



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

ANDRÉ SOARES MARTINS

**MODELAGEM E AVALIAÇÃO DOS INDICADORES DE SANEAMENTO
AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE SALGUEIRO - PE**

Caruaru - PE

2024

ANDRÉ SOARES MARTINS

**MODELAGEM E AVALIAÇÃO DOS INDICADORES DE SANEAMENTO
AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE SALGUEIRO - PE**

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

Área de concentração: Tecnologia ambiental

Orientador: Prof. Dr. Diogo Henrique Fernandes da Paz

Caruaru - PE

2024

.Catalogação de Publicação na Fonte. UFPE - Biblioteca Central

Martins, André Soares.

Modelagem e avaliação dos indicadores de saneamento ambiental do município de Salgueiro - PE / André Soares Martins. - Caruaru, 2024.
172f.: il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, 2024.

Orientação: Diogo Henrique Fernandes da Paz.

Inclui referências.

1. Saneamento ambiental; 2. Avaliação de eficiência; 3. Lei do Saneamento. I. Paz, Diogo Henrique Fernandes da. II. Título.

UFPE-Biblioteca Central

ANDRÉ SOARES MARTINS

**MODELAGEM E AVALIAÇÃO DOS INDICADORES DE SANEAMENTO
AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE SALGUEIRO - PE**

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

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

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

Prof^a. Dr^a. Elizabeth Amaral Pastich Gonçalves (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Prof^a. Dr^a. Ioná Maria Beltrão Rameh Barbosa (Examinadora Externa)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE

Tenho-vos dito isto, para que em mim tenhais paz, no mundo tereis aflições, mas tende bom ânimo, eu venci o mundo. (João 16:33)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me proporcionar a força que me fez proceder e chegar até o fim, pelo acolhimento nos momentos mais difíceis, por ter cuidado da minha mãe quando eu não estava presente e por ter me guiado nas minhas escolhas e decisões.

Agradeço a minha família, em especial a meu pai, minha mãe e irmãos, que em conjunto formam a base sólida que me ampara e me motiva. Agradeço, mais uma vez a minha mãe, Joselma, por todo amor a mim repassado e pela força e coragem que serviram de inspiração pra mim.

Agradeço a minha esposa Joice, por todo incentivo, por sua calma e serenidade, estando presente e sendo meu refugio durante todo esse período.

Agradeço aos meus amigos de trabalho (IFSertão e IFBA) e aos meus queridos amigos de infância, por todos os conselhos e pelo apoio e incentivo.

Ao meu orientador, Dr. Diogo Henrique Fernandes da Paz, por se propor a ser meu guia durante essa trajetória e por todos os ensinamentos transmitidos. Aos demais professores da pós-graduação, obrigado pelo empenho e por todo conhecimento repassado durante as aulas.

Por fim, agradeço a UFPE, por toda a estrutura fornecida e por me proporcionar momentos singulares e experiências enriquecedoras.

RESUMO

O desempenho dos sistemas de saneamento ambiental nos municípios brasileiros revela uma paisagem complexa e desafiadora, crucial para a qualidade de vida da população. Em um país marcado pela diversidade, as disparidades entre os municípios em relação ao acesso a serviços essenciais são evidentes. Enquanto algumas localidades apresentam avanços notáveis nos diversos setores ligados ao sistema de saneamento, outras enfrentam obstáculos significativos, refletindo a necessidade de uma abordagem abrangente e equitativa para uma melhor avaliação desses sistemas. Dessa forma, o objetivo desta pesquisa é realizar uma modelagem avaliativa das condições atuais de saneamento básico da cidade de Salgueiro/PE. Para tanto, a metodologia abordada consiste no cumprimento de quatro etapas: (i) aplicação da ferramenta INSA para pontuação e classificação do desempenho do sistema presente de saneamento básico, (ii) diagnóstico envolvendo os principais indicadores divulgados pelo SNIS (2021); (iii) Apuração e análise do cumprimento das principais metas estabelecidas pela legislação, bem como a execução do prognóstico para o atendimento dessas metas. O diagnóstico revelou características importantes entre todos os setores, revelando a real situação do sistema de saneamento existente. Na análise do cumprimento das metas, apesar de a grande maioria ainda estar dentro do prazo, algumas chamam atenção como a não adoção de cobrança pelos serviços de coleta que tinha previsão para iniciar desde 2020. A aplicação do método INSA mostrou que o desempenho geral do saneamento em 2020 foi classificado como médio, com uma pontuação de 0,495, a mais baixa desde 2015, indicando falta de avanços significativos. O sistema de abastecimento de água obteve a melhor avaliação, com desempenho classificado como alto e uma pontuação de 0,697, enquanto o manejo de resíduos sólidos teve o desempenho classificado como baixo com pontuação de apenas 0,208. Com a conclusão da etapa de prognóstico foi possível estabelecer projeções futuras e ações a serem tomadas a curto, médio e longo prazo para atingir as metas legais, assim como a estimativa do cenário caso o município adote a situação tendência ou conservadora sem de fato alcançar as metas definidas. Concluiu-se que o município precisa de uma melhoria geral do seu sistema de saneamento, especialmente na gestão de resíduos sólidos, e que o INSA pode ser uma ferramenta útil eficiente para análise e tomada de decisões no setor.

Palavras-chave: Saneamento Ambiental. Avaliação de Eficiência. Lei do Saneamento. Indicadores.

ABSTRACT

The performance of environmental sanitation systems in Brazilian municipalities reveals a complex and challenging landscape, crucial for the population's quality of life. In a country marked by diversity, disparities between municipalities in relation to access to essential services are evident. While some locations show notable advances in the various sectors linked to the sanitation system, others face significant obstacles, reflecting the need for a comprehensive and equitable approach to better evaluate these systems. Therefore, the objective of this research is to carry out an evaluative modeling of the current basic sanitation conditions in the city of Salgueiro/PE. To this end, the methodology addressed consists of completing four steps: (i) application of the INSA tool to score and classify the performance of the current basic sanitation system, (ii) diagnosis involving the main indicators released by the SNIS (2021); (iii) Determination and analysis of compliance with the main goals established by legislation, as well as the execution of the prognosis for meeting these goals. The diagnosis revealed important characteristics among all sectors, revealing the real situation of the existing sanitation system. When analyzing the achievement of targets, although the vast majority are still within the deadline, some draw attention, such as the non-adoption of charging for collection services that were scheduled to start in 2020. The application of the INSA method showed that the overall performance of the Sanitation in 2020 was classified as average, with a score of 0.495, the lowest since 2015, indicating a lack of significant progress. The water supply system obtained the best evaluation, with performance classified as high and a score of 0.697, while solid waste management had performance classified as low with a score of just 0.208. With the conclusion of the prognosis stage, it was possible to establish future projections and actions to be taken in the short, medium and long term to achieve the legal goals, as well as the estimation of the scenario if the municipality adopts the trend or conservative situation without actually achieving the defined goals. It was concluded that the municipality needs a general improvement in its sanitation system, especially in solid waste management, and that INSA can be an efficient and useful tool for analysis and decision-making in the sector.

Keywords: Environmental sanitation. Efficiency Assessment. Sanitation Law. Indicators.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Ciclo anual da coleta e divulgação de dados do SNIS.....	31
Figura 02 - Fluxograma da Pesquisa.	32
Figura 03 - Localização do município de Salgueiro.....	34
Figura 04 - Municípios limítrofes da cidade de Salgueiro.....	35
Figura 05 - Rodovias e ferrovias que cruzam a cidade de Salgueiro.	36
Figura 06 - Mapa de altitude do município de Salgueiro.	37
Figura 07 - Mapa de declividade do município de Salgueiro – PE	39
Figura 08 - Mapa de drenagem do município de Salgueiro.....	42
Figura 09 - Comparação dos IDHM entre o Brasil e o município de Salgueiro entre os anos de 1991, 2000 e 2010.....	45
Figura 10 - Representação da pirâmide etária do município de Salgueiro - PE.....	46
Figura 11 - Porcentagem de pessoas em domicílios com energia elétrica.	53
Figura 12 - Número total de estabelecimentos de saúde públicos ativos.....	54
Figura 13 - Números de internações associadas ao saneamento inadequado.	54
Figura 14 - Número de indicadores utilizados pelo INSA.	56
Figura 15 - Distribuição dos quartis.....	58
Figura 16 - Resultados obtidos a partir do INSA 2020, para cada subíndice.	69
Figura 17 - Série histórica do INSA.	70
Figura 18 - Score alcançado pelos indicadores que compõem o IDAA.....	71
Figura 19 - Análise histórica do IDAA.....	72
Figura 20 - Score alcançado pelos indicadores que compõem o IDES.....	74
Figura 21 - Análise histórica do IDES.....	75
Figura 22 - Score alcançado pelos indicadores que compõem o IDRS.	77
Figura 23 - Análise histórica do IDRS.	78
Figura 24 - Score alcançado pelos indicadores que compõem o IDAP.....	79
Figura 25 - Análise histórica do IDAP.....	80
Figura 26 - Internações hospitalares na cidade de Salgueiro.	81
Figura 27 Fossa rudimentar em residência localizada na zona rural de Salgueiro. ..	86
Figura 28 - Número de domicílios por tipo de esgotamento em Salgueiro	87
Figura 29 - Comparativo dos resultados para o índice de coleta de esgoto (IN015).	88
Figura 30 - Comparativo dos resultados para o índice de tratamento de esgoto (IN016).	89
Figura 31 - Comparativo dos resultados para o índice de extensão de rede de esgoto por ligação (IN021).....	89
Figura 32 - Comparativo dos resultados para o índice de esgoto tratado (IN046). ...	90
Figura 33 – Localização da ETE de Salgueiro.	93
Figura 34 - ETE Salgueiro: a) Desarenador; b) UASB; c) Decantador secundário. ..	93

Figura 35 - Sistema de tratamento existente em Salgueiro.....	95
Figura 36 - Localização dos municípios do agrupamento 7.	96
Figura 37 – População total atendida pelo serviço de coleta de RDO (IN015).	98
Figura 38 - Rota de coleta (Rota 1).	104
Figura 39 – Rota de coleta (Rota 2).	104
Figura 40 - Rota de coleta (Rota 3).	105
Figura 41 – Rota de coleta (Rota 4).	105
Figura 42 – Rota de coleta (Rota 05).	106
Figura 43 - Rota de coleta (Rota 6).	106
Figura 44 – Pontos de coleta de RCD.	107
Figura 45 - Rota do centro da cidade de Salgueiro até o aterro sanitário.	108
Figura 46 - Aterro sanitário de Salgueiro.	108
Figura 47 - Projeção do índice de atendimento total de água (IN055).	120
Figura 48 - As dez cidades pernambucanas atendidas pela COMPESA e com melhores resultados para o indicador IN049 (2022), pertencente à mesma faixa populacional de Salgueiro.	122
Figura 49 - Projeção para o índice de perdas na distribuição (IN049).	125
Figura 50 - Projeção para o índice de atendimento total de esgoto (IN056).	128
Figura 51 - Projeção para o índice de coleta de esgoto (IN015).	131
Figura 52 - Projeção para o índice de auto-suficiência financeira dos serviços de coleta e manejo do RSU (IN005).	136
Figura 53 - Projeção da taxa de cobertura da coleta de RDO (IN015).	140
Figura 54 - Projeção da taxa cobertura de coleta seletiva porta a porta (IN030). ...	143
Figura 55 - Projeção da taxa de recuperação de recicláveis em relação à quantidade de resíduos sólidos urbanos coletados (IN031).	151
Figura 56 - Projeção da parcela de domicílios em situação de risco de inundação (IN040).	154

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Delimitação das Zonas de Interesses Sociais de Salgueiro – PE.	43
Quadro 02 - Indicadores utilizados para aplicação do INSA	57
Quadro 03 - Indicadores analisados durante o diagnóstico.	66
Quadro 04 - Metas estabelecidas pela legislação.	68
Quadro 05 - Dados organizacionais do município de Salgueiro.....	98
Quadro 06 - Cronograma da coleta de resíduos sólidos da zona urbana.	100
Quadro 07 - Cronograma da coleta de resíduos sólidos da zona rural.	101
Quadro 08 - Dados organizacionais do município de Salgueiro.....	111
Quadro 09 - Principais características dos cenários de referência e conservador. .	115
Quadro 10 - Metas e ações para o sistema de abastecimento de água.	155
Quadro 11 - Metas e ações para o sistema de esgotamento sanitário.	156
Quadro 12 - Metas e ações para o sistema de manejo dos resíduos sólidos.	158
Quadro 13 - Metas e ações para o sistema de drenagem de águas pluviais.....	162

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - IDHM de Salgueiro.	44
Tabela 02 - Índices socioeconômicos do município de Salgueiro - PE.	46
Tabela 03 - Situação ocupacional da população do município de Salgueiro - PE.....	47
Tabela 04 - Taxa de crescimento populacional de Salgueiro.	48
Tabela 05 - Taxa de crescimento populacional de Salgueiro.	48
Tabela 06 - Crescimento populacional de Salgueiro, Pernambuco e Brasil.	49
Tabela 07 - Comparativo dos dois últimos censos demográficos.....	50
Tabela 08 - Dados utilizados na análise da projeção geométrica da população	51
Tabela 09 - Projeção geométrica da população total.	52
Tabela 10 - Valores de referência dos indicadores utilizados no INSA.	59
Tabela 11 - Distribuição da pontuação dos indicadores utilizados no INSA.....	61
Tabela 12 - Pesos estatísticos definidos pelo critério AHP.	62
Tabela 13 - Resultados dos indicadores de abastecimento de água	70
Tabela 14 - Resultados dos indicadores de esgotamento sanitário	73
Tabela 15 - Resultados dos indicadores de resíduos sólidos.....	76
Tabela 16 - Resultados dos indicadores de águas pluviais urbanas.....	79
Tabela 17 - Relatório parcial das barragens de Salgueiro – PE.....	82
Tabela 18 - Principais dados técnicos do sistema de abastecimento.	84
Tabela 19 - - Dados financeiros SNIS (2021) do sistema de abastecimento.	85
Tabela 20 - Quantidade de domicílio por tipos de esgotamento sanitário de Salgueiro.	87
Tabela 21 - Comparativo entre dados do Esgotamento Sanitário.	88
Tabela 22 - Principais dados quantitativos relacionados ao esgotamento sanitário..	91
Tabela 23 – Indicadores financeiros e operacionais da rede de esgoto.....	92
Tabela 24 - Resultado para o indicador CO119.	97
Tabela 25 – comparative dentre dados de coleta e cobertura de resíduos sólidos...99	
Tabela 26 - População e distância da sede dos quatro distritos	100
Tabela 27 – Distribuição geral de colaboradores envolvidos com os serviços de coleta.....	102
Tabela 28 - Veículos utilizados nos serviços de coleta.	103
Tabela 29 - Caracterização das vias públicas.	110
Tabela 30 - Quantitativo dos elementos de microdrenagem.	110
Tabela 31 - Análise do cumprimento das metas com base no SNIS 2022.....	112
Tabela 32 - Projeção da taxa de atendimento total de água.	119
Tabela 33 – Efeitos da ampliação do sistema de captação de água.....	121
Tabela 34 - Projeção do índice de perdas na distribuição de água.....	124
Tabela 35 - Evolução do atendimento dos serviços de esgotamento sanitário	126
Tabela 36 - Projeção dos serviços de coleta e atendimento da rede de esgoto.	127
Tabela 37 - Projeção dos serviços de coleta e atendimento da rede de esgoto.	130
Tabela 38 - Despesas operacionais total com o manejo de RSU.	132
Tabela 39 - Arrecadação em Araripina - PE.....	133
Tabela 40 - Projeção do índice de auto-suficiência financeira dos serviços de coleta e manejo do RSU.	134
Tabela 41 - População atendida pelo serviço de coleta em Salgueiro.	137
Tabela 42 - Projeção da taxa de cobertura da coleta de RDO.....	138
Tabela 43 - Projeção da cobertura da coleta seletiva na modalidade porta a porta.	142
Tabela 44 - Projeção da quantidade de catadores conforme ampliação da coleta seletiva.	145

Tabela 45 - Projeção da taxa de recuperação de materiais recicláveis.	149
Tabela 46 - Projeção da Parcela de domicílios urbanos em risco de inundação	153

LISTA DE SIGLAS

AHP	ANÁLISE HIERÁRQUICA DE PROCESSOS
CNES	CADASTRO NACIONAL DE ESTABELECIMENTOS DE SAÚDE
COMPESA	COMPANHIA PERNAMBUCANA DE SANEAMENTO
CPRH	AGÊNCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE
ETA	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA
ETE	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE SALGUEIRO
IDAA	SUBÍNDICE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
IDAP	SUBÍNDICE DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS
IDES	SUBÍNDICE DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO
IDH	ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO
IDHM	ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO MUNICIPAL
IDRS	SUBÍNDICE DE RESÍDUOS SÓLIDOS
INSA	ÍNDICE DE SANEAMENTO AMBIENTAL
ODS	OBJETIVO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
PAC	PROGRAMA DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO
PGIRS	PLANO DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS
PIGRCC	PLANO INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL
PLANARES	PLANO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS
PLANSAB	PLANO NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO
PMGIRS	PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS

PNRS	POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS
PSLUMRS	PROJETO DE SERVIÇOS DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS
RCD	RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO
RDO	RESÍDUOS DOMICILIARES
RPU	RESÍDUOS PÚBLICOS
RSU	RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS
RVS	REFÚGIO DE VIDA SILVESTRE
SINISA	AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO
SNIS	SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO
SNISB	SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SEGURANÇA DE BARRAGENS
SNUC	SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO
TCE/PE	TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DE PERNAMBUCO
UASB	UPFLOW ANAEROBIC SLUDGE BLANKET
UBS	UNIDADES BÁSICAS DE SAÚDE
UC	UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA.....	17
1.2	JUSTIFICATIVA DA PESQUISA	20
2	OBJETIVOS.....	21
2.1	OBJETIVO GERAL.....	21
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
3	REVISÃO DE LITERATURA	21
3.1	PANORAMA DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO NO BRASIL.....	22
3.1.1	Abastecimento de água.....	22
3.1.2	Esgotamento sanitário.....	24
3.1.3	Resíduos Sólidos Urbanos	25
3.1.4	Manejo de Águas Pluviais Urbanas.....	27
3.2	ANÁLISE DO SISTEMA DE SANEAMENTO POR MEIO DE INDICADORES	29
4	MATERIAIS E MÉTODOS	32
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	33
4.1.1	LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO	33
4.1.2	GEOMORFOLOGIA	37
4.1.3	HIDROGRAFIA E HIDROGEOLOGIA.....	41
4.1.4	ÁREAS DE PROTEÇÃO LEGAL.....	43
4.1.5	ÁREAS DE INTERESSE SOCIAL	43
4.1.6	DEMOGRAFIA	44
4.1.7	PROJEÇÃO POPULACIONAL DA CIDADE DE SALGUEIRO.....	48
4.1.8	INFRAESTRUTURA.....	52
4.2	DESCRIÇÃO DO ÍNDICE DE SANEAMENTO AMBIENTAL (INSA).....	55
4.3	ANÁLISE DA ATUAL SITUAÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO.....	65
4.4	PRINCIPAIS METAS ESTABELECIDAS PELA LEGISLAÇÃO.....	67
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	68
5.1	ANÁLISE DO DESEMPENHO A PARTIR DA APLICAÇÃO DO INSA.....	68
5.1.1	Subíndice de abastecimento de água (IDAA).....	70
5.1.2	Subíndice de esgotamento sanitário (IDES).....	73
5.1.3	Subíndice de resíduos sólidos (IDRS).....	75
5.1.4	Subíndice de águas pluviais urbanas (IDAP)	78
5.2	DIAGNÓSTICO DO SANEAMENTO BÁSICO COM BASE EM INDICADORES	80
5.2.1	Sistema de abastecimento de água	81
5.2.2	Sistema de esgotamento sanitário	85

5.2.2.1	Diagnostico do sistema de esgotamento sanitário	85
5.2.2.2	Estação de Tratamento de Esgoto da cidade de Salgueiro.....	92
5.2.3	Sistema de gestão e manejo dos resíduos sólidos	96
5.2.3.1	<i>Diagnostico dos serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólido</i> .	97
5.2.3.2	<i>Dados Organizacionais do sistema de coleta, transporte e destinação final dos resíduos sólidos</i>	97
5.2.3.3	<i>Estrutura Operacional e Coleta Regular</i>	99
5.2.3.4	<i>Panorama dos Serviços e da Mão de Obra Empenhada</i>	101
5.2.3.5	<i>Rotas de coleta e destinação final</i>	103
5.2.4	Sistema de drenagem e manejo das águas pluviais e urbanas	109
5.2.4.1	<i>Diagnostico dos serviços de drenagem e manejo das águas pluviais e urbanas</i>	109
5.2.4.2	<i>Dados organizacionais do sistema de drenagem e manejo das águas pluviais e urbanas</i>	110
5.3	ANÁLISE DO CUMPRIMENTO DAS PRINCIPAIS METAS LEGAIS	111
5.4	PROGNÓSTICO E ALTERNATIVAS PARA O CUMPRIMENTO DAS METAS	114
5.4.1	Abastecimento de água.....	118
5.4.2	Esgotamento sanitário.....	125
5.4.3	Resíduo sólidos.....	131
5.4.4	Drenagem de águas pluviais urbanas	151
5.5	PROPOSTAS DE ALTERNATIVAS PARA CUMPRIMENTOS DAS METAS	154
5.5.1	Abastecimento de água.....	154
5.5.2	Esgotamento sanitário.....	155
5.5.3	Esgotamento sanitário.....	157
5.5.4	Drenagem de águas pluviais urbanas	162
6	CONCLUSÕES	163
7	REFERÊNCIAS.....	165

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), o conceito de saneamento ambiental foi introduzido com o objetivo de criar medidas que visem o controle de vetores, coleta e destinação correta de resíduos sólidos, disponibilização de saneamento adequado, como também, manejo e drenagem de excrementos de animais e humanos, sendo que esses elementos em desequilíbrio podem causar efeitos prejudiciais para o desenvolvimento físico, a saúde e a sobrevivência dos seres humanos (Onyango; Uwase, 2016; Budge *et al.*, 2022).

De acordo com o Monitoramento da Saúde para as Metas de Desenvolvimento Sustentável da Organização Mundial da Saúde (OMS), cerca de 3,6 bilhões de pessoas no mundo não tinham serviços de saneamento adequados, apontando as lacunas econômicas, logísticas, sociais e ambientais entre as diferentes aglomerações urbanas que contribuem para uma crise global de saneamento básico, tornando-o um grave problema de saúde pública (Ramos *et al.*, 2020; WHO, 2022).

Alinhado a esta problemática está o crescimento urbano, muitas vezes desordenado, de cidades e outros tipos de aglomerações humanas, os quais levam a uma sobrecarga ainda maior aos sistemas de saneamento. Outro fator que deve ser considerado são as crescentes pressões da crise climática e o aparecimento de eventos climáticos extremos, como é o caso de secas, inundações, tempestades e aumento do nível do mar, que comprometem as instalações de saneamento e trazem consigo inúmeros impactos ambientais e socioeconômicos (Danelon; Spolador; Kumbhakar, 2021).

A falta de acesso a serviços de saneamento confiáveis é produto de relações políticas, econômicas e sociais que integram uma relação de dependência entre saúde e saneamento (Kligerman *et al.*, 2022). Portanto, a ausência de serviços de saneamento adequados reflete o baixo desenvolvimento econômico, demonstrando injustiças mais amplas, inclusive o acesso diferenciado a serviços básicos que impacta principalmente vulneráveis e agrava as desigualdades relacionadas a outras esferas como gênero, raça e etnia (Yap *et al.*, 2023).

Desse modo, apesar dos serviços de saneamento ainda receberem atenção limitada especialmente nos países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, são amplos os impactos que a deficiência desses serviços pode causar à saúde pública o

que revela a problemática voltada a uma má gestão e governança em toda as fases do manuseamento, tratamento e eliminação desses resíduos, as quais estão associadas ao aumento da urbanização e o crescimento de grandes aglomerações urbanas (Giusti, 2009).

Anualmente, estima-se que o acesso a serviços de saneamento precário seja a principal causa de cerca de 432.000 mortes em todo o mundo, sendo um dos principais fatores para o agravamento de doenças tropicais negligenciadas, incluindo vermes intestinais, esquistossomose e tracoma, bem como doenças transmitidas por vetores como os mosquitos, como a malária, arboviroses como Dengue, Zika e Chikungunya, sendo também associado à desnutrição (WHO, 2022). Além disso, o descarte inseguro de resíduos humanos no meio ambiente representa uma preocupação ecológica que afeta os ecossistemas terrestres e marinhos e perturba a biodiversidade a longo prazo (Diep *et al.*, 2021).

O Brasil ainda enfrenta um acesso relativamente escasso aos serviços de saneamento básico considerando sua escala territorial de 8,5 milhões de km² e suas profundas desigualdades sociais (Lima *et al.*, 2022). Segundo dados consolidados das informações coletadas no ano de 2021 pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) em parceria com municípios e prestadores de serviços de saneamento básico, revelaram que aproximadamente 45% da população brasileira não possuem acesso à cobertura do serviço de coleta de esgoto, considerando apenas a região Nordeste esse número sobe para 69,8% (SNIS, 2022a).

Em se tratando de investimentos, a implementação do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), iniciado em 2007, permitiu o aumento dos níveis de investimento em saneamento, proporcionando o alcance do patamar de R\$ 15,6 bilhões de investimento médio anual entre os anos de 2008 e 2014, quase dobrando o valor de investimento no setor em relação aos valores apresentados nos anos anteriores. Mesmo com essa alta, o valor apresentado continua muito abaixo do valor médio anual necessário para atingir as metas previstas na Lei 14.026/2020, estipulado em R\$38,5 bilhões para o período de 2022 até 2033 (Miterhof; Pimentel, 2023).

O saneamento passou a ser orientado pelos princípios da universalização, integralidade, intersetorialidade, adoção de tecnologias apropriadas, consideração das peculiaridades locais e regionais, eficiência e sustentabilidade econômica, transparência, segurança, qualidade e regularidade (Brasil, 2020). A lei também tornou obrigatória a elaboração de planos municipais ou de prestação regionalizada

de serviços de saneamento básico, bem como o estabelecimento de metas e indicadores de desempenho e mecanismos de aferição de resultados, a serem obrigatoriamente observados na execução dos serviços prestados de forma direta ou por concessão (Brasil, 2020).

De acordo com os dados disponíveis, a situação atual do país indica que ele está longe de atingir as metas de universalização dos serviços públicos de saneamento básico, atualizados pelo Marco Legal do Saneamento Básico. As metas de universalização incluem concessões que considerem o nível de cobertura de serviço existente, a viabilidade econômico-financeira da expansão da prestação do serviço e o número de municípios beneficiados, a fim de assegurar o atendimento de 99% da população com água potável e de 90% da população com coleta e tratamento de esgotos até 31 de dezembro de 2033, assim como metas quantitativas de não intermitência do abastecimento, de redução de perdas e de melhoria dos processos de tratamento (Brasil, 2020).

Esse cenário torna cada vez mais longe a possibilidade de o Brasil atingir o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) relacionado ao fornecimento de saneamento adequado para todos os brasileiros até 2030 (Diep *et al.*, 2021).

Dentre as unidades federativas do Brasil está o estado de Pernambuco que apresenta uma população estimada em 9.674.793 pessoas (IBGE, 2021). Na área de saneamento ambiental, o referido estado apresenta um baixo percentual de atendimento à população através de serviços de saneamento básico, como esgotamento sanitário e abastecimento de água (Prysthon *et al.*, 2023).

Como mérito, os indicadores de saneamento permitem mensurar os impactos gerados pelas decisões tomadas, fornecendo subsídios para a gestão e o uso sustentável dos recursos disponíveis (Guedes *et al.*, 2021). Os indicadores ainda possuem a capacidade de identificar pontos críticos, permitindo direcionar, de forma mais específica, melhorias para determinados setores, além de facilitar a divulgação de assuntos de interesse públicos, simplificado informações e dados que antes eram densos e complexos (Guimarães *et al.*, 2017).

Segundo os dados mais recentes do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), o estado composto por 185 municípios, possui uma taxa de 81,68% no índice de atendimento total de água, enquanto o índice de atendimento

total de esgoto apresenta um percentual de cobertura de apenas 30,80% dos municípios (SNIS, 2022b).

Esse cenário demonstra que o direcionamento do governo federal brasileiro quanto à execução de planos locais para a universalização dos serviços de saneamento ainda não está sendo devidamente seguido nos âmbitos estaduais e municipais, o que está relacionado as discrepâncias socioeconômicos regionais e locais, evidenciando a necessidade de buscar iniciativas orientadas para destinação de recursos para implementação de medidas que ajudem os estados e municípios a alcançar as metas dos serviços de saneamento traçados para o país (Prysthon *et al.*, 2023).

Nas esferas regionais e locais, as más condições de saneamento incluem diferentes vertentes que persistem ao longo da cadeia de serviços, os quais vão desde os serviços de gestão de resíduos sólidos, abastecimento de água e esgotamento sanitário, até a drenagem urbana. No contexto apresentado foi realizado o presente estudo, visando desenvolver uma modelagem avaliativa das condições atuais de saneamento básico do município de Salgueiro.

1.2 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

Com localização privilegiada no sertão central nordestino, Salgueiro é uma das cidades mais importantes do interior pernambucano. Com grande potencial logístico, a cidade ainda oferta diversos serviços que atendem à população da grande maioria das cidades da região. A cidade se destaca como ponto central onde se derivam os três ramais rodoviários da Transnordestina, uma das principais obras ferroviárias da atualidade em nosso país e está em plena construção. O município possui um grande potencial no setor da agricultura e no comércio varejista. Além disso, vem se firmando cada vez mais como um polo educacional da região (Salgueiro, 2023).

Dessa forma, a pesquisa tem como relevância o suporte de destacar a serventia, além de identificar meios de aprimorar a cobertura e necessidade melhorias no Saneamento Básico a partir da modelagem de indicadores com potencialidade de representar a realidade do município em questão, auxiliando nas tomadas de decisões e na instauração de *ranking* de prioridades de investimento, conforme resultados obtidos para cada setor que compõe o sistema de saneamento. Para tanto, é necessária a aplicação de ferramentas que possibilitem uma avaliação precisa

utilizando os dados disponíveis e que permita elencar os setores que necessitam de maiores atenção e de prioridade na aplicação de investimentos.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O trabalho tem como objetivo desenvolver uma modelagem avaliativa das condições atuais de saneamento básico de um município localizado no sertão pernambucano com base na situação ideal conforme a legislação ambiental vigente.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Utilizar o INSA como ferramenta avaliativa do desempenho atual do saneamento básico do município;
- Realizar um diagnóstico do saneamento a partir de um panorama atual da cidade com relação a alguns dos indicadores de saneamento mais representativos do SNIS.
- Identificar os principais problemas a serem solucionados utilizando como base as metas propostas pela legislação ambiental vigente;
- Propor medidas para atender as exigências ambientais estabelecidas pela legislação atual.

3 REVISÃO DE LITERATURA

A lei nº 14.026 de 15 de julho de 2020, conhecida como o Marco Legal do Saneamento Básico, dentre outras ações, determina que a regulação dos serviços públicos de saneamento básico no país deve abranger as quatro áreas fundamentais ao bem-estar da sociedade: (i) abastecimento de água potável, (ii) esgotamento sanitário, (iii) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e (iv) drenagem e manejo das águas pluviais e urbanas (BRASIL, 2020). Dessa forma, iniciaremos com o balanço do cenário atual em que se encontra essas quatro áreas.

3.1 PANORAMA DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO NO BRASIL

3.1.1 Abastecimento de água

Outra problemática voltada ao provimento de saneamento básico é a gestão adequada dos recursos hídricos, a qual deve levar em consideração a concentração populacional das áreas urbanas que frequentemente demandam grandes quantidades de água para abastecimento público e industrial. Apesar do Brasil apresentar aproximadamente 12% da água disponível no mundo, sua distribuição e a demanda não são uniformes em todo território brasileiro, nem há uma infraestrutura hídrica adequada (UNESCO, 2020).

No Brasil, a situação da qualidade e da quantidade das águas é acompanhada pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), a qual é responsável por divulgar relatórios periódicos sobre a oferta e demanda de recursos hídricos, como também implementa ações de garantia da segurança hídrica e de adaptação do Brasil a novos cenários, a partir de estudos e debates sobre as mudanças climáticas (ANA, 2023).

