² Volume de Resíduos Sólidos coletados anualmente, em toneladas.

recebido pelos 30 municípios consorciados, no período referência que foi de janeiro à dezembro de 2020.

A Tabela 17 apresenta os valores médios mensais, em toneladas, da quantidade de resíduos sólidos gerada por todos os municípios consorciados ao CIGRES, em relação ao ano de 2020. Jaboticaba apresentou uma geração média mensal de 23,78 toneladas de resíduos sólidos, o que representa 6,24kg/hab.mês, conforme dados fornecidos pelo CIGRES.

Tabela 17 - Geração de Resíduos Sólidos por município consorciado pelo CIGRES em 2020.

(continua)

Municípios	Média Mensal (ton)	Total Anual (ton)
AMETISTA DO SUL	64,82	777,82
BARRA DO GUARITA	24,29	291,44
BOA VISTA DAS MISSÕES	16,36	196,36
CAIÇARA	28,18	338,10
CERRO GRANDE	13,20	158,42
CRISTAL DO SUL	12,37	148,46
DERRUBADAS	13,21	158,50
DOIS IRMÃOS DAS MISSÕES	12,16	145,96
ERVAL SECO	46,56	558,68
FREDERICO WESTPHALEN	569,05	6828,62
IRAI	73,13	877,58
JABOTICABA	23,78	285,39
LAJEADO BUGRE	10,69	128,30
LIBERATO SALZANO	19,50	234,04
MIRAGUAI	33,55	402,58
NOVO TIRADENTES	11,46	137,53
PALMITINHO	60,94	731,28
PINHAL	18,77	225,29
PINHEIRINHO DO VALE	27,70	332,40
PLANALTO	88,20	1058,43
REDENTORA	36,52	438,22
RODEIO BONITO	72,49	869,88
SAGRADA FAMILIA	17,34	208,12
SÃO JOSÉ DAS MISSÕES	11,29	135,46
SÃO PEDRO DAS MISSÕES	9,07	108,88
SEBERI	131,76	1581,10

Tabela 17 - Geração de Resíduos Sólidos por município consorciado pelo CIGRES em 2020.

(conclusão)

Municípios	Média Mensal (ton)	Total Anual (ton)
TAQUARUÇU DO SUL	28,02	336,25
TENENTE PORTELA	151,79	1821,54
VICENTE DUTRA	26,50	317,96
VISTA ALEGRE	25,09	301,04
VISTA GAUCHA	14,55	174,64
	Σ	20.308,27

Fonte: Adaptado de CIGRES (2020).

O somatório de todo o resíduo sólido gerado em 2020 pelos 30 municípios resultou no valor de 20.308,27 ton, sendo este o respectivo valor de VL para o I_{sr} . A Tabela 18 apresenta a pontuação final do I_{sr} , tendo em vista os processos desenvolvidos e os valores obtidos conforme supracitado. Destaca-se que todos os resíduos sólidos coletados no município são destinados para o CIGRES e dessa forma, os valores do indicador foram iguais para todas as microrregiões.

Tabela 18 - Pontuação do I_{sr} .

LOCALIDADE	VL	CA	T	n	I_{sr}
DISTRITO SEDE	20308,27	13538,88	-0,0034	0,6662	0,3331
DISTRITO TRENTIN	20308,27	13538,88	-0,0034	0,6662	0,3331
JABOTICABA VELHA	20308,27	13538,88	-0,0034	0,6662	0,3331
ESQUINA EVANGÉLICA	20308,27	13538,88	-0,0034	0,6662	0,3331
LINHA COQUEIRO	20308,27	13538,88	-0,0034	0,6662	0,3331
LINHA SÃO LUIZ	20308,27	13538,88	-0,0034	0,6662	0,3331
LINHA FAUSTINA	20308,27	13538,88	-0,0034	0,6662	0,3331
LINHA SCHIMIDT	20308,27	13538,88	-0,0034	0,6662	0,3331
LINHA VAREJÃO	20308,27	13538,88	-0,0034	0,6662	0,3331
LINHA SANTA LÚCIA	20308,27	13538,88	-0,0034	0,6662	0,3331
LINHA BARREIRO	20308,27	13538,88	-0,0034	0,6662	0,3331
LINHA BONITA	20308,27	13538,88	-0,0034	0,6662	0,3331
LINHA ALTO ALEGRE	20308,27	13538,88	-0,0034	0,6662	0,3331
LINHA ALTO XAXIM	20308,27	13538,88	-0,0034	0,6662	0,3331
LINHA BAIXO XAXIM	20308,27	13538,88	-0,0034	0,6662	0,3331
LINHA SÃO ROQUE	20308,27	13538,88	-0,0034	0,6662	0,3331
LINHA FLORESTA	20308,27	13538,88	-0,0034	0,6662	0,3331

Fonte: Autor (2022).

O valor obtido para o I_{sr} foi de 0,33, o que demonstra a necessidade de ampliações nas instalações do CIGRES. O valor de n foi de 0,66 anos, ou seja, 8 meses para que a célula em operação no aterro complete sua capacidade. O Consórcio informou que já havia iniciado o processo de licenciamento para instalação de nova célula, e que estaria em tramite durante a elaboração desta pesquisa.

4.3.3.4 Pontuação final do I_{rs}

O cálculo do I_{rs} foi desenvolvido por meio da média aritmética do I_{cr} , I_{df} e I_{rs} . Os valores finais do I_{rs} são apresentados na Tabela 19.

Tabela 19 - Pontuação do I_{rs} .

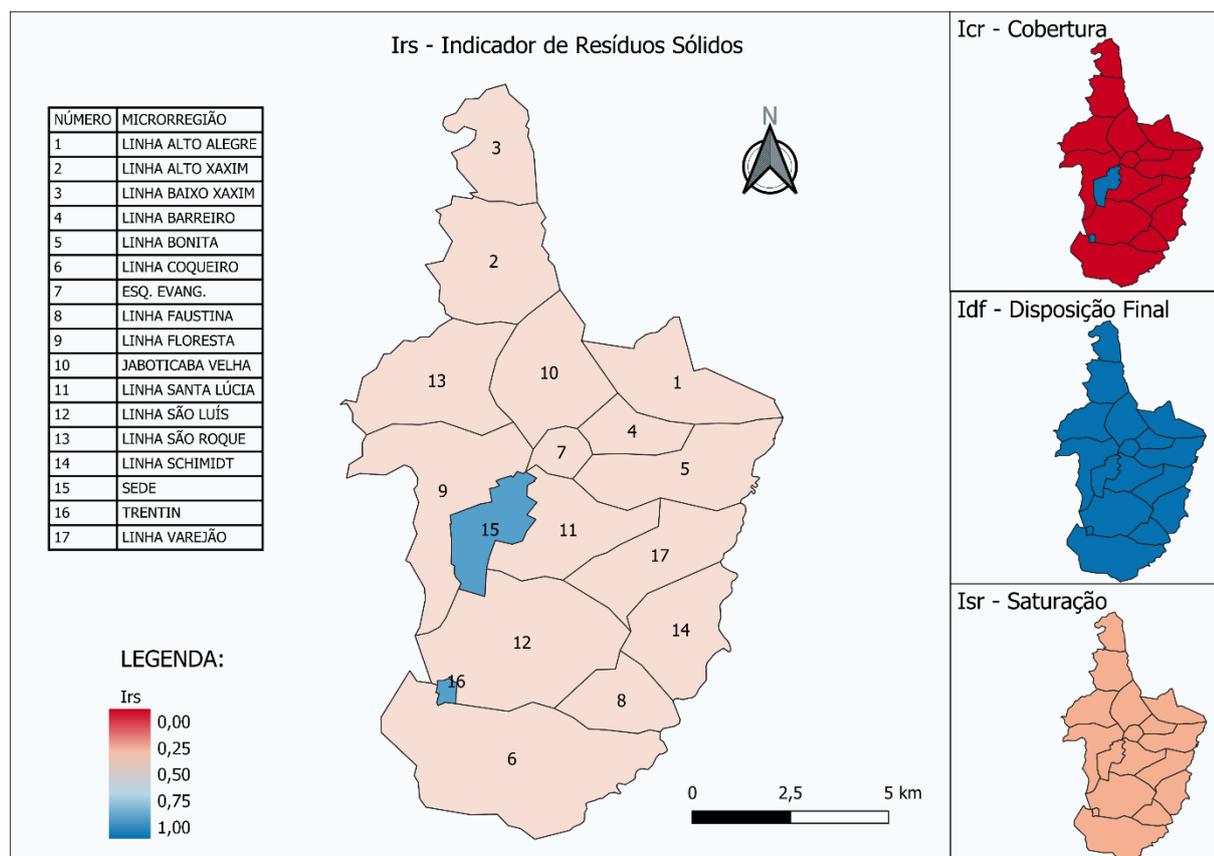
LOCALIDADE	I_{rs}
DISTRITO SEDE	0,7668
DISTRITO TRENTIN	0,7668
JABOTICABA VELHA	0,4728
ESQUINA EVANGÉLICA	0,4728
LINHA COQUEIRO	0,4728
LINHA SÃO LUIZ	0,4728
LINHA FAUSTINA	0,4728
LINHA SCHIMIDT	0,4728
LINHA VAREJÃO	0,4728
LINHA SANTA LÚCIA	0,4728
LINHA BARREIRO	0,4728
LINHA BONITA	0,4728
LINHA ALTO ALEGRE	0,4728
LINHA ALTO XAXIM	0,4728
LINHA BAIXO XAXIM	0,4728
LINHA SÃO ROQUE	0,4728
LINHA FLORESTA	0,4728

Fonte: Autor (2022).

A pontuação do I_{sr} se diferenciou entre a zona rural e urbana do município. Isso ocorreu, pois, utilizaram-se os dados do Censo do IBGE, em que as informações são divididas entre zonas urbanas e rurais. Verifica-se um valor razoável, de 76,68% para

a zona urbana. Já para as microrregiões do interior, a pontuação ficou abaixo de 50% que representa uma condição de baixa salubridade. O I_{cr} foi primordial para o mau desempenho do I_{rs} para as microrregiões rurais. Os resultados do I_{rs} distribuídos espacialmente podem ser visualizados por meio da Figura 19.

Figura 19 - Mapa quantitativo da pontuação do I_{rs} .



Fonte: Autor (2022).

