



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA – UFPB
CENTRO DE TECNOLOGIA – CT
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL – DECA
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

JAILSON DE MOURA ANDRADE JÚNIOR

**INDICADOR DE SALUBRIDADE AMBIENTAL PARA MUNICÍPIOS DE PEQUENO
PORTE (ISA/MPP) E SUA RELAÇÃO COM OS ODS: UM ESTUDO DE CASO NA
MICRORREGIÃO DE BREJO SANTO – CE**

JOÃO PESSOA – PB

Maio, 2024

JAILSON DE MOURA ANDRADE JÚNIOR

**INDICADOR DE SALUBRIDADE AMBIENTAL PARA MUNICÍPIOS DE PEQUENO
PORTE (ISA/MPP) E SUA RELAÇÃO COM OS ODS: UM ESTUDO DE CASO NA
MICRORREGIÃO DE BREJO SANTO – CE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Coordenação do Curso de Engenharia
Ambiental da Universidade Federal da
Paraíba – Campus I – para obtenção do título
de bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Profa. Dr^a. Elisângela Maria
Rodrigues Rocha.

JOÃO PESSOA – PB

Maio, 2024

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

A553i ANDRADE JÚNIOR, J M.

Indicador de Salubridade Ambiental para Municípios de Pequeno Porte (ISA/MPP) e sua relação com os ODS: Um Estudo de Caso na Microrregião de Brejo Santo-CE / J M ANDRADE JÚNIOR. - João Pessoa, 2024.
109 f. : il.

Orientação: Elisângela Maria Rodrigues Rocha.
TCC (Graduação) - UFPB/CT.

1. Gestão Ambiental. 2. Municípios Cearenses. 3. Planejamento Urbano. 4. Políticas Públicas. 5. Saneamento Básico. I. Rocha, Elisângela Maria Rodrigues. II. Título.

UFPB/CT/BSCT

CDU 62:711(043.2)

FOLHA DE APROVAÇÃO

JAILSON DE MOURA ANDRADE JÚNIOR

INDICADOR DE SALUBRIDADE AMBIENTAL PARA MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE (ISA/MPP) E SUA RELAÇÃO COM OS ODS: UM ESTUDO DE CASO NA MICRORREGIÃO DE BREJO SANTO – CE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em 02/05/2024 perante a seguinte Comissão
Julgadora:

Elisângela M^c R. Rocha

Profa. Dr^a. Elisângela Maria Rodrigues Rocha
(Orientadora)

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO

(Aprovado/Reprovado)

Cláudia Coutinho Nobrega

Profa. Dr^a. Cláudia Coutinho Nobrega
(Examinadora Interna)

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO

(Aprovado/Reprovado)

Carolina Baraculy A.N. Sacramento

Eng^a. Carolina Baraculy Amorim Arruda Sacuma
(Examinadora Externa)

Companhia de Água e Esgotos da Paraíba - CAGEPA

Aprovado

(Aprovado/Reprovado)

Profa. Dr^a. Aline Flávia Nunes Remígio Antunes

Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à energia infinita de Deus, que me protege, me guia e me dá sabedoria.

Aos meus pais, *Vânia Santos* e *Jailson Andrade*, e a meu irmão *Nicollas Andrade*, que me apoiam, me incentivam, me motivam e torcem pelo meu sucesso.

À minha prima e amiga *Naiany Andrade*, por sempre acreditar em mim.

Aos demais amigos e familiares por se preocuparem e sempre me receberem tão bem.

À minha orientadora *Elisângela Rocha*, por aceitar me orientar, compartilhar ideias, ser paciente, confiar, me motivar e ser uma importante inspiração para o meu crescimento acadêmico e pessoal.

À engenheira *Carolina Baracuh*y e à professora *Cláudia Coutinho*, por terem gentilmente aceitado participar da banca examinadora e por dedicarem parte de seu tempo para contribuir com suas avaliações.

Aos meus amigos e colegas do curso que compartilharam conhecimentos, histórias e sonhos ao longo de toda esta jornada da graduação. Desde o primeiro dia eu soube que nossa conexão seria duradoura. São eles: *Andreza Alves*, *Camilla Lima*, *Eduardo Abath*, *Hannah Beatriz*, *Jeová Mesquita*, *Khalil Grisi*, *Maria Luiza*, *Victor Emmanuel*, *Sara Ribeiro*, entre outros. Em especial, agradeço à *Ana Júlia* e *Natália Mendes*, por colaborarem e dividirem comigo esses últimos e importantes momentos do TCC.

E a todas as pessoas que me ajudaram direta ou indiretamente em todos os aspectos deste trabalho, meu sincero agradecimento.

“Ontem passado.
Amanhã futuro.
Hoje agora.
Ontem foi.
Amanhã será.
Hoje é.
Ontem experiência adquirida.
Amanhã lutas novas.
Hoje, porém, é a nossa hora de fazer e de construir.”

Chico Xavier

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo aplicar o Indicador de Salubridade Ambiental para Municípios de Pequeno Porte (ISA/MPP), metodologia proposta por Barreto *et al.* (2020), visando avaliar a situação da salubridade ambiental na microrregião de Brejo Santo-CE. A pesquisa propôs a aplicação do ISA/MPP para avaliar diferentes aspectos do saneamento básico. Este índice conta com seis indicadores de 1ª ordem: Indicador de Abastecimento de Água (IAB), Indicador de Esgoto Sanitário (IES), Indicador de Resíduos Sólidos (IRS), Indicador de Drenagem Urbana (IDU), Indicador de Saúde Pública (ISP) e Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). Os indicadores de 1ª e 2ª ordem do ISA/MPP foram calculados para os municípios da microrregião, seguidos pelo desenvolvimento de mapas temáticos para representar visualmente a salubridade ambiental de cada município. Em seguida, estabeleceu-se uma relação entre os indicadores do ISA/MPP e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), e propuseram-se melhorias com base nos resultados obtidos. Os resultados revelaram que a microrregião de Brejo Santo apresenta uma situação de "Média salubridade", com uma pontuação média de 66 pontos. O município de Abaiara registrou o menor valor, enquanto Penaforte apresentou o maior. Destacou-se a necessidade urgente de investimentos no abastecimento de água, devido aos baixos índices registrados, e na gestão de resíduos sólidos. Ao relacionar os indicadores do ISA/MPP com os ODS, em especial o 6, 10, 12 e 15, identificaram-se desafios semelhantes enfrentados pelos municípios da região, sugerindo a possibilidade de soluções integradas para alcançar esses objetivos globais de desenvolvimento. O estudo ressalta a importância do ISA/MPP como uma ferramenta de avaliação da salubridade ambiental em municípios de pequeno porte, fornecendo insights valiosos para orientar políticas públicas e ações de melhoria na área de saneamento básico, bem como atendimento aos ODS.

Palavras-chave: Gestão Ambiental. Municípios Cearenses. Planejamento Urbano. Políticas Públicas. Saneamento Básico.

ABSTRACT

In this study, the application of the Environmental Health Indicator for Small-Sized-Municipalities (ISA/MPP), a methodology proposed by Barreto *et al.* (2020), aiming to evaluate the environmental health situation in the micro-region of Brejo Santo-CE. Investigating various aspects of basic sanitation, the research proposed the application of ISA/MPP. This index has six 1st order indicators: Water Supply Indicator (IAB), Sanitary Sewage Indicator (IES), Solid Waste Indicator (IRS), Urban Drainage Indicator (IDU), Public Health Indicator (ISP), and Human Development Index (HDI). The ISA/MPP 1st and 2nd order indicators were calculated for the municipalities in the micro-region, followed by the development of thematic maps to visually represent the environmental health of each municipality. Then, a relationship was established between the ISA/MPP indicators and the Sustainable Development Goals (SDGs), and improvements were proposed based on the results obtained. The results revealed that the micro-region of Brejo Santo presents a situation of “Medium health”, with an average score of 66 points. Abaiara marked the lowest value among municipalities, while Penaforte showed the highest. The urgent need for investments in water supply was highlighted, due to the low rates recorded, and in solid waste management. When relating the ISA/MPP indicators to the SDGs, especially 6, 10, 12, and 15, similar challenges faced by municipalities in the region were identified, suggesting the possibility of integrated solutions to achieve these global development goals. The study highlights the importance of ISA/MPP as a tool for assessing environmental health in small-sized-municipalities, providing valuable insights to guide public policies and improvement actions in the area of basic sanitation, as well as fulfilling the SDGs

Keywords: Basic Sanitation, Environmental Management, Municipalities in Ceará, Public Policies, Urban Planning.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Particularidades dos municípios da microrregião de Brejo Santo	41
Tabela 2 - Resultados dos indicadores de 1ª e 2ª ordem do IAB para os municípios.....	61
Tabela 3 - Resultados dos indicadores de 1ª e 2ª ordem do IES para os municípios	64
Tabela 4 - Resultados dos indicadores de 1ª e 2ª ordem do IRS para os municípios	65
Tabela 5 - Resultados dos indicadores de 1ª e 2ª ordem do IDU para os municípios	67
Tabela 6 - Resultados dos indicadores de 1ª e 2ª ordem do ISP para os municípios.....	68
Tabela 7 - Resultados dos indicadores de 1ª e 2ª ordem do IDH para os municípios	69
Tabela 8 - Resultados dos ISA/MPPs dos municípios e da microrregião de Brejo Santo.....	70

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Princípios orientadores que regem o ISA (continua)	24
Quadro 2 - Ponderação dos componentes do ISA	25
Quadro 3 - Situação de salubridade por faixa de situação (%).....	30
Quadro 4 - Faixas de pontuação e situação da qualidade da água distribuída	31
Quadro 5 - Critérios de pontuação do Indicador de Situação do Abastecimento (ISA).....	31
Quadro 6 - Faixas de pontuação do Indicador de Outras Fontes de Abastecimento (IOF)	31
Quadro 7 - Faixas de pontuação do IDI.....	32
Quadro 8 - Faixas de pontuação do IDF	33
Quadro 9 - Pontuação do ICP	34
Quadro 10 - Faixas de pontuação do IAI (continua)	34
Quadro 11 - Faixas de pontuação do IDI.....	35
Quadro 12 - Pontuação do Indicador de Mortalidade Infantil (IMI).....	36
Quadro 13 - Pontuação do Indicador de Endemias/Epidemias (IEE)	36
Quadro 14 - Pontuação do Indicador de Indicador Médicos - SUS (IMS)	37
Quadro 15 - Pontuação do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH).....	38
Quadro 16 - Seleção ODS x ISA.....	59
Quadro 17 - Relação dos indicadores ISA x ODS (continua)	77
Quadro 18 - Quantidade de conexões identificadas entre os indicadores IAB, IES e ISP e os ODS	79
Quadro 19 - Quantidade de conexões identificadas entre o IDH e os ODS.....	80
Quadro 20 - Quantidade de conexões identificadas entre o IRS e os ODS.....	81
Quadro 21 - Quantidade de conexões identificadas entre o IDU e os ODS.....	82
Quadro 22 - Proposições de melhorias voltadas aos indicadores com os piores resultados	84

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma do ISA/MPP	29
Figura 2 - Painel ODS do município de Brejo Santo-CE elaborado pelo IDSC-BR.....	39
Figura 3 - Localização da Microrregião de Brejo Santo em relação ao Ceará.....	40
Figura 4 - Fluxograma do desenvolvimento metodológico da pesquisa	47
Figura 5 - Legenda de cores dos mapas temáticos	58
Figura 6 - Comparação dos maiores e menores valores obtidos do ISA/MPP.....	72
Figura 7 - Mapa do Indicador de Abastecimento de Água dos municípios da Microrregião de Brejo Santo	74
Figura 8 - Mapa do Indicador de Esgoto Sanitário dos municípios da Microrregião de Brejo Santo	74
Figura 9 - Mapa do Indicador de Resíduos Sólidos dos municípios da Microrregião de Brejo Santo	75
Figura 10 - Mapa do Indicador de Drenagem Urbana dos municípios da Microrregião de Brejo Santo	75
Figura 11 - Mapa do Indicador de Saúde Pública dos municípios da Microrregião de Brejo Santo	76
Figura 12 - Mapa do Índice de Desenvolvimento Humano dos municípios da Microrregião de Brejo Santo	76

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
ATLAS	Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil
CAGECE	Companhia de Água e Esgoto do Ceará
CEBRAP	Centro Brasileiro de Análise e Planejamento
CHI	Ocorrência de chikungunya
COGERH	Companhia de Gestão dos Recursos Hídrico
COMARES	Consórcio Municipal para Aterro de Resíduos Sólidos
CONESAN	Conselho Estadual de Saneamento
DAC	Domicílios atendidos por carro-pipa
DAI	Domicílios atingidos
DATASUS	Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde
DCR	Domicílios atendidos por coleta de resíduos sólidos
DDO	Domicílios que descartam em outros meios
DDT	Domicílios que descartam em terreno baldio
DEN	Ocorrência de dengue
DER	Domicílios que enterram o resíduo
DIA	Ocorrência de diarreia
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte
DOT	Domicílios totais
DQT	Domicílios que queimam os resíduos
DRG	Domicílios atendidos pela rede geral
EMD	Extensão de vias com microdrenagem
ETP	Extensão total de vias pavimentadas
ETV	Extensão total de vias
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
HEP	Ocorrência de hepatite
IAB	Indicador de Abastecimento de Água
IABMÉDIA	Média aritmética dos indicadores de abastecimento de água
IAI	Indicador de Alagamento, Inundação e/ou Enchente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICA	Indicador de Cobertura de Abastecimento de Água
ICE	Indicador de Cobertura de Coleta de Esgoto

ICP	Indicador de Participação em Consórcio de Resíduos
ICR	Indicador de Coleta de Resíduos
ICV	Indicador de Cobertura Vegetal
ICV	Indicador de Controle de Vetores
IDB	Indicador de Domicílios com Banheiro
IDF	Indicador de Destinação Final
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IDHMÉDIA	Média aritmética dos índices de desenvolvimento humano
IDI	Indicador de Domicílios com Descarte Inadequado
IDM	Indicador de Disponibilidade do Manancial
IDSC-BR	Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades
IDU	Indicador de Drenagem Urbana
IDUMÉDIA	Média aritmética dos indicadores de drenagem urbana
IED	Indicador Municipal de Educação
IEE	Indicador de Endemias ou Epidemias
IES	Indicador de Esgotos Sanitários
IESMÉDIA	Média aritmética dos indicadores de esgoto sanitário
ILD	Indicador Municipal de Longevidade
IMD	Indicador de Vias com Microdrenagem
IMI	Indicador de Mortalidade Infantil
IMS	Indicador de Médicos - SUS
IOF	Indicador de Outras Fontes de Abastecimento
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
IPV	Indicador de Pavimentação das Vias
IQA	Indicador de Qualidade de Água Distribuída
IRF	Indicador Municipal de Renda Familiar
IRH	Indicador de Recursos Hídricos
IRS	Indicador de Resíduos Sólidos
IRSMÉDIA	Média aritmética dos indicadores de resíduos sólidos
ISA	Indicador de Salubridade Ambiental
ISA	Indicador de Situação do Abastecimento
ISA/MPP	Indicador de Salubridade Ambiental para Município de Pequeno Porte
ISE	Indicador Socioeconômico
ISP	Indicador de Saúde Pública

ISPMÉDIA	Média aritmética dos indicadores de saúde pública
K	Relação entre o número de amostras realizadas e o número mínimo de amostras exigidas
LEP	Ocorrência de leptospirose
NAA	Quantidade de amostra considerada dentro dos padrões de potabilidade
NAR	Quantidade de amostras realizadas.
NDS	Nível de Desenvolvimento Sustentável
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PAAES	Plano Estadual de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário
PCB	Pessoas com banheiro
PDA	Pessoas em domicílios que descartam em curso d'água
PDN	Pessoas em domicílios com descarte não especificado
PFR	Pessoas em domicílios que descartam em fossa rudimentar
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
POT	População total
PPP	Parceria Público Privada
QGIS	Quantum GIS
SDSN	Sustainable Development Solutions Network
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SIDRA	Pesquisa Agrícola Municipal do Sistema IBGE de Recuperação Automática
SIMA	Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente
SNIS	Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento
TMD	Total de médicos (Registrados no SUS)
TPO	Total da população do município
VER	Ocorrência de verminose
ZIK	Ocorrência de zika

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. OBJETIVOS	17
2.1. OBJETIVO GERAL	17
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3. REFERENCIAL TEÓRICO	18
3.1. SANEAMENTO E SALUBRIDADE AMBIENTAL	18
3.1.1. Legislação (Marcos Legais)	20
3.2. INDICADOR DE SALUBRIDADE AMBIENTAL (ISA)	23
3.2.1. Uso do Indicador de Salubridade Ambiental - ISA no Brasil	26
3.3. INDICADOR DE SALUBRIDADE AMBIENTAL PARA MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE (ISA/MPP)	27
3.3.1. Indicador de Abastecimento de Água (IAB)	30
3.3.2. Indicador de Esgoto Sanitário (IES)	32
3.3.3. Indicador de Resíduos Sólidos (IRS)	33
3.3.4. Indicador de Drenagem Urbana (IDU)	34
3.3.5. Indicador de Saúde Pública (ISP)	35
3.3.6. Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)	37
3.4. OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	38
4. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	40
4.1. BREJO SANTO	42
4.2. MILAGRES	42
4.3. ABAIARA	43
4.4. JATI	44
4.5. PENAFORTE	45
5. METODOLOGIA	46
5.1. CÁLCULO DO INDICADOR DE SALUBRIDADE AMBIENTAL PARA MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE – ISA/MPP	47
5.1.1. Indicador de Abastecimento de Água (IAB)	48
5.1.2. Indicador de Esgotamento Sanitário (IES)	50
5.1.3. Indicador de Resíduos Sólidos (IRS)	52
5.1.4. Indicador de Drenagem Urbana (IDU)	54
5.1.5. Indicador de Saúde Pública (ISP)	55

5.1.6. Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)	57
5.2. MAPAS TEMÁTICOS DE SALUBRIDADE AMBIENTAL PARA MICRORREGIÃO	58
5.3. RELAÇÃO ISA E OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ODS)	58
5.4. PROPOSIÇÕES DE MELHORIAS PARA A MICRORREGIÃO DE BREJO SANTO	.60
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
6.1. INDICADORES DE 1ª E 2ª ORDEM	61
6.1.1. Indicador de Abastecimento de Água da Microrregião (IAB/MBS)	61
6.1.2. Indicador de Esgoto Sanitário da Microrregião (IES/MBS)	63
6.1.3. Indicador de Resíduos Sólidos da Microrregião (IRS/MBS)	65
6.1.4. Indicador de Drenagem Urbana da Microrregião (IDU/MBS)	66
6.1.5. Indicador de Saúde Pública da Microrregião (ISP/MBS)	68
6.1.6. Índice de Desenvolvimento Humano da Microrregião (IDH/MBS)	69
6.2. DETERMINAÇÃO DO ISA/MPP-MBS E MAPAS TEMÁTICOS	70
6.3. RELAÇÃO ISA E ODS	77
6.3.1. ODS 6 – Água Potável e Saneamento	78
6.3.2. ODS 10 – Redução das Desigualdades	80
6.3.3. ODS 12 – Produção e Consumo Sustentáveis	81
6.3.4. ODS 15 – Vida Terrestre	82
6.4. PROPOSIÇÕES DE MELHORIAS PARA A MICRORREGIÃO DE BREJO SANTO	.83
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	87
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88
APÊNDICE A – Planilha de cálculos do Indicador de Abastecimento de Água (IAB)	97
APÊNDICE B – Planilha de cálculos do Indicador de Esgotamento Sanitário (IES)	101
APÊNDICE C – Planilha de cálculos do Indicador de Resíduos Sólidos (IRS)	103
APÊNDICE D – Planilha de cálculos do Indicador de Drenagem Urbana (IDU)	105
APÊNDICE E – Planilha de cálculos do Indicador de Saúde Pública (ISP)	107
APÊNDICE F – Planilha de cálculos do Índice de Desenvolvimento Humano	109

1. INTRODUÇÃO

A urbanização e o intenso adensamento populacional provocaram o aumento da geração de rejeitos líquidos e sólidos, a impermeabilização dos solos, a escassez de recursos hídricos e em diversos outros fatores que resultaram em novos riscos para a saúde humana e meio ambiente (FUNASA, 2019). No Brasil, a ausência de uma rede adequada de saneamento surge, então, como um dos mais persistentes problemas socioambientais (Leite *et al.*, 2022), contribuindo para a propagação de doenças, especialmente aquelas transmitidas por veiculação hídrica (Colina, 2018).

Braga (2021) evidencia que a análise da condição ambiental de um local é importante para mensurar a situação de saúde da população, que está intrinsicamente ligada às condições socioeconômicas e ambientais em que vivem. Assim, um ambiente saudável depende de um conjunto de serviços e infraestruturas públicas que auxiliam na promoção da saúde, na prevenção de doenças e na melhoria da qualidade ambiental, como os serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, gestão de resíduos sólidos e drenagem das águas pluviais urbanas.

O *déficit* no acesso desses serviços no Brasil reflete os padrões observados nas políticas sociais do país, caracterizados por disparidades sociais e territoriais (Cunha; Borja, 2018). Ainda:

O cenário de déficit de serviços de saneamento no Brasil é incompatível com o nível de riqueza do país e com os requisitos mínimos de acesso aos direitos sociais, além de expor as fragilidades das políticas públicas da área, impondo ao Estado brasileiro a implementação de políticas, programas e ações que objetivam a garantia da universalização do acesso a esses serviços públicos (Cunha; Borja, 2018, p. 174).

A Lei Federal nº 11.445, também conhecida como Marco Legal do Saneamento, sancionada em janeiro de 2007 e atualizada pela Lei nº 14.026 em julho de 2020, estabelece as diretrizes nacionais e a política federal para o saneamento básico no Brasil, com o objetivo de garantir a universalização dos serviços essenciais à sociedade. No entanto, conforme apontado por Ferreira, Gomes e Dantas (2021), embora haja progressos na política, o país ainda enfrenta consideráveis deficiências na oferta de serviços de abastecimento de água e na coleta e tratamento de esgoto, revelando disparidades significativas em níveis regionais, estaduais e municipais.

Neste contexto, encontra-se o Indicador de Salubridade Ambiental (ISA), o qual foi desenvolvido como um instrumento para avaliar as condições de saneamento nos municípios. O Indicador foi estabelecido pelo Conselho Estadual de Saneamento do Estado de São Paulo (CONESAN) em 1999, com o propósito de ser utilizado inicialmente nos municípios paulistas. Contudo, sua flexibilidade permite sua adaptação para atender às características específicas de outras regiões que optem por implementar o ISA.

Diante do exposto, conforme estabelecido no Decreto Federal nº 7.217/2010, é imprescindível realizar estudos e desenvolver uma metodologia que permita caracterizar e avaliar a situação de salubridade ambiental em todo o território nacional, tanto por bacias hidrográficas quanto por municípios. Nesse contexto, destaca-se a relevância do uso de indicadores ambientais para orientar essas avaliações.

Os indicadores ambientais são empregados como instrumentos para acompanhar a gestão do meio ambiente, com o propósito de fornecer informações abrangentes, ampliar a visão e auxiliar no planejamento dos recursos, contribuindo assim para a implementação de políticas públicas voltadas à garantia da sustentabilidade (Colina, 2018).

Assim, neste trabalho, propôs-se a aplicação do ISA adaptado ao contexto de municípios de pequeno porte (ISA/MPP) proposto por Barreto *et al.* (2020), para a microrregião de Brejo Santo-CE, abordando aspectos ligados: ao abastecimento, qualidade e disponibilidade de água potável; a coleta, descarte e estruturas ligadas ao esgotamento sanitário; a coleta e destinação final dos resíduos sólidos; a drenagem de águas pluviais; a saúde pública, envolvendo as doenças relacionadas ao saneamento; e aos fatores socioeconômicos como renda, educação e longevidade.

Visando identificar as áreas de melhoria, buscou-se ainda relacionar os resultados do ISA/MPP com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), criados em 2015 em conferência da Organização das Nações Unidas (ONU), com o propósito de analisar os impactos dos indicadores no alcance desses objetivos. De acordo com a Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente de São Paulo (SIMA) (2019), os ODS são referências para orientar as ações prioritárias a serem implementadas no âmbito no saneamento básico, de modo que estejam alinhadas não apenas com as legislações estadual e federal, mas também com as metas globais estabelecidas pela ONU para o desenvolvimento sustentável.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar a situação da salubridade ambiental da microrregião de Brejo Santo-CE, por meio da aplicação do Indicador de Salubridade Ambiental para Municípios de Pequeno Porte (ISA/MPP), utilizando como referência o ano de 2022.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar o ISA/MPP calculado para os cinco municípios que compõem a microrregião de Brejo Santo-CE (Brejo Santo, Milagres, Abaiara, Jati e Penaforte), bem como o ISA/MPP geral para toda a microrregião;
- Representar visualmente a salubridade ambiental dos municípios da microrregião por meio de mapas temáticos, utilizando os resultados do ISA/MPP como base;
- Analisar o impacto do ISA/MPP no alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) selecionados.
- Identificar os indicadores com resultados mais baixos para propor melhorias a serem realizadas no saneamento básico da microrregião.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Para ilustrar o contexto em que a pesquisa foi realizada, este capítulo foi dividido em seis seções, sendo elas: Saneamento e Salubridade Ambiental, apresentando os princípios e destacando sua importância para a saúde pública e meio ambiente; Aspectos Legais, abordando as leis e regulamentos federais, estaduais e municipais significativos relacionados a temática; Indicador de Salubridade Ambiental (ISA), introduzindo sua metodologia e relevância na avaliação da qualidade do ambiente; Diferentes usos do ISA, explorando algumas aplicações do indicador no Brasil por meio de estudos de caso; Indicador de Salubridade Ambiental para Municípios de Pequeno Porte (ISA/MPP), apresentando o método utilizado para este trabalho; e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), quanto a origem e sua utilização para avaliar seu progresso no Brasil.