Segundo o panorama de usos da água fornecido pela ANA, o uso consuntivo setorial da água no Brasil referente a retirada e consumo de água, ocorre principalmente para irrigação (50%), abastecimento urbano (25%), indústria (9%), abastecimento dos rebanhos animais (8%), geração termelétrica (5%) e abastecimento rural e mineração (2%). Ainda de acordo com a ANA, a demanda de água no Brasil vem crescendo continuamente ao longo dos anos, com destaque para o abastecimento das cidades, a indústria e a agricultura irrigada. A retirada para irrigação aumentou de 640 para 965 m³/s nas últimas duas décadas e representa aproximadamente 50% da retirada total pelos usos consuntivos setoriais de água em 2020 (ANA, 2021).

Em relação ao tratamento, 88,3% dos municípios brasileiros possuíam Estações de Tratamento de Água (ETAs) e/ou Unidades de Tratamento Simplificado (UTSs) em funcionamento em 2017, considerando apenas a região Nordeste esse valor cai para 75,8% (ANA, 2020).

Um marco mais recente relacionado a gestão de recursos hídricos no Brasil foi a aprovação do Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022-2040, estabelecido pela resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) nº 232 de 22 de março de 2022, que considera usos consuntivos da água para o abastecimento humano,

abastecimento animal, indústria, mineração, a irrigação e a termoeletricidade (Brasil, 2022).

Com relação aos dados dos serviços de abastecimento, em 2021 o consumo médio da população brasileira foi de 153,3 l/hab./dia, com relação aos prestadores de serviço a administração pública direta foi responsável por 53,50% dos serviços de abastecimento realizados em todo Brasil, enquanto que os 46,50% restante ficou sob responsabilidade de autarquias, empresas privadas, sociedades de economia mistas, empresa pública ou organizações sociais (SNIS, 2022a).

Conforme os dados mais recentes do índice de abastecimento total de água, uma média nacional de 84,2% da população é assistida, correspondendo a 177 milhões de brasileiros, sendo esse índice de 74,7% para região Nordeste do país (SNIS, 2022a).

No entanto, no Brasil muitos fatores influenciam negativamente neste cenário, como a poluição urbana e industrial, juntamente com a utilização inadequada da terra, erosão, desmatamento, uso excessivo de insumos agrícolas e mineração, os quais têm levado a sérias condições de escassez de água e baixa qualidade em muitas regiões (Fantin; Reis; Mendonça, 2017). Somados a esses fatores, há uma forte relação de causa e efeito associado à oferta e o acesso à água *versus* investimentos insuficientes em saneamento básico (UNESCO, 2020).

O cenário de escassez dos recursos hídricos decorrentes da poluição dos mananciais, de longos períodos de estiagem e de redução das precipitações, evidencia a necessidade do estabelecimento de ações voltadas para a gestão efetiva dos recursos hídricos, tendo em vista o papel fundamental da água na manutenção da vida e seu fator limitante para o desenvolvimento socioeconômico (Souza *et al.*, 2023).

Além desses fatores, é importante destacar que a água contaminada por patógenos e toxinas é um dos principais veiculadores de infecções intestinais, afetando principalmente a parcela da população mais pobre, a qual está inserida em localidades onde os serviços de disponibilidade de água potável não são oferecidos (Prüss *et al.*, 2002).

A contaminação dos sistemas hídricos está frequentemente associada ao descarte inadequado de esgotos, visto que os emissários de esgotos próximos a reservatórios de água liberam resíduos humanos, bem como outras fontes de materiais poluentes, como os metais pesados, pesticidas, detergentes e produtos

petrolíferos. Resíduos orgânicos podem contribuir para a eutrofização das águas locais devido à presença de nutrientes. Além disso, detergentes que contenham fosfato e produtos agrícolas que são transportados pelo escoamento também podem enriquecer as águas com nutrientes. Por fim, o esgoto humano pode ser portador de bactérias e vírus patogênicos (Lalli; Parsons, 1997).

3.1.2 Esgotamento sanitário

Os sistemas responsáveis pelo esgotamento sanitário são fundamentais dentro da estrutura de saneamento, no que diz respeito à proteção da saúde pública e do ecossistema, visto que existem inúmeras doenças que podem ser veiculadas através de esgotos a céu aberto (Sojobi; Zayed, 2022).

Os esgotos domésticos são constituídos pela água residual que é descartada depois da realização de inúmeras atividades da vida cotidiana de residências, hotéis, restaurantes, escolas, entre outros. Em decorrência do crescimento populacional e o desenvolvimento da economia que possibilitou melhorar o padrão de vida de uma faixa da população, houve um aumento da carga de esgoto que é eliminada para passar por processos de descontaminação em um sistema de estação de tratamento de águas residuais. Os esgotos domésticos possuem em sua maioria uma composição com grande quantidade de matéria orgânica e nutrientes que não podem ser reciclados, apenas podem receber tratamento especializado para degradar a matéria orgânica e para remover nitratos e fosfatos (Geary, 2018).

A deficiência no acesso a serviços essenciais como a ausência de rede coletora de esgoto, alinhado com o estado de vulnerabilidade social e econômica propicia um ambiente ideal para o desenvolvimento e proliferação de enfermidades (Magalhães, 2019).

Para que ocorra o processo de transmissão de agentes infecciosos, é necessário que eles estejam presentes no organismo humano, que ocorra a exposição e que a transmissão se dê pela absorção desses agentes por meio de práticas inseguras, como por exemplo, o contato com esgotos.

Diante disso, para interromper a transmissão, o saneamento ambiental atua na redução da exposição a agentes infecciosos, limitando o contato com resíduos ou meios poluídos e promovendo mudanças em práticas de higiene e socioculturais. O

saneamento é, portanto, um conjunto de medidas direcionadas para inativar, remover ou eliminar agentes infecciosos no ambiente externo (Vargová *et al.*, 2020).

Segundo SNIS (2022a), a média da população atendida pelo sistema de esgotamento sanitário é 56% com relação a população total brasileira, enquanto que na região nordeste, apenas 31,4% da população total foram atendidas pelo sistema de coleta e tratamento de esgoto, ficando apenas a frente da região norte com 14,7%. Já a ANA (2020) afirma que em 2019 foram registradas 3.668 Estações de Tratamentos de Esgoto (ETE) instaladas em território nacional, sendo que 900 dessas instalações foram criadas entre os anos de 2013 e 2019, entretanto apenas 36% dos municípios brasileiros apresentaram algum serviço para o tratamento de esgoto.

Com relação aos agentes responsáveis, 82,41% dos serviços prestados no setor de esgotamento sanitário no Brasil são de responsabilidade da administração pública direta, enquanto que 17,59% dos serviços prestados são realizados por autarquias, empresas privadas, sociedades de economia mista, empresas públicas e organizações sociais (SNIS, 2022a).

Ainda conforme dados do SNIS (2022a), somente 52,2% dos esgotos gerados são tratados. O destino final adequado dos esgotos é de fundamental importância para a saúde pública, o baixo índice de tratamento provoca impactos tanto na saúde ambiental quanto na humana, uma vez que a deficiência no saneamento básico está ligada à disseminação de doenças como cólera, disenteria e hepatite A (UNICEF, 2017).

3.1.3 Resíduos Sólidos Urbanos

A produção de resíduos sólidos urbanos está diretamente relacionada ao desenvolvimento da atividade humana, sendo estimulado pelo acelerado desenvolvimento econômico, rápida urbanização e da intensificação do consumo de recursos (Sohoo *et al.*, 2022). Desse modo, a gestão de resíduos sólidos tem sido um desafio crescente para muitas áreas de rápida urbanização no mundo e continua a dominar como um grande desafio social e ambiental (Abubakar *et al.*, 2022).

Em contraste, é bem esclarecido que uma má gestão de resíduos sólidos apresenta efeitos significativos à saúde humana e de outros animais, sendo esta uma das principais razões pelas quais a gestão de resíduos sólidos tornou-se uma problemática ambiental e de saúde pública (Bello; Al-ghouti; Abu-dieyh, 2022).

No Brasil, segundo o último Panorama dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) realizado em 2022, houve uma geração total de 81.811.506 toneladas/ano de RSU (ABRELPE, 2022). A maior parte desses RSU coletados (61%) continua sendo encaminhada para aterros sanitários, com 46,4 milhões de toneladas enviadas para destinação ambientalmente adequada em 2022. Por outro lado, áreas de disposição inadequada, incluindo lixões e aterros controlados, ainda seguem em operação em todas as regiões do país e receberam 39% do total de resíduos coletados, alcançando um total de 29,7 milhões de toneladas com destinação inadequada, essa situação se agrava quando se analisa apenas a região Nordeste, onde 62,8% do Resíduos Sólidos Urbanos - RSU coletado ainda possui destinação inadequada (ABRELPE, 2022).

Desde o estabelecimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), disposta na Lei Federal 12.305/2010, a qual determinou o fechamento de aterros controlados e lixões até 2014, esforços têm sido feitos para alcançar tal fim e destinar corretamente os resíduos em aterros sanitários em todo território brasileiro (BRASIL, 2010).

No entanto, um estudo recente realizado por Santana *et al.* (2022), sugere uma baixa adesão dos estados e municípios à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), fator que está associado a uma série de problemas que incluem contaminação da água, do solo e da atmosfera, gerando grande impacto na saúde pública.

Dentre as destinações dos resíduos sólidos, os lixões ainda em operação são os que oferecem maiores prejuízos para a população, os quais podem ser caracterizados por locais que são oficialmente demarcados pelo poder executivo municipal e estadual, para deposição dos resíduos gerados pela população, não recebendo nenhum tratamento sanitário e, por este motivo, o acabam sendo queimados, liberando gás metano e chorume, os quais são prejudiciais à saúde humana e acarretam diversos problemas respiratórios (Dantas *et al.*, 2017).

Segundo Medeiros *et al.* (2020), os resíduos dispostos no ambiente causam complicações de várias ordens, oriundos da queima de resíduos como o plástico e borracha. Esse processo pode gerar espuma, que se forma devido à composição dos vários componentes descartados, produzindo gases tóxicos associados a problemas como dores de cabeça, náuseas e distúrbios respiratórios. Conforme o SNIS (2022), 15% dos resíduos sólidos gerados são descartados em lixões, 11,8% encaminhados para aterros controlados e 73,3% dirigidos para aterros sanitários.

Os poluentes provenientes da fumaça são constituídos em seu maior percentual (94%) por partículas finas e ultrafinas, ou seja, partículas que atingem as porções mais profundas do sistema respiratório e que transpõem a barreira epitelial, atingindo o interstício pulmonar e são responsáveis pelo desencadeamento do processo inflamatório (Arbex *et al.*, 2004).

O Núcleo de Engenharia do Tribunal de Contas do estado de Pernambuco (TCE/PE) realizou um levantamento para verificar como ocorria o descarte do lixo nos seus municípios do estado entre o período de janeiro a outubro do ano de 2021, como também utilizou informações contidas nos 112 processos de auditoria especial abertos para investigar o descarte inadequado de resíduos (TCE, 2021).

O estudo também incluiu dados fornecidos pela Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH) e pelos gestores dos aterros sanitários licenciados. De acordo com o diagnóstico do TCE/PE, dos 184 municípios do estado, 138 estão utilizando aterros sanitários para o descarte de resíduos sólidos, o que representa 75% do total. Enquanto isso, 46 cidades, 25%, ainda utilizam lixões a céu aberto (TCE, 2021).

Com relação a recuperação de resíduos, 32% dos municípios brasileiros afirmaram realizar coleta seletiva no ano de 2021, com um registro de 1.726 unidades de triagem instaladas por todo território nacional e com mais de 39 mil catadores envolvidos nos serviços de coleta seletiva, o que representou uma estimativa de recuperação de 1,12 milhões de toneladas de resíduos secos para esse ano (SNIS, 2022).

3.1.4 Manejo de Águas Pluviais Urbanas

Os problemas citados anteriormente podem ser agravados pela falta de planejamento e gestão de sistemas de drenagem existentes nas cidades. A falta de infraestrutura adequada de drenagem urbana pode causar inundações frequentes e graves, resultando em perdas financeiras significativas para a população inserida nessas áreas. Nos países mais avançados, a abordagem da drenagem urbana já se foca na qualidade da água captada. Contudo, no Brasil, a maior preocupação ainda é o controle de ocorrência das inundações (Canholi, 2014).

Esses sistemas envolvem a coleta, transporte e disposição das águas pluviais que se acumulam nas áreas urbanas, com o objetivo principal de evitar inundações, minimizando os impactos negativos causados pelas chuvas intensas nas cidades,

bem como garantir a qualidade da água dos corpos hídricos receptores dessas águas (Cordeiro *et al.*, 2020).

Para tanto, é necessário o uso de tecnologias e estratégias que permitam o controle do escoamento das águas pluviais. Entre as principais técnicas utilizadas estão a construção de galerias de águas pluviais, a implantação de bacias de retenção e a adoção de práticas de gestão integrada das águas pluviais (Schmitt; Huber, 2006).

Conforme Peixoto *et al.* (2020), no Brasil é habitual que as intervenções sobre o sistema de drenagem urbana ocorram de forma tardia, geralmente em consequência de situações desastrosas que de certa forma abalam a segurança e o cotidiano das pessoas e afeta a integridades dos domicílios, priorizando medidas estruturais onerosas e negligenciando as causas primárias, como a alta taxa de impermeabilização do solo nos centros urbanos. Conforme dados divulgados pelo SNIS (2022b), apenas 66,2% dos municípios brasileiros possuem mapeamento de área de risco de inundação.

A drenagem urbana é um desafio em muitas cidades do mundo, especialmente nas regiões em que há uma alta densidade populacional, acentuada impermeabilização do solo e carência de investimentos em infraestrutura. A adoção de soluções inovadoras e sustentáveis é fundamental para que as cidades possam enfrentar as mudanças climáticas e garantir a qualidade de vida de seus habitantes. Esses problemas podem ser agravados em função do tipo de sistema de coleta de esgotos e de drenagem pluvial utilizados nas cidades (Faria *et al.*, 2022).

A situação da drenagem urbana no Brasil é bastante desafiadora. Muitas cidades brasileiras enfrentam problemas relacionados à falta de infraestrutura adequada para lidar com as águas pluviais, especialmente nas regiões com alta densidade populacional e impermeabilização do solo. Um estudo realizado pelo Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MIDR) em 2021 sobre o manejo e drenagem das águas pluviais urbanas mostrou que apenas 43,5% dos municípios brasileiros possuem sistema exclusivo para drenagem das águas pluviais urbanas (SNIS, 2022b).

Além disso, o relatório do SNIS 2021, demonstrou que apenas 16,9% dos municípios brasileiros possuem plano diretor de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas (DMAPU), evidenciando baixa ou muito baixa capacidade de gestão das águas pluviais (SNIS, 2022b). A falta de investimentos em infraestrutura de

drenagem urbana também é um problema significativo no país. Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, em 2021, o Brasil investiu apenas R\$ 30,23 por habitante ao ano para serviços de manejo e drenagem das águas pluviais urbanas, o que é considerado insuficiente para garantir o acesso universal aos serviços (SNIS, 2022b).

Desse modo, fica evidente que os diferentes vieses relacionados ao saneamento básico são os pilares da cidadania, estando intimamente ligados a questões de saúde, qualidade de vida e desenvolvimento humano e, portanto, necessitam de uma maior atenção por parte das autoridades públicas no que diz respeito a investimentos direcionados a obras e soluções para que haja efetividade dos serviços de saneamento ambiental.

3.2 ANÁLISE DO SISTEMA DE SANEAMENTO POR MEIO DE INDICADORES

Conforme retratam, os indicadores podem ser considerados como uma boa opção de ferramenta para uma representação quantitativa objetiva e de fácil compreensão, podendo assumir papel fundamental na avaliação da situação presente em um determinado local, apresentando grande potencial de serventia na supervisão do desempenho apresentado pelas unidades gestoras (Alegre *et al.*, 2006).

Guedes *et al.* (2023) continua destacando a atuação dos indicadores como instrumento de mensuração com potencial de facilitar a percepção e o enquadramento do setor de saneamento, ressaltando a importância que esses elementos possuem no apoio às tomadas de decisões e sua capacidade de contribuição direta no planejamento das políticas públicas e no auxílio do uso efetivo dos recursos disponíveis.

No que se diz respeito aos aspectos legais, a Lei nº 11.445 de 2007, atualizada pela Lei Nº 14.026 de 2020, que estabelece o Novo Marco Legal do Saneamento, determina que o titular da prestação dos serviços públicos de saneamento básico deve elaborar o Plano de Saneamento Básico devendo conter metas, indicadores de desempenho e mecanismos de mensuração dos resultados obtidos. Além disso, a mesma Lei prevê o uso de indicadores de qualidade como instrumentos de avaliação de desempenho, estabelecendo a responsabilidade do titular em implementar um sistema de informações articulado ao Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico - SINISA, sendo o Ministério do Desenvolvimento Regional

responsável pela organização, implementação e gestão desse avançado sistema.

Entretanto, enquanto o SINISA não entra em operação, cabe ao SNIS disponibilizar informações e estatísticas relacionadas ao saneamento. Dessa forma, em outras palavras, a nível nacional, atualmente é o SNIS o responsável por consolidar e divulgar os dados repassados pelos municípios e prestadores de serviços, apresentando anualmente indicadores que auxiliam no monitoramento e na análise do êxito dos serviços ligados ao setor de saneamento básico, estando as informações e os indicadores distribuídos em três diferentes áreas: Serviços de Água e Esgotos, Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos e Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas (Brasil, 2021).

Os dados do SNIS são fornecidos diretamente a partir da coleta anual junto aos municípios e aos prestadores de serviços de saneamento básico seguindo o cronograma de coleta de cada componente. Desse modo, vale destacar que a precisão desses dados depende da qualidade das informações fornecidas, podendo haver lacunas ou informações equivocadas devido à capacidade limitada que os agentes responsáveis possuem em reportar dados mais detalhados e complexos. O ciclo anual da coleta e divulgação de dados do SNIS pode ser mais bem analisado na Figura 01.

Figura 01 - Ciclo anual da coleta e divulgação de dados do SNIS.



Fonte: BRASIL (2021).

Contudo, vale ressaltar a diferença entre indicadores e índices. O indicador pode ser considerado como uma medida que representa uma característica ou fenômeno, estabelecendo conexões entre duas ou mais variáveis. Em contrapartida, um índice procura consolidar dois ou mais indicadores simples, resumindo-os em um valor único para identificar a condição atual de um processo ou o desenvolvimento de uma quantidade em relação a uma referência (Sobral *et al.*, 2011).

Siche *et al.* (2007) definem índice como ferramenta para decisões e previsões, representando um estágio mais avançado alcançado pela combinação de vários indicadores, enquanto os indicadores são comumente utilizados como uma abordagem inicial aos dados originais e estão relacionados a um parâmetro escolhido e analisado isoladamente ou em conjunto com outros, visando avaliar as condições

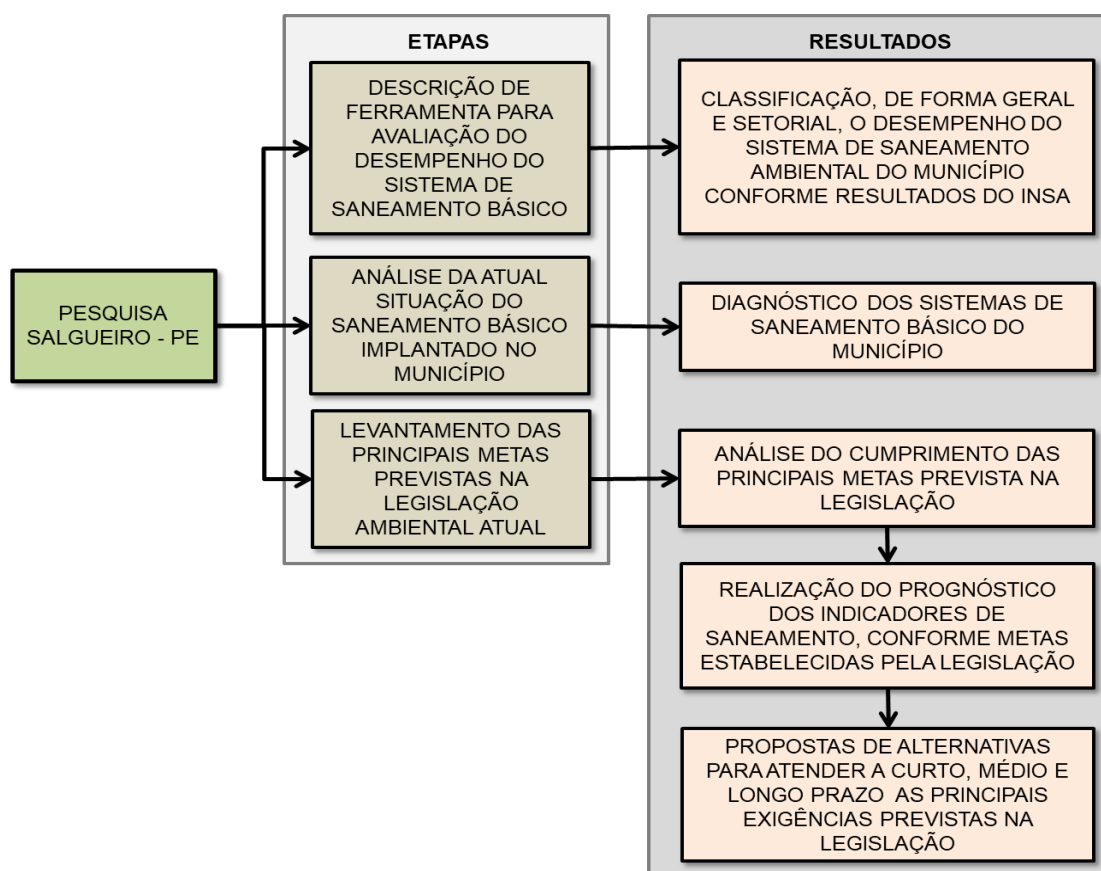
do sistema em análise.

Com sua coleta de dados atuando desde o ano de 1996, o SNIS conta atualmente com 84 indicadores de água e esgoto, 47 indicadores de resíduos sólidos, e 25 indicadores de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, totalizando 156 diferentes indicadores, se consolidando cada vez mais como uma base de dados essencial para uma análise quantitativa e qualitativa das condições de saneamento nos municípios brasileiros.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo, é apresentada a metodologia adotada para o desenvolvimento da pesquisa. Os resultados serão abordados com base na análise de quatro etapas de pesquisa, conforme pode ser observado no fluxograma de pesquisa (Figura 02).

Figura 02 - Fluxograma da Pesquisa.



Fonte: Autor (2023).

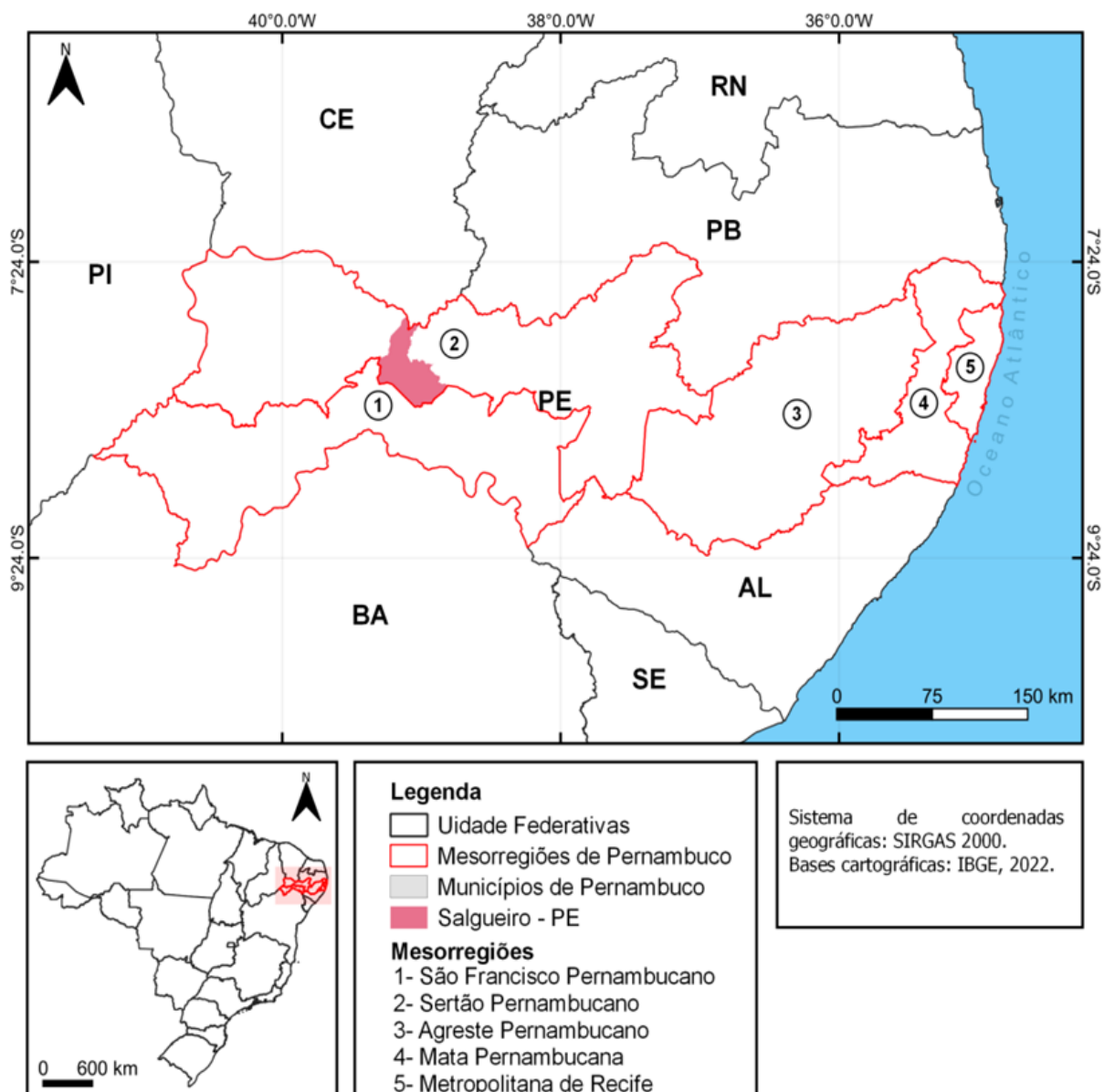
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1.1 Localização do município

O município de Salgueiro está localizado na mesorregião do Sertão Pernambucano e na microrregião de Salgueiro, ao lado dos municípios de Cedro, Mirandiba, Parnamirim, São José do Belmonte, Serrita e Verdejante (BDE, 2023). Salgueiro detém uma área estimada de 1.678,564 km², possuindo como municípios limítrofes: o Município de Penaforte (CE) ao norte, Belém de São Francisco (PE) ao sul; Verdejante, Mirandiba e Carnaubeira da Penha (PE) ao leste e ao oeste com Cabrobó, Terra Nova, Serrita e Cedro (PE) (IBGE, 2010).

O território do município de Salgueiro é constituído de quatro distritos e a sede, a saber: Conceição das Crioulas, Umãs, Vasques e Pau-Ferro (SALGUEIRO, 2023). A Figura 03 apresenta a localização do município de Salgueiro em relação ao estado de Pernambuco.

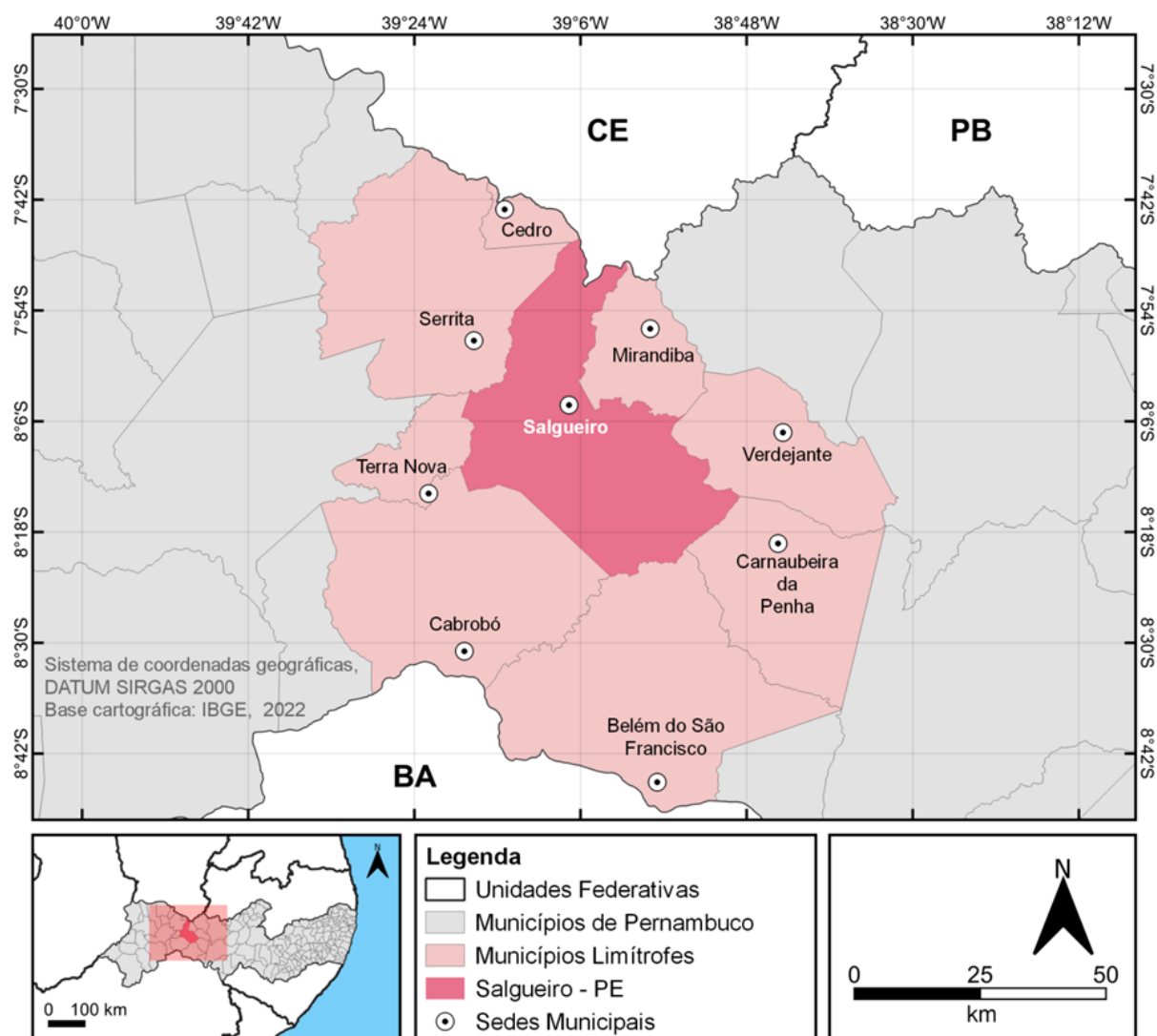
Figura 03 - Localização do município de Salgueiro.



Fonte: Autor (2023).

Em seguida, pode ser observado na Figura 04 a localização da cidade de Salgueiro tendo como referência, dessa vez, os municípios que fazem divisa com seu território.