4.3.4 Indicador de drenagem pluvial (I_{dr})

O I_{dr} foi concebido junto ao ISA/JAB para verificar a qualidade das estruturas de acondicionamento das águas pluviais na avaliação da salubridade ambiental. Tem por objetivo verificar a existência de ruas pavimentadas, se estas possuem defeitos e se há a existência de pontos com alagamentos. Em 4.3.4.1, 4.3.4.2 e 4.3.4.3 são esclarecidas e especificadas a avaliação do I_{al} , I_{rp} e I_{dp} . Logo após, em 4.3.4.4 estão apresentadas as pontuações dos indicadores.

4.3.4.1 *Indicador de alagamento (I_{al})*

A ocorrência de alagamentos ou inundações foi obtida por meio de observações em campo em períodos chuvosos assim como, em alguns casos, pelo relato de moradores locais. O fenômeno de avaliação do I_{al} são os alagamentos, que ocorrem devido a falhas na drenagem pluvial, no qual a estrutura de escoamento das águas é insuficiente. O alagamento se caracteriza pelo acúmulo de água em toda a seção da rua, diferentemente dos defeitos, em que o acúmulo de água pode ocorrer de forma isolada, em buracos por exemplo (MIGUEZ; VERÓL; REZENDE, 2015).

4.3.4.2 *Indicador de ruas pavimentadas (I_{rp})*

A pontuação do I_{rp} foi em função da classificação das ruas em pavimentada e não pavimentada, por isso é importante conceituar a diferença entre essas duas condições. Para este estudo, considerou-se via pavimentada aquela que possui uma delimitação, que pode ser composta por meio-fio de concreto ou material pétreo e estabelece a divisão entre rua e calçada. Além disso, a rua deve possuir algum tipo de revestimento que pode ser em concreto asfáltico (Figura 20a), paralelepípedo, blocos intertravados, pedras poliédricas (Figura 20b), entre outros. Sendo assim, nas ruas não pavimentadas enquadram-se as estradas de chão, em que o revestimento mais comum consiste em solo nivelado e compactado.

Figura 20 - Pavimento de pedras poliédricas (a) e pavimento em concreto asfáltico (b), sem defeitos, observados a campo no Distrito Trentin, Jaboticaba – RS.



Fonte: Autor (2022).

4.3.4.3 *Indicador de defeitos no pavimento (I_{dp})*

Entende-se por defeito no pavimento, as alterações na camada de revestimento do pavimento, que influenciam negativamente na trafegabilidade e no escoamento pluvial. Os defeitos no pavimento poderão afetar os usuários da via, reduzindo o conforto e a transitabilidade, assim como poderão ocasionar o acúmulo de água pluvial em alguns trechos ao longo do traçado da estrada (BATISTA, 2005).

Para a classificação dos tipos de defeitos em pavimentos flexíveis e semiflexíveis, assim como os termos técnicos empregados, utiliza-se a Norma DNIT 005/2003. Porém, para o I_{dr} , avaliaram-se, principalmente, aspectos de escoamento e drenagem das águas pluviais, mais amplamente o saneamento básico como um todo, não sendo objetivo da avaliação do indicador verificar os materiais e causas dos problemas nas vias analisadas.

A formulação dos defeitos analisados para o desenvolvimento do I_{dp} , tendo em vista os objetivos para o cálculo do indicador, seguiu a metodologia desenvolvida por Batista (2005) em que os defeitos considerados são:

- a) Seção transversal inadequada: resultado de uma superfície sem declividade transversal para direcionar a água para as valetas. Esta condição é evidenciada pela água escoando ao longo da superfície de rolamento e conseqüentemente pela erosão causada pela intensidade da chuva. As

condições da seção transversal são avaliadas pela facilidade de escoamento da água da superfície da estrada para um local que não influencie as condições de rolamento, isto é, para fora dela;

- b) Drenagem lateral inadequada (Figura 21a): valetas cobertas de vegetação ou cheias de entulhos e que não estão em condições próprias para direcionar e transportar a água, provocando o seu empoçamento;
- c) Corrugação (Figura 21b): consiste de uma série de ondulações perpendiculares à direção do tráfego, formadas, geralmente, em rampas ou curvas ou em áreas de aceleração ou desaceleração, causando grande desconforto para os usuários;
- d) Buracos: surgem pela contínua expulsão de partículas sólidas do leito quando da passagem de veículos, em locais onde há empoçamento de água. Ocorrem, geralmente, em trechos planos, sem declividade transversal adequada, nem saídas laterais de drenagem;
- e) Trilha de rodas: resulta da aplicação repetida das cargas do tráfego, particularmente em épocas de chuva, quando o solo saturado tem sua capacidade de suporte reduzida;
- f) Segregação de agregados: ocorre devido à ação abrasiva do tráfego que solta partículas granulares da superfície de rolamento e, com a passagem dos veículos, os agregados são jogados para fora das trilhas das rodas, formando bermas nas laterais e no centro, entre as trilhas;

Outra situação importante de se especificar, é que em locais onde não há a presença de vias pavimentadas, não se pode considerar a existência de defeitos no pavimento. Sendo assim, caso I_{rp} for igual a 0, então conclui-se que I_{dp} será automaticamente igual a 0 também.

Figura 21 - Defeitos no pavimento constatados em observação a campo: drenagem lateral inadequada (a) e corrugação (b).



Fonte: Autor (2022).

4.3.4.4 Pontuação Final do I_{dr}

O I_{dr} foi obtido por meio da Equação (14), e sua pontuação está apresentada na Tabela 4. Porém, a análise avalia diversos trechos de rua ao longo do perímetro de verificação, sendo necessário fazer uma ponderação dos valores para cada rua em relação ao valor total de ruas verificadas. Dessa forma, utilizou-se a Equação (18) para proceder a essa ponderação, em que se faz a razão entre o somatório do I_{dr} de trecho da rua vezes o comprimento da rua, e o somatório do comprimento de todos os trechos de ruas da microrregião. As medidas de comprimento de cada trecho de rua foram obtidas por meio do *Software Google Earth®*.

$$I_{dr}(r) = \frac{\sum I_{dr}(j) \times L}{\sum L} \quad (18)$$

Onde:

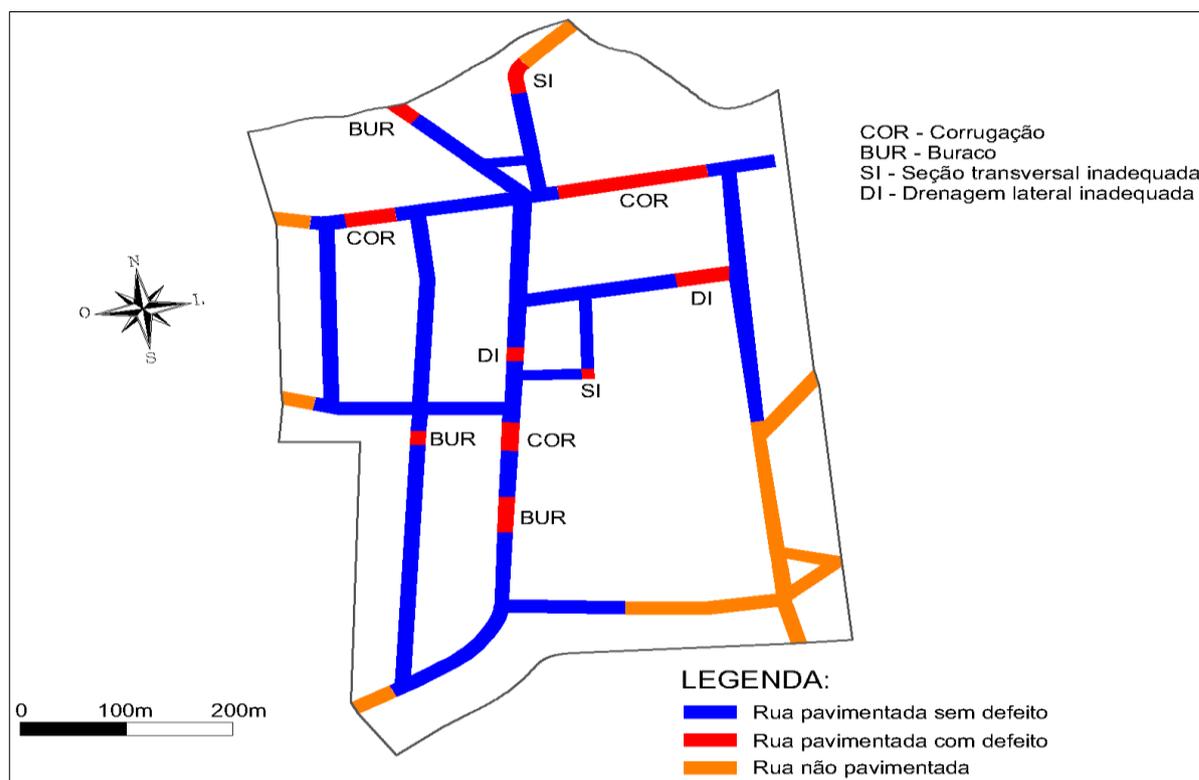
$I_{dr}(r)$ = Indicador de drenagem da microrregião “r”;

$I_{dr}(j)$ = Indicador de drenagem de trecho da rua “j”;

L = Comprimento da rua.