3.1. SANEAMENTO E SALUBRIDADE AMBIENTAL

O saneamento abrange uma série de medidas que visam preservar ou modificar as condições do meio ambiente, com o intuito de prevenir doenças, promover a saúde, melhorar o padrão de vida da população e elevar a produtividade individual, enquanto também facilita o desenvolvimento econômico (Ferreira; Garcia, 2017). A definição de saneamento tem evoluído de forma variada, influenciada pela diversidade cultural, condição socioeconômica, nível de informação e conhecimento disponível e pela relação entre as pessoas e o ambiente natural (FUNASA, 2019). Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), o saneamento básico é definido como “o controle de todos os fatores do meio ambiente que exercem ou podem exercer efeito negativo no bem-estar físico, mental ou social da humanidade” (OMS, 2003).

Brasil (2006) argumenta que a visão integrada do conceito de saneamento básico é apoiada pelo corpo técnico-científico internacional ligado ao saneamento, como evidenciado pelo conceito defendido pela Associação Portuguesa para Estudos de Saneamento Básico - APESB, que considera o saneamento básico como "o abastecimento de água, a drenagem, o tratamento e a disposição final de águas residuais, e a coleta, tratamento e disposição final de resíduos sólidos", no mínimo (BRASIL, 2006, p. 39).

Ainda, de acordo com Brasil (2006), “o saneamento básico é compreendido como um serviço público, vinculado à produção de um direito social, à produção e promoção de

atividades essenciais, e não como a mera oferta de uma utilidade ou comodidade material” (BRASIL, 2006, p. 38).

Para promover uma análise abrangente da efetividade das políticas de saneamento básico, o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) compila anualmente dados consolidados de municípios participantes da pesquisa e de provedores de serviços. No mais recente diagnóstico do SNIS, referente a 2022, o índice médio de atendimento total de água no Brasil foi de 84,9%, enquanto o de esgotamento sanitário alcançou 56,0%. Na região Nordeste, esses índices ficaram em 76,9% e 31,4%, respectivamente, ambos abaixo da média nacional (SNIS, 2023).

Quanto ao manejo de resíduos sólidos urbanos, o Brasil apresentou uma taxa de cobertura regular do serviço de coleta de resíduos domiciliares de 90,4%. No entanto, apenas 32,2% dos municípios brasileiros possuíam coleta seletiva. Na região Nordeste, a média de cobertura da coleta domiciliar foi de 85,5%, novamente abaixo da média nacional (SNIS, 2023).

No que concerne à drenagem e ao manejo de águas pluviais urbanas, dos 4.833 municípios que participaram da amostra, 43,6% possuíam sistema exclusivo para drenagem de águas pluviais urbanas, 10,9% possuíam sistema unitário (misturado com esgotamento sanitário) e 4,1% possuíam algum tipo de tratamento para águas pluviais (SNIS, 2023).

Portanto, ao abordar o tema do saneamento, de acordo com Lucas Milaré (2020) e Édis Milaré (2020), é importante considerar que, para muitas pessoas, não se trata apenas de uma questão técnica ou legislativa, mas sim de um elemento fundamental para sua própria inclusão social e dignidade. Ainda, Lucas Milaré (2020) e Édis Milaré (2020) destacam que, além de ser essencial para a dignidade humana, o acesso universal ao saneamento é uma premissa básica para a saúde pública e traz benefícios significativos para o meio ambiente. Sua importância foi reconhecida pela Organização das Nações Unidas (ONU), que o declarou como um direito humano fundamental para o gozo pleno da vida e de todos os outros direitos humanos.

Tal como indicado pela Fundação Nacional de Saúde - FUNASA (2019), o conceito de saneamento ainda é ampliado para saneamento ambiental, que consiste em todas as iniciativas socioeconômicas destinadas a elevar os padrões de salubridade ambiental, incluindo o fornecimento de água potável, a coleta e o tratamento adequado de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, a promoção de práticas sanitárias no uso do solo, o gerenciamento de águas pluviais urbanas, o controle de vetores de doenças e outros serviços. Seu objetivo é proteger e aprimorar as condições de vida tanto em áreas rurais quanto urbanas. Portanto, de acordo com Scolari

(2022), observa-se uma expansão do entendimento de saneamento, o qual se revela como uma ferramenta para promover a saúde, o bem-estar da população e a salubridade ambiental.

Desse modo, com relação a salubridade ambiental, São Paulo (1992) introduziu o conceito como o padrão de qualidade ambiental capaz de evitar doenças associadas ao ambiente e de melhorar a interação entre o homem e o meio ambiente, visando promover a saúde pública. Por sua vez, o Conselho Estadual de Saneamento - CONESAN (1999, p. 08) destaca que a salubridade ambiental é “a qualidade ambiental capaz de prevenir a ocorrência de doenças veiculadas pelo meio ambiente e de promover o aperfeiçoamento das condições mesológicas favoráveis à saúde da população urbana e rural”.

De forma semelhante, Brasil (2005) define a salubridade ambiental, de acordo com o Projeto de Lei nº 5.296/2005 no Art. 2, Inciso II, como “a qualidade das condições em que vivem populações urbanas e rurais no que diz respeito à sua capacidade de inibir, prevenir ou impedir a ocorrência de doenças relacionadas com o meio ambiente, bem como de favorecer o pleno gozo da saúde e o bem-estar” (BRASIL, 2005, p.2).

Segundo a FUNASA (2019), a noção de salubridade abrange a ideia de higiene pública e a aplicação de técnicas de controle e adaptação dos elementos ambientais que podem influenciar a saúde. Nesse sentido, de acordo com Braga *et al.* (2022), a salubridade, sendo reconhecida como um direito do indivíduo devido à sua importância para a saúde humana, está integrada em políticas públicas e sociais que visam não apenas à promoção da saúde pública, mas à proteção ambiental. Além disso, pode estar associada a aspectos físicos relacionados à infraestrutura local e ao bem-estar das pessoas que vivem nesse ambiente.

3.1.1. Aspectos Legais

No Brasil, a Lei Federal nº 11.445/2007 – denominada de Política Nacional de Saneamento Básico - estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, definindo instrumentos e regras para o planejamento, fiscalização, prestação e regulação dos serviços, com o controle social sobre todas essas funções (Nunes; Ferreira; Sousa, 2018). Essa Lei introduziu diversas alterações no setor, destacando-se duas em particular: o conceito de saneamento básico, o qual ampliou-se para abranger não apenas o abastecimento de água e o esgotamento sanitário, mas também a limpeza urbana, a gestão de resíduos sólidos, a drenagem urbana e o manejo de águas pluviais, todos exigindo uma abordagem integrada; e a

responsabilidade pela prestação desses serviços, a qual passou a ser atribuída aos municípios, que agora são encarregados de formular a política pública de saneamento básico e elaborar o Plano Municipal de Saneamento Básico - PMSB (BRASIL, 2007).

De acordo com Brasil (2018), o PMSB é um instrumento para construir um pacto social visando à redução das desigualdades sociais, através da universalização do acesso aos serviços, recuperação da integridade ambiental e sensibilização sobre a importância do saneamento básico para o desenvolvimento municipal. Além disso, o Plano orienta os programas, projetos e ações de saneamento no âmbito municipal, garantindo sua inclusão na previsão orçamentária e execução financeira (BRASIL, 2018).

A Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, que é uma revisão da Lei nº 11.445/2007, define as diretrizes nacionais para o saneamento básico e revisa o marco legal do saneamento básico, introduzindo novas disposições. No Artigo 3º, essa legislação apresenta o conceito da seguinte maneira (BRASIL, 2020):

I – **Saneamento básico:** conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de:

a) **abastecimento de água potável:** constituído pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e seus instrumentos de medição;

b) **esgotamento sanitário:** constituído pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias à coleta, ao transporte, ao tratamento e à disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até sua destinação final para produção de água de reuso ou seu lançamento de forma adequada no meio ambiente;

c) **limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos:** constituídos pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais de coleta, varrição manual e mecanizada, asseio e conservação urbana, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos domiciliares e dos resíduos de limpeza urbana; e

d) **drenagem e manejo das águas pluviais urbanas:** constituídos pelas atividades, pela infraestrutura e pelas instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas, contempladas a limpeza e a fiscalização preventiva das redes.

(BRASIL, 2020).

O novo marco legal do saneamento básico, segundo Leite *et al.* (2022), manteve os aspectos fundamentais desse setor, trazendo inovações conceituais, como a inclusão da disponibilização da infraestrutura da rede de água e esgoto, o que denota impactos

significativos, principalmente para alcançar a meta de universalização do sistema. Ademais, foi prevista a integração das infraestruturas e serviços com a gestão dos recursos hídricos. Isso inclui a modificação da estrutura da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), que passou a ser responsável pela emissão de normas de referência para os sistemas hídricos e de saneamento básico (Leite *et al.*, 2022).

Outras legislações e resoluções relevantes para o saneamento básico incluem, por exemplo, no âmbito do abastecimento de água, a Portaria GM/MS nº 888, de 5 de maio de 2021, que modificou o anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para abordar os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Em relação ao esgotamento sanitário, há a norma ABNT NBR 13.969/1997, referente a tanques sépticos, e a ABNT NBR 7.229/1993, que trata de projetos, construção e operação de sistemas de tanques sépticos.

No que diz respeito aos resíduos sólidos, o Brasil conta com a norma ABNT NBR 10.004/2004, que trata da classificação dos resíduos, bem como a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que estabeleceu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cuja principal meta é a eliminação de lixões e locais com inadequação de resíduos, além do aumento da reciclagem, reutilização e adoção de tecnologias sustentáveis (BRASIL, 2010).

Quanto à drenagem pluvial urbana, destaca-se a norma do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT) 030/2004, que aborda os dispositivos de drenagem pluvial urbana, os quais envolvem galerias, bocas-de-lobo e poços de visita e especifica serviços relacionados.

No tocante ao estado do Ceará, objeto deste estudo, vale destacar a promulgação da Lei Complementar nº 162 de 22 de junho de 2016, que estabeleceu a Política Estadual de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário no Estado do Ceará, o Sistema Estadual de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário, o Sistema Estadual de Informações em Saneamento, e criou o Fundo Estadual de Saneamento, entre outras medidas. Dentro do escopo da Lei Complementar nº 162/2016, seu Capítulo VII institui o Fundo Estadual de Saneamento Básico, vinculado à Secretaria das Cidades, com o propósito de ser uma fonte de recursos de longo prazo destinada a apoiar programas e projetos estruturais em saneamento básico, visando à redução dos índices de pobreza no Estado do Ceará (CEARÁ, 2024).

Na Região Cariri Oriental, onde encontram-se os cinco municípios da microrregião de Brejo Santo, há o Projeto de Lei nº 14, de 21 de junho de 2019, o qual “dispõe sobre a ratificação

do Protocolo de intenções do Consórcio Público de Manejo de Resíduos Sólidos da Região Cariri Oriental e dá outras providências.” De acordo com o Capítulo IV, cláusula 7ª, Inciso II, um dos objetivos do Consórcio é “prestar serviço público de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos ou atividade integrante desse serviço por meio de contratos de programa que venha a celebrar com Municípios consorciados” (ABAIARA (CE), 2019).

Ainda, através da Lei Municipal nº 876/2015 de Brejo Santo/CE, estabelece-se a criação do Conselho Municipal de Saneamento Básico. Conforme o Art. 1º desta lei, o conselho é instituído como órgão de controle social dos serviços públicos de saneamento básico no município. Seu propósito abrange, entre outras responsabilidades, o fornecimento de suporte essencial da sociedade à política e ao Plano de Saneamento Básico (BREJO SANTO (CE), 2015).

3.2. INDICADOR DE SALUBRIDADE AMBIENTAL (ISA)

Em março de 1992, foi promulgada a Lei Estadual nº 7.750, que iniciou uma nova Política Estadual de Saneamento em São Paulo, regulando o planejamento e a execução de ações de saneamento no estado, com respeito à autonomia municipal. Esta Lei busca garantir a salubridade ambiental para toda a população paulista, com a implementação do Sistema Estadual de Saneamento (Sesan), do Fundo Estadual de Saneamento (Fesan) e do Plano Estadual de Saneamento (Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente - SIMA, 2022). A fim de avaliar a eficácia desses Planos, o Artigo 9º da Lei nº 7.750/92 estabeleceu que o Conselho Estadual de Saneamento (CONESAN) deveria publicar anualmente um relatório sobre a ‘Situação da Salubridade Ambiental na Região’.

Assim, em 1999, a Câmara Técnica de Planejamento do Conselho Estadual de Saneamento (CONESAN), desenvolveu o Indicador de Salubridade Ambiental (ISA), que avalia a qualidade dos serviços públicos de saneamento básico e suas implicações em índices sociais, econômicos e epidemiológicos (SIMA, 2022). Ainda, o ISA:

Trata-se de um indicador ambiental que pode servir tanto para subsidiar os gestores na tomada de decisões relativas ao saneamento básico, como para subsidiar a sociedade e os cidadãos no monitoramento e avaliação dos serviços de saneamento básico e Políticas Públicas complementares à promoção da saúde ambiental nos municípios, servindo como um instrumento de controle social. Também deve ser claro, simples, comparável, uniforme, adaptável, representar com fidelidade o estágio de salubridade,

baseado em dados e informações fáceis de serem obtidos, devendo também ser de fácil processamento (SIMA, 2022, p.23).

Apesar de inicialmente desenvolvido para avaliar as condições de salubridade ambiental nos municípios de São Paulo, o ISA pode ser adaptado para diferentes contextos, tornando-se uma ferramenta valiosa em estudos acadêmicos e na avaliação de PMSBs. Isso permite que os gestores municipais identifiquem áreas prioritárias para investimento de recursos financeiros e desenvolvimento de ações em diferentes prazos: curto, médio e longo (Barreto *et al.*, 2020).

De acordo com a SIMA, o Manual Básico do ISA, elaborado pelo CONESAN, detalha a definição do Indicador, a composição de seus indicadores primários e secundários, os métodos de cálculo envolvidos e as potenciais fontes de informações disponíveis. Ele inclui a utilização de seis indicadores de 1ª ordem necessários para o cálculo do ISA, que são: Indicador de Abastecimento de Água (IAB); Indicador de Esgotos Sanitários (IES); Indicador de Resíduos Sólidos (IRS); Indicador de Controle de Vetores (ICV); Indicador de Recursos Hídricos (IRH); e Indicador Socioeconômico (ISE) (SIMA, 2022).

Segundo o Manual, a estruturação do indicador de salubridade segue os seguintes princípios orientadores (Quadro 01):

Quadro 1 - Princípios orientadores que regem o ISA

Principais critérios e hipóteses adotados na estruturação e composição do ISA
1. Uniformidade da base de dados e informações utilizadas, bem como das formas e dos critérios de cálculo;
2. Comparabilidade das situações de salubridade ambiental entre os municípios, das bacias hidrográficas e das unidades de planejamento;
3. Possibilidade de representar o estágio de salubridade com base: a) Na oferta de infraestrutura de saneamento limitada ao abastecimento de água, esgotos sanitários e limpeza pública; b) Na identificação de outros aspectos relacionados à salubridade ambiental, de caráter extensivo ou localizado, mas importantes e peculiares a uma região;
4. Possibilidade de serem arbitrados pesos para a ponderação de todos os aspectos anteriormente referidos;
5. Necessidade de limitar os dados e as informações a serem utilizados àqueles sistematicamente disponíveis com a frequência desejada e aos facilmente tabuláveis.

Fonte: Adaptado de CONESAN (1999).

Para o cálculo do ISA, foi necessário atribuir pesos para cada indicador como critério de ponderação (Quadro 02). Esses pesos foram determinados a partir da importância e relevância de cada setor. A ordem decidida dos indicadores conforme o peso é a seguinte: IAB com o valor de 0,25; IES também com 0,25; IRS também com 0,25; ICV com 0,10; IRH também com 0,10; e ISE com 0,05.

Quadro 2 - Ponderação dos componentes do ISA

Setor	Ponderação
Abastecimento de Água	P1 = 0,25
Esgotamento Sanitário	P2 = 0,25
Resíduos Sólidos	P3 = 0,25
Controle de Vetores	P4 = 0,10
Recursos Hídricos	P5 = 0,10
Socioeconômico	P6 = 0,05
Σ	1,00

Fonte: Adaptado de CONESAN (1999).

O cálculo do ISA para o município de São Paulo, chamado de ISA/SP, é demonstrado na Equação 01 conforme o CONESAN (1999). Essa equação tem servido de base para a adaptação e implementação do ISA em variados contextos e localidades.

Equação 01 - Cálculo do Indicador de Salubridade Ambiental para o município de São Paulo.

$$ISA = 0,25 * IAB + 0,25 * IES + 0,25 * IRS + 0,10 * ICV + 0,10 * IRH + 0,05 * ISE$$

Fonte: CONESAN (1999).

Sendo:

IAB = Indicador de Abastecimento de Água;

IES = Indicador de Esgotamento Sanitário;

IRS = Indicador de Resíduos Sólidos;

ICV = Indicador de Controle de Vetores;

IRH = Indicador de Recursos Hídricos;

ISE = Indicador Socioeconômico.

3.2.1. Usos do Indicador de Salubridade Ambiental – ISA no Brasil

A estruturação do ISA/SP foi concebida para abranger todos os elementos do saneamento ambiental que apresentam dados de fácil análise e acesso. No entanto, esta formulação proposta pelo CONESAN não é rígida (Teixeira; Prado Filho; Santiago, 2018). O ISA foi concebido de forma a permitir a inclusão de novos indicadores, variáveis, pesos e critérios de pontuação à medida que novas informações são adquiridas ou novos padrões são estabelecidos nos componentes socioambientais analisados em relação ao indicador (CONESAN, 1999).

De acordo com Teixeira, Prado Filho e Santiago (2018), essa capacidade de adaptação viabiliza a elaboração de um ISA específico para cada região em análise, levando em consideração suas particularidades, as quais desempenham um papel importante na determinação da salubridade ambiental local. Essa flexibilidade é vantajosa tanto durante a elaboração quanto na revisão do ISA, assegurando que ele permaneça dinâmico e adaptável. Contudo, os autores destacam:

[...] não se deve perder de vista que a comparabilidade é critério fundamental de um indicador. A alteração da estrutura de um ISA elimina parcialmente essa característica, restringindo-a àqueles que possuem formulações idênticas e, em outra situação, entre um mesmo ISA ao longo do tempo (Teixeira; Prado Filho; Santiago, 2018, p. 545).

Na construção do ISA para a cidade de Condor, Rio Grande do Sul (ISA/CONDOR), Stahlhofer (2023) optou por incorporar o Indicador de Drenagem Urbana (IDU), fundamentado pelo reconhecimento deste como um dos pilares do saneamento básico, conforme estipulado na Lei nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007. Por outro lado, o Indicador de Recursos Hídricos (IRH) foi retirado da análise devido à limitação dos dados disponíveis para o município.

No estudo conduzido por Batista e Silva (2006), referente ao ISA para a cidade de João Pessoa (ISA/JP), os autores mantiveram todos os indicadores propostos pelo CONESAN e adicionaram também o Indicador de Drenagem Urbana (IDU), resultando em um total de sete indicadores analisados. Já o ISA desenvolvido por Framesche, Souza e Barbado (2022) para os municípios de Cianorte e Umuarama, Paraná, apresentou uma abordagem diferente. Nesse caso, optou-se por excluir o Indicador de Recursos Hídricos (IRH), resultando em uma análise baseada em apenas cinco indicadores. Entre esses indicadores, destaca-se a inclusão dos subindicadores de coleta seletiva no Indicador de Resíduos Sólidos (IRS), enquanto no

Indicador de Controle de Vetores (ICV), decidiu-se restringir apenas ao subindicador de incidência de dengue, eliminando os subindicadores de leptospirose e esquistossomose propostos originalmente pelo CONESAN.

O ISA para o município de Marechal Deodoro, Alagoas (ISA/MD), foi realizado por Bastos *et al.* (2014), cuja metodologia para a seleção dos indicadores e atribuição dos pesos foi realizada de forma arbitrária. Os autores decidiram por utilizar apenas três indicadores do CONESAN: IAB, IES e IRS, justificando que o estudo visava representar exclusivamente as características sanitárias da cidade. Os outros indicadores não foram considerados devido à dificuldade de acesso à fonte de dados.

A partir dos estudos expostos fica evidente que, de acordo com a SIMA (2022), os ajustes nos indicadores refletem a maleabilidade inerente ao ISA e sua habilidade de adaptação às singularidades de cada região onde é aplicado. Então, à medida que o indicador continua a ser utilizado, novas propostas para ajustes em sua composição surgem, incentivadas pela disponibilidade de informações mais acessíveis e atualizadas (SIMA, 2022).

3.3. INDICADOR DE SALUBRIDADE AMBIENTAL PARA MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE (ISA/MPP)

Barreto *et al.* (2020) propuseram uma adaptação do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA), inicialmente concebido e utilizado em municípios de grande porte, para sua aplicação em contextos de municípios de pequeno porte. Essa adaptação se justifica pelas características peculiares desses municípios e tem como objetivo servir de referência na elaboração de PMSBs e na formulação de políticas públicas específicas destinadas a esses municípios. A concepção deste indicador surgiu da necessidade de criar indicadores de primeira e segunda ordem, utilizando dados acessíveis e de fácil aplicação, para permitir um cálculo simplificado (Barreto *et al.*, 2020).

Nomeado de Indicador de Salubridade Ambiental para Municípios de Pequeno Porte (ISA/MPP), Barreto *et al.* (2020) realizaram a aplicação em três municípios do Estado da Paraíba: João Pessoa, Cuité de Mamanguape e Marcação. Os resultados obtidos confirmaram a eficácia das adaptações dos indicadores e permitem a replicabilidade em outros municípios com populações menores, utilizando dados de fontes de fácil acesso como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE; Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS;

Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde – DATASUS; Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil – ATLAS BRASIL; entre outros documentos, como relatórios disponibilizados pelas prefeituras e companhias de água e esgoto.

A partir da revisão bibliográfica de estudos que utilizaram o ISA nos últimos 20 anos (1999 - 2019), Barreto *et al.* (2020) atribuíram novos indicadores e seus respectivos pesos. Para o indicador de abastecimento de água, o peso passou a ser de 0,28; para o indicador de esgoto sanitário, o peso é de 0,26; para o indicador de resíduos sólidos, é 0,21; para o indicador de drenagem urbana, é 0,13; para o indicador de saúde pública, é 0,06; e para o índice de desenvolvimento humano, é também 0,06.

O cálculo do ISA para os municípios de pequeno porte pode ser visualizado na Equação 02, adaptada por Barreto *et al.* (2020):

Equação 02 - Cálculo do Indicador de Salubridade Ambiental para municípios de pequeno porte.

$$ISA/MPP = 0,28 * IAB + 0,26 * IES + 0,21 * IRS + 0,13 * IDU + 0,06 * ISP + 0,06 * IDH$$

Fonte: Barreto *et al.* (2020)

Sendo:

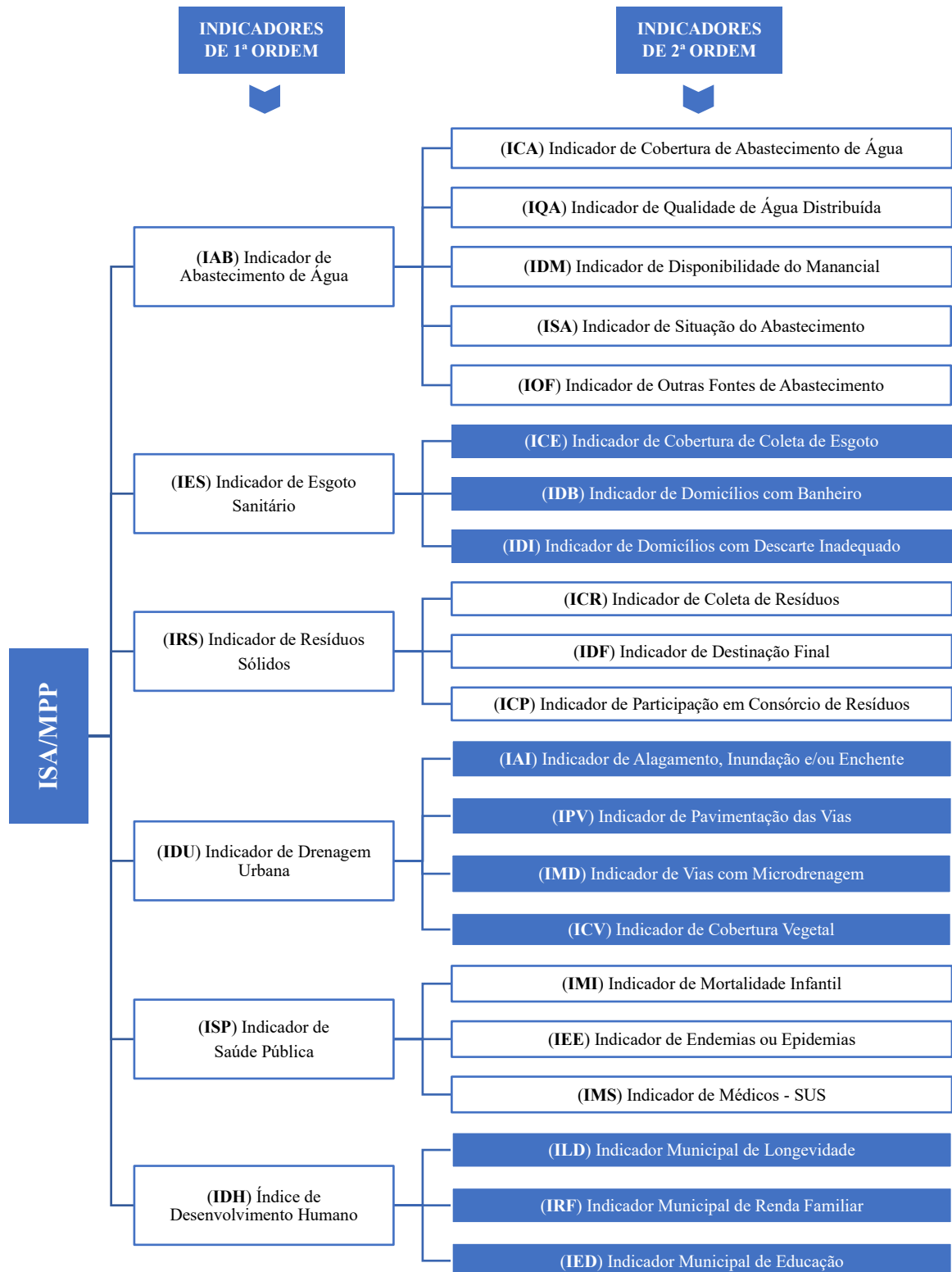
IAB = Indicador de Abastecimento de Água; *IES* = Indicador de Esgoto Sanitário;

IRS = Indicador de Resíduos Sólidos; *IDU* = Indicador de Drenagem Urbana;

ISP = Indicador de Saúde Pública; *IDH* = Índice de Desenvolvimento Humano.

