



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

JOSÉ ANDERSON DE FRANÇA

**MODELAGEM DOS INDICADORES DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO
MUNICÍPIO DE BELO JARDIM, PERNAMBUCO**

Caruaru
2025

JOSÉ ANDERSON DE FRANÇA

**MODELAGEM DOS INDICADORES DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO
MUNICÍPIO DE BELO JARDIM, PERNAMBUCO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia civil e Ambiental da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito final para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil e Ambiental.

Área de concentração: Recursos Naturais e Meio Ambiente.

Orientador: Profº. Dr. DIOGO HENRIQUE FERNANDES DA PAZ.

Caruaru

2025

.Catalogação de Publicação na Fonte. UFPE - Biblioteca Central

França, José Anderson de.

Modelagem dos indicadores de saneamento ambiental do município de Belo Jardim, Pernambuco / José Anderson de França.
- Caruaru, 2025.
103f.: il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Programa de Pós-Graduação em Engenharia civil e Ambiental, 2025.

Orientação: Diogo Henrique Fernandes da Paz.

Inclui referências.

1. Saneamento; 2. Gestão ambiental; 3. Meio ambiente. I. Paz, Diogo Henrique Fernandes da. II. Título.

UFPE-Biblioteca Central

JOSÉ ANDERSON DE FRANÇA

**MODELAGEM DOS INDICADORES DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO
MUNICÍPIO DE BELO JARDIM, PERNAMBUCO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia civil e Ambiental da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito final para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil e Ambiental.

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Profº. Dr. Diogo Henrique Fernandes da Paz (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Profº. Dr. Saulo de Tarso Marques Bezerra (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Profº. Dra. Juliana Cardoso de Moraes (Examinadora Externa)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE

Dedico esse trabalho a Deus, pois Ele, baseado na fé pessoal, é o pilar de todo esse projeto.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus que pela minha fé me ajudou a continuar a jornada em meio às dificuldades. A minha mãe, Luzinete Olindina, que se esforçou para garantir uma educação de qualidade e através do seu carinho e dedicação me proporcionou acesso a ferramentas necessárias para um bom desenvolvimento não só acadêmico, mas também, social, cultural, religioso e familiar. A minha esposa, Kananda Raquel, que esteve ao meu lado em todos os momentos me incentivando e motivando a concluir um sonho. Aos meus amigos e familiares pelo apoio. Não poderia deixar de agradecer também a meu orientador que teve paciência, se dedicou o máximo possível e me ajudou a realizar este trabalho dedicando tempo e talento para efetivação de um momento singular.

RESUMO

O saneamento ambiental promove práticas para preservação do meio ambiente e melhoria da saúde pública. Isso considerando-se uma gestão eficaz dos meios que compõem os sistemas de saneamento, a saber: Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário, Resíduos Sólidos e Drenagem Urbana. Por isso, este trabalho tem como objetivo explorar as características do Índice de Saneamento Ambiental da cidade de Belo Jardim PE, localizada no agreste pernambucano, examinando se os desempenhos estão conformes as leis vigentes. Os dados para o desenvolvimento desta pesquisa foram coletados das informações disponibilizadas no portal do SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento) do governo federal que recebem as informações dos municípios. Considerou-se uma série histórica de análise de 10 anos, de 2012 até 2021 e abordou-se a metodologia empregada por Paz *et al.* (2023), que desenvolveram o INSA. Para utilizá-lo na cidade de Belo Jardim PE, foram realizadas adaptações na planilha mestre para englobar os dados e a série histórica em questão. A pesquisa concluiu que o município de Belo Jardim/PE obteve desempenho baixo de forma geral na aplicação do INSA, devido seu valor ter ficado entre 0,000 e 0,400 (0,371). Com exceção do indicador Abastecimento de Água que obteve índice na casa dos 0,627, os indicadores de Esgotamento Sanitário, Resíduos sólidos e Drenagem e Manejo de Aguas Pluviais, tiveram resultado do INSA de 0,242, 0,103 e 0,475 respectivamente. Sugere-se, portanto, atenção na criação e manutenção das políticas relativas ao Saneamento Ambiental, bem como investimentos pontuais balizados pelos planos e políticas municipais do saneamento básico e ambiental

Palavras-chave: Saneamento. Índice. Gestão. Ambiental.

ABSTRACT

Environmental sanitation promotes practices to preserve the environment and improve public health. This takes into account the effective management of the resources that make up sanitation systems, namely: Water Supply, Sanitary Sewerage, Solid Waste and Urban Drainage. The aim of this study is therefore to explore the characteristics of the Environmental Sanitation Index in the city of Belo Jardim in the state of Pernambuco, examining whether its performance complies with current legislation. The data for the development of this research was collected from the information made available on the federal government's SNIS (National Sanitation Information System) portal, which receives information from municipalities. A 10-year historical analysis series was considered, from 2012 to 2021, and the methodology employed by Paz et al. (2023), who developed the INSA, was used. In order to use it in the city of Belo Jardim, PE, adaptations were made to the master spreadsheet to include the data and the historical series in question. The research concluded that the municipality of Belo Jardim/PE performed poorly overall in the application of the INSA, as its value was between 0.000 and 0.400 (0.371). With the exception of the Water Supply indicator, which obtained an index of around 0.627, the Sanitary Sewage, Solid Waste and Drainage and Stormwater Management indicators had INSA scores of 0.242, 0.103 and 0.475 respectively. It is therefore, suggested that attention be paid to the creation and maintenance of policies relating to environmental sanitation, as well as specific investments based on municipal plans and policies for basic and environmental sanitation.

Keywords: Sanitation. Index. Management. Management.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – ESTRUTURA DA ORGANIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL	29
FIGURA 2 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE BELO JARDIM/PE.....	35
FIGURA 3 - INDICADORES DE ÁGUA - ATENDIMENTO TOTAL (IN055)	48
FIGURA 4 - INDICADORES DE ÁGUA - HIDROMETRAÇÃO (IN009)	49
FIGURA 5 - INDICADORES DE ÁGUA - MACROMEDIÇÃO (IN011).....	49
FIGURA 6 - INDICADORES DE ÁGUA - CONSUMO ENERGIA (IN058)	50
FIGURA 7 - INDICADORES DE ÁGUA - PERDAS DISTRIBUIÇÃO (IN049)	51
FIGURA 8 - INDICADORES DE ESGOTO – ATENDIMENTO TOTAL (IN056)	52
FIGURA 9 - INDICADORES DE ESGOTO - COLETA ESGOTO (IN015)	52
FIGURA 10 - INDICADORES DE ESGOTO - EXTENSÃO REDE (IN021)	53
FIGURA 11 - INDICADORES DE RESÍDUOS SÓLIDOS - AUTOSSUFICIÊNCIA (IN005)	53
FIGURA 12 – INDICADORES DE RESÍDUOS SÓLIDOS - COBERTURA TOTAL (IN015)	54
FIGURA 13 – INDICADORES DE RESÍDUOS SÓLIDOS - MASSA COLETADA TOTAL (IN028).....	54
FIGURA 14 – INDICADORES DE RESÍDUOS SÓLIDOS - TAXA RECUPERAÇÃO (IN031).....	55
FIGURA 15 – INDICADORES DE RESÍDUOS SÓLIDOS - CUSTO COLETA (IN023).....	55
FIGURA 16 – INDICADORES DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS - TAXA PAVIMENTAÇÃO (IN020)	56
FIGURA 17 – INDICADORES DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS - CANAIS SUBTERRÂNEOS (IN021)	57
FIGURA 18 – INDICADORES DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS - CAPTAÇÕES (IN051)	57
FIGURA 19 – INDICADORES DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS - DOMICÍLIOS EM RISCO (IN040)	58
FIGURA 20 – RESULTADO DO IDAA EM BELO JARDIM	59
FIGURA 21 – RESULTADO DO IDES EM BELO JARDIM	61
FIGURA 22 – RESULTADO DO IDRS EM BELO JARDIM	65
FIGURA 23 – RESULTADO DO IDAP EM BELO JARDIM	68
FIGURA 24 – RESULTADO DO INSA EM BELO JARDIM	69
FIGURA 25 – INDICADORES DE SANEAMENTO EM BELO JARDIM E CUIRA EM 2020	70
FIGURA 26 – SUBINDICADORES DE SANEAMENTO EM BELO JARDIM E CUIRA EM 2020	71

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – INDICADORES DE SANEAMENTO UTILIZADOS PARA CÁLCULO DO INSA.....	37
QUADRO 2 – PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DOS CENÁRIOS DE REFERÊNCIA E CONSERVADOR PARA O ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	75
QUADRO 3 – PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DOS CENÁRIOS DE REFERÊNCIA E CONSERVADOR PARA A DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS.....	92

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - INDICADORES DE DESEMPENHO DE SISTEMAS DE SANEAMENTO UTILIZADOS NO INSA	41
TABELA 2 – SCORES DOS INDICADORES INSA	43
TABELA 3 – AVALIAÇÕES PARA O IDAA ENTRE 2012 E 2021	59
TABELA 4 – AVALIAÇÕES PARA O IDDES ENTRE 2012 E 2021	61
TABELA 5 – AVALIAÇÕES PARA O IDRS ENTRE 2012 E 2021	64
TABELA 6 – AVALIAÇÕES PARA O IDAP ENTRE 2012 E 2021	67
TABELA 7 – ANÁLISE DO CUMPRIMENTO DAS METAS COM BASE NO SNIS (2022)	74
TABELA 8 – PROJEÇÃO DA TAXA DE ATENDIMENTO TOTAL DE ÁGUA	76
TABELA 9 – PROJEÇÃO DO ÍNDICE DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA.	77
TABELA 10 – PROJEÇÃO DO ÍNDICE DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA	79
TABELA 11 – DESPESAS OPERACIONAIS TOTAL COM O MANEJO DE RSU	81
TABELA 12 – ARRECADAÇÃO EM CARPINA - PE	81
TABELA 13 – PROJEÇÃO DO ÍNDICE DE AUTOSSUFICIÊNCIA FINANCEIRA DOS SERVIÇOS DE COLETA E MANEJO DO RSU	83
TABELA 14 – POPULAÇÃO ATENDIDA PELO SERVIÇO DE COLETA EM BELO JARDIM.....	84
TABELA 15 – PROJEÇÃO DA TAXA DE COBERTURA DA COLETA DE RDO	85
TABELA 16 – PROJEÇÃO DA COBERTURA DA COLETA SELETIVA NA MODALIDADE PORTA A PORTA.....	87
TABELA 17 – PROJEÇÃO DA QUANTIDADE DE CATADORES CONFORME AMPLIAÇÃO DA COLETA SELETIVA.	89
TABELA 18 – PROJEÇÃO DA TAXA DE RECUPERAÇÃO DE MATERIAIS RECICLÁVEIS.....	91
TABELA 19 – PROJEÇÃO DA PARCELA DE DOMICÍLIOS URBANOS EM RISCO DE INUNDAÇÃO.	93

LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

ABNT	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
ABREMA	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS E MEIO AMBIENTE
ANA	AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO
ANCAT	ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS CATADORES E CATADORAS DE MATERIAIS RECICLÁVEIS
COMPESA	COMPANHIA PERNAMBUCANA DE SANEAMENTO
ETA	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA
FGTS	FUNDO DE GARANTIA DO TEMPO DE SERVIÇO
IDAA	INDICADOR DE DESEMPENHO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
IDAP	INDICADOR DE DESEMPENHO DO SISTEMA DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS
IDES	INDICADOR DE DESEMPENHO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO
IDH	ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO
IDHM	ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO MUNICIPAL
IDRS	INDICADOR DE DESEMPENHO DE RESÍDUOS SÓLIDOS
IN	INDICADORES NACIONAIS
INSA	ÍNDICE DE DESEMPENHO DO SANEAMENTO AMBIENTAL
LDNSB	DIRETRIZES NACIONAIS PARA O SANEAMENTO BÁSICO
MDR	MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL
PAC	PROGRAMA DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO
PLANARES	PLANO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS
PLANSAB	PLANO NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO
PNRS	POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS
RDO	RESÍDUOS DOMICILIARES ORGÂNICOS
RPU	RESÍDUOS PÚBLICOS URBANOS
RSU	RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS
SFS	SISTEMA FINANCEIRO DO SANEAMENTO
SNIS	SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 OBJETIVOS.....	15
1.1.1 Objetivo geral.....	15
1.1.2 Objetivos específicos.....	15
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1 A EVOLUÇÃO DO SANEAMENTO NO BRASIL: CONTEXTO HISTÓRICO	16
2.2 SANEAMENTO BÁSICO E AMBIENTAL.....	18
2.2.1 Aspectos gerais: saneamento ambiental	18
2.2.2 Saneamento: conceito, desafios e oportunidades	19
2.2.3 Saneamento básico a luz da legislação brasileira.....	20
2.2.3.1 Saneamento Básico e a Lei Federal nº 11.445, de 05 De janeiro De 2007 ..	20
2.2.3.2 Federalização de competências no setor de saneamento básico: Papel dos Estados.....	22
2.2.3.3 Novo Marco do Saneamento Básico.....	24
2.2.3.4 Estatuto de saneamento Municipal: Desafios e Perspectivas	25
2.3 PANORAMA DOS SISTEMAS DE SANEAMENTO	26
2.3.1 Situação dos serviços de saneamento no Brasil.....	26
2.3.2 Abastecimento de água	26
2.3.3 Esgotamento sanitário.....	28
2.3.4 Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos	28
2.3.5 Drenagem e manejo de águas pluviais urbana	30
2.3.6 Situação dos serviços de saneamento no Nordeste brasileiro.....	31
2.3.7 Lei orgânica municipal e plano diretor municipal de Belo Jardim	31
2.3.8 Índices de Salubridade Ambiental (ISA)	33
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	34
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	34
3.1.1 Localização do município.....	34
3.1.2 Aspectos socioeconômicos	35
3.2 APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE DESEMPENHO DO SANEAMENTO AMBIENTAL (INSA).....	36
3.2.1 Indicadores de desempenho do saneamento ambiental	36

3.2.2 Determinação dos valores de referência	38
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1 DIAGNÓSTICO DOS SISTEMAS DE SANEAMENTO DE BELO JARDIM	45
4.1.1 Abastecimento de água	45
4.1.2 Esgotamento sanitário	46
4.1.3 Coleta de resíduos sólidos	46
4.1.4 Drenagem de águas pluviais urbanas	47
4.2 RESULTADO DA APLICAÇÃO DO INSA A BELO JARDIM	58
4.2.1 Indicador de Desempenho de Abastecimento de Água (IDAA)	58
4.2.2 Indicador de Desempenho de Esgotamento Sanitário (IDES)	60
4.2.3 Indicador de Desempenho de Resíduos Sólidos (IDRS)	62
4.2.4 Indicador de Desempenho do Sistema de Manejo de Águas Pluviais (IDAP)	66
4.2.5 Índice de Desempenho do Saneamento Ambiental (INSA) em Belo Jardim/PE	69
4.3 PROGNÓSTICO E ALTERNATIVAS PARA O CUMPRIMENTO DAS METAS	72
4.3.1 Abastecimento de água	75
4.3.2 Esgotamento sanitário	80
4.3.3 Resíduos sólidos	80
4.3.4 Drenagem de águas pluviais urbanas	92
5 CONCLUSÕES	94
6 REFERÊNCIAS	96

1 INTRODUÇÃO

Uma premissa básica para que um país funcione para atender sua população é a prestação de serviços de saúde que proporcione conforto e segurança para uma nação. Entre os componentes essenciais pode-se citar o fornecimento de saneamento básico eficiente (Lira, 2022).

Para incentivar a operacionalidade do sistema de saneamento é necessário projetos, planejamento, leis e normas. No Brasil, recentemente, mais precisamente no ano de 2020, o governo federal lançou o novo marco do saneamento com previsões atualizadas do sistema. A Lei nº 14.026/2020, traz o saneamento como a parte da assistência que trabalha o conjunto de serviços públicos, infraestrutura e instalações nos aspectos de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza e manejo de resíduos sólidos, drenagem de águas pluviais entre outras atribuições. Assim, podendo ser entendido como um “Direito constitucional de todo cidadão” (Silva, 2022).

O Saneamento é denominado como um conjunto de medidas que tem como objetivo modificar as condições do meio ambiente com a finalidade de prevenir doenças e cuidar da saúde, inclusive segundo Silva *et. al.* (2021), o mal funcionamento do saneamento básico e ambiental pode ser um potencial disseminador do coronavírus (COVID-19) que recentemente foi protagonista de uma pandemia.

Com o emprego dos recursos essenciais do saneamento pode-se promover mais responsabilidade social, tornando os ambientes salubres e dessa maneira melhorando a qualidade de vida da população e por um outro lado também auxilia no crescimento das atividades econômicas. A falta de alguns serviços ligado a assistência básica como: água tratada e coleta e tratamento de esgoto podem ocasionar altos risco a qualidade de vida das pessoas (Santos e Alves, 2020).

Mesmo com esse tema tendo um grande crescimento, é visível que ainda é um problema que afeta muitas regiões do Brasil, ficando mais aparente as desigualdades sociais, e que ainda é bem recorrente a falta de acesso aos serviços de saneamento pela população, abrindo vários leques onde se enquadra as intervenções governamentais para que se garanta o que deveria ser fundamental a todos (Lira, 2022).

Desta maneira, esse trabalho tem como objetivo principal analisar as políticas de saneamento básico do município de Belo Jardim, e trazendo as mudanças relacionada a saneamento básico que foi apresentada no município nos últimos anos.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Analisar o sistema de saneamento atual do município de Belo Jardim/PE bem com explorar esses dados e propor melhorias no sistema com base nos dados fornecidos pelo município ao SNIS articulado com o novo marco do saneamento básico utilizando a ferramenta INSA (Índice de Saneamento Ambiental).

1.1.2 Objetivos específicos

- Realizar um diagnóstico da situação dos sistemas de saneamento em Belo Jardim;
- Aplicar o Índice de Saneamento Ambiental (INSA) no município;
- Realizar um prognóstico dos principais indicadores para atendimento à legislação ambiental;
- Recomendar melhorias do sistema de saneamento de acordo com o novo marco do saneamento básico.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A EVOLUÇÃO DO SANEAMENTO NO BRASIL: CONTEXTO HISTÓRICO

O saneamento no Brasil já era uma preocupação dos índios, que armazenavam água em talhas de material cerâmico ou de pedra, preocupavam-se em separar áreas para despejo de detritos, abasteciam através de bicas e agiam com cuidado no direcionamento das águas de chuva (Sabesp, 2011).

No Brasil, o saneamento teve início somente a partir da segunda metade do século XX, devido à falta de atenção com a ampliação do setor, comparado com os países mais desenvolvidos, os quais tinham a preocupação em noticiarem com frequência os problemas relativos ao setor (Dos Santos, 2018).

Ainda, segundo o autor supracitado, na década de 50, com o aumento significativo dos movimentos migratórios do campo para a cidade e o acelerado progresso do espaço urbano, a população passou a habitar regiões insalubres, os quais ocasionaram a procriação de doenças e a diminuição da qualidade de vida dos indivíduos que habitavam essas áreas. Foi apenas a partir da criação do Banco Nacional da Habitação, durante o governo militar, na década de 60, que foram conduzidos investimentos mais relevantes para o saneamento básico. Apesar disso, o BNH (Banco Nacional da Habitação), criado com a finalidade de realizar uma política de habitação no Brasil, não obteve um bom desempenho devido a precariedade do seu eixo de recursos, levando desse modo, o aumento de suas fontes por meio do recolhimento do FGTS (Fundo de Garantia do Tempo de Serviço).

Assim, em 1968, com a melhora da situação econômica do país, e o aumento gradativo da arrecadação do FGTS, tornou-se possível a criação, por meio do BNH, de um dos primeiros projetos de financiamento do setor, o Sistema Financeiro do Saneamento (SFS), ainda nessa década foram criadas as Campanhas Estaduais de Saneamento Básico (Cesbs), com a finalidade de desempenhar a função de agências estaduais prestadoras dos serviços de esgotos e água (Magalhães e Heller, 2018).

Na configuração mais recente, a partir da década de 1970, uma nova reorganização do saneamento se deu a partir da implementação do PLANASA – Plano Nacional de Saneamento, que ficou responsável através do financiamento do Banco Nacional da Habitação, de criar as companhias estaduais de saneamento público, criando o modelo constitucional de saneamento dominante no país até os dias atuais.

Conforme Heller e Pádua (2006), Vale destacar que o fortalecimento do nível municipal, com uma maior autonomia administrativa e com maior acesso a financiamento passou a ser impulsionado após a constituição federal em 1988, muito embora um sistema de saneamento mais fortalecido e descentralizado ainda esteja distante da realidade.

Importantes eventos que marcaram a evolução histórica foram destacados pelo SNIS (2021), sendo apresentados a seguir:

- 1723 - Inaugurado o aqueduto Arcos da Lapa no Rio de Janeiro.
- 1850 - Início da transferência de serviços de saneamento à iniciativa privada.

- **Segunda metade do século XIX**
 - 1859 - Instalada a primeira rede de esgotos no Recife (PE).
 - 1864 - Início da construção de sistema de esgotamento sanitário e pluvial na cidade do Rio de Janeiro.
 - 1865 - O lixo da cidade do Rio de Janeiro começa a ser levado para o vazadouro da Ilha de Sapucaia.
 - 1880 - Foi instalada em Campos (RJ) a primeira Estação de Tratamento de Água (ETA) do País.

- **Século XX:**
 - 1919 - Começam a ser empregados processos de tratamento químico da água no Recife (PE).
 - 1942 - Começam a ser constituídos os Serviços Autônomos de Água e Esgotos, vinculados aos municípios. Criação do Serviço Especial de Saúde Pública (SESP).
 - 1952 - Plano Nacional de Financiamento para Abastecimento de Água.
 - 1959 - Começam a ser criadas companhias estaduais de saneamento básico.
 - 1971 - Instituído o Plano Nacional de Saneamento (Planasa).
 - 1974 - Construção do primeiro aterro sanitário na cidade de São Paulo.
 - 1988 - A Constituição Federal estabelece o saneamento como competência comum de União, estados, Distrito Federal e municípios.
 - 1991 - Criação da Fundação Nacional de Saúde (Funasa).
 - 1993 - Programa de Modernização do Setor Saneamento (PMSS).

- 1996 - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).
- 1997 - Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433).

- **Século XXI 2001**
- 2001 - Estatuto das Cidades (Lei nº 10.257).
- 2003 - Criação da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA) do Ministério das Cidades.
- 2005 - Contratação de Consórcios (Lei nº 11.107).
- 2007- Política Federal de Saneamento Básico (Lei nº 11.445).
- 2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305).
- 2013 - Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab). 2019 - Criação do Ministério do Desenvolvimento Regional, que passa a coordenar ações de saneamento básico.
- 2020 – Atualização do Marco Legal do saneamento básico (Lei nº 14.026/2020).

2.2 SANEAMENTO BÁSICO E AMBIENTAL

2.2.1 Aspectos gerais: saneamento ambiental

O saneamento básico é uma importante iniciativa do poder público para auxiliar no desenvolvimento humano e regular ações necessárias e essenciais à sobrevivência das pessoas (Borges *et al.*, 2022). Desde muito cedo, o saneamento foi praticado de forma sedimentar e arcaica pela população, e melhorando esses sistemas gradativamente ao longo dos anos. Para se ter ideia, o saneamento no Brasil já era uma preocupação dos índios, que armazenavam água em talhas de material cerâmico ou de pedra, preocupavam-se em separar áreas para despejo de detritos, abasteciam através de bicas e agiam com cuidado no direcionamento das águas de chuva (Sabesp, 2011). Com o passar do tempo, tecnologias foram desenvolvidas para auxiliar na gestão do saneamento de forma geral.

Porém, apesar de muitas pesquisas e da grande expansão do saneamento, ainda existem muitos lugares pelo mundo com deficiência desse bem essencial à saúde pública. Na maioria das vezes são por falhas na gestão do setor público na área administrativa e política principalmente da municipalidade competente (Nicollier,

Bernardes e Kiperstok, 2022). O saneamento é importante para mitigação e prevenção de impactos socioambientais, que está representado por um conjunto de ações que proporciona saúde, eleva a qualidade de vida da sociedade e conserva o meio ambiente, a saber: tratamento e abastecimento de água, tratamento e manejo de esgotos, drenagem de água da chuva e gestão de resíduos sólidos e limpeza (Reis; Pontes, 2019).

Segundo Anda e Shear (2021), boa parte dos rios, lagos e reservatórios têm impactos de contaminação ambiental causados pelo homem de forma significativa. Isso porque falta infraestrutura no processo de saneamento, onde muitas instalações sanitárias estão abandonadas, e a falta de cumprimento efetivo das leis e normas ambientais e das políticas públicas de reaproveitamento de efluentes tratados contribuem para a contaminação e disponibilidade do sistema.

Trazendo para o Brasil, os problemas com relação a saneamento também são evidentes tanto na zona urbana como nas áreas rurais, necessitando de melhorias de drenagem, esgotamento, água tratada e manejo adequado de resíduos sólidos (Farias *et al.*, 2021).

Conforme Santos *et al.* (2020), no município de Arapiraca/AL, a população cresce desordenada e desproporcional ao atendimento do saneamento básico à população. A situação traz agravantes na saúde pública, com aumentos sucessivos de casos com animais peçonhentos com escorpião. Isso porque, o depósito de resíduos sólidos e esgotos a céu aberto promovem a proliferação dessas classes que trazem perigos à integridade física das pessoas.

Portanto, a falta de um sistema adequado de saneamento expõe um dos mais relevantes problemas que o Brasil enfrenta no quesito socioambiental e consequentemente vários setores sofrem incluindo a saúde pública e o meio ambiente (Leite, Neto e Bezerra, 2022).

2.2.2 Saneamento: conceito, desafios e oportunidades

O saneamento é um instrumento fundamental para prevenir e minimizar os impactos socioambientais, determinado por uma junção de ações que visam promover a saúde, melhorar a qualidade de vida da população e diminuir os impactos causados ao meio ambiente (Reis e Pontes, 2019).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), pode-se adicionar ao conceito de saneamento básico, “o controle de todos os fatores do meio físico do homem que exercem ou podem exercer efeito deletério sob o seu bem-estar físico, mental ou social”.

Portanto, como citado anteriormente o saneamento se dá pela conjuntura de ações voltadas para o meio ambiente no qual se vive, com o objetivo principal de assegurar a população estado de salubridade, afim de promover a saúde e o bem-estar como um todo.

O saneamento no Brasil abrange quatro serviços básicos: abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. Ainda que consistam em sistemas com peculiaridades distintas, na prática estão intimamente interligados e interferem diretamente na qualidade de vida da população e na qualidade do ambiente em que se vive (Brasil, 2021).