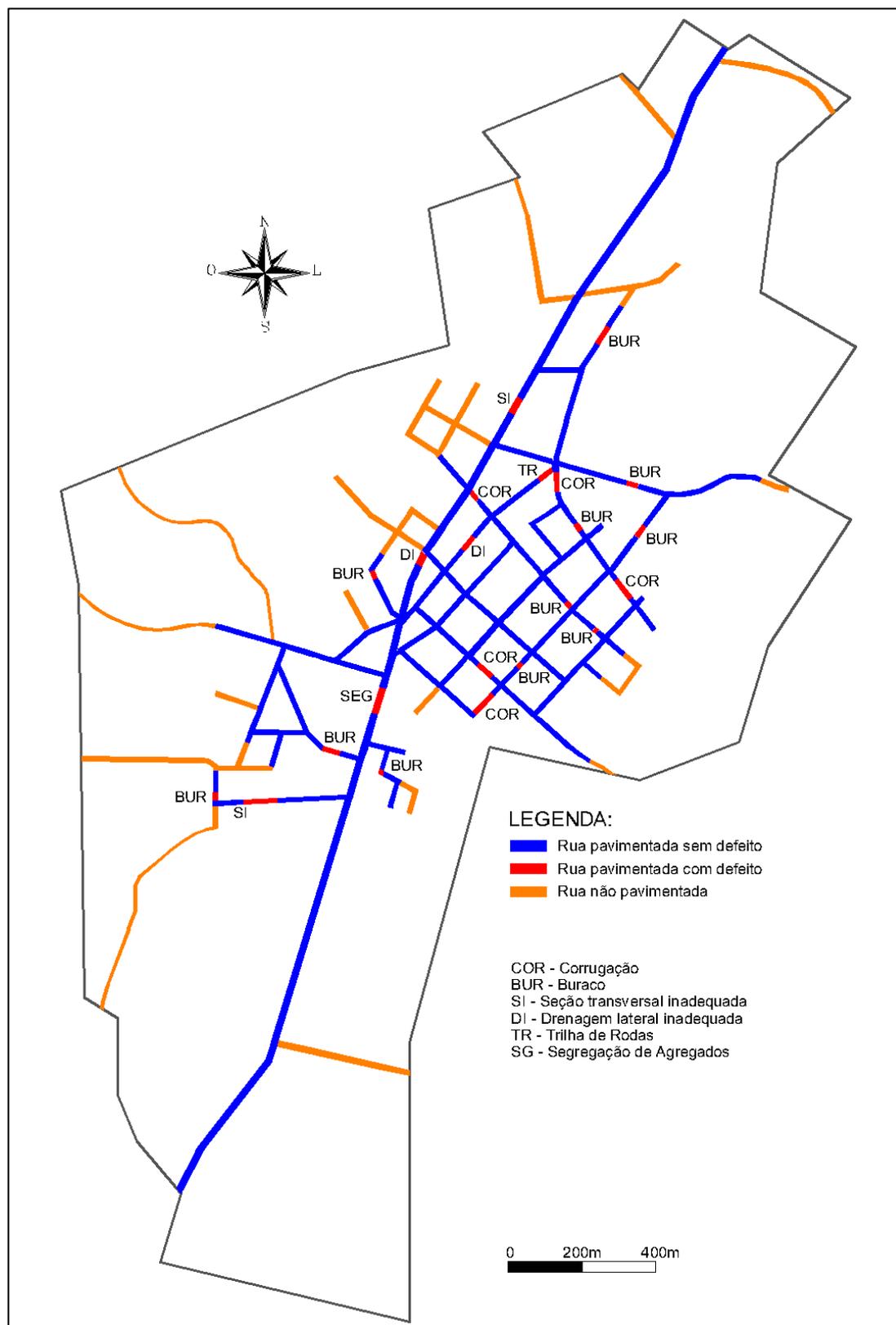
A Figura 22 apresenta todo o levantamento de ruas realizado no Distrito Trentin. Nota-se que a maior parte das ruas do perímetro do distrito possui pavimentação, em que se verificou a presença de revestimento asfáltico e de pedras irregulares. Alguns defeitos pontuais foram constatados em alguns trechos de ruas, sendo como pior condição a presença de corrugação que inclusive resultou no acúmulo de água na via.

Figura 22 - Levantamento de ruas no Distrito Trentin.



Fonte: Autor (2022).

Figura 23 - Levantamento de ruas no Distrito Sede.



Fonte: Autor (2022).

Já a Figura 23 apresenta os levantamentos de ruas no Distrito Sede, em que se verificou a presença maior de vias não pavimentadas, quando comparadas ao Distrito Trentin. Isso se deve, principalmente, ao fato de a área urbana do Distrito Sede ter sido aumentada no ano de 2019, por meio da Lei Municipal 4.389. Consequentemente, a área urbana passou a abranger maior região e que ainda não possui vias pavimentadas.

No Distrito sede, constatou-se a existência de alagamentos em 2 ruas: Cisnando Quedi e Leocliedes Stefanello. Desse modo o I_{al} apresentou pontuação 0 para o somatório desses trechos de rua em questão.

Nas demais microrregiões, a conjuntura que se verifica é a inexistência de vias pavimentadas, de modo que o I_{rp} e I_{dp} sejam iguais a 0. Desse modo, a Tabela 20 apresenta os valores finais para o I_{al} , I_{rp} , I_{dp} e I_{dr} em todas as microrregiões de Jaboticaba.

Tabela 20 - Pontuação do I_{dr} .

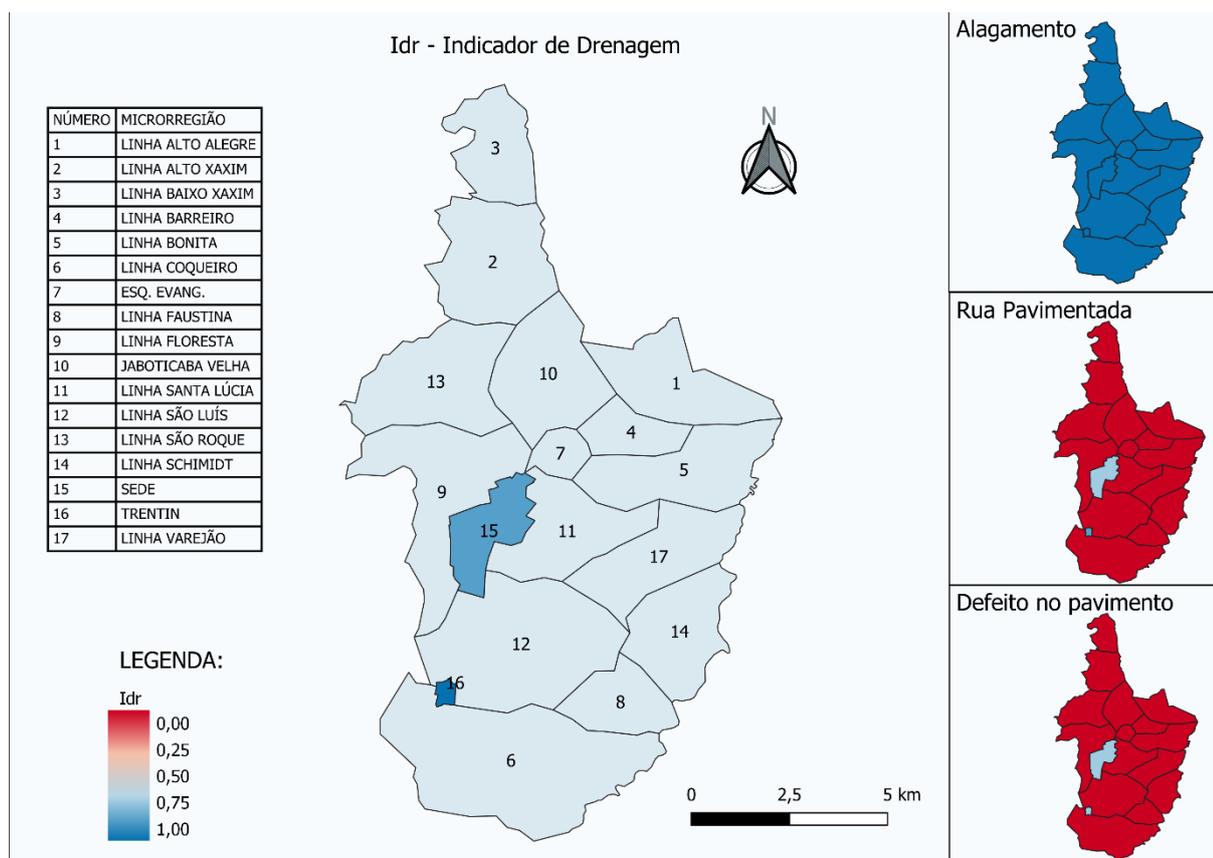
LOCALIDADE	I_{al}	I_{rp}	I_{dp}	I_{dr}
DISTRITO SEDE	0,9923	0,6783	0,6327	0,8576
DISTRITO TRENTIN	1	0,8115	0,7002	0,9023
JABOTICABA VELHA	1	0	0	0,6000
ESQUINA EVANGÉLICA	1	0	0	0,6000
LINHA COQUEIRO	1	0	0	0,6000
LINHA SÃO LUIZ	1	0	0	0,6000
LINHA FAUSTINA	1	0	0	0,6000
LINHA SCHIMIDT	1	0	0	0,6000
LINHA VAREJÃO	1	0	0	0,6000
LINHA SANTA LÚCIA	1	0	0	0,6000
LINHA BARREIRO	1	0	0	0,6000
LINHA BONITA	1	0	0	0,6000
LINHA ALTO ALEGRE	1	0	0	0,6000
LINHA ALTO XAXIM	1	0	0	0,6000
LINHA BAIXO XAXIM	1	0	0	0,6000
LINHA SÃO ROQUE	1	0	0	0,6000
LINHA FLORESTA	1	0	0	0,6000

Fonte: Autor (2022).

Destaque para o Distrito Trentin que apresentou o valor do I_{dr} de 90,23%, maior pontuação dentre as regiões. Em seguida tem-se o Distrito Sede com 85,76%, estando ligeiramente atrás de Trentin, por apresentar algumas ruas com a existência de alagamento, e por ter um maior número de ruas não pavimentadas em relação às ruas pavimentadas.

Os resultados do I_{dr} distribuídos espacialmente podem ser visualizados por meio da Figura 24. De modo geral o valor do I_{dr} apresentou valores razoáveis na zona rural, pois não se tem até o momento da elaboração desta pesquisa, a existência de vias pavimentadas nas linhas do interior do município. O panorama que se tem, é a existência de estadas de “chão” nessas localidades. Já nas áreas urbanas, verifica-se condições mais adequadas, com a presença de pavimento na maioria das ruas.

Figura 24 - Mapa quantitativo da pontuação do I_{dr} .



Fonte: Autor (2022).

4.3.5 Indicador de controle de vetores (I_{cv})

O indicador de controle de vetores tem por objetivo identificar a incidência de casos de doenças, que podem ser ocasionadas pela precariedade do saneamento básico, bem como a necessidade de programas de prevenção, redução e eliminação dos vetores de doenças (CONESAN, 1999).

Tentou-se obter as informações para o cálculo do I_{cv} , por meio do sistema do DataSus. Porém, ao gerar o relatório final com as informações necessárias, o sistema apresentava que não havia encontrado nenhum registro. Contudo, realizou-se visita presencial junto a Secretaria de Saúde do município de Jaboticaba, nos dias 06 e 07 de abril de 2021, para coleta de informações sobre os casos de Dengue, Esquistossomose e Leptospirose. Os resultados obtidos são apresentados nos itens 4.3.5.1, 4.3.5.2 e 4.3.5.3, respectivamente, e o valor final do I_{cv} é apresentado em 4.3.5.4.

4.3.5.1 *Indicador de Dengue (I_{vd})*

A dengue é uma doença infecciosa transmitida entre humanos pelo mosquito *Aedes aegypti*. A doença está ligada diretamente pelo ciclo e modo de vida do vetor, com maior ocorrência em áreas tropicais e subtropicais que garantem condições ideais para reprodução do mosquito. Apesar de não ser transmitida pelo contato ou ingestão da água, é considerada uma doença de veiculação hídrica, pois o *Aedes aegypti* necessita de água parada para completar seu ciclo de vida (HAMERSCHLAK; SARAIVA, 2014).