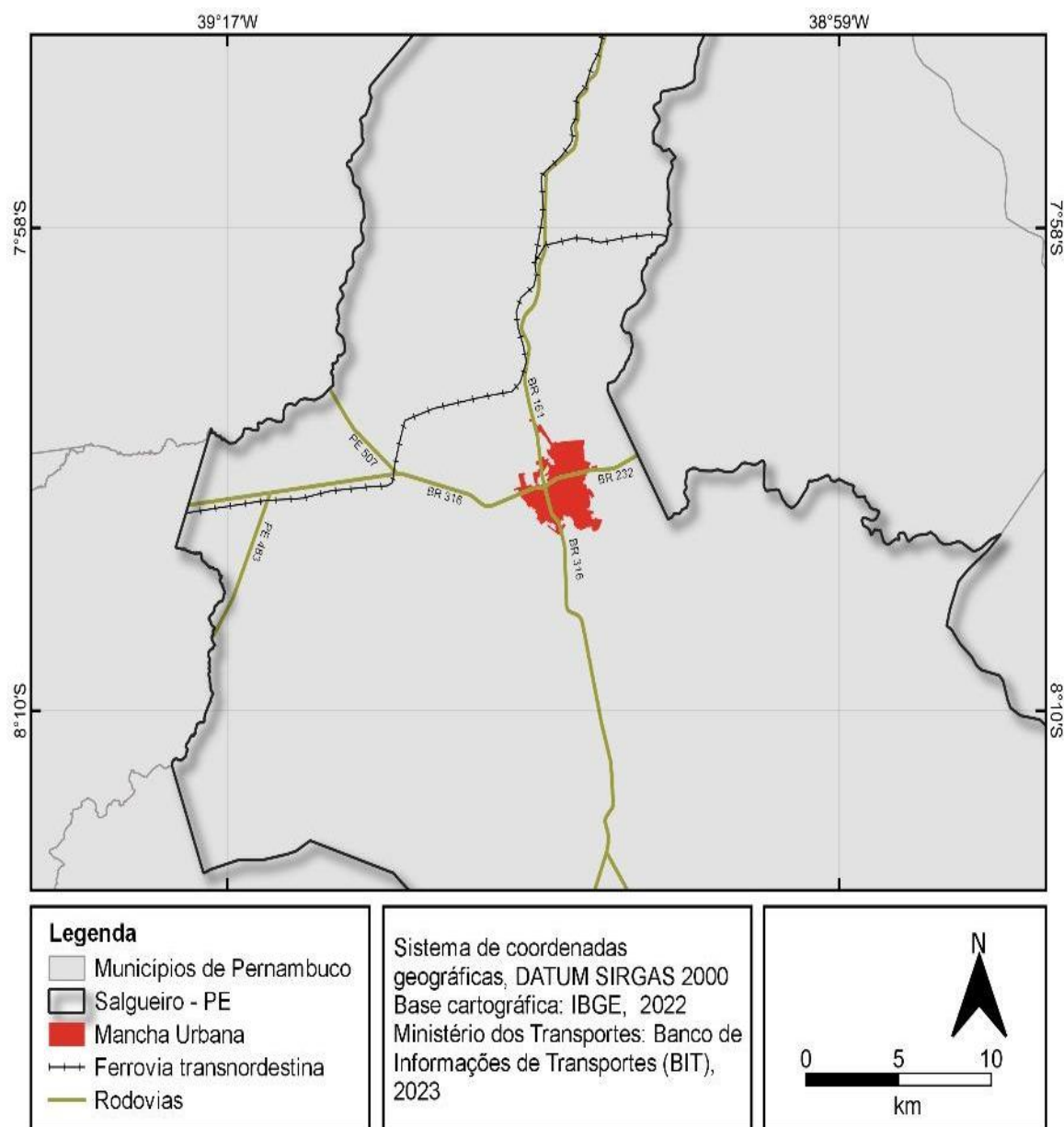
Figura 04 - Municípios limítrofes da cidade de Salgueiro.



Fonte: Autor (2023).

Considerado um importante eixo rodoviário cravado no sertão pernambucano, Salgueiro é um ponto de parada quase que obrigatório para aqueles que passam por aquelas rodovias da região. A cidade possui acesso pelas rodovias BR-116 sentido a Penaforte/CE, BR-232 sentido Serra Talhada - PE e BR-316 sentido a Parnamirim - PE ou Ibó - PE. Além disso, a cidade é o ponto central de onde parte-se os três ramais que compõe a ferrovia Transnordestina, são eles os trechos entre Salgueiro/PE - Porto do Pecém/CE, Salgueiro/PE - Eliseu Martins/PI e o trecho Salgueiro/PE - Porto de Suape/PE (Figura 05).

Figura 05 - Rodovias e ferrovias que cruzam a cidade de Salgueiro.



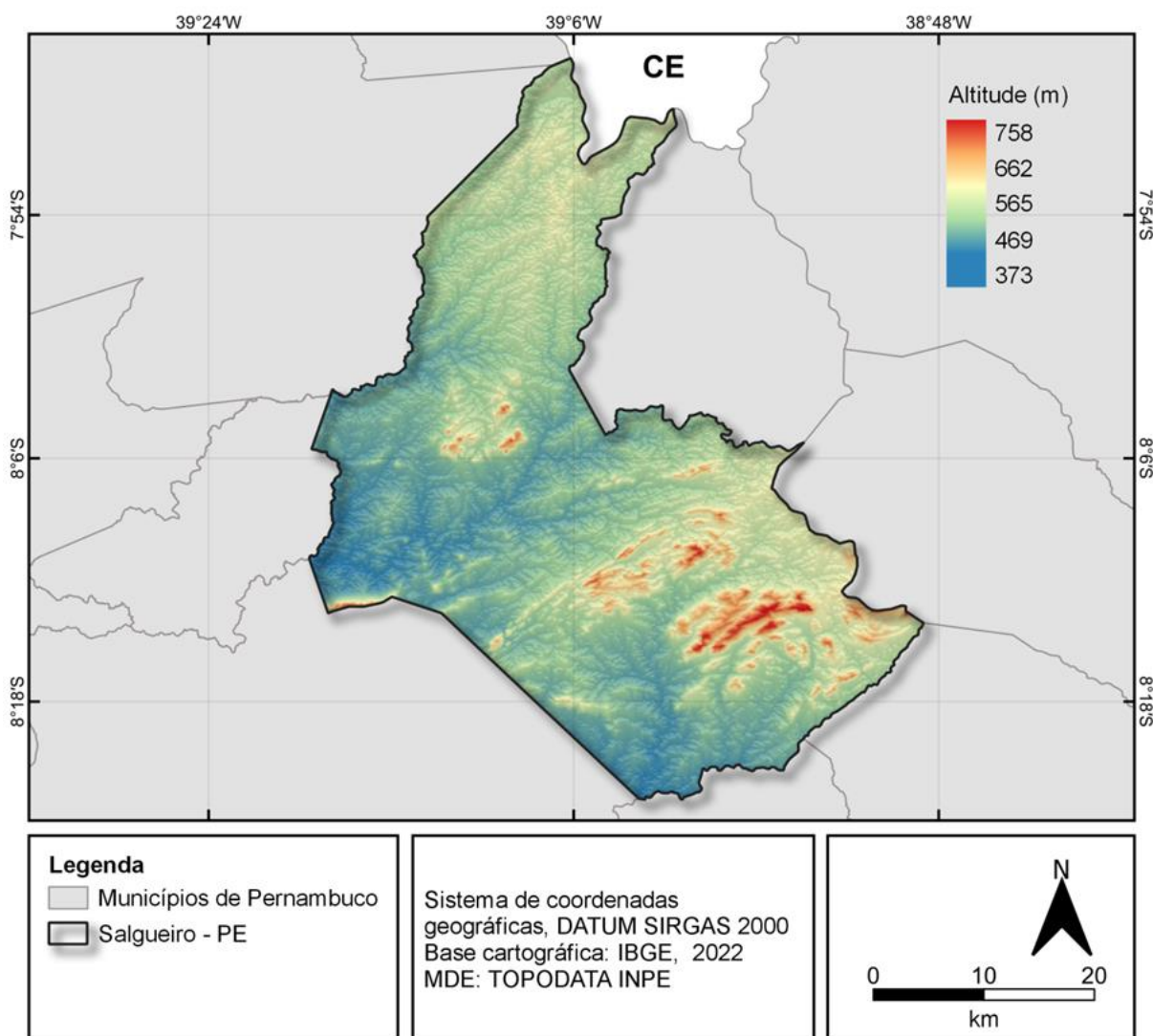
Fonte: Autor (2023).

Estando em um ponto equidistante para grande maioria das capitais nordestinas, a cidade está a uma distância aproximada de 512 Km da cidade de Recife/PE, 571 Km da cidade de Fortaleza/CE, 541 Km da cidade de João Pessoa/PB, 530 Km de Aracaju/SE, 526 Km de Maceió/AL, 619 Km de Teresina/PI, 611 Km de Salvador/BA, 634 Km de Natal/RN.

4.1.2 Geomorfologia

Para melhor estudar o ambiente, a topografia é um componente físico muito importante. Conforme Silva Júnior e Fuckner (2010), a topografia tem importância para a caracterização do clima e para o estudo de padrões de uso e ocupação do solo, além de oferecer vantagens sobre locomoção e deslocamento. Através da topografia é possível realizar estudos de processos geomorfológicos e prever os riscos de movimento de massa e mapeamentos de declividade. Na Figura 06 pode ser visualizado o mapa de altitude do município de Salgueiro.

Figura 06 - Mapa de altitude do município de Salgueiro.



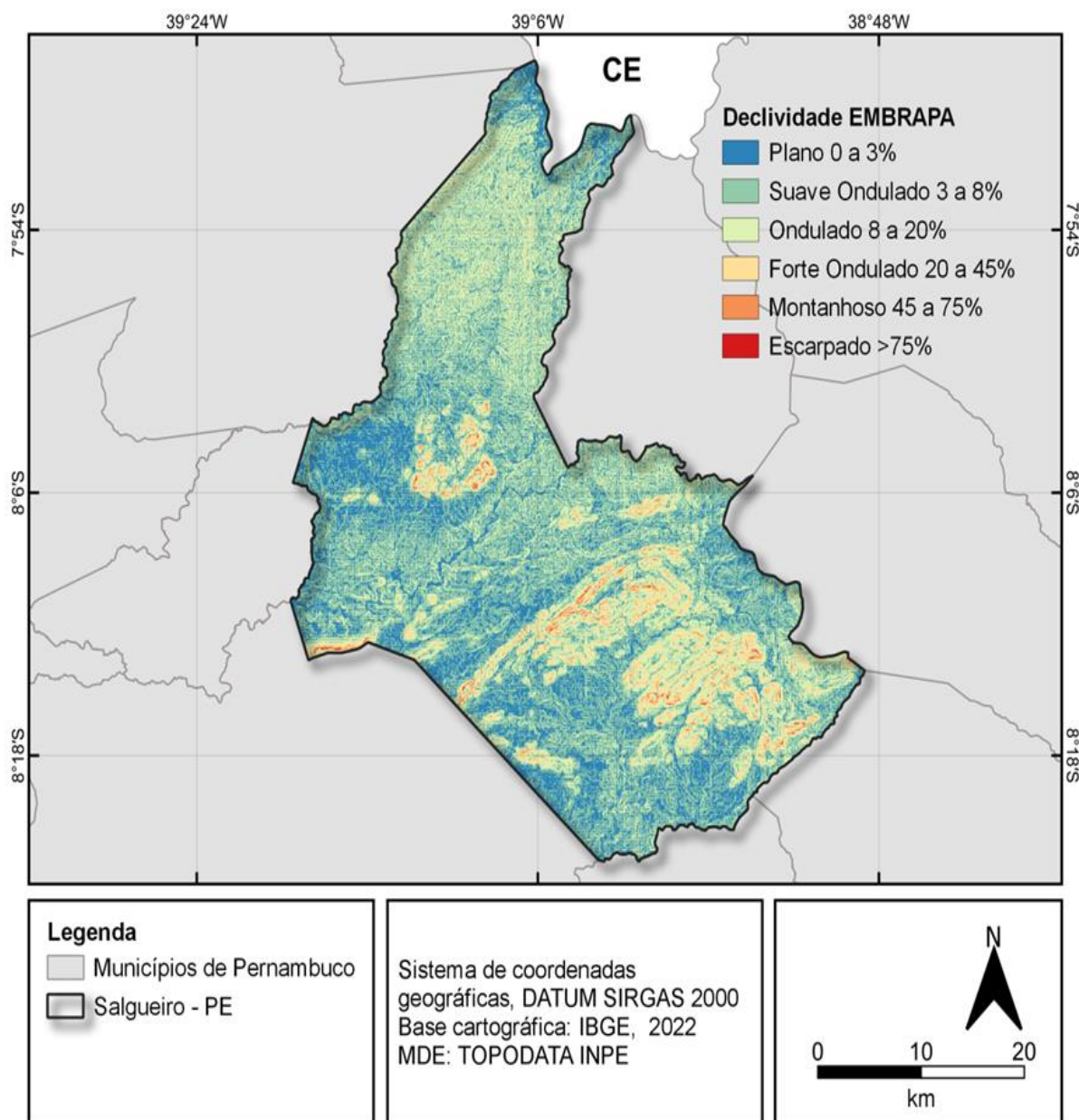
Fonte: Autor (2023).

A abordagem geossistêmica nos estudos de caracterização de sistemas que

compõem a infraestrutura de uma cidade são de suma importância, tendo em vista que auxiliam em uma melhor compreensão do clima e dos fenômenos atmosféricos, explorando as complexas relações e interações entre diferentes sistemas (naturais e/ou humanos). Além disso, a topografia é fundamental na construção de infraestruturas, como estradas, pontes e edifícios; para o planejamento de sistemas de irrigação e drenagem, manejo do solo e determinação de áreas adequadas para o cultivo de diferentes culturas; é essencial na gestão de recursos naturais, como florestas, rios e áreas costeiras (Silva; Jardim, 2017).

Outro dado de suma importância para a caracterização de uma área de estudo trata-se da declividade apresentada pelo terreno (Figura 07), essa característica impacta diretamente as análises de drenagem e delimitação de microbacias.

Figura 07 - Mapa de declividade do município de Salgueiro – PE



Fonte: Autor (2023).

Ao realizar análise dos mapas de declividade do município de Salgueiro, percebe-se que a maior parte do território possui declividade entre plana (0% - 3%) e ondulada (8% - 20%), com índices de altitude que variam entre 373 e 758 metros. Ao juntar as informações relacionadas à localização da área urbana de Salgueiro com os mapas de declividade e altitude, verifica-se que esta área urbana do município está localizada em um terreno entre planos e suaves ondulações.

De acordo com a classificação de Köppen-Geiger, o clima de Salgueiro é Tropical Semiárido com temperatura média anual de 25 °C e média de precipitação

pluviométrica de 570 mm por ano, tendo o seu período chuvoso se iniciando em novembro com término em abril (Salgueiro, 2023; APAC, 2023a; Kottek *et al.*, 2006).

O município de Salgueiro está localizado na unidade geoambiental da Depressão Sertaneja, que representa a paisagem característica do Semiárido Nordeste. Essa região é marcada por uma superfície de pediplanação monótona, relevo suave-ondulado e vales estreitos com vertentes dissecadas. Essa variação das características do relevo do município de Salgueiro possibilita dois períodos, o primeiro caracterizado pela seca, chuvas escassas e mal distribuídas, vegetação xerófila e rios temporários e o segundo período com temperatura amena e bons índices pluviométricos (CPRM, 2005).

A vegetação predominante no município de Salgueiro é a Caatinga Hiperxerófila, com trechos de Floresta Caducifólia. A fitogeografia da região central do Sertão, abrangendo o território municipal de Salgueiro é caracterizada por uma caatinga baixa degradada, que cobre as áreas planas da porção central da cidade.

Essa vegetação é adaptada às condições climáticas rigorosas do clima semiárido, que são influenciadas pelas precipitações (Oliveira, 2008). A Caatinga Hiperxerófila é composta principalmente por espécies xerófilas, que são adaptadas à escassez de água, como o mandacaru, o facheiro, o faveleiro, o aveloz e o xique-xique. Além dessas plantas de menor porte, também podem ser encontradas algumas espécies arbóreas, como a catingueira, a braúna, a jurema, a algaroba e o angico, que são adaptadas às condições do ambiente semiárido (Oliveira, 2008).

O município de Salgueiro encontra-se inserido, geologicamente, na Província Borborema, onde predominam os tipos de solos arenosos, pedregosos e rochosos. De acordo com Salgueiro (2023), são encontrados quatro tipos de solo na região: (1) Luvisolo Crômico caracterizado por possuir cores vermelhas ou amarelas fortes, com caráter eutrófico e presença de minerais primários facilmente intemperizáveis, sendo esse tipo de solo específico do Nordeste do Brasil, na área semiárida, devido à restrição hídrica; (2) Neossolo Litólico é um solo raso, com profundidade não ultrapassando 0,5 metros, e está associado a relevos mais declivosos; (3) Neossolo Regolítico constitui um solo pouco desenvolvido, não hidromórfico, geralmente com textura arenosa e alta erodibilidade; (4) Argissolos Vermelho-amarelos eutrófico caracterizado por um solo com acúmulo de argila e que possui coloração específica devido a abundância de óxidos de ferro hematita e goethita (EMBRAPA, 2023a, 2023b, 2023c, 2023d).

Conforme Barreto (2019), o município de Salgueiro entre os anos de 2008 a 2018 sofreu intensas ações antrópicas prejudiciais que impactaram o uso e a cobertura da terra. O autor verificou que a maior parte da floresta da Caatinga foi convertida em áreas agrícolas ou expostas, resultando em degradação do solo. Apesar de ainda existir uma cobertura vegetal remanescente e potencial para regeneração natural e expansão das áreas de florestas, o rápido crescimento do desmatamento é preocupante e requer ação imediata para limitar as ações de desmatamento, sendo que esse impacto na vegetação nativa causa problemas que interferem negativamente nos aspectos socioeconômicos e ambientais da região.

A formação geomorfológica do município de Salgueiro está localizada na Mesorregião do Sertão Pernambucano, com altitude média de 420 metros. O município é caracterizado em sua maior parte por Depressão Sertaneja Meridional, composto também pelo Patamar Sertanejo Araripe-Borborema e ainda uma pequena área de Tabuleiros de São José do Belmonte.

4.1.3 Hidrografia e hidrogeologia

O município de Salgueiro está inserido nos domínios da bacia hidrográfica do rio Terra Nova, a qual apresenta uma área de 4.887,71 km², que corresponde a 4,97% da área do Estado (APAC, 2023b). A bacia do rio Terra Nova limita-se ao norte com o estado do Ceará, ao sul com os grupos de bacias de pequenos rios interiores e o rio São Francisco, ao leste com a bacia do rio Pajeú e ao oeste com a bacia do rio Brígida (APAC, 2023b).

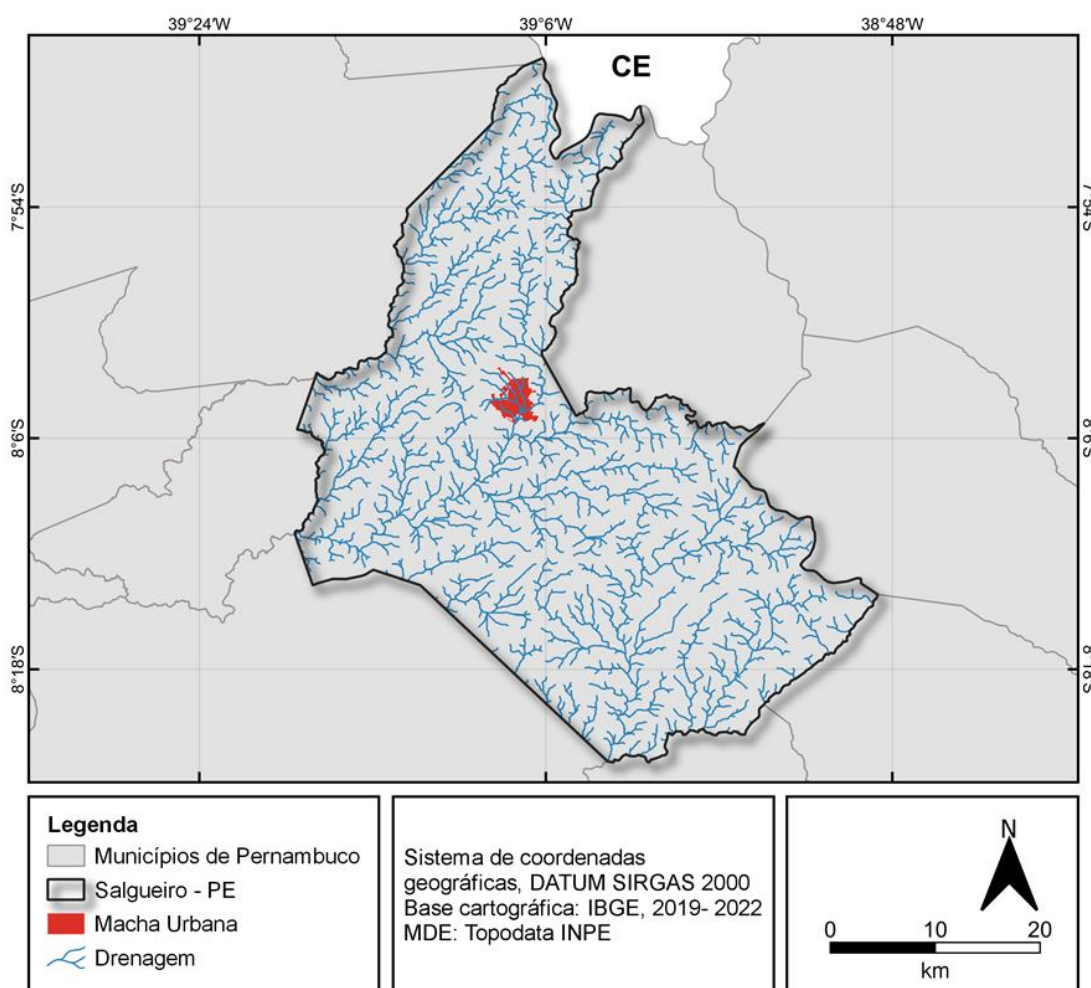
A área de drenagem da bacia envolve 12 municípios, dos quais 3 estão totalmente inseridos na bacia (Cedro, Salgueiro e Terra Nova), 2 possuem sede na bacia (Serrita e Verdejante) e 7 estão parcialmente inseridos (Belém do São Francisco, Cabrobó, Carnaubeira da Penha, Mirandiba, Orocó, São José do Belmonte e Parnamirim) (APAC, 2023b).

A rede hidrográfica do rio Terra Nova apresenta uma extensão de 40 km, com suas nascentes situadas no limite do estado do Ceará. Sua nascente parte da cidade de Terra Nova e deságua na margem esquerda do rio São Francisco. Seus principais afluentes são, pela margem direita, os riachos do Amador, Jibóia, do Tigre, do Mororó e Cupiará, enquanto que pela margem esquerda, destacam-se os riachos Acauã, Salgueiro, Jatobá, Cachoeirinha e Ouricuri. Dentre esses, o seu maior afluente é o rio

Salgueiro, apresentando uma extensão de aproximadamente 53 km, drenando as cidades de Verdejante e Salgueiro.

Segundo dados obtidos do Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2005), todos os cursos d'água no município de Salgueiro possuem regime de escoamento intermitente e o padrão de drenagem é o dendrítico. O mapa com os canais de drenagem presentes ao longo do território da cidade podem ser observado na Figura 08.

Figura 08 - Mapa de drenagem do município de Salgueiro.



Fonte: Autor (2023).

O município de Salgueiro está inserido no Domínio Hidrogeológico Intersticial e no Domínio Hidrogeológico Fissural sendo o primeiro domínio composto de rochas sedimentares das formações Brejo Santo, Tacaratu e Mauriti. Enquanto o domínio Fissural é composto de rochas do embasamento cristalino que englobam o sub-

domínio rochas das metamórficas constituído da Formação Santana dos Garrotes, Complexo Riacho da Barreira, Suíte peraluminosa Recanto-Riacho do Forno, Complexo Salgueiro-Riacho Gravatá Complexo São Caetano do Complexo Floresta e o sub-domínio rochas ígneas da Suíte calcialcalina Itaporanga, Suíte Salgueiro-Terra Nova, Granitóides e da Suíte Intrusiva Tamboril-Santa Quitéria (CPRM, 2005).

4.1.4 Áreas de proteção legal

O município de Salgueiro abriga uma unidade de proteção integral da categoria de Refúgio de Vida Silvestre (RVS), denominada Serras Caatingueiras, a qual além de Salgueiro, abrange também o município de Cabrobó, situado na mesorregião do São Francisco. Essa unidade de conservação possui uma área de 21.687,62 hectares e foi titulada em junho de 2019, através do decreto nº 47.558 (CPRH, 2023).

O município de Salgueiro também conta com três comunidades tradicionais quilombolas, sendo eles: Contendas, Santana e Conceição das Crioulas. Além disso, o município também apresenta incidência da terra Indígena Atikum (Salgueiro, 2023).

4.1.5 Áreas de interesse social

O zoneamento urbano de Salgueiro é definido pela Lei 1.541 de 2006, onde é determinada a existência de duas Zonas de Interesse Social, que serão áreas que sofrerão urbanização específica voltada para habitação. Além das Zonas de Interesse Social o município ainda possui uma Zona de Preservação. As delimitações dessas zonas podem ser observadas no Quadro 1.

Quadro 01 - Delimitação das Zonas de Interesses Sociais de Salgueiro – PE.

Zona	Norte	Sul	Oeste	Leste
Zona de Interesse Social 1.	Rua Poeta Levino Neto.	Perímetro urbano.	BR. 116 ou Rua João Veras de Siqueira.	Projeta - se até a ZCCS e a ZR 4;
Zona de Interesse Social 2.	BR. 232 ou Av. Coronel Veremundo Soares.	Riacho Salgueiro ou a ZR – IV.	Eixo Viário da Rua Alfredo Soares.	Perímetro urbano.

Fonte: Adaptada de Salgueiro (2006).

4.1.6 Demografia

O desenvolvimento humano é um conceito que se refere ao processo de ampliação das liberdades e oportunidades das pessoas, visando ao seu bem-estar e à sua qualidade de vida. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) surgiu pela primeira vez no ano 1990, como uma medida utilizada para avaliar o grau de desenvolvimento humano de um país. O IDH foi criado como uma alternativa ao Produto Interno Bruto (PIB) como indicador dominante de desenvolvimento naquela época.

O IDH combina três componentes principais que são considerados essenciais para a expansão das liberdades das pessoas: (1) saúde, a qual refere-se à oportunidade de ter uma vida longa e saudável, medido pela expectativa de vida ao nascer; (2) educação, representando o acesso ao conhecimento e à capacidade de adquirir habilidades, medido pela média de anos de escolaridade e pela expectativa de anos de escolaridade; (3) renda, que está associada à capacidade de desfrutar de um padrão de vida digno, medido pelo Produto Interno Bruto per capita ajustado pelo poder de compra (IBGE, 2013).

De acordo com dados do último censo, realizado no ano de 2010, o município de Salgueiro apresentou um Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDHM igual a 0,669, ocupando o décimo terceiro lugar no estado de Pernambuco. Entre os demais índices estão o IDHM Educação com um valor de 0,580, o IDHM Longevidade igual a 0,745 e IDHM Renda de 0,572. A expectativa de vida da população do referido município no ano de 2010 era de 72,92 anos. Para melhor entender os dados, a Tabela 1 faz uma comparação entre os dados obtidos nos censos de 2000 e 2010 (IBGE, 2000, 2010).

Tabela 01 - IDHM de Salgueiro.

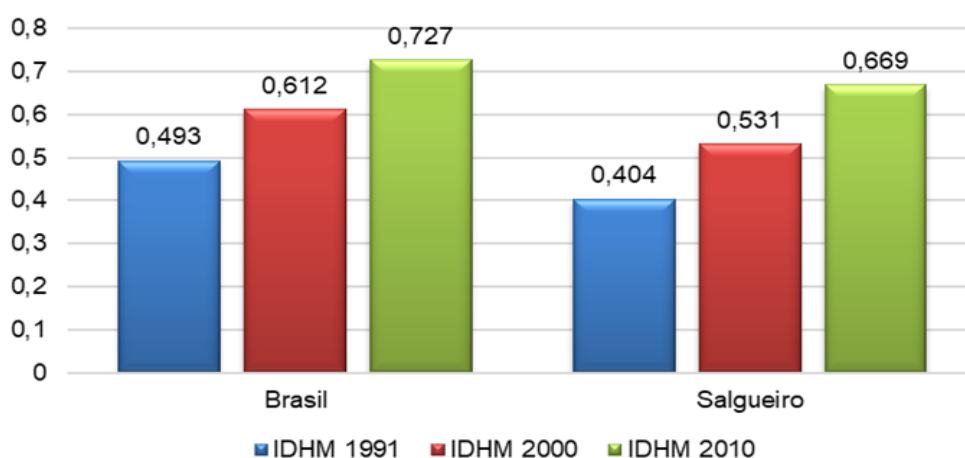
ANOS	IDHM	IDHM-EDUCAÇÃO	IDHM-LONGEVIDADE	IDHM-RENDAS
2000	0,531	0,351	0,745	0,572
2010	0,669	0,580	0,799	0,645

Fonte: IBGE (2000), (2010).

Os dados demonstram que houve um aumento dos índices ao longo dos anos,

tendo destaque para a evolução do IDHM Educação, o qual cresceu em 0,23, evidenciando um maior acesso à educação pela população do referido município. A Figura 09 ilustra a evolução do IDHM do município de Salgueiro, comparando com os índices apresentados pelo Brasil referentes aos anos de 1991, 2000 e 2010.

Figura 09 - Comparação dos IDHM entre o Brasil e o município de Salgueiro entre os anos de 1991, 2000 e 2010.



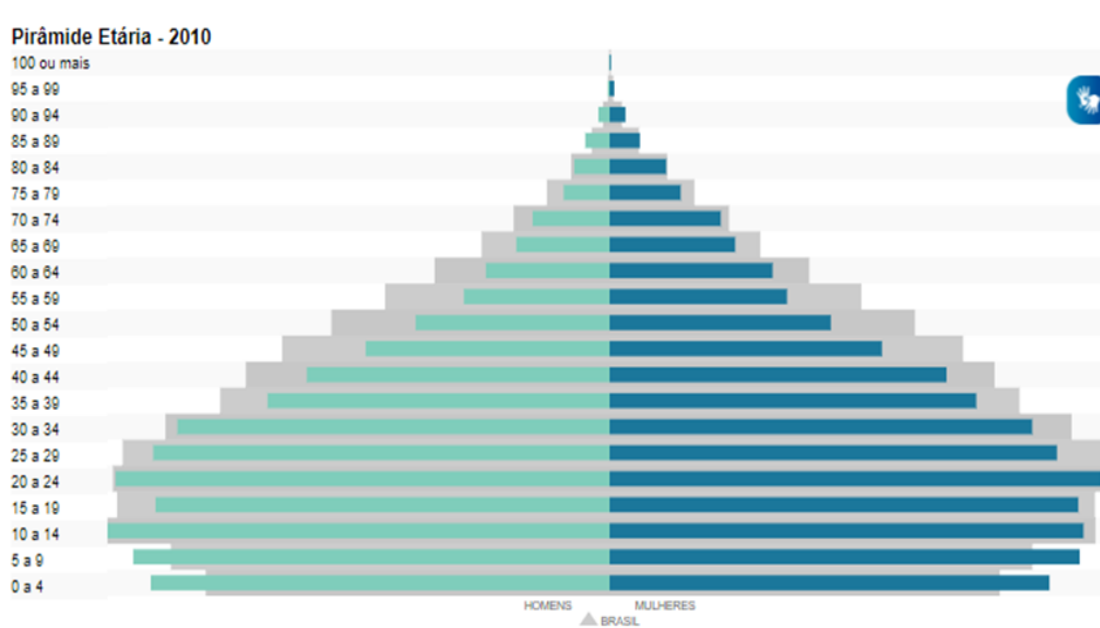
Fonte: IBGE (2000), (2010).

Nota-se que apesar do IDHM de Salgueiro ter aumentado ao longo dos anos de análise, os valores ainda estão abaixo da média nacional. Porém, no ano de 2010, o IDHM apresentou a menor diferença entre os resultados analisados.

Segundo dados do IBGE (2010), o município de Salgueiro tem uma população estimada para o ano de 2021 de 61.561 pessoas. Segundo os dados mais recentes de situação domiciliar, essa população estava distribuída em sua maior parte na zona urbana com um percentual de 80,7%, correspondendo a 45.703 pessoas, enquanto 19,3% (10.916 pessoas) residiam na zona rural. A densidade demográfica do município de Salgueiro é de 33,57 hab/km² (IBGE, 2010).

No que se refere aos dados etários da população de Salgueiro, a Figura 10 compreende a pirâmide etária, que segundo levantamento do Censo 2010, verifica-se que a população do município é relativamente jovem, com maioria localizada entre as faixas de 10 a 29 anos (IBGE, 2010).

Figura 10 - Representação da pirâmide etária do município de Salgueiro - PE.



Fonte: IBGE (2010).

Os índices socioeconômicos que verificam os percentuais de renda, pobreza e de vulnerabilidade à pobreza da população do município de Salgueiro apresentaram um salto de qualidade, de acordo com a comparação entre os censos de 1991, 2000 e 2010, o que pode ser visualizado na Tabela 2 (IBGE, 2010; Atlas Brasil, 2023).

Tabela 02 - Índices socioeconômicos do município de Salgueiro - PE.