Essas ações socioeconômicas, tem a finalidade de obter graus de salubridade ambiental, através do abastecimento de água potável, coleta e distribuição sanitária de resíduos líquidos, sólidos e gasosos, o incentivo sobre a disciplina sanitária quanto ao adequado do solo, drenagem urbana, e a redução de doenças transmissíveis (Dos Reis Nunes e Diaz, 2020).

2.2.3 Saneamento básico a luz da legislação brasileira

A Constituição Federal aborda o meio ambiente como um direito de todos e um patrimônio de uso coletivo da população, que é fundamental para uma boa qualidade de vida. Ela atribui responsabilidades diversas à União, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios (Bovolato, 2010).

2.2.3.1 Saneamento Básico e a Lei Federal nº 11.445, de 05 De janeiro De 2007

A Lei Federal nº 11.445/07, traz que o Saneamento Básico tem uma estrutura que conta com o conjunto de alguns serviços essenciais estes, como; limpeza urbana, abastecimento de água potável, manejo de resíduos sólidos, esgotamento sanitário, drenagem e manejos das águas pluviais urbanas. Com isso a Lei traz suas diretrizes

legais com ações e estratégias de planejamento, assim como diz o Art. 9º (Souza, 2015).

“Art. 9º - O titular dos serviços formulará a respectiva política pública de saneamento básico, devendo para tanto: I - elaborar os planos de saneamento básico, nos termos dessa lei; Art. 11 - São condições de validade dos contratos que tenham por objeto a prestação de serviços públicos de saneamento básico: I - a existência de plano de saneamento básico Ministério das Cidades – Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental.

Para receber recursos federais e conseguir arcar com o necessário os municípios precisam elaborar os PMSBs (Planos Municipais de Saneamento básico), para que os recursos sejam liberados o Plano Municipal de Gestão integrada precisa estar bem alinhado para que as responsabilidades designadas sejam realizadas de uma maneira que o desenvolvimento do município seja dentro do exigido (Marotti e Pugliesi, 2014).

Esse planejamento para ser feito precisa, de informações relacionadas a ética, transparência, facilidade em negociar e buscar soluções para atender as necessidades da sociedade. O qual tem como principal objetivo, estimular, orientar, proporcionar a participação e as ações entre as autoridades e sociedade. Todo o planejamento é necessário para ajudar nas tomadas de decisões para o melhor uso dos recursos disponíveis (Souza, 2015).

Neste sentido, identifica-se que a Lei nº 11.455 de 2007 estabelece a Política Nacional de Saneamento, e em sua estrutura deixa bem claro a conexão da rede pública com a rede domiciliar, porém esta Lei traz algumas flexibilidades nas normas estaduais e municipais, assim como traz o Art. 45.

Art. 45. Ressalvadas as disposições em contrário das normas do titular, da entidade de regulação e de meio ambiente, toda edificação permanente urbana será conectada às redes públicas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário disponíveis e sujeita ao pagamento das tarifas e de outros preços públicos decorrentes da conexão e do uso desses serviços. § 1º Na ausência de redes públicas de saneamento básico, serão admitidas soluções individuais de abastecimento de água e de afastamento e destinação final dos esgotos sanitários, observadas as normas editadas pela entidade reguladora e pelos órgãos responsáveis pelas políticas ambiental, sanitária e de recursos hídricos (Brasil, 2007).

2.2.3.2 Federalização de competências no setor de saneamento básico: Papel dos Estados

Apesar da relevância de orientações mais progressistas no que se refere ao saneamento básico no Brasil, vê-se como necessário examinar as ações dos atores envolvidos a fim de compreender o papel do Estado, dado o predomínio dos aspectos econômicos. Para Neto (2022), os municípios não têm capacidade e autonomia técnica e financeira que coopere com o governo federal no desenvolvimento do saneamento básico ficando, desta maneira, dependentes de ações técnicas e financeira da União.

Por outro lado, Brasil (2025) relata está comprometido com a universalização do acesso a água potável e esgoto tratado até 2025. Complementado que para acelerar o processo, o governo federal através do ministério das cidades vai financiar obras e ações por todo o Brasil aplicando cerca de 2 bilhões de reais no abastecimento de água urbano, 4 bilhões de reais na coleta e tratamento de esgoto e 600 milhões de reais para gestão dos resíduos sólidos.

Na região latino-americana, organizações como o Fundo Monetário Internacional (FMI) e o Banco Mundial possuem um papel significativo ao promover a abertura dos mercados e facilitação dos fluxos de capital, sendo as privatizações uma contrapartida para a obtenção de crédito. Enquanto isso, expande-se a abrangência da incorporação de entidades sociais não governamentais, agências reguladoras e sistemas participativos, mas não deliberativos, na administração dos recursos e serviços públicos. Cabe ao Estado estabelecer regras e diretrizes gerais, além de garantir o acesso onde as tarifas não são suficientes para sustentar os serviços (Souza, 2022; Santos, Góes, Siefert, 2023).

Segundo Souza (2022), dentre as medidas resultantes desta postura de entidades paraestatais, que no Brasil são reduzidas, mas não extintas a partir dos anos 2000, podem ser destacadas: i) a diminuição da disponibilidade de crédito para as companhias estatais de saneamento (Resolução nº 2.521/1998 do Conselho Monetário Nacional); ii) o surgimento do Programa de Financiamento a Concessionários Privados de Saneamento (FCP/SAN), permitindo o acesso de empresas privadas aos recursos do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS); iii) as primeiras ações para retirar a titularidade dos municípios dos serviços ou sua autonomia decisória no setor, considerada como condição essencial para as

privatizações das companhias estaduais de saneamento básico (Cesbs). O sucesso desta última tratativa não teve êxito, dando limite à abertura de capital de parte dessas companhias, em que governos se adequaram às teses de restrição do papel estatal como empreendedor.

Ao passo que, de um lado, o crescimento da participação privada tende a espontaneamente definir a direção da regulação e induzir condicionantes da governança, de outro lado, não é possível ignorar o movimento e os interesses dos demais atores, tendo as Cesbs como destaque. Tem algumas como a Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar), a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp) e a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (Copasa), as quais buscam a expansão da sua atuação, isto é, seu mercado. Isso tem sido visto como um movimento natural, devido suas capacidades, tamanho, concepção e poder de decisão do seu núcleo dirigente (Santos, Góes e Siefert, 2023).

Desde 2016 são viabilizadas condições de acesso mais amplo do capital privado no setor, entre outras mudanças através do núcleo de poder centrado no governo federal e no Congresso Nacional, ocorrido após debate de dois anos – abrangendo o tempo decorrido da edição das medidas provisórias (MPs) nos 848/2018 e 878/2018. Ao mesmo tempo, os governadores e as companhias estaduais colocam pressão afim de garantir a sua fatia no mercado, com o intuito de preservar os contratos legais realizados com as prefeituras, bem como novos dispositivos sobre seu poder na arbitragem ou na formulação de leis estaduais que estão relacionadas com a autonomia dos municípios (Go Associados, 2023; Santos, Góes e Siefert, 2023).

É nesse cenário que o processo legislativo das mudanças se deteve de perfil restritivo à participação e ao diálogo. Dessa forma, com as alterações, o papel do Estado se caracteriza por: i) a continuidade do financiamento, subsídios e isenções de tributos por parte do governo federal; ii) o Estado como um todo tem menos poder de direcionar medidas visando inserir a população com déficit de serviços, isto é, de se envolver em favor da universalização; iii) fortalecimento de uma parcela dos governos estaduais, devido ao processo de regionalização (com a perspectiva de conduzir leis, liderar processos e privatizar companhias, por iniciativa discricionária e respaldo legislativo), ou fazer colaborações (permanecendo o controle e até expansão das Cesbs) e alocar recursos obtidos do saneamento além do setor (Go Associados, 2023).

Também, esses últimos decretos apresentam claramente outro alinhamento de atores faltantes ou sem o poder de influenciar o governo anterior. Isso coloca em destaque a importância do frequente diálogo e a procura de consensos entre os múltiplos atores na construção do marco legal e caminhos para a boa governança e saneamento básico.

De forma geral, restam dúvidas sobre os prazos e as condições da universalização do saneamento básico para 2033 (meta prevista no marco sancionado em 2020), em todos os seus componentes, já que atenção continua a ser dada, desde 2007, a água e esgotamento.

2.2.3.3 Novo Marco do Saneamento Básico

No Brasil, a fonte legal do saneamento é a lei nº 11.445/2007, que dita as diretrizes nacionais e a organização do saneamento básico (Brasil, 2007).

A Lei de Saneamento de nº 11.445 teve uma alteração que foi colocada em pauta pelo presidente Jair Messias Bolsonaro, que foi inovada em 2020 para a Lei 14.026. O maior intuito dessa Lei é universalizar os serviços de esgoto e água até em 2033. A Lei propõe também um maior investimento do setor privado (Marotti e Pugliesi, 2014).

Esse Marco leva em consideração, nos artigos 3º e 4º, Inciso I, os principais princípios básicos que urgem a regularidade, eficiência, continuidade, segurança e a utilização racional dos recursos hídricos. Assim, trazendo para o saneamento algumas diretrizes relacionadas a administração pública, onde cada princípio vai ter o mesmo grau de importância (Miola, 2021).

Essas modificações demonstram a preocupação que se tem para que o saneamento básico chegue aos mais necessitados, isso foi mostrado na mudança que foi trazido em alguns incisos, como traz o inciso IV, que implantou o tratamento de drenagem de águas pluviais, esse inciso inclui também as políticas de recursos hídricos seja uma preponderante para que tenha uma melhora no desenvolvimento do saneamento básico no Brasil (Ferreira, 2021).

Outros incisos que tiveram alterações foram os incisos XI a XII, no inciso XI foi incluso a continuidade de preceito nas diretrizes das políticas de saneamento, já no inciso XXII que tem como objetivo a estimulação de aproveitamento e reuso de água, principalmente provenientes de chuva (Ferreira, 2021).

Outras questões trazidas pela alteração da Lei dizem respeito às questões administrativas e territoriais (i) as características dos lotes e áreas que podem ser edificadas naquele local; (ii) o peso ou volume médio dos resíduos coletados, que pode ser por habitante ou por domicílio; (iii) o consumo de água; e (iv) a frequência da coleta a ser realizada (Ferreira, 2021).

De maneira geral o Novo Marco, tem buscado solucionar os problemas mais frequentes, isso trazendo a regulamentação de serviços de saneamento e criando diversas condições para cada tipo de cliente reforçando os principais interesses de cada um, esperando que esses mecanismos de universalidade ocorram de maneira efetiva (Santana e Lopes, 2020).

2.2.3.4 Estatuto de saneamento Municipal: Desafios e Perspectivas

A Lei que rege o Estatuto de saneamento é a Lei nº 10.257/2001, a qual é conhecida como o estatuto da Cidade. Esta é uma Lei Federal que foi regulamentada pelos artigos 182 e 183 da constituição de 1998. Esses artigos tratam a política como uma atividade prioritária para a vida, assim por meio das diretrizes do Art. 2º desta Lei traz a importância de ter uma melhoria entre o desenvolvimento urbano e da maneira que o governo municipal trabalha, além da inclusão da participação popular (Silva, 2022).

O Plano Diretor em consonância com o Estatuto da Cidade surge como instrumento hábil da política de urbanização, tendo em vista o bem-estar da população e o alcance da qualidade de vida nas cidades (Silva, 2022). O plano de saneamento tem sido o principal modelo para um planejamento que abre caminhos para vários caminhos que propõem a execução de ações que vão ajudar a melhorar a vida da população trazendo programas que ajudam em trazer uma melhoria social e ambiental de cada Município (Carvalho, Sayago E Montañó, 2019).

Além desses quesitos que o estatuto estabelece, ele trata não apenas do social, mas também da administração que tem como objetivo organizar os espaços de responsabilidade estatal com uma infraestrutura que atenda a todos os públicos (Silva, 2022).

O estatuto é extremamente necessário, principalmente por que para que tudo aja bem é necessária muita dedicação, tendo em vista que um dos desafios para a

implantação do novo marco é a porcentagem que existe de esgoto sem tratamento. Portanto, mesmo com essa implantação do novo marco a falta de estrutura dificulta o tratamento principalmente em locais que a população vive em uma condição precária (Ferreira, 2021).

2.3 PANORAMA DOS SISTEMAS DE SANEAMENTO

2.3.1 Situação dos serviços de saneamento no Brasil

De acordo com o Sistema Nacional de Informação Sobre Saneamento (SNIS), o Brasil possui 213,3 milhões de pessoas nos 5570 municípios do país, sendo 180,8 milhões da zona urbana.

Segundo Magalhães e Heller (2018), desde da década de 70 o Brasil tenta por diversas formas diferentes alcançar a universalização e o acesso ao saneamento básico.

Os problemas com relação a saneamento também são evidentes tanto na zona urbana como nas áreas rurais, necessitando de melhorias de drenagem, esgotamento, água tratada e manejo adequado de resíduos sólidos (Farias et al., 2021).

Portanto, a universalização bem como o controle econômico e financeiro desempenha papel fundamental para o desenvolvimento gradual dos serviços de saneamento no Brasil desde de moldes passados até os dias atuais. Destaca-se que para que isso seja possível deve-se haver o equilíbrio entre o objetivo a alcançar e o envolvimento econômico e financeiro no processo (Vilarinho e Couto, 2023)

2.3.2 Abastecimento de água

O abastecimento é conhecido como um conjunto de obras hidráulicas que tem como intuito principal usar as suas instalações para fornecer uma água potável de qualidade a população, a qual é utilizada para fins de uso público, doméstico e industrial. Sendo considerado uma das prioridades da população para uma boa qualidade de vida. Desta maneira é de grande importância o cuidado no gerenciamento dos recursos hídricos, o qual visa vários fatores como; aspectos econômicos, sociais, políticos e ambientais da sociedade, ainda podendo enfatizar

que seu crescimento está ligado com a preocupação do desenvolvimento sustentável. (Sousa, 2014).

Para o abastecimento acontecer, existe a parte social ligada aos fatores já citados e as etapas práticas de execução que precisam ser bem executadas e considerar alguns fatores, com intuito de captação de água bruta no manancial, tratá-la, preservar e distribuir para o consumo, passando pelo processo descrito a seguir:

- a) Manancial: rios, lagos, lençóis freáticos, aquíferos, podendo ser superficiais ou submersos; atendem à demanda definida em projeto e possuem as qualidades adequadas para a obtenção de água potável. b) Captação: etapa onde ocorre a adução da água bruta até a estação de tratamento). c) Estação elevatória: obra que tem por objetivo conduzir a água para diferentes cotas; são utilizadas tanto no processo de obtenção da água bruta quanto da água tratada d) Adutora de água tratada: tubulação onde ocorre o transporte de água, da estação de tratamento até as redes de distribuição e) Estação de tratamento de água (ETA): local onde a água é tratada, a fim de torná-la própria para o consumo f) Reservatório: local utilizado para o armazenamento de água por um período de tempo; objetiva equilibrar o volume demandado e o volume produzido g) Rede de distribuição: conjunto de malhas que interligam-se, a fim de levar a água para a população (Silva e Barros, 2021).

Ha muitos pontos que devem ser analisados, quando se trata de abastecimento de água. Um dos fatores que é necessário ser observado é o aumento das redes de distribuição, tornando o controle operacional mais difícil, pois a cada crescimento é necessário um cuidado ainda maior para atender com eficiência e não prejudicar a qualidade e a eficiência da rede. Assim é de grande importância a constância das vazões alcançadas e o cuidado com contaminações, tendo em vista que algum tipo de contaminação ou o não abastecimento de água, acarreta em riscos para a saúde. É imprescindível que o plano Municipal de saneamento está no monitoramento e identifique qualquer tipo de mudança, garantindo o bom abastecimento e a uma qualidade no fornecimento (Leite, 2017).

2.3.3 Esgotamento sanitário

Dos pilares do saneamento, a gestão das águas residuais é a menos acessada pela população brasileira. De acordo com o Sistema Nacional de Informação Sobre Saneamento, apenas 117,3 milhões de pessoas são atendidas pelo sistema de esgotamento, estabelecendo uma média de 55,8% da população total com acesso ao esgotamento sanitário. E desse material gerado pelo processo somente 51,2% é tratado. A negligência no tratamento de esgotos gera microrganismos patogênicos que juntamente com produtos químicos e tóxicos além de drogas e componentes radioativos são prejudiciais à saúde (Amin *et al.*, 2023).

De acordo com a ABNT NBR 9.648:1986, esgoto é um derramamento de líquido, oriundo de berços domésticos, águas de infiltração, fontes industriais e a colaboração pluvial parasitária. A maneira com que a água é usada nas edificações determina que tipo de esgoto será formado, doméstico ou industrial. Quando se fala em esgoto doméstico, refere-se aos que são destinados por casas ou comércios, onde a principal utilização da água se dar apenas para fins de limpeza de utensílios, ambientes e como um meio de higiene, já o esgoto industrial, como o próprio nome já diz, tem origem nas grandes indústrias, fábricas e afins, onde se faz necessário um estudo mais aprofundado para a identificação do tipo de esgoto, dependendo do tipo de indústria (Pereira e Lima, 2022).

Assim, seja qual for a origem do esgoto, a maior preocupação é sua destinação final, visto que isso está ligado principalmente à saúde pública. Logo, é exatamente importante o destino final desses esgotos, evitando dessa forma, poluição do meio ambiente, proliferação de doenças e deterioração das fontes de abastecimento de água (Pereira e Lima, 2022).

2.3.4 Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos

De acordo com Lei nº 12.305/2010, os resíduos sólidos podem ser materiais, substâncias, objetos ou bens descartados, advindos de atividades humanas em sociedade, em que destinação final se procede, se propõe proceder, ou se está obrigado a proceder: nos estados sólidos ou semissólidos; gases contidos em recipientes; e, líquidos onde por causa de suas peculiaridades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso

soluções técnica ou economicamente inexecutável face da melhor tecnologia disponível (Brasil, 2016).

O período entre 2007 e 2010 foi um período muito importante para os resíduos sólidos urbanos produzidos nos municípios brasileiros. Até então, a falta de legislações específicas para o setor, deixada as populações e o ambiente expostos a fragilidades notáveis em razão da forma como os resíduos eram administrados. A partir do marco regulatório, trazido pela Lei nº 12.305/2010, que trata da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) e Lei nº 11.445/2007 que estabelece as Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico (LDNSB), viabilizou a organização do setor, com premissas para salvaguarda das populações e do ambiente (Brasil, 2016).

A PNRS define a gestão integrada de resíduos sólidos como um conjunto de ações voltadas para a solução de problemas relacionados aos resíduos sólidos. Essas ações devem considerar os aspectos políticos, econômicos, ambientais, culturais e sociais, com participação da sociedade e seguindo o princípio do desenvolvimento sustentável. Além disso, a PNRS esclarece que o gerenciamento de resíduos sólidos engloba as atividades diretas ou indiretas realizadas nas etapas de coleta, transporte, transferência, tratamento e destino adequado ambientalmente dos resíduos sólidos, bem como a disposição final adequada ambientalmente dos rejeitos, conforme o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou o plano de gerenciamento de resíduos sólidos (Brasil, 2016). Dessa forma, em especial, tratando-se do objeto resíduos sólidos, eles deverão observar as diretrizes trazidas pelas LDNSB e PNRS, como demonstra a Figura 1.

Figura 1 – Estrutura da organização dos resíduos sólidos no Brasil



Fonte: Brasil (2016)

A PNRS baseia-se em programas temáticos que orientam as ações esperadas de diversos órgãos. Além do Ministério das Cidades, outras entidades, como o Ministério da Saúde, por meio da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA/MS), o Ministério do Meio Ambiente e o Ministério da Integração Nacional, também conduzem iniciativas relacionadas ao saneamento básico (Silva, 2015).

2.3.5 Drenagem e manejo de águas pluviais urbana

Conceitua-se a rede de drenagem urbana como um meio de evitar inundações, principalmente em regiões com níveis mais baixos das comunidades mais expostas a alagamentos ou com margens próximas aos rios. São inúmeros os problemas urbanos, enfrentados pelo Brasil acerca do sistema de drenagem, especialmente em períodos mais chuvosos. Apesar desses problemas afetarem todo país, são as áreas mais periféricas que sofrem as maiores consequências, visto que essas regiões são menos saneadas e não possuem um sistema eficiente de saneamento que atendam às necessidades locais (Caldeira e Lima, 2020).

Os efeitos negativos das chuvas acarretam enchentes, alagamentos, vazões de lagos e rios, e geram inúmeras consequências, onde pode-se observar a importância de um sistema de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, eficiente. Logo, um sistema eficaz traz numerosas vantagens, como: diminuição de gastos em manutenções das vias públicas, valorização de imóveis localizados nessas áreas, minimização de riscos a população, entre outras (Medau, 2018).

Dessa forma, é de extrema relevância destacar a importância de um bom sistema de drenagem urbana, e o quão necessário investir em infraestrutura, mediante o aumento significativo dos centros urbanos, e consequentemente regiões que dificultam as formas de drenagem, pois as cidades possuem grandes áreas impermeáveis (concreto, asfalto), o que torna mais difícil a infiltração da água no solo, o que gera, como supracitado, grandes problemas a população (Aires et al., 2018).

Por fim, Satiro et al. (2019), evidencia que:

“Quando um município dispõe de um sistema completo de drenagem urbana de água pluviais, é possível proporcionar menos impactos à população e ao meio ambiente, adequando uma melhor qualidade de vida para as pessoas e diminuindo gastos para o poder público com reconstruções de pavimentos, com doenças, com limpeza de ruas após as chuvas, entre outros”.

2.3.6 Situação dos serviços de saneamento no Nordeste brasileiro

A Região Nordeste abrange nove estados (Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia); possui o segundo maior número de domicílios, colocando-se atrás apenas da região Sudeste (Santos *et al.*, 2022).

Segundo as projeções do IBGE, entre 2010 e 2020 ocorreu um crescimento populacional em torno de 5,83%. Estima-se que entre os anos de 2020 e 2033, na Região Nordeste, a população crescerá na ordem de 4,9%, significando que, além de outros aspectos, haverá nesse intervalo de tempo um aumento na demanda dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário nos estados que compõem esta Região (Brasil, 2020b).

No setor de saneamento, a região Nordeste possui índices de deficiência, pelo menos no que diz respeito à transparência das informações, quanto às entidades executoras do serviço (Santos *et al.*, 2022).

O Nordeste se coloca como a segunda região mais distante para atingir a meta de universalização do componente abastecimento de água, considerando o segmento urbano e rural do Nordeste, através da proposta no PLANSAB, revisão de 2017 (Brasil, 2019) e mantida no PLANSAB, revisão de 2018 (Brasil, 2020a), estando atrás, apenas da região Norte.

Segundo Santos *et al.* (2022), a respeito da intermitência, a região Nordeste, no ano de 2010, apresentou um índice de 85,0%. Todavia, em 2017 este índice diminuiu, chegando a 64,2%. Mesmo com essa diminuição, esse ano se destacou por ter tido o maior percentual de intermitência quando comparado com as outras regiões: Norte (55,1%), Sudeste (29,9%), Sul (38,9%) e Centro-Oeste (44,0%). Em 2018, houve redução dessa variável, que passou a apresentar o percentual de 34,3%, portanto, inferior à média do país (37,7%).

2.3.7 Lei orgânica municipal e plano diretor municipal de Belo Jardim

A Lei Orgânica do Município de Belo Jardim, de 20 de novembro de 2012, passou por atualizações em 2014, 2015 e 2016. E, ao longo da Lei Orgânica, são destacados vários pontos envolvendo o saneamento básico no município, os quais serão mencionados a seguir.

A respeito da competência do município, no Art. 6º do Capítulo II, é destacado que compete a ele prover a tudo quando se relacione ao interesse local e ao bem-estar de sua população, cabendo-lhe entre outras atribuições, executar obras de saneamento básico, bem como de drenagem pluvial.

É responsabilidade da Câmara Municipal, conforme Art. 13, legislar sobre as matérias de competência do município, sobre assuntos de interesse local, inclusive suplementando a Legislação Federal e a Estadual, notadamente no que diz respeito, entre outros, a promoção de programas de construção de moradias, melhorando as condições habitacionais e de saneamento básico.

Dentro do âmbito do desenvolvimento econômico, Art. 193, destaca-se a observância do Município, nos limites da sua competência e com observância dos preceitos e princípios estabelecidos nas Constituições Federal e Estadual, onde será visada a promoção de programas de construção de moradias e de melhoria das condições habitacionais, bem como de saneamento básico, preferencialmente voltados para a população de baixa renda, semelhante ao que é abordado no Art. 13.

Nesse sentido, quanto aos aspectos sociais, conforme Art. 197, vê-se que a política urbana será vinculada às funções sociais dos conjuntos populacionais, mediante lei, “com direito à moradia, saneamento, energia elétrica, iluminação pública, transporte, trabalho, educação, saúde, lazer e segurança, bem como, a preservação do patrimônio ambiental e cultural”.

Algumas ações, segundo o Art. 2020 da Política Habitacional, serão em parceria entre o próprio município e o estado, para promover e executar programas de construção de moradias populares e de melhorias das condições de habitação e de saneamento básico dos conjuntos habitacionais já construídos, assegurada, nos dois casos, sua integração ao serviço de infraestrutura e de lazer oferecido.

A saúde também está diretamente relacionada ao saneamento básico e, por isso, o Art. 208, diz que aquela “é direito de todos e dever do poder público, assegurada mediante políticas públicas que objetivem o acesso universal e igualitário às ações e serviços promovidos para sua garantia e proteção”. No Art. 209, é mencionado que o município deverá promover algumas ações para atingir os objetivos estabelecidos no artigo anterior, sendo alguns deles: (i) garantia de dignidade nas condições de trabalho, saneamento, habitação, alimentação, educação, transporte e entretenimento; (ii) preservação ambiental e efetivo controle da poluição; (iii) acesso

universal e igualitário de todos os moradores do município às iniciativas e serviços de promoção, proteção e recuperação da saúde, sem qualquer forma de discriminação.

2.3.8 Índices de Salubridade Ambiental (ISA)

O Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) foi inicialmente explorado a partir do ano de 1999 no estado de São Paulo, pelo Conselho Estadual de Saneamento (Conesan), que a princípio para utilização nos municípios paulistas vem sendo empregado em outras localidades ao longo dos anos, como o parâmetro de quantificar os níveis do saneamento ambiental afim de promover a prevenção de doenças relacionadas ao meio, bem como melhorar o envolvimento do homem com o meio ambiente para acelerar o acesso a saúde e garantir o bem-estar (Teixeira, Filho e Santiago, 2017).

Para facilitar esse processo usa-se os indicadores que são fundamentais para as tomadas de decisões, e para gestão, além de ter uma contribuição nas medidas corretivas quando necessárias (Filho, 2021).