Para o cálculo desses indicadores de 1ª ordem, é necessário calcular ainda 21 indicadores de 2ª ordem, os quais possuem equações específicas referentes às condições sanitárias, aos componentes ambientais e aos componentes socioeconômicos de cada município. Esses indicadores, adaptados do ISA/MPP, estão apresentados na Figura 1.

Figura 1 - Fluxograma do ISA/MPP



Fonte: Elaborado pelo autor com base em Barreto *et al.* (2020).

Os valores que os indicadores de 2ª ordem adquirem, são pontuados em uma escala de 0 a 100. O resultado final do ISA, segundo Batista e Silva (2006), é calculado como a soma de todos os indicadores, com variação de 0 a 100%, onde a qualidade do serviço é considerada mais elevada à medida que o valor se aproxima de 100%. A interpretação segue conforme Quadro 03 elaborada por Dias (2003).

Quadro 3 - Situação de salubridade por faixa de situação (%)

Situação de salubridade	Pontuação do ISA
Insalubre	0 – 25
Baixa salubridade	26 – 50
Média salubridade	51 – 75
Salubre	76 – 100

Fonte: Adaptado de Dias (2003, p. 67).

3.3.1. Indicador de Abastecimento de Água (IAB)

O Indicador de Abastecimento de Água (IAB) é composto por cinco indicadores de segunda ordem, conforme Figura 1. São eles: Indicador de Cobertura de Abastecimento (ICA); Indicador de Qualidade da Água Distribuída (IQA); Indicador de Disponibilidade do Manancial (IDM); Indicador de Situação do Abastecimento (ISA); e Indicador de Outras Fontes de Abastecimento (IOF) (Barreto *et al.*, 2020).

No ISA/SP, desenvolvido pelo CONESAN, os indicadores presentes no cálculo do IAB são o ICA, IQA e também o Indicador de Saturação do Sistema Produtor (ISA). Contudo, a metodologia desenvolvida por Barreto *et al.* (2020) manteve-se apenas o ICA e IQA e agregou mais outros três indicadores: IDM, ISA e IOF.

O objetivo do ICA é quantificar os domicílios atendidos por sistemas de abastecimento de água com controle sanitário. Por sua vez, o IQA busca monitorar a qualidade da água oferecida. Sua pontuação se dá por meio do Quadro 04, o qual foi baseado na metodologia do CONESAN (1999). Quanto mais próximo do valor de 100, melhor é a qualidade da água distribuída.

Quadro 4 - Faixas de pontuação e situação da qualidade da água distribuída

Faixas	Iqa	Situação
Iqa = 100%	100	Excelente
Iqa = entre 95% e 99%	80	Ótima
Iqa = entre 85% e 94%	60	Boa
Iqa = entre 70% e 84%	40	Aceitável
Iqa = entre 50% e 69%	20	Insatisfatória
Iqa < 49%	0	Imprópria

Fonte: Adaptado do CONESAN (1999).

No caso do IDM, seu objetivo é o de quantificar a disponibilidade do manancial em relação ao volume atual. Para identificar a situação do abastecimento atual dos municípios, com informações sendo obtidas a partir dos prestadores de abastecimento, utiliza-se o Indicador de Situação do Abastecimento (ISA), o qual é avaliado a partir da situação atual do abastecimento dos municípios. Seu critério de pontuação pode ser visualizado no Quadro 05.

Quadro 5 - Critérios de pontuação do Indicador de Situação do Abastecimento (ISA)

Critérios	Pontuação
Quando o abastecimento da rede geral estiver paralisado	0
Quando estiver em racionamento	50
Quando estiver normal	100

Fonte: Adaptado de Barreto *et al.* (2020).

Por fim, o IOF tem como finalidade quantificar o percentual de domicílios que não são abastecidos nem por meio da rede geral, nem por carro-pipa, e recorrem a outras fontes para o abastecimento. Este indicador é pontuado de acordo com a porcentagem de domicílios que fazem uso dessas fontes alternativas, sendo classificado em cinco faixas (Quadro 06).

Quadro 6 - Faixas de pontuação do Indicador de Outras Fontes de Abastecimento (IOF)

Faixas	Pontuação
0%	100
1% - 15%	75
16% - 30%	50
31% - 45%	25
> 45%	0

Fonte: Adaptado de Barreto *et al.* (2020).

3.3.2. Indicador de Esgoto Sanitário (IES)

O Indicador de Esgoto Sanitário (IES) é composto por três subindicadores: Indicador de Cobertura em Coleta de Esgoto (ICE); Indicador de Domicílios com Banheiro (IDB); e Indicador de Domicílios com Descarte Inadequado de Esgoto (IDI) (Barreto *et al.*, 2020), assim como observados na Figura 1.

Com a adaptação para o ISA/MPP, Barreto *et al.* (2020) decidiram retirar dois indicadores originalmente propostos pelo CONESAN, sendo eles: Indicador de Esgoto Tratado e Tanques Sépticos (ITE), o qual visa indicar a redução de carga poluidora dos efluentes e o Indicador de Saturação do Tratamento (ISE), cuja finalidade é a de comparar a oferta e a demanda das instalações de Estações de Tratamento de Esgoto. A justificativa de Barreto *et al.* (2020) em adaptar esse indicador, se dá pela dificuldade de obtenção dos dados para municípios com populações menores. Assim, foram incorporados os indicadores IDB e IDI, com fontes de dados mais acessíveis.

O objetivo do ICE, é a de quantificar os domicílios que são atendidos pela rede geral de esgotos (CONESAN, 1999). Já o IDB quantifica o percentual de domicílios do município que possuem banheiros.

Por fim, o IDI tem como objetivo quantificar o percentual de domicílios que descartam inadequadamente o esgoto (Barreto *et al.*, 2020). Para pontuar o IDI, os critérios estabelecidos foram classificados em cinco faixas a partir do percentual calculado (Quadro 07).

Quadro 7 - Faixas de pontuação do IDI

Faixas	Pontuação
0%	100
1% - 15%	75
16% - 30%	50
31% - 45%	25
> 45%	0

Fonte: Adaptado de Barreto *et al.* (2020).

3.3.3. Indicador de Resíduos Sólidos (IRS)

O Indicador de Resíduos Sólidos (IRS) também é composto por três subindicadores conforme a Figura 1: Indicador de Coleta de Resíduos Sólidos (ICR); Indicador de Destinação Final (IDF); e Indicador de Consórcio de Resíduos Sólidos (ICP) (Barreto *et al.*, 2020).

No ISA/SP, do CONESAN, os indicadores presentes para o cálculo, além do ICR, são o Indicador de Tratamento e Disposição Final (IQR), com o objetivo de quantificar a situação da disposição final dos resíduos, e o Indicador de Saturação da Disposição Final (ISR), cuja finalidade é a de indicar a necessidade de novas instalações. Barreto *et al.* (2020), portanto, decidiram adaptar o IRS devido às peculiaridades do manejo e gestão dos resíduos sólidos em municípios de pequeno porte. Assim, foram incorporados o IDF e ICP.

O objetivo principal do ICR é, de acordo com o CONESAN, quantificar os domicílios que são atendidos pelo sistema de coleta de lixo dos municípios. Por sua vez, o IDF quantifica o percentual de domicílios com destinação final inadequada dos resíduos. Esse indicador, de acordo com Barreto *et al.* (2020):

[...] foi reformulado de acordo com os dados obtidos, considerando as informações referentes a destinação final dos resíduos realizada por todos os domicílios que não são atendidos pelos serviços de coleta: i) enterram; ii) descartam em curso d'água; iii) descartam em terreno baldio; e iv) queimam os resíduos (Barreto *et al.*, 2020, p. 289).

A pontuação atribuída ao IDF é organizada em cinco faixas de resultados, considerando o percentual de domicílios não atendidos pelos serviços municipais de coleta de resíduos (Quadro 08).

Quadro 8 - Faixas de pontuação do IDF	
Faixas	Pontuação
0%	100
1% - 25%	75
26% - 50%	50
51% - 75%	25
Acima de 75%	0

Fonte: Adaptado de Barreto *et al.* (2020).

Por fim, o ICP tem como finalidade identificar a participação dos municípios de pequeno porte em consórcio de resíduos sólidos. A justificativa de Barreto *et al.* (2020) reside no fato de que o subindicador em questão representa uma solução viável que tem sido amplamente adotada por diversos municípios para a gestão dos resíduos. Sua pontuação é determinada pela participação dos municípios em consórcios de resíduos (Quadro 09). Se o município participar de um consórcio, ele receberá a pontuação máxima de 100 pontos. Caso contrário, receberá 0 pontos.

Quadro 9 - Pontuação do ICP

Critério	Pontuação
Sim	100
Não	0

Fonte: Adaptado de Barreto *et al.* (2020).

3.3.4. Indicador de Drenagem Urbana (IDU)

O Indicador de Drenagem Urbana (IDU) é composto por quatro subindicadores de 2ª ordem conforme a Figura 1. São eles: Indicador de Domicílios Atingidos por Alagamento, Inundação e/ou Enchente (IAI); Indicador de Vias Pavimentadas (IVP); Indicador de Vias com Microdrenagem (IMD); e Indicador de Cobertura Vegetal (ICV) (Barreto *et al.*, 2020).

Conforme explicado por Barreto *et al.* (2020), este Indicador de Drenagem Urbana não foi proposto originalmente pelo CONESAN, mas sim incorporado ao cálculo por outros estudos. Os ISAs para os municípios de Condor (ISA/CONDOR) e João Pessoa (ISA/JP) foram um deles.

O objetivo do subindicador IAI consiste na quantificação, em porcentagem, dos domicílios que foram atingidos por alagamentos, inundações e/ou enchentes. Os critérios definidos para pontuar este indicador são categorizados em cinco intervalos, considerando o percentual calculado (Quadro 10).

Quadro 10 - Faixas de pontuação do IAI (continua)

Faixas	Pontuação
0%	100
1% - 10%	75

Quadro 10 - Faixas de pontuação do IAI (conclusão)

Faixas	Pontuação
11% - 20%	50
21% - 30%	25
Acima de 30%	0

Fonte: Adaptado de Barreto *et al.* (2020).

O IVP, por sua vez, tem como objetivo quantificar o percentual das vias da cidade que são pavimentadas, por meio do cálculo envolvendo a extensão total de vias (Barreto *et al.*, 2020).

Ainda, o objetivo do IMD é a de quantificar o percentual das vias pavimentadas que possuem microdrenagem, enquanto o ICV tem como finalidade quantificar o percentual de cobertura vegetal em relação a área total considerada do município (Barreto *et al.*, 2020). Para pontuar esse indicador, os critérios estabelecidos são organizados em cinco faixas com base no percentual encontrado (Quadro 11).

Quadro 11 - Faixas de pontuação do IDI

Faixas	Pontuação
Acima de 30%	100
21% - 30%	75
11% - 20%	50
1% - 10%	25
0%	0

Fonte: Adaptado de Barreto *et al.* (2020).

3.3.5. Indicador de Saúde Pública (ISP)

O Indicador de Saúde Pública (ISP) é composto por três subindicadores: Indicador de Mortalidade Infantil (IMI); Indicador de Endemias ou Epidemias (IEE); e o Indicador de Médicos – SUS (IMS) (Barreto *et al.*, 2020), conforme indicado na Figura 1.

Inicialmente, o ISP não pertence à metodologia do CONESAN. Entretanto, Barreto *et al.* (2020) apenas realizaram uma substituição ao Indicador de Controle de Vetores (ICV) proposto pelo Conselho. A adaptação seguiu com a justificativa de que o ICV não permitia

identificar outros problemas do setor de saneamento que afetam a saúde pública. Ele incluía apenas os subindicadores de Dengue, Leptospirose e Esquistossomose. Assim, foram introduzidos três novos indicadores para melhor abranger o setor.

O objetivo do IMI é a de identificar o percentual de mortalidade infantil do município em estudo. A pontuação para este indicador a partir dos critérios pode ser visualizado no Quadro 12.

Quadro 12 - Pontuação do Indicador de Mortalidade Infantil (IMI)

Critério	Pontuação
Taxa com até 20 mortos para cada 1 mil nascidos vivos	100
Taxa entre 20 – 29 mortos para cada 1 mil nascidos vivos	75
Taxa entre 30 – 39 mortos para cada 1 mil nascidos vivos	50
Taxa entre 40 – 49 mortos para cada 1 mil nascidos vivos	25
Taxa com 50 ou mais mortos para cada 1 mil nascidos vivos	0

Fonte: Adaptado de Barreto *et al.* (2020).

O IEE visa quantificar as doenças associadas ao saneamento básico. Para esse indicador, Barreto *et al.* (2020), consideraram sete doenças: Diarreia (DIA), Leptospirose (LEP), Verminose (VER), Dengue (DEN), Zika (ZIK) e Chikungunya (CHI). De acordo com os autores, o valor 1 foi atribuído em casos de endemias e epidemias das doenças e o valor 0 quando não houve registros. Assim, quanto mais ocorrências de doenças o município notificar, mais o valor do IEE se aproximará de 1 (Quadro 13).

Quadro 13 - Pontuação do Indicador de Endemias/Epidemias (IEE)

Critério	Pontuação
IEE = 0,39 – 0,00	100
IEE = 0,59 – 0,40	75
IEE = 0,79 – 0,60	50
IEE = 0,99 – 0,80	25
IEE = 1	0

Fonte: Adaptado de Barreto *et al.* (2020).

Por fim, o IMS é o indicador proposto para quantificar o percentual de médicos que atendem pelo Sistema Único de Saúde – SUS em relação à população total do município (Barreto *et al.*, 2020). Os critérios para a pontuação deste indicador podem ser visualizados no Quadro 14.

Quadro 14 - Pontuação do Indicador de Indicador Médicos - SUS (IMS)

Critério	Pontuação
Acima de 1,0	100
0,76 – 0,99	75
0,56 – 0,75	50
0,26 – 0,50	25
0 – 0,25	0

Fonte: Adaptado de Barreto *et al.* (2020).

3.3.6. Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)

O Índice de Desenvolvimento Humano é o último indicador para o cálculo do ISA. Ele é composto por três indicadores: Indicador de Desenvolvimento Humano Municipal de Longevidade (ILD); Indicador de Desenvolvimento Humano Municipal de Renda (IRF); e Indicador de Desenvolvimento Municipal de Educação (IED) (Barreto *et al.*, 2020), conforme indicado na Figura 1.

De acordo com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD Brasil), o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) brasileiro adota as mesmas três dimensões do IDH Global - longevidade, educação e renda - porém, vai além: adapta a metodologia global ao contexto nacional e à disponibilidade de indicadores específicos do Brasil. Embora abordem os mesmos fenômenos, os indicadores considerados no IDHM são mais apropriados para avaliar o desenvolvimento dos municípios brasileiros. Dessa forma, o IDHM - composto por seus três elementos, IDHM Longevidade, IDHM Educação e IDHM Renda - conta parte da trajetória dos municípios em três dimensões essenciais do desenvolvimento humano ao longo de duas décadas da história brasileira.

Nos cálculos do ISA/SP, o CONESAN utilizou o Indicador Socioeconômico (IES) para avaliar a renda, a saúde pública e a educação do município de São Paulo. Contudo, Barreto *et al.* (2020), propuseram uma adaptação: em vez de considerar o Indicador de Saúde Pública (ISP) como um subindicador do IES, os autores o consideraram separadamente como um indicador de primeira ordem. Assim, para o cálculo do IDH, Barreto *et al.* (2020) mantiveram os indicadores de renda e educação e adicionaram o de longevidade. A pontuação para este indicador tem como base o Quadro 15.

Quadro 15 - Pontuação do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)

Critério	Pontuação
0,800 – 1,000	100
0,700 – 0,799	75
0,600 – 0,699	50
0,500 – 0,599	25
0,000 – 0,499	0

Fonte: Adaptado de Barreto *et al.* (2020).

3.4. OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Em setembro de 2015 na cidade de Nova Iorque, durante a Cúpula das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, foi lançada a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Este documento, assinado por líderes mundiais de 193 Estados-membros da Organização das Nações Unidas (ONU), incluindo o Brasil, estabeleceu 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) com o objetivo de promover mudanças sociais, econômicas e ambientais que impactem positivamente a vida das pessoas em todo o mundo (ONU, 2015a).

Os ODS, concebidos como um apelo universal à ação, visam acabar com a pobreza, proteger o planeta e garantir que até 2030 todas as pessoas desfrutem de paz e prosperidade. Contudo, a abrangência e integração dos 17 objetivos e 169 metas representam um desafio significativo para as cidades em todo o mundo (ONU, 2015a).

Diante disso, a plataforma Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades do Brasil (IDSC-BR), foi desenvolvida pelo Instituto Cidades Sustentáveis em parceria com o Sustainable Development Solutions Network (SDSN), com apoio do Centro Brasileiro de Análise e Planejamento (Cebrap) e financiamento do Projeto CITInova. Essa plataforma proporciona uma visão abrangente e integrada das cidades brasileiras em relação a cada um dos ODS. Trata-se de uma ferramenta projetada para incentivar o cumprimento da Agenda 2030 e oferece uma oportunidade para as cidades se alinharem com a agenda global de desenvolvimento sustentável mais avançada (ICS & SDSN, 2024).

O IDSC-BR orienta a ação política de prefeitos(as), definindo metas baseadas em 100 indicadores para monitorar os ODS localmente. Ele oferece pontuações para cada objetivo individual e para o conjunto dos 17 ODS, permitindo avaliar o progresso e desafios municipais na Agenda 2030. Além disso, a plataforma possibilita análises que vão além dos limites

municipais, como comparações em níveis regionais e agrupamentos por características comuns, como demográficas e ambientais. Isso torna possível a análise e comparação das cidades em diversas áreas temáticas abordadas pelos ODS (ICS & SDSN, 2024).

A pontuação do IDSC-BR, denominada de Nível de Desenvolvimento Sustentável – NDS, varia de 0 a 100 e representa o desempenho das cidades, onde uma pontuação mais próxima de 100 indica um ótimo desempenho. Todos os 5.750 municípios são avaliados com base no mesmo conjunto de indicadores, visando a produzir classificações e pontuações comparáveis (ICS & SDSN, 2024).

Os Painéis ODS, conforme Figura 2, oferecem uma visualização gráfica do progresso de cada cidade em relação aos 17 ODS. Um sistema de classificação por cores (verde, amarelo, laranja e vermelho) é utilizado para indicar o quão próximo um município está de alcançar cada objetivo. Quanto mais próximo do vermelho, mais distante o município está de alcançar o objetivo (ICS & SDSN, 2024).

Figura 2 - Painel ODS do município de Brejo Santo-CE elaborado pelo IDSC-BR

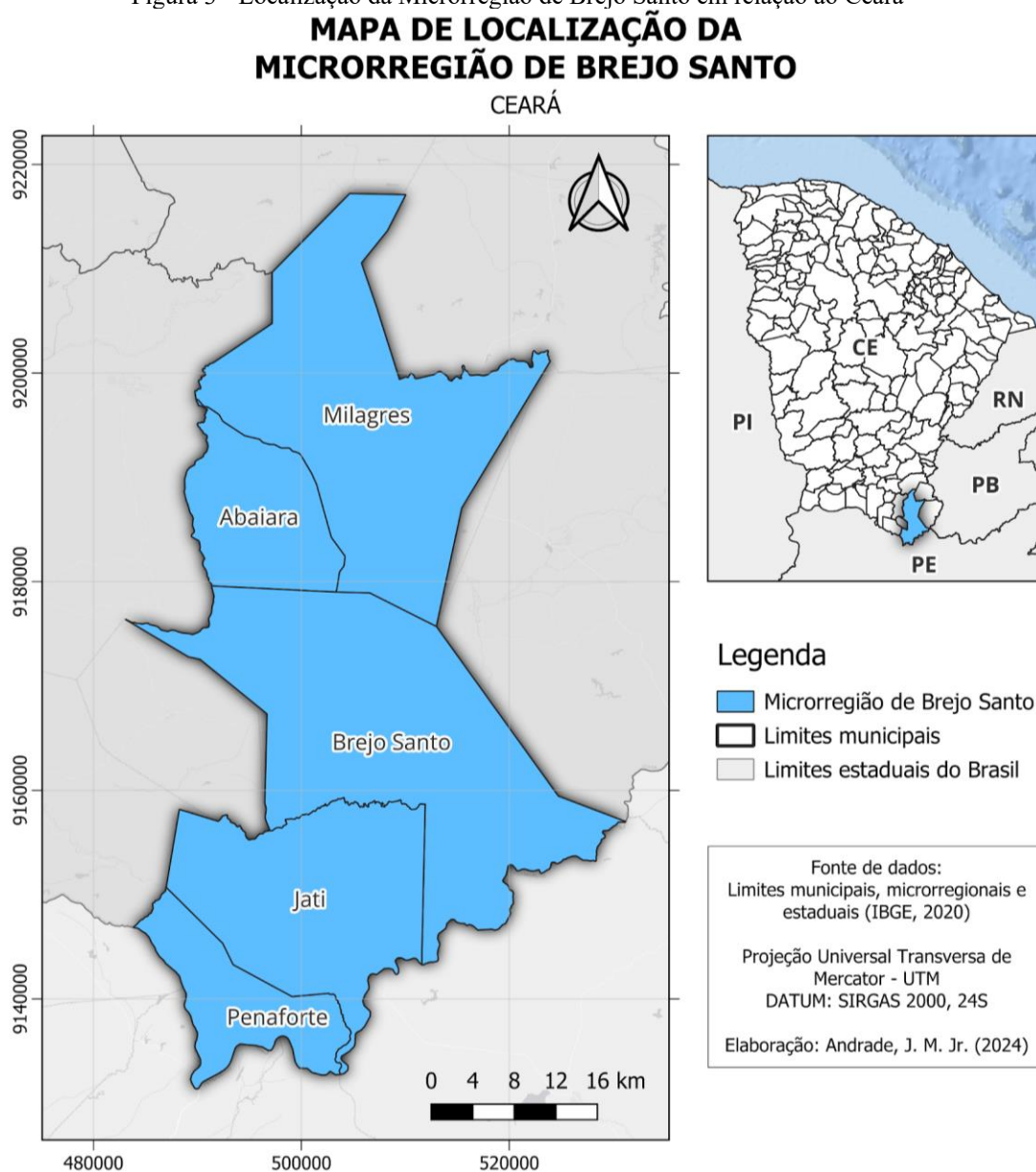


Fonte: ICS & SDSN (2024).

4. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A microrregião de Brejo Santo está situada na mesorregião do Sul Cearense brasileiro, conforme indicado na Figura 3. De acordo com os dados do último Censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2022, a extensão total dessa região abrange 1.933,483 km², abrigando uma população de 103.861 habitantes. Composta por cinco municípios distintos - Brejo Santo, Milagres, Abaiara, Jati e Penaforte - essa microrregião encontra-se inserida no bioma Caatinga e na Região Hidrográfica Atlântico NE Oriental (IBGE, 2022).

Figura 3 - Localização da Microrregião de Brejo Santo em relação ao Ceará



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Além disso, a microrregião pertence à sub-bacia hidrográfica do Rio Salgado. De acordo com o documento *Diagnóstico da Região da Sub-Bacia do Salgado*, elaborado pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), este rio, que atravessa a sub-bacia de sul a norte até sua confluência com o rio Jaguaribe próximo a Icó, após a barragem do açude Orós, possui uma extensão de 308 km e cobre uma área de 12.739 km², equivalente a aproximadamente 9% do território cearense. A característica distintiva desta sub-bacia é sua organização em cinco microbacias, abrangendo os 23 municípios da região da seguinte maneira: Microbacia I - Brejo Santo, Jardim, Jati, Penaforte e Porteiras; Microbacia II - Abaiara, Aurora, Barro, Mauriti e Milagres; Microbacia III - Barbalha, Caririaçu, Crato, Juazeiro do Norte e Missão Velha; Microbacia IV - Baixio, Icó, Ipaumirim, Lavras da Mangabeira e Umari; Microbacia V - Cedro, Granjeiro e Várzea Alegre (COGERH, 2022).

Quanto às condições climáticas, segundo dados do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), a microrregião apresenta uma média de temperatura variando entre 24° e 26°. O período de precipitações ocorre entre os meses de janeiro a abril, com uma média anual de 3.808 mm, caracterizando um clima tropical quente semiárido brando e tropical quente (IPECE, 2022).

As informações sobre área, altitude, população, densidade demográfica e distância até a capital Fortaleza, referentes a cada um dos municípios que compõem a microrregião, podem ser visualizadas no Tabela 01.

Tabela 1 - Particularidades dos municípios da microrregião de Brejo Santo

	Brejo Santo	Milagres	Abaiara	Penaforte	Jati
Área (km ²)	654,658	579,097	180,833	150,536	368,359
Altitude (m)	381,26	334,13	400	506,93	435,04
População (hab)	51.090	25.900	10.038	8.972	7.861
Densidade demográfica (hab/km ²)	78,04	44,72	55,51	59,6	21,34
Distância até Fortaleza/CE (km)	502,673	482,804	510,618	546,579	527,395

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do Censo IBGE (2022) e IPECE (2022).