Com relação a Dengue, não há registros de casos autóctones da doença no município de Jaboticaba nos últimos 5 anos. Apenas constatou-se um caso de dengue importado, o qual teve paciente acolhido na estrutura de atendimento da unidade básica de saúde municipal. Porém, o paciente em questão adquiriu a doença em outra localidade.

Contudo, os servidores municipais da vigilância sanitária alertaram sobre a existência de infestação urbana do mosquito *Aedes aegypti* na sede do município. O fato foi verificado em inspeções rotineiras realizadas em domicílios pelo setor de vigilância sanitária. Em 2020, ao total, foram constatados 15 pontos em que se necessitou realizar o tratamento de focos do mosquito.

Dessa forma, conforme pontuação apresentada na Tabela 5, o I_{vd} do Distrito Sede é igual a 0,50, devido à presença de infestação do mosquito transmissor da Dengue. Nas demais localidades do município, atribui-se a pontuação máxima (1,00), conforme pode ser visualizado na Tabela 21.

Tabela 21 - Pontuação do I_{vd} .

LOCALIDADE	I_{vd}
DISTRITO SEDE	0,50
DISTRITO TRENTIN	1,00
JABOTICABA VELHA	1,00
ESQUINA EVANGÉLICA	1,00
LINHA COQUEIRO	1,00
LINHA SÃO LUIZ	1,00
LINHA FAUSTINA	1,00
LINHA SCHIMIDT	1,00
LINHA VAREJÃO	1,00
LINHA SANTA LÚCIA	1,00
LINHA BARREIRO	1,00
LINHA BONITA	1,00
LINHA ALTO ALEGRE	1,00
LINHA ALTO XAXIM	1,00
LINHA BAIXO XAXIM	1,00
LINHA SÃO ROQUE	1,00
LINHA FLORESTA	1,00

Fonte: Autor (2022).

4.3.5.2 *Indicador de Esquistossomose (I_{ve})*

A esquistossomose é uma doença causada pelo helminto parasita *Schistosoma mansoni*, que se instala preferencialmente no sistema venoso mesentérico. O ciclo de vida do parasito é caracterizado pela existência de um hospedeiro intermediário, o caramujo. O contágio humano ocorre com o contato da epiderme em água contaminada, ou seja, em águas sem condições de balneabilidade (COURA, 2018).

Conforme informações fornecidas pela Secretaria de Saúde Municipal, nos últimos 5 anos não houve registros de casos de Esquistossomose no município de Jaboticaba. Por conseguinte, segundo indicação da Tabela 5, o I_{ve} se enquadra na situação de “sem casos nos últimos 5 anos”. Dessa maneira, atribuiu-se a pontuação de 1,00 para todas as microrregiões do município, que pode ser observada na Tabela 22.

Tabela 22 - Pontuação do I_{ve}.

LOCALIDADE	I_{ve}
DISTRITO SEDE	1,00
DISTRITO TRENTIN	1,00
JABOTICABA VELHA	1,00
ESQUINA EVANGÉLICA	1,00
LINHA COQUEIRO	1,00
LINHA SÃO LUIZ	1,00
LINHA FAUSTINA	1,00
LINHA SCHIMIDT	1,00
LINHA VAREJÃO	1,00
LINHA SANTA LÚCIA	1,00
LINHA BARREIRO	1,00
LINHA BONITA	1,00
LINHA ALTO ALEGRE	1,00
LINHA ALTO XAXIM	1,00
LINHA BAIXO XAXIM	1,00
LINHA SÃO ROQUE	1,00
LINHA FLORESTA	1,00

Fonte: Autor (2022).

4.3.5.3 *Indicador de Leptospirose (I_{vl})*

A leptospirose é uma zoonose com ampla distribuição geográfica, causada por bactérias do gênero *Leptospira*. A infecção é transmitida aos humanos por meio do contato direto com urina contaminada de animais (mamíferos, de modo geral), ou mais

frequentemente pelo contato com água ou solo contaminado pela urina desses animais (SALOMÃO, 2017).

As informações obtidas junto a Secretaria Municipal de Saúde demonstraram a existência de 4 casos de leptospirose nos últimos anos em Jaboticaba. Os casos ocorreram todos em zona rural, nas microrregiões de Jaboticaba Velha, Linha Coqueiro, Linha Barreiro e Linha Alto Xaxim.

Dessa forma, as pontuações atribuídas, segundo as especificações da Tabela 5, para as localidades que apresentaram casos confirmados de leptospirose, foram de 0,25. As demais microrregiões que não tiveram nenhum caso verificado receberam a pontuação máxima, conforme pode ser verificado na Tabela 23.

Tabela 23 - Pontuação do I_{VI}.

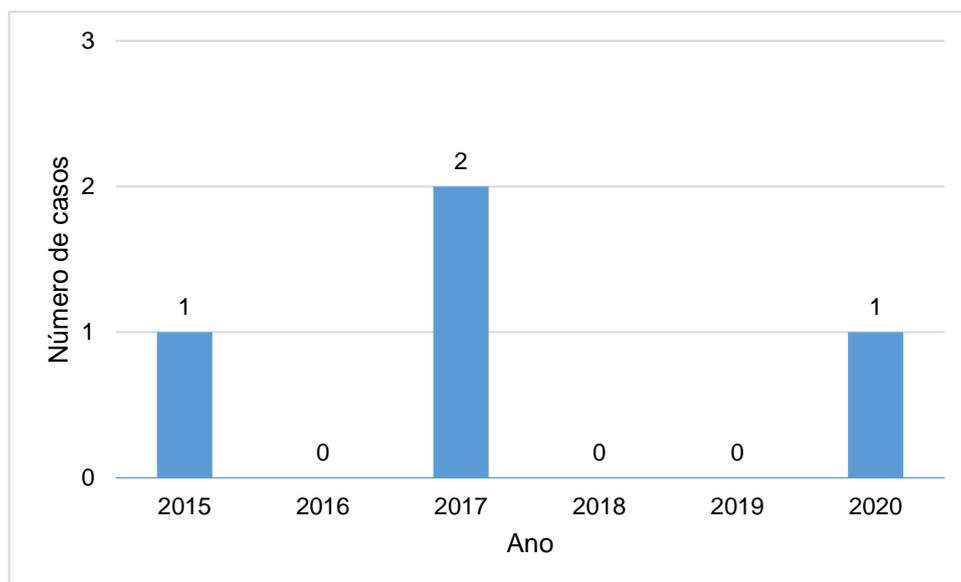
LOCALIDADE	I_{VI}
DISTRITO SEDE	1,00
DISTRITO TRENTIN	1,00
JABOTICABA VELHA	0,25
ESQUINA EVANGÉLICA	1,00
LINHA COQUEIRO	0,25
LINHA SÃO LUIZ	1,00
LINHA FAUSTINA	1,00
LINHA SCHIMIDT	1,00
LINHA VAREJÃO	1,00
LINHA SANTA LÚCIA	1,00
LINHA BARREIRO	0,25
LINHA BONITA	1,00
LINHA ALTO ALEGRE	1,00
LINHA ALTO XAXIM	0,25
LINHA BAIXO XAXIM	1,00
LINHA SÃO ROQUE	1,00
LINHA FLORESTA	1,00

Fonte: Autor (2022).

Ao analisarmos historicamente, por meio da Figura 25, percebe-se que os casos registrados de leptospirose não tiveram incidência no mesmo período (ano).

Porém, somente em 2017 ocorreram 2 casos, que correspondem à metade das ocorrências verificadas. Os demais casos ocorreram em 2015 e 2020.

Figura 25 - Casos de Leptospirose nos últimos anos, em Jaboticada – RS.



Fonte: Autor (2022).

4.3.5.4 Pontuação final do I_{cv}

O cálculo do I_{cv} foi realizado por meio da Equação (15), em que se calcula a média dos indicadores de dengue e esquistossomose; posteriormente, se soma ao indicador de leptospirose e se divide por 2. Os valores finais para o I_{cv} são apresentados na Tabela 24.

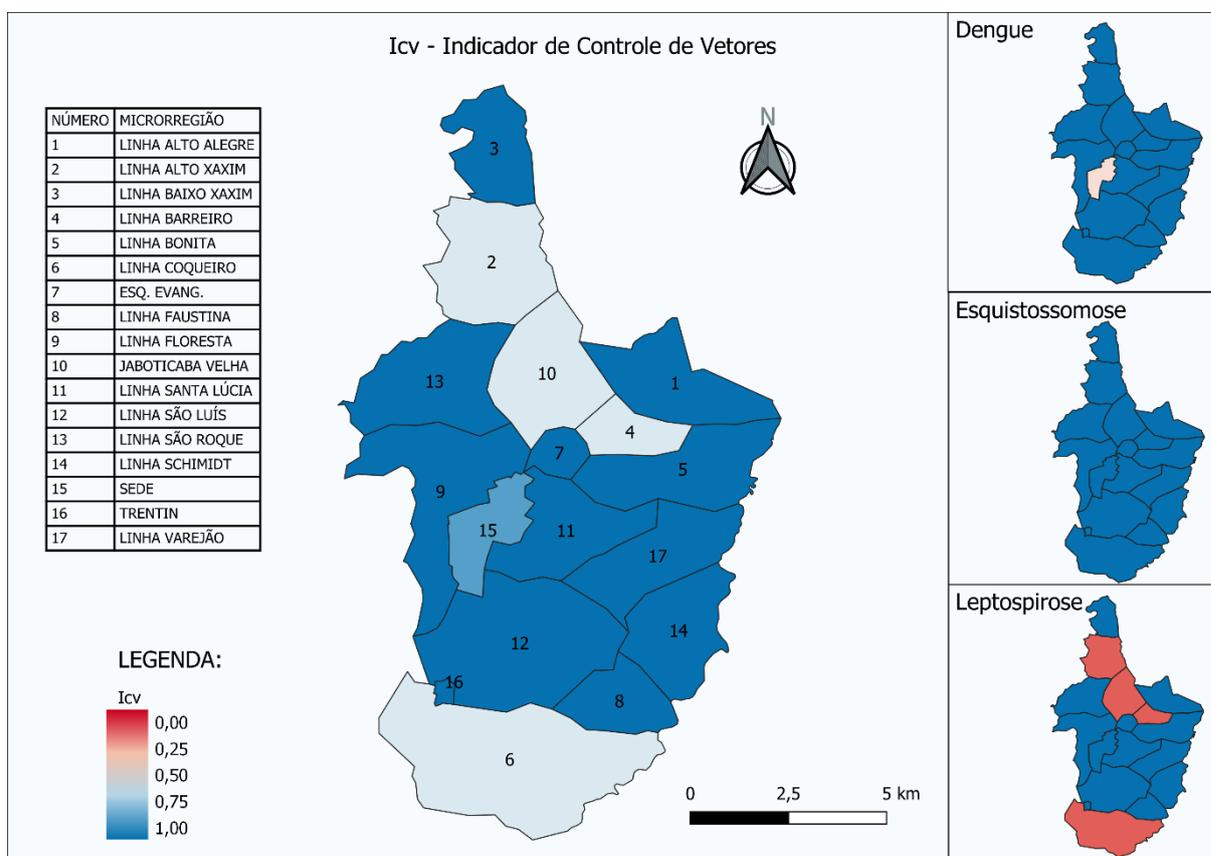
Nota-se que nas localidades em que o indicador apresentou valor de 0,625, houve casos de leptospirose registrados. Na sede do município, o I_{cv} foi de 0,875 devido à existência de infestação de *Aedes aegypti*. Nas demais microrregiões, atribuiu-se o valor máximo, pois não houve registros das doenças.