Os indicadores norteiam ações de problematização, identificação e tendências que serão implantadas nas políticas sociais. Para o autor os indicadores precisam possuir capacidade de identificar o elemento que está sendo executado, para que isso ocorra é preciso que seja de uma fácil aplicação, para poder associar os valores relacionados e as informações importantes sobre o assunto a ser extraído resultado (Lima, 2021). O uso dos indicadores pode monitorar, fiscalizar e acompanhar dia a dia a execução de metas e contratos que estão presentes no Plano Municipal de cada cidade, assim podendo trazer melhorias e identificar problemas que surgem durante o desenvolvimento. Os indicadores também servem para identificar se o serviço de saneamento está na qualidade adequada, neste sentido existe um portfólio de informação que traz o Ranking desses municípios, para acesso a esse Ranking as informações são retiradas do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).

Partindo desse pressuposto, o ISA traz o conceito de salubridade de forma quantitativa considerando banco de dados existentes como o Departamento de Informação do Sistema Único de Saúde (DATASUS). O ISA compara os índices de salubridade ambiental dos pilares do saneamento. Segundo Santos, Amazonas e Goldfarb (2023) para mensurar a situação da qualidade ambiental a SABESP (1999)

sugeriu o ISA conforme equação $ISA = 0,25.(IAB + IES + IRS) + 0,10.(ICV + IRH) + 0,05.ISE$, “Onde ISA é o indicador de saneamento ambiental, IAB é o indicador de abastecimento de água, IES é o indicador de esgoto sanitário, IRS é o indicador de resíduos sólidos, ICV é o indicador de controle de vetores, IRH é o indicador de recursos hídricos e ISE é o indicador socioeconômico”

O ISA é um elemento de gestão da política de saneamento básico que leva em consideração indicadores que estão presentes na situação de prestação de serviços de saneamento. Por se tratar de um tema complexo e amplo a salubridade ambiental é melhor entendido a vista dos impactos socioeconômicos e ambientais na presença ou ausência da qualidade de serviços de saneamento básico. Porém não se pode tratar este índice como um escopo fiel da salubridade ambiental de um município.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

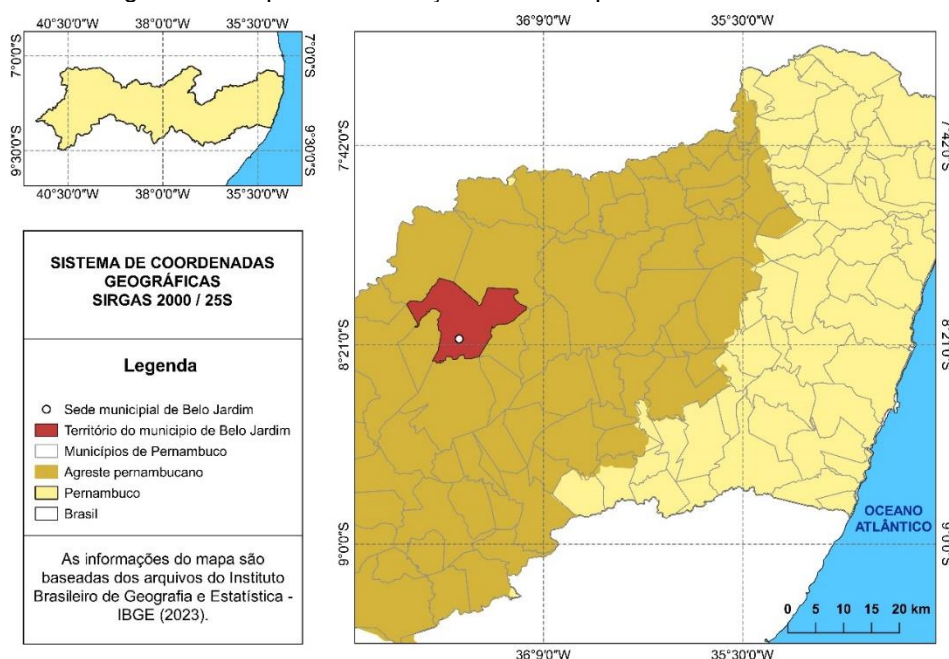
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1.1 Localização do município

O município de Belo Jardim está localizado na mesorregião Agreste e na Microrregião Vale do Ipojuca do estado de Pernambuco, limitando-se ao norte com Jataúba e Brejo da Madre de Deus, ao sul com São Bento do Una e Sanharó, a leste com Tacaimbó, e a oeste com Pesqueira. Está inserido na área das bacias hidrográficas do rio Ipojuca e do rio Capibaribe. Seus principais contribuintes hidrológicos são os riachos do Mimoso, Bitury, Araçá, Fundão, Imbé, Minador, Chorão, Aldeia velha, Taboquinha, Liberal, Vieira, Jenipapo, Poço, Santana do veado podre, Cagado, Papamel, Várzea Grande, Palmeira, Frexeiras, Peixoto, Tabocas de Souza e do Jucá. A área total municipal ocupa 647,445 km² com população estimada em 79.507 pessoas até 2022 e densidade demográfica de 122,80 hab/km² (Figura 2).

Sobre o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) que traz três principais vertentes a saber: Longevidade, educação e renda, a cidade conta com índice de 0,629 (IBGE, 2010).

Figura 2 – Mapa de localização do município de Belo Jardim/PE



Fonte: Autor (2025).

3.1.2 Aspectos socioeconômicos

O município de Belo Jardim/PE conta com um PIB *per capita* no ano base de 2020 no valor de R\$ 25.588,73 com 78,8% de suas receitas exploradas de fontes externas. A principal fonte de economia do município é o setor industrial, seguido pelo setor de serviços e administração, respectivamente. Movida pelo forte setor industrial, a cidade tem como principais indústrias a Natto Alimentos, Baterias Moura e Palmeiron. O setor industrial vem crescendo economicamente desde do ano 2010 até o ano 2020 saindo de um PIB de R\$ 240.208,00 para R\$ 668.011,08 em 2020.

No ano base de 2021, o município ocupava a 175ª posição no ranking estadual do índice de desenvolvimento da educação básica (IDEB) relacionado ao ensino fundamental nos anos iniciais, e 168ª posição em consideração aos anos finais. Referente ao ensino médio, o município ocupava a 92ª posição no IDEB. Em comparação ao ano de 2019, a cidade elevou seu índice de 4,1 para 4,7, subindo inclusive no ranking das cidades tratando-se de anos iniciais. Porém, nos anos finais permaneceu estável no índice de 4,1. E com relação ao ensino médio, aumentou seu IDEB de 4,4 para 4,5, indo da posição 92ª para 76ª com taxa de escolarização. Na faixa etária de 6 a 14 anos, ficou em 97,1% em 2010.

Com relação à taxa de mortalidade infantil no Brasil, Belo Jardim apresenta a 2453ª posição comparado aos 5570 municípios da federação. No estado de Pernambuco, a cidade encontra-se na 94ª posição, considerando os 185 municípios cadastrados. A média da taxa de mortalidade infantil do município é de 11,38 para cada 1000 nascidos vivos. As ocupações de leitos devido a diarreias é de 0,6 para cada 1000 habitantes. No quesito internação por diarreia, a cidade ocupa a 78ª posição das 185 cidades do estado. Comparando com o Brasil, o ranking das internações fica 3013ª das 5570 cidades (Brasil, 2023).

3.2 APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE DESEMPENHO DO SANEAMENTO AMBIENTAL (INSA)

3.2.1 Indicadores de desempenho do saneamento ambiental

Os indicadores selecionados para o diagnóstico foram utilizados para o cálculo do Índice de Desempenho do Saneamento Ambiental (INSA) para o município de Belo Jardim/PE.

A escolha dos indicadores para o INSA levou em consideração os mais importantes para a análise de desempenho dos sistemas de saneamento, possibilitando uma classificação dos municípios, bem como a proposta por melhorias no sistema e serviços de saneamento (Paz *et al.*, 2023). A distribuição ficou conforme Quadro 1 que apresenta a lista indicadores utilizados no INSA por temas seguidos de sua respectiva unidade de medida.

Quadro 1 – Indicadores de saneamento utilizados para cálculo do INSA

GRUPO	CODIGO	INDICADOR	UNIDADE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA			
Indicadores operacionais – Água	IN055	Índice de atendimento total de água	%
	IN011	Índice de macromedicação	%
	IN009	Índice de hidrometração	%
	IN025	Volume de água disponibilizado por economia	m³/mês/econ
	IN058	Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água	kWh/m³
	IN013	Índice de perdas de faturamento	%
	IN049	Índice de perdas na distribuição	%
Indicadores sobre qualidade – Água	IN085	Índice de conformidade da quantidade de amostra – Coliformes Totais	%
	QD004*	Taxa de economias ativas atingidas por paralisações	%
	IN072	Duração média das paralisações	h/paralisações
ESGOTAMENTO SANITÁRIO			
Indicadores operacionais – Esgoto	IN056	Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água	%
	IN015	Índice de coleta de esgoto	%
	IN021	Extensão da rede de esgoto por ligação	m/lig.
	IN059	Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de esgotamento sanitário	kWh/m³
Indicadores sobre qualidade – Esgoto	IN077	Duração média dos reparos de extravasamentos de esgotos	h/extrav.
	IN082	Extravasamentos de esgotos por extensão de rede	Extrav./km
RESÍDUOS SÓLIDOS			
Indicadores Gerais	IN005	Autossuficiência financeira	%
	IN011	Receita arrecadada per capita com serviços de manejo	R\$/hab
Indicadores sobre coleta de resíduos sólidos	IN015	Taxa de cobertura da coleta de RDO em relação à população total	%
	IN018	Produtividade média de coletadores e motorista	Kg/empreg x dia
	IN019	Taxa de motoristas e coletadores por habitante urbano	empreg./1000 hab
	IN028	Massa [RDO + RPU] coletada per capita em relação à população total atendida	Kg/(hab.x dia)
Indicadores sobre	IN030	Taxa de cobertura da coleta seletiva porta a porta em relação a pop. Urbana	%

coleta seletiva de resíduos sólidos	IN031	Taxa de recuperação de recicláveis em relação à quantidade de resíduos domiciliares (RDO) e Resíduos Públicos (RPU)	%
	Ca007*	Taxa de Catadores por habitante urbano	Catadores/10.000 hab
Indicadores sobre serviços de varrição, capina e poda	IN004	Produtividade média dos varredores	Km / (empreg. X dia)
	IN045	Taxa de varredores por habitante urbano	Empreg./1000 hab
	IN048	Extensão total anual varrida per capita	Km/(hab x ano)
	IN051	Taxa de capinadores por habitante urbano	empreg./1000 hab
DRENAGEM E MANEJO DE AGUAS PLUVIAIS URBANAS			
Econômico financeiros e administrativos	IN049	Investimento per capita em drenagem e manejo de águas pluviais urbanas	R\$/hab.ano
Infraestrutura	IN020	Taxa de cobertura de pavimentação e meio-fio na área urbana do município	%
	IN021	Taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais subterrâneos	%
	IN051	Densidade de captações de águas pluviais na área urbana	Un/km ²
Gestão de riscos	IN040	Parcela de domicílios em situação de risco de inundação	%

Fonte: Adaptado SNIS (2023).

(*) Foram produzidos novos indicadores a partir das informações QD004 e Ca007

3.2.2 Determinação dos valores de referência

Para os cálculos dos indicadores do saneamento conforme apresentado pelo SNIS (2022), utilizou-se as equações de 1 a 7.

Na Equação 1 é possível verificar o cálculo necessário para a estimativa de atendimento total de água.

$$IN055 = \left(\frac{AG001}{\text{População total}} \right) \times 100 \quad (1)$$

Onde,

AG001 – população total atendida com abastecimento de água;

IN055 – atendimento total de água.

Para o cálculo do índice de perdas na distribuição em percentual utilizou-se a fórmula 2 do IN049 como referência.

$$IN049 = \left(\frac{AG006 - AG010 - AG024}{AG006 - AG024} \right) \times 100 \quad (2)$$

Onde,

IN049 – índice de perdas na distribuição (%);

AG010 – volume de água consumido (1.000 m³);

AG006 – volume de água produzido (1.000 m³);

AG024 – volume de água produzido de serviço (1.000 m³).

Já o cálculo do indicador IN005 é obtido através da Equação 3.

$$IN005 = \left(\frac{FN222}{FN220} \right) \times 100 \quad (3)$$

Onde,

IN005 - autossuficiência financeira da prefeitura com o manejo de RSU (%);

FN220 – despesa total com serviços de manejo de RSU (R\$/ano);

FN222 – receita arrecadada com taxas e tarifas referentes à gestão e manejo de RSU (R\$/ano).

O cálculo para o indicador IN015 pode ser observado na Equação 4.

$$IN015 = \left(\frac{CO164}{\text{População Total}} \right) \times 100 \quad (4)$$

Onde,

IN015 – taxa de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação à população total do município (%);

CO164 – população total atendida no município com coleta regular de pelo menos uma vez por semana (habitantes).

O cálculo do indicador IN030 pode ser visto na Equação 5.

$$IN030 = \left(\frac{CS050}{\text{População Urbana}} \right) \times 100 \quad (5)$$

Onde,

IN030 – taxa de cobertura do serviço de coleta seletiva porta-a-porta em relação à população urbana do município (%);

CS050 – população urbana do município atendida com a coleta seletiva do tipo porta a porta executada pela Prefeitura (habitantes).

A projeção do indicador IN031 pode ser calculada por meio da Equação 6.

$$IN031 = \left(\frac{CS009}{CO111 + CO115 + CS048} \right) \times 100 \quad (6)$$

Onde,

IN031 – taxa de recuperação de materiais recicláveis (exceto matéria orgânica e rejeitos) em relação à quantidade total (rdo + rpu) coletada (%);

CS009 – quantidade total de materiais recicláveis recuperados (t);

CO111 – quantidade total de RDO coletada por todos os agentes (t);

CO115 – quantidade total de RPU coletada por todos os agentes (t);

CS048 – quantidade recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores com parceria/apoio da prefeitura (t).

O cálculo para o indicador IN040 pode ser observado na Equação 7.

$$IN040 = \left(\frac{RI013}{GE008} \right) \times 100 \quad (7)$$

Onde,

IN040 – Parcela de domicílios urbanos em risco de inundação (%);

RI013 – Quantidade de domicílios urbanos sujeitos a risco de inundação (domicílios);
 GE008 – Quantidade total de domicílios urbanos existentes no município (domicílios).

Para quantificar a eficiência da modelagem do saneamento, foram admitidos valores de referência tomados a partir da colaboração de Paz *et al.* (2024) que calcularam o desempenho do estado de Pernambuco referente aos indicadores de saneamento ambiental através do método INSA (Desenvolvimento do Índice de Saneamento Ambiental). Foi feita uma adaptação do método para o cálculo na cidade de Belo Jardim/PE. Para esse processo, utilizou-se estatística descritiva para estabelecer parâmetros de desempenho dos indicadores operacionais conhecido com (benchmarking) dos serviços de saneamento.

Os valores de referência foram definidos baseados no cálculo dos quartis Q1 (percentil p25), Q2 (percentil p50) e Q3 (percentil p75) da amostra de dados de indicadores da cidade de Belo Jardim. A considerar o cálculo dos percentis, os indicadores são organizados em quatro grupos, avaliando-se os indicadores individualmente:

- Grupo I: indicadores com melhor desempenho: aqueles que apresentam desempenho superior a 75% da amostra;
- Grupo II: indicadores que apresentam desempenho entre 50% e 75% da amostra;
- Grupo III: indicadores que apresentam desempenho entre 25% e 50% da amostra;
- Grupo IV: indicadores que apresentam desempenho abaixo de 25% da amostra.

A tabela 1 fornece os valores de referência dos indicadores analisados para definição dos scores dos índices (Paz, 2024).

Tabela 1 - Indicadores de desempenho de sistemas de saneamento utilizados no INSA

Código	Indicador	Q1	Q2	Q3
ABASTECIMENTO DE ÁGUA				
IN055	Índice de atendimento total de água	54,6	70,0	88,6
IN011	Índice de macromedicação	83,7	96,9	99,8
IN009	Índice de hidrometração	85,9	91,9	95,6
IN025	Volume de água disponibilizado por economia	11,8	15,3	20,4

IN058	Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água	0,5	1,0	1,8
IN013	Índice de perdas de faturamento	10,2	25,2	40,2
IN049	Índice de perdas na distribuição	33,7	41,5	53,4
IN085	Índice de conformidade da quantidade de amostra – Coliformes Totais	86,0	88,3	96,8
QD004*	Taxa de economias ativas atingidas por paralisações	21,8	50,0	73,1
IN072	Duração média das paralisações	22,3	29,9	37,1
ESGOTAMENTO SANITÁRIO				
IN056	Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água	12,9	26,5	36
IN015	Índice de coleta de esgoto	10,9	31,5	46,4
IN021	Extensão da rede de esgoto por ligação	13,5	16,2	19,4
IN059	Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de esgotamento sanitário	0,1	0,3	0,6
IN077	Duração média dos reparos de extravasamentos de esgotos	29,6	48,3	66,1
IN082	Extravasamentos de esgotos por extensão de rede	1,13	2,60	4,00
RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS				
IN005	Autossuficiência financeira	1,6	5,1	15,5
IN011	Receita arrecadada per capita com serviços de manejo	1,1	3,2	26,4
IN015	Taxa de cobertura da coleta de RDO em relação à população total	62,9	77,3	89,8
IN018	Produtividade média de coletadores e motorista	804,5	1466,3	2519,4
IN019	Taxa de motoristas e coletadores por habitante urbano	0,42	0,70	1,04
IN028	Massa [RDO + RPU] coletada per capita em relação à população total atendida	0,45	0,70	1,04
IN030	Taxa de cobertura da coleta seletiva porta a porta em relação a pop. Urbana	0,45	0,70	1,04
IN031	Taxa de recuperação de recicláveis em relação à quantidade de resíduos domiciliares (RDO) e Resíduos Públicos (RPU)	8,24	29,6	47,5
IN044	Produtividade média dos varredores	0,85	1,40	1,70
IN045	Taxa de varredores por habitante urbano	0,62	1,20	2,10
IN048	Extensão total anual varrida per capita	0,21	0,50	0,90
IN051	Taxa de capinadores por habitante urbano	0,17	0,30	0,60

Ca007*	Taxa de Catadores por habitante urbano	1,3	5,2	8,0
DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS				
IN049	Investimento per capita em drenagem e manejo de águas pluviais urbanas	0,0	1,0	4,3
IN020	Taxa de cobertura de pavimentação e meio-fio na área urbana do município	57,4	70,1	80,5
IN021	Taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais subterrâneos	0,0	3,2	14,3
IN051	Densidade de captações de águas pluviais na área urbana	0,0	1,0	5,0
IN040	Parcela de domicílios em situação de risco de inundação	0,0	0,4	4,8

Fonte: Paz (2024)

Ao enquadrar-se os dados, os indicadores são atribuídos de um score de 0 a 5 conforme Tabela 2 partindo do princípio dos quartis, que ao utilizar-se das equações de 8 a 12 gera-se um índice final de desempenho do saneamento (Paz *et al.*, 2023).

Tabela 2 – Scores dos indicadores INSA

Grupo	Indicadores com metas de aumento do índice	Indicadores com meta de redução do índice	Score do indicador
I	IN > Q3	IN < Q1	5
II	Q2 < IN < Q3	Q1 < IN < Q2	3
III	Q1 < IN < Q2	Q2 < IN < Q3	1
IV	IN < Q1	IN < Q3	0

Fonte: Paz *et al.* (2023).

A sigla IN é o código genérico que pode ser representado por qualquer indicador específico da pesquisa, por exemplo, (IN)055 sugerindo o Índice de Atendimento Total de Água (SNIS, 2023). O IN055, refere-se a um indicador com meta de aumento, ou seja, quanto maior seu resultado melhor para o sistema de abastecimento de água. Ao contrário, tem-se o IN058 (Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água) Kwh/m³ que neste caso quanto menor o seu valor melhor será para o sistema.

Com relação as equações de 1 a 5 tem-se que as iniciais ID representam a descrição para Indicador de Desempenho e as duas últimas letras da sigla representa

a área do saneamento, a saber: IDRS (Indicador de desempenho de Resíduos sólidos, IDAA (Indicador de Desempenho de Abastecimento de Água), IDES (Indicador de Desempenho de Esgoto Sanitário) e IDAP (Indicador de Desempenho de Águas Pluviais).

$$\begin{aligned} \text{IDRS} = & (0,166 \times \text{SIN005}) + (0,096 \times \text{SIN011}) + (0,146 \times \text{SIN015}) + \\ & (0,052 \times \text{SIN018}) + (0,029 \times \text{SIN019}) + 8(0,081 \times \text{SIN028}) + (0,116 \times \text{SIN030}) + \\ & (0,158 \times \text{SIN031}) + (0,055 \times \text{SIN044}) + (0,032 \times \text{SIN045}) + (0,052 \times \text{SIN048}) + \\ & (0,019 \times \text{SIN051}) + (0,116 \times \text{SCa007}) \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} \text{IDAA} = & (0,216 \times \text{SIN055}) + (0,157 \times \text{SIN011}) + (0,194 \times \text{SIN009}) \\ & + (0,056 \times \text{SIN025}) + (0,018 \times \text{SIN058}) + (0,111 \times \text{SIN013}) \\ & + (0,111 \times \text{SIN049}) + (0,042 \times \text{SIN085}) + (0,077 \times \text{SQD004}) \\ & + (0,019 \times \text{SIN072}) \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} \text{IDES} = & (0,263 \times \text{SIN056}) + (0,263 \times \text{SIN015}) + (0,024 \times \text{SIN021}) \\ & + (0,065 \times \text{SIN059}) + (0,131 \times \text{SIN077}) + (0,254 \times \text{SIN082}) \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} \text{IDAP} = & (0,046 \times \text{SIN049}) + (0,124 \times \text{SIN020}) + (0,124 \times \text{SIN021}) \\ & + (0,277 \times \text{SIN051}) + (0,427 \times \text{SIN040}) \end{aligned} \quad (11)$$

$$\text{INSA} = \frac{(\text{IDRS} + \text{IDAA} + \text{IDES} + \text{IDAP})}{4} \quad (12)$$

O INSA classifica os municípios em níveis de desempenho da seguinte forma:

- *Baixo desempenho*: $0,000 < \text{INSA} < 0,400$;
- *Médio desempenho*: $0,400 \leq \text{INSA} < 0,600$
- *Alto desempenho*: $0,600 \leq \text{INSA} < 0,800$
- *Excelente desempenho*: $0,800 \leq \text{INSA} < 1,000$

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 DIAGNÓSTICO DOS SISTEMAS DE SANEAMENTO DE BELO JARDIM

Os serviços de saneamento básico desempenham um papel crucial na oferta de cuidados adequados nessa área, sendo essenciais para salvaguardar a saúde da população e promover a qualidade de vida (HELLER e CASTRO, 2007). A saúde pública, por sua vez, deve ser considerada como resultado das interações entre fatores ambientais, sociais e econômicos que influenciam as condições de vida de uma determinada comunidade (OPAS, 2007).

Como uma das ações que promoveram isso, teve-se a criação do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), que gerou uma grande aplicação na parcela de investimento público na área, onde foram disponibilizados recursos para obras em cidades pequenas, médias e grandes em todo o Brasil (SOUZA e GOMES, 2019). É importante destacar que a lei nº 14.026, datada de 15 de julho de 2020, conhecida como Marco Legal do Saneamento Básico, estabelece, entre outras diretrizes, que a regulação dos serviços de saneamento público no Brasil deve englobar quatro áreas essenciais para o bem-estar da sociedade: (i) fornecimento de água potável, (ii) tratamento de esgoto, (iii) limpeza urbana e gestão de resíduos sólidos e (iv) drenagem e gerenciamento de águas pluviais e urbanas (BRASIL, 2020). Assim, o diagnóstico foi estruturado levando em conta esses quatro principais segmentos do saneamento básico.

4.1.1 Abastecimento de água

O abastecimento de água de Belo Jardim é realizado basicamente pelo sistema adutor do agreste, que foi recentemente empregado, e principalmente pela barragem Bitury. Alguns anos antes, quando o sistema de abastecimento foi afetado pela seca, a Compesa (Companhia Pernambucana de Saneamento) fez uma manobra para que a população pudesse utilizar a água da barragem do Ipojuca, entretanto esta estava com grande contaminação vinda de esgotamentos sanitários da cidade, bem como de cidades cortadas pelo rio Ipojuca a montante a Belo Jardim. Inclusive, moradores relatavam odor e gosto ruim da água utilizada do Ipojuca na época da seca. Dessa forma, os casos de doenças cresceram. No geral, por meio do SNIS (2023), a

cidade de Belo Jardim tem uma boa cobertura de abastecimento de água, tanto na zona urbana quanto na rural.

4.1.2 Esgotamento sanitário

Belo Jardim não possui um sistema de tratamento de esgoto, coletando os esgotos por meio de tubulações de concreto que são despejadas nos rios da cidade. O rio que sofre mais com essa situação é o Bitury, que atravessa o centro da cidade de forma perpendicular, recebendo a maior quantidade de esgoto. As principais empresas de Belo Jardim contam com estações básicas de tratamento de esgoto para gerenciar total ou parcialmente seus resíduos. Além disso, uma significativa parte da população ainda utiliza fossas sépticas para tratar as águas contaminadas.

Em 2019, a Compesa anunciou que Belo Jardim, localizada a 184 quilômetros do Recife, seria a mais nova cidade a receber obras para a instalação de um sistema público de coleta e tratamento de esgoto.

O projeto de esgoto em Belo Jardim incluiu diversas intervenções, como a instalação de 17 quilômetros de rede coletora, 65 quilômetros de ramais para condomínios e oito mil conexões domiciliares. Também, seria erguida uma estação elevatória, que fazia parte do sistema de bombeamento, juntamente com obras adicionais para aprimorar o atendimento da Compesa na cidade, incluindo a reforma da unidade situada no Centro de Belo Jardim.

4.1.3 Coleta de resíduos sólidos

A coleta de resíduos na cidade é realizada periodicamente por caminhões basculantes contratados através de empresas terceirizadas, por meio de processos licitatórios. O lixo coletado é levado para o aterro sanitário municipal. As empresas estabelecidas na cidade estão se mobilizando para destinar os resíduos, especialmente os da construção civil, a centros dedicados à coleta e tratamento de resíduos sólidos. Contudo, devido ao alto custo desse procedimento, a sua implementação tem sido lenta. Quanto à coleta seletiva, existem apenas algumas cooperativas sem fins lucrativos, como a Tareco e Mariola, vinculadas ao grupo Moura, que realizam o trabalho de coleta seletiva, empregando moradores locais e da região em atividades artesanais.

4.1.4 Drenagem de águas pluviais urbanas

Embora apresentando algumas deficiências, o sistema de drenagem em Belo Jardim funciona de forma mais eficiente nas áreas periféricas. Isso porque, em períodos de chuvas intensas, o centro da cidade costuma enfrentar alagamentos. Esses alagamentos são exacerbados pelo rio Bitury, que passa pelo centro da cidade.