4.1. BREJO SANTO

O município de Brejo Santo, localizado aos pés da Chapada do Araripe, é o maior em área e população da microrregião. Sua criação remonta ao dia 26 de agosto de 1862, tornando-se município por meio da Lei Estadual nº. 448, de 20 de dezembro de 1938 (PREFEITURA DE BREJO SANTO, c2021).

A sede municipal é cortada pela rodovia federal BR-116, assumindo a posição central na vigésima região administrativa do estado, o Cariri Oriental, e atuando como um polo de desenvolvimento no sul do Ceará. Além disso, em Brejo Santo, localiza-se o Açude Atalho, com capacidade para armazenar 108 milhões de metros cúbicos de água, sendo o reservatório de entrada das águas do projeto de transposição do rio São Francisco (PEREIRA, 2019).

A região exibe uma rica diversidade vegetal, com domínios de cerradão, caatinga e cerrado (PEREIRA, 2019). Segundo dados da Pesquisa Agrícola Municipal do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), o município é reconhecido como um dos principais produtores de feijão e milho do estado do Ceará, com uma produção de 14.111 toneladas em 2019, e se destaca também por sua agricultura diversificada, abrangendo projetos de fruticultura irrigada, como banana, manga e maracujá (SIDRA, 2022).

Em 2021, o PIB per capita do município foi de R\$ 16.277,2 e o salário médio mensal foi de aproximadamente 1,5 salários mínimos, com cerca de 17,53% da população ocupada, totalizando 8.800 pessoas. Em termos demográficos, a idade mediana da população foi de 33 anos, com 5.332 dela sendo acima de 65 anos (IBGE, 2022).

Em relação ao serviço de saneamento básico, especialmente o abastecimento de água urbana, de acordo com os dados do IPECE, Brejo Santo apresentou uma taxa de cobertura de 97,37% em 2010. No entanto, em 2020, esse número reduziu para 90%, indicando uma queda de aproximadamente 7,5% nesse serviço (IPECE, 2022).

4.2. MILAGRES

Milagres é um município atravessado pela BR-116 e pelas rodovias estaduais 393 e 293. Sua história remonta ao dia 17 de agosto de 1846, quando foi fundado. Mais tarde, foi elevado à condição de cidade pelo decreto estadual nº 31, emitido em 25 de julho de 1890 (PREFEITURA DE MILAGRES, c2024).

Quanto à vegetação, segundo Soares *et al.* (2019), Milagres apresenta dois tipos básicos: a Caatinga Arbórea-arbustiva e a Mata Seca. A Caatinga Arbórea arbustiva predomina no Planalto Sertanejo e possui uma estrutura adaptada aos períodos de seca, apresentando três estratos distintos: o arbóreo, o arbustivo e o herbáceo. O segundo tipo de vegetação, a Mata Seca, recebe menos chuvas, sendo mais árida e apresentando um caráter semi-caducifólio (SOARES *et al.*, 2019).

Conforme o SIDRA, o município produziu em 2019 aproximadamente 6 mil toneladas de milho em grão e, com relação à produção animal, 19.200 bovinos, ficando atrás apenas de Brejo Santo, com um rebanho efetivo de 38.600 bovinos (SIDRA, 2022).

Em 2021, a população do município, com uma idade mediana de 35 anos, apresentou um PIB per capita de R\$ 10.477,64. O salário médio mensal nesse mesmo ano foi de aproximadamente 2,1 salários mínimos, com uma proporção de pessoas ocupadas em relação à população total de 8,02% (IBGE, 2022).

Ainda, os dados do IPECE indicam que, em 2010, Milagres registrou uma taxa de cobertura de 69,92% para o serviço de saneamento básico, com foco no abastecimento de água urbana. Em 2020, esse índice aumentou consideravelmente para 99,10%, revelando possíveis melhorias no sistema (IPECE, 2022).

4.3. ABAIARA

Abaiara foi fundada em 25 de novembro de 1957, sendo acessada pela CE-393 (PREFEITURA DE ABAIARA, [s.d.]). De acordo com dados do SIDRA, a história do município é caracterizada pela predominância das atividades agropecuárias, nas quais o cultivo de cana-de-açúcar, feijão, milho, mandioca e banana desempenham um papel central no cotidiano da população (SIDRA, 2022).

Com relação a produção animal, o número de bovinos efetivos em 2019 foi de 9 mil, enquanto a produção de suínos foi de 2.750 e ovinos de 5.250. Em comparação com os municípios da microrregião, Abaiara foi a maior produtora de galináceos, com o número de 273 mil (SIDRA, 2022).

Em 2021, o município registrou uma idade mediana da população de 33 anos, com 1.135 residentes com 65 anos ou mais. Nesse mesmo ano, o salário médio mensal foi de

aproximadamente 1,5 salários mínimos, enquanto a proporção de pessoas ocupadas em relação à população total atingiu 7,25%, o que representa cerca de 868 indivíduos contribuindo para a economia local. Em termos de desenvolvimento econômico, o PIB per capita em 2021 foi de R\$ 9.859,67 (IBGE, 2022).

Quanto à vegetação, segundo dados do IPECE, a maior parte do território é coberta pela floresta caducifólia espinhosa, conhecida como caatinga arbórea, enquanto as áreas de maior altitude, localizadas no sudoeste do município, são caracterizadas pela presença da floresta subcaducifólia tropical pluvial, também conhecida como mata seca (IPECE, 2022).

Para Abaiara, a taxa de cobertura para o abastecimento de água urbana, apresentava 88,19% no ano de 2010, enquanto em 2020 esse índice teve um notável aumento, chegando a 99,94%, de acordo com dados fornecidos pelo IPECE (2022).

4.4. JATI

Jati foi fundado em 22 de novembro de 1951 e é o município com menor população da microrregião (PREFEITURA DE JATI, c2021). Os solos presentes em Jati são predominantemente do tipo litólico, fornecendo a base para a vegetação característica da região. Esta inclui tanto a mata seca (floresta subcaducifólia tropical pluvial) quanto a caatinga arbórea (floresta caducifólia espinhosa) (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 1998).

Com relação as culturas temporárias, Jati produziu cerca de 3.642 toneladas de grãos (milho e feijão) em 2019 e, com relação a produção animal, aproximadamente 23.400 rebanhos (bovinos, suínos, caprinos, ovinos e galináceos) nesse mesmo ano (SIDRA, 2022).

Ainda, o cenário demográfico em 2021 revelou uma idade mediana da população jatiense de 34 anos, com 1.000 residentes com 65 anos ou mais. No âmbito econômico, o salário médio mensal foi de aproximadamente 1,5 salários mínimos, enquanto a proporção de pessoas ocupadas em relação à população total alcançou 8,97%. Destaca-se ainda que o PIB per capita nesse ano atingiu R\$ 15.917,63, posicionando o município em 38º lugar entre os 184 municípios do estado (IBGE, 2022).

Segundo dados do IPECE, em 2010, Jati registrava uma taxa de cobertura de 99,14% para o serviço de abastecimento de água urbana. Em 2020 essa taxa aumentou para 99,76%. Entre os

cinco municípios analisados da microrregião, Jati manteve-se com uma taxa de cobertura urbana superior a 99% ao longo de uma década (IPECE, 2022).

4.5. PENAFORTE

Penaforte foi fundado em 31 de outubro de 1958 e é reconhecido como o município mais meridional do Estado do Ceará (PREFEITURA DE PENAFORTE, c2024). Economicamente, o município se baseia na produção agrícola de milho, feijão e na pecuária bovina. Além disso, destaca-se também na produção de frutas e hortaliças por meio da agricultura irrigada (SIDRA, 2022).

De acordo com o último Censo do IBGE, o perfil demográfico em 2021 destacou-se pela idade mediana da população, que foi de 31 anos, sendo a menor média dos municípios da microrregião. No campo econômico, o PIB per capita alcançou R\$ 13.268,38. Além disso, o salário médio mensal foi de aproximadamente 1,6 salários mínimos, enquanto a proporção de pessoas ocupadas em relação à população total chegou a 11,08%. Em comparação com outros municípios do estado, Penaforte ocupou a 93ª posição em termos de PIB per capita e a 51ª posição em relação à proporção de pessoas empregadas, entre os 184 municípios avaliados (IBGE, 2022).

Segundo informações fornecidas pelo IPECE, em 2010, Penaforte tinha uma taxa de cobertura de 92,52% para o serviço de abastecimento de água urbana. Durante os dez anos seguintes, essa taxa se manteve de forma consistente acima de 90%. Em 2020, o índice atingiu 98,64% (IPECE, 2022).

5. METODOLOGIA

No processo metodológico adotado para o alcance dos objetivos deste estudo, foram implementadas quatro fases distintas. Na primeira etapa, intitulada ‘CÁLCULO DO INDICADOR DE SALUBRIDADE AMBIENTAL PARA MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE – ISA/MPP’ (Seção 5.1), foram desenvolvidos e calculados os indicadores que compõem o ISA/MPP para a microrregião de Brejo Santo. O ano de referência escolhido foi 2022, visto que foi o ano mais recente com mais dados disponíveis, permitindo uma análise atualizada da situação da salubridade ambiental na região.

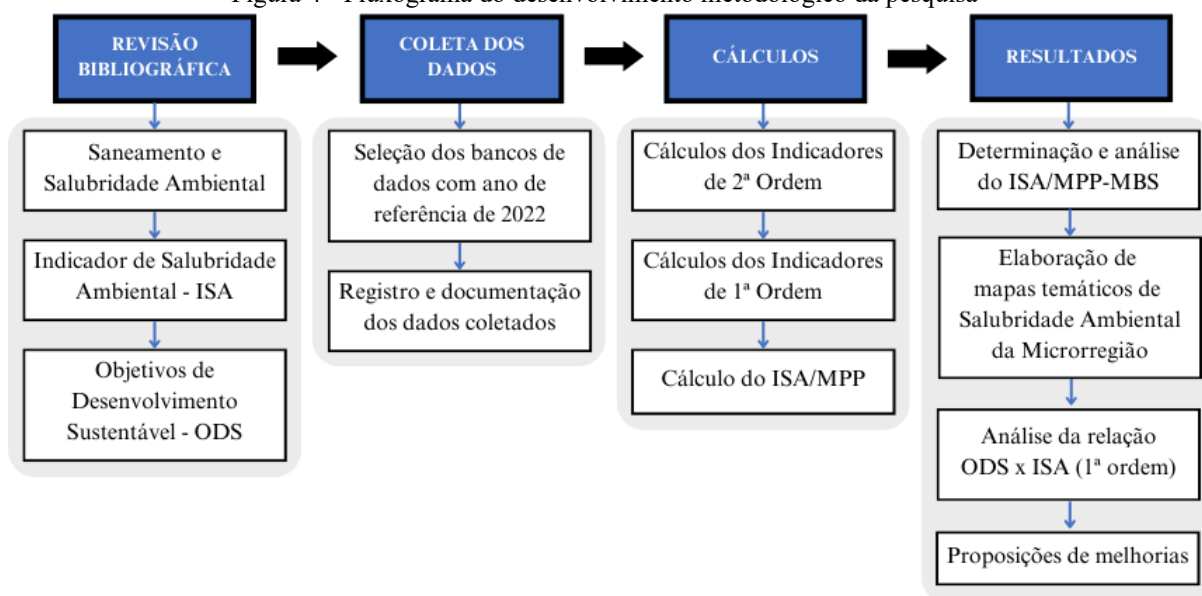
Na segunda etapa, intitulada ‘MAPAS TEMÁTICOS DE SALUBRIDADE AMBIENTAL PARA A MICRORREGIÃO’ (Seção 5.2), foram desenvolvidos mapas para oferecer uma representação visual do nível de intensidade ou conformidade de cada indicador em relação aos municípios analisados na primeira etapa.

Na terceira etapa, denominada ‘RELAÇÃO ISA E OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - ODS’ (Seção 5.3), foi estabelecida uma conexão entre os indicadores de 1ª ordem do ISA/MPP e os indicadores dos ODS selecionados. Esta fase buscou analisar o impacto do ISA/MPP no alcance desses objetivos, identificando sinergias e possíveis áreas de melhoria.

Na quarta e última etapa, intitulada ‘PROPOSIÇÕES DE MELHORIAS PARA A MICRORREGIÃO DE BREJO SANTO’ (Seção 5.4), foram realizadas pesquisas e análises a fim de identificar e selecionar ações estratégicas de melhoria. O objetivo principal foi direcionar esforços para resolver alguns problemas relacionados aos indicadores com desempenhos mais críticos da microrregião.

O fluxograma dos procedimentos realizados nesta pesquisa pode ser visualizado na Figura 4.

Figura 4 - Fluxograma do desenvolvimento metodológico da pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

5.1. CÁLCULO DO INDICADOR DE SALUBRIDADE AMBIENTAL PARA MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE – ISA/MPP

Para a compreensão dos Indicadores de Salubridade Ambiental, foi realizada a revisão bibliográfica em trabalhos desenvolvidos em outros municípios brasileiros, os quais adaptaram os indicadores propostos pelo Conselho Estadual de Saneamento no Estado de São Paulo (CONESAN) conforme a realidade local, como o ISA/CONDOR, ISA/JP, ISA/MD e os ISAs para os municípios de Cianorte e Umuarama, Paraná. Contudo, para este trabalho, a metodologia utilizada baseou-se na adaptação dos indicadores proposta por Barreto *et al.* (2020), cujo objetivo é avaliar os municípios de pequeno porte, denominado de ISA/MPP.

Devido à microrregião de Brejo Santo ser composta por 5 municípios, foi calculado primeiramente o ISA/MPP para cada um deles por meio da Equação 02 proposta por Barreto *et al.* (2020). Em seguida, foi calculado o ISA/MPP da microrregião para uma análise geral da salubridade, caracterizado como **ISA/MPP-MBS** (Indicador de Salubridade Ambiental para Municípios de Pequeno Porte da Microrregião de Brejo Santo) a partir da média aritmética dos resultados dos indicadores de 1ª ordem dos ISAs desses municípios (Equação 03).

Equação 03 - Cálculo do ISA/MPP-MBS.

$$ISA/MPP - MBS = 0,28 * (IABmédia) + 0,26 * (IESmédia) + 0,21 * (IRSmédia) + 0,13 * (IDUmédia) + 0,06 * (ISPMédia) + 0,06 * (IDHmédia)$$

Fonte: Adaptado de Barreto *et al.* (2020).

Sendo:

IABmédia = Média aritmética dos indicadores de abastecimento de água

IESmédia = Média aritmética dos indicadores de esgoto sanitário

IRSmédia = Média aritmética dos indicadores de resíduos sólidos

IDUmédia = Média aritmética dos indicadores de drenagem urbana

ISPMédia = Média aritmética dos indicadores de saúde pública

IDHmédia = Média aritmética dos índices de desenvolvimento humano

Para a obtenção das informações dos 5 municípios, foram coletados dados de fontes públicas disponíveis na internet referentes ao ano de 2022. Estes dados foram organizados e utilizados em equações específicas para o cálculo dos indicadores. O processo de análise foi conduzido utilizando o *software Microsoft Excel*, considerando os resultados dos cálculos com até duas casas decimais.

5.1.1. Indicador de Abastecimento de Água (IAB)

O Indicador de Abastecimento de Água (IAB) foi calculado por meio da Equação 04, utilizando a média aritmética dos cinco indicadores de 2ª ordem, cujo peso é de 0,28.

Equação 04 - Cálculo do Indicador de Abastecimento de Água (Iab).

$$IAB = \frac{ICA + IQA + IDM + ISA + IOF}{5}$$

Fonte: Barreto *et al.* (2020).

Os dados utilizados para o cálculo dos indicadores foram coletados através de consulta ao último Censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), ano de referência 2022; por meio do Sistema de Informações Sobre Saneamento (SNIS), ano de referência 2021; por meio dos *Relatórios Anuais de Qualidade da Água* dos municípios em estudo, disponíveis

no site da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE), com ano de referência sendo 2022; e também através do Portal Hidrológico do Ceará, desenvolvido pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (Cogerh).

- a) **Indicador de Cobertura de Abastecimento de Água (ICA):** O ICA foi calculado por meio da Equação 05, onde sua pontuação é de 0 a 100.

Equação 05 - Cálculo do Indicador de Cobertura de Abastecimento de Água (ICA).

$$ICA = \frac{Drg}{Dot} * 100$$

Fonte: CONESAN (1999).

Sendo:

Drg = Domicílios atendidos pela rede geral

Dot = Domicílios totais

- b) **Indicador de Qualidade da Água Distribuída (IQA):** O IQA foi calculado por meio da Equação 06 e relaciona a potabilidade da água com relação aos coliformes, cloro e turbidez.

Equação 06 - Cálculo do Indicador de Cobertura de Abastecimento de Água (IQA).

$$IQA = K * \frac{NAA}{NAR} * 100$$

Fonte: CONESAN (1999).

Sendo:

K = Relação entre o número de amostras realizadas e o número mínimo de amostras exigidas na legislação

NAA = Quantidade de amostra considerada dentro dos padrões de potabilidade

NAR = Quantidade de amostras realizadas.

- c) **Indicador de Disponibilidade do Manancial (IDM):** Para a análise do IDM, não foram encontrados dados relativos aos mananciais individuais que abastecem os municípios. Contudo, no Portal Hidrológico do Ceará (Cogerh), foi possível coletar informações sobre o volume d'água armazenado por unidade de gerenciamento no ano de 2022,

especificamente na sub-bacia do Rio Salgado, onde está inserida a microrregião em estudo. Portanto, o valor do volume encontrado, em porcentagem, foi igual para todos os municípios.

d) Indicador de Situação do Abastecimento (ISA): Os resultados deste indicador foram pontuados com base nos critérios listados no Quadro 05 de acordo com Barreto *et al.* (2020).

e) Indicador de Outras Fontes de Abastecimento (IOF): Para realizar o cálculo deste indicador, foi empregada a Equação 07.

Equação 07 - Cálculo do Indicador de Outras Fontes de Abastecimento (IOF).

$$IOF = \left(\frac{Dot - Drg - Dac}{Dot} \right) * 100$$

Fonte: Barreto *et al.* (2020).

Sendo:

Drg = Domicílios atendidos pela rede geral

Dac = Domicílios atendidos por carro-pipa

Dot = Domicílios totais

5.1.2. Indicador de Esgotamento Sanitário (IES)

O Indicador de Esgotamento Sanitário (IES) foi calculado por meio da Equação 08, utilizando a média aritmética dos três indicadores de 2ª ordem, cujo peso é de 0,26.

Equação 08 - Cálculo do Indicador de Esgotamento Sanitário (Iab).

$$IES = \frac{ICE + IDB + IDI}{3}$$

Fonte: CONESAN (1999).

Os dados utilizados para o cálculo dos indicadores foram coletados por meio do SNIS (2021) e também através do último Censo do IBGE (2022).

- a) Indicador de Cobertura em Coleta de Esgoto (ICE):** O Ice foi calculado por meio da Equação 09, onde sua pontuação é de 0 a 100. Semelhante à pontuação do Indicador de Cobertura de Abastecimento de Água, quanto mais próximo do valor de 100, melhor é a situação da cobertura do sistema, nesse caso de esgotamento sanitário.

Equação 09 - Cálculo do Indicador de Cobertura em Coleta de Esgoto (ICE).

$$ICE = \frac{Drg}{Dot} * 100$$

Fonte: Barreto *et al.* (2020).

Sendo:

Drg = Domicílios atendidos pela rede geral

Dot = Domicílios totais

- b) Indicador de Domicílios com Banheiro (IDB):** Devido à indisponibilidade de dados atualizados, o cálculo do IDB não foi realizado segundo a equação proposta por Barreto *et al.* (2020). Em vez disso, para este estudo, optou-se por uma adaptação que utiliza informações relacionadas à população, ou seja, o número de pessoas que possuem banheiros em suas residências em relação ao total da população municipal, com dados do último Censo do IBGE (2022). Essa modificação foi efetuada sem comprometer a finalidade do indicador (Equação 10).

Equação 10 - Cálculo do Indicador de Domicílios/Pessoas com Banheiro (IDB/IPB).

$$IDB = IPB = \frac{Pcb}{Pot} * 100$$

Fonte: Adaptado de Barreto *et al.* (2020).

Sendo:

Pcb = Pessoas com banheiro

Pot = População total

- c) **Indicador de Domicílios com Descarte Inadequado de Esgoto (IDI):** O IDI quantifica, em porcentagem, os domicílios com descarte inadequado de esgoto em três meios diferentes. Contudo, semelhante ao cálculo do IDB, os dados do IDI estão desatualizados. Portanto, foi também adaptada a equação utilizada por Barreto *et al.* (2020), a fim de utilizar os dados atualizados do último Censo do IBGE (2022). A alteração realizada na Equação 11, a qual também não modifica a finalidade do indicador, consistiu na substituição da variável 'domicílios' pelas variáveis 'pessoas' e 'população'.

Equação 11 - Cálculo do Indicador Domicílios/Pessoas com Descarte Inadequado de Esgoto (IDI).

$$IDI = \frac{Pfr + Pda + Pdn}{Pot} * 100$$

Fonte: Adaptado de Barreto *et al.* (2020).

Sendo:

Pfr = Pessoas em domicílios que descartam em fossa rudimentar

Pda = Pessoas em domicílios que descartam em curso d'água

Pdn = Pessoas em domicílios com descarte não especificado

Pot = População total

5.1.3 Indicador de Resíduos Sólidos (IRS)

Por sua vez, o Indicador de Resíduos Sólidos (IRS) foi calculado por meio da Equação 12, utilizando a média aritmética de três indicadores de 2ª ordem e com o peso no valor de 0,21.

Equação 12 - Cálculo do Indicador de Resíduos Sólidos (Irs).

$$IRS = \frac{ICR + IDF + ICP}{3}$$

Fonte: Barreto *et al.* (2020).

Os dados utilizados para o cálculo dos indicadores foram coletados através do SNIS (2021 e 2022) e no IBGE (2022).

- a) **Indicador de Coleta de Resíduos (ICR):** O ICR foi calculado através da Equação 13, cuja finalidade é a de quantificar os domicílios que são atendidos pela coleta de lixo em relação a quantidade de domicílios totais.

Equação 13 - Cálculo do Indicador de Coleta de Resíduos (Icr).

$$ICR = \frac{Dcr}{Dot} * 100$$

Fonte: Barreto *et al.* (2020).

Sendo:

Dcr = Domicílios atendidos por coleta de resíduos sólidos

Dot = Domicílios totais

- b) **Indicador de Destinação Final (IDF):** O IDF foi calculado através da Equação 14, cuja finalidade é a de quantificar a situação atual da destinação final dos resíduos. No entanto, é importante destacar que o último Censo do IBGE (2022) não fornece dados específicos da variável ‘domicílios que descartam em curso d’água – Ddc’, mas sim da variável ‘domicílios que descartam em outros meios – Ddo’. Devido a essa limitação de dados, foi necessário adaptar a equação originalmente proposta por Barreto *et al.* (2020).

Equação 14 - Cálculo do Indicador de Destinação Final (Idf).

$$IDF = \left(\frac{Der + Ddo + Ddt + Dqr}{Dot} \right) * 100$$

Fonte: Adaptada de Barreto *et al.* (2020).

Sendo:

Der = Domicílios que enterram o resíduo

Ddo = Domicílios que descartam em outros meios

Ddt = Domicílios que descartam em terreno baldio

Dqr = Domicílios que queimam os resíduos

Dot = Domicílios totais

- c) **Indicador de Participação em Consórcio de Resíduos Sólidos (ICP):** Os resultados deste indicador foram pontuados com base nos critérios listados no Quadro 09 de acordo com Barreto *et al.* (2020).

5.1.4. Indicador de Drenagem Urbana (IDU)

O Indicador de Drenagem Urbana (IDU) foi calculado por meio da Equação 15, utilizando a média aritmética de quatro indicadores de 2ª ordem, cujo peso é de 0,13.

Equação 15 - Cálculo do Indicador de Drenagem Urbana (IDU).

$$IDU = \frac{IAI + IPV + IMD + ICV}{4}$$

Fonte: Adaptada de Barreto *et al.* (2020).

Para este indicador, os dados para os cálculos foram obtidos através do SNIS (2021 e 2022) e também no ATLAS BRASIL, ano de referência 2017.

- a) **Indicador de Alagamento, Inundação e/ou Enchente (IAI):** O IAI foi calculado por meio da Equação 16, a qual identifica as vias com ou sem ocorrência de eventos associados a chuvas.

Equação 16 - Cálculo do Indicador de Alagamento, Inundação e/ou Enchente (IAI).

$$IAI = \frac{Dai}{Dot} * 100$$

Fonte: Adaptada de Barreto *et al.* (2020).

Sendo:

Dai = Domicílios atingidos

Dot = Domicílios totais

- b) **Indicador de Pavimentação das Vias (IPV):** O IPV foi calculado por meio da Equação 17, cujo resultado indica a porcentagem de vias que são pavimentadas no município.

Equação 17 - Cálculo do Indicador de Vias Pavimentadas (IPV).

$$IPV = \frac{Etp}{Etv} * 100$$

Fonte: Adaptada de Barreto *et al.* (2020).

Sendo:

Etp = Extensão total de vias pavimentadas

Etv = Extensão total de vias

- c) **Indicador de Vias com Microdrenagem (IMD):** O cálculo do IMD foi realizado utilizando a Equação 18, cujo propósito é quantificar, em porcentagem, a extensão total de vias pavimentadas com microdrenagem dos municípios.

Equação 18 - Cálculo do Indicador de Vias com Microdrenagem (IMD).

$$IMD = \frac{Emd}{Etp} * 100$$

Fonte: Adaptada de Barreto *et al.* (2020).

Sendo:

Emd = Extensão de vias com microdrenagem

Etp = Extensão total de vias pavimentadas

- d) **Indicador de Cobertura Vegetal (ICV):** Para o levantamento de dados do ICV, optou-se por considerar a porcentagem de cobertura vegetal natural disponível no ATLAS BRASIL, com dados do MapBiomas de 2017. Assim, não foi necessário utilizar a equação proposta por Barreto (2020), uma vez que o resultado do indicador corresponde diretamente ao valor da porcentagem encontrada.