Tabela 24 - Pontuação do I_{cv}.

LOCALIDADE	I_{cv}
DISTRITO SEDE	0,8750
DISTRITO TRENTIN	1,0000
JABOTICABA VELHA	0,6250
ESQUINA EVANGÉLICA	1,0000
LINHA COQUEIRO	0,6250
LINHA SÃO LUIZ	1,0000
LINHA FAUSTINA	1,0000
LINHA SCHIMIDT	1,0000
LINHA VAREJÃO	1,0000
LINHA SANTA LÚCIA	1,0000
LINHA BARREIRO	0,6250
LINHA BONITA	1,0000
LINHA ALTO ALEGRE	1,0000
LINHA ALTO XAXIM	0,6250
LINHA BAIXO XAXIM	1,0000
LINHA SÃO ROQUE	1,0000
LINHA FLORESTA	1,0000

Fonte: Autor (2022).

Os resultados do I_{cv} distribuídos espacialmente podem ser visualizados por meio da Figura 26. O fator que mais prevaleceu para a redução da pontuação do I_{cv} foram os 4 casos de leptospirose diagnosticados no município. Verifica-se que estes casos ocorreram em 4 microrregiões diferentes do município, todos na zona rural. Com exceção da linha Coqueiro, que fica ao sul, na divisa com os municípios de Boa Vista das Missões e Lajeado do Bugre, as demais microrregiões que apresentaram casos de leptospirose são próximas entre si, ou seja, são vizinhas uma da outra. Isso pode ser explicado pela presença dos vetores transmissores da doença nessas localidades.

Figura 26 - Mapa quantitativo da pontuação do I_{cv}.

Fonte: Autor (2022).

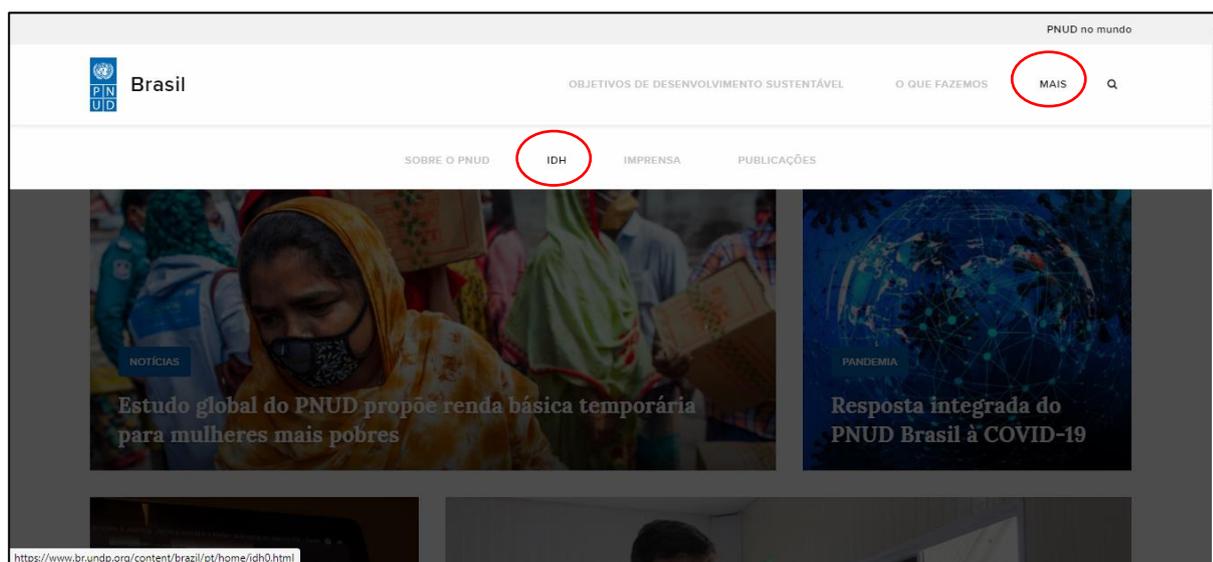
4.3.6 Indicador socioeconômico (I_{so})

Os dados do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH_m), necessários para o cálculo do Indicador Socioeconômico, foram obtidos por meio da plataforma eletrônica do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) Brasil. O PNUD está presente em 170 países e atua há mais de 50 anos no Brasil. Tem como missão, colaborar com o desenvolvimento de políticas e capacidades institucionais para a erradicação da pobreza, redução das desigualdades e exclusão social (PNUD, 2021).

Para obtenção dos IDHs do município de Jaboticaba, realizou-se o seguinte procedimento: no menu principal superior da página inicial do site do PNUD Brasil (<https://www.br.undp.org/>), clicou-se em “mais”. Dessa forma, uma nova linha surge no menu, em que posteriormente acessou-se o link de “IDH”, conforme pode ser

visualizado por meio da Figura 27. Sequencialmente, outra página era carregada, sendo então necessário acessar o link de “Rankings”, no menu esquerdo. Outra página carregou-se, contendo a lista de todos os municípios do Brasil e o seu respectivo IDH de renda, longevidade e educação.

Figura 27 - Página eletrônica PNUD Brasil.



Fonte: Autor (2022).

A coleta dos dados dos IDHs municipais foi realizada no mês de fevereiro de 2021. Nesta data, havia IDHs referentes aos anos de 1991, 2000 e 2010 dos municípios brasileiros. Sendo utilizados os dados mais recentes, do ano de 2010, para realização deste estudo.

4.3.6.1 Análise do IDHm de Jaboticaba

A Tabela 25 apresenta os valores obtidos do IDHm para o município de Jaboticaba. Nota-se que o maior valor se refere ao IDHm de longevidade, com 0,820, sequencialmente tem-se o IDHm de renda e IDHm de educação, com 0,636 e 0,547 respectivamente.

Tabela 25 - IDHm do município de Jaboticaba.

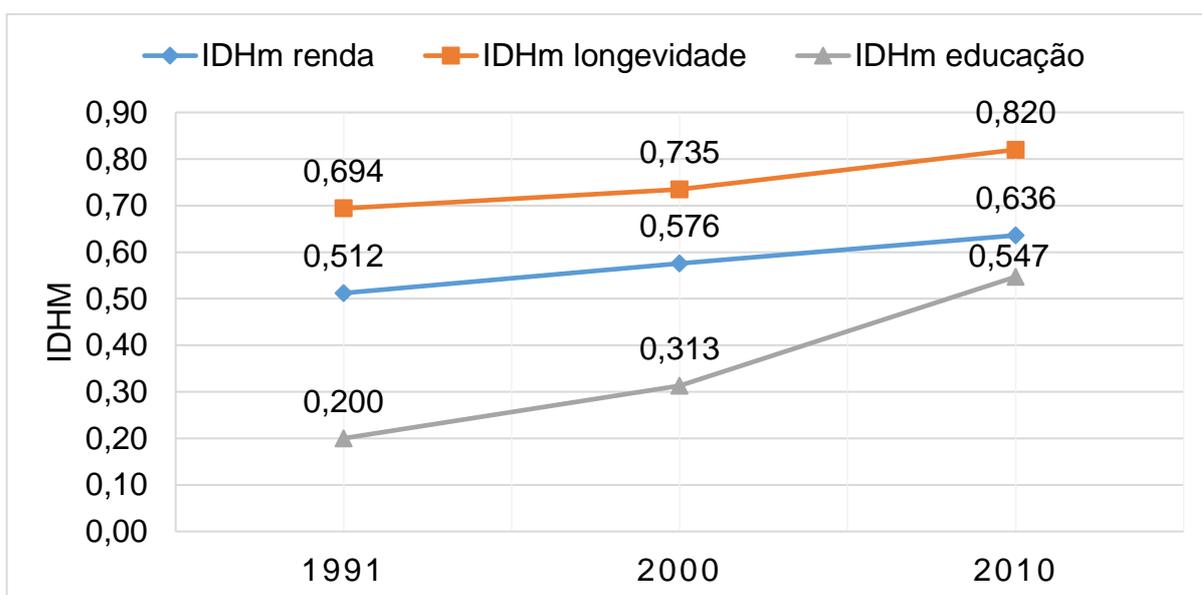
IDHm Renda	IDHm Longevidade	IDHm Educação
0,636	0,820	0,547

Fonte: Adaptado de PNUD (2010)

No tocante aos níveis nacionais, Jaboticaba encontra-se na posição nº 2946 em relação a todos os municípios brasileiros do ranking de IDHm do PNUD (2010). Destaca-se no município, o IDHm de longevidade, que possui o valor de 0,820 e indica que o componente de esperança de vida ao nascer é elevado, e que o município possui taxa de mortalidade infantil baixa.

A Figura 28 apresenta os valores do IDHm jaboticabense com relação às pesquisas de 1991, 2000 e 2010, em que é possível notar uma evolução positiva dos valores de IDHm. Demonstra-se assim, que as políticas públicas adotadas no município em relação ao desenvolvimento, saúde e educação, tem dado resultado favorável no período de análise. Nesse sentido, destaca-se o IDHm de educação, que apesar de possuir resultado inferior em relação aos demais, apresentou um crescimento mais acentuado, principalmente no período entre 2000 e 2010.

Figura 28 - Evolução do IDHm de Jaboticaba – RS entre os anos 1991, 2000 e 2010.



Fonte: Adaptado de PNUD (2010).