Anos	Renda per capita	Indivíduos vulnerável à pobreza	População extremamente pobre	População pobre
1991	R\$ 212,05	79,96%	35,73%	63,78%
2000	R\$ 281,71	74,27%	26,01%	51,56%
2010	R\$ 441,79	54,59%	13,70%	30,10%

Fonte: IBGE (2000), (2010) e ATLAS BRASIL (2023).

A renda *per capita* aumentou de R\$ 281,71 no ano de 2000 para R\$ 441,79 no ano de 2010. Enquanto o percentual da população em situação de extrema pobreza era de 26,01% em 2000 e 13,70% no ano de 2010. Já os dados referentes ao percentual da população pobre foram de 51,56% e 30,10% para os anos de 2000 e 2010, respectivamente. Através desses dados é possível constatar que há uma

correlação entre o valor da renda *per capita* e os índices da população pobre, havendo um aumento do valor da renda *per capita* e a diminuição dos índices de pobreza.

O Índice de Gini verifica a desigualdade de renda entre uma população de uma determinada localidade, sendo que quando o valor apresenta uma variação de zero a um, o valor zero representa a situação de igualdade, ou seja, todos possuem a mesma renda, enquanto o valor um é o oposto, significa que uma só pessoa possui toda a riqueza. Para o município de Salgueiro o índice Gini foi de 0,63 no ano de 2000 e para o ano de 2010 foi de 0,59, o que sugere uma má distribuição de renda no município.

Os dados sobre a situação ocupacional da população maior de 18 anos do município de Salgueiro estão presentes na Tabela 3, conforme levantamento do Censo 2000 e 2010 (IBGE, 2010). Os números apontam para um aumento da taxa de atividade dos indivíduos com 18 anos ou mais idade de 56,58 para 60,69 e uma redução da taxa de desocupação de 18,01 para 11,4 entre os dois censos analisados. Através dos dados é possível inferir que houve um aumento na geração de emprego no município.

Tabela 03 - Situação ocupacional da população do município de Salgueiro - PE.

SITUAÇÃO DE OCUPAÇÃO	TOTAL 2000	TOTAL 2010
Taxa de atividade - 18 anos ou mais de idade	56,58	60,69
Taxa de desocupação - 18 anos ou mais de idade	18,01	11,44
NÍVEL EDUCACIONAL DOS OCUPADOS	TOTAL 2000	TOTAL 2010
% dos ocupados com ensino fundamental completo	38,04	52,27
% dos ocupados com ensino médio completo	25,82	37,6
RENDIMENTO DOS OCUPADOS	TOTAL 2000	TOTAL 2010
% dos ocupados com rendimento de até 1 salário-mínimo	67,65	40,27
% dos ocupados com rendimento de até 2 salário-mínimo	86,3	82,28

Fonte: IBGE (2010).

Segundo dados recentes do IBGE de 2020, Salgueiro apresenta um Produto Interno Bruto - PIB *per capita* de R\$ 15.834,98. Dentre os produtos agrícolas cultivados na região, destacam-se a cebola, o tomate, o algodão herbáceo, o milho, a

banana, o feijão, o arroz e a manga. Segundo dados do IBGE de 2018, a área destinada à agricultura em Salgueiro era de 209,7 km².

4.1.7 Projeção populacional da cidade de salgueiro

Segundo o censo mais atual (IBGE, 2022), a cidade de Salgueiro possui uma população total de 62.372 habitantes, o que representou uma taxa de crescimento total de +10,14% com relação ao último censo realizado em 2010 (Tabela 04).

Tabela 04 - Taxa de crescimento populacional de Salgueiro.

ANO	POPULAÇÃO TOTAL	TAXA DE CRESCIMENTO TOTAL	TAXA DE CRESCIMENTO MÉDIO ANUAL
IBGE 1980	40439	----	----
IBGE 1991	47211	+ 16,75 %	+ 1,52 %
IBGE 2000	51571	+ 9,24 %	+ 1,03 %
IBGE 2010	56629	+ 9,81 %	+ 0,98 %

Fonte: Autores (2023).

Na Tabela 05 é possível verificar o comparativo entre população urbana e rural, conforme os dados divulgados pelo IBGE.

Tabela 05 - Taxa de crescimento populacional de Salgueiro.

ANO	POP. URBANA	% DO TOTAL	POP. RURAL	% DO TOTAL	POP. TOTAL	% DO TOTAL
IBGE 1980	26.650	65,90%	13.789	34,10%	40.439	100%
IBGE 1991	34.759	73,62%	12.452	26,38%	47.211	100%
IBGE 2000	39.891	77,35%	11.680	22,65%	51.571	100%
IBGE 2010	45.713	80,76%	10.916	19,24%	56.629	100%

Fonte: Autores (2023).

A partir dos dados divulgados nos censos realizados pelo IBGE é possível realizar o comparativo entre a taxa de crescimento total da população de Salgueiro e a taxa de crescimento total estadual e nacional (Tabela 06).

Tabela 06 - Crescimento populacional de Salgueiro, Pernambuco e Brasil.

ANO	POP. TOTAL SALGUEIRO	POP. TOTAL PERNAMB.	POP. TOTAL BRASIL	TAXA DE CRESC. TOTAL SALGUEIRO	TAXA DE CRESC. TOTAL ESTADUAL	TAXA DE CRESC. TOTAL NACIONAL
IBGE 1980	40.439	6.244.275	121.150.573	----	----	----
IBGE 1991	47.211	7.127.855	157.070.163	+16,75 %	+ 14,15 %	+ 29,65 %
IBGE 2000	51.571	7.918.344	169.799.170	+9,24 %	+ 11,09%	+ 8,10 %
IBGE 2010	56.629	8.796.448	190.755.799	+9,81 %	+ 11,09%	+ 12,34 %

Fonte: IBGE (2023).

Nota-se que a taxa de crescimento total de Salgueiro em relação aos resultados dos censos de 2000 e 2010 apresentaram valores bem próximos de +9,24% e +9,81% respectivamente. Na Tabela 07 foi realizada essa mesma análise considerando os municípios que fazem fronteira com Salgueiro.

Tabela 07 - Comparativo dos dois últimos censos demográficos.

CIDADE	POP. TOTAL (2000)	POP. TOTAL (2010)	TAXA DE CRESC. TOTAL
Salgueiro	51.571	56.629	+9,81%
Cabrobó	26.741	30.873	+15.45%
Verdejante	8.846	9.142	+3.35%
Terra nova	7.518	8.856	+17.80%
Mirandiba	13.122	14.308	+9.04%
Carnaubeira da penha	10.404	11.782	+13.24%
Belém do São Francisco	20.208	20.253	+0.22%
Serrita	17.848	18.331	+2.71%
Cedro	9.551	10.778	+12.85%

Fonte: Autores (2023).

Dessa forma, será adotado o horizonte de 20 anos (2023 - 2043), valor esse já estabelecido nos planos nacionais, para tanto, se faz necessário o cálculo da projeção populacional da cidade ao longo horizonte de projeto. Com isso, para uma análise mais precisa, ficou estabelecido que a projeção populacional de Salgueiro irá ocorrer pelo Método Geométrico (Equação 01 e 02).

$$K_g = (LnP_2 - LnP_0) / (T_2 - T_1) \quad Eq. 01$$

$$P_t = P_0 \times e^{K_g \times (T - T_0)} \quad Eq. 02$$

Onde,

- **T₀**: Ano de referência do censo mais antigo.

- T_1 : Ano de referência do censo mais atual.
- P_0 : População obtida no censo mais antigo.
- P_1 : População obtida no censo mais atual.
- K_g : Constante geométrica.
- T : Ano base para qual se deseja projetar a população.
- P_t : Projeção da população urbana para o ano base.

Na Tabela 08 é possível observar o resultado da análise considerando a projeção para o ano base de 2043.

Tabela 08 - Dados utilizados na análise da projeção geométrica da população

t_0	P_0	t_1	P_1	K_g	$P_{(2043)}$
2000	51.571	2010	56.629	0,0094	77.113

Fonte: Autores (2023).

Na Tabela 09 é possível verificar a projeção da população ao longo de todo o horizonte de projeto (20 anos) utilizando como base os valores determinados pelo método da projeção geométrica (Censo 2000 e 2010). Vale destacar que no momento da realização dessas pesquisas os resultados completos do censo IBGE 2022, com a distinção entre a população urbana e rural, ainda não haviam sido divulgados.

Tabela 09 - Projeção geométrica da população total.

ANO	POPULAÇÃO TOTAL	ANO	POPULAÇÃO TOTAL
2023	63.953	2034	70.886
2024	64.554	2035	71.552
2025	65.161	2036	72.225
2026	65.774	2037	72.904
2027	66.392	2038	73.589
2028	67.016	2039	74.281
2029	67.646	2040	74.979
2030	68.282	2041	75.684
2031	68.924	2042	76.395
2032	69.572	2043	77.113
2033	70.226		

Fonte: Autores (2023).

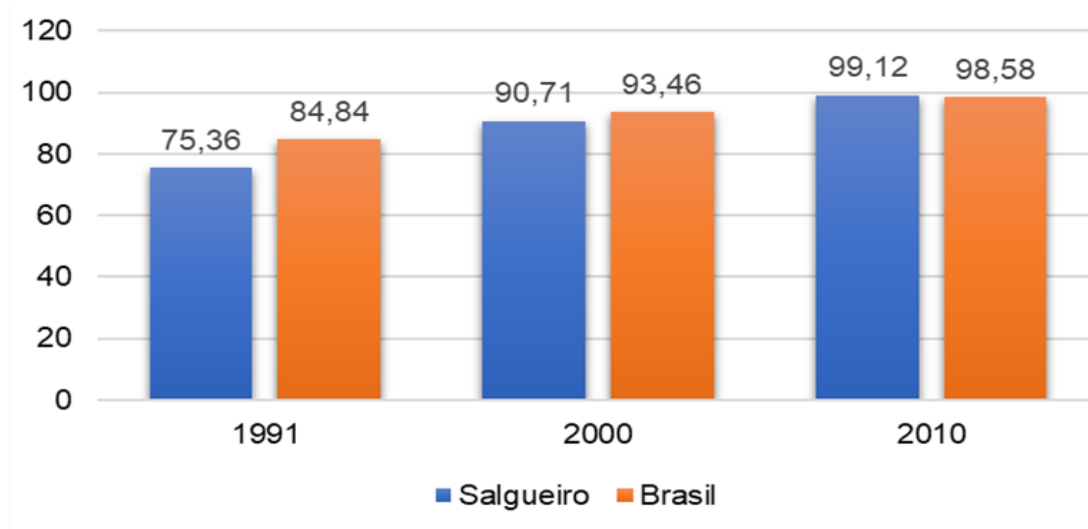
Vale salientar que uma das exigências da Lei 11.445/07 sobre as Diretrizes de Saneamento Básico é justamente o fato de realizar a revisão do plano a cada 4 anos, desse modo é recomendado uma revisão periódica sobre a estimativa populacional estabelecida e verificar se estas estão apontando valores dentro do previsto. Recomenda-se que as revisões, sempre que possível, sejam efetuadas quando ocorrerem censos e contagens do IBGE.

4.1.8 Infraestrutura

O município de Salgueiro tem como distribuidora de energia a Neoenergia e de acordo com o relatório do Banco de dados do Estado de Pernambuco um total de 23.821 domicílios contam com fornecimento de energia elétrica no município (BDE, 2022).

Os indicadores coletados a partir do banco de dados do Atlas Brasil (2023), mostram que houve um crescimento na porcentagem de pessoas em domicílios com energia elétrica nos últimos três censos demográficos realizados pelo IBGE, conforme ilustrado na Figura 11.

Figura 11 - Porcentagem de pessoas em domicílios com energia elétrica.

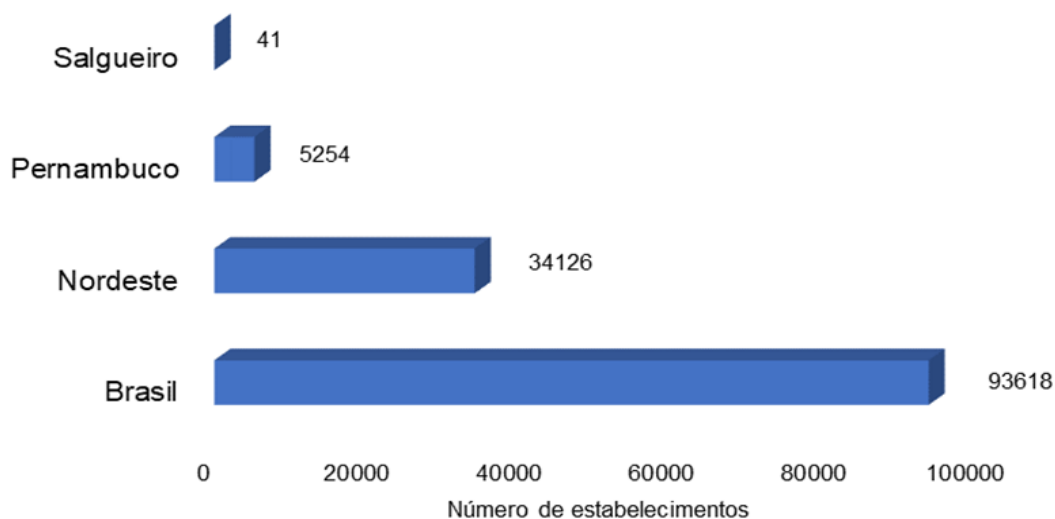


Fonte: ATLAS BRASIL (2023).

Conforme os números expressos no gráfico acima, a porcentagem de pessoas em domicílios com energia elétrica no município de Salgueiro ultrapassou a média nacional no ano de 2010, sendo observado um índice de 99,12% para o município em comparação com a taxa de 98,58% observada para o Brasil.

Em relação à infraestrutura do município na área da saúde, dados de 2023 do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de saúde (CNES), evidenciam que o município de Salgueiro conta com 41 estabelecimentos de Saúde de natureza jurídica pública, sendo 27 deles classificados como Unidades Básicas de Saúde - UBS. A Figura 12 estabelece uma comparação entre o número de estabelecimentos de saúde públicos do Brasil, do Nordeste, Pernambuco e Salgueiro.

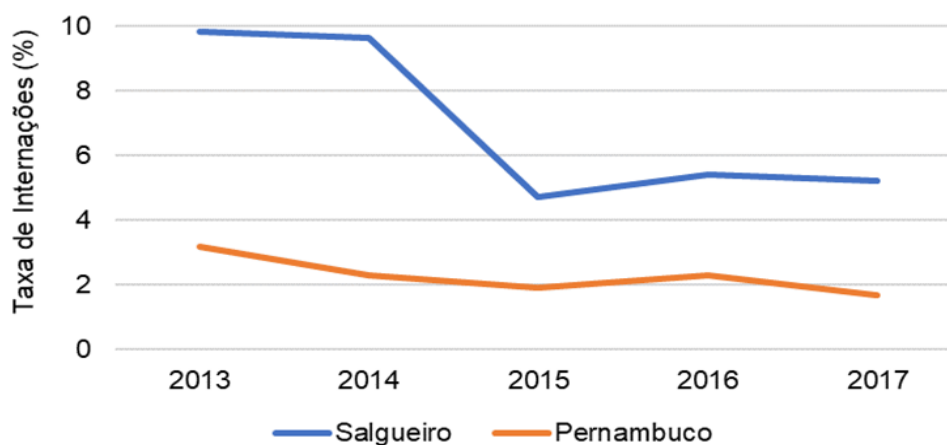
Figura 12 - Número total de estabelecimentos de saúde públicos ativos.



Fonte: CNES (2023).

Segundo dados do DATASUS disponibilizados no Atlas Brasil, a taxa de internações relacionadas à falta de estrutura de saneamento básico tem caído ao longo dos últimos anos no município de Salgueiro, o que provavelmente está associado ao aumento dos índices de atendimento de esgotamento sanitário na região (Atlas Brasil, 2023). Apesar desses dados, a taxa de internações para Salgueiro ainda é relativamente maior do que a observada para o estado de Pernambuco (Figura 13).

Figura 13 - Números de internações associadas ao saneamento inadequado.



Fonte: ATLAS BRASIL (2023).

4.2 DESCRIÇÃO DO ÍNDICE DE SANEAMENTO AMBIENTAL (INSA)

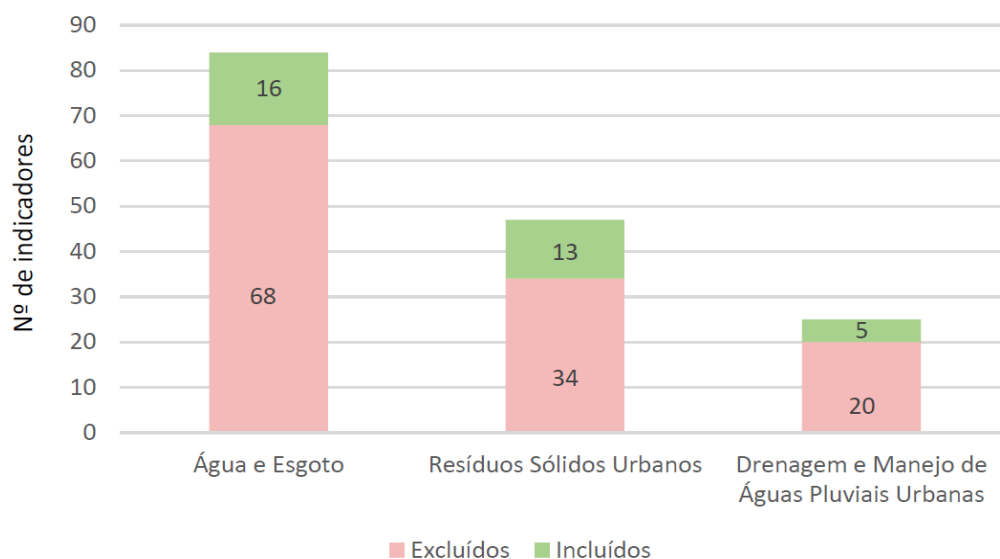
Embora o SNIS seja crucial para realizar diagnósticos de saneamento ambiental, a ausência de um sistema de pontuação final para os municípios dificulta a comparação direta e a classificação entre eles, o que torna desafiador a identificação daqueles que se destacam, dificultando assim a possibilidade de proporcionar modelos concretos de sucesso que, por conseguinte, serviriam como fonte de inspiração para municípios com desempenho inferior. Além disso, mesmo com a existência de pesquisas que envolvam a manipulação e criação de novos indicadores e índices, muitas vezes os métodos propostos são complexos e difíceis de aplicar (Paz *et al.*, 2023).

Dessa forma, para o desenvolvimento da pesquisa, foi optado pela adoção da metodologia do Índice de Saneamento Ambiental (INSA), ferramenta proposta por Paz *et al.* (2023), na qual faz o uso de informações apresentadas por uma parcela selecionada dentre os 156 indicadores disponíveis na lista anual de informações sobre saneamento divulgada pelo SNIS, levando em consideração os indicadores mais relevantes para uma análise de eficiência do sistema atuante e que permitam uma classificação entre municípios e facilitem a definição de metas.

A ferramenta permite atribuir uma pontuação final ao município, sendo obtida a partir de uma análise comparativa utilizando valores de referência predeterminados pelos autores a partir de um estudo estatístico envolvendo resultados de indicadores validados para os 184 municípios de Pernambuco.

O método se utiliza de 34 indicadores no total, sendo que 16 (47%) estão relacionados ao setor de Água e Esgoto, 13 (38%) indicadores representando informações ligadas ao setor de Resíduos Sólidos Urbanos e 5 (15%) indicadores ligados ao setor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas (Figura 14).

Figura 14 - Número de indicadores utilizados pelo INSA.



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

Vale ressaltar que os indicadores selecionados para execução do método representam apenas 22% do total de indicadores divulgados anualmente pelo SNIS, o que, do ponto de vista quantitativo, pode representar um ganho crucial na avaliação já que ocasionalmente nem todos os indicadores são divulgados pelo município ou pelos prestadores de serviço. Os indicadores utilizados na execução do método podem ser visualizados no Quadro 2.

Quadro 02 - Indicadores utilizados para aplicação do INSA

ABASTECIMENTO DE ÁGUA			
AGRUPAMENTO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE
Indicadores operacionais	IN009	Índice de hidrometração	%
	IN011	Índice de macromedicação	%
	IN013	Índice de perdas de faturamento	%
	IN025	Volume de água disponibilizado por economia	m³/mês/econ
	IN049	Índice de perdas na distribuição	%
	IN055	Índice de atendimento total de água	%
	IN058	Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água	kWh/m3
Indicadores de qualidade	QD004*	Taxa de economias ativas atingidas por paralisações	%
	IN072	Duração média das paralisações	%
	IN085	Índice de conformidade da quantidade de amostra – Coliformes Totais	%
ESGOTAMENTO SANITÁRIO			
AGRUPAMENTO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE
Indicadores operacionais	IN015	Índice de coleta de esgoto	%
	IN021	Extensão da rede de esgoto por ligação	m/lig.
	IN056	Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água	%
	IN059	Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de esgotamento sanitário	kWh/m³
Indicadores sobre qualidade	IN077	Duração média dos reparos de extravasamentos de esgotos	Horas/extrav
	IN082	Extravasamentos de esgotos por extensão de rede	Extrav./km
RESÍDUOS SÓLIDOS			
AGRUPAMENTO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE
Indicadores Gerais	IN005	Autossuficiência financeira	%
	IN011	Receita arrecadada per capita com serviços de manejo	R\$/habitante
Indicadores sobre coleta	IN015	Taxa de cobertura da coleta de RDO em relação à população total	%
	IN018	Produtividade média de coletadores e motorista	Kg/empregado 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 coleta seletiva	Ca007*	Taxa de Catadores por habitante urbano	Catadores/10.000 hab
	IN030	Taxa de cobertura da coleta seletiva porta a porta em relação a pop. Urbana	%
	IN031	Taxa de recuperação de recicláveis em relação à quantidade de resíduos domiciliares (RDO) e Resíduos Públicos (RPU)	%
Indicadores sobre serviços de varrição, capina e poda	IN044	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)

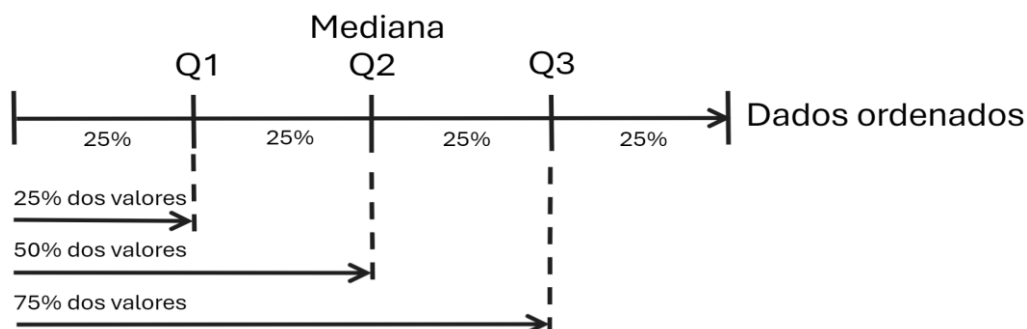
	IN051	Taxa de capinadores por habitante urbano	empreg./1000 hab
DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS			
AGRUPAMENTO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE
Infraestrutura	IN049	Investimento per capita em drenagem e manejo de águas pluviais urbanas	R\$/hab.ano
	IN020	Taxa de cobertura de pavimentação e meio-fio 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/km2
Gestão de riscos	IN040	Parcela de domicílios em situação de risco de inundação	%

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

Fonte: Adaptado de Paz et al. (2023).

Conforme abordado anteriormente, é necessário que os dados coletados do município em questão sejam confrontados aos valores de referências utilizados pela ferramenta como base comparativa. Tais valores geram um conjunto de amostras compostas por indicadores pertinentes aos 184 municípios pernambucanos e que foram divulgados pelo SNIS entre os anos de 2010 até 2020. O próximo passo é analisar estatisticamente informações adquiridas, aplicando o método dos quartis (Figura 15), onde os dados da amostra são ordenados e divididos em quatro grupos, considerando como referência o valor obtido no cálculo do primeiro quartil (Q1), o valor do segundo quartil (Q2) que equivale a determinação da mediana e o valor calculado para o terceiro quartil (Q3).

Figura 15 - Distribuição dos quartis.



Fonte: Autor (2024).

Dessa forma, os quatros grupos são definidos da seguinte forma:

- **Grupo I:** Indicadores que possuem valores superior ao Q1, ou seja, apresentam um desempenho superior a 75% do restante da amostra;
- **Grupo II:** Indicadores que possuem valores superior ao Q2 e abaixo de Q1, ou seja, apresentam desempenho entre 50% e 75% da amostra;
- **Grupo III:** Indicadores que possuem valores superior ao Q3 e abaixo de Q2, ou seja, apresentam desempenho entre 25% e 50% da amostra;
- **Grupo IV:** indicadores que possuem valores abaixo do Q3, ou seja, apresentam desempenho inferior a 25% da amostra.

Desse modo, é possível analisar cada indicador individualmente, avaliando em qual dos grupos ele se enquadra. Os valores de referência para cada um dos 34 indicadores utilizados na análise podem ser observados na Tabela 10.

Tabela 10 - Valores de referência dos indicadores utilizados no INSA.

ABASTECIMENTO DE ÁGUA					
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUARTIS		
			Q3	Q2	Q1
IN009	Índice de hidrometração	%	85,9	91,9	95,6
IN011	Índice de macromedicação	%	83,7	96,9	99,8
IN013**	Índice de perdas de faturamento	%	10,2	25,2	40,2
IN025	Volume de água disponibilizado por economia	m³/mês/econ	11,8	15,3	20,4
IN049	Índice de perdas na distribuição	%	33,7	41,5	53,4
IN055	Índice de atendimento total de água	%	54,6	70,0	88,6
IN058**	Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água	kWh/m3	0,5	1,0	1,8
QD004**	Taxa de economias ativas atingidas por paralisações	%	21,8	50,0	73,1
IN072**	Duração média das paralisações	%	22,3	29,9	31,1
IN085	Índice de conformidade da quantidade de amostra – Coliformes Totais	%	86,0	88,3	96,8
ESGOTAMENTO SANITÁRIO					
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUARTIS		
			Q3	Q2	Q1
IN015	Índice de coleta de esgoto	%	10,9	31,5	46,4
IN021	Extensão da rede de esgoto por ligação	m/lig.	13,5	16,2	19,4

IN056	Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água	%	12,9	26,5	36,0
IN059**	Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de esgotamento sanitário	kWh/m³	0,1	0,3	0,6
IN077**	Duração média dos reparos de extravasamentos de esgotos	Horas/extrav	29,6	48,3	66,1
IN082**	Extravasamentos de esgotos por extensão de rede	Extrav./km	1,13	2,60	4,00

RESÍDUOS SÓLIDOS

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUARTIS		
			Q3	Q2	Q1
Ca007*	Taxa de Catadores por habitante urbano	Catadores/10.000 hab	1,3	5,2	8,0
IN005	Autossuficiência financeira	%	1,6	5,1	15,5
IN011	Receita arrecadada per capita com serviços de manejo	R\$/habitante	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	Kg/empregado x dia	804,5	1466,3	2519,4
IN019	Taxa de motoristas e coletadores por habitante urbano	empreg./1000 hab	0,42	0,70	1,04
IN028	Massa [RDO + RPU] coletada per capita em relação à população total atendida	Kg/(hab.x dia)	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	Km / (empreg. X dia)	0,85	1,40	1,70
IN045	Taxa de varredores por habitante urbano	Empreg./1000 hab	0,62	1,20	2,10
IN048	Extensão total anual varrida per capita	Km/(hab x ano)	0,21	0,50	0,90
IN051	Taxa de capinadores por habitante urbano	empreg./1000 hab	0,17	0,30	0,60

DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUARTIS		
			Q3	Q2	Q1
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
IN040**	Parcela de domicílios em situação de risco de inundação	%	0,0	0,4	4,8
IN049**	Investimento per capita em drenagem e manejo de águas pluviais urbanas	R\$/hab.ano	0,0	1,0	4,3
IN051	Densidade de captações de águas pluviais na área urbana	Um/km2	0,0	1,0	5,0

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

*** Indicadores com meta baseada na redução dos índices.*

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

Com os valores de referência definidos, é possível estabelecer um sistema de intervalos definidos onde cada um dos indicadores pertencentes ao município em análise é enquadrado, possibilitando dessa forma a criação de um sistema de pontuação onde os indicadores recebem um score que varia de 0 a 5, conforme apresentado na Tabela 11. Nota-se que para o alcance das metas de melhorias nos serviços de saneamento, é necessário que a grande maioria dos indicadores analisados tenham os valores dos índices incrementados, enquanto que para os indicadores IN058, IN059, IN013, IN049, QD004, IN072, IN077, IN082 e IN040 espera-se o comportamento contrário, onde a redução do seu índice é mais vantajosa para o município.

Tabela 11 - Distribuição da pontuação dos indicadores utilizados no INSA.

GRUPO	INDICADORES COM METAS BASEADAS NO AUMENTO DO ÍNDICE	INDICADORES COM METAS BASEADAS NA REDUÇÃO DO ÍNDICE	PONTUAÇÃO (SCORE)
I	IN > Q1	IN < Q3	5
II	Q2 < IN < Q1	Q3 < IN < Q2	3
II	Q3 < IN < Q2	Q2 < IN < Q1	1
IV	IN < Q3	IN > Q1	0

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

Para a classificação final do desempenho do município, é necessário ainda estabelecer pesos diferentes para cada indicador. Esse processo só foi possível a partir da execução do método da Análise Hierárquica de Processos (AHP) que consiste basicamente na atribuição de valores de importância para cada indicador em relação a outro. Em outras palavras, é elaborada a matriz comparativa formada por valores oriundos do confronto entre os pares de indicadores para avaliar a importância relativa que um indicador possui sobre o outro. Após montagem da matriz de comparação, a mesma é normalizada, resultando na obtenção dos pesos relativos para cada indicador (Bucco; Longaray, 2010).

Conforme Paz *et al.* (2023), foram considerados valores de importância maiores para aqueles indicadores que possuem metas estabelecidas na legislação ambiental, no Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Planares) ou no Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab). Os resultados alcançados podem ser analisados na Tabela 12.

Tabela 12 - Pesos estatísticos definidos pelo critério AHP.

ABASTECIMENTO DE ÁGUA			
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PESO	PORCENTAGEM (%)
IN009	Índice de hidrometração	0,194	19,4
IN011	Índice de macromedicação	0,157	15,7
IN013	Índice de perdas de faturamento	0,111	11,1
IN025	Volume de água disponibilizado por economia	0,056	5,6
IN049	Índice de perdas na distribuição	0,111	11,1
IN055	Índice de atendimento total de água	0,216	21,6
IN058	Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água	0,018	1,8
QD004	Taxa de economias ativas atingidas por paralisações	0,077	7,7
IN072	Duração média das paralisações	0,019	1,9
IN085	Índice de conformidade da quantidade de amostra – Coliformes Totais	0,042	4,2
ESGOTAMENTO SANITÁRIO			
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PESO	PORCENTAGEM (%)
IN015	Índice de coleta de esgoto	0,263	26,3
IN021	Extensão da rede de esgoto por ligação	0,024	2,4
IN056	Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água	0,263	26,3
IN059	Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de esgotamento sanitário	0,065	6,5
IN077	Duração média dos reparos de extravasamentos de esgotos	0,131	13,1
IN082	Extravasamentos de esgotos por extensão de rede	0,254	25,4
RESÍDUOS SÓLIDOS			
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PESO	PORCENTAGEM (%)
Ca007	Taxa de Catadores por habitante urbano	0,116	11,6
IN005	Autossuficiência financeira	0,166	16,6

IN011	Receita arrecadada per capita com serviços de manejo	0,096	9,6
IN015	Taxa de cobertura da coleta de RDO em relação à população total	0,146	14,6
IN018	Produtividade média de coletadores e motorista	0,052	5,2
IN019	Taxa de motoristas e coletadores por habitante urbano	0,029	2,9
IN028	Massa [RDO + RPU] coletada per capita em relação à população total atendida	0,081	8,1
IN030	Taxa de cobertura da coleta seletiva porta a porta em relação a pop. Urbana	0,116	11,6
IN031	Taxa de recuperação de recicláveis em relação à quantidade de resíduos domiciliares (RDO) e Resíduos Públicos (RPU)	0,158	15,8
IN044	Produtividade média dos varredores	0,055	5,5
IN045	Taxa de varredores por habitante urbano	0,032	3,2
IN048	Extensão total anual varrida per capita	0,052	5,2
IN051	Taxa de capinadores por habitante urbano	0,019	1,9

DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PESO	PORCENTAGEM (%)
IN020	Taxa de cobertura de pavimentação e meio-fio na área urbana do município	0,124	12,4
IN021	Taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais subterrâneos	0,124	12,4
IN040	Parcela de domicílios em situação de risco de inundação	0,427	42,7
IN049	Investimento per capita em drenagem e manejo de águas pluviais urbanas	0,046	4,6
IN051	Densidade de captações de águas pluviais na área urbana	0,277	27,7

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

Com o sistema de *score* e os pesos de cada índice definidos é possível determinar as equações para os cálculos dos subíndices de resíduos sólidos (IDRS), abastecimento de água (IDAA), esgotamento sanitário (IDES) e drenagem e manejo de águas pluviais urbanas (IDAP).