5.1.5. Indicador de Saúde Pública (ISP)

O Indicador de Saúde Pública (ISP) foi calculado através da Equação 20, utilizando a média aritmética dos três indicadores de 2ª ordem, cujo peso é de 0,06.

Equação 20 - Cálculo do Indicador de Saúde Pública (ISP).

$$ISP = \frac{IMI + IEE + IMS}{3}$$

Fonte: Adaptada de Barreto *et al.* (2020).

Os dados para o cálculo deste indicador foram coletados através do sistema IPECEDATA, desenvolvido pelo Instituto de Pesquisa e Estratégia do Ceará (IPECE); no último Censo do IBGE; e nos Boletins Epidemiológicos desenvolvidos pela Secretaria de Saúde do Ceará, todas as fontes de dados com 2022 sendo o ano de referência.

- a) **Indicador de Mortalidade Infantil (IMI):** Para pontuar este indicador, foi adotado como critério a classificação do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), o qual define como altas as taxas de mortalidade infantil com 50 ou mais óbitos a cada 1 mil nascidos vivos.
- b) **Indicador de Endemias/Epidemias (IEE):** Por sua vez, a pontuação deste indicador se deu a partir da ocorrência de casos das doenças associadas ao saneamento básico. Para o cálculo, foi utilizada a Equação 21, a qual relaciona as 7 doenças envolvidas no indicador.

Equação 21 - Cálculo do Indicador de Endemias/Epidemias (IEE).

$$IEE = \frac{DIA + LEP + VER + DEN + ZIK + CHI + HEP}{7}$$

Fonte: Barreto *et al.* (2020).

Sendo:

DIA = Ocorrência de diarreia

LEP = Ocorrência de leptospirose

VER = Ocorrência de verminose

DEN = Ocorrência de dengue

ZIK = Ocorrência de zika

CHI = Ocorrência de chikungunya

HEP = Ocorrência de hepatite

- c) **Indicador de Médicos - SUS (IMS):** Por fim, o IMS foi calculado utilizando a Equação 22, a qual quantifica o percentual de médicos do SUS a cada mil habitantes dos municípios.

Equação 22 - Cálculo do Indicador de Médicos - SUS (IMS).

$$IMS = \frac{TMD}{TPO} * 1000$$

Fonte: Barreto *et al.* (2020).

Sendo:

TMD = Total de médicos (Registrados no SUS)

TPO = Total da população do município

5.1.6. Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) foi calculado através da Equação 23, utilizando a média aritmética de três indicadores de 2ª ordem e atribuindo um peso de 0,06, o menor de todos os indicadores.

Equação 23 - Cálculo do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH).

$$IDH = \frac{ILD + IRF + IED}{3}$$

Fonte: Barreto *et al.* (2020).

Sendo:

IDHM – Longevidade (ILD) = Indicador de Desenvolvimento Humano Municipal de Longevidade

IDHM – Renda (IRF) = Indicador de Desenvolvimento Humano Municipal de Renda

IDHM – Educação (IED) = Indicador de Desenvolvimento Municipal de Educação

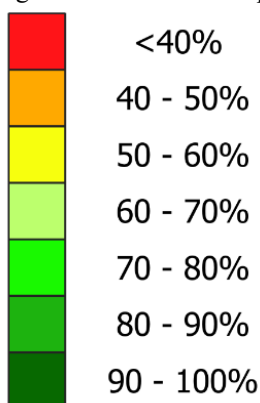
A pontuação foi determinada com base nos critérios descritos no Quadro 15, os quais representam diretamente o valor do índice disponível no *site* do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (ATLAS BRASIL) para cada indicador. Os dados coletados são referentes ao ano de 2010.

5.2. MAPAS TEMÁTICOS DE SALUBRIDADE AMBIENTAL PARA A MICRORREGIÃO

Para cada um dos seis indicadores do ISA, foi construído um mapa temático individual que representa a distribuição dos dados nos cinco municípios estudados. Utilizando o *software* QGIS (Quantum GIS versão 3.18.3), os mapas foram elaborados com base nos arquivos *shapefiles* dos limites municipais e estaduais do Brasil disponibilizados pelo IBGE (2020). Esses mapas destacam visualmente a conformidade de cada município com os respectivos indicadores, indicando através de uma escala de cores a porcentagem calculada neste trabalho.

As cores foram selecionadas de forma arbitrária: à medida que a porcentagem se aproxima de 100%, a cor tende a ser mais verde, indicando alta salubridade. Por outro lado, à medida que se aproxima de 0%, a cor tende a ser mais vermelha, indicando baixa salubridade. Estas cores foram empregadas para oferecer uma representação visual do nível de intensidade ou conformidade de cada indicador em relação aos municípios analisados (Figura 5).

Figura 5 - Legenda de cores dos mapas temáticos



Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

5.3. RELAÇÃO ISA E OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ODS)

A metodologia adotada na terceira etapa deste estudo, teve como objetivo investigar as relações entre os Indicadores de Salubridade Ambiental (ISA) e os indicadores dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com o propósito de analisar o impacto do ISA no alcance desses objetivos. Os dados e informações dos ODS foram obtidos por meio da plataforma Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC-BR).

Inicialmente, foram selecionados os ODS mais compatíveis com os indicadores de 1ª ordem do ISA, garantindo que cada indicador do ISA estivesse associado a um único ODS correspondente. A escolha dos ODS foi feita considerando que, se um ou mais indicadores do ISA estivessem relacionados a algum dos 17 ODS, este seria selecionado para análise detalhada. Com base nessa seleção, foram escolhidos quatro ODS (Quadro 16).

Quadro 16 - Seleção ODS x ISA

ODS	ISA
ODS 6 Água Potável e Saneamento	IAB - Indicador de Abastecimento de Água
	IES - Indicador de Esgoto Sanitário
	ISP - Indicador de Saúde Pública
ODS 10 Redução das Desigualdades	IDH - Índice de Desenvolvimento Humano
ODS 12 Produção e Consumo Sustentáveis	IRS - Indicador de Resíduos Sólidos
ODS 15 Vida Terrestre	IDU - Indicador de Drenagem Urbana

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Em seguida, foi elaborado um quadro contendo os quatro ODS selecionados e seus respectivos indicadores, totalizando 21 indicadores. Para cada indicador do ODS, foram examinadas as possíveis relações com os indicadores de 1ª ordem do ISA.

As relações entre os indicadores foram classificadas arbitrariamente em três categorias: conexão direta (D), conexão indireta (I) e nenhuma conexão (N). Uma conexão direta indicava que um indicador do ISA estava diretamente relacionado a um indicador do ODS, enquanto uma conexão indireta sugeria uma relação influenciada também por outros fatores. Caso não houvesse relação identificada entre um indicador do ISA e um indicador do ODS, isso era classificado como nenhuma conexão.

Além disso, para enriquecer a análise e discussão, foram coletados e adicionados no quadro os dados do Nível de Desenvolvimento Sustentável - NDS de cada município, os quais estão disponibilizados na plataforma do IDSC-BR.

Por meio da análise dessas relações, foi possível avaliar o potencial dos indicadores do ISA em contribuir para a melhoria e o alcance dos ODS selecionados. Os resultados foram interpretados à luz das implicações para políticas públicas, estratégias de desenvolvimento sustentável e medidas de mitigação.

5.4. PROPOSIÇÕES DE MELHORIAS PARA A MICRORREGIÃO DE BREJO SANTO

Após a análise dos resultados dos indicadores de 2ª ordem do ISA para cada município estudado, foram identificados os indicadores com resultados mais baixos, buscando uma compreensão mais profunda das áreas que necessitavam de atenção prioritária. Em seguida, foi realizada uma pesquisa em artigos científicos, relatórios de órgãos públicos e sites profissionais relacionados ao tema do saneamento básico, a fim de selecionar as melhores ações e práticas que pudessem ser aplicadas para melhorar os resultados dos indicadores identificados como críticos.

Por fim, as propostas de melhorias identificadas foram organizadas em um quadro, permitindo uma visão clara das ações a serem implementadas em cada área, facilitando a tomada de decisões por parte dos gestores municipais.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, são apresentados os resultados dos indicadores de 1ª e 2ª ordem utilizados para calcular o Indicador de Salubridade Ambiental para Municípios de Pequeno Porte da Microrregião de Brejo Santo (ISA/MPP-MBS), conforme a metodologia proposta por Barreto *et al.* (2020).

As tabelas de resultados apresentadas na seção 6.1, representam um resumo das planilhas dos cálculos (APÊNDICE A; B; C; D; E; F).

6.1. INDICADORES DE 1ª E 2ª ORDEM

6.1.1. Indicador de Abastecimento de Água da Microrregião de Brejo Santo (IAB/MBS)

A pontuação encontrada para o IAB da microrregião de Brejo Santo (IAB/MBS), calculada a partir da Equação 03, **foi de 56,54%**. Essa pontuação foi obtida ao utilizar os resultados individuais do IAB de cada município (Tabela 02).

Tabela 2 - Resultados dos indicadores de 1ª e 2ª ordem do IAB para os municípios da microrregião de Brejo Santo no ano de 2022

Município	Pontuação					IAB
	ICA	IQA	IDM	ISA	IOF	
Brejo Santo	73,59	0	48,3	100	50	54,38
Milagres	46,72	80	48,3	100	0	55,00
Abaíara	41,76	100	48,3	100	0	58,01
Jati	54,34	80	48,3	100	0	56,54
Penaforte	60,06	80	48,3	100	25	62,67

Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

Em relação ao IAB/MBS (1ª ordem), o município de Brejo Santo registrou a menor pontuação (54,34 pontos), enquanto Penaforte obteve a maior (62,67 pontos). Esses resultados indicam uma semelhança entre os municípios, evidenciando uma variação pequena nos valores dos IABs, que não excederam 9 pontos. Por sua vez, alguns dos indicadores de 2ª ordem calculados, apresentaram resultados iguais devido o banco de dados disponível, como é o caso

do Indicador de Disponibilidade do Manancial – IDM e o Indicador de Situação do Abastecimento – ISA.

O IDM, com um valor de 48,3%, foi encontrado a partir dos dados disponibilizados pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (Cogerh) no Portal Hidrológico do Ceará. Esse valor representa o volume de água que estava disponível para os municípios inseridos na sub-bacia do Rio Salgado em dezembro de 2022. Sabendo que a sub-bacia engloba 23 municípios, o valor desse volume é preocupante, visto que pode indicar um déficit de disponibilidade hídrica dos mananciais superficiais e subterrâneos, o qual, de acordo com o documento *Diagnóstico da Região Hidrográfica do Rio Salgado* de 2022 da Cogerh, é influenciado não apenas pelos longos períodos de estiagem no Nordeste, mas também por barramentos clandestinos que diminuem a derivação de água para os reservatórios que são gerenciados pela Cogerh.

Ainda, essa porcentagem encontrada do IDM, pode interferir também nas metas quantitativas estabelecidas pela Lei 14.026/2020, a qual uma delas informa que, até 2033, 99% da população deve ter acesso à água de qualidade. Diante disso, com um resultado encontrado abaixo de 50%, esse acesso tende a ser comprometido.

Com relação ao ISA, a pontuação foi atribuída devido as informações coletadas por meio dos *Relatórios Anuais de Qualidade da Água* da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) referente ao ano de 2022 e também por meio do contato com o Serviço Autônomo de Água e Esgoto do município de Brejo Santo (SAAEBS). De acordo com Barreto *et al.* (2020), quando o sistema de abastecimento de água estiver classificado como ‘Normal’, a pontuação será a máxima. Portanto, para os cinco municípios, o indicador recebeu o valor de 100 pontos.

Diante dos resultados do Indicador de Cobertura de Abastecimento (ICA), observa-se que, dentre os cinco municípios, Abaiara foi o que apresentou o menor valor (41,76 pontos) e Brejo Santo o maior (73,59 pontos), uma diferença de mais de 30 pontos. Isso revela uma gestão municipal mais avançada no que diz respeito ao abastecimento de água residencial em um dos municípios. Por outro lado, a diferença desses valores ressalta a necessidade de investimentos nas áreas com pontuações mais baixas, que também é o caso do município de Milagres, que apresentou uma pontuação abaixo dos 50.

O Indicador de Outras Fontes de Abastecimento (IOF) pode ser correlacionado com o ICA quando a porcentagem calculada do ICA não atinge os 100%. Por exemplo, para o município de Abaiara, o resultado do IOF foi de 58,23 pontos. Ao subtrair esse valor da

pontuação máxima (100 pontos), obtêm-se a pontuação encontrada para o ICA (41,76 pontos). Isso indica que a maioria dos domicílios desse município utilizam fontes alternativas de abastecimento. Dessa forma, de acordo com a classificação proposta por Barreto *et al.* (2020), a pontuação atribuída para Abaiara foi a menor (0 pontos), assim como para Milagres e Jati.

No estudo realizado por Barreto (2020), por exemplo, foi identificado que os municípios de pequeno porte de Congo e Cabaceiras, ambos da Paraíba, apresentaram 30,85% e 23,35% dos domicílios na situação de abastecimento por fontes alternativas, respectivamente. O uso dessas fontes, como é o caso da captação de água da chuva pela comunidade ribeirinha da Ilha do Combú-PA, fornece a possibilidade de desenvolvimento do uso de cisternas para abastecimento domiciliar em larga escala. Contudo, existem municípios os quais a captação é feita diretamente do rio sem nenhum tratamento, podendo impactar negativamente na qualidade de vida da população (Aires *et al.*, 2019).

Com relação ao Indicador de Qualidade de Água Distribuída (IQA), observa-se que o município de Brejo Santo obteve a menor pontuação. Esse resultado é devido aos dados dos indicadores de Quantidade de amostras para cloro residual, turbidez e coliformes totais disponibilizados pelo Sistema de Informações Sobre Saneamento (SNIS), referente ao ano de 2021 que, ao serem adicionados na Equação 6 proposta pelo CONESAN (1999), resultou em 0. Dessa forma, para Brejo Santo a situação da água distribuída foi classificada como ‘Imprópria’ de acordo com Barreto *et al.* (2020). Para Milagres, Jati e Penaforte, a classificação foi dada como ‘Ótima’, com 80 pontos, e ‘Excelente’ para Abaiara, com 100 pontos.

6.1.2. Indicador de Esgoto Sanitário da Microrregião de Brejo Santo (IES/MBS)

O IES da microrregião de Brejo Santo (IES/MBS) apresentou **um resultado de 64,68%**, também derivado da aplicação da Equação 03, que foi determinada com base nos resultados individuais dos IESs de cada município, conforme detalhado na Tabela 03.

Ao analisar os resultados, percebe-se que Abaiara foi o único município a registrar a pontuação mais baixa do IES em comparação com os demais (40,39 pontos). Brejo Santo e Penaforte, por outro lado, obtiveram os melhores resultados, alcançando 75,67 e 73,44 pontos, respectivamente. Vale destacar que as pontuações de Milagres e Jati foram praticamente idênticas, com uma diferença de apenas 0,13 pontos.

Tabela 3 - Resultados dos indicadores de 1ª e 2ª ordem do IES para os municípios da microrregião de Brejo Santo no ano de 2022

Município	Pontuação			
	ICE	IDB	IDI	IES
Brejo Santo	53,27	98,73	75	75,67
Milagres	21,40	97,64	75	64,68
Abaíara	2,41	93,75	25	40,39
Jati	21,66	96,99	75	64,55
Penaforte	46,41	98,91	75	73,44

Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

Ao observar os resultados do Indicador de Cobertura em Coleta de Esgoto (ICE), torna-se evidente o motivo pelo qual o valor Abaiara é tão baixo. O município obteve uma pontuação extremamente baixa de apenas 2,41 para esse indicador, em comparação com os demais municípios. Brejo Santo apresentou o maior valor (53,27), enquanto Jati e Milagres foram quase iguais, diferindo em apenas 0,26 pontos. Esses resultados, principalmente o de Abaiara, evidenciam que a maioria da população da microrregião de Brejo Santo, ainda não possui uma cobertura em coleta de esgoto eficiente. Essa realidade reflete a necessidade urgente de intervenções no setor de saneamento básico, especialmente considerando o contexto da Lei Complementar nº 162 de 22 de junho de 2016, promulgada no Estado do Ceará, a qual estabeleceu a Política Estadual de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário, visando melhorar os indicadores de saneamento.

Contudo, os resultados obtidos para o Indicador de Domicílios com Banheiro (IDB) são os melhores entre os indicadores, sendo o menor valor o de Abaiara (93,75%) e o maior o de Penaforte (98,91%). Importante ressaltar que, para os cálculos desse indicador, foi realizada uma pequena alteração na equação proposta por Barreto *et al.* (2020), a qual utiliza o número de domicílios. Por não possuir essa informação, foi utilizado o número de pessoas que possuem banheiros em suas residências, disponibilizado pelo IBGE. A partir dos resultados, observa-se que a alteração na equação não modificou a interpretação do indicador.

Por último, o Indicador de Domicílios com Descarte Inadequado de Esgoto (IDI), apresentou pontuações semelhantes em quatro dos cinco municípios: Brejo Santo, Milagres, Jati e Penaforte, todos com 75 pontos. As porcentagens calculadas, ao utilizar a Equação 11 proposta por Barreto *et al.* (2020), foram de 8,34%, 10,33%, 11,50% e 3,64%, respectivamente.

Devido a porcentagem de Abaiara ter sido de 32,65%, a pontuação recebida foi de apenas 25 pontos, conforme a classificação apresentada na Tabela 04. Esses dados informam a necessidade de fiscalização e medidas de contenção, uma vez que o descarte inadequado de esgoto acaba interferindo não apenas nas infraestruturas do sistema (podendo interferir inclusive nos resultados dos Indicadores de Domicílios Atingidos por Alagamento, Inundação e/ou Enchente – IAI e Destinação Final - IDF), mas também na saúde pública (que por sua vez pode interferir no Indicador de Endemias ou Epidemias – IEE).

6.1.3. Indicador de Resíduos Sólidos da Microrregião de Brejo Santo (IRS/MBS)

O IRS apresentou a melhor pontuação de todos os seis indicadores de 1ª ordem do ISA/MPP da microrregião de Brejo Santo, **com o valor de 79,26%**. O resultado do IRS de cada município pode ser visualizado na Tabela 04.

Tabela 4 - Resultados dos indicadores de 1ª e 2ª ordem do IRS para os municípios da microrregião de Brejo Santo no ano de 2022

Município	Pontuação			
	ICR	IDF	ICP	IRS
Brejo Santo	71,41	75	100	82,14
Milagres	46,68	50	100	65,56
Abaiara	40,84	50	100	63,61
Jati	62,79	75	100	79,26
Penaforte	63,30	75	100	79,43

Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

Mais da metade dos municípios da microrregião apresentaram uma pontuação próxima dos 80%, indicando que os serviços de resíduos sólidos são de qualidade. Brejo Santo registrou o maior valor, com 82,14%, enquanto Abaiara apresentou o menor, com 63,61%. Destaca-se também que Jati e Penaforte possuem valores similares, com 79,26% e 79,43%, respectivamente, diferindo apenas por uma pequena margem de 0,17 pontos entre eles.

O Indicador de Coleta de Resíduos Sólidos (ICR), foi melhor pontuado no município de Brejo Santo (71,41). Por outro lado, com uma diferença de 30 pontos, Abaiara apresentou o menor valor dentre os cinco municípios, com 40,84 pontos. Ao comparar com o estudo realizado por Framesche, Souza e Barbado (2022), os valores encontrados foram de 62 pontos

para o município de Cianorte-PA e 65 para Umuarama-PA. Por sua vez, o estudo de Barreto (2020) revelou que os municípios de Congo-PB e Cabaceiras-PB, alcançaram um ICR de 63,67 e 45,23 pontos, respectivamente. Apesar de realidades diferentes, é perceptível a semelhança de que, em alguns municípios de pequeno porte, a cobertura de resíduos sólidos ainda é considerada insatisfatória, dado que uma parcela significativa da população não tem acesso a esse serviço.

Com relação ao Indicador de Destinação Final (IDF), observa-se que Brejo Santo, Jati e Penaforte foram pontuados com 75 pontos de acordo com a classificação proposta por Barreto *et al.* (2020). As porcentagens calculadas a partir da Equação 14, foram de 17,94%, 12,78% e 9,96%, respectivamente. É importante ressaltar que quanto menor a porcentagem, maior a classificação para este indicador, o que indica que os domicílios estão realizando a destinação dos resíduos de maneira adequada. Ao observar os resultados de Abaiara e Milagres (50 pontos cada), surge a necessidade de melhorar a gestão dos resíduos para garantir uma melhor destinação final nessas localidades.

A análise da participação em consórcio de resíduos sólidos foi conduzida por meio da utilização do ICP. Na microrregião, o valor obtido foi o máximo (100 pontos) para esse indicador em todos os municípios. Esses dados foram extraídos do SNIS (2021), onde a pontuação máxima é atribuída quando a resposta sobre a participação do município em consórcio é afirmativa, ou seja, 'sim'. De acordo com a Secretaria das Cidades do Governo do Estado do Ceará, a microrregião de Brejo Santo, além de outros municípios da região (Aurora, Porteiras, Mauriti e Barro), fazem parte do Consórcio Municipal para Aterro de Resíduos Sólidos (COMARES), com sede na cidade de Milagres.

6.1.4. Indicador de Drenagem Urbana da Microrregião de Brejo Santo (IDU/MBS)

O terceiro melhor resultado do ISA/MPP da microrregião de Brejo Santo, foi do IDU, **com um valor de 74,13%**. Com relação aos indicadores de 1ª e 2ª ordem cada município, os resultados podem ser visualizados na Tabela 05 resumida.

Assim como observado nos resultados do IRS, todos os municípios obtiveram valores acima de 60 pontos no IDU. O melhor deles foi o de Jati, com 85,06% e o pior foi o de Brejo Santo, com 65,35%. Os demais municípios ficaram na casa dos 70%.

Tabela 5 - Resultados dos indicadores de 1ª e 2ª ordem do IDU para os municípios da microrregião de Brejo Santo no ano de 2022

Município	Pontuação				
	IAI	IPV	IMD	ICV	IDU
Brejo Santo	75	70	16,4	100	65,35
Milagres	100	75	16,7	100	72,92
Abaíara	100	61,13	35,4	100	74,13
Jati	100	98,70	41,6	100	85,06
Penaforte	75	100	80	50	76,25

Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

Ao analisar as pontuações encontradas para o Indicador de Domicílios Atingidos por Alagamento, Inundação e/ou Enchente (IAI), os únicos municípios que não receberam o valor máximo de 100 pontos foram Brejo Santo e Penaforte. Isso se deve pela quantidade de domicílios que foram atingidos por alagamento, inundação e/ou enchente no ano de 2022. Em Brejo Santo foram 6 casos notificados e em Penaforte 1 caso, de acordo com os dados do SNIS. Assim, as porcentagens obtidas a partir da Equação 16 proposta por Barreto *et al.* (2020), motivaram a classificação desses municípios para 75 pontos. Os demais, como pode ser observado na Tabela 04, não sofreram por domicílios atingidos em 2022.

Com relação aos Indicadores de Vias Pavimentadas (IPV) e Vias com Microdrenagem (IMD), as pontuações para todos os cinco municípios foram variadas. Para o IPV, Abaíara obteve o menor valor (61,13 pontos) e Penaforte o maior (100 pontos), enquanto Brejo Santo e Milagres ficaram na casa dos 70% e Jati quase com a pontuação máxima (98,70 pontos). Por sua vez, o IMD apresentou resultados semelhantes para os municípios de Brejo Santo e Milagres (16,4 e 16,7 pontos, respectivamente), enquanto Penaforte foi o único que se destacou, com uma pontuação exata de 80 pontos.

Diante dos resultados do Indicador de Cobertura Vegetal (ICV), observa-se que apenas o município de Penaforte obteve a pontuação de 50 pontos, diferente dos demais que atingiram o valor máximo (100 pontos). O motivo se deu pela porcentagem disponibilizada pela plataforma do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil para esse município em 2017, que foi de apenas 16,4%. De acordo com a classificação para esse indicador proposta por Barreto *et al.* (2020), a cobertura vegetal que estiver na faixa de 11% - 20%, receberá a pontuação de 50 pontos. Os demais municípios, por estarem na faixa acima de 30%, receberam a pontuação máxima.

6.1.5. Indicador de Saúde Pública da Microrregião de Brejo Santo (ISP/MBS)

O ISP da microrregião de Brejo Santo (ISP/MBS) apresentou o segundo melhor resultado do ISA/MPP, **com um valor de 75%**. Esse resultado, assim como para os demais indicadores, foi obtido pela média aritmética dos ISPs de cada município (Tabela 06), realizada através da Equação 3.

Tabela 6 - Resultados dos indicadores de 1ª e 2ª ordem do ISP para os municípios da microrregião de Brejo Santo no ano de 2022

Município	Pontuação			
	IMI	IEE	IMS	ISP
Brejo Santo	100	75	75	83,33
Milagres	100	75	50	75
Abaiara	100	75	25	66,67
Jati	75	75	25	58,33
Penaforte	100	75	50	75

Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

O melhor resultado obtido foi para o município de Brejo Santo, com um ISP de 83,33%. Por outro lado, o menor foi para Jati, com apenas 58,33%, uma diferença de exatos 25% quando comparada a Brejo Santo. Além disso, observa-se que Milagres e Penaforte obtiveram os mesmos valores, com 75%.

No caso do Indicador de Mortalidade Infantil (IMI), apenas o município de Jati teve um resultado mais baixo (75 pontos) em comparação com os demais (100 pontos). A razão se deu pelo valor da taxa de mortalidade infantil disponibilizada pelo IBGE, que foi de 22,73%. Ou seja, de acordo com a classificação proposta por Barreto *et al.* (2020), a taxa para Jati se enquadra entre 20 – 29 mortos a cada 1 mil nascidos vivos. Vale ressaltar que, para Jati, o dado disponível foi do ano de 2021, enquanto para os demais municípios o ano foi de 2022.