O centro, por sua vez, ultimamente foi o local que sofreu muito com mau funcionamento da drenagem. Boa parte da drenagem da cidade acaba se misturando com as galerias ou tubulações de esgoto, que, por fim, desagüam nos rios.

A pesquisa baseou-se em indicadores de desempenho do saneamento extraídos do banco de dados Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2023). Estes indicadores estão relacionados aos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem pluvial. A análise levou em consideração as informações coletadas entre os anos de 2011 e 2021 do município de Belo Jardim/PE. Os 156 indicadores calculados pelo SNIS são divididos da seguinte forma: 84 indicadores de água e esgoto, 47 indicadores de resíduos sólidos e 25 indicadores de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.

A pesquisa se baseia na análise de 34 indicadores, conforme metodologia de Paz *et al.* (2024). Foram selecionados 10 indicadores relacionados ao abastecimento de água, 6 indicadores relacionados a esgotamento sanitário, 13 indicadores relacionados a resíduos sólidos e 5 indicadores relacionados à drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.

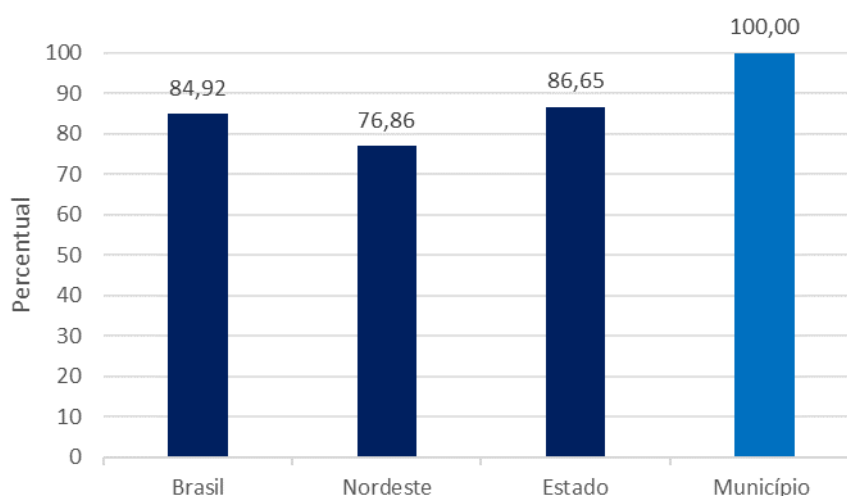
A partir da escolha dos indicadores e do período de análise, realizou-se um diagnóstico dos serviços de saneamento, comparando o panorama atual do município com o que estabelece a legislação ambiental, em especial a Lei 11.445/2007 (Política Nacional de Saneamento Básico), a Lei nº 12.305/2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos), e a Lei nº 14.026/2020 (novo marco legal do saneamento).

A obtenção de conhecimentos pertinentes sobre saneamento básico é fundamental para construção de políticas públicas e estruturação dos planos de saneamento básico. Segundo o Instituto Água e Saneamento (2024), o município de Belo Jardim está elaborando a sua Política Municipal de Saneamento, bem como o seu Plano Municipal de Saneamento.

O abastecimento de água (IN055) cobre 100,00% da população total do município que tem acesso aos serviços de abastecimento de água. A média do estado

de Pernambuco é 83,56% e, do país, 84,20% (Figura 3). Em Belo Jardim, o consumo médio per capita encontra-se abaixo da média do país, tendo um preço por m³ (metro cubico) de água de aproximadamente 19,00% menor comparado ao país. O prestador mede o consumo de 92,61% das economias de água, os quais possuem hidrômetros, sendo constatado que cerca de 30,00% da água captada é perdida (IN049) na rede antes de chegar às economias (SNIS, 2022).

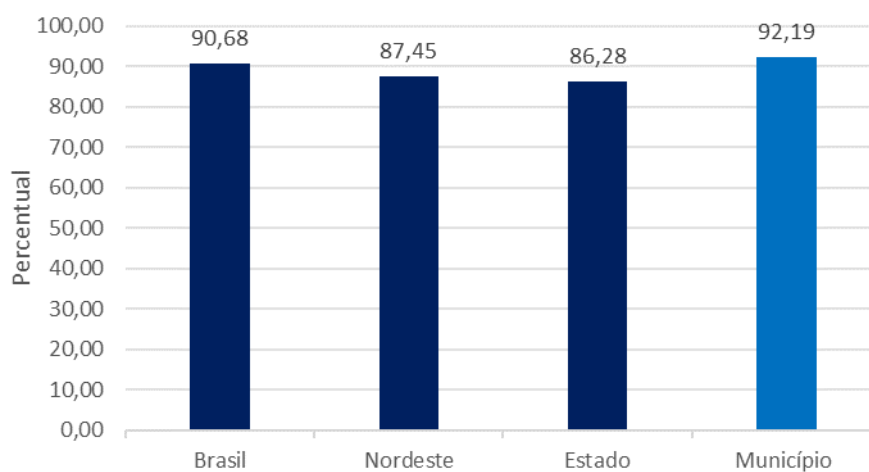
Figura 3 - Indicadores de Água - Atendimento total (IN055)



Fonte: Adaptado SNIS (2022).

A respeito das questões operacionais, a hidrometração (IN009) no município de Belo Jardim corresponde a 92,19% no município, estando acima da média do Estado 86,28%, da Região 87,45% e do País 90,68%, conforme se observa no Figura 4.

Figura 4 - Indicadores de Água - Hidrometração (IN009)

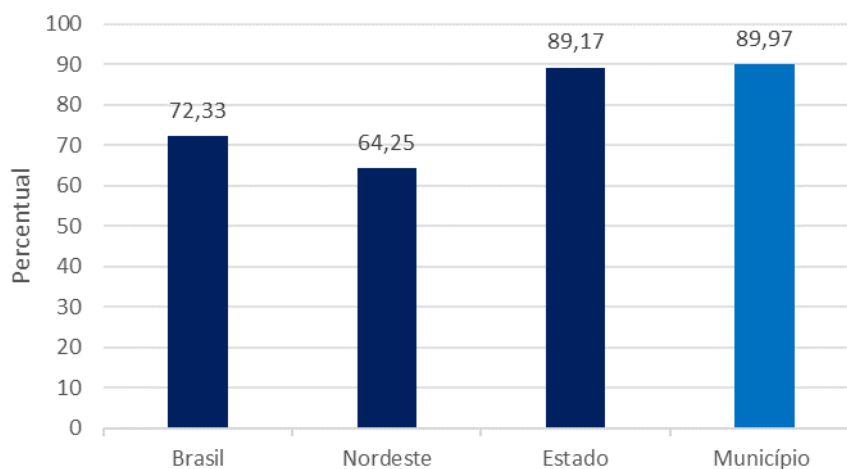


Fonte: Adaptado SNIS (2022).

A macromedição (IN011) no município 89,97% também está com percentual maior que a média Estado 89,17%, da Região 64,25% e do País 72,33%, apresentado na Figura 5.

O indicador IN011 juntamente com o índice IN009 é o reflexo da eficiência da micromedição. Este é mais um índice relacionado ao abastecimento de água que está acima das medias territoriais apresentadas pelo SNIS (2022). Este item é considerado de valor acrescente, portanto, quanto maior melhor a eficiência.

Figura 5 - Indicadores de Água - Macromedição (IN011)

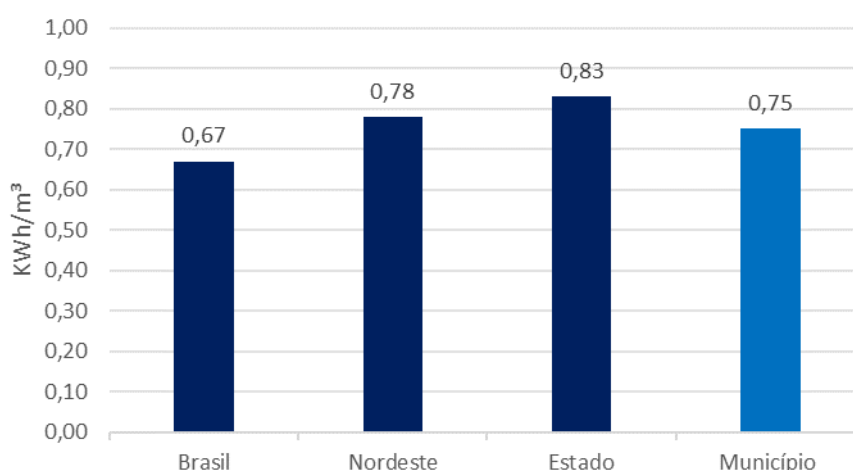


Fonte: Adaptado SNIS (2022).

Com relação ao consumo de energia, considera-se esse indicador eficiente quando se mostrar cada vez menor, ou seja, quanto menos se consumir com a operação de abastecimento de água melhor será em vários aspectos. Por exemplo, se o índice se mostra eficiente menos ônus para o município em se tratando da operação do sistema.

O consumo de energia em Belo Jardim é em média 0,75 kWh/m³, ficando abaixo da média estadual 0,83 kWh/m³ e regional 0,78 kWh/m³, mas acima da média nacional 0,67 kWh/m³ (Figura 6).

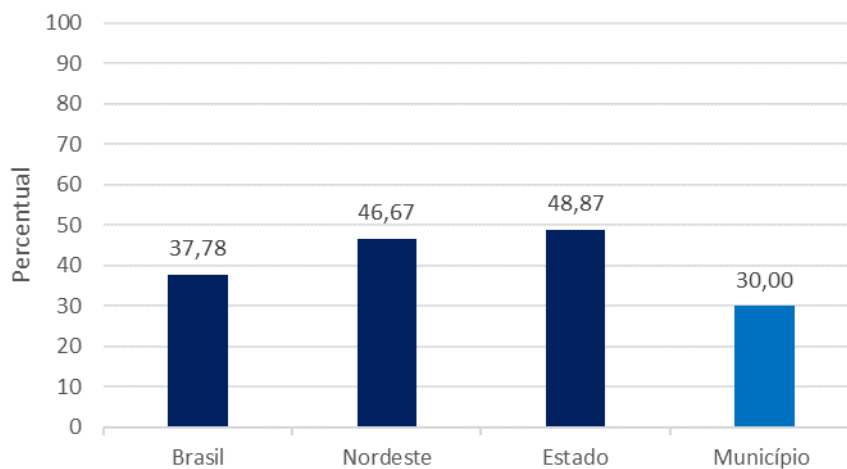
Figura 6 - Indicadores de Água - Consumo energia (IN058)



Fonte: Adaptado SNIS (2022).

O indicador Índice de perdas na distribuição, IN049, é o percentual das perdas físicas aparentes e considera a diferença entre o volume consumido e o volume produzido tomando por base o total produzido. Em Belo Jardim, o percentual de perdas na distribuição 30,00% foi menor em relação ao percentual estadual 48,47%, regional 45,67% e do país 37,78%, de acordo com a Figura 7. Ter o percentual de perdas abaixo dos outros três percentuais, mostra-se como um aspecto positivo, já que se perde menos água, mas não deve ser alertado o fato de que essas perdas nos municípios devem ser reduzidas.

Figura 7 - Indicadores de Água - Perdas distribuição (IN049)



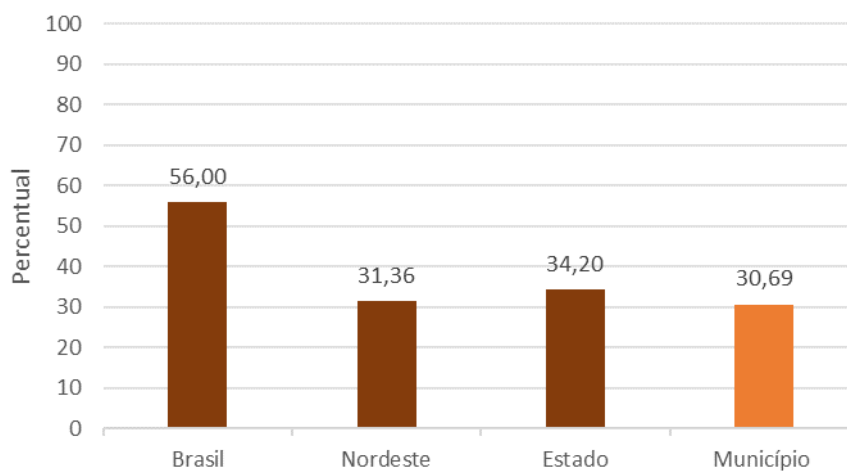
Fonte: Adaptado SNIS (2022).

O município de Belo Jardim apresenta 70,8% de residências alcançadas pelo sistema sanitário adequado e 68,1% dos domicílios urbanos em vias públicas possuem arborização. Apenas 7,5% das casas nas vias públicas tem uma urbanização eficiente proporcionada por presença de bueiros, calçadas, pavimentação e meio-fio. No quesito sistema sanitário, comparado com outros municípios do estado, Belo Jardim ocupa a 15ª posição de 185, na parte de arborização ocupa a 90ª de 185 e com relação a vias públicas urbanizadas se encontra na 75ª posição de 185. Quando comparado a cidades no âmbito nacional, sua posição com relação aos itens anteriores fica 1354ª, 3224ª, 3082ª de 5570 entes municipais respectivamente.

Em relação ao esgoto, considerando o atendimento total 30,69%, o índice de coleta de esgoto no ano base 2022 foi de 30,21% com 7,50m de ligação individual. Referente ao consumo de energia (IN059), média de reparos por extravasamento (IN077) e extravasamento de esgoto por extensão de rede não foram relatados nenhuma informação pelo município (SNIS, 2022).

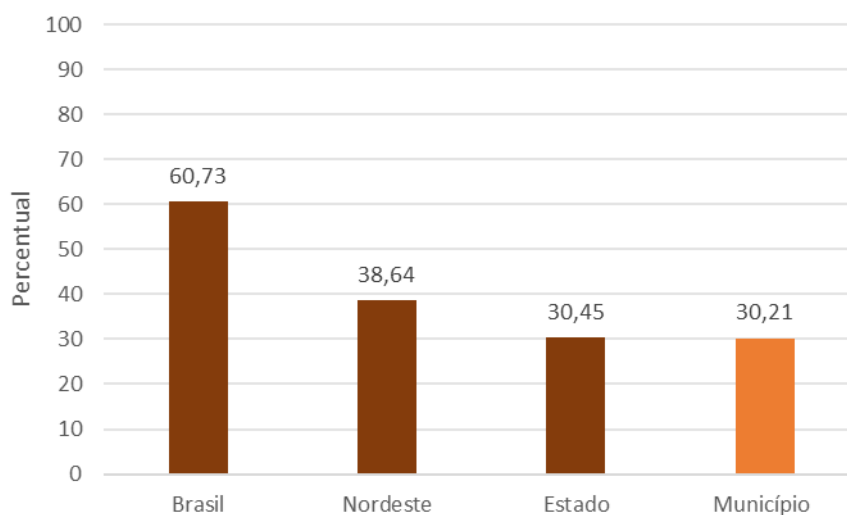
Ainda de acordo com o SNIS (2022), “o prestador ou órgão responsável pelo serviço de coleta de esgoto não enviou informações”. Belo Jardim possui 1,22% de seu esgoto manejado de forma adequada, através de sistemas centralizados de coleta e tratamento ou de soluções individuais. Do restante, 81,24% são coletados, embora não seja tratado e 17,54% não é tratado nem coletado.

Figura 8 - Indicadores de Esgoto – Atendimento total (IN056)



Fonte: Adaptado SNIS (2022).

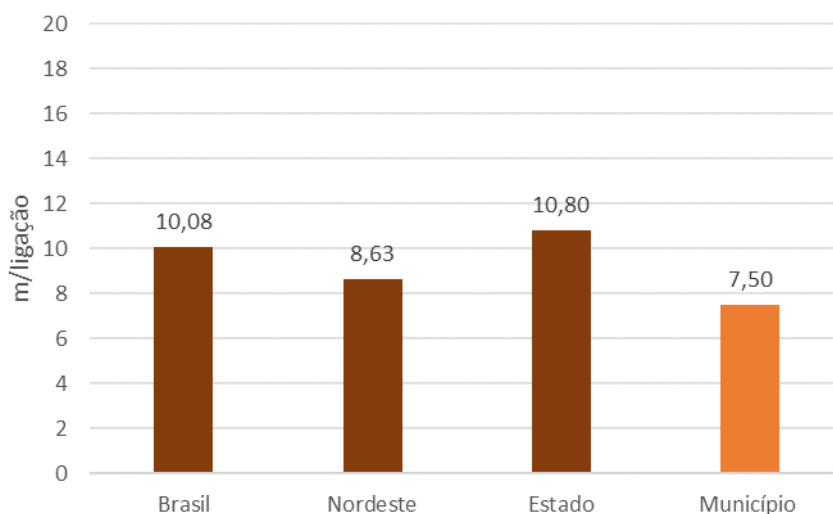
Figura 9 - Indicadores de Esgoto - Coleta esgoto (IN015)



Fonte: Adaptado SNIS (2022).

A extensão da rede no município 7,50 m/lig tem o menor comprimento por ligação quando comparado ao Estado 10,80 m/lig, Região 8,63m/lig e Brasil 10,08 m/lig (Figura 10).

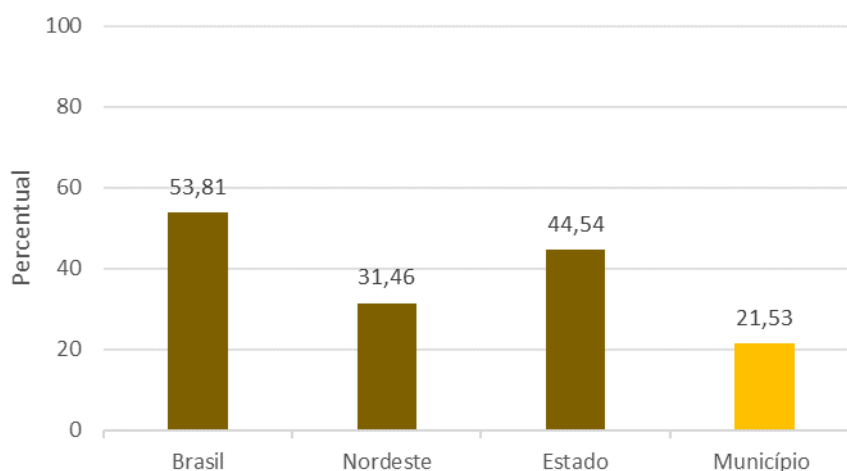
Figura 10 - Indicadores de Esgoto - Extensão rede (IN021)



Fonte: Adaptado SNIS (2022).

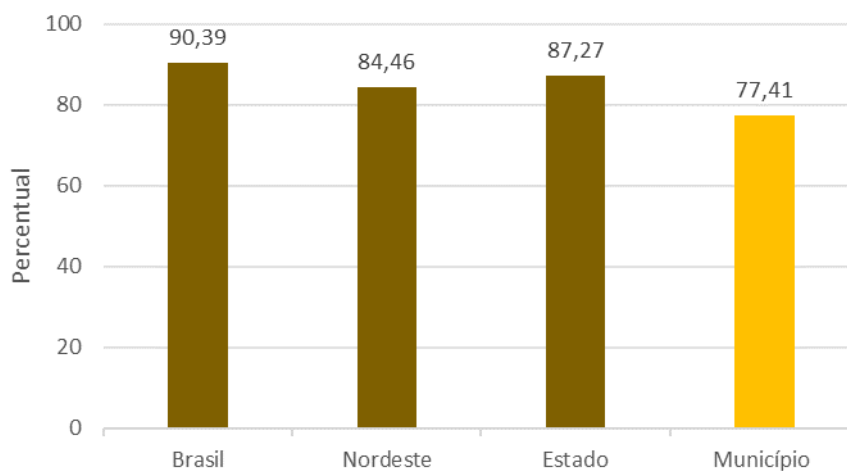
Existe a cobrança dos serviços de Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos, e ela ocorre através da taxa específica no mesmo boleto do IPTU (SNIS, 2022). Com isso, em Belo Jardim, a autossuficiência dessa categoria representa a menor porcentagem 21,53% quando comparada com os valores do Estado 44,54%, Região 31,46% e Brasil 53,81% (Figura 11). Quanto a cobertura do serviço no município, tem-se que 77,41% da população total é atendida com coleta de Resíduos Domiciliares (IN015), abaixo dos índices estadual, regional e brasileiro (Figura 12).

Figura 11 - Indicadores de Resíduos Sólidos - Autossuficiência (IN005)



Fonte: Adaptado SNIS (2022).

Figura 12 – Indicadores de Resíduos Sólidos - Cobertura total (IN015)

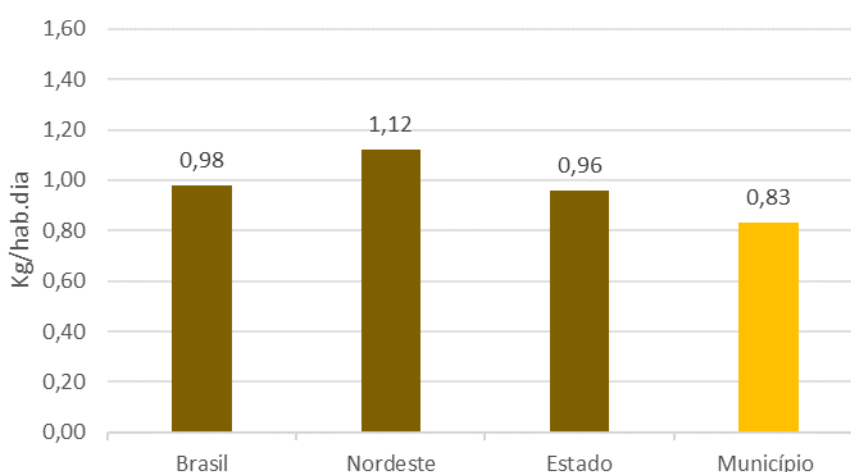


Fonte: Adaptado SNIS (2022).

Assim, tomando como base a população total do município, são coletados, por dia, 0,83 kg/hab.dia (IN028) (Figura 13), sendo a parcela de resíduos domiciliares de 0,72 kg/hab.dia.

Os setores municipais responsáveis declararam que não há prática coleta seletiva de resíduos no município, de modo que não há indicadores disponíveis acerca dessa prática.

Figura 13 – Indicadores de Resíduos Sólidos - Massa coletada total (IN028)

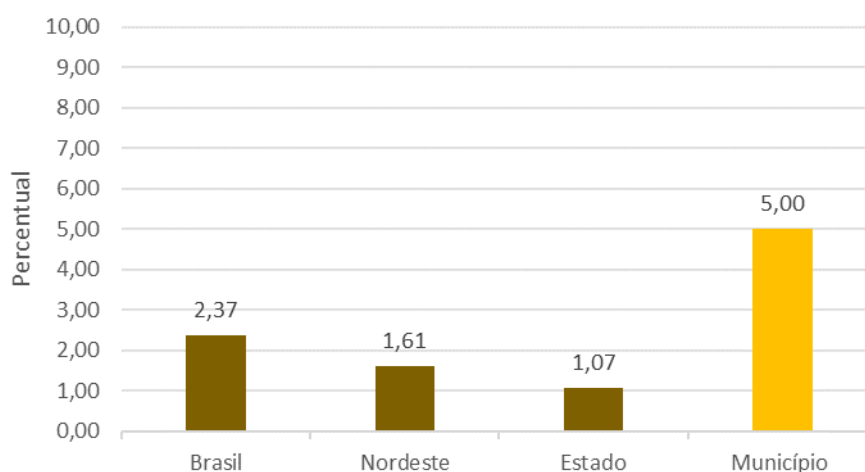


Fonte: Adaptado SNIS (2022).

Na Figura 14 são mostrados os percentuais referentes as taxas de recuperação, em que o município de Belo Jardim se destaca, tendo uma taxa de

5,00%. Essa taxa de recuperação de recicláveis está associada a pequenos catadores que, juntamente com órgãos sem fins lucrativos, como o Tareco e Mariola, fazem projetos de reciclagem para benefício da sociedade e preservação ambiental. Além disso, também trabalham com recuperáveis pequenas cooperativas de bairros que somam para melhor aproveitamento dos resíduos recicláveis.

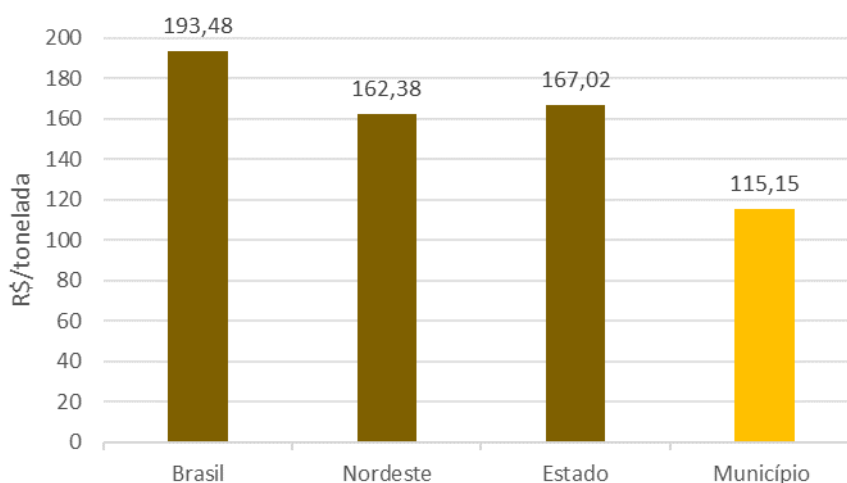
Figura 14 – Indicadores de Resíduos Sólidos - Taxa recuperação (IN031)



Fonte: Adaptado SNIS (2022).

Acerca dos custos de coleta, observa-se um indicador de R\$ 115,15/t, abaixo da média, devido principalmente à baixa cobertura de coleta (Figura 15).

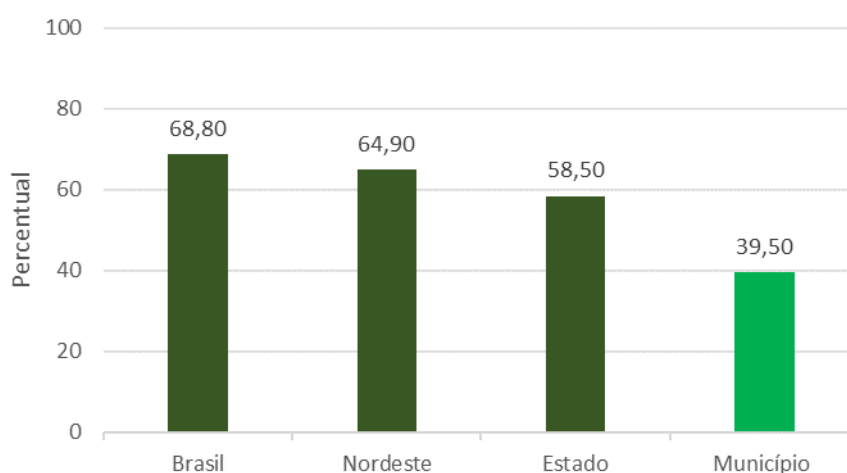
Figura 15 – Indicadores de Resíduos Sólidos - Custo coleta (IN023)



Fonte: Adaptado SNIS (2022).