O cálculo consiste no somatório do produto entre o peso do indicador e a sua pontuação obtida conforme análise do quartil (*Peso x Score*). As Equações 03 a 07 são utilizadas para definir os valores dos subíndices.

$$\text{IDRS} = (0,166 \times S_{\text{IN005}}) + (0,096 \times S_{\text{IN011}}) + (0,146 \times S_{\text{IN015}}) + (0,052 \times S_{\text{IN018}}) + (0,029 \times S_{\text{IN019}}) + (0,081 \times S_{\text{IN028}}) + (0,116 \times S_{\text{IN030}}) + (0,158 \times S_{\text{IN031}}) + (0,055 \times S_{\text{IN044}}) + (0,032 \times S_{\text{IN045}}) + (0,052 \times S_{\text{IN048}})$$

$$+ (0,019 \times S_{IN051}) + (0,116 \times S_{Ca007}) \quad \text{Eq. 03}$$

$$\begin{aligned} \text{IDAA} = & (0,216 \times S_{IN055}) + (0,157 \times S_{IN011}) + (0,194 \times S_{IN009}) + (0,056 \times S_{IN025}) + (0,018 \times S_{IN058}) \\ & + (0,111 \times S_{IN013}) + (0,111 \times S_{IN049}) + (0,042 \times S_{IN085}) + (0,077 \times S_{QD004}) + (0,019 \times S_{IN072}) \end{aligned} \quad \text{Eq. 04}$$

$$\begin{aligned} \text{IDES} = & (0,263 \times S_{IN056}) + (0,263 \times S_{IN015}) + (0,024 \times S_{IN021}) + (0,065 \times S_{IN059}) + (0,131 \times S_{IN077}) + \\ & (0,254 \times S_{IN082}) \end{aligned} \quad \text{Eq. 05}$$

$$\text{IDAP} = (0,046 \times S_{IN049}) + (0,124 \times S_{IN020}) + (0,124 \times S_{IN021}) + (0,277 \times S_{IN051}) + (0,427 \times S_{IN040}) \quad \text{Eq. 06}$$

Após o cálculo dos subíndices é necessário realizar uma média com os resultados obtidos para que enfim se estabeleça o valor final do INSA.

$$\text{INSA} = (\text{IDRS} + \text{IDAA} + \text{IDES} + \text{IDAP}) / 4 \quad \text{Eq. 07}$$

Dessa forma, conforme Paz *et al.* (2023), tanto no cálculo de cada subíndice, quanto no cálculo final do INSA, o resultado será um valor em escala numérica situado entre 0,000 e 1,000, sendo possível classificar os níveis de desempenho do saneamento conforme os seguintes intervalos definidos pelos autores:

- 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: $0,800 \leq \text{INSA} < 1,000$

4.3 ANÁLISE DA ATUAL SITUAÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO

Nessa etapa do trabalho foram abordados os resultados obtidos com o diagnóstico realizado na cidade de Salgueiro com intuito de descrever a situação atual do saneamento básico do município. A pesquisa ocorreu a partir do levantamento de informações coletadas em plataformas digitais como no Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil (DATASUS), solicitadas diretamente à Prefeitura Municipal e a Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA), que é a prestadora de serviço responsável pelo setores de abastecimento de água e esgotamento sanitário e principalmente analisando uma série de indicadores relacionados ao município de Salgueiro, divulgados na forma organizada por setores do sistema de saneamento SNIS, utilizando 2021 como ano de referência para esse levantamento. Foram analisados 39 indicadores no total, sendo 11 relacionados ao sistema de abastecimento de água, 14 relacionados ao sistema de esgotamento sanitário, 6 relacionados ao manejo e gestão dos dos resíduos sólidos e 8 relacionados à drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (Quadro 3). A seleção dos indicadores deu-se a partir do pressuposto da análise específica da evolução do sistema de saneamento básico a partir da observação dos principais indicadores que carregam critérios de qualidade, acessibilidade, cobertura e sustentabilidade.

Quadro 03 - Indicadores analisados durante o diagnóstico.

CÓDIGO	INDICADORES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	UNIDADE
IN003	Despesa total com os serviços por m³ faturado	R\$/m³
IN005	Tarifa média de água	R\$/m³
IN009	Índice de hidromedtação	%
IN011	Índice de macromedtação	%
IN013	Índice de perdas faturamento	%
IN020	Extensão da rede de água por ligação	m/lig
IN022	Consumo médio per capita de água	L/hab/dia
IN049	Índice de perdas na distribuição	%
IN053	Consumo médio de água por economia	m3/mês/econ.
IN055	Índice de atendimento total de água	%
IN058	Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água	kwh/m³
CÓDIGO	INDICADORES DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	UNIDADE
IN006	Tarifa média de esgoto	R\$/m³
IN015	Índice de coleta de esgoto	%
IN016	Índice de tratamento de esgoto	%
IN021	Extensão da rede de esgoto por ligação	m/lig.
IN024	Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água	%
IN046	Índice de esgoto tratado referido à água consumida	%
IN056	Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água	%
ES001	População total atendida com esgotamento sanitário	Habitantes
ES002	Quantidade de ligações ativa de esgoto	Ligações
ES004	Extensão da rede de esgoto	Km
ES005	Volume de esgoto coletado	1000m³/ano
ES006	Volume de esgoto tratado	1000m³/ano
ES007	Volume de esgoto faturado	1000m³/ano
ES026	População urbana atendida com esgotamento sanitário	Habitantes
CÓDIGO	INDICADORES DE RESÍDUO SÓLIDOS	UNIDADE
IN014	Taxa de cobertura do serviço de coleta domiciliar direta (porta-a-porta) da população urbana do município.	%
IN015	Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de rdo em relação à população total do município	%
IN016	Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de rdo em relação à população urbana	%
IN021	Massa coletada (rdo + rpu) per capita em relação à população urbana	Kg/hab/dia

IN022	Massa (rdo) coletada per capita em relação à população atendida com serviço de coleta	Kg/hab/dia
IN028	Massa de resíduos domiciliares e públicos (rdo+rpu) coletada per capita em relação à população total atendida pelo serviço de coleta	Kg/hab/dia
CÓDIGO	INDICADORES DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS E URBANAS	UNIDADE
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	%
EI017	Extensão total de vias públicas existentes em área urbana	Km
EI019	Extensão total de vias públicas com pavimento e meio-fio	Km
EI021	Quantidade de bocas de lobo existentes	Unidades
EI022	Quantidade de bocas de leão ou bocas de lobo múltiplas	Unidades
EI023	Quantidade de poços de visita (PV) existentes	Unidades
EI024	Total de vias públicas com redes ou canais de águas pluviais subterrâneos	Km

Fonte: Adaptado do SNIS (2023).

4.4 PRINCIPAIS METAS ESTABELECIDAS PELA LEGISLAÇÃO

Para alguns dos indicadores de saneamento a legislação determina metas a serem alcançadas pelos municípios em um prazo determinado. Com a conclusão da pesquisa, será abordado o cumprimento das metas de nove diferentes indicadores, selecionados conforme sua importância e influencia significativa na caracterização do desempenho do sistema de saneamento local, além de estarem presentes na lista dos indicadores utilizados pelo INSA. As principais metas estão disponíveis no Quadro 4.

Quadro 04 - Metas estabelecidas pela legislação.

ABASTECIMENTO DE ÁGUA			
INDICADOR	FONTE	ANO	META
IN055 - Índice de atendimento total de água	Lei 14.026/2020	2033	99,0%
IN049 - Índice de perdas na distribuição	Plansab (2019)	2023	41,0%
		2033	33,0%
ESGOTAMENTO SANITÁRIO			
INDICADOR	FONTE	ANO	META
IN056 - Índice de atendimento total de esgoto referido aos mun. atendidos com água	Lei 14.026/2020	2033	90,0%
IN015 - Índice de coleta de esgoto	Lei 14.026/2020	2033	90,0%
RESÍDUOS SÓLIDOS			
INDICADOR	FONTE	ANO	META
IN005 - Auto-suficiência financeira nos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.	Planares (2022)	2040	75,0%
IN015 - Taxa de cobertura da coleta de RDO em relação à pop. Total	Planares (2022)	2020	86,1%
		2024	89,6%
		2036	100,0%
IN031 - Taxa de recuperação de recicláveis em relação à quantidade de RSU	Planares (2022)	2020	1,6%
		2024	3,6%
		2040	11,5%
IN030 - Taxa de cobertura da coleta seletiva porta a porta	Planares (2022)	2020	6,6%
		2024	14,3%
		2040	45,0%
DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS			
INDICADOR	FONTE	ANO	META
IN040 - Parcela de Domicílios em Situação de Risco de Inundação	Plansab (2019)	2023	2,0%
		2033	1,3%

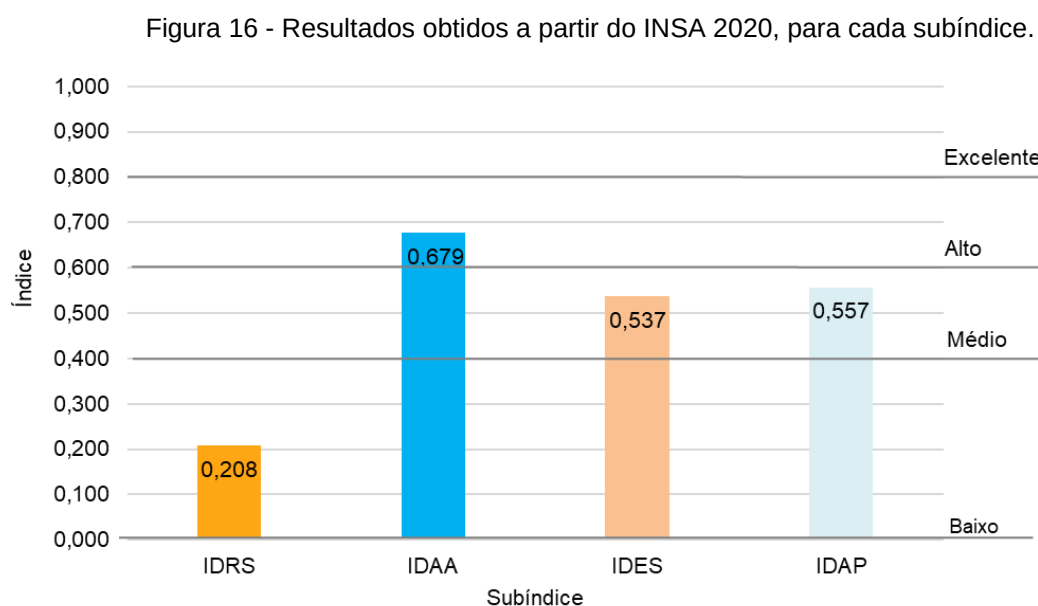
Fonte: Autor (2023).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISE DO DESEMPENHO A PARTIR DA APLICAÇÃO DO INSA

Para análise do desempenho dos sistemas de saneamento básico da cidade de Salgueiro, a partir dos critérios abordados pelo INSA, foram utilizados os dados do

SNIS referente ao ano de 2020. Para aplicação da ferramenta, foram atribuídos *scores* aos indicadores selecionados, conforme o desempenho apresentado por eles. Em seguida, os resultados obtidos são aplicados nas Equações 01 a 05, onde são calculados os subíndices, obtendo assim uma análise individual de cada setor (Figura 16).



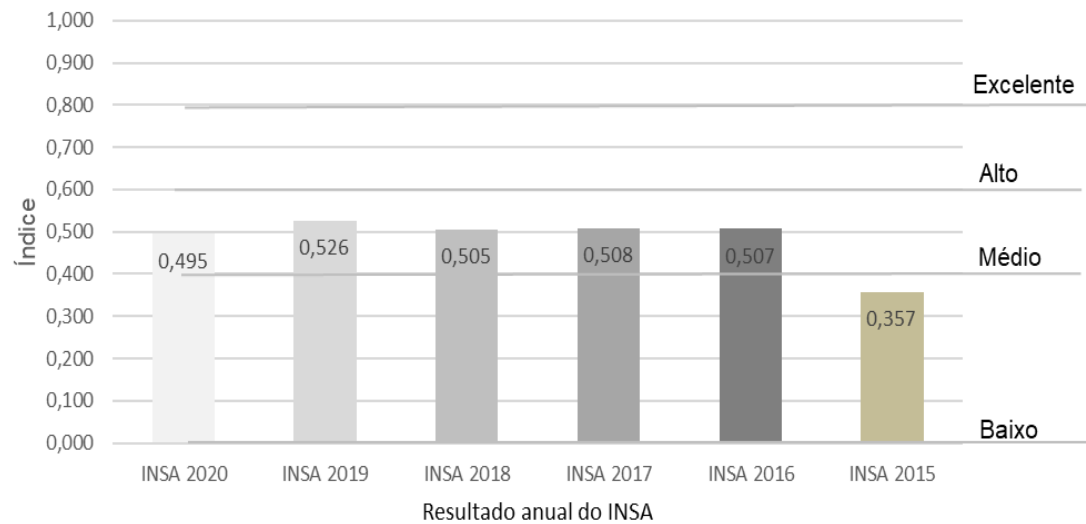
Fonte: Autor (2024).

Analisando os resultados, nota-se que o subíndice IDAA apresentou o melhor desempenho com uma pontuação de 0,679, classificando o setor de abastecimento de água como sendo de alto desempenho. Em contrapartida, o IDRS apresentou a pior classificação, com pontuação de 0,208, posicionando o setor de gerenciamento de resíduos sólidos como sendo de baixo desempenho.

O resultado final da análise utilizando o método INSA consiste na resolução da Equação 06, onde é realizado uma média envolvendo todos os valores obtidos para cada subíndice. Com isso, obtém-se a classificação final do desempenho do sistema de saneamento básico da cidade de Salgueiro, alcançando o valor de 0,480 para o INSA 2020, o que significa que, no geral, todo o sistema de saneamento básico da cidade obteve apenas um médio desempenho.

Na Figura 17 pode ser observado a análise da série histórica do resultado do INSA para os anos entre 2015 e 2020.

Figura 17 - Série histórica do INSA.



Fonte: Autor (2024).

Nota-se que ao longo dos seis anos analisados o sistema de saneamento da cidade se manteve na faixa de médio desempenho, sendo 2019 o ano que apresentou o melhor desempenho, com o 0,526 de pontuação. O pior ano foi justamente o ano de 2020 com apenas 0,495 de pontuação. Os resultados detalhados para cada setor podem ser visualizados nos tópicos a seguir.

5.1.1 Subíndice de abastecimento de água (IDAA)

Realizando a análise do IDAA (2020), a pontuação obtida foi de 0,679, o que caracteriza este setor específico como sendo de alto desempenho. Os detalhes dos resultados podem ser visualizados na Tabela 13.

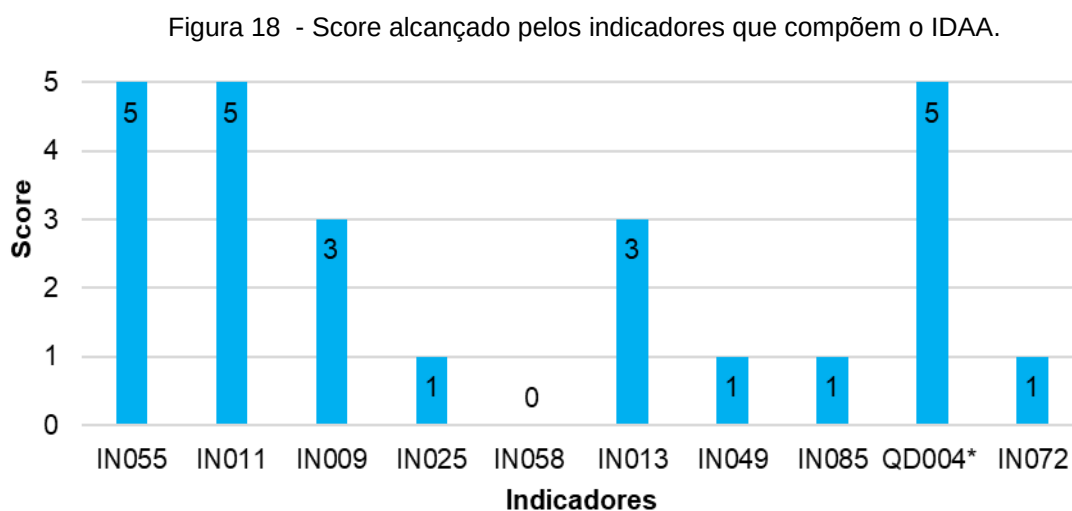
Tabela 13 - Resultados dos indicadores de abastecimento de água

INDICADORES	UNIDADE	SNIS (2020)	SCORE
IN055 - Índice de atendimento total de água	%	100,00	5

IN011 - Índice de macromedição	%	99,93	5
IN009 - Índice de hidrometração	%	93,13	3
IN025 - Volume de água disponibilizado por economia	m³/mês/econ	14,35	1
IN058 - Índice de consumo de energia em sistemas de abastecimento de água	kWh/m3	3,18	0
IN013 - Índice de perdas de faturamento	%	13,78	3
IN049 - Índice de perdas na distribuição	%	41,97	1
IN085 - Índice de conformidade da quantidade de amostra - coliformes Totais	%	86,52	1
QD004* - Taxa de economias ativas atingidas por paralisações	%	1,35	5
IN072 - Duração média das paralisações	horas/paralisações	30,7	1

Fonte: Autor (2024).

Na Figura 18 é possível observar graficamente os scores obtidos para cada um dos 10 indicadores analisados no IDAA 2020.

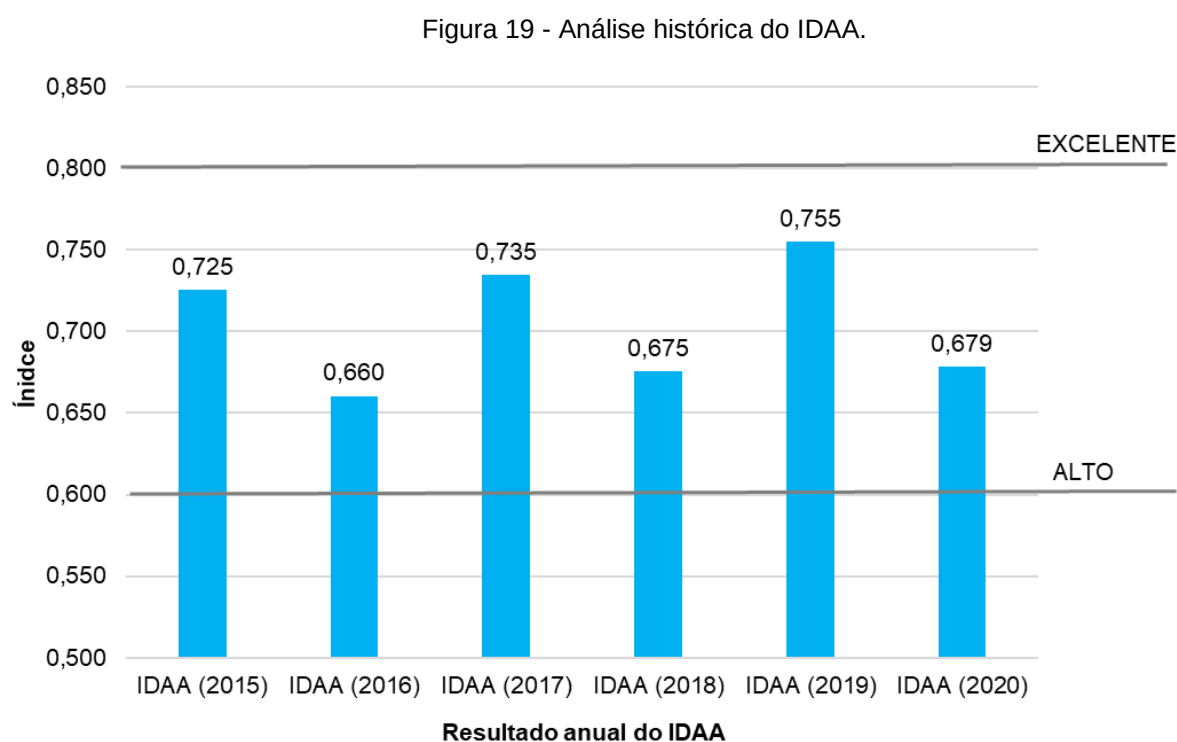


Fonte: Autor (2024).

O alto desempenho apresentado pelo setor está relacionado aos excelentes números apresentados para alguns índices analisados, como o percentual do volume de água distribuída que é macromedida (IN011) e o percentual da população total

atendida com água (IN055), além de uma baixa taxa de economias atingidas por paralisação no fornecimento de água (QD004).

O destaque negativo é o índice de consumo de energia em sistemas de abastecimento (IN058), que com o valor de 3,18 KWh/m³ obteve o *score* zero. Além disso, o baixo volume de água disponibilizado por economia (IN025), que apresentou o valor de 14,35 m³/mês/econ., assim como a alta taxa de perdas na distribuição (IN049) e o valor de 86,52% de conformidade na quantidade de amostra (IN085), também contribuíram para a queda da pontuação final, sendo esses indicadores pontuados como *score* um. Na Figura 19 é possível ver a análise da série histórica do IDAA em Salgueiro entre os anos de 2015 e 2020. Nota-se a oscilação dos índices ao longo dos anos.



Fonte: Autor (2024).

Conforme os dados apresentados, o IDAA (2019) apresentou o melhor desempenho com o resultado de 0,755, enquanto o IDAA (2016) apresentou o pior desempenho com o resultado de 0,660. Vale salientar que o resultado obtido para a análise mais recente do IDAA (2020) de 0,679 está muito próximo ao resultado obtido para o ano de 2016. Contudo, ao longo dos seis anos analisados, o desempenho do IDAA se manteve alto, consolidando o setor como o de melhor desempenho.

5.1.2 Subíndice de esgotamento sanitário (IDES)

Para o subíndice IDES (2020), a pontuação final obtida após análise dos indicadores foi de 0,537, classificando o setor como sendo de médio desempenho. Os detalhes dessa análise podem ser conferidos na Tabela 14.

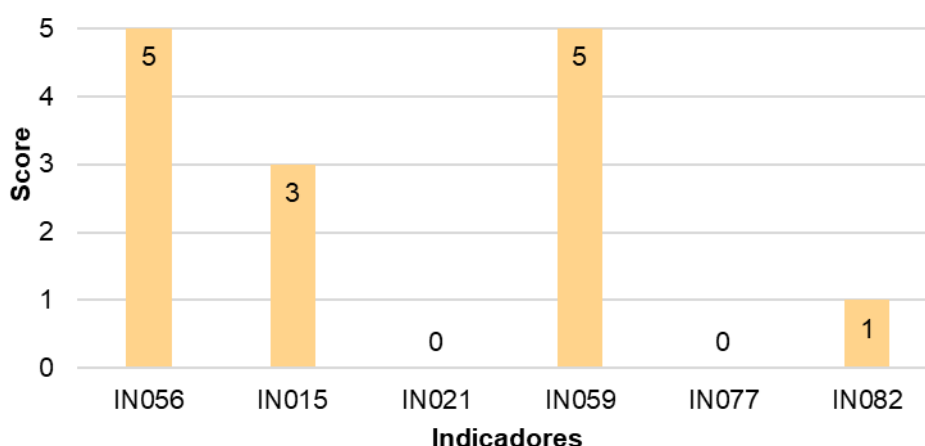
Tabela 14 - Resultados dos indicadores de esgotamento sanitário

INDICADORES	UNIDADE	SNIS (2020)	SCORE
IN056 - Índice de atendimento total de esgoto referido aos mun. atendidos com água	%	49,47	5
IN015 - Índice de coleta de esgoto	%	35,04	3
IN021 - Extensão da rede de esgoto por ligação	m/lig.	1,38	0
IN059 - Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de esgotamento sanitário	kWh/m ³	0,10	5
IN077 - Duração média dos reparos do extravasamento de esgotos	horas/extrav.	113,83	0
IN082 - Extravasamento de esgotos por extensão de rede	extrav/km	2,93	1

Fonte: Autor (2024).

Na Figura 20 é possível observar graficamente os scores obtidos para cada um dos seis indicadores analisados no IDES 2020.

Figura 20 - Score alcançado pelos indicadores que compõem o IDES.



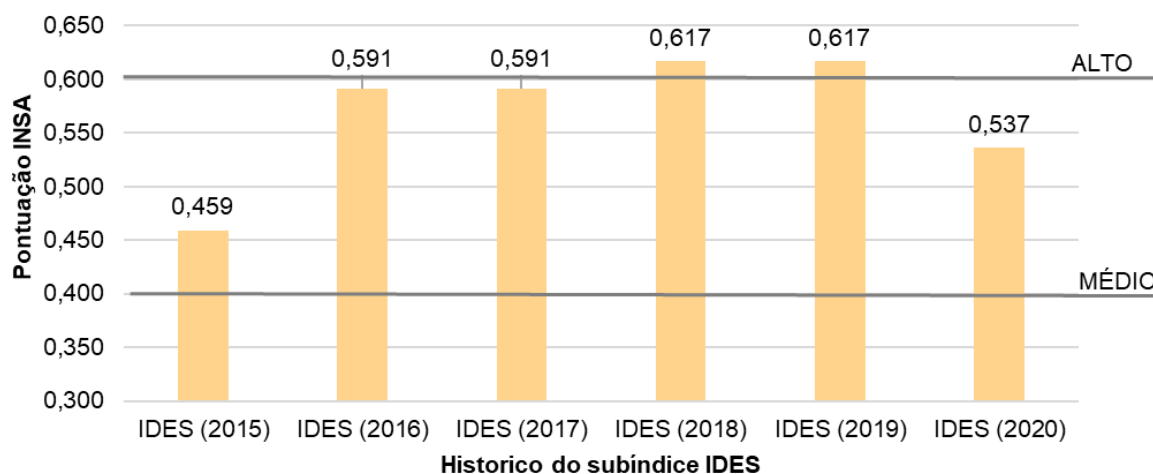
Fonte: Autor (2024).

Para a análise do desempenho do sistema de esgotamento sanitário, vale ressaltar os dois indicadores que obtiveram o *score* mínimo de zero, como o indicador que retrata o tempo médio para reparo de extravasamentos de esgoto (IN077) com o valor indicado de 113,83 horas por extravasamento, além da baixa extensão de rede de esgoto por ligação (IN021), que apresentou o valor indicado de 1,38 m/lig., resultados esses que classificam ambos os indicadores com *score* zero.

Em contrapartida, o destaque positivo vai para o índice de atendimento total de esgoto, em se tratando apenas dos municípios que são atendidos por sistema de abastecimento de água (IN056) que apresentou o valor indicado de 49,47%, valor esse que possibilitou a atribuição do *score* máximo quando comparado à realidade estadual. Além desse, outro indicador que obteve *score* 5 foi aquele relacionado ao consumo de energia elétrica em sistemas de esgotamento sanitário (IN059), que obteve o valor indicado pela concessionária responsável de apenas 0,10 Kwh/m³.

Conforme apresentado na Figura 21, com os resultados obtidos para o IDES entre os anos de 2016 e 2017, o setor foi classificado como sendo de alto desempenho obtendo os valores de 0,617 para ambos os anos analisados.

Figura 21 - Análise histórica do IDES.



Fonte: Autor (2024).

O resultado mais atual, o IDES (2020), apresentou o valor de 0,537, valor inferior ao IDES (2019), o que resultou em uma queda da classificação do desempenho saindo de alto para médio. O pior resultado apresentado foi para o ano de 2015 com o IDRS (2015), indicando o valor de 0,459.

5.1.3 Subíndice de resíduos sólidos (IDRS)

Conforme os resultados, a pontuação do IDRS (2020) foi de 0,208, o que caracteriza o setor de resíduos sólidos como possuindo um baixo desempenho. O detalhamento dos resultados coletados no SNIS 2020 pode ser visualizado na Tabela 15.

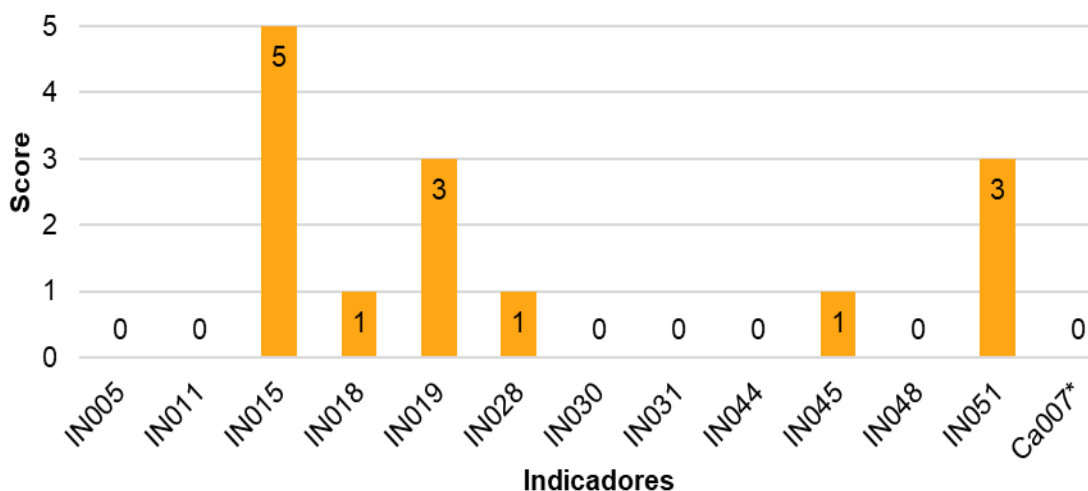
Tabela 15 - Resultados dos indicadores de resíduos sólidos.

INDICADORES	UNIDADE	SNIS (2020)	SCORE
IN005 - Auto-suficiência financeira	%	0,0	0
IN011 - Receita arrecadada per capita com serviços de manejo	R\$/hab	0,0	0
IN015 - Taxa de cobertura da coleta de RDO em relação à pop. total	%	97,6	5
IN018 - Produtividade de coletadores e motorista	kg/empregado x dia	1.197,5	1
IN019 - Taxa de motoristas e coletadores por habitante urbano	empreg.1000 hab.	0,7	3
IN028 - Massa [RDO + RPU] coletada per capita em relação à pop. total	kg/hab.dia	0,6	1
IN030 - Taxa de cobertura da coleta seletiva porta a porta	%	0,0	0
IN031 - Taxa de recuperação de recicláveis em relação à quantidade de RSU	%	0,0	0
IN044 - Produtividade média dos varredores	km/(empreg. x dia)	0,0	0
IN045 - Taxa de varredores por habitante urbano	empreg./1000 hab	0,8	1
IN048 - Extensão total anual varrida per capita	km/(hab. x ano)	0,0	0
IN051 - Taxa de capinadores por habitante urbano	empreg./1000 hab.	0,5	3
Ca007* - Índice de Catadores por habitante urbano	Catadores/10000 hab	0,0	0

Fonte: SNIS (2020).

Na Figura 22 é possível uma melhor visualização dos scores obtidos para cada um dos 13 indicadores analisados no IDRS 2020.

Figura 22 - Score alcançado pelos indicadores que compõem o IDRS.