Ao observar o Indicador de Endemias ou Epidemias (IEE), percebe-se que todos os municípios alcançaram um resultado igual: 75 pontos. Com base na classificação de Barreto *et al.* (2020), conforme Quadro 04, o valor do indicador calculado pela Equação 21, foi classificado entre 0,59 – 0,40. Portanto, como Brejo Santo, Jati e Penaforte registraram 0,57 pontos, enquanto Milagres e Abaiara atingiram 0,43 pontos, todos foram pontuados igualmente.

Considerando as definições de salubridade, como por exemplo a definida pela FUNASA (2019), para que seja atingida a pontuação máxima de 100 pontos, devem-se aplicar técnicas de controle a fim de influenciar de maneira positiva a higiene pública.

Em relação ao Indicador de Médicos – SUS (IMS), os resultados encontrados foram variados: Brejo Santo obteve a maior nota (75 pontos), Milagres e Penaforte empataram (50 pontos), assim como Jati e Abaiara (25 pontos). Essas diferenças se deram pela quantidade de médicos ligados ao SUS a cada mil habitantes dos municípios. Assim, as pontuações foram dadas de acordo com a classificação de Barreto *et al.* (2020), conforme Quadro 14.

6.1.6. Índice de Desenvolvimento Humano da Microrregião de Brejo Santo (IDH/MBS)

Representando o pior resultado do ISA/MPP da microrregião de Brejo Santo, o IDH/MBS alcançou uma média de apenas **50 pontos**. Isso se deve aos dados utilizados para o cálculo deste indicador, os quais foram baseados no Censo do IBGE do ano de 2010. Até o momento da coleta dos dados, o Censo mais recente de 2022 ainda não disponibilizou os dados referentes aos índices de desenvolvimento humano. Na Tabela 07 é possível observar os resultados dos IDHs de cada um dos municípios.

Tabela 7 - Resultados dos indicadores de 1ª e 2ª ordem do IDH para os municípios da microrregião de Brejo Santo no ano de 2010

Município	Pontuação			
	ILD – IDHM	IRF – IDHM	IED – IDHM	IDH
Brejo Santo	75	25	25	41,67
Milagres	75	25	25	41,67
Abaiara	75	25	50	50
Jati	75	25	50	50
Penaforte	75	25	50	50

Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

Os municípios que apresentaram os resultados mais baixos quanto ao IDH foram Brejo Santo e Milagres, com 41,67%. Por sua vez, Abaiara, Jati e Penaforte obtiveram valores idênticos de 50 pontos. Esses resultados refletem a situação desses municípios nas estatísticas do ano de 2010.

Quanto aos indicadores de 2ª ordem, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal de Longevidade (ILD) de todos os municípios recebeu pontuação igual (75 pontos), assim como o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal de Renda Familiar (IRF) (25 pontos). Com relação ao Índice de Desenvolvimento Humano Municipal de Educação (IED), Brejo Santo e Milagres foram classificados com 25 pontos e Abaiara, Jati e Penaforte com 50 pontos.

6.2. DETERMINAÇÃO DO ISA/MPP-MBS E MAPAS TEMÁTICOS

A partir dos resultados dos indicadores de 1ª ordem de todos os cinco municípios da microrregião de Brejo Santo, foi possível calcular o Indicador de Salubridade Ambiental para Municípios de Pequeno Porte usando a Equação 03. O resultado final para o ISA/MPP-MBS obtido foi de **66 pontos**.

Conforme o Quadro 03 elaborado por Dias (2003), os cinco municípios e a microrregião de Brejo Santo se enquadraram na situação de salubridade como “**Média salubridade**”, pois a pontuação média do ISA ficou entre 51 e 75 pontos. O resumo dos resultados dos ISAs e dos indicadores de 1ª e 2ª ordem, juntamente com a classificação de Dias (2003), pode ser visualizado na Tabela 08.

Tabela 8 - Resultados dos ISA/MPPs dos municípios e da microrregião de Brejo Santo

Município	IAB	IES	IRS	IDU	ISP	IDH	ISA/MPP	Situação de salubridade
Brejo Santo	54,38	75,67	82,14	65,35	83,33	41,67	68	Média Salubridade
Milagres	55,00	64,68	65,56	72,92	75,00	41,67	62	Média Salubridade
Abaiara	58,01	40,39	63,61	74,13	66,67	50,00	57	Média Salubridade
Jati	56,54	64,55	79,26	85,06	58,33	50,00	67	Média Salubridade
Penaforte	62,27	73,44	79,43	76,25	75,00	50,00	71	Média Salubridade
Microrregião	56,54	64,68	79,26	74,13	75,00	50,00	66	Média Salubridade

Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

A partir dos ISAs/MPPs alcançados, é possível observar uma variação nos níveis de salubridade ambiental entre as localidades. Penaforte, por exemplo, se destaca com o maior ISA/MPP, atingindo 71 pontos, indicando uma gestão municipal relativamente melhor quando comparada aos outros municípios. Em contrapartida, Abaiara registrou o menor ISA/MPP, com 57 pontos, uma diferença de exatos 20 pontos para o maior resultado.

Brejo Santo obteve o segundo melhor resultado, com 68 pontos. Considerando ser o município com a maior população e o principal da microrregião, essa pontuação levanta preocupações, uma vez que é esperado que municípios mais populosos recebam maiores investimentos e atenção por parte das autoridades locais e/ou estaduais.

Ao analisar, portanto, a ordem dos resultados dos indicadores de 1ª ordem da microrregião, tem-se: IRS (1ª posição), ISP (2ª posição), IDU (3ª posição), IES (4ª posição), IAB (5ª posição) e IDH (6ª posição). Embora seja claro que todos os setores são importantes para a salubridade, é preocupante a posição atual dos indicadores de água e esgoto, que contradiz os princípios da universalização do acesso aos serviços estabelecidos pelo novo marco do saneamento básico.

O Indicador de Abastecimento de Água, por exemplo, por ter apresentado um resultado muito baixo, influencia diretamente na qualidade de vida da população e na saúde pública, podendo acarretar não apenas em problemas como escassez de água para atividades básicas, mas principalmente em doenças por veiculação hídrica, como diarreia e leptospirose. Isso destaca a necessidade urgente de investimentos para garantir um acesso adequado de água potável. Essa necessidade é ainda mais evidente considerando que o Indicador de Cobertura de Abastecimento (ICA) indicou que nenhum município alcançou a pontuação de 75%.

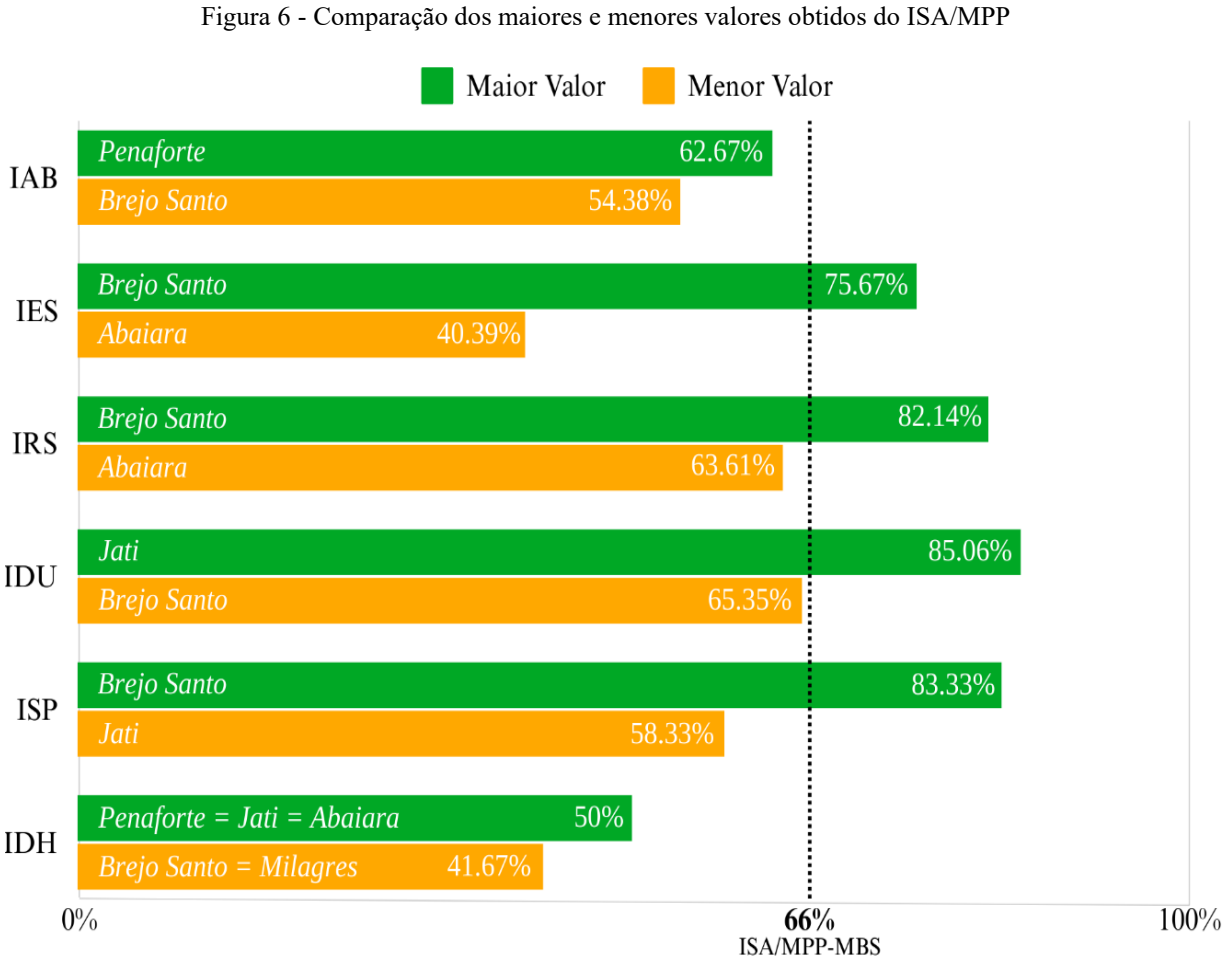
Por outro lado, embora o Indicador de Resíduos Sólidos tenha se destacado no ISA/MPP, é válido ressaltar que o resultado foi influenciado principalmente pela participação positiva dos municípios em consórcios de resíduos. A taxa de cobertura de coleta, por exemplo, que representa um importante indicador devido à prevenção de poluição e doença, não atingiu os níveis esperados. Isso indica, portanto, que ainda há desafios a serem enfrentados para garantir uma gestão eficiente dos resíduos sólidos urbanos.

É preciso reconhecer também que, apesar dos resultados, todos esses indicadores possuem variáveis dependentes de inúmeros fatores que não foram contemplados. Por exemplo, para o IRS, não foram levadas em conta a tipologia dos resíduos ou a presença de catadores; no IDU, não foi considerada a manutenção das infraestruturas das bocas de lobo e/ou sarjetas. Ou

seja, a inclusão dessas e outras variáveis relevantes nas análises dos indicadores poderia aprimorar os resultados.

Ainda, apesar das variações nos resultados do ISA/MPP de cada município, todos se encontram na mesma faixa de classificação em relação à salubridade ambiental. Isso implica que, essa uniformidade na classificação, sugere que os desafios e as áreas de melhoria, tanto para as áreas urbanas como rurais, podem ser semelhantes entre os municípios, independentemente das diferenças nos valores obtidos.

Com o objetivo de facilitar a compreensão dos resultados, foram selecionados os valores máximos e mínimos de cada indicador de 1ª ordem do ISA calculados em cada município. Isso permitiu realizar uma comparação com o resultado final do ISA/MPP-MBS que foi adicionado na Figura 6 como um ponto de referência.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

O município de Brejo Santo apareceu 3 vezes com os maiores valores, nos Indicadores de Esgoto Sanitário, Resíduos Sólidos e Saúde Pública, com todos ultrapassando a linha de referência. Destaque também para Jati, que ultrapassou a linha com o Indicador de Drenagem Urbana (IDU), sendo o melhor resultado de todos os 21 indicadores calculados (85,06%).

Com relação aos menores valores, o município de Abaiara aparece em dois momentos: no Indicador de Resíduos Sólidos (IRS) e no Indicador de Esgoto Sanitário (IES), que representou o menor resultado entre todos os 21 indicadores (40,39%).

No geral, observa-se que todos os municípios da microrregião foram representados por valores máximos e mínimos em alguns indicadores, com alguns aparecendo mais de uma vez e outros apenas uma vez. Essa diversidade de casos destaca as diferentes realidades enfrentadas por cada um desses municípios, apesar de estarem inseridos em uma mesma microrregião.

Assim, para proporcionar uma visualização mais clara dessas disparidades entre os cinco municípios, foram elaborados mapas temáticos para cada um dos indicadores de 1ª ordem do ISA calculados.

Conforme a Figura 7, para o IAB, a maioria dos municípios estudados foram classificados na faixa de 50 - 60%, sendo Penaforte o único a se destacar entre 60 - 70%.

Para o IES, a maioria dos municípios foram classificados nas faixas entre 60 e 80% apresentando resultados melhores, sendo Abaiara o único a estar na faixa 40 – 50% (Figura 8).

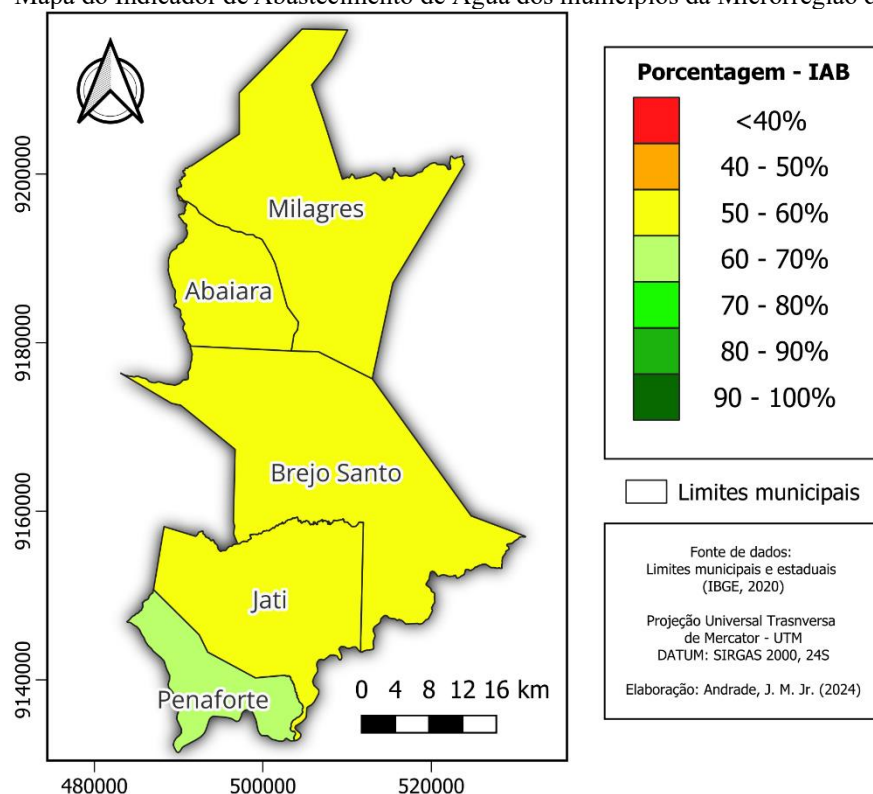
Ao observar o mapa a partir dos resultados dos IRSs individuais dos municípios, todos foram classificados em tons de verde, nas faixas entre 60 e 90% (Figura 9).

De forma similar aos resultados do IRS, o mapa para os resultados dos IDUs dos municípios destacou-se por estar também apenas em tons de verde, nas faixas entre 60 e 90% (Figura 10).

A partir dos resultados dos ISPs dos cinco municípios, a maioria foi classificada nas faixas entre 60 e 80%, sendo Jati o único a estar na faixa de 50 – 60% (Figura 11).

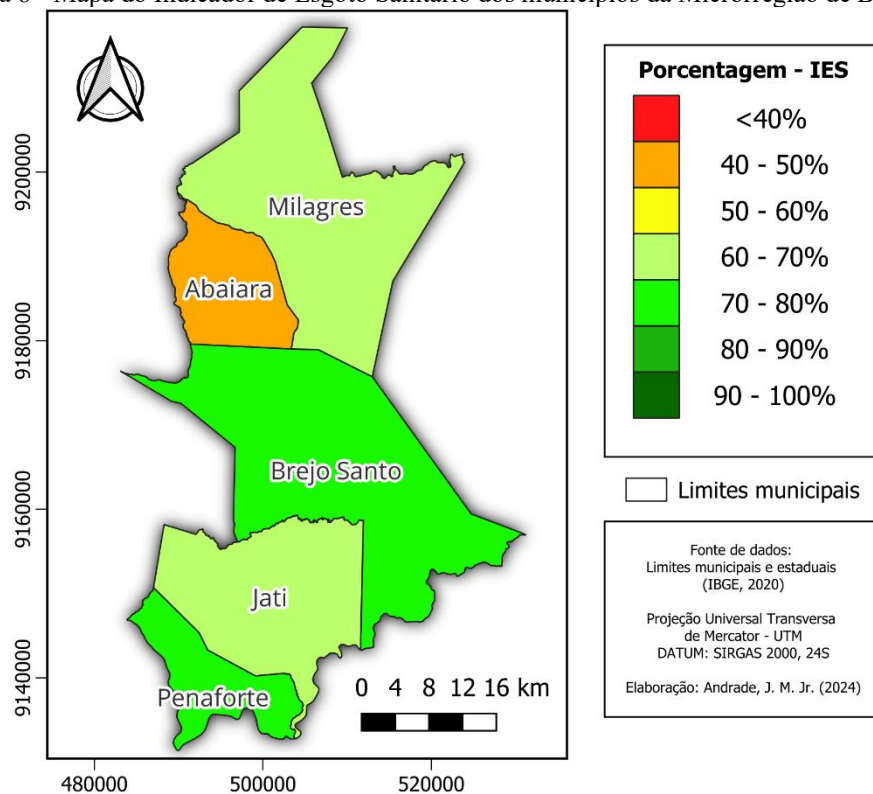
Por último, a partir dos resultados dos IDHs dos municípios, todos foram classificados nas faixas entre 40 e 60% (Figura 12).

Figura 7 - Mapa do Indicador de Abastecimento de Água dos municípios da Microrregião de Brejo Santo



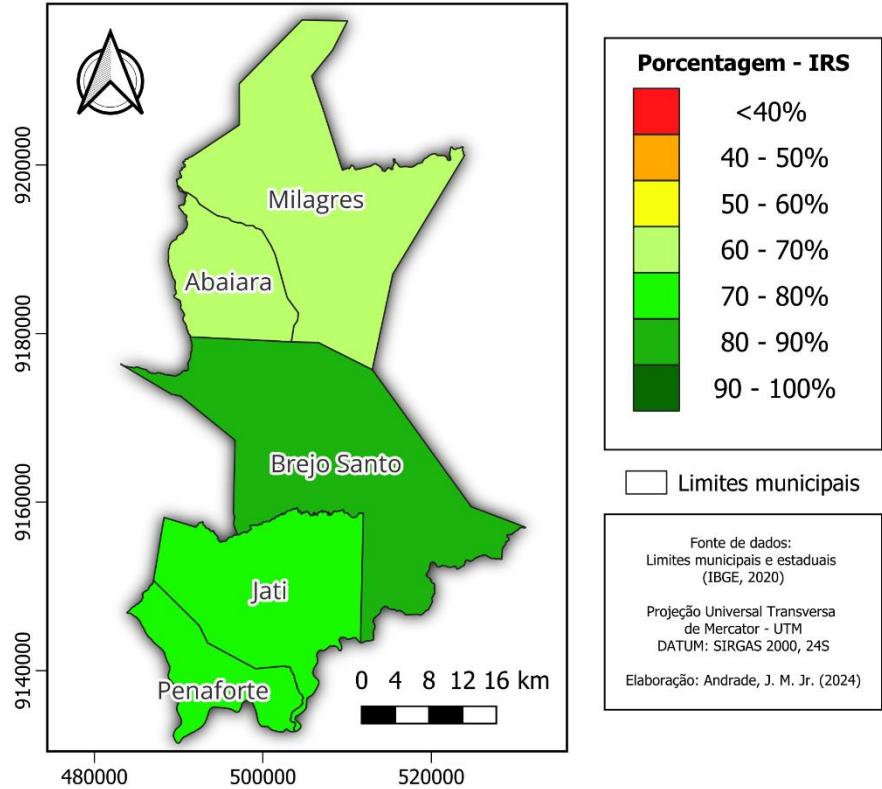
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Figura 8 - Mapa do Indicador de Esgoto Sanitário dos municípios da Microrregião de Brejo Santo



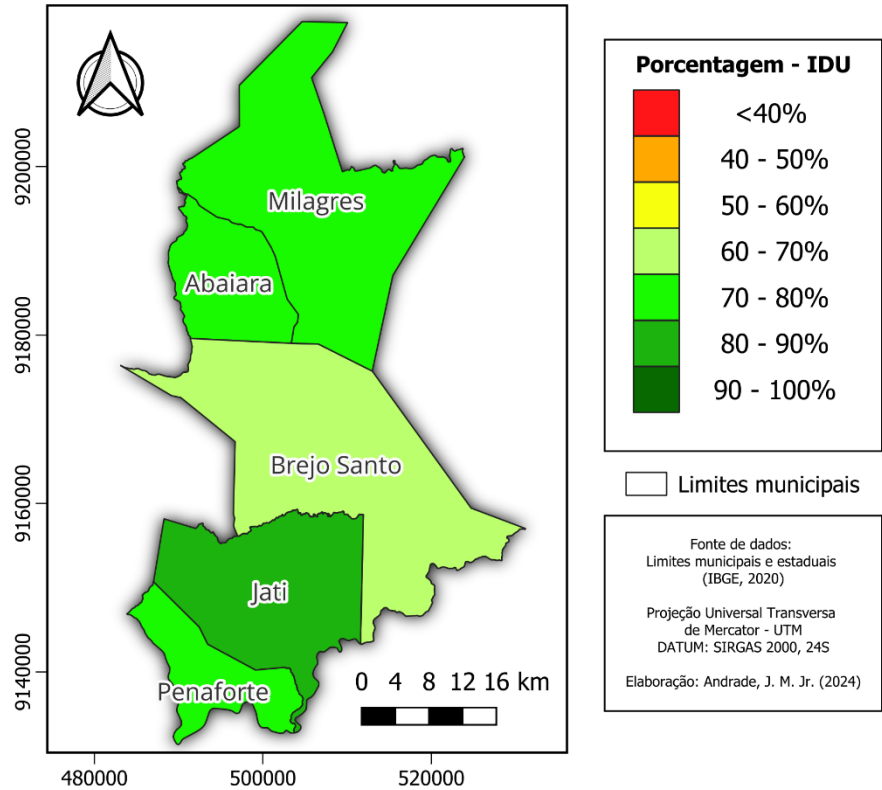
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Figura 4 - Mapa do Indicador de Resíduos Sólidos dos municípios da Microrregião de Brejo Santo



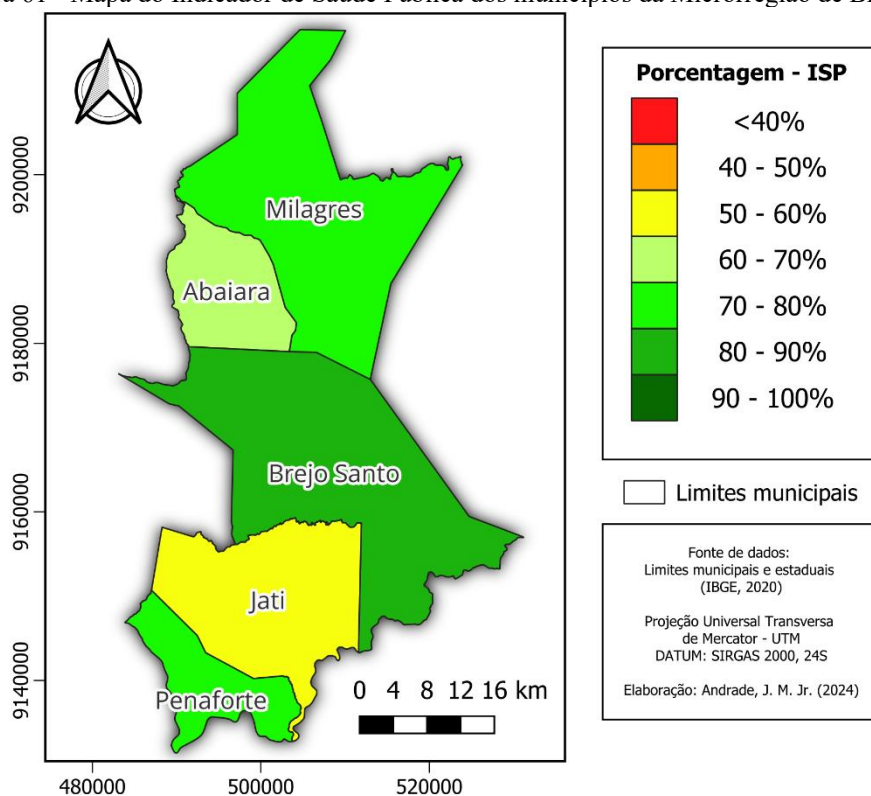
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Figura 50 - Mapa do Indicador de Drenagem Urbana dos municípios da Microrregião de Brejo Santo



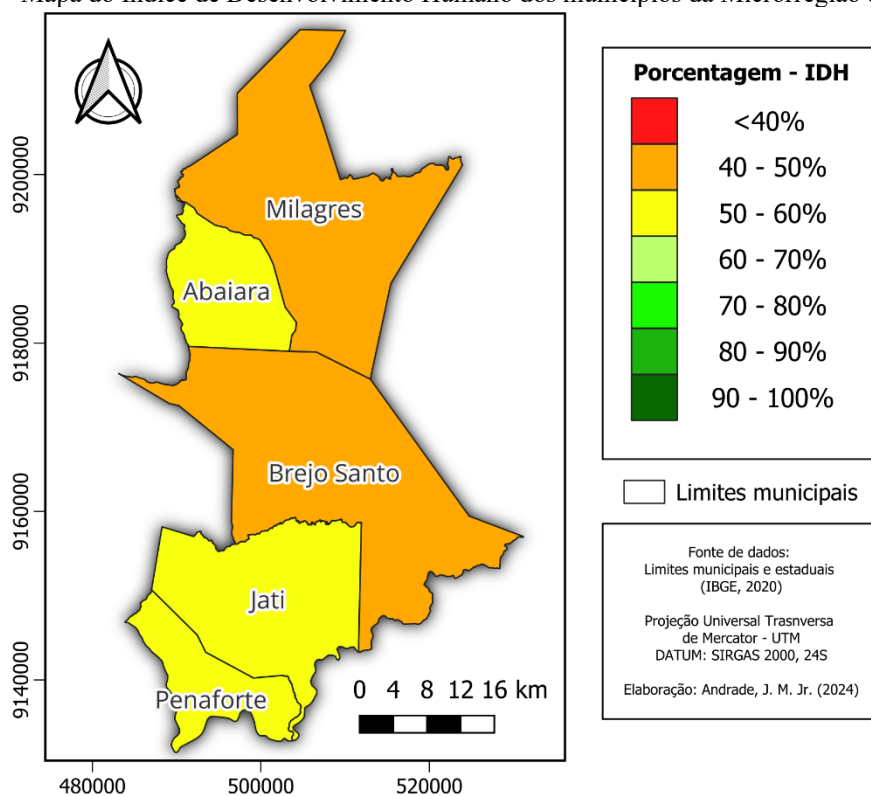
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Figura 61 - Mapa do Indicador de Saúde Pública dos municípios da Microrregião de Brejo Santo



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Figura 72 - Mapa do Índice de Desenvolvimento Humano dos municípios da Microrregião de Brejo Santo



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

6.3. RELAÇÃO ISA E ODS

Para a análise da relação dos Indicadores de Salubridade Ambiental (ISA) com os indicadores dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), selecionou-se quatro ODS dentre os 17 disponíveis. No Quadro 17, elaborado utilizando o *software Microsoft Excel*, e considerando os dados disponibilizados pela plataforma Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC-BR).