4.3.6.2 Pontuação Final do I_{so}

O IDHm se refere a todo o município, sem distinções ou divisão em microrregiões municipais. Portanto, para esta pesquisa, adotou-se o mesmo valor para o indicador socioeconômico (I_{so}) em todos os bairros, distrito e linhas do município de Jaboticaba. A Tabela 26 apresenta o valor final do I_{so} (última coluna da direita), que foi obtido por meio da média aritmética dos IDHm.

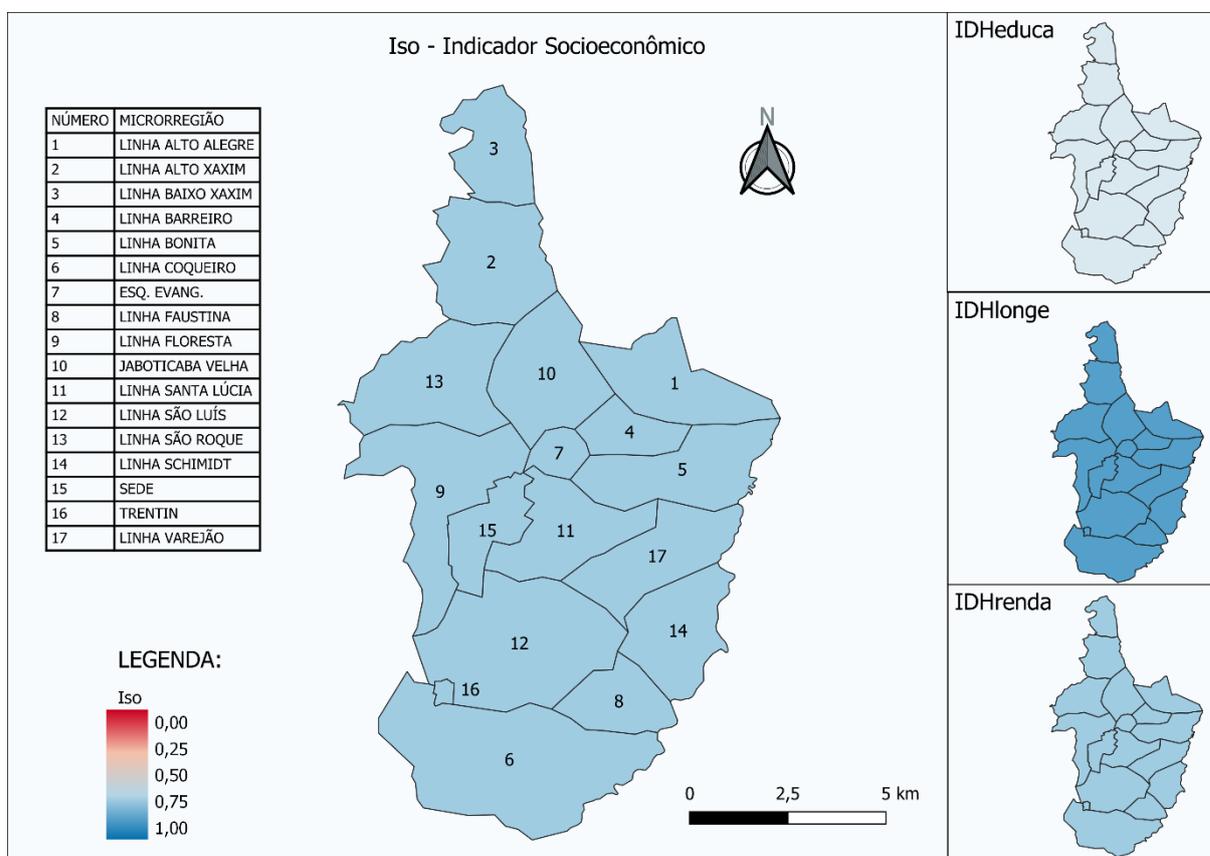
Tabela 26 - Pontuação do I_{so} .

LOCALIDADE	IDHe	IDHI	IDHr	I_{so}
DISTRITO SEDE	0,547	0,820	0,636	0,668
DISTRITO TRENTIN	0,547	0,820	0,636	0,668
JABOTICABA VELHA	0,547	0,820	0,636	0,668
ESQUINA EVANGÉLICA	0,547	0,820	0,636	0,668
LINHA COQUEIRO	0,547	0,820	0,636	0,668
LINHA SÃO LUIZ	0,547	0,820	0,636	0,668
LINHA FAUSTINA	0,547	0,820	0,636	0,668
LINHA SCHIMIDT	0,547	0,820	0,636	0,668
LINHA VAREJÃO	0,547	0,820	0,636	0,668
LINHA SANTA LÚCIA	0,547	0,820	0,636	0,668
LINHA BARREIRO	0,547	0,820	0,636	0,668
LINHA BONITA	0,547	0,820	0,636	0,668
LINHA ALTO ALEGRE	0,547	0,820	0,636	0,668
LINHA ALTO XAXIM	0,547	0,820	0,636	0,668
LINHA BAIXO XAXIM	0,547	0,820	0,636	0,668
LINHA SÃO ROQUE	0,547	0,820	0,636	0,668
LINHA FLORESTA	0,547	0,820	0,636	0,668

Fonte: Autor (2022).

O valor final do I_{so} foi de 0,668, sendo considerado, conforme classificação do PNUD, de médio desenvolvimento humano. Os resultados do I_{so} distribuídos espacialmente podem ser visualizados por meio da Figura 29.

Figura 29 - Mapa quantitativo da pontuação do Iso.



Fonte: Autor (2022).

4.4 RESULTADO FINAL E VALOR DO ISA/JAB

A partir dos resultados dos indicadores apresentados em 4.3, foi possível desenvolver o resultado final para o ISA/JAB em todas as microrregiões avaliadas juntamente com o valor final para todo o município, os quais são apresentados na Tabela 27.

Tabela 27 - Valor do ISA/JAB para cada microrregião.

LOCALIDADE	lab	les	lrs	ldr	lcv	lso	ISA
DISTRITO SEDE	0,9914	0,0000	0,7668	0,8576	0,8750	0,6677	0,6462
DIST. TRENTIN	0,9914	0,0000	0,7668	0,9023	1,0000	0,6677	0,6632
JAB. VELHA	0,7837	0,0000	0,4728	0,6000	0,6250	0,6677	0,4700
E. EVANGÉLICA	0,8029	0,0000	0,4728	0,6000	1,0000	0,6677	0,5123
LINHA COQUEIRO	0,7613	0,0000	0,4728	0,6000	0,6250	0,6677	0,4644
LINHA SÃO LUIZ	0,7841	0,0000	0,4728	0,6000	1,0000	0,6677	0,5076
LINHA FAUSTINA	0,8029	0,0000	0,4728	0,6000	1,0000	0,6677	0,5123
LINHA SCHIMIDT	0,8029	0,0000	0,4728	0,6000	1,0000	0,6677	0,5123
LINHA VAREJÃO	0,8029	0,0000	0,4728	0,6000	1,0000	0,6677	0,5123
LINHA STA LÚCIA	0,8029	0,0000	0,4728	0,6000	1,0000	0,6677	0,5123
LINHA BARREIRO	0,8029	0,0000	0,4728	0,6000	0,6250	0,6677	0,4748
LINHA BONITA	0,8029	0,0000	0,4728	0,6000	1,0000	0,6677	0,5123
LINHA A. ALEGRE	0,8029	0,0000	0,4728	0,6000	1,0000	0,6677	0,5123
LINHA A. XAXIM	0,8029	0,0000	0,4728	0,6000	0,6250	0,6677	0,4748
LINHA B. XAXIM	0,8029	0,0000	0,4728	0,6000	1,0000	0,6677	0,5123
LINHA S. ROQUE	0,7645	0,0000	0,4728	0,6000	1,0000	0,6677	0,5027
LINHA FLORESTA	0,7837	0,0000	0,4728	0,6000	1,0000	0,6677	0,5075
Média	0,8170	0,0000	0,5074	0,6329	0,9044	0,6677	0,5182

Fonte: Autor (2022).

O ISA/JAB identificado para todo o município, obtido por meio de média aritmética entre o ISA de cada microrregião, foi de 51,82%, sendo classificado (Tabela 2) como Média Salubridade. Valor que indica a perspectiva de que a qualidade de vida da população possa ser afetada devido às condições do meio, mas que também indica certa razoabilidade.

A principal razão de o ISA/JAB apresentar a classificação de média salubridade, se deu em função do l_{es} , que apresentou o valor igual a 0. Demonstra-se dessa forma, a necessidade de se haver intervenções para a instalação de redes de coleta e estação de tratamento de esgoto de forma adequada no município.

Em contraponto, o l_{cv} apresentou os melhores resultados, com 90,44%. Isto se deve aos poucos registros da incidência das doenças avaliadas pelo indicador. Em

seguida, tem-se o I_{ab} com 81,70%, que apresentou valores altos principalmente nas regiões urbanizadas.

Em análise às microrregiões, o Distrito Trentin obteve o valor máximo em relação às demais, com 66,32%; e a microrregião com o valor mínimo foi da Linha Coqueiro, com 46,44%. Nessa comparação, temos que a Linha Coqueiro apresentou Baixa Salubridade e Distrito Trentin ficou classificado como Média Salubridade.