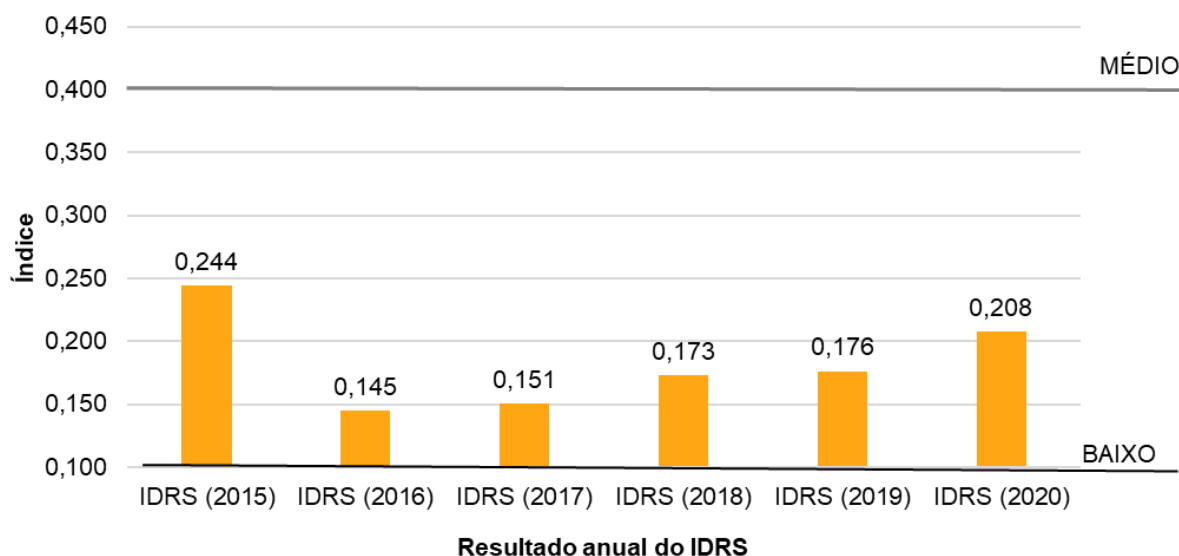


Fonte: Autor (2024).

O desempenho apresentado pelo setor está relacionado a ausência de cobrança estabelecida a população local (IN005 e IN011), assim como a inexistência da coleta seletiva e de serviços de reciclagem apurados (IN030, IN031 e Ca007). Outro ponto negativo é a ausência das informações sobre a extensão de sarjetas varridas que não foram informadas pelo município, prejudicando dessa forma o cálculo da extensão total anual varrida per capita (IN048) e da Produtividade média dos varredores (IN044). O destaque positivo ficou por conta da taxa de cobertura da coleta de RDO em relação à população total (IN015), que já apresentava o valor de 97,6%, obtendo assim o score máximo.

Na Figura 23 é possível visualizar os resultados da análise do IDRS entre os anos de 2015 até 2020. Para esse setor em específico, destaca-se o baixo desempenho ao longo dos seis anos analisados.

Figura 23 - Análise histórica do IDRS.



Fonte: Autor (2024).

A partir dessa análise, é possível constatar que apesar de um leve aumento nos últimos cinco anos analisados, o resultado obtido de 0,208 para o IDRS (2020) ainda encontra-se bastante abaixo para que se alcance o nível de desempenho médio, o que realça o setor de resíduo sólido como sendo o pior entre as quatro grandes áreas de saneamento básico que foram analisadas pelo método, o que adiciona o setor no topo da lista de prioridades para o alcance de melhorias. Vale destacar que os resultados também podem refletir a imperícia do município no fornecimento das informações corretas ao sistema.

5.1.4 Subíndice de águas pluviais urbanas (IDAP)

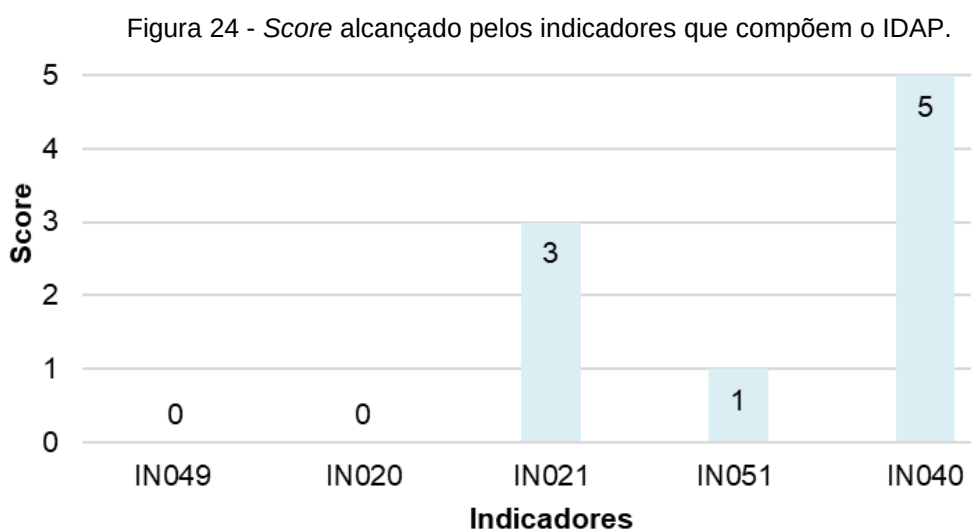
A pontuação obtida para IDAP (2020) foi de 0,557, o que atribui ao setor com a classificação de desempenho médio. Os detalhes dos resultados podem ser visualizados na Tabela 16.

Tabela 16 - Resultados dos indicadores de águas pluviais urbanas.

INDICADORES	UNIDADE	SNIS (2020)	SCORE
IN049 - Investimento per capita em drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas	R\$/hab	0,0	0
IN020 - Taxa de Cobertura de Pavimentação e Meio-Fio na Área Urbana do Município	%	41,7	0
IN021 – Taxa de Cobertura de vias públicas com redes ou canais subterrâneos	%	7,6	3
IN051 - Densidade de captações de águas pluviais na área urbana	un/km ²	0,1	1
IN040 - Parcela de Domicílios em Situação de Risco de Inundação	%	0,0	5

Fonte: Autor (2024).

Para melhor apuração dos resultados obtidos, é possível visualizar o resumo dos resultados obtidos na análise de IDAP (2020) na Figura 24.

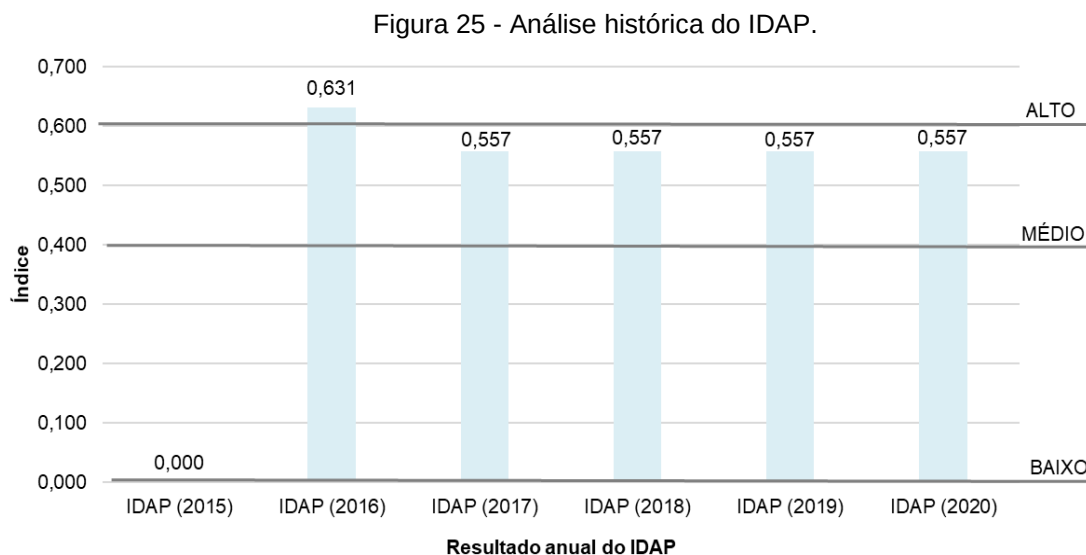


Fonte: Autor (2024).

Conforme os dados apresentados pela gestão municipal em 2020, a cidade não destinou nenhum investimento para serviços de drenagem e manejo de águas pluviais (IN049), o que resultou no score zero para esse indicador específico, além disso, o valor apresentado de 41,7% para taxa de cobertura de pavimentação e meio-fio na área urbana (IN020) que também apresentou o score zero.

Analisando os resultados do IDAP obtidos entre os anos de 2016 até 2020 (Figura 25), nota-se a uniformidade dos resultados entre os últimos quatro anos,

onde o subíndice alcançou exatamente o mesmo valor de 0,557, o que garantiu o desempenho médio para o setor nesse mesmo período de análise.



Fonte: Autor (2024).

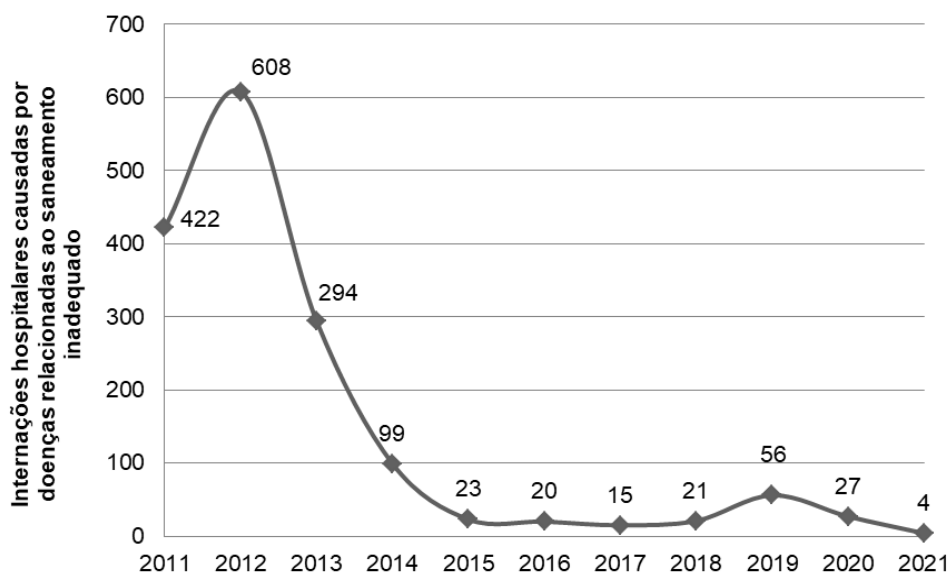
Nesse período, o único ano em que o subíndice atingiu o desempenho alto foi em 2016 com o resultado de 0,606. Vale destacar que para o ano de 2015 não houve registro dos dados necessários para o cálculo do IDAP (2015), o que resultou em uma pontuação zero para esse ano.

5.2 DIAGNÓSTICO DO SANEAMENTO BÁSICO COM BASE EM INDICADORES

Os serviços de saneamento básico constituem fatores importantes para provisão de serviços adequados de saneamento, para a proteção da saúde da população, assim como para a melhoria da qualidade de vida (Heller e Castro, 2007). A saúde pública, por sua vez, deve ser pensada como uma resultante das relações entre as variáveis ambientais, sociais e econômicas que interferem nas condições e qualidade de vida de determinado povo (Opas, 2007).

Se tratando de uma análise local, na Figura 26 é possível observar o número de internações ocorridas devido a doenças relacionadas ao saneamento básico inadequado na cidade de Salgueiro, durante o período de 2011 até 2021.

Figura 26 - Internações hospitalares na cidade de Salgueiro.



Fonte: Adaptado do DATASUS (2022).

O decréscimo nas internações pode ser fruto do aumento recente da preocupação com o setor de saneamento básico. O investimento em saneamento básico no Brasil teve início em diferentes períodos ao longo da história do país, porém foi apenas em 2007, a partir da criação do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), em que ocorreu uma grande aplicação na parcela de investimento público na área, sendo disponibilizados recursos para obras em cidades pequenas, médias e grandes de todo o País (Souza e Gomes, 2019).

Dessa forma, o diagnóstico foi subdividido considerando os quatro grandes setores do saneamento básico: Abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais.

5.2.1 Sistema de abastecimento de água

O Sistema de Abastecimento de Água de Salgueiro atende 94,43% da população urbana do município (SNIS, 2021). Na zona rural, com o decreto de situação de emergência por estiagem vigente (S2iD, 2023), é garantido o abastecimento através da Operação Carro-Pipa para algumas comunidades, água essa tratada e com monitoramento mensal através de ensaio de potabilidade e fiscalização nos reservatórios tanto pelo coordenador de defesa civil municipal, quanto

pelo exército brasileiro. São executados também serviços de abastecimento de água através da Secretaria de Desenvolvimento Rural com caminhões-pipa.

A COMPESA detém a concessão dos serviços públicos de saneamento básico, sendo responsável pelo serviço de abastecimento de água na cidade de Salgueiro (SNIS, 2021). O município está inserido nos domínios da bacia hidrográfica do rio Terra Nova, com seu maior afluente o rio Salgueiro, drenando os municípios de Verdejante e Salgueiro. Os principais cursos de águas são: Riacho Salgueiro; Córrego do Caldeirão; Riachinho e seu Açude; Córrego de Caibros e seu Açude; Córrego Grota Funda. Os principais açudes presentes no município são: Açude Velho; Açude Novo; Açude de Pedra e Cal (Salgueiro, 2023).

A Tabela 17 apresenta as barragens de Salgueiro/PE registradas no Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens - SNISB, destacando apenas a Barragem de Mangueira – PISF, Negreiros – PISF e Milagres – PSIF com uso principal para abastecimento humano.

Tabela 17 - Relatório parcial das barragens de Salgueiro – PE.

CÓDIGO SNISB	NOME DA BARRAGEM	USO PRINCIPAL	CAPACIDADE HM³
8525	Umas	Regularização de vazão	1,784
7323	Boa Vista	Irrigação	16,448
24498	Monte Alegre	Irrigação	----
27802	Pau Ferro	Irrigação	----
27801	Paus Brancos	Irrigação	----
8577	Baixio Grande	Regularização de vazão	1,547
21567	Açude Velho	Paisagismo	----
18033	Argemiro	Regularização de vazão	----
7340	Várzea dos Ramos	Regularização de vazão	1,8
21568	Baixio Verde	Irrigação	----
84	Mangueira - PISF	Abastecimento humano	19,67
113	Negreiros - PISF	Abastecimento humano	23,61
18034	Queixada	Regularização de vazão	----
89	Milagres - PISF	Abastecimento humano	91,79
8623	Urubu	Regularização de vazão	2,034

Fonte: Adaptado do SNISB (2023).

A cidade de Salgueiro é abastecida pelo rio São Francisco a partir do Sistema

Adutor do Sertão e, mais recentemente, pelo reservatório de Negreiros, que possui capacidade de 23,61 hm³ e passou a alimentar a Estação de Tratamento de Água - ETA da cidade em 2022 com previsão de aumento da oferta de água em 40%, o que diminuiria o problema de rodízio no serviço de abastecimento de água.

5.2.1.1 Estação de Tratamento de Água, Preservação e Distribuição

O município possui uma Estação de Tratamento de Água - ETA constituída pelos equipamentos padrões para seu funcionamento. Os processos de tratamento que garantem a potabilidade da água utilizam procedimentos químicos e físicos, promovendo a remoção de qualquer substância nociva para a saúde dos consumidores.

O tratamento de água compreende as seguintes etapas: a) coagulação; b) floculação; c) decantação; d) filtração; e) desinfecção e f) fluoretação. Existe um laboratório destinado para o controle de qualidade da água tratada, onde são realizados os ensaios físico/químicos, analisando os teores de flúor, cloro, coliformes fecais, pH, turbidez, cor e etc.

A COMPESA é a responsável pelos serviços de abastecimento de água por rede geral de distribuição em funcionamento com instrumento de delegação da prestação dos serviços de abastecimento de água do tipo contrato de concessão, e com órgão regulador do serviço por entidade reguladora estadual, a entidade prestadora do serviço é de sociedade de economia mista, com extensão de 242 km da rede de distribuição de água (IBGE, 2017).

5.2.1.2 Diagnostico dos serviços por meio dos indicadores

No geral foram analisados 11 indicadores relacionados ao serviço de abastecimento de água com base nas informações presentes no SNIS (2021). A princípio foram abordados os valores referentes a área técnica, onde foi posto em comparação com os mesmos dados relacionados aos resultados estadual e nacional (Tabela 18).

Tabela 18 - Principais dados técnicos do sistema de abastecimento.

INDICADORES	SALGUEIRO	PERNAMBUCO	BRASIL
IN009 Índice de hidrometração (%)	93,22	86,27	91,27
IN011 Índice de macromedicação (%)	100	91,24	80,04
IN020 Extensão da rede de água por ligação (m/lig.)	13,38	9,75	11,97
IN022 Consumo médio per capita de água (l/hab./dia)	91,62	102,75	150,66
IN049 Índice de perdas na distribuição (%)	36,78	45,95	40,25
IN053 Consumo médio de água por economia (m ³ /mês/econ.)	7,72	9,73	11,64
IN058 Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água (kWh/m ³)	4,13	0,96	0,73

Fonte: Adaptado do SNIS (2021).

Nota-se que os valores de hidrometração (IN009) e de macromedicação (IN011) para Salgueiro são superiores aos valores estaduais e nacionais. A cidade também possui vantagem no comparativo quando o assunto é perdas na distribuição (IN049), onde o município apresentou um percentual de 36,78% enquanto para o mesmo período, que o estado e o país apresentaram, respectivamente, 45,95% e 40,25%.

Vale destacar ainda que, conforme os dados divulgados no SNIS (2021), 100% da população do município de Salgueiro são atendidas pelo sistema público de abastecimento de água (IN055) enquanto que, comparando toda a região nordeste, esse mesmo índice cai para 74,7%.

Considerando agora os aspectos financeiros, na Tabela 19 é possível observar alguns dos principais indicadores que retratam bem a situação econômica do setor de abastecimento de água do município.

Tabela 19 - Dados financeiros SNIS (2021) do sistema de abastecimento.

INDICADORES	SALGUEIRO	PERNAMBUCO	BRASIL
IN003 - Despesa total com os serviços por m³ faturado (R\$)	5,44	3,95	4,24
IN005 - Tarifa média de água (R\$/m³)	4,63	4,45	4,81
IN013 - Índice de perdas faturamento (%)	9,06	37,32	37,56

Fonte: Adaptado do SNIS (2021).

Com as informações financeiras, é possível verificar que no município de Salgueiro apenas 9,06% da água produzida não foi faturada (IN013), valor bem abaixo quando comparado aos valores estaduais e nacionais, apresentando ainda uma tarifa média de água para o ano de 2021 de 4,63 R\$/m³, abaixo do valor nacional, mas acima do valor praticado no Estado.

5.2.2 Sistema de esgotamento sanitário

O levantamento de dados sobre o sistema de esgotamento sanitário presente no município de Salgueiro foi realizado a partir da análise de 16 diferentes indicadores divulgados pelo SNIS, a partir de informações divulgadas e solicitadas diretamente a COMPESA e a partir da consulta das informações divulgadas pela ANA.

Apesar de todo esgoto que é coletado na cidade ser direcionado ao sistema de tratamento, é necessária uma análise mais profunda acerca das características que compõem todo o sistema, tendo em vista que boa parte do esgoto gerado ainda não é captado pela rede coletora.

5.2.2.1 Diagnóstico do sistema de esgotamento sanitário

Conforme dados do SNIS (2021), o município possuía uma população total estimada de 61.561 habitantes, sendo que 49.694 deles residiam na zona urbana. Tomando ainda como base as informações coletadas no SNIS, 49,82% da população urbana da cidade era atendida pelo sistema de esgotamento sanitário (IN024), a porcentagem reduzida para 40,21% considerando a população total do município (IN056).

Ainda sobre a cobertura da rede coletora, quando é feita a mesma análise considerando, dessa vez, os dados divulgados pelo IBGE (2010), é possível verificar

que a rede coletora atende majoritariamente a zona urbana do município, enquanto que a fossa rudimentar ainda persiste nos dias atuais, sendo comum principalmente na zona rural do município. Na Figura 27 é possível observar uma fossa rudimentar implantada em uma residência localizada na Aldeia Indígena Paula, situada nas proximidades do distrito quilombola de Conceição das Criolas, zona rural de Salgueiro.

Figura 27 Fossa rudimentar em residência localizada na zona rural de Salgueiro.



Fonte: Autor (2023).

Conforme dados fornecidos pelo IBGE (2010), o quantitativo de domicílios por diferentes formas da destinação final dos efluentes gerados pode ser melhor visualizado na Tabela 20.

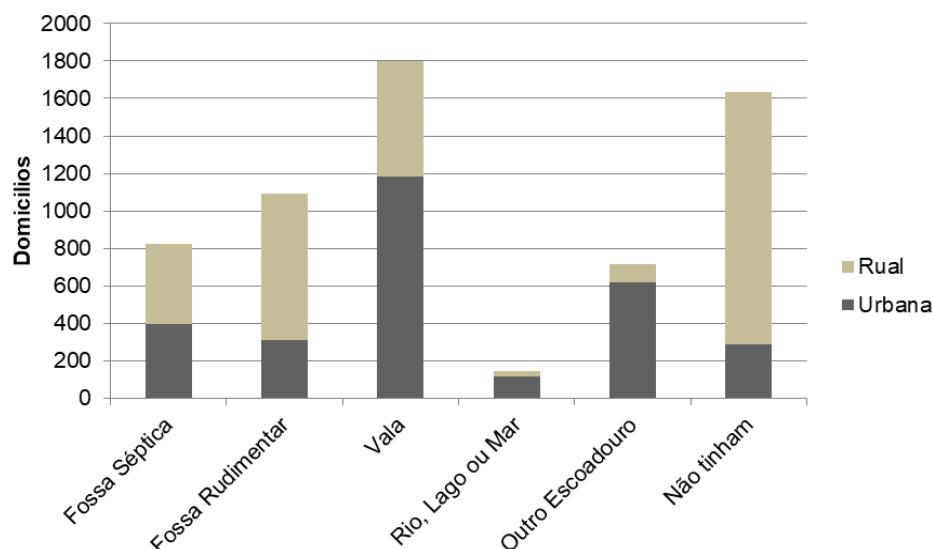
Tabela 20 - Quantidade de domicílio por tipos de esgotamento sanitário de Salgueiro.

FORMA DE DESTINAÇÃO	ZONA URBANA	ZONA RURAL	TOTAL
Rede Geral de Esgoto ou Pluvial	8272	540	8812
Fossa Séptica	397	429	826
Fossa Rudimentar	312	780	1092
Vala	1183	614	1797
Rio, Lago ou Mar	115	28	143
Outro Escoadouro	618	100	718
Não tinham	287	1346	1633

Fonte: Adaptado do IBGE (2010).

Nota-se que a maioria dos domicílios destinam seu esgoto gerado em rede geral de esgoto ou águas pluviais, entretanto, tal informação não pode ser interpretada como a quantidade total de domicílios que realizam a destinação correta, tendo em vista que despejo do esgoto gerado em rede pluvial também não é recomendado. Quando se tratando apenas dos domicílios que não são atendidos pela rede geral de esgoto ou pluvial, o resultado obtido pode ser melhor visualizado na Figura 28, onde é possível notar que a grande parte desses domicílios dispõe apenas de vala para o descarte do esgoto gerado.

Figura 28 - Número de domicílios por tipo de esgotamento em Salgueiro



Fonte: Adaptado do IBGE (2010).

Para uma melhor análise da situação atual, os indicadores relacionados ao sistema de esgotamento sanitário foram submetidos a uma comparação com relação aos dados nacional, regional e estadual. Os resultados podem ser visualizados na Tabela 21.

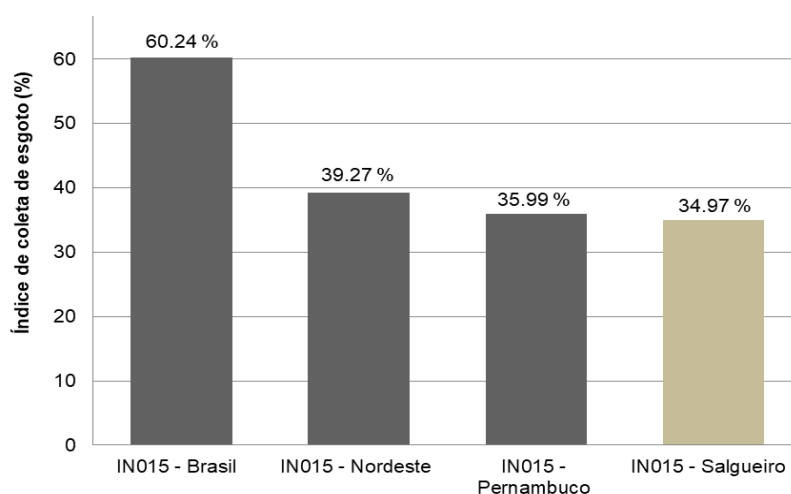
Tabela 21 - Comparativo entre dados do Esgotamento Sanitário.

INDICADORES SNIS (UNIDADE)	SALGUEIRO - PE	PERNAMBUCO	NORDESTE	BRASIL
IN015 - Índice de coleta de esgoto (%)	34,97	35,99	39,27	60,24
IN016 - Índice de tratamento de esgoto (%)	100,00	75,02	77,93	80,84
IN021 - Extensão da rede de esgoto por ligação (m/lig.)	14,62	12,92	8,69	10,00
IN046 - Índice de esgoto tratado referido à água consumida (%)	34,97	35,59	35,49	51,17

Fonte: Adaptado do SNIS (2021).

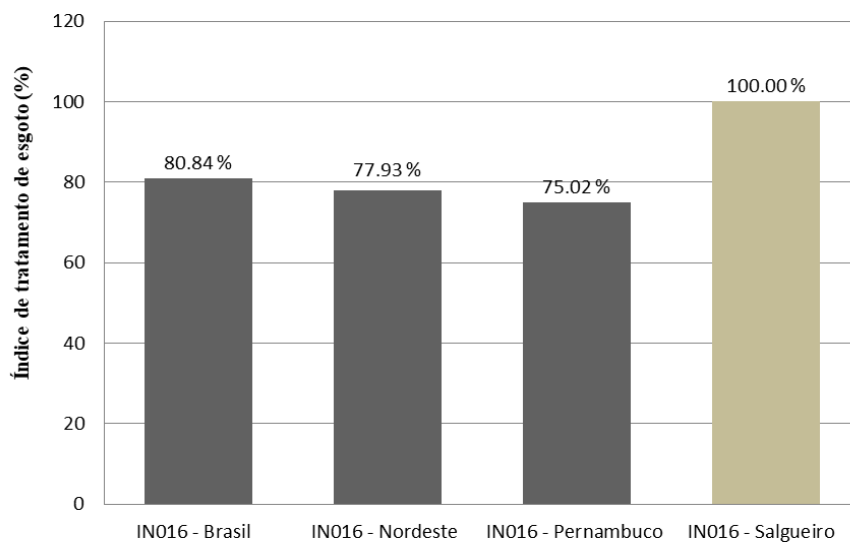
Os Figuras 29 a 32 ajudam na melhor visualização do comparativo demonstrado na tabela anterior deixando clara a posição da cidade em análise com relação aos resultados regionais, estaduais e nacionais.

Figura 29 - Comparativo dos resultados para o índice de coleta de esgoto (IN015).



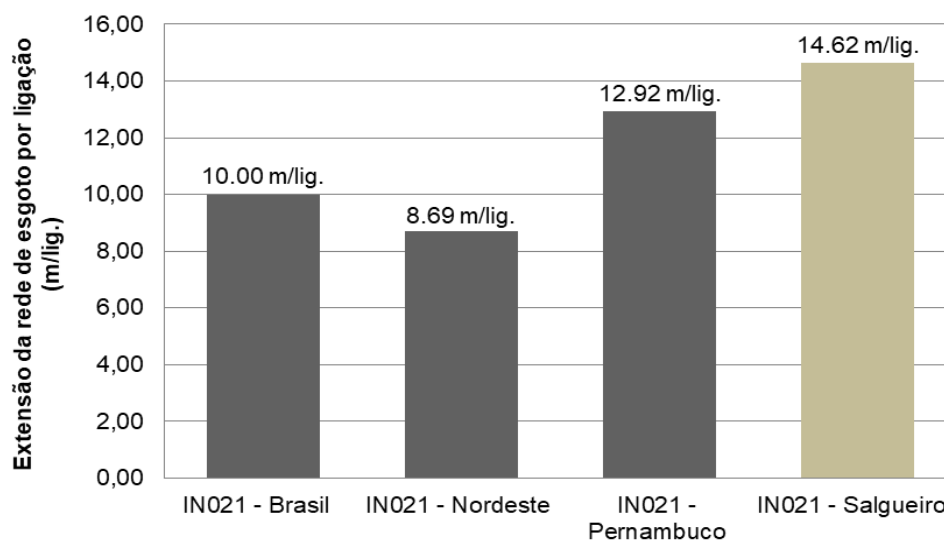
Fonte: Adaptado do SNIS (2021).

Figura 30 - Comparativo dos resultados para o índice de tratamento de esgoto (IN016).



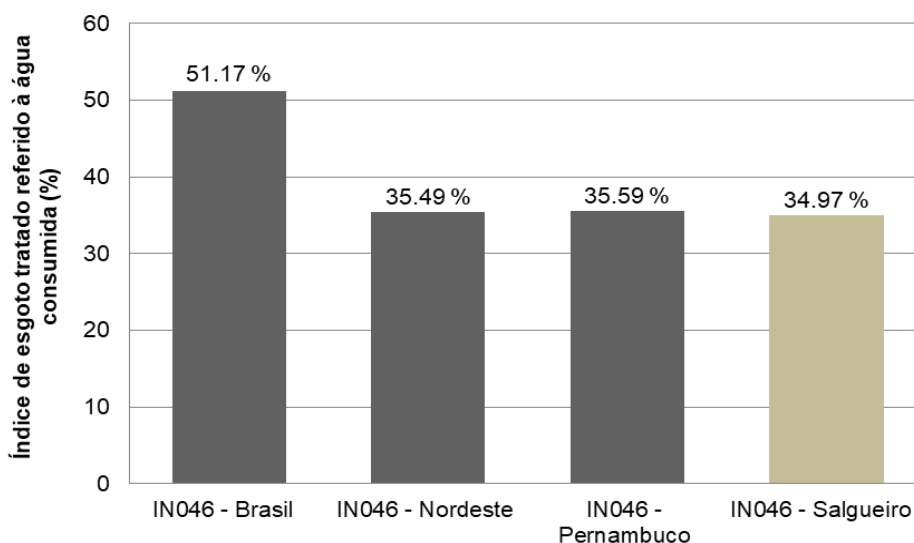
Fonte: Adaptado do SNIS (2021).

Figura 31 - Comparativo dos resultados para o índice de extensão de rede de esgoto por ligação (IN021).



Fonte: Adaptado do SNIS (2021).

Figura 32 - Comparativo dos resultados para o índice de esgoto tratado (IN046).



Fonte: Adaptado do SNIS (2021).

Conforme a análise do estudo comparativo, Salgueiro coleta 34,97% do esgoto gerado, valor inferior aos valores estaduais, regionais e nacionais, a cidade ainda apresenta apenas uma ligação de esgoto para cada 14,62 metros de extensão de rede, enquanto que a média para os estados nordestinos é de 8,69 m/lig. Com relação ao tratamento, a cidade de Salgueiro trata 100% do volume de esgoto coletado, contudo, quando se analisa a razão entre o volume de esgoto tratado e o volume de água consumida, a cidade de Salgueiro apresenta o valor de 34,97%, valor equivalente ao resultado obtido a nível estadual (35,59%) e a nível regional (35,49%), contudo ainda muito abaixo quando comparado aos valores nacionais (51,17%).

Na Tabela 22 é possível observar os principais dados quantitativos extraídos do banco de dados do SNIS considerando os últimos 5 anos de dados disponíveis para a cidade de Salgueiro.

Tabela 22 - Principais dados quantitativos relacionados ao esgotamento sanitário.

INDICADORES / SALGUEIRO	2021	2020	2019	2018	2017	UNIDADE
ES001 - População total						
atendida com esgotamento sanitário	24.756	24.457	24.358	21.483	21.738	Habitantes
ES002 - Quantidade de ligações ativa de esgoto	6.967	6.875	6.855	6.041	6.122	Ligações
ES0004 - Extensão da rede de esgoto	110,4	96,9	94,5	44,6	44,6	Km
ES0005 - Volume de esgoto coletado	718,1	703,9	757,3	684,3	779,1	m³/ano
ES0006 - Volume de esgoto tratado	718,1	703,9	757,3	684,3	779,1	m³/ano
ES026 - População urbana						
atendida com esgotamento sanitário	24.756	24.457	24.358	21.483	21.738	Habitantes

Fonte: Adaptado do SNIS (2021).