Quadro 17 - Relação dos indicadores ISA x ODS (continua)

ODS	INDICADORES	ISA	CONEXÃO	NDS				
				BREJO SANTO	MILAGRES	ABAIARA	JATI	PENAFORTE
6 ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO	Doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado	IAB	I	Baixo	Baixo	Muito baixo	Baixo	Muito baixo
		IES	I					
		ISP	D					
	Perda de água tratada na distribuição	IAB	I					
		IES	N					
		ISP	N					
	População total atendida com abastecimento de água	IAB	D					
		IES	N					
		ISP	I					
	População atendida com esgotamento sanitário	IAB	N					
		IES	D					
		ISP	I					
	Índice de tratamento de esgoto	IAB	N					
		IES	I					
		ISP	I					
10 REDUÇÃO DAS DESIGUALDADES	Renda municipal apropriada pelos 20% mais pobres	IDH	D	Alto	Alto	Alto	Alto	Muito alto
	Coefficiente de Gini		D					
	Razão mortalidade infantil		D					
	Razão Gravidez na adolescência		I					
	Taxa de distorção idade-série nos anos iniciais do Ensino Fundamental		D					
	Taxa de distorção idade-série nos anos finais do Ensino Fundamental		D					
	Risco relativo de homicídios		I					
	Violência contra a população LGBTQ+		I					
	Acesso a equipamentos da atenção básica à saúde		N					
	Razão do rendimento médio real		I					

Quadro 17 – Relação dos indicadores ISA x ODS (conclusão)

ODS	INDICADORES	ISA	CONEXÃO	NDS				
				BREJO SANTO	MILAGRES	ABAIARA	JATI	PENAFORTE
12 PRODUÇÃO E CONSUMO SUSTENTÁVEIS	Resíduos sólidos domiciliares coletados per capita	IRS	D	Baixo	Muito alto	Muito alto	Muito alto	Muito alto
	Recuperação de resíduos sólidos urbanos coletados seletivamente		I					
	População atendida com coleta seletiva		I					
15 VIDA TERRESTRE	Taxa de áreas florestadas e naturais	IDU	D	Muito baixo	Muito baixo	Muito baixo	Muito baixo	Muito baixo
	Unidades de conservação de proteção integral e uso sustentável		I					
	Grau de maturidade dos instrumentos de financiamento de proteção ambiental		N					

Legenda: ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável; D – Conexão Direta; I – Conexão Indireta; N – Nenhuma conexão; NDS – Nível de Desenvolvimento Sustentável

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

6.3.1. ODS 6 – Água Potável e Saneamento

O ODS 6 – Água Potável e Saneamento, tem como objetivo principal “garantir disponibilidade e manejo sustentável da água e saneamento para todos” (ODS Brasil, 2024). De acordo com o IDSC-BR, esse Objetivo possui 5 indicadores, que envolvem aspectos ligados ao atendimento de água e esgoto e também de saúde pública, conforme indicado no Quadro 17.

A partir da análise do ODS 6 e dos seus indicadores envolvidos, os seguintes Indicadores de Salubridade Ambiental (ISA) foram relacionados: Indicador de Abastecimento de Água (IAB), Indicador de Esgoto Sanitário (IES) e o Indicador de Saúde Pública (ISP). As conexões identificadas podem ser visualizadas no Quadro 18.

Quadro 18 - Quantidade de conexões identificadas entre os indicadores IAB, IES e ISP e os ODS

CONEXÃO	TOTAL
Direta	3
Indireta	7
Nenhuma	5
	15

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Ao observar o Quadro 18, do total de 15 conexões, apenas 3 possuem conexões diretas: o ISP com “Doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado”, o IAB com “População total atendida com abastecimento de água” e o IES com “População atendida com esgotamento sanitário”. Ou seja, quando é analisado os indicadores de 2ª ordem do ISP, eles possuem conexões com as doenças relacionadas ao saneamento. Da mesma forma com o IAB e o IES, onde ambos possuem indicadores ligados tanto ao atendimento de água quanto a coleta de esgoto.

Por sua vez, as conexões indiretas, totalizando 7, revelam que alguns aspectos dos ISAs selecionados, influenciam de alguma forma o alcance dos indicadores do ODS 6. Por exemplo, o indicador de “Perda de água tratada na distribuição” está associado ao IAB, embora não diretamente, pois os indicadores do IAB não abordam especificamente as perdas de água. Contudo, ao realizar investimentos nas estruturas que envolvem o IAB, pode haver uma melhoria no indicador de perdas do ODS 6.

A análise segue uma lógica semelhante ao observar as conexões indiretas entre os indicadores IAB e IES com o indicador “Doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado”. Isso significa que ao investir na melhoria do abastecimento de água e esgotamento sanitário, é esperado que ocorra uma redução nos casos de doenças associadas ao saneamento, contribuindo, assim, para o ODS 6.

Além disso, é importante ressaltar que das 15 conexões identificadas, apenas 5 delas não estão relacionadas aos indicadores do ISA. Isso indica que, independentemente dos investimentos realizados nessas áreas, eles não tem impacto no alcance dos indicadores do ODS 6 relacionados. Por exemplo, não importa o volume de investimentos destinados ao ISP, esses recursos não impactarão para o alcance do indicador "Perda de água tratada na distribuição", uma vez que não há conexão entre eles.

Com relação ao Nível de Desenvolvimento Sustentável – NDS, observa-se que, de acordo com o IDSC-BR, os municípios de Brejo Santo, Milagres e Jati obtiveram um nível “Baixo” e Abaiara e Penaforte “Muito Baixo”. Isso sugere a necessidade de melhorias nas áreas de saneamento para elevar o nível de desenvolvimento sustentável. Investimentos direcionados aos indicadores IAB, IES e ISP, os quais estão relacionados ao ODS 6, podem contribuir significativamente para a melhoria desse setor.

6.3.2. ODS 10 – Redução das Desigualdades

O ODS 10 – Redução das Desigualdades, tem como objetivo principal “reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles” (ODS Brasil, 2024). De acordo com o IDSC-BR, esse Objetivo possui 10 indicadores, que envolvem aspectos ligados à renda, educação, segurança e saúde, conforme indicado no Quadro 17.

Diante da análise do ODS 10, o único ISA selecionado foi o Índice de Desenvolvimento Humano – IDH, cujas quantidades de conexões identificadas podem ser visualizadas no Quadro 19.

Quadro 19 - Quantidade de conexões identificadas entre o IDH e os ODS

CONEXÃO	TOTAL
Direta	5
Indireta	4
Nenhuma	1
	10

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Ao analisar o Quadro 19, dentre um total de 10 conexões, foi constatado que metade delas (5) são diretas, enquanto 4 são indiretas, restando apenas 1 conexão sem nenhuma conexão identificada.

A partir do Quadro 17, é possível observar que as conexões diretas relacionadas ao IDH englobam indicadores de renda, como o “Coeficiente de Gini”, longevidade, representada pela “Razão de mortalidade infantil”, e educação, exemplificada pelas “Taxas de distorção idade-série nos Ensinos Fundamentais”. Além disso, é importante destacar as conexões indiretas, como aquelas dos indicadores “Risco relativo de homicídios” e “Violência contra a população LGBTQI+”. Isso sugere que investimentos em políticas públicas voltadas para a educação e

segurança, visando garantir a longevidade e bem-estar da população, podem resultar em um aumento do IDH e, consequentemente, contribuir para a melhoria do ODS 10.

A avaliação do NDS para este Objetivo, conforme o IDSC-BR, revelou uma classificação predominantemente "Alto" para a maioria dos municípios, como Brejo Santo, Milagres, Abaiara e Jati, e "Muito alto" para Penaforte. Esses resultados indicam que a região apresenta medidas eficazes nos setores de saúde, educação e segurança, refletindo um bom desempenho no contexto do desenvolvimento sustentável.

6.3.3. ODS 12 – Produção e Consumo Sustentáveis

O ODS 12 – Produção e Consumo Sustentáveis, tem como objetivo principal “assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis” (ODS Brasil, 2024). De acordo com o IDSC-BR, esse Objetivo possui 3 indicadores, que envolvem aspectos ligados aos resíduos sólidos, conforme indicado no Quadro 17.

Diante disso, o indicador do ISA selecionado para relacionar-se com esse ODS foi o Indicador de Resíduos Sólidos (IRS), cujas quantidades de conexões identificadas podem ser visualizadas no Quadro 20.

Quadro 20 - Quantidade de conexões identificadas entre o IRS e os ODS

CONEXÃO	TOTAL
Direta	1
Indireta	2
Nenhuma	0
	3

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Ao analisar o Quadro 20, observa-se que das 3 conexões registradas, uma delas foi classificada como direta, enquanto as outras 2 foram consideradas indiretas. Não houve identificação de conexões classificadas como "Nenhuma".

A conexão direta foi estabelecida com o indicador do ODS 12 "Resíduos sólidos domiciliares coletados per capita", que se correlaciona diretamente com o indicador de 2ª ordem do IRS "Indicador de Coleta de Resíduos (ICR)". Já as conexões indiretas foram identificadas com os indicadores do ODS 12 "Recuperação de resíduos sólidos urbanos coletados

seletivamente" e "População atendida com coleta seletiva". Embora esses indicadores não estejam diretamente relacionados ao IRS, são beneficiados positivamente quando há melhorias nos aspectos do IRS. Por exemplo, ao melhorar a coleta dos resíduos, há uma redução na quantidade de lixo descartado de forma inadequada, o que contribui para os indicadores do ODS 12.

Ao observar o NDS dos municípios, nota-se que a maioria deles foi classificada com o nível "Muito alto", enquanto apenas o município de Brejo Santo recebeu a classificação de "Baixo". Uma análise mais detalhada na plataforma do IDSC-BR, revelou que essa classificação foi atribuída devido à baixa proporção da população atendida por coleta seletiva e à taxa insuficiente de recuperação de materiais recicláveis em relação à quantidade total coletada. Portanto, investir nos aspectos do IRS, em especial no município de Brejo Santo, pode contribuir significativamente no alcance do ODS 12.

6.3.4. ODS 15 – Vida Terrestre

O ODS 15 – Vida Terrestre, tem como objetivo principal “proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade” (ODS Brasil, 2024). De acordo com o IDSC-BR, esse Objetivo possui 3 indicadores, que envolvem aspectos ligados a conservação ambiental, conforme indicado no Quadro 17.

Apenas o Indicador de Drenagem Urbana (IDU) foi escolhido para se relacionar com o ODS 15. As conexões encontradas são mostradas no Quadro 21.

Quadro 21 - Quantidade de conexões identificadas entre o IDU e os ODS

CONEXÃO	TOTAL
Direta	1
Indireta	1
Nenhuma	1
	3

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Ao analisar o Quadro 21, pode-se observar que das 3 conexões registradas, cada uma delas foi categorizada como 1 conexão direta, 1 indireta e 1 sem conexão. A conexão direta ocorreu com o indicador do ODS 15 "Taxa de áreas florestadas e naturais", que se correlaciona

com o indicador de 2ª ordem do IDU "Indicador de Cobertura Vegetal (ICV)", conforme o Quadro 17. Com relação a conexão indireta identificada, “Unidades de conservação de proteção integral e uso sustentável”, pode-se afirmar que ao melhorar as áreas vegetadas nos municípios, conforme indicado pelo ICV, pode não apenas contribuir para a preservação ambiental, mas também para a possível ampliação das áreas de conservação e uso sustentável, auxiliando então para o ODS 15.

De acordo com o NDS, todos os municípios da microrregião de Brejo Santo foram classificados com o nível “Muito baixo”, indicando que não estão sendo implementadas práticas de manejo sustentável das florestas ou ações eficazes de combate à desertificação. Ainda, devido ao fato de o IDU estar mais centrado em indicadores de vias pavimentadas e análises de casos de alagamentos, sua contribuição para a melhoria do ODS 15 é limitada, embora possa oferecer alguma ajuda quando focado no ICV.

6.4. PROPOSIÇÕES DE MELHORIAS PARA A MICRORREGIÃO DE BREJO SANTO

Após a análise dos resultados dos Indicadores de Salubridade Ambiental (ISAs) dos municípios e da microrregião de Brejo Santo, assim como das relações desses indicadores com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), torna-se imprescindível propor medidas e propostas de melhoria nos setores em estudo. Essas informações são essenciais para preparar os gestores municipais a desenvolver estratégias capazes de promover avanços nos aspectos da salubridade ambiental da região.

Diante disso, focando nos piores resultados dos indicadores de 2ª ordem do ISA/MPP, foi elaborado o Quadro 22 a fim de auxiliar os gestores municipais da microrregião na tomada de decisões futuras, contribuindo para o alcance dos ODS 6, 10, 12 e 15 mencionados.

Quadro 22 - Proposições de melhorias voltadas aos indicadores com os piores resultados (continua)

INDICADOR	PROPOSIÇÃO
Indicador de Cobertura de Abastecimento de Água (ICA)	Elaboração de um Plano Diretor de Água (PDA) específico para cada município, com o intuito de analisar e propor alternativas para aprimorar e expandir o Sistema de Abastecimento de Água (SAA). Este plano promove a construção de infraestruturas como sistemas de reservatórios e distribuição, destinados tanto às áreas urbanas quanto rurais. Experiências bem-sucedidas, como as de Santo André-SP (SEMAE, 2011) e Joinville-SC (JOINVILLE, 2022), destacam a eficácia do PDA na gestão dos SAA municipais.
Indicador de Cobertura em Coleta de Esgoto (ICE)	Elaboração de um Plano Diretor de Esgotamento Sanitário específico para cada município, em especial para o município de Abaiara, cujo resultado do Indicador de Esgoto Sanitário (IES) foi o mais baixo, com o propósito de aprimorar e ampliar os sistemas existentes, objetivando abranger uma maior quantidade de domicílios e áreas periféricas dos centros urbanos na cobertura de coleta de esgoto (COSANPA, 2021).
	Viabilidade para implantação de uma Parceria Público-Privado (PPP) para ampliação do sistema, promovendo, portanto, a universalização da coleta de esgoto, conforme instituída na Lei 11.445/2007 (CAGECE, 2023).
Indicador de Destinação Final (IDF)	Ampliar a coleta de resíduos dos domicílios localizados na zona rural, através de investimentos na frota responsável pela coleta, a fim de evitar o acúmulo e descarte incorreto dos resíduos (PREFEITURA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS, 2019).

Quadro 22 – Proposições de melhorias voltadas aos indicadores com os piores resultados (continuação)

INDICADOR	PROPOSIÇÃO
Indicador de Destinação Final (IDF)	Aprimorar a fiscalização e avaliar a possibilidade de aplicar multas às pessoas e/ou empresas que queimam, enterram ou que despejam resíduos em terrenos baldios, uma vez que tais práticas causam danos à saúde humana e ao meio ambiente (Baldo <i>et al.</i>, 2020). As Secretarias de Meio Ambiente dos municípios, podem implementar ações de educação ambiental para sensibilizar a população sobre os perigos à saúde pública decorrentes do descarte inadequado de resíduos. Essas iniciativas incluem campanhas educativas a serem realizadas em escolas e centros comerciais, com a utilização de materiais físicos e audiovisuais para promover a conscientização (El-Deir <i>et al.</i>, 2016).
Indicador de Vias com Microdrenagem (IMD)	Conduzir uma avaliação das áreas mais propensas a alagamentos, inundações e/ou enchentes nos municípios, visando investir em infraestrutura de microdrenagem para assegurar o escoamento adequado e seguro das águas pluviais. Essa medida visa também eliminar a presença de águas estagnadas e/ou lamaçais, que podem ser focos de doenças (CGM, 2021).
Indicador de Médicos – SUS (IMS)	As Secretaria de Saúde, em parceria com os hospitais locais e regionais, poderiam implementar programas de residência médica específicos para o SUS, oferecendo bolsas atrativas e oportunidades de capacitação em unidades de saúde pública. Além disso, poderiam também incentivar os médicos da região a participarem dos editais responsáveis por selecionar profissionais para atuarem no Programa Mais Médicos do Governo Federal (BRASIL, 2023).

Quadro 22 – Proposições de melhorias voltadas aos indicadores com os piores resultados (conclusão)

INDICADOR	PROPOSIÇÃO
Índice de Desenvolvimento Humano de Renda (IDHM – IRF)	Buscar parcerias com o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae), a fim de realizar ações estratégicas em prol do desenvolvimento econômico e social, como o Programa Cidade Empreendedora, que já atendeu diversos municípios brasileiros (SEBRAE, 2023).
	As Secretarias de Trabalho e Desenvolvimento Social dos municípios, poderiam desenvolver cursos e/ou programas de capacitações voltados a orientar futuros Microempreendedores Individuais (MEI) (Ribeiro, 2015).

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa avaliou as condições de salubridade ambiental da microrregião de Brejo Santo, a partir da utilização do Indicador de Salubridade Ambiental para Municípios de Pequeno Porte (ISA/MPP) proposta por Barreto *et al.* (2020), tendo como base o ano de referência de 2022.

O ISA/MPP-MBS conferiu a classificação de “Média salubridade”, com uma pontuação de 66, demonstrando que a microrregião carece de melhorias em diversas áreas, como nos setores de abastecimento de água, esgotamento sanitário e resíduos sólidos.

Ao examinar as relações entre os indicadores do ISA/MPP e os ODS 6, 10, 12 e 15, observou-se que os municípios enfrentam desafios semelhantes, sugerindo a possibilidade de soluções integradas que possam beneficiar coletivamente essas localidades e, consequentemente, contribuir para o alcance dos objetivos dos ODS selecionados.

Ainda que o ISA/MPP tenha como objetivo fornecer uma avaliação geral da salubridade, é importante considerar os resultados individuais dos subindicadores, uma vez que esses resultados fornecem informações valiosas para o poder público, permitindo a tomada de decisões. Nesse sentido, a aplicação do ISA/MPP-MBS revelou-se um método prático para orientar o planejamento urbano e monitorar a evolução dos serviços e da situação dos municípios.

Portanto, à medida que os municípios investem em políticas públicas, ocorre uma melhoria nas condições de saneamento, resultando em um impacto positivo na pontuação do ISA/MPP-MBS e no alcance dos ODS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 10.004 de 2004 – Resíduos Sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, RJ. 2004, ed.2. p. 71, 30 nov. 2004.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 7.229 de 1993 – Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos**. Rio de Janeiro, RJ. 1993, ed.1. p. 15, 01 nov. 1993.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 13.969 de 1997: Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação**. Rio de Janeiro, RJ. 1997, ed.1. p. 60, 30 out. 1997.

ABAIARA – CE (2019), **Projeto de Lei 14/2019, dispõe sobre a ratificação do Protocolo de intenções do Consórcio Público de Manejo de Resíduos Sólidos da Região Cariri Oriental e dá outras providências**. Disponível em <https://camaraabaiara.ce.gov.br/wp-content/uploads/2019/11/Projeto-de-Lei-N-014-21.06.2019.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2024.

AIRES, R. di K. D.; MACIEL, D. O.; SILVA, L. C. da; FONSECA, L. C. M. M. da; SANTOS, C. C. G.; LIMA, A. C. G.; RODRIGUES, A. C. D.; CASTRO, R. G. Captação da água da chuva através de cisternas para uso doméstico pela população ribeirinha e os impactos para a qualidade de vida local: resultados preliminares. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 5, n. 11, p. 25196–25201, 2019. DOI: 10.34117/bjdv5n11-190. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/4653>. Acesso em: 8 abr. 2024.

BALDO, D. M. S.; ALMEIDA, S.M.Z.; DORIGON, B.D. Queima de Resíduos Sólidos. 2020. **3ª Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade**. Disponível: <https://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2020/IV-020.pdf>. Acessado em 09 abr. 2024.

BARRETO, J. B.; FEITOSA, P. H. C.; ANJOS, K. L.; TEIXEIRA, R. O.. 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. Disponível em: <https://sustenere.inf.br/index.php/rica/article/view/CBPC2179-6858.2020.002.0028>. Acesso em: 13 fev. 2024.

BARRETO, J. B. **Avaliação do saneamento em municípios de pequeno porte da Paraíba a partir do indicador de salubridade ambiental (ISA)**. 2020. Dissertação - Programa de

Pós-Graduação em Engenharia e Gestão dos Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2020.

BASTOS, A. L.; GAMA, R. S.; CAVALCANTE, A. S. G.; GAMA, J. A. S. Adaptação e aplicação do Índice de Salubridade Ambiental (ISA) para o município de Marechal Deodoro/AL. **IX Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação (CONNEPI)**, São Luís, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/340066229_ADAPTACAO_DO_INDICE_DE_SALUBRIDADE_AMBIENTAL_ISA_PARA_O_MUNICIPIO_DE_MARECHAL_DEODOROAL. Acesso em: 12 mar. 2024

Braga, D. de L., Santos, S. L. D. X., Bezerra, N. R., Bernardino, T. E. S., Moraes, L. R. S., Moraes, V. de., Piza, F. J. de T., Teixeira, D. A., & Scalize, P. S. (2022). **Salubridade ambiental: conceituação e aplicabilidade**. Engenharia Sanitária e Ambiental, 27(3), 457–464. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/95QzvgykLP99hNdpS4RKhwH/?lang=pt#>. Acesso em: 16 mar. 2024.

BRASIL. **Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010**. Regulamenta a Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 2010, 21 jun. 2010.

BRASIL. **Portaria GM/MS no 888**, de 4 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS no 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União. Ministério da Saúde. Seção 1, Brasília, DF, 2021, ed. 85, p. 127, 04 maio 2022.

BRASIL. **Lei Estadual no 7750, de 31 de março de 1992**. Dispõe sobre a Política Estadual de Saneamento. Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo, São Paulo, 31 mar. 1992. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1992/lei-7750-31.03.1992.html>. Acesso em: 15 mar. 2024.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Brasil, 2007.

BRASIL. **Projeto de Lei nº. 5.296/2005**. Proposição sujeita à apreciação do plenário. Apresentação em 23 mai. Em arquivamento na Câmara dos Deputados. Poder Executivo,

Brasília, DF, 2005 Disponível em: www.camara.gov.br/sileg/Prop_Detalhe.asp?id=286716. Acesso em: 13 mar. 2024.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020.** Atualiza o marco legal do saneamento básico [...]. Diário Oficial da União. Seção 1, Brasília, DF, 2020, ed. 135, p. 1, 15 jul. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Termo de referência para elaboração de plano municipal de saneamento básico**, Brasília DF; Funasa, 2018.

Disponível em: <https://repositorio.funasa.gov.br/handle/123456789/473> Acesso em: 14 mar. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. **Ceará: 236 médicos selecionados no primeiro edital de 2023 já estão em atividade.** Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias-para-os-estados/ceara/2023/julho/ceara-236-medicos-selecionados-no-primeiro-edital-de-2023-ja-estao-em-atividade>. Acesso em: 3 mar. 2024

BRASIL. Ministério das Cidades. **Guia para a Elaboração de Planos Municipais de Saneamento.** Brasília/DF: MCidades, 2006.

BREJO SANTO – CE (2015), **Lei Municipal 876/2015**, cria o Conselho Municipal de Saneamento Básico de Brejo Santo/CE e dá outras providências. Disponível em <https://www.brejosanto.ce.gov.br/wp-content/uploads/2019/09/LEI-N.%C2%BA-876.2015-21.12.2015-CONSELHO-SANEAMENTO-BASICO.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2024.