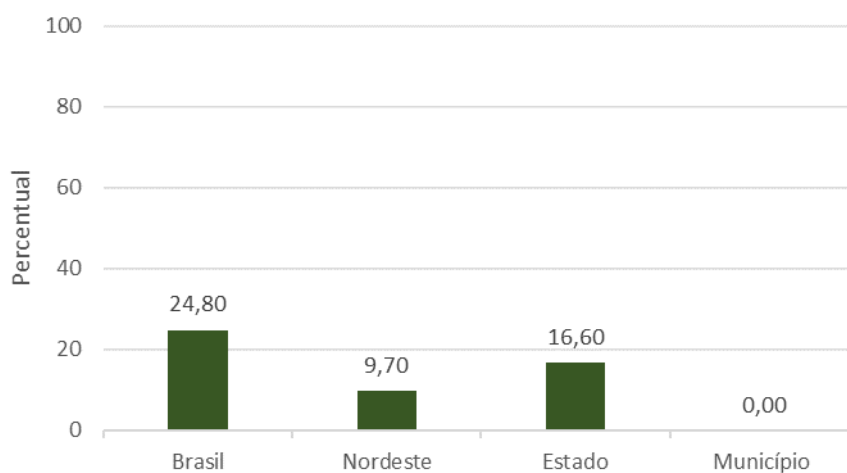
Como cerca de 27% da área municipal de Belo Jardim é considerada área urbana, com densidade de 3 pessoas/ha, problemas nos sistemas de drenagem e manejo das águas pluviais podem gerar impactos diretos sobre a vida da população nas áreas urbanas. Tem-se que 0,6% dos domicílios estão expostos ao risco de inundação, embora nos últimos cinco anos não tenham sido registradas enxurradas, inundações ou alagamentos. Em Belo Jardim, as áreas de risco de inundação não estão mapeadas, assim como não possuem sistemas de alerta de riscos hidrológicos (SNIS, 2021). Conforme a Figura 16, a taxa de pavimentação do município de Belo Jardim é menos da metade 39,50%. Porém, o valor da taxa de pavimentação do município possui uma parcela representativa em seu território, onde se destaca que taxa de canais subterrâneas é 0,00% (Figura 16).

Figura 16 – Indicadores de Águas Pluviais Urbanas - Taxa pavimentação (IN020)



Fonte: Adaptado SNIS (2022).

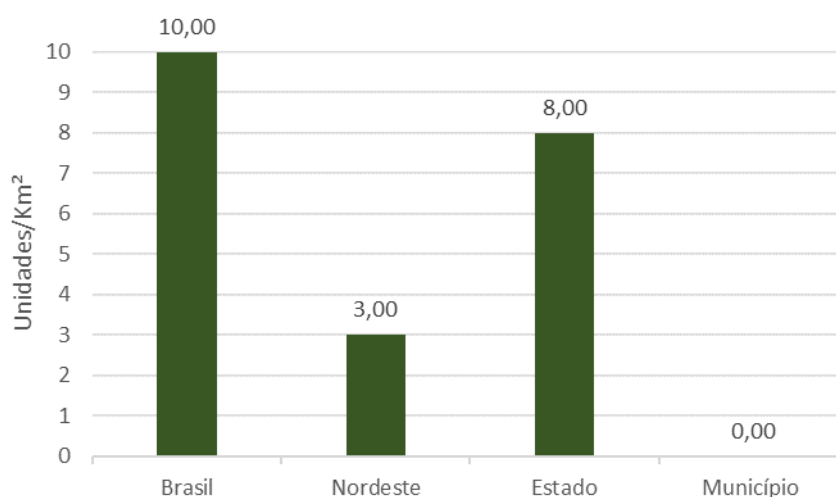
Figura 17 – Indicadores de Águas Pluviais Urbanas - Canais subterrâneos (IN021)



Fonte: Adaptado SNIS (2022).

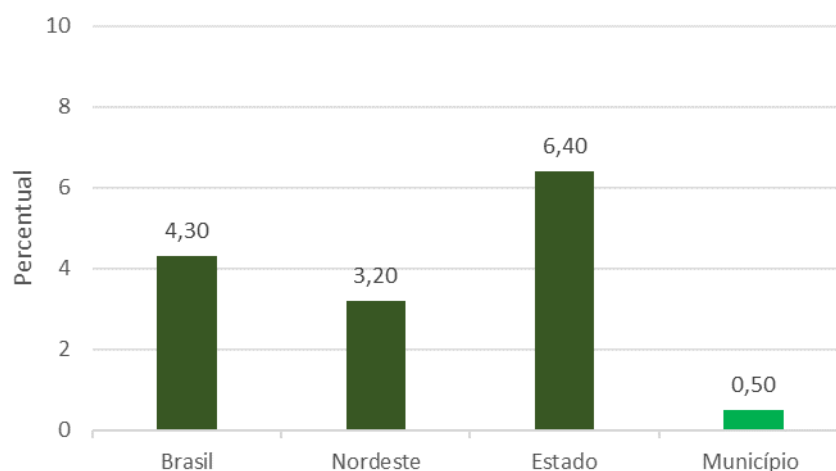
Por meio da Figura 18, nota-se que não há captações de águas pluviais por quilometro quadrado no município de Belo Jardim. Ao passo que o percentual de domicílios em risco é de 0,50% (Figura 19), sendo menor que o Estado 6,40%, que é o maior, também quando comparado ao percentual da região e do país (Figura 19).

Figura 18 – Indicadores de Águas Pluviais Urbanas - Captações (IN051)



Fonte: Adaptado SNIS (2022).

Figura 19 – Indicadores de Águas Pluviais Urbanas - Domicílios em risco (IN040)



Fonte: Adaptado SNIS (2022).

4.2 RESULTADO DA APLICAÇÃO DO INSA A BELO JARDIM

Como já mencionado, o INSA foi aplicado ao município de Belo Jardim para um período de 10 anos, compreendido do ano 2012 ao ano de 2021. Nos itens que se seguem são apresentados os valores de cada índice, bem como isso influencia no saneamento básico do município.

4.2.1 Indicador de Desempenho de Abastecimento de Água (IDAA)

Este indicador do SNIS considera a população urbana que realmente recebe os serviços de abastecimento de água conforme dados inseridos pela Compesa, em relação ao total da população residente nos municípios que recebem esses serviços, conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em pesquisa realizada anualmente (Araujo *et al.*, 2022).

A Tabela 3 apresenta os scores dos indicadores de abastecimento de água de Belo Jardim/PE do ano 2012 a 2021. Observa-se que os indicadores de atendimento urbano de água (IN055), Índice de perdas de faturamento (IN013), taxa de economias ativas atingidas por paralisações (QD004*) e duração média das paralisações (IN072) se enquadraram mais no Q1, tendo desempenhos melhores.

Tabela 3 – Avaliações para o IDAA entre 2012 e 2021

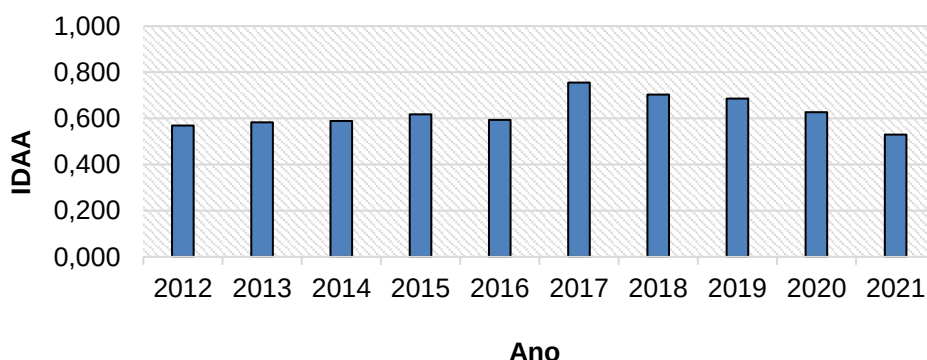
Indicador/Ano	Score dos indicadores para cada ano									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
IN055	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
IN011	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1
IN009	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
IN025	5	3	1	0	0	0	0	0	3	3
IN058	3	1	1	0	0	3	1	1	3	3
IN013	0	1	3	5	5	5	5	5	3	1
IN049	0	1	1	1	1	5	5	5	3	1
IN085	5	5	3	3	0	0	3	0	1	0
QD004*	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
IN072	5	5	5	5	5	5	3	5	0	0
Score Total	2,843	2,917	2,943	3,091	2,965	3,777	3,515	3,427	3,134	2,648
IDAA	0,569	0,583	0,589	0,618	0,593	0,755	0,703	0,685	0,627	0,530

Fonte: Autor (2025).

(*) IN055 - Índice de atendimento total de água; IN011 - Índice de macromedição; IN009 - Índice de hidromederação; IN025 - Volume de água disponibilizado por economia; IN058 - Índice de consumo de energia em sistemas de abastecimento de água; IN013 - Índice de perdas de faturamento; IN049 - Índice de perdas na distribuição; IN085 - Índice de conformidade da quantidade de amostra - coliformes Totais; QD004* - Taxa de economias ativas atingidas por paralisações; IN072 - Duração média das paralisações.

O resultado do IDAA se mostrou em crescimento no início, onde em 2012 o seu valor foi de 0,568, chegando a 0,755 em 2017. Porém, observou-se que nos últimos quatro anos do período analisado (2018-2021), o IDAA sofreu diminuição no desempenho ano a ano (Figura 20).

Figura 20 – Resultado do IDAA em Belo Jardim



Fonte: Autor (2025).

Ao observar a Figura 20, onde o ano de 2021 teve o menor valor de IDAA dentro do período estudado, acende-se o alerta sobre a precarização ou a falta de

serviços de abastecimento de água, pois a ausência desse componente do saneamento faz com que a população busque outras fontes, como poços tubulares, que em diversos casos não atendem aos padrões adequados de potabilidade. Assim, destaca-se que o saneamento básico, especialmente o acesso à água potável, é um direito fundamental e uma necessidade urgente, uma vez que a sua falta gera efeitos negativos não somente para os indivíduos em situação de vulnerabilidade, mas também para a saúde coletiva (Araujo *et al.*, 2022).

Segundo Moraes (2019), a água exerce um papel crucial, e a sua gestão adequada, seja por meio da implementação ou aprimoramento dos serviços de abastecimento, pode ocasionar na melhora significativa na saúde e nas condições de vida de uma comunidade. Isso se dá essencialmente pelo controle e prevenção de doenças, da promoção de práticas higiênicas, do fomento ao esporte, da ampliação da limpeza pública, entre outros aspectos. Dessa forma, esse se torna um dos melhores investimentos para com a saúde coletiva.

Tratando do decrescimento e, especificamente, do ano de 2021 (Tabela 3), teve-se que apenas os IN055 e QD004 obtiveram score 5, sendo que do restante, a maioria teve score 0 ou 1. Com isso, enfatiza-se que em áreas onde o saneamento é deficiente, doenças de transmissão hídrica podem surgir devido à contaminação da água por resíduos de animais ou humanos, além do contato com esgoto doméstico e/ou industrial, que são descartados inadequadamente nas ruas ou nos corpos d'água, como rios e córregos (aspecto muito relacionado ao IN049 que, inclusive, recebeu score 0). Há evidências de que os investimentos em melhorias no sistema de saneamento e na distribuição de água são mais eficazes do que os gastos direcionados à saúde (Maroneze *et al.*, 2014, Araujo *et al.*, 2022).

4.2.2 Indicador de Desempenho de Esgotamento Sanitário (IDES)

A coleta e o tratamento de esgotos são essenciais para o saneamento básico. Essas ações representam promoção de saúde pública e manutenção de recursos naturais, entre eles, os corpos hídricos onde é captada a água para abastecimento público (Brasil, 2023).

A Tabela 4 apresenta os scores dos indicadores de esgotamento sanitário de Belo Jardim/PE do ano 2012 a 2021. Observa-se que o índice de atendimento total de

esgoto referido aos municípios atendidos com água (IN056) e o índice de coleta de esgoto (IN015) se enquadraram mais no Q1, tendo desempenhos melhores.

Tabela 4 – Avaliações para o IDES entre 2012 e 2021

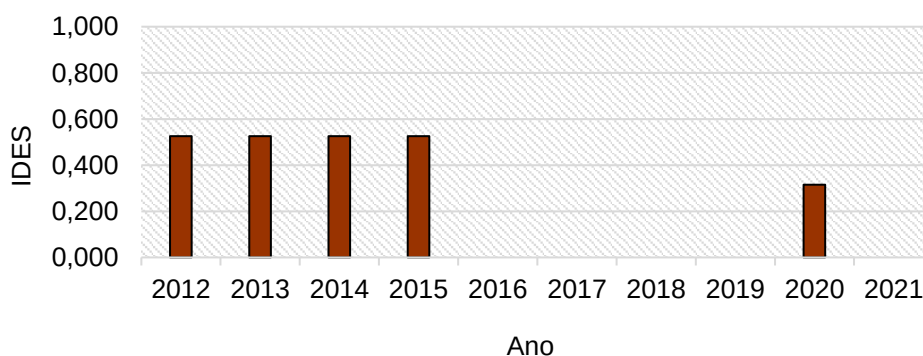
Indicador/Ano	Score dos indicadores para cada ano									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
IN056	5	5	5	5	0	0	0	0	5	0
IN015	5	5	5	5	0	0	0	0	1	0
IN021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IN059	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IN077	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IN082	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Score Total	2,630	2,630	2,630	2,630	0,000	0,000	0,000	0,000	1,578	0,000
IDES	0,526	0,526	0,526	0,526	0,000	0,000	0,000	0,000	0,316	0,000

Fonte: Autor (2025).

(*) IN056 - Índice de atendimento total de esgoto referido aos mun. atendidos com água; IN015 - Índice de coleta de esgoto; IN021 - Extensão da rede de esgoto por ligação; IN059 - Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de esgotamento sanitário; IN077 - Duração média dos reparos do extravasamento de esgotos; IN082 - Extravasamento de esgotos por extensão de rede.

Nos quatro primeiros anos do período analisado, o IDES se manteve constante, com o valor de 0,526, que já era baixo, onde nos quatro anos seguintes também se manteve constante, mas com valor de 0,000. Mesmo em 2020, quando teve um leve aumento, continuou baixo, chegando novamente a 0,000 em 2021 (Figura 21).

Figura 21 – Resultado do IDES em Belo Jardim



Fonte: Autor (2025).

A exemplo do extravasamento de esgoto, como é abordado pelo IN077, em que teve score zero para todos os dez anos, o impacto que é causado pela sua negligência pode ser o fluxo inadequado em vias públicas, residências e galerias de águas pluviais devido o rompimento ou obstrução de redes coletoras, interceptores ou emissários de esgoto. A realização regular desse serviço de operação tem influência direta com a qualidade da prestação do serviço de esgotamento sanitário (Brasil, 2023).

Ainda de acordo com Brasil (2023), uma outra informação relacionada à qualidade dos serviços é a quantidade de reclamações e/ou pedidos de serviço. Essa informação é coletada de forma integrada para os serviços de água e esgoto, considerando questões como falta de água, bloqueios nas redes, reparos em ligações, instalação ou verificação de hidrômetros, inspeção de vazamentos, e transbordamentos de esgoto, entre outros. Porém, mesmo sua importância sendo fundamental, o tratamento desses dados enfrenta obstáculos devido à dificuldade que os prestadores têm em estabelecer rotinas padronizadas para o monitoramento e a sistematização das informações.

Outro ponto de destaque para o baixo valor do IDES para Belo Jardim é o fato de que o esgotamento sanitário é um dos principais instrumentos para a diminuição da morbidade hospitalar e da mortalidade quando aplicado no local de destino de forma eficiente. Dessa forma, assim como o abastecimento de água, o esgotamento sanitário também está fortemente relacionado com a saúde pública, já que a ampliação de seu acesso contribui para a redução do número de internações e a redução da mortalidade entre crianças até 4 anos e a taxa de internações em crianças de 5 a 9 anos (Leoneti, Prado e Oliveira, 2011; Almeida, Cota e Rodrigues, 2020; Bayer, Uranga e Fochezatto, 2021).

4.2.3 Indicador de Desempenho de Resíduos Sólidos (IDRS)

Conforme o *Dictionary of Water and Waste Management*, a definição de resíduos sólidos engloba os resíduos comerciais, resíduos de construção e demolição, resíduos domésticos, resíduos de jardim, resíduos industriais, entre outros, mas também o termo pode excluir alguns resíduos que são sólidos e têm características indispensáveis, como os resíduos perigosos e os resíduos radioativos (Smith e Scott, 2005; Deus, Battistelle e Silva, 2015).

O manejo correto dos resíduos é uma estratégia essencial para a preservação ambiental, além de contribuir para a promoção e proteção da saúde. Quando os resíduos sólidos são destinados a aterros, podem afetar negativamente a qualidade do solo, da água e do ar, pois liberam compostos orgânicos voláteis, pesticidas, solventes e metais pesados, entre outros. Dessa forma, um dos principais desafios ambientais contemporâneos está ligado à produção de resíduos sólidos e à sua inadequada gestão (Golveia, 2012; Aguiar *et al.*, 2021).

A Tabela 5 apresenta os scores dos indicadores de resíduos sólidos de Belo Jardim/PE do ano 2012 a 2021. Observa-se que a massa [RDO + RPU] coletada per capita em relação à população total (IN028) e a taxa de cobertura da coleta de RDO em relação à população total (IN015) se enquadraram mais no Q1, tendo desempenhos melhores.

Nos três primeiros anos do período analisado, o IDRS se manteve constante, com o valor de 0,000, onde teve um pequeno aumento nos dois anos seguintes, principalmente por causa do IN028 que teve score 5. Depois, nos anos de 2017 e 2018, o IDRS voltou para 0,000. Nos últimos três anos do período analisado foi onde o indicador apresentou os maiores valores, mesmo que ainda muito baixo em relação ao que precisa ser atingido, mas destaca-se que esse aumento se deu porque vários subindicadores foram atendidos, ainda que a maioria com scores baixos, evidenciando apenas IN028, em 2019, e IN015, em 2020 (Figura 22).

Tabela 5 – Avaliações para o IDRS entre 2012 e 2021

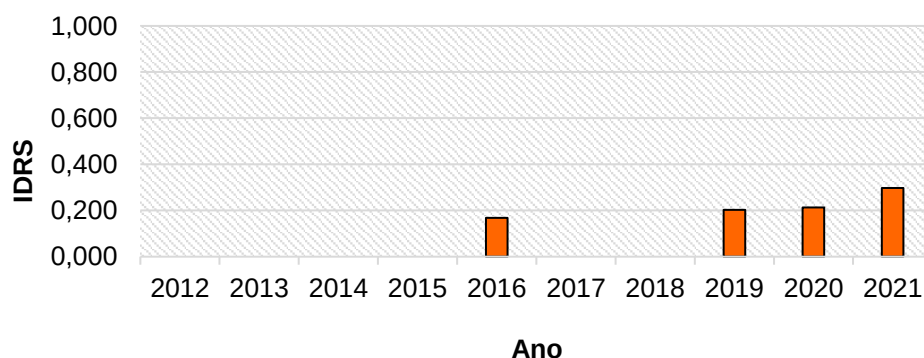
Indicador/Ano	Score dos indicadores para cada ano									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
IN005	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3
IN011	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3
IN015	0	0	0	3	3	0	0	3	5	3
IN018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IN019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IN028	0	0	0	5	5	0	0	5	3	3
IN030	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IN031	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IN044	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
IN045	0	0	0	0	3	0	0	1	3	3
IN048	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
IN051	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
Ca007*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Score Total	0,000	0,000	0,000	0,800	0,900	0,000	0,000	1,100	1,200	1,700
IDRS	0,000	0,000	0,000	0,151	0,168	0,000	0,000	0,203	0,213	0,298

Fonte: Autor (2025).

(*) IN005 - Auto-suficiência financeira; IN011 - Receita arrecadada per capita com serviços de manejo; IN015 - Taxa de cobertura da coleta de RDO em relação à população total; IN018 - Produtividade de coletadores e motorista; IN028 - Massa [RDO + RPU] coletada per capita em relação à população total; IN030 - Taxa de cobertura da coleta seletiva porta a porta; IN044 - Produtividade média dos varredores; IN045 - Taxa de varredores por habitante urbano; IN048 - Extensão total anual varrida per capita; IN051 - Taxa de capinadores por habitante urbano; Ca007* - Índice de Catadores por habitante urbano.

Como apresentado na Tabela 5, o IN028 foi um dos que mais se destacaram, chegando, em alguns anos, a ter *score* 5. Porém, outros subindicadores que também estão relacionados com a coleta dos resíduos sólidos, como os IN015, IN018 e IN030, não tiveram bom desempenho nos períodos de 10 anos. Dessa forma, na ausência de serviços de coleta de resíduos sólidos, a comunidade local se vê obrigada a descartar seu lixo de forma inadequada, recorrendo à queima de resíduos a céu aberto, em seus quintais, em áreas abandonadas e nas florestas. Da mesma maneira que nas zonas urbanas, a destinação imprópria do lixo nas áreas rurais também traz consequências prejudiciais à saúde humana e ao equilíbrio ecológico, mesmo que o volume seja pequeno comparado ao total gerado, resultando em uma significativa degradação ambiental (Collares *et al.*, 2007; Ceretta, Silva e Rocha, 2013; Santos *et al.*, 2015; Granja *et al.*, 2024).

Figura 22 – Resultado do IDRS em Belo Jardim



Fonte: Autor (2025).

Os subindicadores que se remetem a varrição, como os IN044, IN045 e IN048 apresentam baixos scores, chegando a zero na maioria dos anos. Por isso, segundo Motta e Borges (2014), a varrição de vias, que faz parte das ações de limpeza urbana nos municípios e representa a principal atividade para manter a limpeza dos espaços públicos, consiste na remoção de resíduos sólidos que se acumulam devido a causas naturais e ao descarte inadequado por parte da população. A ausência da varrição impacta diretamente a qualidade sanitária do ambiente, pois contribui para o acúmulo de lixo e favorece a proliferação de vetores que transmitem doenças, afetando a saúde pública, além de influenciar a estética urbana e a geração de receitas nas atividades comerciais, de serviços e turismo.

Quando comparado com Paz *et al.* (2023), que analisou a quantidade de varredores pelo número de habitantes, nota-se que municípios de pequeno porte se sobressaem obtendo uma taxa maior. O índice nacional é 0,83 varredores/1000 habitantes (IN045) e 0,47 capinadores/1000 habitantes (IN051). Essa média em municípios de grande porte condiz com a metade da média nacional, trazendo o destaque para o município de Castelândia/GO, que segundo informações do SNIS (2020), tem uma taxa de 9 varredores/1000 habitantes. De acordo com o IDRS do município de Belo Jardim/PE no período pesquisado, o município está defasado e necessita de melhorias neste quesito.

Ainda segundo Paz *et al.* (2023), sobre a produtividade do índice (IN044), notou-se que a média nacional é 1,64 km/varredor/dia, com o maior índice na faixa populacional 3 (100.000 a 250.000 habitantes). Para o município de Belo Jardim/PE o único valor informado encontra-se no ano de 2020 no período 2012 a 2021.

O Ca007* apresentou score zero de 2012 a 2021 e isso também gera preocupação, uma vez que os catadores são peças fundamentais para a reciclagem, entendendo que o principal motor da indústria da reciclagem reside na recuperação do valor do trabalho socialmente necessário presente nos materiais, o que se torna viável e lucrativo para as empresas apenas através da exploração e apropriação do trabalho não remunerado dos catadores (Dagnino e Johansen, 2017).

Investir na gestão de resíduos sólidos é fundamental para o desenvolvimento e a evolução desse setor, especialmente para o fortalecimento de sua infraestrutura. É possível explorar o potencial do biogás para a produção de energia, avançar na reciclagem — que abrange dimensões sociais, ambientais e econômicas — e estabelecer parcerias entre o setor público e privado, entre outros desafios a serem enfrentados (Kruljac, 2012; Campos, 2013; Jabour *et al.*, 2014; Battistelle e Silva, 2015).

A gestão de resíduos continua a enfrentar desafios significativos, mesmo com a adoção de tecnologias adequadas, especialmente no que diz respeito à destinação para aterros sanitários e incineração. A disposição em solo, mesmo em aterros que possuem sistemas de captação de gases e efluentes, encontra limitações devido ao esgotamento de áreas apropriadas, principalmente em grandes centros urbanos. Isso resulta na necessidade de transportar esses resíduos a longas distâncias, gerando complicações relacionadas ao transporte, como poluição e acidentes. Ademais, é crucial considerar o possível esgotamento dos serviços ecossistêmicos essenciais para a degradação de todo o material descartado (Battistelle e Silva, 2015).

4.2.4 Indicador de Desempenho do Sistema de Manejo de Águas Pluviais (IDAP)

A gestão e a drenagem das águas pluviais nas áreas urbanas, entendidas como parte do saneamento, definem-se como o conjunto de atividades, infraestrutura e estruturas operacionais voltadas à drenagem das águas da chuva, ao seu transporte, armazenamento ou retenção para mitigação dos picos de cheia, bem como o tratamento e disposição final das águas drenadas. Esse processo inclui também a limpeza e a fiscalização preventiva das redes de drenagem (Brasil, 2020; Silva *et al.* 2024).

A Tabela 6 apresenta os scores dos indicadores de manejo de águas pluviais de Belo Jardim/PE do ano 2012 a 2021. Observa-se que a Parcela de domicílios em

situação de risco de inundação (IN040) e o Investimento per capita em drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas (IN049) foram os que apresentaram maiores scores. No caso do IN040, o seu alto desempenho, isto é score 5, indica elevada ineficiência quanto a proteção de domicílios em situação de risco de inundação.

As inundações no contexto urbano acontecem em pequenas bacias localizadas dentro das cidades, resultado das alterações no uso do solo, como a impermeabilização, mudanças na drenagem que aumentam a velocidade do escoamento e a vazão durante cheias, além de fatores como a erosão, sedimentação e deterioração da qualidade da água devido à poluição gerada pelas superfícies urbanas. Essas consequências não são naturais, mas sim resultantes do desenvolvimento urbano, o que acaba por transferir o problema para áreas a jusante nas bacias hídricas (Silva *et al.*, 2024).