Com relação aos dados relacionados ao volume de esgoto gerado, pode-se destacar que, entre os anos de 2017 a 2021, o volume de esgoto coletado (ES005) foi totalmente tratado (ES006). Em 2021, a cidade coletou 718,10 m³ de esgoto para uma quantidade total de 6967 ligações ativas (ES002). As ligações ativas representam o quantitativo de ramais em pleno funcionamento que interligam os geradores de esgoto ao coletor público. Vale destacar o aumento da extensão da rede de esgoto (ES004), a qual apresentou um aumento de mais de 147% de 2017 até o ano de 2021. Entretanto, o volume de esgoto coletado (ES005) apresentou uma oscilação para o mesmo período de análise.

Outro balanço importante a ser analisado são as informações relacionadas aos aspectos financeiros e operacionais da coleta de esgoto realizada pelo município em questão. Na Tabela 23 estão representados os principais indicadores financeiros e operacionais com relação à rede coletora de esgoto da cidade de Salgueiro.

Tabela 23 – Indicadores financeiros e operacionais da rede de esgoto.

INDICADORES / SALGUEIRO	2021	2020	2019	2018	2017	UNIDADE
IN003 - Despesa total com os serviços por m ³ faturado	5,44	4,59	4,06	4,88	4,60	R\$/m ³
IN006 - Tarifa média de esgoto	4,27	3,81	3,46	3,48	3,25	R\$/m ³
IN015 - Índice de coleta de esgoto	34,97	35,04	34,58	33,81	34,83	%
ES007 – Volume de esgoto faturado	1033,36	1067,41	1092,19	982,03	1053,39	1.000 m ³ /ano

Fonte: Adaptado do SNIS (2021).

Com relação à despesa total com os serviços por m³ de esgoto faturado (IN003), os dados estão concentrados na faixa de 4,06 a 5,44 R\$/m³, representando um aumento de 18,26% quando comparado os valores para o ano de 2017 e 2021, enquanto a tarifa média de esgoto (IN006) variou de 3,25 a 4,27 R\$/m³ durante os cinco anos, o que representa um aumento de 31,38%. Durante esse mesmo período, o índice de coleta de esgoto (IN015) apresentou uma média de 34,65%, com o maior pico no ano de 2020, com apenas 35,04% de esgoto coletado, ressaltando ainda mais a necessidade de atenção e investimento para ampliação da coleta. O volume anual de esgoto debitado ao total das economias, para fins de faturamento (ES007), apresentou uma variação de 982,03 a 1092,19 x 1000 m³/ano.

5.2.2.2 Estação de Tratamento de Esgoto da cidade de Salgueiro.

A parcela de esgoto coletada é destinada à Estação de Tratamento de Salgueiro (ETE), mantida pela COMPESA e localizada no bairro Nossa Senhora Aparecida nas coordenadas 8° 4' 58.88" S e 39° 7' 28.54" O (Figura 33).

Figura 33 – Localização da ETE de Salgueiro.



Fonte: Google Maps (2023).

Conforme informações solicitadas em 2023, via ouvidoria da COMPESA, o sistema de tratamento presente no município é composto por reator UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket), filtro percolador biológico e decantador secundário ligados em sequência (Figura 34). O efluente tratado é despejado no riacho do Mandim, conforme informações do Atlas de Esgoto divulgadas pela Agência Nacional de Águas (ANA).

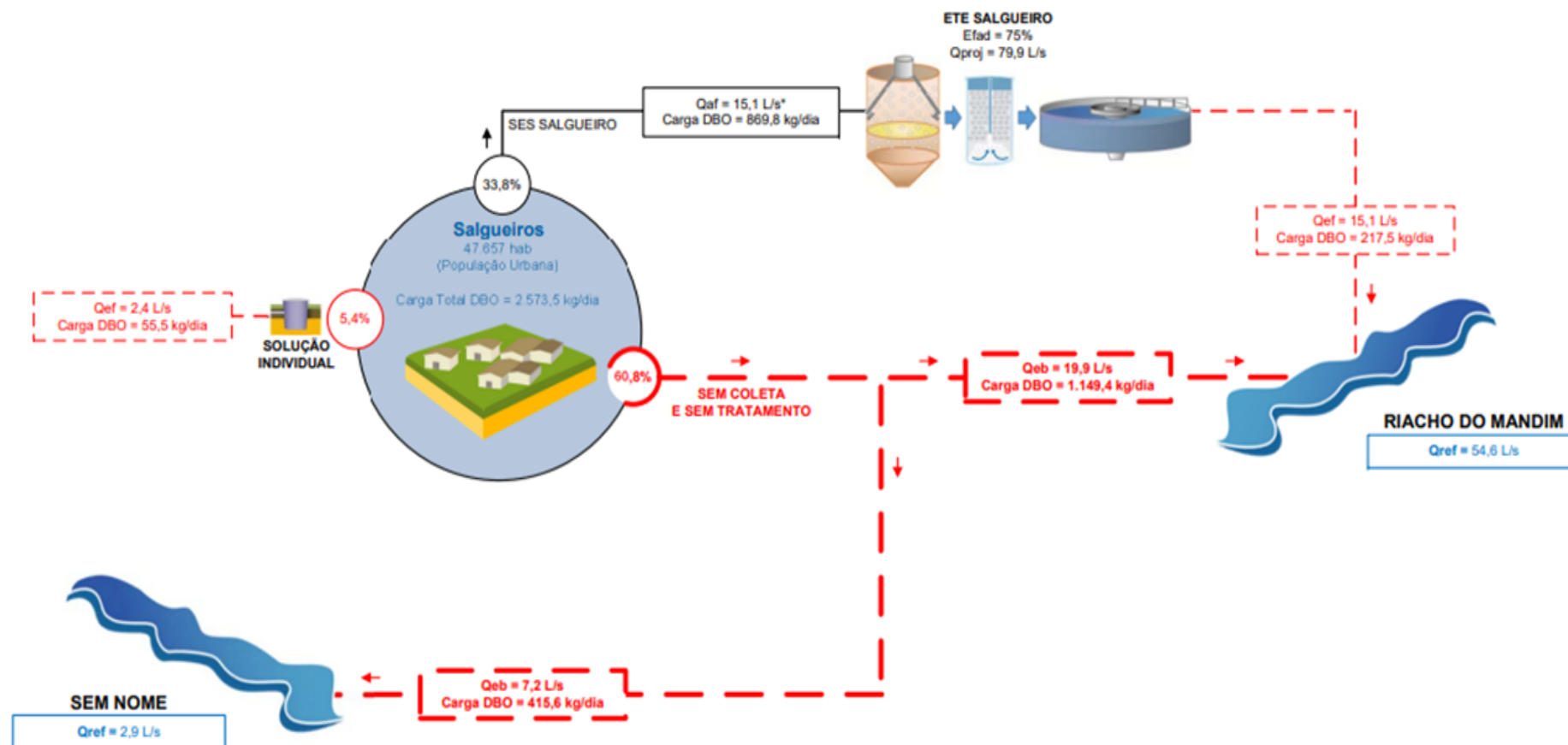
Figura 34 - ETE Salgueiro: a) Desarenador; b) UASB; c) Decantador secundário.



Fonte: COMPESA (2023).

Na Figura 35 é possível observar o esquema de tratamento de esgoto de Salgueiro.

Figura 35 - Sistema de tratamento existente em Salgueiro.



Fonte: ANA (2015).

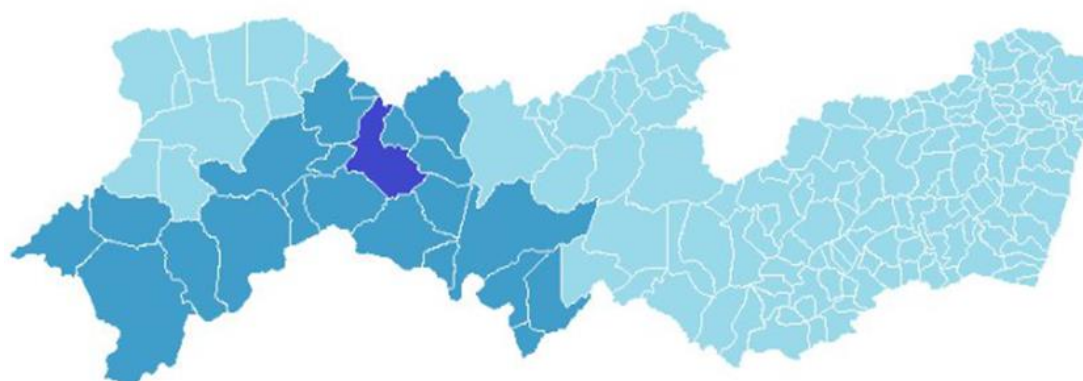
5.2.3 Sistema de gestão e manejo dos resíduos sólidos

O levantamento de dados sobre o sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos do município de Salgueiro possui a predominância de dados primários, obtidos via Secretaria de Serviços Públicos, obtendo assim informações reunidas após uma consulta direta à gestão do município de Salgueiro, Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), projeto de serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos publicados no ano de 2023, portal de acesso público do município e também os dados contidos nas plataformas digitais do IBGE, Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), além de sete indicadores do SNIS.

Segundo dados disponibilizados pela CPRH (2023), em Pernambuco, na região de desenvolvimento do Sertão Central, apenas Salgueiro e São José do Belmonte possuem plano de gestão de resíduos sólidos. Porém ainda faltam desenvolver o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS) e o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PIGRCC).

Salgueiro faz parte ainda do plano intermunicipal de resíduos sólidos do estado de Pernambuco, estando no agrupamento 7 deste plano junto com mais 21 municípios (Figura 36). O plano foi elaborado no ano de 2017, mesmo com um lapso temporal de aproximadamente 6 anos, foram consideradas as informações mais importantes para elaboração de estudo, viabilizando, em primeiro momento, o desenvolvimento adequado do diagnóstico.

Figura 36 - Localização dos municípios do agrupamento 7.



Fonte: IBGE, 2017

Legendas: ■ Municípios do agrupamento 7 ■ Município de Salgueiro

Fonte: Adaptado IBGE (2017).

5.2.3.1 Diagnostico dos serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólido

No ano de 2021, foram coletados ao total 19.935t de resíduos sólidos domiciliares (RDO) e de resíduos sólidos públicos (CO119) na cidade de Salgueiro. Na Tabela 24 é possível observar essa mesma informação dessa vez comparando com os resultados obtidos entre os anos de 2017 e 2021.

Tabela 24 - Resultado para o indicador CO119.

ANO	COLETADO (t)
SNIS 2021	19.935,0
SNIS 2020	13.119,0
SNIS 2019	13.119,0
SNIS 2018	12.191,0
SNIS 2017	32.400,0

Fonte: SNIS (2021).

Nota-se que o peso total coletado sofreu um acréscimo para o ano de 2021, contudo, o ano em que ocorreu maior coleta foi em 2017, com 32.400 toneladas de resíduos recolhidos.

5.2.3.2 Dados Organizacionais do sistema de coleta, transporte e destinação final dos resíduos sólidos

No Quadro 5 está explícito o resumo das competências desempenhadas pelo município com relação aos resíduos produzidos no município e também as lacunas que ainda precisam ser preenchidas para ter um gerenciamento adequado às diretrizes ambientais.

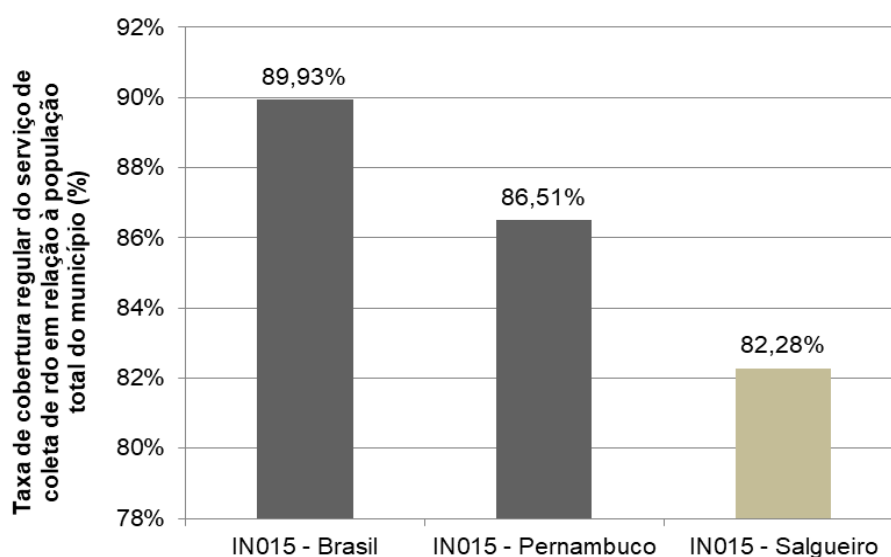
Quadro 05 - Dados organizacionais do município de Salgueiro.

RESPONSÁVEL PELO SERVIÇO DE COLETA	PREFEITURA MUNICIPAL
O município possui Plano Municipal de Gestão de Resíduos?	Sim
O serviço de coleta, transporte e destinação é cobrado?	Não
O município participa de algum consórcio intermunicipal ou de prestação de um ou mais serviço de manejo de RSU?	Não
Existe coleta seletiva no município?	Não
Existem catadores de material reciclável que trabalham dispersos na cidade?	Sim
Existem catadores organizados em cooperativas ou associações?	Não

Fonte: Adaptado do SNIS (2021).

A Figura 37 apresenta o comparativo com os dados do município, do estado e do país referentes ao ano de 2021, onde é possível observar o diagnóstico do acesso à coleta de resíduos sólidos domiciliares tanto para a população total, quanto considerando separadamente a população urbana e rural (IN015).

Figura 37 – População total atendida pelo serviço de coleta de RDO (IN015).



Fonte: Adaptado do SNIS (2021).

Os dados disponibilizados pelo estado de Pernambuco e pelo município de Salgueiro dentro da plataforma do SNIS referentes aos indicadores de resíduos sólidos podem ser observados na Tabela 25.

Tabela 25 – comparative dentre dados de coleta e cobertura de resíduos sólidos.

INDICADORES	PERNAMBUCO	SALGUEIRO	UNIDADE
IN016 - Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação à população urbana	96,83	100,00	%
IN014 - Taxa de cobertura do serviço de coleta domiciliar direta (porta a porta) da população urbana do município.	94,58	100, 00	%
IN028 - Massa de resíduos domiciliares e públicos (RDO+RPU) coletada per capita em relação à população total atendida pelo serviço de coleta	1,11	1,08	Kg/hab/dia
IN021 - Massa coletada (RDO + RPU) per capita em relação à população urbana	1,17	1,10	Kg/hab/dia
IN022 - Massa (RDO) coletada per capita em relação à população atendida com serviço de coleta	0,80	0,66	Kg/hab/dia

Fonte: Adaptado do SNIS (2021).

5.2.3.3 Estrutura Operacional e Coleta Regular

A área a qual abrange a prestação dos serviços de coleta contempla todos os bairros da cidade de Salgueiro-PE. A coleta também se estende para o perímetro rural, atendendo os quatro distritos e algumas localidades, sendo elas: Umãs, Varzea Redonda, Sitio novos, Santana, Sitio Recanto, Vila Negreiros, DNOCS, Boa Vista, Monte Alegre, Vasquez, Sitio Feijão, Queimadas Grande, Sitio Miguel, Campinhos, Bela Vista, Camarinha, Timbauba, Vila do Barredo, Monte Videu, Vila São Pedro, Vila São Joaquim, Acude Quebrado, Sitio Malicia, Conceição das Crioulas, Sitio Lagoinha, Cacimbinha, Penedo, Baixa da cacibinha, Pau ferro, Curral Velho, Alazão, Baixio Avatario, Contenes e Sitio Gravatá. Na Tabela 26 é possível observar informações sobre a população dos quatro distritos do município de Salgueiro.

Tabela 26 - População e distância da sede dos quatro distritos

DISTRITO	POPULAÇÃO	DISTÂNCIA DA SEDE (KM)
Conceição das carriolas	4000	41,5
Umãs	2100	27,8
Vasques	3000	27,8
Pau - Ferro	1900	19,2

Fonte: SALGUEIRO (2023).

A prefeitura, em seu site oficial, disponibiliza à população o cronograma de coletas na zona urbana do município, conforme pode ser observado por meio do Quadro 6.

Quadro 06 - Cronograma da coleta de resíduos sólidos da zona urbana.

DIAS DA SEMANA	PERÍODO	LOCAIS
Segunda – feira, quarta – feira e sexta- feira	Manhã	CEASA, Lot. Brisa da Serra, Cohab, Vila dos Funcionários, Copo de Cristal, Novo Salgueiro, Residencial Santo Antônio, BR – 116, Itamaraty, Perimetral Norte até Ginásio Poliesportivo, Plaza, Riachinho, Corpo de Bombeiros, Caravan, Nova Olinda e Privê.
	Tarde	Imperador, Primavera, Vila Garrancho, Alto das Abelhas, Castelinho e Prado.
Terça - feira, quinta – feira e sábado	Manhã	Nossa Senhora das Graças, Deósio Oliveira Lucas, Aurilia Sampaio Rocha, Edesio P. de Barros, Ambrosino Leite, Gisela Conserva, Augusta A., Sampaio, José de Brito Rosado, Noemia F., Vasconcelos, João Buique, Granja Aurora, Santa Margarida, Novo Everest, Lot. Asa Branca, Setor Faculdade, Museu, Caixa D'água, Rua Antônio Trapiá e Divino Espírito Santo.
	Tarde	Planalto, Lot. São Francisco, Lot. Monte Alegre, Santa Margarida e Pimenta.

Fonte: Adaptado de Salgueiro (2023).

O mesmo cronograma pode ser observado para a zona rural, onde, conforme informações publicadas no site oficial da prefeitura, a coleta é realizada uma vez por semana em diversas localidades (Quadro 7).

Quadro 07 - Cronograma da coleta de resíduos sólidos da zona rural.

DIAS DA SEMANA	LOCAIS
Segunda – feira	Umãs, Várzea Redonda, Sítio Novos, sítio Recanto e Vila Negreiros.
Terça - feira	DENOCS, Boa Vista, Monte Alegre, Vasquez, Sítio feijão, Queimada Grande e Sítio Miguel.
Quarta – feira	Campinhos, Bela Vista, Camarinha, Tambauba, Vila Barredo, Monte Videu, Vila São Pedro, Vila São Joaquim, Açude Quebrado e Sítio Malícia.
Quinta – feira	Conceição das Crioulas, Sítio Lagoinha, Cacimbinha, Penedo, Baixa da Cacimbinha, Pau Ferro, Curral Velho e Alazão.
Sexta – feira	Baixo Avatario, Umãs, Contes e Sítio Gravatá.

Fonte: Adaptado de Salgueiro (2023).

A Prefeitura Municipal de Salgueiro é a atual responsável pelo serviço de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, que contempla a limpeza urbana no município, com a coleta domiciliar e coleta de volumosos na zona urbana e rural, assim como a varrição, capinação, raspagem de linha d'água, pintura de meio-fio e roço manual, podaço, coleta de resíduos da construção civil e limpeza de canais e galerias de drenagem.

5.2.3.4 Panorama dos Serviços e da Mão de Obra Empenhada

Conforme disposto no Projeto de Serviços de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos (PSLUMRS) divulgado em janeiro de 2023, o quantitativo geral dos funcionários que fazem parte dos serviços de limpeza urbana, parte que compõe o gerenciamento de resíduos sólidos do município de Salgueiro, pode ser observado na Tabela 27.

Tabela 27 – Distribuição geral de colaboradores envolvidos com os serviços de coleta.

SERVIÇO	GARI DIVERSOS	GARI COLETORES	MOTO RISTA	ENCARR EGADO	PODADOR
Coleta e transporte de Resíduos Sólidos Domiciliares - Caminhão compactador 15 m ³ (diurno)	-	9	3	1	-
Coleta e transporte de Resíduos Sólidos Domiciliares - Caminhão compactador 12 m ³ (noturna)	-	3	1	-	-
Coleta e transporte de Resíduos Sólidos Domiciliares - Caminhão caçamba 10 m ³ (diurno)	-	2	1	-	-
Coleta e transporte de Resíduos Sólidos de Construção civil - Caminhão caçamba 10 m ³ (diurno)	-	2	2	-	-
Coleta e transporte de Resíduos Volumosos - Caminhão médio c/ carroceria de madeira	-	2	1	-	-
Coleta e transporte (Resíduos restolho, poda, roçado, canais, etc) - Caminhão médio c/ carroceria de madeira	-	2	1	-	-
Varrição de vias urbanas pavimentadas	52	-	-	1	-
Capinação e raspagem de ruas pavimentadas	15	-	-	-	-
Roçagem, capinação e Raspagem de áreas não pavimentadas e desocupadas	6	-	-	-	-
Limpeza de canais	8	-	-	-	-
Pinturas de guias e sarjetas	8	-	-	-	-
Podação	3	-	-	-	3
Limpeza de açude	2	-	-	-	-
TOTAL	94	20	9	2	3

Fonte: Adaptado de Salgueiro (2023).

Pode-se notar que, de forma geral, o município conta com o total de 128 funcionários ligados diretamente ao serviço de limpeza, coleta e transporte de resíduos sólidos. A quantidade de veículos disponíveis no município para realizar todos os serviços de coleta e destinação dos resíduos sólidos pode ser verificada na Tabela 28.

Tabela 28 - Veículos utilizados nos serviços de coleta.

SERVIÇO	QUANTIDADE	VEÍCULO
Coleta de resíduos sólidos domiciliares (RSD)	3	Caminhão compactador
Coleta de resíduos sólidos domiciliares (RSD)	1	Caminhão caçamba com capacidade de 10m ³
Podação	1	Caminhão F4000 com carroceria de madeira
Coleta de resíduos sólidos volumosos ou resíduos sólidos públicos (RSP)	1	Caminhão F4000 com carroceria de madeira
Coleta de resíduos sólidos da construção civil (RCC)	1	Caminhão basculante 10 m ³
Coleta de resíduos sólidos da construção civil (RCC)	1	Pá carregadeira/retroescavadeira.

Fonte: Adaptado de Salgueiro (2023).

5.2.3.5 Rotas de coleta e destinação final

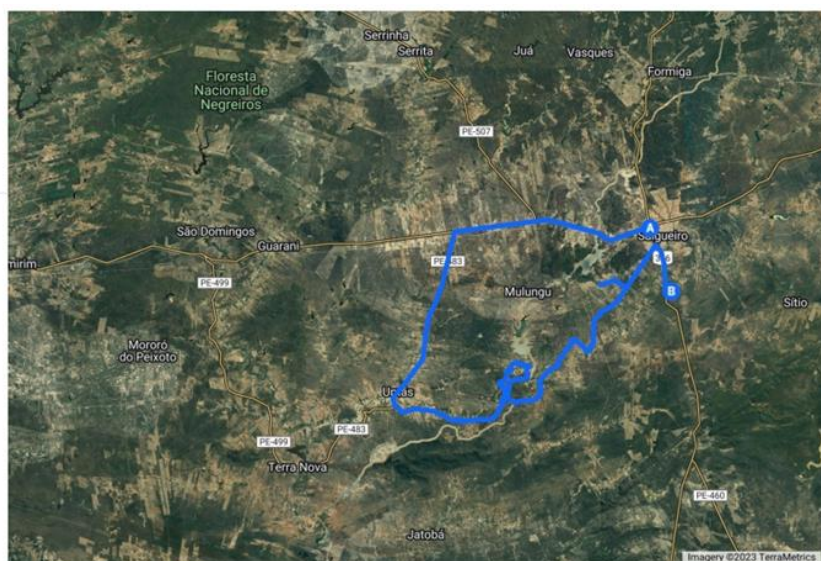
O Conforme o Projeto de Serviço de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos (PSLUMRS, 2023), foram projetadas seis rotas de coleta realizadas dentro do município para que sejam tomadas como base de cálculo para destinação dos recursos necessários para efetuar a limpeza nas comunidades da zona rural, levando em conta a sede e também os distritos conforme é possível verificar nas Figuras 38 a 43.

Figura 38 - Rota de coleta (Rota 1).

Rotas de Início das Rotas Ruais
até Estiada sem nome - Salgueiro,
PE, 56000-000, Brasil

A Início das Rotas Ruais

B Estiada sem nome - Salgueiro,
PE, 56000-000, Brasil



Fonte: SALGUEIRO (2023).

Figura 39 – Rota de coleta (Rota 2).

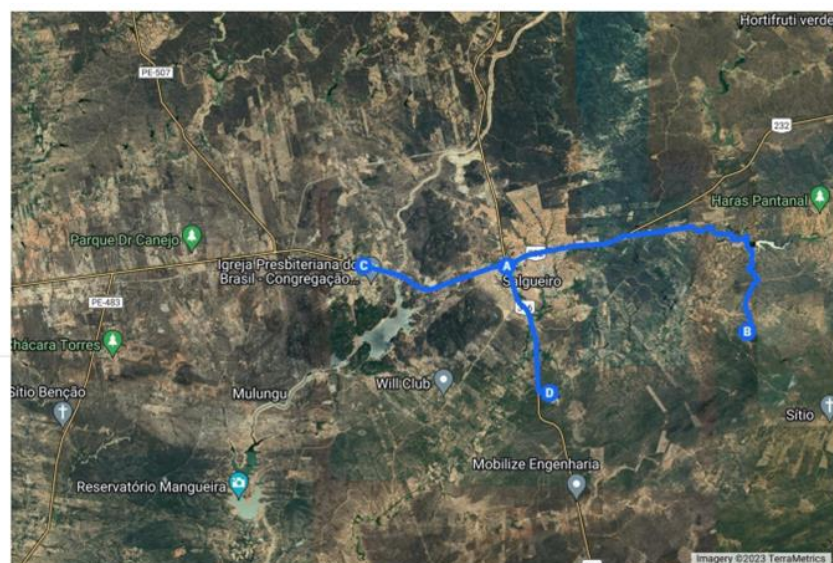
Rotas de Início das Rotas Ruais
até Estiada sem nome - Salgueiro,
PE, 56000-000, Brasil

A Início das Rotas Ruais

B Estiada sem nome -
Salgueiro, PE, 56000-000,
Brasil

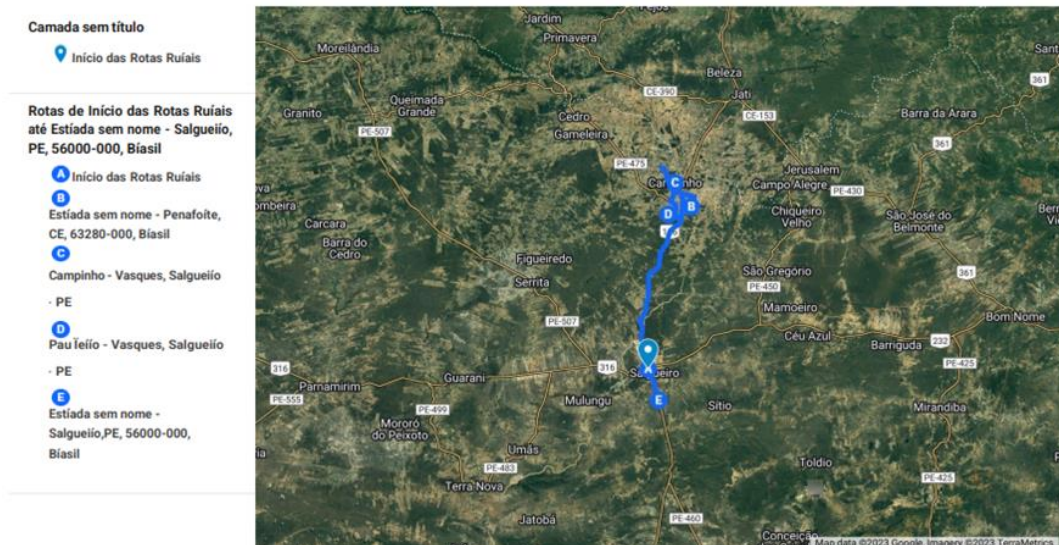
C BR-316 - Salgueiro, PE, 56000-000,
Brasil

D Estiada sem nome -
Salgueiro, PE, 56000-000,
Brasil



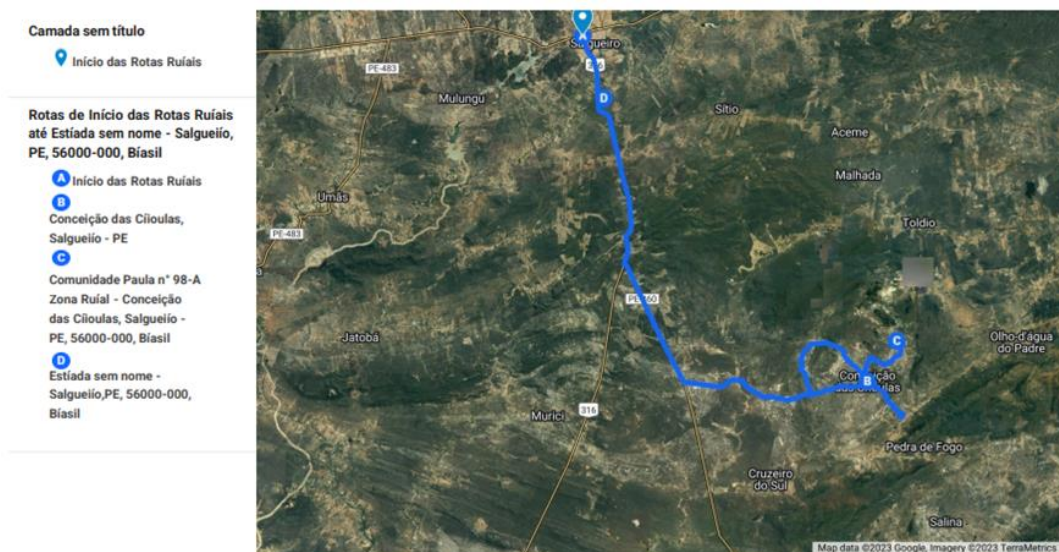
Fonte: SALGUEIRO (2023).

Figura 40 - Rota de coleta (Rota 3).



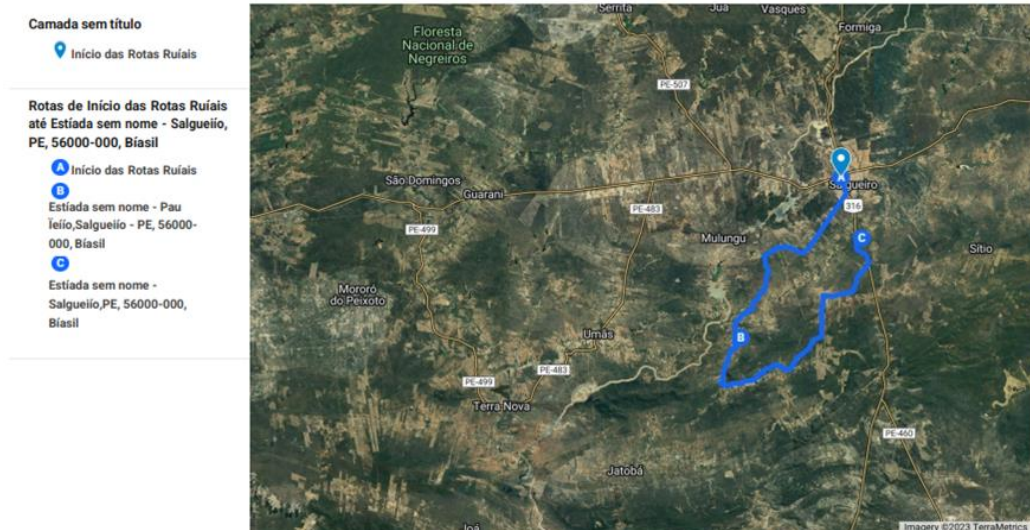
Fonte: SALGUEIRO (2023).

Figura 41 – Rota de coleta (Rota 4).