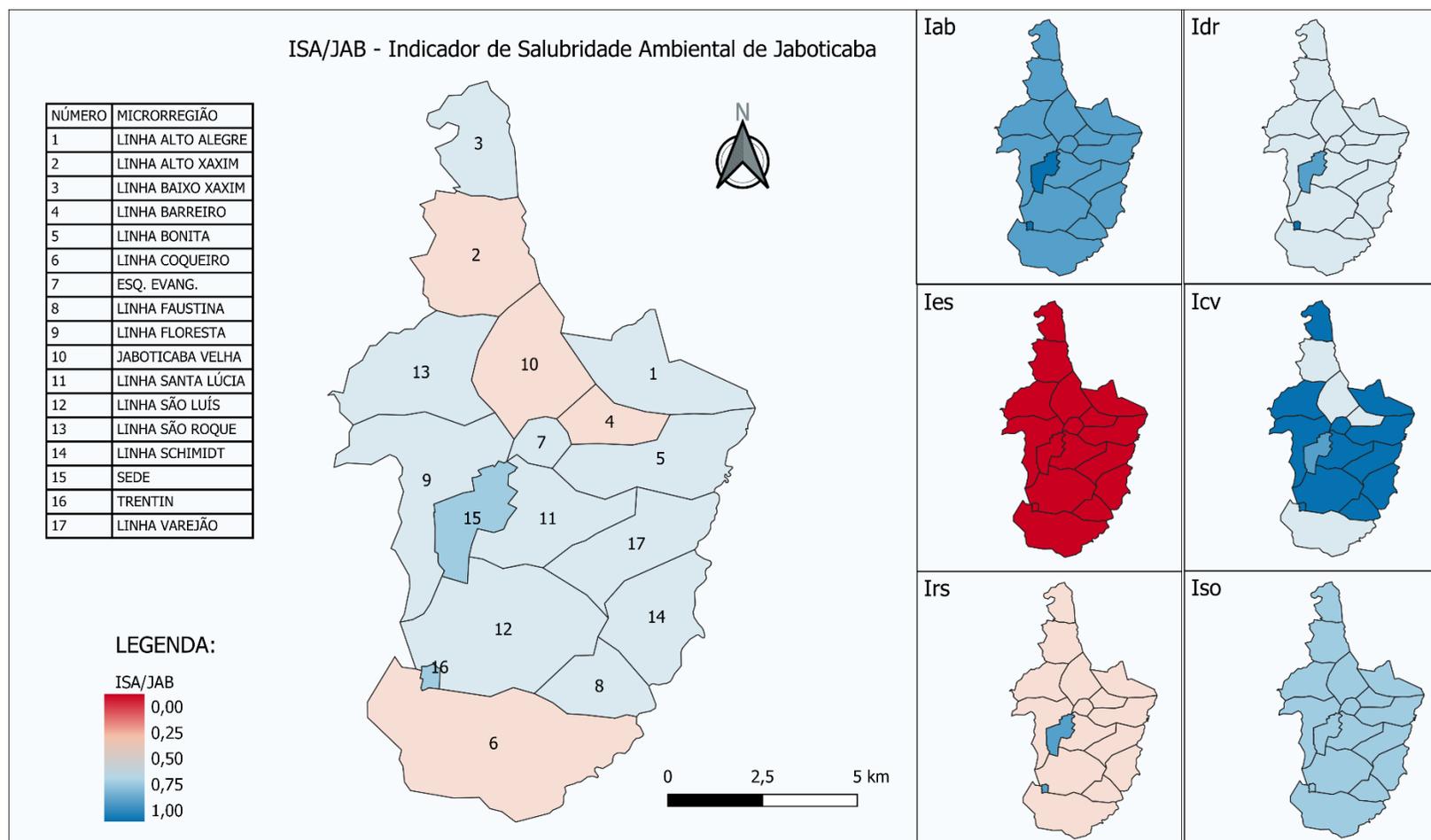
Os piores resultados foram apresentados pela Linha Coqueiro, seguido por Jaboticaba Velha, Linha Alto Xaxim e Linha Barreiro, conforme pode ser observado pela coloração do mapa da Figura 30. Nessas microrregiões, indica-se a necessidade de uma maior atenção, por parte do poder público, para as condições ambientais vivenciadas pela população local.

As áreas urbanas apresentaram resultados melhores que as regiões rurais. O que se verifica, é que na cidade há uma maior universalização no abastecimento de água e também na coleta de resíduos sólidos por exemplo. Apesar de que o impacto ambiental local da ação humana, nas regiões rurais, é menor devido à baixa densidade populacional e distribuição demográfica.

O Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Jaboticaba é superficial com relação à análise por meio de indicadores. Somente são apresentados dados separadamente, sem que haja um agrupamento entre indicadores em cada esfera do saneamento. Além disso, os dados apresentados no plano são focados no meio urbano e o meio rural não possui tanta caracterização.

A utilização do ISA/JAB no PMSB se mostrou viável. Grande parte dos dados utilizados no indicador proveio da própria administração municipal, que poderá analisar as informações de modo mais simplificado. A atualização dos valores do ISA/JAB poderá ser realizada concomitantemente com a renovação do PMSB, o qual se sugere a inclusão do Indicador junto ao capítulo do diagnóstico municipal.

Figura 30 - Mapa da pontuação do ISA/JAB.



Fonte: Autor (2022).

4.5 FONTES NA OBTENÇÃO DOS DADOS

Quanto à legislação brasileira, pode-se se citar a Lei Federal nº 11.145 (BRASIL, 2007), que versa sobre a necessidade de se utilizar indicadores para a avaliação ambiental, mas não cita fontes de dados seguras para utilização nesses indicadores. Esse é um grande desafio para o desenvolvimento dos indicadores de saneamento, pois os dados necessitam ser os mais recentes possíveis e fornecidos por fontes confiáveis.

Com relação ao ISA/JAB, cada indicador possui uma forma de obtenção diferente e o banco de dados não é comum, os dados precisam ser pesquisados em diversas fontes possíveis. As pesquisas de outros autores, como por exemplo: Aravéchia Junior (2010), Batista (2005), Teixeira (2017) e Zachi (2016) foram cruciais para o direcionamento nas buscas das principais fontes dos dados necessários para cada indicador em específico.

Nesse sentido, a Tabela 28 apresenta todos os Indicadores incorporados ao ISA/JAB, sua formulação e as fontes de dados utilizadas para cada um deles.

Tabela 28 - Indicadores, formulação e as fontes de dados utilizadas para a composição do ISA/JAB.

(continua)

INDICADOR	FÓRMULA	FONTE DOS DADOS
Indicador de Abastecimento de Água (I_{ab})		
I_{ca}	$I_{ca} = \frac{Da}{Dt}$	Censo IBGE de 2010
I_{qa}	$I_{qa} = K \frac{NAA}{NAR}$	Secretaria da Administração e Vigilância Sanitária
I_{sa}	$n = \frac{\log \frac{CP}{VP \left(\frac{k_2}{k_1} \right)}}{\log(1+t)}$	Secretaria da Administração (dados incompletos)
Indicador de Esgoto Sanitário (I_{es})		
I_{ce}	$I_{ce} = \frac{Due}{Dt}$	Censo IBGE de 2010
I_{te}	$I_{te} = I_{ce} \frac{VT}{VC}$	Secretaria da Administração
I_{se}	$n = \frac{\log \left(\frac{CT}{VT} \right)}{\log(1+t)}$	Secretaria da Administração

Tabela 28 - Indicadores, formulação e as fontes de dados utilizadas para a composição do ISA/JAB.

(conclusão)

INDICADOR	FÓRMULA	FONTE DOS DADOS
Indicador de Resíduos Sólidos (I_{rs})		
I_{cr}	$I_{cr} = \frac{Duc}{Dt}$	Censo IBGE de 2010
I_{df}	Critérios da Tabela 3	CIGRES
I_{sr}	$n = \frac{\log(\frac{CA}{VL} + 1)}{\log(1 + t)}$	CIGRES
Indicador de Drenagem Pluvial (I_{dr})		
I_{al}	Critérios da Tabela 4	Visita <i>in loco</i>
I_{rp}	Critérios da Tabela 4	Visita <i>in loco</i>
I_{dp}	Critérios da Tabela 4	Visita <i>in loco</i>
Indicador de Controle de Vetores (I_{cv})		
I_{vd}	Critérios da Tabela 5	Secretaria de Saúde e Vigilância Sanitária
I_{ve}	Critérios da Tabela 5	Secretaria de Saúde
I_{vl}	Critérios da Tabela 5	Secretaria de Saúde
Indicador Socioeconômico (I_{so})		
IDH _{educação}	Calculado pelo PNUD	PNUD Brasil
IDH _{longevidade}	Calculado pelo PNUD	PNUD Brasil
IDH _{renda}	Calculado pelo PNUD	PNUD Brasil

Fonte: Adaptado de CONESAN (1999)

Destaca-se como principal fonte de dados, o próprio Município de Jaboticaba, por meio dos diversos segmentos da administração pública: como a Secretaria da Administração, Saúde e Vigilância Sanitária; e também o IBGE, por meio do Censo demográfico.

Outra dificuldade encontrada foi com relação à obtenção de dados mais recentes. A utilização de dados antigos é um problema enfrentado por pesquisadores que utilizam indicadores em pesquisas. Citam-se aqui os dados do Censo IBGE, os quais possuem uma defasagem de pelo menos 10 anos e talvez não representem a atual realidade verificada no município. Esclarece-se que um novo Censo IBGE estava previsto para 2020, e que havia esperança de que os dados desse Censo estivessem disponíveis e o mais atualizado possível para utilização nessa pesquisa. Porém, o

Censo foi adiado e não se tinham uma confirmação de sua realização até a realização da coleta dos dados.

O ISA/JAB tem como uma de suas características, apresentar uma mescla entre dados primários, dados secundários, dados censitários e dados autodeclarados. Essa combinação de dados, de certa forma, pode borrar o saneamento verificado. Isso é devido à diferença temporal entre cada tipo de dado, também às diferentes fontes coletadas e formas de obtenção. Por outro lado, a mesclagem de diferentes tipos de dados enriquece as informações, pois não se isola em um único âmbito ou uma única ótica de um determinado órgão que fornece as informações.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O valor final do ISA/JAB foi de 51,82%, classificado como média salubridade, e indica a necessidade de melhoria em algumas esferas do saneamento. A análise mais aprofundada, ao “abrir” a fórmula, nos permite afirmar que o principal gargalo, que merece maior atenção, é o esgotamento sanitário visto que apresentou o pior resultado, com a pontuação zerada. Em seguida foi o Indicador de Resíduos Sólidos com 50,74% e o Indicador de Drenagem Urbana com 63,29%.

Os melhores resultados foram apresentados pelo Indicador de Controle de Vetores, com 90,44% seguido pelo Indicador de Abastecimento de Água, com 81,70%, que não apresentou maior pontuação devido a rede pública de abastecimento de água não ser totalmente universalizada.

Analisando os resultados entre as microrregiões, notou-se menor amplitude de valores, devido alguns dados serem agregados para todo o município. As maiores diferenças puderam ser notadas entre as áreas rurais e urbanas. A sede ficou com a pontuação final de 64,62% e o distrito de Trentin com 66,32%, as maiores pontuações respectivamente. Os piores resultados são verificados na Linha Barreiro (47,48%), Linha Alto Xaxim (47,48%), Jaboticaba Velha (47,00%) e Linha Coqueiro (46,44%); essas microrregiões ficaram classificadas como de Baixa Salubridade.

Com relação ao indicador, de modo geral, este se mostrou eficaz na finalidade o qual se propõe: apresentar a situação do saneamento ambiental da localidade analisada. Porém, necessita-se desenvolver um manual básico atualizado, visto que o manual é de 1999 e não passou por nenhuma atualização. Essa atualização sugerida é importante também para que o uso do ISA seja padronizado. O que se verifica atualmente é a utilização do indicador por diversos pesquisadores, em que cada pesquisador adotou cálculos diferentes para os indicadores de 2ª e 3ª ordem, o que prejudica a comparação e a padronização das informações.