Tabela 6 – Avaliações para o IDAP entre 2012 e 2021

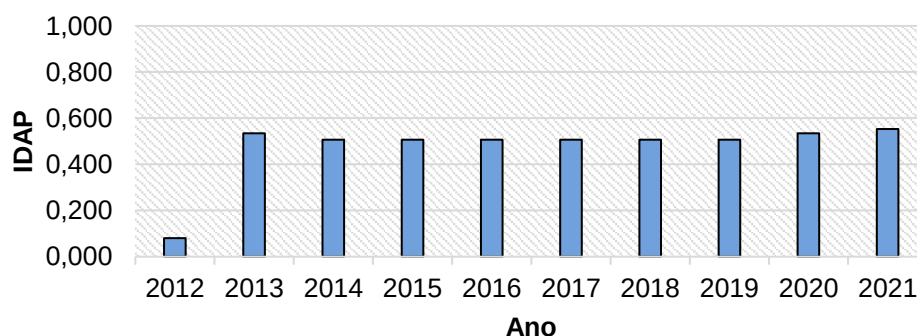
Indicador/Ano	Score dos indicadores para cada ano									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
IN049	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5
IN020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IN021	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
IN051	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
IN040	0	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Score Total	0,400	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,700	2,800
IDAP	0,080	0,535	0,507	0,507	0,507	0,507	0,507	0,507	0,535	0,553

Fonte: Autor (2025).

(*) IN049 - Investimento per capita em drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas; IN020 - Taxa de Cobertura de Pavimentação e Meio-Fio na Área Urbana do Município; IN021 – Taxa de Cobertura de vias públicas com redes ou canais subterrâneos; IN051 - Densidade de captações de águas pluviais na área urbana; IN040 - Parcela de Domicílios em Situação de Risco de Inundação.

Também, conforme a Figura 23, nota-se que o ano de 2012 foi o de menor avaliação para o IDAP, sendo que apenas os IN021 e IN051 tiveram algum valor de score, mas com o valor de 1 (Tabela 6).

Figura 23 – Resultado do IDAP em Belo Jardim



Fonte: Autor (2025).

Destaca-se que esses dois indicadores tiveram esse mesmo valor de *score* 1 em todos os 10 anos do período analisado, representando um problema para o município de Belo Jardim, já que, segundo Girão *et al.* (2017), Medau (2018) e Caldeira e Lima (2020), a cobertura de redes e canais de drenagem de águas pluviais contribui para o bem-estar e segurança da população, principalmente para a aquela que vive em áreas mais baixas, ou seja, vulneráveis a alagamentos (IN021), assim como, para Sarmento *et al.* (2017), outro fator importante é a localização do município estudado, que é em uma região onde a maioria dos rios são intermitentes e com grandes períodos secos, onde a população se torna dependente da água de chuva (IN051).

Ao observar a Figura 23, nota-se que o IDAP basicamente tem se mantido constante, tendo apenas um sutil aumento nos dois últimos anos do período analisado e falta do cumprimento do IN020 tem contribuído que para isso aconteça, já que o seu *score* foi zero para todos os anos. A não implementação desse indicador no sistema de drenagem pode gerar transtornos, uma vez que seu funcionamento, que vai desde a coleta até a condução da água escoada para a macrodrenagem, tem as sarjetas e meios-fios como responsáveis por dirigirem a água para as canalizações coletoras, normalmente subterrâneas que, por sua vez, transportam a água à estação de tratamento (Marques, 2019).

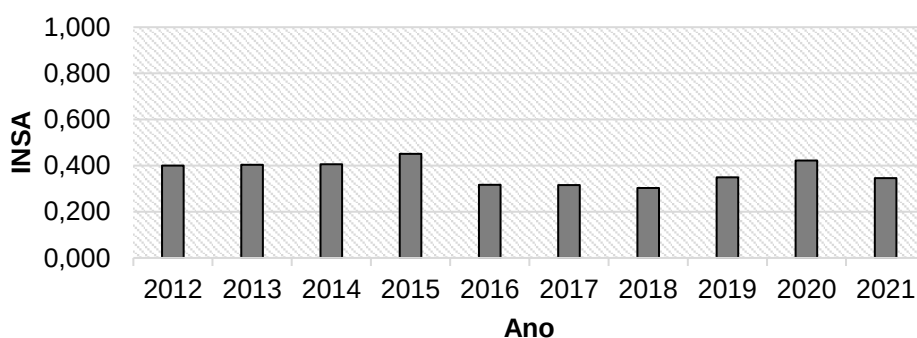
Diante do exposto, as enchentes, inundações, deslizamentos e a diminuição dos níveis de rios e lagos são consequências negativas das chuvas. São em desafios como esses que se destaca a relevância de um sistema eficaz de drenagem e gestão de águas pluviais em áreas urbanas. Uma drenagem adequada proporciona diversos benefícios, entre os quais: valorização das propriedades na região beneficiada;

diminuição dos custos com manutenção de ruas e calçadas; redução de danos a bens e do risco para vidas; escoamento eficiente das águas da superfície, permitindo um trânsito mais ágil após as chuvas; condições adequadas de mobilidade para veículos e pedestres nas cidades, mesmo durante chuvas frequentes ou intensas; e, mitigação dos impactos ambientais provocados pela chuva, como erosão e poluição de corpos d'água (Medau, 2018; Caldeira e Lima, 2020).

4.2.5 Índice de Desempenho do Saneamento Ambiental (INSA) em Belo Jardim/PE

Na Figura 24 são apresentados os scores, entre os anos de 2012 e 2021, do Índice de Desempenho do Saneamento Ambiental (INSA) em Belo Jardim, que é resultante da média aritmética entre os IDAA, IDES, IDRS e IDAP, como já mostrado anteriormente.

Figura 24 – Resultado do INSA em Belo Jardim



Fonte: Autor (2025).

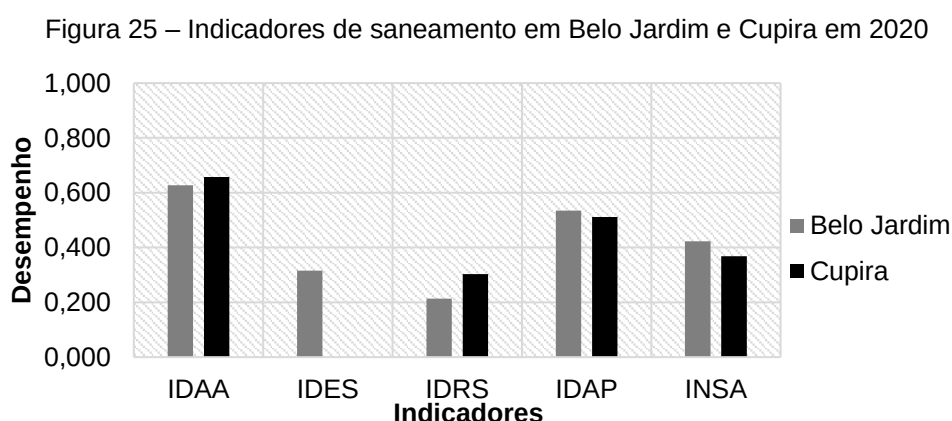
Como se observa na Figura 24, os anos de 2013, 2013, 2015 e 2020 tiveram notas acima de 0,400, embora não muito, indicando um médio de desempenho do saneamento no município. Nos anos de 2012, 2016, 2017, 2018, 2019 e 2021 as notas foram iguais ou abaixo de 0,400, indicando que houve um baixo desempenho no município. Dessa forma, destaca-se que, mesmo todos os indicadores que compõem o INSA tendo tido fragilidades com diversos subindicadores não atendidos, os IDES e IDRS foram os que mais contribuíram para o menor desempenho do INSA, já que vários anos desses tiveram score zero.

A média de todos os INSAs dos anos de 2012 a 2021 foi de 0,371, representando que ao longo dos dez anos analisados, o saneamento básico no município de Belo Jardim teve baixo desempenho.

A fim de comparação de resultados, assim como no município de Belo Jardim, no município de Cupira, ambos no estado de Pernambuco, foi aplicado o INSA. No caso de Cupira, os seus resultados estão expressos por meio do artigo intitulado “Avaliação dos indicadores de saneamento ambiental do município de Cupira/PE”, com autoria de Paz *et al.* (2023).

Foi selecionado o município de Cupira para análise de dados comportamentais do INSA visto que a cidade de Cupira tem IDHM próximo ao do município de Belo Jardim. Para a cidade de Belo Jardim tem-se o IDHM de 0,629 tomando por base o ano de 2010, e para a cidade de Cupira considerado a mesma base de dados tem-se o IDHM de 0,592. Esta proximidade fomenta as características necessárias para entender o saneamento em cada região.

O INSA de Cupira foi baseado no ano de 2023, abordando dados conforme exposto por Paz *et al.* (2023). Os dados utilizados por esses autores para Cupira foram do intervalo de 2010 a 2020, enquanto para Belo Jardim foram utilizados dados de 2012 a 2021, portanto uma diferença de um ano a mais no geral na análise do município de Cupira. Para a comparação entre os dois municípios levou-se em consideração apenas 2020, visto que ambos fizeram análises nesse ano referência, além de ser o mais recente (Figura 25).



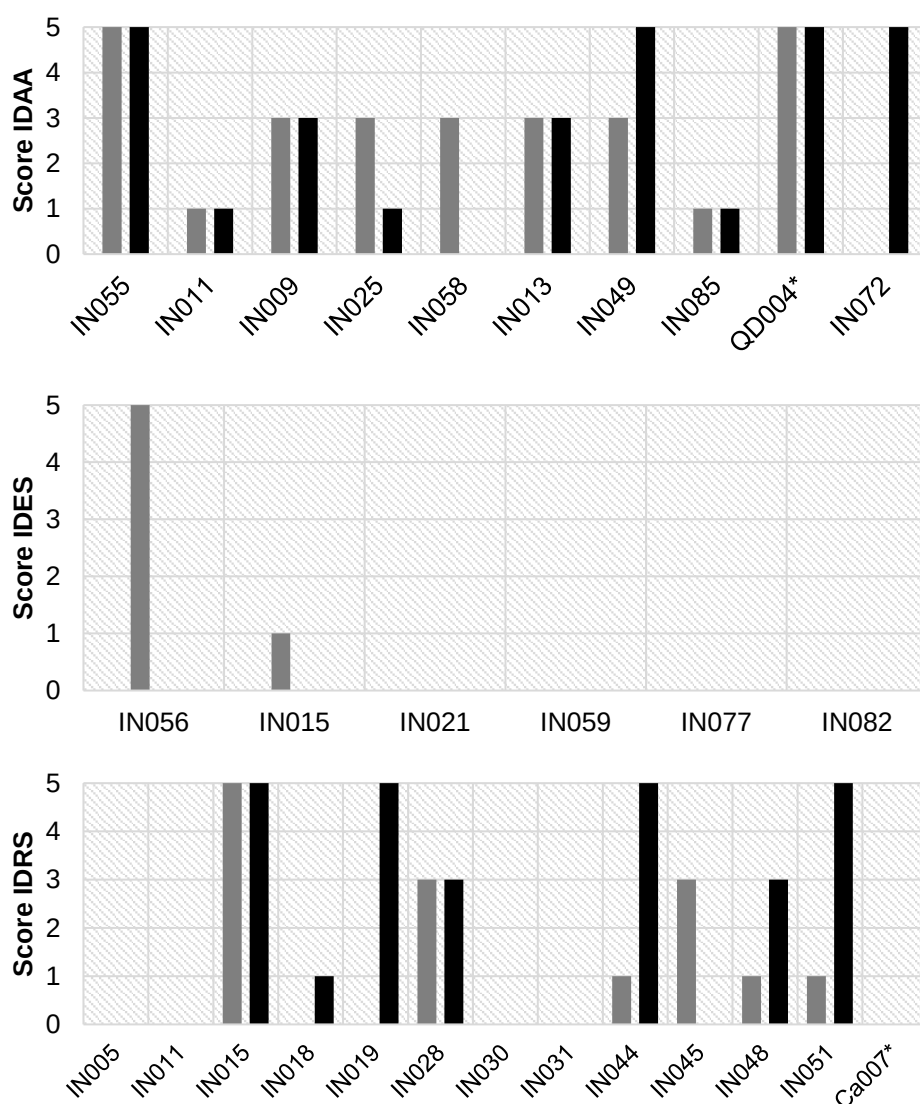
Fonte: Autor (2025) adaptado de Paz *et al.* (2023).

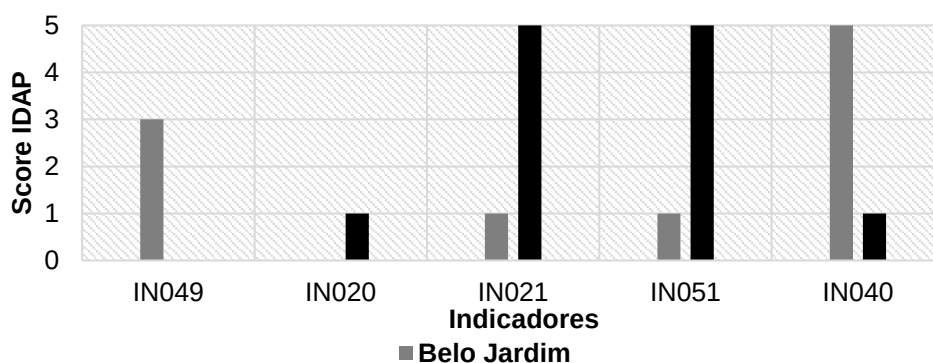
Como visto na Figura 25, no indicador final, isto é, o INSA, o município de Belo Jardim (0,423) teve desempenho melhor que Cupira (0,368). Uma das maiores

contribuições para que Cupira tivesse um desempenho abaixo foi principalmente pelo IDES que teve valor 0,000, enquanto para Belo Jardim foi de 0,316 – ambos valores baixos.

Com relação ao abastecimento de água, ambos os sistemas possuem 100% de cobertura. Dessa forma, esse e outros fatores contribuíram para que os municípios apresentassem IDAA superior a 0,600, tendo Cupira (0,657) o valor um pouco superior a Belo Jardim (0,627). Na Figura 26 são mostrados detalhadamente cada um dos subindicadores que compõem os indicadores do INSA, tanto para Belo Jardim quanto para Cupira, no ano 2020.

Figura 26 – Subindicadores de saneamento em Belo Jardim e Cupira em 2020





Fonte: Autor (2025) adaptado de Paz *et al.* (2023).

Tratando-se do manejo dos resíduos sólidos, Cupira (0,303) também teve um desempenho um pouco superior a Belo Jardim (0,213) no IDRS. Cupira ter sido saído melhor tem contribuição dos subindicadores IN015, IN019, IN044 e IN051, os quais apresentam score 5, enfatizando que outros subindicadores IN005, IN011, IN030, IN031 e Ca007* obtiveram score zero, por isso o valor do IDRS teve um resultado de baixa desempenho para esse município. Belo Jardim, por sua vez, teve apenas o IN015 com score 5 e os subindicadores IN005, IN011, IN018, IN019, IN030, IN031 e Ca007*, zero, esclarecendo seu baixo desempenho e inferior a Cupira.

No sistema de manejo de águas pluviais, o município de Belo Jardim (0,535) apresentou um IDAP com pequeno aumento em relação ao município de Cupira (0,511). Para Belo Jardim, apenas o subindicador IN040 teve score 5, enquanto o IN021 e IN051 tiveram score 5 para Cupira. Porém, o que torna a nota do IDAP em Belo Jardim um pouco maior é que o IN040 tem o maior peso no seu cálculo, sendo que Cupira teve score 1 nesse subindicador.

Por fim, em relação ao INSA, Belo Jardim acabou tendo um desempenho um pouco melhor quando comparado a Cupira, no ano de 2020. O INSA é calculado através da média aritmética entre os quatros indicadores (IDAA, IDER, IDRS e IDAP) e, no caso de Cupira, o contribui para a redução da sua nota foi ter tido o IDER como 0,000, uma vez que para os outros indicadores a sua nota foi relativamente próxima (para IDAP), até sendo superior (para o IDAA e IDRS), a Belo Jardim.

4.3 PROGNÓSTICO E ALTERNATIVAS PARA O CUMPRIMENTO DAS METAS

A análise dos indicadores foi realizada com a finalidade de criar um cenário de referência e um cenário conservador. Assim, o cenário de referência deve ser

estruturado com foco na melhoria dos serviços e na otimização dos sistemas, assumindo que a situação atual dos quatro componentes do saneamento básico sofrerá modificações ao longo do tempo, apresentando uma tendência de crescimento ou declínio constante e uniforme. Isso deve ocorrer dentro de um horizonte temporal máximo, definido de acordo com os prazos estabelecidos pela legislação, de forma que os principais indicadores atinjam as metas preconizadas pelas normas ambientais. Já no cenário conservador, propõe-se que os indicadores sigam a tendência histórica da gestão, prevendo uma melhoria no desempenho dos municípios ao longo dos anos, embora em um ritmo inferior ao do cenário de referência.

As metas e os valores representativos ao município de Belo Jardim podem ser verificados na Tabela 7, onde também é possível constatar o ano base determinado como prazo para o alcance das metas, assim como a situação presente no ano de 2021, último ano na qual os dados já estão disponíveis até o momento dessa pesquisa.

Tabela 7 – Análise do cumprimento das metas com base no SNIS (2022)

ABASTECIMENTO DE ÁGUA						
INDICADOR	FONTE	ANO BASE	META	SITUAÇÃO EM 2022		MARGEM
IN055 - Índice de atendimento total de água	Lei 14.026/ 2020	2033	99,00 %	100%	Atendida	-
IN049 - Índice de perdas na distribuição	Plansab (2019)	2023	41,00 %	44,48%	Não atendida	3,48%
		2033	33,00 %	42,75%	Não atendida	9,75%
ESGOTAMENTO SANITÁRIO						
INDICADOR	FONTE	ANO BASE	META	SITUAÇÃO EM 2022		MARGEM
IN056 - Índice de atendimento total de esgoto referido aos mun. atendidos com água	Lei 14.026/ 2020	2033	90,00 %	Sem dados para avaliar	Não atendida	-
IN015 - Índice de coleta de esgoto	Lei 14.026/ 2020	2033	90,00 %	Sem dados para avaliar	Não atendida	-
COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS						
INDICADOR	FONTE	ANO BASE	META	SITUAÇÃO EM 2022		MARGEM
IN005 - Autossuficiência financeira nos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.	Planares (2022)	2040	75,00 %	0,00% (Sem cobrança)	Não atendida	75,00%
IN015 - Taxa de cobertura da coleta de RDO em relação à pop. Total	Planares (2022)	2020	86,10 %	80,00%	Não atendida	6,10%
		2024	89,60 %		Não atendida	9,60%
		2036	100,00 %		Não atendida	20,00%
IN031 - Taxa de recuperação de recicláveis em relação à quantidade de RSU	Planares (2022)	2020	1,60 %	0,00%	Não atendida	1,60%
		2024	3,60 %		Não atendida	3,60 %
		2036	11,50 %		Não atendida	11,50 %
IN030 - Taxa de cobertura da coleta seletiva porta a porta	Planares (2022)	2020	6,60 %	0,00%	Não atendida	6,60 %
		2024	14,30 %		Não atendida	14,30 %
		2036	45,00 %		Não atendida	45,00 %
DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS						
INDICADOR	FONTE	ANO BASE	META	SITUAÇÃO EM 2022		MARGEM
IN040 - Parcela de Domicílios em Situação de Risco de Inundação	Plansab (2019)	2023	2,00 %	0,00%	Não atendida	2,00%
		2033	1,30 %		Não atendida	1,30%

Fonte: Autor (2025).

4.3.1 Abastecimento de água

No caso do abastecimento de água, as principais características do cenário conservador estão detalhadas no Quadro 2.

Quadro 2 – Principais características dos cenários de referência e conservador para o abastecimento de água

ABASTECIMENTO DE ÁGUA		
CARACTERÍSTICA	CENÁRIO DE REFERÊNCIA	CENÁRIO CONSERVADOR
População atendida	Aumento da cobertura do sistema de abastecimento conforme crescimento populacional, garantido a universalização do serviço de abastecimento ao longo do tempo.	Manutenção da cobertura atual, reduzindo assim o índice de atendimento ao longo do tempo.
Consumo médio per capita de água	Considerar aumento do consumo médio per capita de modo a atingir no mínimo 170 l/hab.dia ao fim do período, aumentando também o volume de água consumido.	Mantido em 122.07 l/hab.dia ao longo de todo o período, mantendo o volume de água consumido constante.
Volume de água produzido	Considerar aumento do volume produzido conforme capacidade do sistema atual.	Manter a produção em 4082,52 10 ³ m ³ , conforme valor apresentado no SNIS (2022).

Fonte: Autor (2025).

Conforme estabelecidas pela legislação, as metas relacionadas aos indicadores dos sistemas de abastecimento de água está a necessidade do atendimento total de água (IN055), onde em 2022 já apresentava o valor de 100% de acordo com dados fornecidos ao SNIS (2022), atingindo com êxito a meta definida pela Lei 14.026/2020 para o ano de 2033, a qual colocou como alvo que 100% da população total seja atendida com abastecimento de água. Tomando como base a equação 1 para o cálculo.

Assim, para projeção do cenário de referência, a cobertura do sistema de abastecimento de água (AG001) foi considerada com um crescimento de 0,316% em 2023, mantendo a proporção do crescimento populacional da cidade (+0,74%). Já em relação a projeção do cenário conservador, a capacidade de produção de água foi mantida com o mesmo crescimento populacional esperado para o município (Tabela 8).

Tabela 8 – Projeção da taxa de atendimento total de água

INDICADORES		CENÁRIO DE REFERÊNCIA		CENÁRIO CONSERVADOR	
		AG001 - POPULAÇÃO TOTAL ATENDIDA	IN055 - ATENDIMENTO TOTAL DE ÁGUA	AG001 - POPULAÇÃO TOTAL ATENDIDA	IN055 - ATENDIMENTO TOTAL DE ÁGUA
ESTIMATIVA		+0,74%	-	-	-
ANO	POP. TOTAL	Habitantes	%	Habitantes	%
2023	79.758	79.758	100	79.507	99,68
2024	80.348	80.348	100	79.507	98,94
2025	80.943	80.943	100	79.507	98,20
2026	81.542	81.542	100	79.507	97,46
2027	82.145	82.145	100	79.507	96,72
2028	82.753	82.753	100	79.507	95,98
2029	83.366	83.366	100	79.507	95,24
2030	83.983	83.983	100	79.507	94,50
2031	84.604	84.604	100	79.507	93,76
2032	85.230	85.230	100	79.507	93,02
2033	85.861	85.861	100	79.507	92,28

Fonte: Autor (2025).

A respeito do índice de perdas na distribuição (IN049), o valor mostrado no SNIS (2021) – último registro obtido – foi de 44,51%, não sendo suficiente para atingir as metas, conforme posto no Plansab (2019), de 33% para o ano de 2033. Destaca-se que, entre os anos de 2015 e 2021, o indicador possuiu valor acima da meta estabelecida pela legislação apenas em 2017, 2018 e 2019.

A alteração brusca do indicador IN049 em 2020 e 2021 é justificada devido ao grande aumento da disponibilidade de água para abastecimento da população (AG006), o que afetou significativamente alguns indicadores ligados ao abastecimento de água (Tabela 9).

Tabela 9 – Projeção do índice de perdas na distribuição de água.

ANO	AG006 - VOLUME DE ÁGUA PRODUZIDO	IN022 - CONSUMO MÉDIO PER CAPITA	AG010 - VOLUME DE ÁGUA CONSUMIDO	AG024 - VOLUME DE ÁGUA PRODUZIDO DE SERVIÇO	IN049 - ÍNDICE DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO
	1.000 m³/ano	l/hab.dia	1.000 m³/ano	1.000 m³/ano	%
SNIS 2011	6614,86	92,5	2285,68	170,43	64,53
SNIS 2012	6968,03	90,2	2314,97	230,33	65,64
SNIS 2013	4562,88	73,51	1959,45	378,79	53,17
SNIS 2014	3963,71	69,66	1900,02	277,81	48,45
SNIS 2015	3403,41	63,41	1743,39	181,31	45,89
SNIS 2016	1331,08	22,5	620,92	132,35	48,2
SNIS 2017	1865,47	44,27	1225,79	38,88	32,89
SNIS 2018	2698,56	65,62	1822,23	9,77	32,23
SNIS 2019	3823,65	98,88	2754,2	189,45	24,21
SNIS 2020	5593,56	108,03	3018,99	475,39	41,01
MÉDIA 2011 - 2020	4082,52	72,86	1964,56	208,45	45,62
RESULTADO SNIS 2021	6391,14	122,07	3422,16	224,22	44,51
EVOLUÇÃO	56,55%	67,55%	74,19%	7,56%	-2,44%

Fonte: SNIS (2022).

Com essa significativa alteração, ao se analisar a média dos anos de 2015 a 2020, observou-se que o volume de água produzido (AG006) em 2021 aumentou em 56,55%. Esse expressivo crescimento na disponibilidade de água impactou de forma notável os indicadores de consumo médio per capita de água (IN022), que atingiu o valor de 122,07 litros por habitante por dia. Esse valor está dentro do intervalo de 120 a 220 litros por habitante por dia, conforme estabelecido por Von Sperling (2005) para cidades com uma população entre 50.000 e 250.000 habitantes.

Como consequência, houve também mudanças consideráveis no volume de água consumido (AG010) e no índice de perdas na distribuição (IN049), que mostraram, em 2021, um aumento de 62,83% e uma diminuição de 2,44%, respectivamente, em comparação com a média dos sete anos anteriores.

Conforme a Tabela 9, a média do indicador AG006, foi definida uma expectativa de aumento de até 30% no volume de água produzido em comparação com a média dos anos passados. Assim, para o cenário de referência, foi estabelecido

um crescimento anual de 1,25% no volume de água até 2033, momento em que se espera atingir $7326,96 \times 1.000 \text{ m}^3$. No cenário conservador, o volume de 2021, que é de $4082,52 \times 1.000 \text{ m}^3$, será mantido.

Para uma projeção mais otimista no cenário de referência, tem-se como previsto um aumento de 1,60% no volume de água consumido, visando que o consumo médio *per capita* chegue a 170 litros por habitante por dia até 2033. Em contraste, no cenário conservador, o consumo per capita será mantido em 122,07 litros por habitante por dia.

Sobre a Tabela 10, observou-se que o volume de água destinado ao serviço (AG024), utilizado para operações e atividades especiais, não apresentou uma relação direta com os outros indicadores. Com isso, foi adotado o valor médio de $208,45 \times 1.000 \text{ m}^3$, que foi obtido entre os anos de 2015 e 2020 para fins de projeção. Outro indicador que impactou diretamente o índice de perdas na distribuição foi o volume de água consumido (AG010), calculado com base na Equação 2.