CAGECE. Companhia de Água e Esgoto do Ceará. **Parceria Público-Privada para universalização de esgotamento sanitário beneficiará 1,1 milhão de pessoas no Ceará.** Fortaleza, 2023. Disponível em: <https://www.cagece.com.br/comunicacao/noticias/parceria-publico-privada-para-universalizacao-de-egotamento-sanitario-beneficiara-11-milhao-de-pessoas-no-ceara/>. Acesso em 31 mar. 2024

CEARÁ. Secretaria das Cidades. **FESB – Fundo Estadual de Saneamento Básico.**

Fortaleza: Governo do Estado do Ceará. 2024. Disponível em: <https://www.cidades.ce.gov.br/imprensa/fesb-fundo-estadual-de-saneamento-basico/>. Acesso em: 09 abr. 2024.

CEARÁ. Lei nº 162 de 20 de junho 2016. Estabelece a política estadual de abastecimento de água e de esgotamento sanitário no Estado do Ceará. **Diário Oficial do Estado do Ceará**. Seção 1, Fortaleza, CE. 2016.

CGM. CGM Engenharia, 2021. **Descubra o que é a microdrenagem e a sua importância**. Disponível em: <https://cgmengenharia.com.br/descubra-o-que-e-a-microdrenagem-e-a-sua-importancia/>. Acesso em: 31 mar. 2024.

COGERH. Companhia De Gestão Dos Recursos Hídricos. **Diagnóstico da Região Hidrográfica do Rio Salgado**. Fortaleza: Cogerh, 2022. 280 p. Disponível em: https://portal.cogerh.com.br/wp-content/uploads/2022/08/Diagnostico_Salgado_apos_aprovacao-Amanda_def_com_CT.pdf. Acesso em: 08 fev. 2024.

COLINA, Valentina de los Ángeles Castillo. **Índice de Salubridade Ambiental (ISA) aplicado ao município Belém do Estado do Pará**. Orientadora: Luiza Carla Girard Mendes Teixeira. 2018. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Belém/PA, 2018. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/1297>. Acesso em: 12 abr. 2024.

CONESAN. Conselho Estadual de Saneamento. **Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) - Manual Básico**. São Paulo, 1999. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/conesan/planos-de-saneamento-basico/>. Acesso em: 12 mar. 2024.

CUNHA, M. A., & BORJA, P. C. (2018). O programa de aceleração do crescimento no estado da Bahia e os desafios da universalização do saneamento básico. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, 10(1): 173-185. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/urbe/a/sWWgBWtwG6sQT67qLGTZYNf/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 12 mar. 2024.

COSANPA. Companhia de Saneamento do Pará. **Dispõe sobre o Contrato nº 14/2021, referente a elaboração da revisão e atualização do Plano Diretor de Abastecimento de Água e do Plano Diretor de Esgotamento Sanitário na região metropolitana de Belém - PDAAES - RMB, no Estado do Pará**. 2021. Disponível em: https://contratos.cosanpa.pa.gov.br/014_2021_00.pdf. Acesso em: 09 abr. 2024.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **NORMA DNIT 030/2004** – ES: Drenagem – Dispositivos de drenagem pluvial urbana – Especificação de serviço. 2004. Rio de Janeiro: IPR, 2004.

EL-DEIR, S. G.; AGUIAR, W. J. de; PINHEIRO, S. M. G. (org.). Educação ambiental na gestão de resíduos sólidos. 1. Ed. Recife: **EDUFRPE**, 2016. 300 p. Disponível em: https://www.repository.ufrpe.br/bitstream/123456789/2344/1/livro_educacaoambiental2016.pdf. Acesso em: 09 abr. 2024.

FERREIRA, Mateus de Paula; GARCIA, Mariana Silva Duarte. Saneamento básico: meio ambiente e dignidade humana. **Dignidade Re-Vista**, [S.l.], v. 2, n. 3, p. 12, 2017. ISSN 2525-698X. Disponível em: <https://periodicos.puc-rio.br/index.php/dignidaderevista/article/view/393>. Acesso em: 13 mar. 2024.

FERREIRA, J. G.; GOMES, M. F. B.; DANTAS, M. W. de A. Desafios e controvérsias do novo marco legal do saneamento básico no Brasil, **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 7, n. 7, p. 65449–65468, 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n7-019. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/32258>. Acesso em: 12 abr. 2024.

FRAMESCHE, Leticia; SOUZA, Thiago Silva; BARBADO, Norma. Índice de Salubridade Ambiental: Um Estudo dos Municípios de Cianorte e Umuarama, Pr, Brasil. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 11, p. 190-204, 2022. Disponível em: https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/12427. Acesso em: 12 mar. 2024.

FREITAS, Marcus Robert Ferreira. **Aplicação do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) no município de Belém/PA**. 2023. Disponível em: <https://bdta.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/3295>. Acesso em: 14 mar. 2024.

ICS & SDSN, 2021. O Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades - Brasil (IDSC-BR), 2021. **Instituto Cidades Sustentáveis & Rede de Soluções de Desenvolvimento Sustentável: São Paulo & Paris**. Disponível em: <https://idsc.cidadessustentaveis.org.br/introduction>. Acesso em: 09 abr. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). IBGE Cidades. Pesquisas. **Censo [2022]**. IBGE, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce>. Acesso em: 08 fev. 2024.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ (IPECE).

Sistema de informações geossocioeconômicas do Ceará – Perfil Municipal, 2022.

Disponível em: <http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/module/perfil-municipal.xhtml>. Acesso em: 08 fev. 2024.

JOINVILLE. Prefeitura Municipal de Joinville. **Plano Diretor de Água**. Estratégias de implantação. Revisão Periódica. Joinville: Prefeitura de Joinville, 2022. Disponível em: <https://www.joinville.sc.gov.br/wp-content/uploads/2022/03/Plano-Diretor-de-%C3%81gua-PDA.pdf>. Acesso em 09 abr. 2024

LEITE, Carlos Henrique Pereira; NETO, José Machado Moita; BEZERRA, Ana Keuly Luz. Novo marco legal do saneamento básico: Alterações e perspectivas. **Eng. Sanit. Ambient.** 27 (5). 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/c9q3cL4bMT4L4KP7zCMxzCP/>. Acesso em: 14 mar. 2024.

MILARÉ, Édís; MILARÉ, Lucas Tamer. **O marco regulatório do saneamento ambiental**. Migalhas, [s. l.], 29 set. 2020. Disponível em: <https://boletimpetroleoroyaltieseregiao.ucam-campos.br/index.php/bpr/article/view/104/96>. Acesso em: 15 mar. 2024.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. 1998. **DIAGNÓSTICO DO MUNICÍPIO DE JATI - Programa de Recenseamento de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado do Ceará**. Fortaleza. Disponível em: http://dspace.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/16260/1/Rel_Jati.pdf. Acesso em: 08 fev. 2024.

NUNES, Erivelton de Souza; FERREIRA, Francisco Diego Guedes; SOUSA, Eliane Pinheiro de. DESEMPENHO DA PROVISÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO NO CEARÁ. **Revista Estudo & Debate**, [S.l.], v. 25, n. 1, abr. 2018. ISSN 1983-036X. Disponível em: <http://www.meep.univates.br/revistas/index.php/estudoedebate/article/view/1490/1299>. Acesso em: 14 mar. 2024.

OMS. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **O Direito à Água**. Gabinete do Alto Comissário para os Direitos Humanos (ACNUDH), Centro sobre Direitos à Habitação e Despejo (COHRE), Water Aid, Centro de Direitos Económicos, Sociais e Culturais, 2003.

ONU. Organização das Nações Unidas. Transformando nosso mundo: **A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2015a. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel>. Acesso em: 09 abr. 2024.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. 2015b. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 09 abr. 2024.

PEREIRA, Francisco. CENTRO ADMINISTRATIVO MUNICIPAL: Anteprojeto arquitetônico para o Centro Administrativo Municipal de Brejo Santo (CE). 2019. 46 f. **Monografia (Graduação em Arquitetura e Urbanismo)** – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/25123>. Acesso em: 08 fev 2024.

PNUD Brasil. PNUD, 2024. **O que é o IDHM**. Disponível em: <https://www.undp.org/pt/brazil/o-que-e-o-idhm#:~:text=O%20%C3%8Dndice%20de%20Desenvolvimento%20Humano,1%2C%20maior%20o%20desenvolvimento%20humano>. Acesso em: 20 mar. 2024.

PREFEITURA DE ABAIARA, [s.d.]. **Histórico**. Disponível em: <https://abaiara.ce.gov.br/historico/>. Acesso em: 06 fev. 2024.

PREFEITURA DE BREJO SANTO, c2021. **Histórico do município de Brejo Santo**. Disponível em: <https://www.brejosanto.ce.gov.br/historico/>. Acesso em: 06 fev. 2024.

PREFEITURA DE JATI, c2021. **Histórico**. Disponível em: <https://jati.ce.gov.br/historico/>. Acesso em: 06 fev. 2024.

PREFEITURA DE MILAGRES, c2024. **Dados do município**. Disponível em: <https://milagres.ce.gov.br/omunicipio.php>. Acesso em 06 fev. 2024.

PREFEITURA DE PENAFORTE, c2024. **Dados do município**. Disponível em: <https://www.penaforte.ce.gov.br/omunicipio.php>. Acesso em: 06 fev. 2024.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS. Florianópolis é a capital que mais recicla no país. **G1**, Florianópolis, 14 nov. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/sc/santa-catarina/especial-publicitario/prefeitura-municipal-de-florianopolis/florianopolis-uma-cidade-para-todos/noticia/2019/11/14/florianopolis-e-a-capital-que-mais-recicla-no-pais.ghtml>. Acesso em: 09 abr. 2024.

RIBEIRO, W. **Artesanato gira a roda da economia cearense com incentivo do Governo do Estado**. Fortaleza: Governo do Estado do Ceará. 19 set. 2015. Disponível em:

<https://www.ceara.gov.br/2015/09/16/artesanato-gira-a-roda-da-economia-cearense-com-incentivo-do-governo-do-estado/>. Acesso em: 09 abr. 2024.

SCOLARI, Tainan Weber. Diagnóstico do saneamento básico no município de Jaboticaba/RS por meio do indicador de salubridade ambiental. Orientador: Raphael Correa Medeiros. 2022.

Dissertação (Mestrado) – Curso de Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen/PS, 2022. Disponível em:

<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/25354>. Acesso em: 16 mar. 2024.

SEMAE. Serviço Municipal de Águas e Esgotos de Mogi das Cruzes. **Plano Diretor de Água**.

Mogi das Cruzes: Prefeitura de Mogi das Cruzes, 2011. Disponível em:

<https://www.mogidascruzes.sp.gov.br/public/site/doc/2016030219075756d73a0d4bc6e.pdf>.

Acesso em 31 mar. 2024

SEBRAE. Agencia Sebrae de Notícias, 2023. **Programa Cidade Empreendedora já**

atendeu 1.794 municípios brasileiros. Disponível em: <https://agenciasebrae.com.br/cultura-empreendedora/programa-cidade-empreendedora-ja-atendeu-1-794-municipios-brasileiros/>.

Acesso em: 31 mar. 2024

SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Produção Agrícola Municipal**. 2022.

Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 15 de fev. 2024.

SIMA. Secretaria de Infraestrutura e do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. **Plano**

Estadual de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. São Paulo: SIMA, 2022.

Disponível em:

<https://smastr16.blob.core.windows.net/publicacoes/sites/39/2022/11/relatorio-de-salubridade-ambiental-vf.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2024.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Abastecimento de Água – 2022**.

Ministério do Desenvolvimento Regional. 2023. Painel de Informações sobre Saneamento.

Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/painel/ab>. Acesso em: 10 abr. 2024.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Drenagem e Manejo de Águas**

Pluviais Urbanas – 2022. Ministério do Desenvolvimento Regional. 2023. Painel de Informações sobre Saneamento. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/painel/ap>. Acesso em: 10 abr. 2024.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Esgotamento Sanitário – 2022.** Ministério do Desenvolvimento Regional. 2023. Painel de Informações sobre Saneamento. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/painel/es>. Acesso em: 10 abr. 2024.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Manejo dos Resíduos Sólidos Urbanos – 2022.** Ministério do Desenvolvimento Regional. 2023. Painel de Informações sobre Saneamento. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/painel/rs>. Acesso em: 10 abr. 2024.

SOARES, T. dos A.; DE SOUZA, S. G.; RIBEIRO, S. C. CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE MILAGRES/CE. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, [S. l.], v. 21, n. 2, p. 925–935, 2019. DOI: 10.35701/rcgs.v21n2.555. Disponível em: [//rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/555](http://rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/555). Acesso em: 15 fev. 2024.

STAHLHOFER, Dienifer. **Avaliação do indicador de salubridade ambiental na área urbana do município de CONDOR–RS.** 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/28058>. Acesso em: 12 mar. 2024.

TEIXEIRA, D. A.; PRADO FILHO, J.F.; SANTIAGO, A.F.; Indicador de salubridade ambiental: variações da formulação e usos do indicador no Brasil. **Engenharia Sanitária Ambiental.** v.23, n.3, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/3NR4pbRy6xVJDcDb5Zx5CbB/>. Acesso em: 12 mar. 2024.

APÊNDICE A – Planilha de cálculos do Indicador de Abastecimento de Água (IAB) (continua)

Indicadores	ICA - Indicador Cobertura Abastecimento				IQA - Indicador de Qualidade de Água Distribuída			
Fonte de Dados	IBGE (2022)				SNIS (2021)			
Cálculo/Critério	$ICA = \frac{Drg}{Dot} * 100$				$IQA = K * \frac{NAA}{NAR} * 100$			
Município	Drg - Domicílios atendidos pela rede geral	Dot - Domicílios totais	ICA (%)	Pontuação	Cloro residual			
					K - Nº amostras realizadas	NAA - Quantidade Amostras água potável	NAR - Quantidade Amostras realizadas	Resultado
Brejo Santo	14.028	19.061	73,60	73,60	1	0	10	0
Milagres	5.291	11.325	46,72	46,72	1	2520	2521	100,0
Abaíara	1.820	4.358	41,76	41,76	1	813	813	100
Jati	1.886	3.467	54,40	54,40	1	781	781	100
Penaforte	2.393	3.984	60,07	60,07	1	796	796	100

APÊNDICE A – Planilha de cálculos do Indicador de Abastecimento de Água (IAB) (continuação)

Indicadores	IQA - Indicador de Qualidade da Água Distribuída									
Fonte de Dados	SNIS (2021)									
Cálculo/Critério	$IQA = K * \frac{NAA}{NAR} * 100$									
Município	Turbidez				Coliformes totais				IQA (%)	Pontuação
	<i>K - Nº amostras realizadas</i>	<i>NAA - Quantidade Amostras água potável</i>	<i>NAR - Quantidade Amostras realizadas</i>	<i>Resultado</i>	<i>K - Nº amostras realizadas</i>	<i>NAA - Quantidade Amostras água potável</i>	<i>NAR - Quantidade Amostras realizadas</i>	<i>Resultado</i>		
Brejo Santo	1	0	667	0	0	0	0	0	0	0
Milagres	1	2745	2830	97	1	750	815	92,025	96,33	80
Abaíara	1	747	747	100	1	188	188	100	100	100
Jati	1	1038	1038	100	1	189	190	99,474	99,82	80
Penaforte	1	884	884	100	1	199	200	99,500	99,83	80

APÊNDICE A – Planilha de cálculos do Indicador de Abastecimento de Água (IAB) (continuação)

Indicadores	IDM - Indicador de Disponibilidade do Manancial		ISA - Indicador de Situação do Abastecimento	
Fonte de Dados	<i>COGERH (2022)</i>		<i>CAGECE (2022) e SAAEBS (2022)</i>	
Cálculo/Critério	<i>Porcentagem do volume disponível</i>		<i>Prestadora</i>	
Município	Volume Disponível (%)	Pontuação	Situação	Pontuação
Brejo Santo	48,3	48,3	Normal	100
Milagres	48,3	48,3	Normal	100
Abaíara	48,3	48,3	Normal	100
Jati	48,3	48,3	Normal	100
Penaforte	48,3	48,3	Normal	100

APÊNDICE A – Planilha de cálculos do Indicador de Abastecimento de Água (IAB) (conclusão)

Indicadores	IOF - Indicador de Outras Fontes de Abastecimento					Cálculo Final
Fonte de Dados	IBGE (2022)					
Cálculo/Critério	$IOF = \left(\frac{Dot - Drg - Dac}{Dot} \right) * 100$					$IAB = \frac{ICA + IQA + IDM + ISA + IOF}{5}$
Município	Drg - Domicílios atendidos pela rede geral	Dac - Domicílios atendidos por carro-pipa	Dot - Domicílios totais	IOF (%)	Pontuação	IAB
Brejo Santo	14.028	154	19.061	25,60	50	54,38
Milagres	5.291	4	11.325	53,25	0	55,00
Abaíara	1.820	7	4.358	58,08	0	58,01
Jati	1.886	9	3.467	45,34	0	56,54
Penaforte	2.393	6	3.984	39,78	25	62,67

APÊNDICE B – Planilha de cálculos do Indicador de Esgotamento Sanitário (IES) (continua)

Indicadores	ICE - Indicador Cobertura em Coleta de Esgoto			IDB - Indicador de Domicílios com Banheiro		
Fonte de Dados	<i>IBGE (2022)</i>			<i>IBGE (2022)</i>		
Cálculo/Critério	$ICE = \frac{Drg}{Dot} * 100$			$IDB = IPB = \frac{Pcb}{Pot} * 100$		
Município	Drg - Domicílios atendidos pela rede geral	Dot - Domicílios totais	ICE (%)	Pcb - Pessoas com Banheiro	Pot - População total	IDB (%)
Brejo Santo	10.155	19.061	53,28	50.402	51.050	98,73
Milagres	2.424	11.325	21,40	25.263	25.874	97,64
Abaíara	105	4.358	2,41	9.395	10.021	93,75
Jati	751	3.467	21,66	7.610	7.846	96,99
Penaforte	1.849	3.984	46,41	8.858	8.955	98,92

APÊNDICE B – Planilha de cálculos do Indicador de Esgotamento Sanitário (IES) (conclusão)

Indicadores	IDI - Indicador de Domicílios com Descarte Inadequado de Esgoto						Cálculo Final
Fonte de Dados	IBGE (2022)						
Cálculo/Critério	$IDI = \frac{Pfr + Pda + Pdn}{Pot} * 100$						$IES = \frac{ICE + IPB + IDI}{3}$
Município	Pfr - Pessoas em domicílios com descarte em fossa rudimentar	Pda - Pessoas em domicílios com descarte em curso d'água	Pdn - Pessoas em domicílios com descarte não especificado	Pot - População total	IDI (%)	Pontuação	IES
Brejo Santo	4140	19	97	51.050	8,34	75	75,67
Milagres	2.375	68	231	25.874	10,33	75	64,68
Abaíara	3.138	46	88	10.021	32,65	25	40,39
Jati	882	2	18	7.846	11,50	75	64,55
Penaforte	226	11	89	8.955	3,64	75	73,44

APÊNDICE C – Planilha de cálculos do Indicador de Resíduos Sólidos (IRS) (continua)

Indicadores	ICR - Indicador de Coleta de Resíduos			IDF - Indicador de Destinação Final		
Fonte de Dados	<i>IBGE (2022)</i>			<i>IBGE (2022)</i>		
Cálculo/Critério	$ICR = \frac{Dcr}{Dot} * 100$			$IDF = \left(\frac{Der + Ddo + Ddt + Dqr}{Dot} \right) * 100$		
Município	Drg - Domicílios atendidos pela coleta de resíduos	Dot - Domicílios totais	ICR (%)	Der - Domicílios que enterram o resíduo	Ddo - Domicílios que descartam em outros meios	Ddt - Domicílios que descartam em terreno baldio
Brejo Santo	13.613	19.061	71,42	45	15	203
Milagres	5.287	11.325	46,68	143	25	142
Abaiara	1.780	4.358	40,84	42	9	34
Jati	2.177	3.467	62,79	1	10	8
Penaforte	2.522	3.984	63,30	0	8	11

APÊNDICE C – Planilha de cálculos do Indicador de Resíduos Sólidos (IRS) (conclusão)

Indicadores	IDF - Indicador de Destinação Final				ICP - Indicador de Participação em Consórcio de Resíduos Sólidos			Cálculo Final
Fonte de Dados	IBGE (2022)				SNIS (2021)			
Cálculo/Critério	$IDF = \left(\frac{Der + Ddo + Ddt + Dqr}{Dot} \right) * 100$				$\begin{matrix} Sim = 100 \\ Não = 0 \end{matrix}$			$IRS = \frac{ICR + IDF + ICP}{3}$
Município	Dqr - Domicílios que queimam os resíduos	Dot - Domicílios totais	IDF (%)	Pontuação	Sim / Não	ICP (%)	Pontuação	IRS
Brejo Santo	3156	19.061	17,94	75	Sim	100	100	82,14
Milagres	3.158	11.325	30,62	50	Sim	100	100	65,56
Abaiara	1.630	4.358	39,35	50	Sim	100	100	63,61
Jati	424	3.467	12,78	75	Sim	100	100	79,26
Penaforte	378	3.984	9,96	75	Sim	100	100	79,43

APÊNDICE D – Planilha de cálculos do Indicador de Drenagem Urbana (IDU) (continua)

Indicadores	IAI - Domicílios atingidos por alagamento, inundação e/ou enchente				IPV - Vias Pavimentadas		
Fonte de Dados	SNIS (2022)	IBGE (2022)			SNIS (2022)		
Cálculo/Critério	$IAI = \frac{Dai}{Dot} * 100$				$IPV = \frac{Etp}{Etv} * 100$		
Município	Dai - Domicílios atingidos	Dot - Domicílios totais	IAI (%)	Pontuação	Etp - Extensão total de vias pavimentadas	Etc - Extensão total de vias	IPV (%)
Brejo Santo	6	19.061	0,03	75	86,24	123,20	70,00
Milagres	0	11.325	0,00	100	36,00	48,00	75,00
Abaíara	0	4.358	0,00	100	19,00	31,08	61,13
Jati	0	3.467	0,00	100	38,00	38,50	98,70
Penaforte	1	3.984	0,03	75	25,00	25,00	100,00

APÊNDICE D – Planilha de cálculos do Indicador de Drenagem Urbana (IDU) (conclusão)

Indicadores	IMD - Vias com Microdrenagem			ICV - Cobertura Vegetal		Cálculo Final
Fonte de Dados	SNIS (2021)			ATLAS BRASIL (2017)		
Cálculo/Critério	$IMD = \frac{Emd}{Etp} * 100$			Porcentagem da cobertura vegetal		$IDU = \frac{IAI + IPV + IMD + ICV}{4}$
Município	Emd - Extensão de vias com microdrenagem	Etp - Extensão total de vias pavimentadas	IMD (%)	ICV (%)	Pontuação	IDU
Brejo Santo	10,00	61,0	16,4	51,0	100	65,35
Milagres	8,00	48,0	16,7	62,2	100	72,92
Abaíara	11,00	31,1	35,4	47,4	100	74,13
Jati	16,00	38,5	41,6	63,0	100	85,06
Penaforte	20,00	25,0	80,0	16,4	50	76,25

APÊNDICE E – Planilha de cálculos do Indicador de Saúde Pública (ISP) (continua)

Indicadores	IMI - Indicador de Mortalidade Infantil		IEE - Indicador de Endemias ou Epidemias					
Fonte de Dados	IBGE (2022)		Boletim Epidemiológico de DDA do Ceará (2022)	IPECEDATA (2022)	Boletim Epidemiológico de Esquitossomose do Ceará (2022)	Boletim Epidemiológico de Arboviroses Urbanas do Ceará (2022)		
Cálculo/Critério	Dados disponibilizados pelo IBGE		$IEE = \frac{DIA + LEP + DEN + ZIK + CHI + HEP}{7}$					
Município	Taxa de mortalidade infantil	Pontuação	Diarréia	Leptospirose	Vermínose	Dengue	Zika	Chikungunya
Brejo Santo	9,93	100	1	0	1	1	0	1
Milagres	8,50	100	1	0	0	1	0	1
Abaíara	6,71	100	1	0	0	1	0	1
Jati	22,73*	75	1	0	1	1	0	1
Penaforte	7,63	100	1	0	1	1	0	1

*Taxa referente ao ano de 2021.

APÊNDICE E – Planilha de cálculos do Indicador de Saúde Pública (ISP) (conclusão)

Indicadores	IEE - Indicador de Endemias ou Epidemias			IMS - Indicador de Médicos - SUS				Cálculo Final
Fonte de Dados	Boletim Epidemiológico de Hepatites Virais do Ceará (2022)			IPECEDATA (2022)				
Cálculo/Critério	$IEE = \frac{DIA + LEP + DEN + ZIK + CHI + HEP}{7}$			$IMS = \frac{TMD}{TPO} * 100$				$ISP = \frac{IMI + IEE + IMS}{3}$
Município	Hepatite	IEE	Pontuação	Tmd - Total de médicos (SUS)	Tpo - Total da população do município	IMS (%)	Pontuação	ISP
Brejo Santo	0	0,57	75	390	51.050	0,76	75	83,33
Milagres	0	0,43	75	163	25.874	0,63	50	75,00
Abaíara	0	0,43	75	39	10.021	0,39	25	66,67
Jati	0	0,57	75	38	7.846	0,48	25	58,33
Penaforte	0	0,57	75	52	8.955	0,58	50	75,00

APÊNDICE F – Planilha de cálculos do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)

Índices	ILD - IDHM - Longevidade		IRF - IDHM - Renda		IED - IDHM - Educação		Cálculo Final
Fonte de Dados	Atlas Brasil (2010)						
Cálculo/Critério	Valor do índice						$IDH = \frac{ILD + IRF + IED}{3}$
Município	IDHM - Longevidade	Pontuação	IDHM - Renda	Pontuação	IDHM - Educação	Pontuação	IDH
Brejo Santo	0,768	75	0,596	25	0,592	25	41,67
Milagres	0,777	75	0,561	25	0,569	25	41,67
Abaíara	0,748	75	0,540	25	0,612	50	50,00
Jati	0,776	75	0,562	25	0,634	50	50,00
Penaforte	0,761	75	0,566	25	0,626	50	50,00