Pode-se afirmar que a principal dificuldade encontrada para o desenvolvimento dessa pesquisa, sem dúvidas, foi na obtenção dos dados para o cálculo dos indicadores. Demonstra-se este fato, principalmente, no caso do Indicador de Saturação do Sistema Produtor de Água, que não se conseguiu desenvolver o indicador devido à carência das fontes e informações necessárias para fazê-lo.

Há uma necessidade constante de se adotar medidas para a atualização dos dados, e renovação do valor de cada indicador. Essa situação pode ser exemplificada

por meio do Indicador de Saturação de Resíduos Sólidos, que resultou em um $n=0,6$ ano, ou $n=8$ meses. Sendo que até o término do desenvolvimento da pesquisa, provavelmente o CIGRES já deve ter providenciado uma ampliação da sua infraestrutura, visto que estava em análise ainda, de forma a alterar o valor de n , e consequentemente o valor do indicador.

O cálculo do ISA/JAB se mostrou eficiente para demonstrar a situação da salubridade ambiental no município de Jaboticaba como um todo, porém, a análise por regiões do município se tornou dificultada, visto que em muitos indicadores os valores das regiões foram iguais devido à falta de dados desagregados. Por fim, o diagnóstico realizado no município foi inédito e é uma importante ferramenta na gestão, visando aumentar a salubridade ambiental de Jaboticaba e direcionar os tomadores de decisão em futuras ações relacionadas a melhoria do saneamento básico.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. A. P. **Indicadores de salubridade ambiental em favelas urbanizadas: o caso de favelas em áreas de proteção ambiental**. 1999. 243 f. Tese de Doutorado - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- ARAVÉCHIA JUNIOR, J. C. **Indicador de salubridade ambiental (ISA) para a Região Centro-Oeste: um estudo de caso no Estado de Goiás**. 2010. 134 f. Dissertação de Mestrado - Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2010. Disponível em: Acesso em: 6 nov. 2020.
- BAHIA, J. A. **A aplicação do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) na determinação da vulnerabilidade dos recursos hídricos superficiais da bacia hidrográfica do Rio Cachoeira – Sul da Bahia**. 2006. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2006.
- BARRETO, J. B. *et al.* Criação de um modelo de indicador de salubridade ambiental (ISA) adaptado ao contexto de municípios de pequeno porte (ISA/MPP). **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 2, p. 278–295, 2020.
- BATISTA, M. E. M. **Desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão para gestão urbana baseado em indicadores ambientais**. 2005. 124 f. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2005.
- BONASSI, R. R. **Proposta de Metodologia para Avaliação de Sistemas de Saneamento Básico em Florianópolis/SC**. 2005. 140 f. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.
- BRASIL. **Lei Federal nº 11.445**. Estabelece as Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico. 1 maio 2007.
- BUCKLEY, C. F. O. **Adaptação do Indicador de Salubridade Ambiental para análise do empreendimento do programa de arrendamento residencial em Aracaju - SE**. 2010. 285 f. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2010.
- CIGRES. **Histórico**. 2021a. Disponível em: <http://www.cigres.com.br/portal/?mn=historico>. Acesso em: 22 maio 2021.
- CIGRES. **Municípios Consorciados**. 2021b. Disponível em: <http://www.cigres.com.br/portal/?mn=municipios>. Acesso em: 22 maio 2021.
- CONESAN. **ISA - Indicador de Salubridade Ambiental: Manual Básico**. São Paulo: Conesan, 1999.
- COURA, J. R. (org.). **Dinâmica das Doenças Infecciosas e Parasitárias**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018. *E-book*. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-277-2275-9>. Acesso em: 1 nov. 2020.

CUNHA, T. B. **Análise Integrada de Salubridade ambiental e Condições de Moradia: Aplicação no município de Itaguaçu da Bahia**. 2012. 134 f. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.

DA SILVA, C. L. **Políticas públicas e indicadores para o desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Saraiva, 2010. *E-book*. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788502124950/cfi/70!/4/4@0.00:58.9>. Acesso em: 2 nov. 2020.

DALLA NORA, N. C. **Quem chega, quem sai: A política de distribuição de terras no Rio Grande do Sul - o caso de Jaboticaba**. 1. ed. Passo Fundo: Universitária, 2006.

DIAS, M. C. **Índice de salubridade ambiental em áreas de ocupação espontânea: estudo em Salvador, Bahia**. 2003. 171 f. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2003.

DNIT. **NORMA DNIT 005/2003**. Rio de Janeiro, 2003.

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. Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/anap_brasil/article/view/2606. Acesso em: 7 fev. 2022.

FUNASA. **Manual de Saneamento**. 4. ed. Brasília: FUNASA, 2015. *E-book*. Disponível em: Acesso em: 6 mar. 2020.

GALVÃO JUNIOR, A. C.; JABBOUR, C. J. C. **Resíduos Sólidos no Brasil: Oportunidades e Desafios da Lei Federal n. 12.305**. Manole, 2014. *E-book*. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788520449240/cfi/57!/4/4@0.00:60.0>. Acesso em: 24 maio 2021.

HAMERSCHLAK, N; SARAIVA, J. C. P. (org.). **Hemoterapia e Doenças Infeciosas**. Barueri: Manole, 2014. *E-book*. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788520452226/cfi/156!/4/4@0.00:0.00>. Acesso em: 12 abr. 2021.

IBGE. **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

IBGE. **Panorama Cidade de Jaboticaba**. 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/jaboticaba/panorama>. Acesso em: 10 out. 2019.

IBGE. **PIB Municípios**. 2018. Disponível em: https://ftp.ibge.gov.br/Pib_Municipios/2018/base/base_de_dados_2010_2018_xls.zip.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal**. [S. /], 2016. Disponível em: [https://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Producao_Agricola_Municipal_\[anual\]/2016/ods/lavouras_temporarias_e_permanentes_2016_ods_20190903.zip](https://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Producao_Agricola_Municipal_[anual]/2016/ods/lavouras_temporarias_e_permanentes_2016_ods_20190903.zip).

JABOTICABA. **História de Jaboticaba**. 2021. Disponível em:
<https://jaboticaba.atende.net/#!/tipo/pagina/valor/6>. Acesso em: 24 fev. 2021.

JABOTICABA. **Lei Municipal nº 4.389/2019 - Altera o artigo 4º, da Lei Municipal 052/1989 a qual cria os distritos de Jaboticaba e de Trentin e delimita as áreas urbanas da cidade de Jaboticaba e do Distrito Trentin**. 2019. Disponível em:
<https://cespro.com.br/visualizarDiploma.php?cdMunicipio=7596&cdDiploma=20194389&NroLei=4.389&Word=URBANA&Word2=>. Acesso em: 22 fev. 2021.

JABOTICABA. **Lei Municipal nº 52/1989 - Cria os distritos de Jaboticaba e de Trentin e delimita as áreas urbanas da cidade de Jaboticaba e do Distrito Trentin**. 1989. Disponível em:
<https://cespro.com.br/visualizarDiploma.php?cdMunicipio=7596&cdDiploma=198900521&NroLei=052&Word=URBANA&Word2=>. Acesso em: 22 fev. 2021.

JABOTICABA. **Lei Municipal nº 195/1991 - Autoriza o poder executivo a celebrar contrato com a Companhia Riograndense de Saneamento - CORSAN, para a realização de obras de implantação, ampliação e melhorias dos serviços de abastecimento de água da sede do município de Jaboticaba e concessão da exploração dos respectivos serviços**. 1991. Disponível em:
<https://cespro.com.br/visualizarDiploma.php?cdMunicipio=7596&cdDiploma=19910195&NroLei=195&Word=corsan&Word2=>. Acesso em: 29 mar. 2021.

JABOTICABA. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Jaboticaba-RS**. 1. ed. Jaboticaba: Jaboticaba, 2014.

JUNIOR, A. P. **Saneamento, Saúde e Ambiente: Fundamentos para um Desenvolvimento Sustentável**. 2. ed. Barueri: Manole, 2018.

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. Disponível em:
<https://periodicos.ifpr.edu.br/index.php?journal=MundiMAA&page=article&op=view&path%5B%5D=1-19>. Acesso em: 7 fev. 2022.

LIMA, A. S. C. **Diagnóstico das condições de saneamento básico dos municípios do estado de Goiás operados pelas prefeituras**. 2014. 106 f. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Goiás, Goiânia, 2014.

MIGUEZ, M. G.; VERÓL, A. P.; REZENDE, O. M. **Drenagem Urbana - Do Projeto Tradicional à Sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015. *E-book*. Disponível em:
<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#!/search?q=drenagem&redirectOnClose=/>. Acesso em: 26 jan. 2022.

PAULA, R. L. **Metodologia para Avaliação de Desempenho de Sistemas de Drenagem Urbana**. 2013. 278 f. Dissertação de Mestrado - Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

PHILIPPI JR, A.; GALVÃO JR, A. C. **Gestão do Saneamento Básico: Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário**. Barueri: Manole, 2012.

PNUD. **IDHM Municípios 2010**. 2010. Disponível em: <https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/rankings/idhm-municipios-2010.html>. Acesso em: 9 mar. 2021.

PNUD. **O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Brasileiro**. Brasília: Portal Print, 2013.

PNUD. **Sobre o PNUD**. 2021. Disponível em: <https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/about-us.html>. Acesso em: 9 mar. 2021.

ROCHA, L. A. **Indicador de salubridade ambiental para Campina Grande (ISA/CG): adaptações e aplicações**. 2016. 125 f. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2016.

SALOMÃO, R. (org.). **Infectologia - Bases Clínicas e Tratamento**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017. *E-book*. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788527732628/cfi/6/138!/4/2/4@0:59.5>. Acesso em: 12 abr. 2021.

SANEAMENTO. **Michaelis On-Line**. 2020. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/saneamento/>. Acesso em: 29 dez. 2020.

TEIXEIRA, D. A. **Construção e determinação do indicador de salubridade ambiental (ISA/OP) para as áreas urbanas do município de Ouro Preto, MG**. 2017. 171 f. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.

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

TRATA BRASIL. **O que é Saneamento? - Trata Brasil**. 2020. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/o-que-e-saneamento>. Acesso em: 11 set. 2020.

ZACHI, L. **Aplicação do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) na área urbana do distrito sede do município de Frederico Westphalen/RS**. 2016. 61 f. TCC - Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, 2016.

ZACHI, L. *et al.* Aplicação do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) no município de Frederico Westphalen - RS. **Revista DAE**, v. 68, p. 182–196, 2020.