Tabela 10 – Projeção do índice de perdas na distribuição de água

INDICADORES		CENÁRIO DE REFERÊNCIA					CENÁRIO CONSERVADOR				
		AG006 - VOLUME DE ÁGUA PRODUZIDO	IN022 - CONSUMO MÉDIO PER CAPITA	AG010 - VOLUME DE ÁGUA CONSUMIDO	AG024 - VOLUME DE ÁGUA PRODUZIDO DE SERVIÇO	IN049 - ÍNDICE DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO	AG006 - VOLUME DE ÁGUA PRODUZIDO	IN022 - CONSUMO MÉDIO PER CAPITA	AG010 - VOLUME DE ÁGUA CONSUMIDO	AG024 - VOLUME DE ÁGUA PRODUZIDO DE SERVIÇO	IN049 - ÍNDICE DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO
ESTIMATIVA		+1,25%/ano	+1,60%	-	-	-	-	-	-	-	-
ANO	POPULAÇÃO	1.000 m³/ano	l/hab.dia	1.000 m³/ano	1.000 m³/ano	%	1.000 m³/ano	l/hab.dia	1.000 m³/ano	1.000 m³/ano	%
2023	79.758	6471,03	124,02	3476,91	208,45	44,48	6391,14	122,07	3422,16	208,45	44,65
2024	80.348	6551,92	126,01	3532,55	208,45	44,31	6391,14	122,07	3422,16	208,45	44,65
2025	80.943	6633,82	128,02	3589,07	208,45	44,14	6391,14	122,07	3422,16	208,45	44,65
2026	81.542	6716,74	130,07	3646,49	208,45	43,97	6391,14	122,07	3422,16	208,45	44,65
2027	82.145	6800,70	132,15	3704,83	208,45	43,80	6391,14	122,07	3422,16	208,45	44,65
2028	82.753	6885,71	134,27	3764,11	208,45	43,63	6391,14	122,07	3422,16	208,45	44,65
2029	83.366	6971,78	136,42	3824,34	208,45	43,45	6391,14	122,07	3422,16	208,45	44,65
2030	83.983	7058,93	138,60	3885,53	208,45	43,28	6391,14	122,07	3422,16	208,45	44,65
2031	84.604	7147,16	140,82	3947,70	208,45	43,11	6391,14	122,07	3422,16	208,45	44,65
2032	85.230	7236,50	143,07	4010,86	208,45	42,93	6391,14	122,07	3422,16	208,45	44,65
2033	85.861	7326,96	145,36	4075,03	208,45	42,75	6391,14	122,07	3422,16	208,45	44,65

Fonte: adaptado de SNIS (2022).

4.3.2 Esgotamento sanitário

Em relação ao esgotamento sanitário, não foi possível fazer as análises para os cenários futuros, tendo em vista que não foram encontrados dados na base de indicadores e informações (SNIS, 2021). Dessa forma, isso reforça a necessidade da importância da presença desses dados para que estudos como esse possam ser desenvolvidos.

A saber, o Índice de Coleta de Esgoto (IN015), Índice de Atendimento Total de Esgoto para os municípios com fornecimento de água (IN056) e População atendida com esgotamento sanitário (ES001) seriam as informações coletas, mas que não estavam disponibilizadas na plataforma.

4.3.3 Resíduos sólidos

No que se refere às atividades de coleta e destinação dos resíduos sólidos, as metas colocadas pela legislação não foram alcançadas ainda, segundo a análise do SNIS (2022). Com isso, fez-se necessário realizar a estimativa de um cenário ideal que visasse o cumprimento dessas exigências, com os prazos estabelecidos.

O primeiro item analisado foi o indicador de autossuficiência financeira nos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos (IN005) que, segundo o Planares 2022, precisa chegar a 75% até o ano de 2040.

Houve uma grande variação nos dados de despesa total com serviços de manejo de RSU (FN220) ao longo dos anos analisados, assim, com intuito de obter o resultado mais preciso possível, foi calculado o valor médio de 65,44 R\$/hab.ano para a despesa per capita com RSU (IN006), considerando os anos de 2015, 2016, 2019, 2020 e 2021, já que os outros anos do período 2011-2021 não estavam disponíveis no SNIS (Tabela 11). Adotou-se essa mesma taxa de variação para a projeção dos resultados para o horizonte de análise, seguindo o cenário de referência, até a estimativa do ano de 2040.

Tabela 11 – Despesas operacionais total com o manejo de RSU

ANO	DESPESA PER CAPITA ANUAL COM RSU - IN006 (R\$/hab.ano)
SNIS 2011	-
SNIS 2012	-
SNIS 2013	-
SNIS 2014	-
SNIS 2015	73,18
SNIS 2016	72,93
SNIS 2017	-
SNIS 2018	-
SNIS 2019	55,14
SNIS 2020	72,64
SNIS 2021	53,29
MÉDIA	65,44

Fonte: SNIS (2022).

Para montar o cenário de referência foi definido que a partir do ano de 2023, a receita arrecadada per capita com taxas ou demais fontes de cobrança pela prestação de serviços de manejo RSU (IN011) começaria do valor de 9,00 R\$/hab.ano, sendo esse valor expandido a uma taxa constante anual de 0,94% até o ano de 2040. Quanto ao cenário conservador, como a cidade ainda não possuía a política de arrecadação, foi tomado como base a situação presente pela cidade de Carpina/PE, já que é uma cidade situada na região do agreste pernambucano e apresentando a mesma faixa populacional que a cidade de Belo Jardim (Tabela 12).

Tabela 12 – Arrecadação em Carpina - PE

ANO	POPULAÇÃO URBANA	IN011 - ARRECAÇÃO PER CAPITA	VARIAÇÃO
	Habitantes	R\$/hab.ano	%
2020	72061	3,21	+0,94
2021	72595	3,18	-
MÉDIA		3,20	

Fonte: SNIS (2022).

Assim, para o cenário conservador foi estabelecido um valor inicial para o indicador IN011 de 3,20 R\$/hab.ano, com taxa de acréscimo constante de +0,94% ao ano, conforme Tabela 13.

Ainda na Tabela 13, observa-se a variação do indicador IN005 ao longo dos dois últimos anos do período analisado, seguindo os cenários previstos, além das demais informações que são referentes a despesas e receitas geradas.

Tabela 13 – Projeção do índice de autossuficiência financeira dos serviços de coleta e manejo do RSU

INDICADORES		CENÁRIO DE REFERÊNCIA					CENÁRIO CONSERVADOR				
		IN006 - DESPESA PER CAPITA COM RSU	FN220 – DESPESA TOTAL	IN011 - ARREDAÇÃO PER CAPITA	FN222 - RECEITA ARRECADADA A COM TAXAS E TARIFAS	IN005 - AUTO - SUFICIÊNCIA FINANCEIRA	IN006 - DESPESA PER CAPITA COM RSU	FN220 – DESPESA TOTAL	IN011 - ARRECAÇÃO PER CAPITA	FN222 - RECEITA ARRECADADA COM TAXAS E TARIFAS	IN005 - AUTO - SUFICIÊNCIA FINANCEIRA
ESTIMATIVA				+0,94%					+0,94%		
ANO	POPULAÇÃO	R\$/hab.ano	R\$/ano	R\$/hab.ano	R\$	%	R\$/hab.ano	R\$/ano	R\$/hab.ano	R\$	%
2023	79758	65,44	5.219.363,52	9,00	717.822,00	13,75	65,44	5.219.363,52	3,20	255.225,60	4,89
2024	80348	65,44	5.257.973,12	9,08	729.929,44	13,88	65,44	5.257.973,12	3,23	259.530,47	4,94
2025	80943	65,44	5.296.909,92	9,17	742.246,92	14,01	65,44	5.296.909,92	3,26	263.910,02	4,98
2026	81542	65,44	5.336.108,48	9,26	754.768,51	14,14	65,44	5.336.108,48	3,29	268.362,14	5,03
2027	82145	65,44	5.375.568,80	9,34	767.497,28	14,28	65,44	5.375.568,80	3,32	272.887,92	5,08
2028	82753	65,44	5.415.356,32	9,43	780.445,82	14,41	65,44	5.415.356,32	3,35	277.491,85	5,12
2029	83366	65,44	5.455.471,04	9,52	793.617,57	14,55	65,44	5.455.471,04	3,38	282.175,14	5,17
2030	83983	65,44	5.495.847,52	9,61	807.006,43	14,68	65,44	5.495.847,52	3,42	286.935,62	5,22
2031	84604	65,44	5.536.485,76	9,70	820.615,68	14,82	65,44	5.536.485,76	3,45	291.774,46	5,27
2032	85230	65,44	5.577.451,20	9,79	834.458,42	14,96	65,44	5.577.451,20	3,48	296.696,33	5,32
2033	85861	65,44	5.618.743,84	9,88	848.538,31	15,10	65,44	5.618.743,84	3,51	301.702,51	5,37
2034	86496	65,44	5.660.322,54	9,98	862.852,78	15,24	65,44	5.660.322,54	3,55	306.792,10	5,42
2035	87136	65,44	5.702.208,93	10,07	877.408,73	15,39	65,44	5.702.208,93	3,58	311.967,55	5,47
2036	87781	65,44	5.744.405,28	10,16	892.210,23	15,53	65,44	5.744.405,28	3,61	317.230,30	5,52
2037	88431	65,44	5.786.913,88	10,26	907.261,42	15,68	65,44	5.786.913,88	3,65	322.581,84	5,57
2038	89085	65,44	5.829.737,04	10,36	922.566,52	15,83	65,44	5.829.737,04	3,68	328.023,65	5,63
2039	89744	65,44	5.872.877,09	10,45	938.129,81	15,97	65,44	5.872.877,09	3,72	333.557,27	5,68
2040	90409	65,44	5.916.336,38	10,55	953.955,65	16,12	65,44	5.916.336,38	3,75	339.184,23	5,73

Fonte: SNIS (2022).

A respeito da taxa de cobertura da coleta de resíduos domiciliares (RDO) em relação à população total (IN015), a meta estabelecida pela legislação para o ano de 2036 é de 100%, mas, segundo as informações coletadas pelo SNIS (2022), o indicador apresentou o resultado de 79,15%.

Neste caso, para atender a meta definida, faz-se necessário o aumento de toda a cobertura do sistema de coleta de resíduos sólidos, sendo estipulado para o cenário de referência uma taxa de crescimento anual constante de 2,57% sobre a população total atendida no município com coleta regular no mínimo uma vez por semana (CO164), buscando alcançar a meta até do prazo.

Para o cenário conservador, foram utilizados dados de 2020 e 2021 para Belo Jardim (Tabela 14). Nesse caso será considerado uma taxa decrescente constante de -12,92% ao ano sobre o indicador CO164.

Tabela 14 – População atendida pelo serviço de coleta em Belo Jardim

ANO	IN015 - TAXA DE COBERTURA DE COLETA DE RDO EM RELAÇÃO A POP TOTAL	POPULAÇÃO TOTAL	CO164 - POPULAÇÃO TOTAL ATENDIDA NO MUNICÍPIO COM COLETA REGULAR DE PELO MENOS UMA VEZ POR SEMANA	VARIAÇÃO
	%	Habitantes	Habitantes	%
2020	92,16	79143	70674	-
2021	80,00	79436	61544	-12,92

Fonte: SNIS (2024).

Enfatiza-se que a previsão de aumento da cobertura de RDO afeta a maximização da quantidade total de RDO coletado pelos agentes (CO111), mas para consolidação dessa previsão foi preciso o conhecimento da massa RDO coletada per capita em relação à população atendida com serviço de coleta (IN022), onde esses valores nos últimos anos não foram repassados pelo município a base de dados dos SNIS. Assim, adotou-se o valor médio de geração de RDO como sendo 0,74 Kg/hab.dia. O cálculo desse valor foi feito tomando como base o resultado da média apresentada para o estado Pernambuco ao longo dos anos de 2015 até 2017, de acordo com informações do Painel de Resíduos Sólidos (Brasil, 2022). Os resultados desta estimativa podem ser visualizados na Tabela 15.

Tabela 15 – Projeção da taxa de cobertura da coleta de RDO

INDICADORES		CENÁRIO DE REFERÊNCIA			CENÁRIO CONSERVADOR		
		IN015 - TAXA DE COBERTURA DA COLETA (RDO) EM RELAÇÃO A POP. TOTAL	CO164 – POP. TOTAL ATENDIDA NO MUNICÍPIO COM COLETA REGULAR	CO111 - QUANTID. TOTAL DE RDO COLETADO POR TODOS OS AGENTES	IN015 - TAXA DE COBERTURA DA COLETA (RDO) EM RELAÇÃO A POP. TOTAL	CO164 – POP. TOTAL ATENDIDA NO MUNICÍPIO COM COLETA REGULAR	CO111 - QUANTID. TOTAL DE RDO COLETADO POR TODOS OS AGENTES
ESTIMATIVA		-	+2,57%	0,74 Kg/hab.dia	-	-12,92%	0,74 Kg/hab.dia
ANO	POPULAÇÃO	%	Habitantes	t/ano	%	Habitantes	t/ano
2023	79758	79,15	63126	17050,25	67,19	53593	14475,34
2024	80348	80,58	64748	17488,44	58,08	46668	12605,12
2025	80943	82,05	66412	17937,89	50,21	40639	10976,54
2026	81542	83,54	68119	18398,89	43,40	35388	9558,37
2027	82145	85,06	69869	18871,75	37,51	30816	8323,43
2028	82753	86,60	71665	19356,75	32,43	26835	7248,04
2029	83366	88,17	73507	19854,22	28,03	23368	6311,60
2030	83983	89,78	75396	20364,47	24,23	20349	5496,14
2031	84604	91,41	77334	20887,84	20,94	17720	4786,04
2032	85230	93,07	79321	21424,66	18,10	15430	4167,68
2033	85861	94,76	81360	21975,27	15,65	13437	3629,22
2034	86496	96,48	83451	22540,03	13,53	11701	3160,32
2035	87136	98,23	85595	23119,31	11,69	10189	2752,01
2036	87781	100,00	87781	23709,72	10,11	8872	2396,45

Fonte: SNIS (2022).

Tratando-se da taxa de cobertura de coleta seletiva porta a porta em relação a população urbana (IN030), entre os anos de 2011 e 2021 o município de Belo Jardim não apresentou nenhum dado relacionado a esse serviço, mas conforme a legislação atual, é estabelecido que o indicador em questão atinja no mínimo a indicação de 45% até 2040. Por isso, para o cenário de referência, foi estipulado já para o ano de 2023 que 3.206 moradores da zona urbana já seriam atendidos *à priori* pelo serviço de coleta seletiva do tipo porta a porta executada pela prefeitura (CO050), o que seria referente a 5% da população urbana.

A partir dessa primeira estimativa, teve-se o cenário de referência para os próximos anos com um crescimento uniforme anual de +14,64% da população urbana atendida pelo serviço de coleta seletiva do tipo porta a porta (CS050), resultando no cumprimento da meta 45% para indicador IN030 até o último ano do prazo colocado pela legislação. No cenário conservador, por causa a pouca quantidade de cidades pernambucanas que passaram as informações dos dados sobre coleta seletiva nos últimos anos, considerou-se que o serviço de coleta seletiva do tipo porta a porta ainda seria implementado, todavia com um ritmo mais lento de crescimento, sendo adotado uma taxa de crescimento anual uniforme de +7,32%.

Na Tabela 16, vê-se as projeções dos indicadores IN030 e CS050, definindo o intervalo de tempo entre os anos de 2023 e 2040.

Tabela 16 – Projeção da cobertura da coleta seletiva na modalidade porta a porta

INDICADORES		CENÁRIO DE REFERÊNCIA		CENÁRIO CONSERVADOR	
		CS050 - POP. URBANA ATENDIDA COM A COLETA SELETIVA PORTA A PORTA	IN030 – COBERTURA DA COLETA SELET. PORTA A PORTA EM RELAÇÃO A POPULAÇÃO URBANA	CS050 - POP. URBANA ATENDIDA COM A COLETA SELETIVA PORTA A PORTA	IN030 – COBERTURA DA COLETA SELET. PORTA A PORTA EM RELAÇÃO A POPULAÇÃO URBANA
ESTIMATIVA		+14,64%	-	+7,32%	-
ANO	POPULAÇÃO URBANA	Habitantes	%	Habitantes	%
2023	64109	3206	5,00	3206	5,00
2024	64584	3675	5,69	3441	5,33
2025	65062	4213	6,00	3693	5,68
2026	65543	4830	7,37	3963	6,05
2027	66028	5537	7,00	4253	6,44
2028	66517	6348	9,54	4564	6,86
2029	67010	7277	8,00	4898	7,31
2030	67506	8343	12,36	5257	7,79
2031	68005	9564	13,96	5642	8,30
2032	68508	10965	16,00	6055	8,84
2033	69015	12570	18,21	6498	9,42
2034	69526	14410	20,73	6974	10,03
2035	70040	16520	23,59	7484	10,69
2036	70559	18938	26,84	8032	11,38
2037	71081	21711	30,54	8620	12,13
2038	71607	24889	34,76	9251	12,92
2039	72137	28533	39,55	9928	13,76
2040	72670	32710	45,01	10655	14,66

Fonte: SNIS (2022).

Segundo o SNIS (2019), o RSU é definido como sendo a soma entre os resíduos sólidos domiciliares (RDO) provenientes das atividades domésticas e do comércio local e dos resíduos sólidos públicos (RPU) gerados através dos serviços de varrição das ruas, da poda de árvores e da limpeza e manutenção dos elementos de drenagem. Também, o RSU pode ser classificado de acordo com a natureza do material coletado, como papéis, plásticos, metais e vidros chamados de resíduos secos, ao passo que as sobras de alimentos, galhos cortados e folhagem coletadas são classificados como resíduos úmidos e representam a parte dos resíduos que por algum motivo não podem ser reaproveitados, sendo identificados como rejeito.

Dessa maneira, ao examinar a composição gravimétrica dos resíduos sólidos, foi levado em conta o dado apresentado pela RECITEC (2016) no plano intermunicipal de resíduos sólidos do estado de Pernambuco: no agrupamento 3, evidenciou-se que 22,02% dos resíduos gerados em Belo Jardim possuíam potencial de reciclagem (secos), enquanto 59,43% eram compostos por matéria orgânica (úmida) e 18,55% consistiam em rejeitos. É importante destacar que o estudo gravimétrico mencionado é uma estimativa, e recomenda-se a execução de uma pesquisa local para obter informações mais precisas sobre a composição dos resíduos sólidos produzidos na cidade. Para calcular a geração per capita, foi adotado o valor de 0,95 Kg/hab.dia, de acordo com os dados estipulados para a região nordeste em 2022 (ABREMA, 2023).

Para a implementação do sistema de coleta seletiva, que será realizado através de parcerias entre a administração municipal e associações ou cooperativas, é imprescindível ter um número mínimo de colaboradores, o qual pode variar dependendo da extensão da cobertura da coleta seletiva (IN030). Assim, na Tabela 17, é possível observar a estimativa ideal do total de catadores formalmente associados a essas organizações (CA007), levando em conta os dados fornecidos pela Associação Nacional dos Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis (ANCAT, 2022), que aponta que a produtividade média dos catadores em 2022 foi de 1,96 toneladas por trabalhador por mês.

Tabela 17 – Projeção da quantidade de catadores conforme ampliação da coleta seletiva.

INDICADORES		GERAÇÃO TOTAL DE RSU	GERAÇÃO DE RSU SECOS	CENÁRIO DE REFERÊNCIA			CENÁRIO CONSERVADOR		
				IN030 – COBERTURA DA COLETA SELET. PORTA A PORTA	CS048 - MASSA RECOLHIDA POR ASSOCIAÇÃO/ COOPERATIVA	CA007 - CATADORES ASSOCIADOS OU COOPERADOS	IN030 – COBERTURA DA COLETA SELET. PORTA A PORTA	CS048 - MASSA RECOLHIDA POR ASSOCIAÇÃO/ COOPERATIVA	CA007 - CATADORES ASSOCIADOS OU COOPERADOS
ESTIMATIVA		0,95 kg/hab.dia	22,02%	-	-	23.52 t/catador.ano	-	-	23.52 t/catador.ano
ANO	POPULAÇÃO URBANA	t	t	%	t	catadores	%	t	catadores
2023	64109	22229,96	4895,04	5,00	244,75	10	5,00	244,75	10
2024	64584	22394,41	4931,25	5,69	280,63	12	5,33	262,71	11
2025	65062	22560,24	4967,77	6,00	298,07	13	5,68	281,94	12
2026	65543	22727,19	5004,53	7,37	368,81	16	6,05	302,58	13
2027	66028	22895,26	5041,54	7,00	352,91	15	6,44	324,73	14
2028	66517	23064,72	5078,85	9,54	484,71	21	6,86	348,50	15
2029	67010	23235,58	5116,47	8,00	409,32	17	7,31	374,01	16
2030	67506	23407,54	5154,34	12,36	637,02	27	7,79	401,39	17
2031	68005	23580,63	5192,45	13,96	467,32	20	8,30	430,77	18
2032	68508	23755,11	5230,87	16,00	837,19	36	8,84	462,30	20
2033	69015	23930,98	5269,60	18,21	526,96	22	9,42	496,14	21
2034	69526	24108,07	5308,60	20,73	1100,26	47	10,03	532,46	23
2035	70040	24286,47	5347,88	23,59	1261,34	54	10,69	571,43	24
2036	70559	24466,18	5387,45	26,84	1446,00	61	11,38	613,26	26
2037	71081	24647,23	5427,32	30,54	1657,69	70	12,13	658,15	28
2038	71607	24829,62	5467,48	34,76	1900,38	81	12,92	706,33	30
2039	72137	25013,36	5507,94	39,55	2178,59	93	13,76	758,03	32
2040	72670	25198,46	5548,70	45,01	2497,54	106	14,66	813,52	35

Fonte: SNIS (2022).

De acordo com o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Planares, 2022), a meta específica para o indicador IN031 trata sobre a taxa de recuperação de recicláveis em relação a quantidade coletada de RSU, na qual foi estabelecido o valor de referência de 11,50% para esse indicador, tendo um prazo até o ano de 2040. Destaca-se que, dentre outros fatores, a taxa de recuperação pode ser influenciada pela qualidade das instalações e equipamentos utilizados na fase de triagem.

Como Belo Jardim não teve nenhum dado de cobertura de coleta seletiva, da mesma forma também não foram mostrados ao SNIS informação alguma para o indicador IN031 durante o período de 2011 até 2021. Com isso, para o indicador IN031 foi adotado, inicialmente para o ano de 2023, a taxa de 0,52% sobre o potencial de geração total de RSU secos, segundo estimativa prevista pelo SNIS (2022c) para o estado de Pernambuco, com uma estimativa de taxa posterior tendo acréscimo anual uniforme de +24,50% e +15,00%, respectivamente, para os cenários de referência e conservador.

Pontua-se que nessa análise foram adotadas as seguintes considerações: nos últimos anos, o município de Belo Jardim não informou os valores correspondentes aos indicadores CO111 e CO115, no entanto a soma desses dois indicadores (Co111 + Co115) é referente ao valor da quantidade total de resíduos coletados (RDO + RPU) pela totalidade dos agentes, com exceção das cooperativas de catadores (CO119), que sua vez, nessa estimativa foi considerado a geração per capita de 0,95 Kg/hab.dia estipulado para região nordeste em 2022 (Abrema, 2023); para o indicador CS048, adotou-se que a estimativa da massa de RSU recicláveis (RSU secos) seria de 22,02% sobre o total da massa de RSU coletada anualmente (Recitec, 2016), assim como também levar em consideração a taxa da cobertura da coleta seletiva (IN030).

Na Tabela 18, observa-se os detalhes da projeção da taxa de recuperação dos materiais coletados, bem como a quantidade total de materiais recuperados.

Tabela 18 – Projeção da taxa de recuperação de materiais recicláveis.

INDICADORES		GERAÇÃO TOTAL DE RSU	GERAÇÃO DE RSU SECOS	CENÁRIO DE REFERÊNCIA				CENÁRIO CONSERVADOR			
				CO119 - QUANT. TOTAL DE RDO+RPU COLETADO POR TODOS OS AGENTE (EXCETO POR COOPERATIVAS)	CS048 - MASSA RECOLHIDA POR ASSOCIAÇÃO/ COOPERATIVA	CS009 - RECICLÁVEIS RECUPERADOS	IN031 - TAXA DE RECUP. COM RELAÇÃO À QUANT. DE RSU	CO119 - QUANT. TOTAL DE RDO+RPU COLETADO POR TODOS OS AGENTE (EXCETO POR COOPERATIVAS)	CS048 - MASSA RECOLHIDA POR ASSOCIAÇÃO/ COOPERATIVA	CS009 - RECICLÁVEIS RECUPERADOS	IN031 - TAXA DE RECUP. COM RELAÇÃO À QUANT. DE RSU
ESTIMATIVA		0,95 kg/hab.dia	22,02%	-	-	+24,50%		-	-	+15,00%	
ANO	POPULAÇÃO URBANA	t	t	t	t	t	%	t	t	t	%
2023	64109	22229,96	4895,04	22229,96	630,00	118,87	0,52	22229,96	630,00	118,87	0,52
2024	64584	22394,41	4931,25	22394,41	722,35	148,00	0,64	22394,41	722,35	136,70	0,59
2025	65062	22560,24	4967,77	22560,24	767,23	184,25	0,79	22560,24	767,23	157,21	0,67
2026	65543	22727,19	5004,53	22727,19	949,33	229,40	0,97	22727,19	949,33	180,79	0,76
2027	66028	22895,26	5041,54	22895,26	908,39	285,60	1,20	22895,26	908,39	207,91	0,87
2028	66517	23064,72	5078,85	23064,72	1247,64	355,57	1,46	23064,72	1247,64	239,09	0,98
2029	67010	23235,58	5116,47	23235,58	1053,59	442,69	1,82	23235,58	1053,59	274,96	1,13
2030	67506	23407,54	5154,34	23407,54	1639,69	551,14	2,20	23407,54	1639,69	316,20	1,26
2031	68005	23580,63	5192,45	23580,63	1202,89	686,17	2,77	23580,63	1202,89	363,63	1,47
2032	68508	23755,11	5230,87	23755,11	2154,94	854,29	3,30	23755,11	2154,94	418,18	1,61
2033	69015	23930,98	5269,60	23930,98	1356,41	1063,59	4,21	23930,98	1356,41	480,90	1,90
2034	69526	24108,07	5308,60	24108,07	2832,09	1324,16	4,92	24108,07	2832,09	553,04	2,05
2035	70040	24286,47	5347,88	24286,47	3246,71	1648,58	5,99	24286,47	3246,71	635,99	2,31
2036	70559	24466,18	5387,45	24466,18	3722,03	2052,49	7,28	24466,18	3722,03	731,39	2,59
2037	71081	24647,23	5427,32	24647,23	4266,94	2555,35	8,84	24647,23	4266,94	841,10	2,91
2038	71607	24829,62	5467,48	24829,62	4891,62	3181,41	10,70	24829,62	4891,62	967,27	3,25
2039	72137	25013,36	5507,94	25013,36	5607,75	3960,85	12,94	25013,36	5607,75	1112,36	3,63
2040	72670	25198,46	5548,70	25198,46	6428,72	4931,26	15,59	25198,46	6428,72	1279,21	4,04

Fonte: SNIS (2022).

4.3.4 Drenagem de águas pluviais urbanas

Quanto a drenagem de águas pluviais urbanas, os principais aspectos do cenário conservador estão detalhados no Quadro 3.

Quadro 3 – Principais características dos cenários de referência e conservador para a drenagem de águas pluviais urbanas.

ABASTECIMENTO DE ÁGUA		
CARACTERÍSTICA	CENÁRIO DE REFERÊNCIA	CENÁRIO CONSERVADOR
Quantidade de domicílios urbanos em áreas de riscos de inundações.	Implantação de regulamentações voltada ao monitoramento e fiscalização das áreas de riscos, estabelecendo zonas de restrição. Investimento em infraestrutura de drenagem urbana, ampliando a rede e canais de drenagem e realizando serviços de manutenção corretiva e preventiva nos elementos de micro e macrodrenagem. Adoção de política de ampliação das áreas verdes permeáveis na cidade. Implantação de ações educativas.	Ocupação descontrolada de áreas de riscos, sem mapeamento de áreas de risco de inundação dos cursos d'água urbanos, com ausência de fiscalização e sem estabelecimento de zonas de restrição. Aumento das áreas impermeáveis e diminuição das áreas verdes permeáveis. Manutenção do baixo investimento em drenagem urbana. Essências de campanhas educativas.

Fonte: Autor (2025).

A respeito do sistema de drenagem e manejo de águas pluviais, o indicador de maior relevância é referente a parcela de domicílios em situação de risco de inundação (IN040), com meta desejada de 1,30% até o ano de 2033, de acordo com o que é estabelecido no Plansab (2019), todavia, entre os anos de 2016 até 2018 não foram apresentadas informações sobre domicílios localizados em situação de risco na cidade de Belo Jardim.

O Diagnóstico Temático Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas (2022) pontuou que na região Nordeste, 459 municípios indicaram a existência de domicílios em situação de risco, onde 111 municípios possuíam valores para o indicador entre $0\% < IN040 < 1\%$ e 348 municípios, igual ou superior a 1,00%.

Para o cenário de referência, considerando que nos anos analisados houve quantidades de domicílios em situação de risco, adotou-se um crescimento de 30% a cada ano. Quanto ao cenário conservador, foi simulado o crescimento da quantidade de domicílios em situação de risco, de maneira que a quantidade de domicílios

urbanos susceptíveis a risco de inundação (RI013) aumentasse a uma taxa anual constante, para que o indicador IN040 ultrapasse a meta de 1,30% em 2033.

Destaca-se que para essa análise foram empregadas as seguintes considerações: para estimativa da quantidade de domicílios foi considerado a relação de um domicílio para cada quatro habitantes da zona urbana, com a mesma proporção apresentada pela cidade até o ano 2021; inicialmente para 2023 foi considerado que 0,10% dos domicílios urbanos estavam em área de risco de inundação, sendo referente a 19 domicílios no total; e, considerou-se uma taxa de crescimento do indicador RI013 de +31,00% ano, de maneira que o resultados do indicador IN040 ultrapassem 1,30% em 2033.

Observa-se, através da Tabela 19, as projeções dos indicadores IN040, para o intervalo de tempo entre os anos de 2023 e 2033.

Tabela 19 – Projeção da Parcela de domicílios urbanos em risco de inundação.

INDICADORES		RI013 - DOMICÍLIOS URBANOS SUJEITOS A RISCO	IN040 - PARCELA DE DOMICÍLIOS URBANOS EM RISCO DE INUNDAÇÃO	RI013 - DOMICÍLIOS URBANOS SUJEITOS A RISCO	IN040 - PARCELA DE DOMICÍLIOS URBANOS EM RISCO DE INUNDAÇÃO
ESTIMATIVA		-	-	+31%	-
ANO	DOMICÍLIOS	DOMICÍLIOS	%	DOMICÍLIOS	%
2023	19940	197	0,99	19	0,10
2024	20087	257	1,28	25	0,12
2025	20236	337	1,67	33	0,16
2026	20386	442	2,17	43	0,21
2027	20536	579	2,82	56	0,27
2028	20688	758	3,66	73	0,35
2029	20842	993	4,76	96	0,46
2030	20996	1301	6,20	126	0,60
2031	21151	1704	8,06	165	0,78
2032	21308	2233	10,48	216	1,01
2033	21465	2925	13,63	283	1,32

Fonte: SNIS (2022).

5 CONCLUSÕES

A partir do desenvolvimento da pesquisa, observou-se que o INSA para o município de Belo Jardim foi de baixo desempenho, devido seu valor ter ficado entre 0,000 e 0,400. Isso representa que as ações de saneamento precisam receber mais atenção, principalmente os componentes esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e sistema de manejo de águas pluviais, já que os seus respectivos indicadores apresentaram valor baixos. A exceção foi o componente abastecimento de água, pois o seu indicador apresentou bom desempenho, mas é importante destacar que alguns dos seus subindicadores obtiveram score zero.

Dessa forma, é imprescindível que, no INSA, sejam analisados também os indicadores que o compõe, IDAA, IDES, IDRS e IDAP, assim como os subindicadores que estruturam cada um desses, já que isso possibilita que se verifique com maior detalhe onde estão as fragilidades em cada um dos componentes do saneamento e, assim, seja fornecido um serviço de saneamento com mais qualidade para a população.

No caso do abastecimento de água, o IDAA indicou que os menores desempenhos foram no percentual de macromedicação, no volume de água disponibilizado por economia e na conformidade da quantidade de amostra – Coliformes Totais, e, assim, chama-se atenção ao cuidado tanto em relação quantidade, quanto pela qualidade da água.

A respeito do esgotamento sanitário, que foi medido pelo IDES, verificou-se que ao longo dos dez anos analisados, o índice de coleta de esgoto, extensão da rede de esgoto por ligação, consumo de energia elétrica em sistemas de esgotamento sanitário, duração média dos reparos de extravasamentos de esgotos e extravasamentos de esgotos por extensão de rede foram avaliados com score zero. Esse desempenho extremamente baixo do indicador acende o alerta da necessidade do município de Belo Jardim passar a ter um maior cuidado com esse serviço de saneamento.

O manejo de resíduos sólidos, segundo o IDRS, mostrou que a produtividade média de coletores e motorista, taxa de motoristas e coletores por habitante urbano, taxa de cobertura da coleta seletiva porta a porta em relação à população urbana, taxa de recuperação de recicláveis em relação à quantidade de resíduos domiciliares e resíduos públicos, e taxa de catadores por habitante urbano foram os

aspectos vistos com maior fragilidade e que requerem maior atenção, já que ao longo do período estudado foram os que tiveram os piores desempenhos.

Já o sistema de manejo de águas pluviais, representado pelo IDAP, revelou que a taxa de cobertura de pavimentação e meio-fio na área urbana do município foi o aspecto com o pior desempenho, no qual a sua média de score geral para os dez anos foi zero.

Vale ressaltar que a utilização da amostra foi exclusivamente pelos dados fornecidos pelos municípios ao SNIS e que não foi realizada análise de consistência que pudesse comprovar ou reforçar o compromisso do gestor municipal com o fiel depósito das informações pertinentes, sendo assim utilizado na íntegra o que consta na plataforma do SNIS atual SNISA.

Portanto, diante dos baixos desempenhos nos indicadores de saneamento, bem como do próprio INSA, torna-se necessário que sejam realizados investimentos financeiros, bem como, no formato de planejamento e gestão, haja políticas públicas que foquem em sanar todos os problemas que estejam afetando o correto funcionamento do saneamento básico em Belo Jardim. Sugere-se, também, a conclusão do Plano Municipal de Saneamento Básico, com o objetivo de apresentar ações concretas que priorizem a ampliação do acesso aos serviços, a conformidade com a legislação ambiental e a otimização dos indicadores de desempenho.

6 REFERÊNCIAS

ABREMA. **Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente – Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. 2023. Disponível em: <https://boletimdosaneamento.com.br/wpcontent/uploads/2024/01/Panorama_2023_P1.pdf>. Acesso em: 16 dez. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. **Atlas esgoto**. 2013. Disponível em: <<http://atlasesgotos.ana.gov.br/>>. Acesso em: 05 jan. 2024.

AGUIAR, E. S.; RIBEIRO, M. M.; VIANA, J. H.; PONTES, A. N. Panorama da disposição de resíduos sólidos urbanos e sua relação com os impactos socioambientais em estados da Amazônia brasileira. **Revista Brasileira de Gestão Urbana (URBE)**, v. 13, e20190263, 2021.

ALMEIDA, L. S.; COTA, A. L. S.; RODRIGUES, D. F. Saneamento, Arboviroses e Determinantes Ambientais: impactos na saúde urbana. **Ciência & Saúde Coletiva**, 25(10):3857-3868, 2020.

AMIN, N. et al. Dependency of sanitation infrastructure on the discharge of faecal coliform and SARS-CoV-2 viral RNA in wastewater from COVID and non-COVID hospitals in Dhaka, Bangladesh. **Science of The Total Environment**, v. 867, p. 161424, abr. 2023.

AMORIM, S. et al. Agronomic potential of biosolids for a sustainable sanitation management in Brazil: Nutrient recycling, pathogens and micropollutants. v. 289, p. 125708–125708, 1 mar. 2021.

ANCAT - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS CATADORES E CATADORAS DE MATERIAIS RECICLÁVEIS. 2022. Disponível em: <<https://ancat.org.br/>>. Acesso em: 05 jan. 2025.

ANDA, J.; SHEAR, H. Sustainable Wastewater Management to Reduce Freshwater Contamination and Water Depletion in Mexico. **Water**, v. 13, n. 16, p. 2307, 23 ago. 2021.

ANDRETTI, F. V.; FERREIRA, J. A.; MANNARINO, C. F. Análise da aplicabilidade da Portaria 557 do Ministério das Cidades em estudos de viabilidade técnico-econômica para incineração com recuperação energética de resíduo sólido urbano no Brasil. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 26, n. 6, p. 1181–1190, dez. 2021.

ANTWI-AGYEI, P. et al. Understanding the Barriers and Opportunities for Effective Management of Shared Sanitation in Low-Income Settlements—The Case of Kumasi, Ghana. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 12, p. 4528, 23 jun. 2020.

ARAUJO, L. F.; CAMARGO, F. P.; TORRES NETTO, A.; VERNIN, N. S.; ANDRADE, R. C. Análise da cobertura de abastecimento e da qualidade da água distribuída em diferentes regiões do Brasil no ano de 2019. **Ciência & Saúde Coletiva**, 27(7):2935-2947, 2022.

BAYER, N. M.; URANGA, P. R. R.; FOCHEZATTO, A. Política Municipal de Saneamento Básico e a ocorrência de doenças nos municípios brasileiros. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, 2021, 13, e20190375.

BELO JARDIM (PE) | CIDADES E ESTADOS | IBGE. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pe/belo-jardim.html?>>. Acesso em: 22 jan. 2024.

BEZERRA, S. T. M.; PERTEL, M.; MACÊDO, J. E. S. Avaliação de desempenho dos sistemas de abastecimento de água do Agreste brasileiro. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 19, n. 3, p. 249-258, jul./set. 2019.

BORGES, M. C. P. et al. The Brazilian National System for Water and Sanitation Data (SNIS): Providing information on a municipal level on water and sanitation services. **Journal of Urban Management**, v. 11, n. 4, p. 530–542, dez. 2022.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 26 jan. 2024.

_____. **Plano Municipal de Saneamento Básico. Cadernos temáticos saneamento básico: Limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos.** 2016. Disponível: <<http://www.funasa.gov.br/documents/20182/300120/Limpeza+Urbana+e+Manejo+dos+Res%C3%ADduos+S%C3%B3lidos.pdf/06acad0c-97be-4612-8c47-f4f0b8a14494?version=1.0&download=true>>. Acesso em: 19 dez. 2024.

_____. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB). **Relatório de Avaliação Anual Ano 2018.** 2020a. Disponível em: <https://antigo.mdr.gov.br/images/relatorio_plansab_2018.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2024.

_____. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. **PLANSAB – Plano Nacional de Saneamento Básico. (Documento em revisão submetido à apreciação dos Conselhos Nacionais de Saúde, Recursos Hídricos e Meio Ambiente – versão 25/7/2019).** Brasília: MDR/SNS, 2019. 240 p.

_____. Presidência da República. Secretaria-Geral. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020.** Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília. 2020.

_____. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Retrospectiva 2020: Novo Marco Legal do Saneamento entra em vigor em julho e busca atrair mais investimentos para universalizar serviços.** 2020b. Disponível em: <<https://www.gov.br/mdr/pt-br/noticias/retrospectiva-2020-novo-marco-legal-do-saneamento-entra-em-vigor-em-julho-e-buscaatrain-mais-investimentos-para-universalizar-servicos>>. Acesso em: 10 jan. 2024.

_____. **Painel da Geração de Resíduos no Brasil**. 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/emissoes-e-residuos/residuos/painel-dageracao-de-residuos-no-brasil>>. Acesso em: 5 jan. 2025.

_____. **Diagnóstico Temático Serviços de Água e Esgoto - Visão Geral ano de referência 2022**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos/DIAGNOSTICO_TEMATICO_VISAO_GERAL_AE_SNIS_2023.pd>. Acesso em: 25 ago. 2024.

CALDEIRA, L. A. C.; LIMA, D. P. Drenagem urbana: uma revisão de literatura. **Engineering Sciences**, v. 8, n. 2, p. 1-9, 2020.

CAMPOS, H. K. T. Recycling in Brazil: challenges and prospects. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 85, p. 130-138, 2013.

CERETTA, G. F.; SILVA, F. K.; ROCHA, A. C. Gestão Ambiental e a problemática dos resíduos sólidos na área rural do município de São João –PR. **Revista ADMpg Gestão Estratégica**, v.6, n.1, p. 17-25, 2013.

CERQUEIRA, M. C.; RIBEIRO, J. G. S. **Avaliação de Desempenho de Serviços de Água e Esgoto no Brasil: Análise da Participação Social na Elaboração de Norma de Referência**. Disponível em: <<https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/2355/1889>>. Acesso em: 19 mar. 2025.

COLLARES et. al. Apresentação de um programa de gestão participativa de resíduos sólidos para pequenas comunidades. Anais. **24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. ABES –Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Belo Horizonte. Setembro, 2007.

DAGNINO, R. D.; JOHANSEN, I. C. Os catadores no Brasil: características demográficas e socioeconômicas dos coletores de material reciclável, classificadores de resíduos e varredores a partir do censo demográfico de 2010. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)**, v. 62, p. 116-125, 2017.

DEUS, R. M.; BATTISTELLE, R. A. G.; SILVA, G. H. R. Resíduos sólidos no Brasil: contexto, lacunas e tendências. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.20, n.4, p. 685-698, 2015.

DIOGO, A.; TEIXEIRA. VII-051 - INDICADOR DE SALUBRIDADE AMBIENTAL (ISA): OS 17 ANOS DA PRÁTICA NO BRASIL. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://saneamentobasico.com.br/wp-content/uploads/2019/02/VII-051.pdf>>. Acesso em: 19 mar. 2025.

ECHEVERRÍA MOLINA, J. S. Medidas regulatorias en agua potable y saneamiento, expedidas por el Gobierno colombiano en el marco de la emergencia económica, social y ecológica, con ocasión de la pandemia de COVID-19. **Prolegómenos**, v. 24, n. 47, p. 99–116, 6 ago. 2021.

FARIA, M. T. DA S. et al. Panorama dos Planos Municipais de Saneamento Básico e Planos Diretores de Drenagem Urbana em municípios de pequeno porte de Minas Gerais. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 27, n. 1, p. 185–193, fev. 2022.

GIRÃO, L. F. O.; SIMÕES, N. E. C.; MARQUES, J. A. A.; LEITÃO, J. P. C.; PINA, R. D. Modelação hidráulica e de qualidade da água dos sistemas de drenagem em meios urbanos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.22, n.2, p.351-360, 2017.

GO ASSOCIADOS. **Estudo sobre os avanços do novo marco legal do saneamento básico no Brasil – 2023 (SNIS 2021)**. 2023. Disponível em: <<https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2023/07/Estudo-Completo-Avancos-do-Novo-Marco-Legal-do-Saneamento-Basico-no-Brasil-%E2%80%93-2023-SNIS-2021-V1.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2023.

GOUVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, 17(6):1503-1510, 2012.

GRANJA, N. L.; SOUSA, N. B. F.; RODRIGUES, F. C. C.; SILVA, D. F. S. Coleta e destinação de resíduos sólidos: um estudo em uma escola da área rural de Petrolina/PE. **Revista Contemporânea**, vol. 4, nº. 6, 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA – IBGE. **Cidades e estados do Brasil**. 2022. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/belo-jardim/panorama>>. Acesso em: 20 jan. 2024.

INSTITUTO ÁGUA E SANEAMENTO. **Municípios e saneamento – Belo Jardim**. Disponível em: <<https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/pe/belo-jardim>>. Acesso em: 06 jan. 2024.

JABBOUR, A. B. L. S.; JABBOUR, C. J. C.; SARKIS, J.; GOVINDAN, K. Brazil's new national policy on solid waste: challenges and opportunities. **Clean Technologies and Environmental Policy**, v. 16, n. 1, p. 7-9, 2014.

KRULJAC, S. Public-private partnerships in solid waste management: sustainable development strategies for Brazil. **Bulletin of Latin American Research**, v. 31, n. 2, p. 222-236, 2012.

LEI ORGÂNICA DO MUNICIPIO DE BELO JARDIM. 2012. Disponível em: <<https://transparencia.belojardim.pe.leg.br/leiOrganica.pdf>>. Acesso em: 17 jan. 2024.

LEITE, C. H. P.; MOITA NETO, J. M.; BEZERRA, A. K. L. Novo marco legal do saneamento básico: alterações e perspectivas. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 27, p. 1041–1047, 28 out. 2022.

LEONETI, A. B.; PRADO, E. L.; OLIVEIRA, S. V.W. B. Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI. **Revista de Administração Pública** — Rio de Janeiro, 45(2):331-48, 2011.

LIRA, André Feliciano de. **Análises das estratégias de educação ambiental utilizadas na implantação do Sistema de Esgotamento Sanitário de Natal/RN**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

MAGALHAES, R. C.; HELLER, L. Assessment of water supply and sanitation plans: history and outlook in the municipality of Belém, Brazil. **Water Policy**, p. wp2018090, 9 jul. 2018.

MARONEZE, M. M.; ZEPKA, L. Q.; VIEIRA, J. G.; QUEIROZ, M. I.; JACOB-LOPES, E. A tecnologia de remoção de fósforo: Gerenciamento do elemento em resíduos industriais. **Revista Ambiente Água**, 9(3):445-458, 2024.

MAROTTI, A. C. B.; PUGLIESI, E. Estudo da lei nº 12.305/10 Política Nacional de Resíduos Sólidos e sua articulação com a política federal de saneamento básico, lei nº 11.445/07. **SemEAr**, v.2, n.1, p. 115-120, Set./ 2014.

MARQUES, V. P. **Estudo de medidas estruturais em planos diretores de drenagem urbana**. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2019.

MEDAU, I. **Análise dos dispositivos de drenagem urbana na Avenida São Francisco, Anápolis/GO**. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Centro Universitário de Anápolis, Anápolis, 2018.

MIOLA, V. P. **O debate da justiça ambiental no saneamento básico: uma análise dos incentivos a privatização do setor proposta pela nova lei 14.026/2020**. 2021. 40f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em direito) – Centro Universitário da Serra Gaúcha, Caxias do Sul, 2021.

MORAES REIS, A. C.; NASCIMENTO PONTES, A. Diagnóstico e desafios no saneamento básico no Brasil. **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, n. diciembre, 30 dez. 2019.

MORAES, E. P. **A precariedade do sistema de abastecimento de água no município de Nova Iguaçu: o descaso da administração pública e suas consequências na vida da população local**. 2019. 18f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração Pública) – Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal Fluminense, 2019.

MOTTA, G. M. V.; BORGES, L. O. Limpeza Urbana: o Contexto Institucional e a Atividade de Varrição em Belo Horizonte. **Revista Psicologia: Organizações e Trabalho**, v.14, n.1, p. 37-51, 2014.

NICOLLIER, V.; CORDEIRO BERNARDES, M. E.; KIPERSTOK, A. What Governance Failures Reveal about Water Resources Management in a Municipality of Brazil. **Sustainability**, v. 14, n. 4, p. 2144, 14 fev. 2022.

PAZ, D. H. F.; SILVA, D. V. S.; ESTEVES, L. V.; MENDONÇA, M.C.M.; FREITAS, D. A.; LINS, E. A. M. Análise de desempenho do indicadores de serviços de varrição e

capina em municípios brasileiros. 6º **Congresso Sul-americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade**. 2023.

PAZ, D. H. F.; SILVA, D. V. S.; ESTEVES, L. V.; MENESES, E. A. Avaliação dos indicadores de saneamento ambiental do município de Cupira/PE. **Sustentare & Wipis 2023 – Workshop internacional**. 2023.

PEREIRA, M. C. A.; LIMA, J. R. A. **Dimensionamento dos sistemas de coleta de esgoto e drenagem urbana do Loteamento Luar Pinto Gadelha, na Cidade de Sousa-PB**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso.

REIS, E. V. B.; VENÂNCIO, S. R. Cidade: espaço de diálogo e desenvolvimento humano. **Revista de Direito da Cidade**, v. 10, n. 2, pp. 690-727, 2018.

REIS, A. C. M.; PONTES, A. N. Diagnóstico e desafios no saneamento básico no Brasil. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, 2019.

SANTOS, A. M. L. et al. Epidemiological aspects of scorpionic accidents in a municipality in Brazil's northeastern. **Brazilian Journal of Biology**, v. 82, p. e238110, 4 jun. 2021.

SANTOS, G. R.; GÓES, G. S.; SIEFERT, C. A. C. **Estado, planejamento e regulação no setor de saneamento: mudanças, atores, concepções e protagonismos**. Boletim regional, urbano e ambiental, 29, jan.-jun. 2023.

SANTOS, M. P.; AMAZONAS, I. B. E GOLDFARB, M. C. Análise da Evolução da Qualidade Ambiental no Município de Garanhuns/PE: uma aplicação de indicadores de salubridade ambiental | RECIMA21 - **Revista Científica Multidisciplinar** - ISSN 2675-6218. recima21.com.br, 24 abr. 2023.

SANTOS, S. M. C.; PINTO, F. R.; MORAIS, J. S. D. CLAUDINO-SALES, V. Saneamento básico no Nordeste: metas, desafios e investimentos. **Ciência Geográfica - Bauru - XXVI** - vol. XXVI - (1): Janeiro/Dezembro – 2022.

SILVA, J. I. A. O.; FEITOSA, M. L. P. DE A. M.; SOARES, A. DE S. DO C. M. O desmonte da estatalidade brasileira no caso da política pública de saneamento e a falácia da regionalização como vetor de desenvolvimento regional. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 24, n. 1, 11 jul. 2022.

SARMENTO, M. I. A.; NÓBREGA, E. P.; OLIVEIRA, P. R. R.; PEREIRA JUNIOR, E. B. Captação e aproveitamento de água da chuva em residências rurais no Município de Nazarezinho – Paraíba. **Revista de Agroecologia no Semiárido**, v. 1, n.1, p. 24-33, 2017.

SATIRO, R. S.; LIMA, R. G.; SOUSA, F. C. F.; DUARTE, F. K. D.; SOUSA, F. C. F.. **Drenagem urbana de água pluviais: cenário atual do sistema da cidade de Cajazeiras/PB**. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE MEIO AMBIENTE E SOCIEDAD, 1; CONGRESSO INTERNACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO, 2. Anais. 2019.

SILVA, J. S. Gestão de resíduos sólidos e sua importância para a sustentabilidade urbana no Brasil: uma análise regionalizada baseada em dados do SNIS. **Boletim regional, urbano e ambiental**, 12, jul.-dez. 2015.

SILVA, J. I. A. O.; FEITOSA, M. L. P. A. M.; SOARES, A. S. DO C. M. O desmonte da estatalidade brasileira no caso da política pública de saneamento e a falácia da regionalização como vetor de desenvolvimento regional. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 24, n. 1, 11 jul. 2022.

SILVA, M. G.; CARNIEL, A. S. Study of the correlation between Covid-19 cases and deaths and basic sanitation in Brazil: Is this a possible secondary route of virus transmission?. **Journal of Hazardous Materials Advances**, v. 8, 2022, p. 100149

SILVA, D. F., TUCCI, C. E. M., MARQUES, P. K., COSTA, M. E. L., CORREA, A. C. S., MONTEIRO, M. P., & ARAÚJO, L. M. N. Drenagem e manejo de águas pluviais no Brasil: conceitos, gestão e estudos de caso. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, 21, e1., 2024.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS. **Série histórica**. 2021. Disponível em: <<http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/>>. Acesso em: 10 jan. 2024.

SHIRAS, T. et al. Shared Sanitation Management and the Role of Social Capital: Findings from an Urban Sanitation Intervention in Maputo, Mozambique. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 15, n. 10, p. 2222, 11 out. 2018.

SMITH, P. G.; SCOTT, J. S. **Dictionary of water and waste management**. 2. ed. Amsterdam: Elsevier. 486 p, 2005.

SOUZA, A. C. A. A pandemia do capital no saneamento. **Saúde Debate**, Rio de Janeiro, v. 46, n. 133, p. 447-458, abr./jun. 2022.

SUSILAWATI SUSILAWATI et al. Behavior model of community-based sanitation management in coastal areas: confirmatory factor analysis. **Heliyon**, v. 8, n. 11, p. e11756–e11756, 1 nov. 2022.

VILARINHO, C. M. R.; COUTO, E. DE A. DO. Saneamento básico e regulação no Brasil: desvendando o passado para moldar o futuro. **Revista Digital de Direito Administrativo**, v. 10, n. 2, p. 233–257, 1 ago. 2023.

VILAS BOAS REIS, E.; VENÂNCIO, S. R. CIDADE: ESPAÇO DE DIÁLOGO E DESENVOLVIMENTO HUMANO. **Revista de Direito da Cidade**, v. 10, n. 2, 20 abr. 2018.

NETO, R., & MENDES, J. (2022). **O desafio do federalismo brasileiro no saneamento básico**. Interações (Campo Grande), 23, 441–456. <https://doi.org/10.20435/inter.v23i2.2998>.