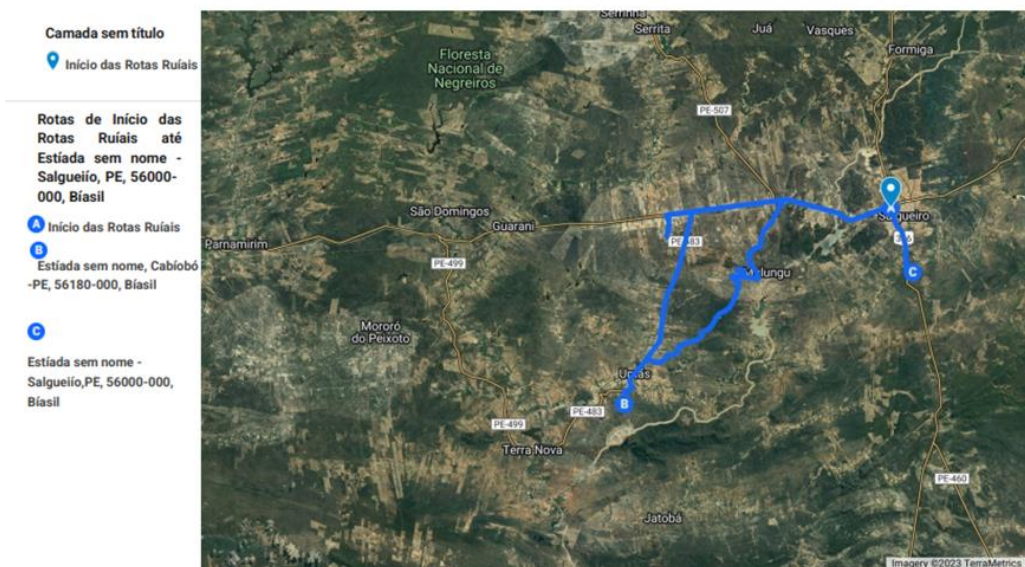
Fonte: SALGUEIRO (2023).

Figura 42 – Rota de coleta (Rota 05).



Fonte: SALGUEIRO (2023).

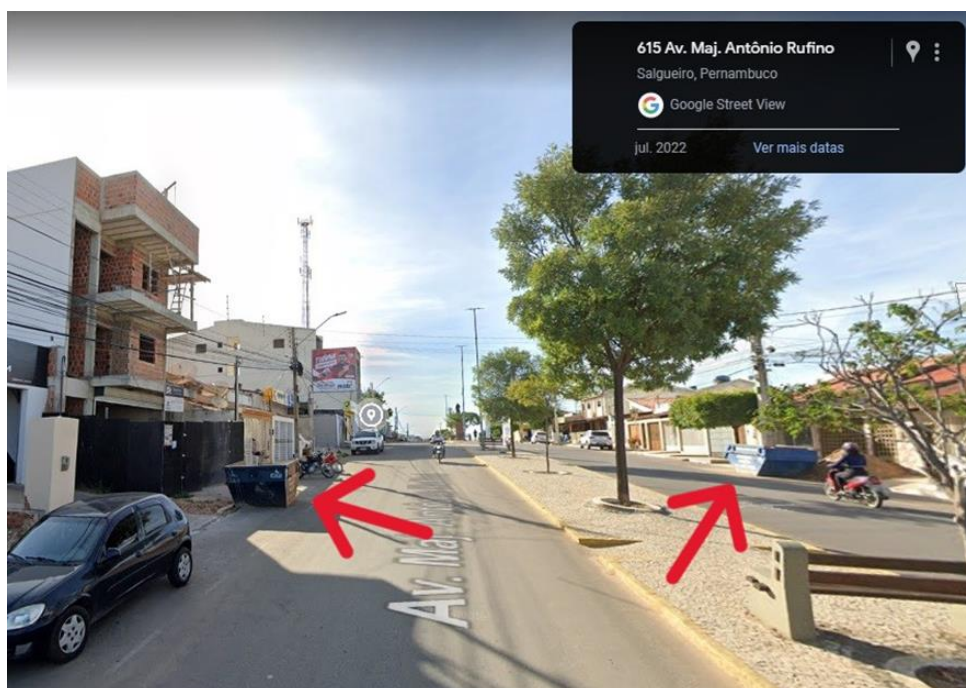
Figura 43 - Rota de coleta (Rota 6).



Fonte: SALGUEIRO (2023).

Percorrendo o município com auxílio do recurso Street View (Google Maps), foi possível identificar serviços de coleta de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) que também possui a destinação para o aterro sanitário do município de Salgueiro (Figura 44).

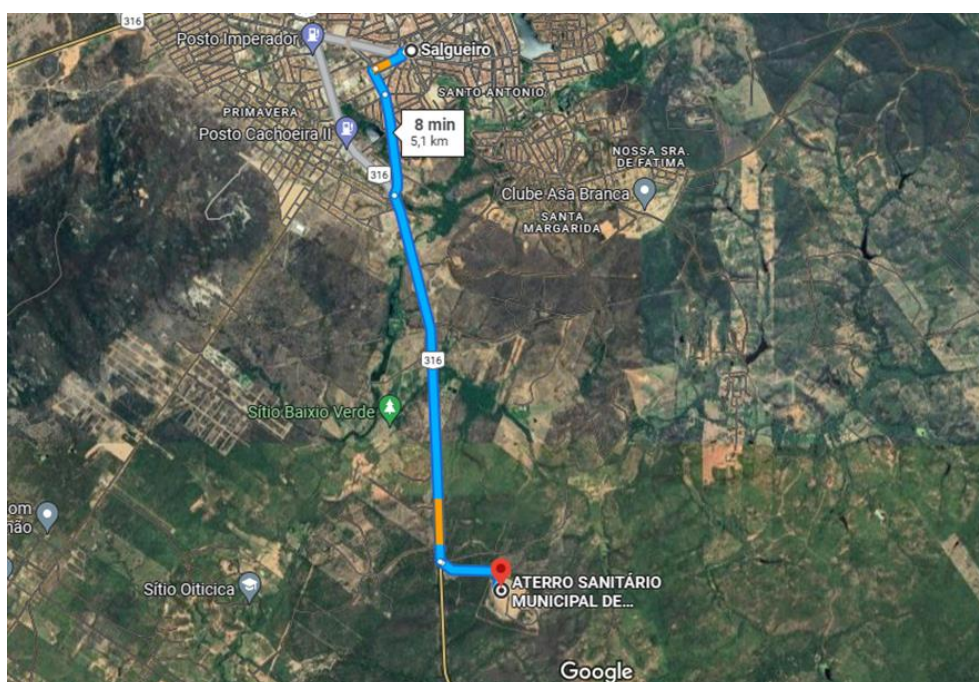
Figura 44 – Pontos de coleta de RCD.



Fonte: Google Maps (2022).

A destinação dos resíduos sólidos produzidos no município de Salgueiro é destinada ao aterro sanitário próprio que fica localizado na zona rural a aproximadamente 5 Km de distância da cidade (Figura 45).

Figura 45 - Rota do centro da cidade de Salgueiro até o aterro sanitário.



Fonte: SALGUEIRO (2023)..

Implantado em 2005, o aterro sanitário de Salgueiro (Figura 46) atende às especificações ambientais exigidas pela legislação e as normas técnicas vigentes no Brasil. A localização do aterro facilita a logística de toda a coleta, diminuindo os custos operacionais. No processo, o resíduo coletado é pesado e encaminhado para o destino adequado conforme a origem do resíduo domiciliar, público, hospitalar ou de origem de atividades ligadas à construção civil.

Figura 46 - Aterro sanitário de Salgueiro.



Fonte: SALGUEIRO (2019).

5.2.4 Sistema de drenagem e manejo das águas pluviais e urbanas

Assim como o fornecimento de água, a coleta e tratamento de esgoto, e a gestão de resíduos sólidos, a drenagem urbana também pode ser considerada como setor essencial para a garantia do equilíbrio do sistema de saneamento básico. Desempenhando uma função crucial, ela gerencia eficientemente as águas pluviais em ambientes urbanos, assegurando a estabilidade e a sustentabilidade dos sistemas hidrológicos nas cidades, reduzindo ainda as chances de danos sociais e ambientais. O diagnóstico contou com a análise de oito diferentes indicadores do SNIS 2021.

Localizada na região hidrográfica do São Francisco, a cidade de Salgueiro apresentou, segundo o SNIS (2021), uma despesa total com serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas de R\$ 97.983,30, sendo esses recursos aplicados na dragagem e desassoreamento de canais abertos, na manutenção de boca de lobo, poços de visitas, na manutenção e recuperação de sarjetas e redes de canais, limpeza em margens de lagos e cursos d'águas, etc.

5.2.4.1 Diagnostico dos serviços de drenagem e manejo das águas pluviais e urbanas

A drenagem urbana se inicia pelo escoamento superficial das águas de pluviais que atingem todo perímetro urbano do município, por sua vez, é necessária uma análise sobre a real condição das vias públicas levando em consideração a sua característica em dar vazão às águas de chuvas que chegam a sua superfície. Na Tabela 29 é possível verificar uma breve análise histórica sobre as características das vias públicas do município.

Tabela 29 - Caracterização das vias públicas.

INDICADORES	2021	2020	2019	UNIDADE
IE017 - Extensão total de vias públicas existentes em área urbana	390,40	390,40	390,40	Km
IE019 - Extensão total de vias públicas com pavimento e meio-fio	154	154	154	Km
IN020 - Taxa de Cobertura de Pavimentação e Meio-Fio na Área Urbana do Município	39,40	39,40	39,40	%
IN021 – Taxa de Cobertura de vias públicas com redes ou canais subterrâneos	5,30	5,30	5,30	%
IE024 - Total de vias públicas com redes ou canais de águas pluviais subterrâneos	20,62	20,62	20,62	Km

Fonte: Adaptado do SNIS (2021).

Os elementos de microdrenagem são fundamentais para o bom desempenho do sistema de drenagem urbana de qualquer cidade, para tanto é crucial que os mesmos estejam bem dimensionados em boas condições de operação. Na Tabela 30 é possível observar uma breve análise histórica sobre o quantitativo dos elementos de microdrenagem.

Tabela 30 - Quantitativo dos elementos de microdrenagem.

INDICADORES	2021	2020	2019	UNIDADE
IE021 - Quantidade de bocas de lobo existentes	100	100	100	Unida.
IE022 - Quantidade de bocas de leão ou bocas de lobo múltiplas	54	54	54	Unida.
IE023 - Quantidade de poços de visita (PV) existentes	632	632	632	Unida.

Fonte: Adaptado do SNIS (2021).

5.2.4.2 Dados organizacionais do sistema de drenagem e manejo das águas pluviais e urbanas

No Quadro 8 é possível observar as competências desempenhadas pelo município com relação ao sistema de drenagem e manejo das águas pluviais e urbanas, assim como as lacunas que ainda precisam ser preenchidas para ter um gerenciamento desse sistema.

Quadro 08 - Dados organizacionais do município de Salgueiro.

INFORMAÇÕES RELEVANTES	PREFEITURA MUNICIPAL
Existem sistemas de alerta de riscos hidrológicos (alagamentos, enxurradas, inundações) no município?	Sim
Existe mapeamento de áreas de risco de inundação dos cursos d'água urbanos?	Não
No ano de referência, houve alojamento ou reassentamento de população residente em área de risco hidrológico no município, durante ou após eventos hidrológicos impactantes?	Não
Existe Plano Diretor de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas no município?	Sim

Fonte: Adaptado do SNIS (2021).

5.3 ANÁLISE DO CUMPRIMENTO DAS PRINCIPAIS METAS LEGAIS

Nesta etapa, foi realizada a verificação do cumprimento das principais metas estabelecidas pela legislação atual a partir das análises de nove diferentes indicadores divulgados pelo SNIS 2022. As metas e os valores representativos ao município de Salgueiro podem ser verificados na Tabela 31, onde também é possível constatar o ano base determinado como prazo para o alcance das metas, assim como a situação presente no ano de 2022, último ano na qual os dados já estão disponíveis até o momento dessa pesquisa.

Tabela 31 - Análise do cumprimento das metas com base no SNIS 2022.

ABASTECIMENTO DE ÁGUA						
INDICADOR	FONTE	ANO BASE	META	SITUAÇÃO EM 2022		MAR GEM
IN055 - Índice de atendimento total de água	Lei 14.026/2020	2033	99,00%	100,00%	Atendida	-
IN049 - Índice de perdas na distribuição	Plansab (2019)	2023	41,00%	27,47%	Atendida	-
		2033	33,00%		Atendida	-
ESGOTAMENTO SANITÁRIO						
INDICADOR	FONTE	ANO BASE	META	SITUAÇÃO EM 2022		MAR GEM
IN056 - Índice de atendimento total de esgoto referido aos mun. atendidos com água	Lei 14.026/2020	2033	90,00%	39,69%	Não atendida	50,31 %
IN015 - Índice de coleta de esgoto	Lei 14.026/2020	2033	90,00%	29,98%	Não atendida	60,02 %
RESÍDUOS SÓLIDOS						
INDICADOR	FONTE	ANO BASE	META	SITUAÇÃO EM 2022		MAR GEM
IN005 - Auto-suficiência financeira nos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.	Planares (2022)	2040	75,00%	0% (Sem cobrança)	Não atendida	75,00 %
IN015 - Taxa de cobertura da coleta de RDO em relação à pop. Total	Planares (2022)	2020	86,10%	80,51%	Não atendida	5,59 %
		2024	89,60%		Não atendida	9,09 %
		2036	100,0%		Não atendida	19,49 %
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 %
		2040	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 %
		2040	45,00%		Não atendi	45,00 %

					da	
DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS						
INDICADOR	FONTE	ANO BASE	META	SITUAÇÃO EM 2022		MAR GEM
IN040 - Parcela de Domicílios em Situação de Risco de Inundação	Plansab (2019)	2023	2,00 %	0,00%	Atendi da	-
		2033	1,30 %		Atendi da	-

Fonte: Autor (2024).

A partir das informações apresentadas é possível constatar que o município possui três metas atendidas, são elas:

- IN055 - Índice de atendimento total de água: o município decretou que, em 2021, 100% da população foram atendidas com abastecimento de água, superando assim a meta de 99% estabelecida para 2033.
- IN045 - Índice de perdas na distribuição: o município decretou que, em 2021, apresentou 36,78% de perdas na distribuição, valor inferior à meta de 41% estabelecida para 2023.
- IN040 - Parcela de Domicílios em Situação de Risco de Inundação: o município decretou que, em 2021, não existia domicílio em situação de risco de inundação, valor inferior às metas de 2% e 1,3% estabelecidas para os anos de 2023 e 2033 respectivamente.

Contudo, a grande maioria das metas não foram atendidas pelo município, inclusive metas com prazo final já ultrapassados, como a taxa de cobertura da coleta de Resíduo Domiciliar (RDO) em relação à população total (IN015), taxa de recuperação de recicláveis em relação à quantidade de RSU (IN031) e a taxa de cobertura da coleta seletiva porta a porta (IN030) que possuíam metas previstas para o ano de 2020 e que não foram cumpridas.

Outro ponto negativo são as metas em que estão dentro do prazo para serem cumpridas, porém apresentam valores relativamente altos para que alcance a margem ideal, como a autossuficiência financeira nos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos (IN005) em que o município, que até o ano de 2021 ainda não praticava cobrança, precisa estabelecer uma forma de arrecadação de maneira

a garantir um patamar de sustentabilidade financeira de até 75% para manutenção desses serviços. Outro indicador com valor muito abaixo do desejado é o Índice de coleta de esgoto (IN015), que necessita de grandes melhorias para que conquiste um incremento de no mínimo 55% no serviço de coleta até o ano de 2033.

Dessa forma, nas próximas seções serão discutidas as necessidades de melhorias nos setores que correspondem todo o sistema básico de saneamento a partir da execução da projeção dos principais indicadores com o intuito de atingir as metas pré estabelecidas pela legislação respeitando os prazos máximos definidos, bem como serão apresentadas as ações e metas juntamente com suas respectivas medidas, para atingir os objetivos correspondentes. Para tanto, é necessário considerar a projeção populacional da cidade de Salgueiro.

5.4 PROGNÓSTICO E ALTERNATIVAS PARA O CUMPRIMENTO DAS METAS

O prognóstico dos indicadores foi realizado visando a estipulação de um cenário de referência e outro cenário conservador. Dessa forma, o cenário de referência deve ser planejado estipulando melhorias nos serviços e visando otimização dos sistemas, presumindo que a situação atual nos quatro componentes do saneamento básico seja afetada ao longo do tempo, observando uma tendência de crescimento ou decréscimo uniforme e constante, ocorrendo ao longo de um horizonte máximo de tempo, definido conforme o prazo limite estabelecido pela legislação de modo que os principais indicadores alcancem as metas estipuladas pela legislação ambiental.

Para o cenário conservador será proposto que os indicadores sofram um incremento em seus valores, porém de modo a acompanhar apenas a sua tendência de crescimento, ou seja, seguindo um ritmo abaixo do cenário de referência com um incremento ditado conforme os resultados apresentados nos anos anteriores e não considerando que os setores receberão grandes investimento que fujam do padrão adotado no passado recente. O Quadro 09 apresenta as principais características do cenário conservador.

Quadro 09 - Principais características dos cenários de referência e conservador.

ABASTECIMENTO DE ÁGUA		
INDICADOR	CENÁRIO DE REFERÊNCIA	CENÁRIO CONSERVADOR
IN055 - ATENDIMENTO TOTAL DE ÁGUA	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.
IN022 - CONSUMO MÉDIO PER CAPITA	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 145.20 l/hab./dia ao longo de todo o período, mantendo o volume de água consumido constante.
AG006 - VOLUME DE ÁGUA PRODUZIDO	Considerar aumento do volume produzido conforme capacidade do sistema atual, chegando a $5346.05 \times 10^3 \text{ m}^3$ em 2033, conforme informação divulgada pela COMPESA (2022).	Manter a produção em $4663.24 \times 10^3 \text{ m}^3$, conforme valor apresentado no SNIS 2022.
ESGOTAMENTO SANITÁRIO		
INDICADOR	CENÁRIO DE REFERÊNCIA	CENÁRIO CONSERVADOR
IN056 - ÍNDICE DE ATENDIMENTO TOTAL DE ESGOTO	Considerar que o município receberá investimento necessário para a ampliação do sistema de coleta e tratamento, alcançando uma taxa de crescimento uniforme de 8,90% ao ano de modo a atingir um percentual de 90,04% da população total atendida em 2033.	Considerar que o município receberá investimento necessário para a ampliação do sistema de coleta e tratamento seguindo uma taxa de crescimento de 3,45% ao ano, seguindo o valor médio anual obtido entre os anos de 2015 até 2022, atingindo um percentual de 51,19% da população total atendida em 2033.
IN015 - ÍNDICE DE COLETA DE ESGOTO	A ampliação prevista para o sistema de coleta de esgoto com um crescimento uniforme de 8,90% ao ano e o aumento do consumo per capita de água irá impactar também no crescimento anual do volume de esgoto coletado, de modo a atingir uma taxa de coleta mínima de 90% do volume de esgoto gerado até 2033.	A ampliação prevista para o sistema de coleta de esgoto a manutenção do consumo per capita de água irá impactar também no crescimento anual do volume de esgoto coletado, de modo a atingir uma taxa de coleta de apenas 57,63% em 2033. ¹
RESÍDUOS SÓLIDOS		

INDICADOR	CENÁRIO DE REFERÊNCIA	CENÁRIO CONSERVADOR
IN005 - AUTO-SUFICIÊNCIA FINANCEIRA	Adotar política de cobrança pelo serviço de coleta de RSU, com a aplicação não apenas de taxa de cobrança direta como também a adoção de outras formas de arrecadação de modo que o valor per capita arrecadado inicialmente seja acessível e aumente ao longo do tempo até atingir o valor superior a 75% em 2040.	Adotar política de cobrança pelo serviço de coleta de RSU, com a aplicação de taxa de cobrança direta de modo que o valor per capita arrecadado inicialmente e a estimativa de crescimento do valor arrecadado seja conforme dados apresentados por cidade de mesmo porte e com a mesma faixa populacional de Salgueiro.
IN015 - TAXA DE COBERTURA DA COLETA (RDO) EM RELAÇÃO A POP. TOTAL	Ampliação da coleta direta de modo a alcançar 100% da população urbana e rural, incluindo estabelecimentos comerciais, até o ano de 2040.	A cobertura da coleta seguirá a tendência de queda, priorizando a cobertura na zona urbana.
IN030 – COBERTURA DA COLETA SELET. PORTA A PORTA EM RELAÇÃO A POPULAÇÃO URBANA	Elaborar e Implantar plano de coleta seletiva, abrangendo a coleta do tipo porta a porta para diversas áreas do município, priorizando também as parcerias com a iniciativa privada e com os grandes geradores. Promover campanhas educativas de modo a inteirar sobre a importância ambiental e incentivando a adesão da população à coleta seletiva. Reservar esforços para a busca de emendas direcionadas para o investimento no setor de forma a ampliar o número de catadores registrados e a abrangência do serviço ao longo do tempo, chegando a cobertura de 45% da população urbana.	Implantação do sistema de coleta seletiva do tipo porta a porta com investimento reduzido, buscando atender a população urbana, mas sem grandes incentivos a associações/cooperativas.
IN031 - TAXA DE RECUP. COM RELAÇÃO À QUANT. DE DE RSU	Com a implantação da coleta seletiva será dado início ao investimento e incentivos para diversos segmentos do setor de reciclagem, contribuindo para a eficiência nas etapas de triagem, trazendo melhorias estruturais e administrativas para cooperativas/associações. Captação de recursos para aquisição de máquinas, equipamentos e para construção do galpão de triagem, aumentando a capacidade do processamento dos materiais coletados. Promover parcerias com indústrias e empresas compradoras, trazendo melhor retorno financeiro aos catadores. Implantar controle de gestão sobre os resíduos com logística reversa obrigatória. A taxa de recuperação atingirá 11,50% até o prazo limite.	A ausência de investimento e incentivo resulta em estruturas físicas e administrativas precárias das organizações de catadores. O não planejamento adequado das ações diminui a eficiência da coleta seletiva.
DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS		

INDICADOR	CENÁRIO DE REFERÊNCIA	CENÁRIO CONSERVADOR
IN040 - PARCELA DE DOMICÍLIOS URBANOS EM RISCO DE INUNDAÇÃO	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, mantendo a extensão total da rede e de canais em 20,62 Km. Essências de campanhas educativas.

Fonte: Autor (2024)

5.4.1 Abastecimento de água

Dentre as metas relacionadas aos indicadores dos sistemas de abastecimento de água estabelecidas pela legislação está a necessidade do atendimento total de água (IN055) que em 2022 já apresentava o valor de 100% conforme dados fornecidos ao SNIS (2022), cumprido a meta estipulada pela Lei 14.026/2020 para o ano de 2033 que determina que pelo menos 99% da população total atendida com abastecimento de água. Na Equação 08 é possível verificar o cálculo necessário para a estimativa.

$$IN055 = \left(\frac{AG001}{População\ total} \right) \times 100 \quad Eq. 08$$

- AG001: população total atendida com abastecimento de água
- IN055: atendimento total de água

Dessa forma, para projeção do cenário de referência será considerado que a cobertura do sistema de abastecimento de água (AG001) cresça 2,54% em 2023 e mantenha na mesma proporção do crescimento populacional da cidade (+0,94%), já para a projeção do cenário conservador será mantida a capacidade de produção de água mesmo com crescimento populacional esperado para o município (Tabela 32).

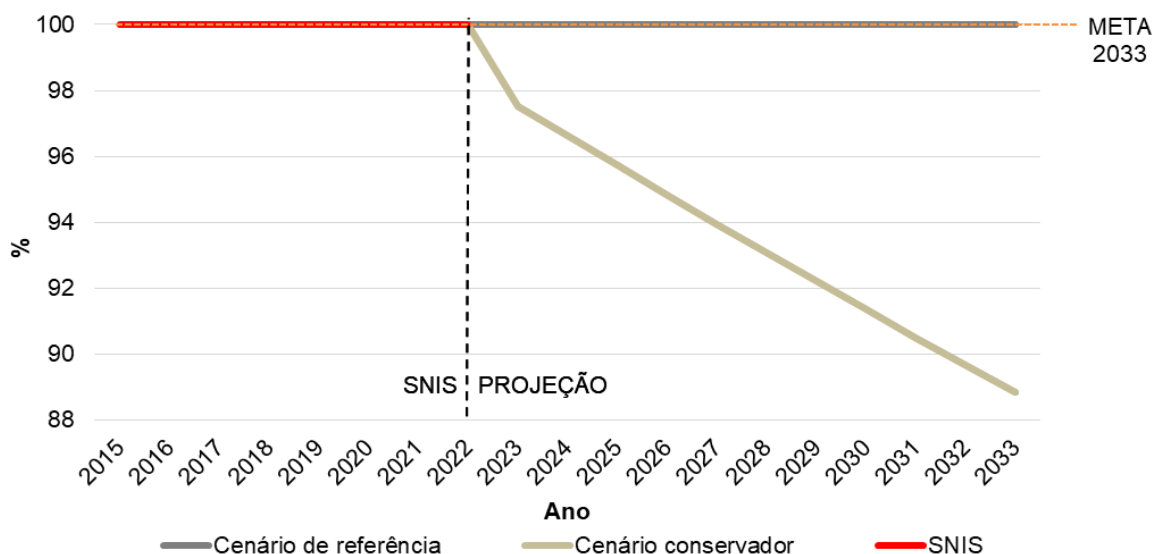
Tabela 32 - Projeção da taxa de atendimento total de água.

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		+0,94%	-	-	-
ANO	POP. TOTAL	Habitantes	%	Habitantes	%
2023	63.953	63,953	100	62,372	97.53
2024	64.554	64,554	100	62,372	96.62
2025	65.161	65,161	100	62,372	95.72
2026	65.774	65,774	100	62,372	94.83
2027	66.392	66,392	100	62,372	93.95
2028	67.016	67,016	100	62,372	93.07
2029	67.646	67,646	100	62,372	92.20
2030	68.282	68,282	100	62,372	91.34
2031	68.924	68,924	100	62,372	90.49
2032	69.572	69,572	100	62,372	89.65
2033	70.226	70,226	100	62,372	88.82

Fonte: Autor (2024).

Na Figura 47 é possível verificar a evolução do atendimento total de água (IN055) conforme projeção dos cenários estabelecidos.

Figura 47 - Projeção do índice de atendimento total de água (IN055).



Fonte: Autor (2024).

Com relação ao índice de perdas na distribuição (IN049), o valor apresentado no SNIS (2022) foi de 27,47%, valor esse já suficiente para atingir as metas, estabelecidas no Plansab (2019), de 33%, para o ano de 2033. Vale destacar que entre os anos de 2015 e 2021 o indicador apresentou valores superiores a meta estabelecida pela legislação.

A alteração brusca do indicador IN049 em 2022 é justificada devido ao grande aumento da disponibilidade de água para abastecimento da população (AG006) nesse ano, o que afetou significativamente alguns indicadores ligados ao abastecimento de água, com exceção do volume de água utilizados em atividades operacionais (AG024) que se manteve dentro da faixa apresentada nos anos anteriores (Tabela 33).

Tabela 33 – Efeitos da ampliação do sistema de captação 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 2015	3975,14	94,50	2055,45	576,38	39,52
SNIS 2016	3739,76	92,88	2032,11	358,44	39,90
SNIS 2017	4026,57	101,67	2237,11	457,20	37,32
SNIS 2018	3936,82	91,62	2024,25	397,05	42,81
SNIS 2019	3816,79	98,74	2190,09	148,09	40,30
SNIS 2020	3792,02	90,09	2008,74	330,34	41,97
SNIS 2021	3436,57	91,62	2053,48	188,47	36,78
MÉDIA 2015 - 2021	3817,67	94,45	2085,89	350,85	39,80
RESULTADO SNIS 2022	4663,24	142,91	3232,23	200,51	27,57
Evolução	+22,15%	+51,31%	+54,96%	-45,85%	-30,73%

Fonte: Adaptado do SNIS (2024).

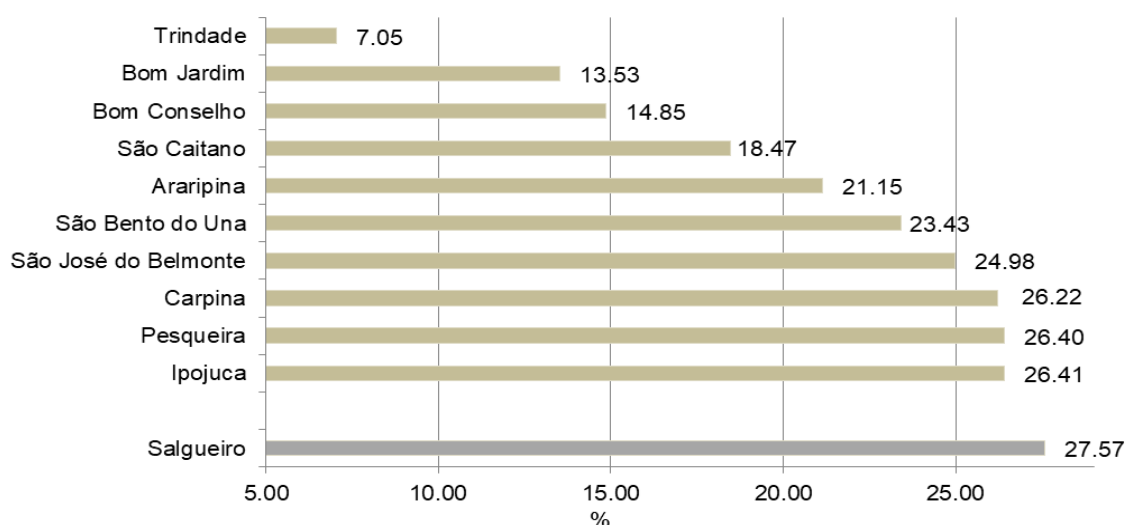
Com essa alteração expressiva, considerando a média entre os anos de 2015 até 2021, o volume de água produzido (AG006) em 2022 sofreu uma alteração de +22,15%, esse grande aumento da disponibilidade de água provocou uma alteração expressiva para os indicadores de consumo médio *per capita* de água (IN022) que chegou ao valor de 142,91 l/habitante/dia, valor esse dentro do intervalo de 120 até 220 l/habitante/dia estipulado por Von Sperling (2005) para cidades com população entre 50.000 a 250.000 habitantes.

Esse resultado proporcionou, conseqüentemente, alterações consideráveis no volume de água consumido (AG010) e no índice de perdas na distribuição (IN049) que apresentaram, respectivamente, no ano de 2022, uma alteração de +54,96% e -30,73% em relação à média obtidas considerando os sete anos anteriores.

É importante destacar que mesmo a cidade já apresentando valor que atenda a meta estipulada para o IN049 para o ano de 2033, ao analisar o comparativo entre

a cidade e os resultados apresentados pela SNIS (2022) para os dez melhores municípios pernambucanos com população entre 30.001 e 100.000 habitantes, considerando apenas serviços prestados pela COMPESA, Salgueiro encontra-se fora do limite superior apresentado (Figura 48).

Figura 48 - As dez cidades pernambucanas atendidas pela COMPESA e com melhores resultados para o indicador IN049 (2022), pertencente à mesma faixa populacional de Salgueiro.



Fonte: Autor (2024).

Percebe-se que a cidade com o melhor resultado é Trindade com 7,05%, enquanto que a décima colocada na lista é a cidade de Ipojuca com uma porcentagem de 26,41% e a média considerando os 10 melhores resultados é de 20,25%. Dessa forma, mesmo que a meta estabelecida para o indicador IN049 já foi alcançada no ano de 2022, entretanto será considerada uma projeção de modo a baixar ainda mais esse valor até o ano de 2033.

Conforme informações da COMPESA (2022), a partir de janeiro de 2022 entrou em operação na cidade de Salgueiro o seu novo sistema de captação de água. Implantada a partir do investimento do Governo Estadual, o sistema gerou um grande aumento no volume de água disponível para o abastecimento da cidade (AG006), inserindo ao sistema presente um potencial crescimento na captação de até 40%.

O empreendimento inaugurado incluiu a instalação de uma nova estrutura de captação de água no Reservatório de Negreiros e na implantação de seis quilômetros de adutora para conectar ao Sistema Integrado do Sertão, assegurando um fluxo de água adequado que resultará em um substancial melhoria no abastecimento de água

da cidade.

Conforme a Tabela 32, o valor médio do indicador AG006, considerando os anos anteriores a inauguração do novo sistema de captação de água de Salgueiro, desse modo, visando manter a previsão atual estabelecida pela concessionária de ganho de até 40% no volume de água produzido com relação a média dos anos anteriores, foi estipulado para o cenário de referência o acréscimo anual de +1,25% sobre o volume de água produzido até o ano de 2033, quando esse volume alcançaria o valor de 5.346,05 x 1.000 m³. Para o cenário conservador, será mantido o valor de 2022 de 3817,67 x 1.000 m³.

Visando uma projeção otimista, para o cenário de referência, o volume de água consumido sofrerá um aumento de +1,60% para a projeção o mesmo consumo médio *per capita*, de modo a atingir o valor de 170 l/habitante/dia até o ano de 2033, enquanto que para o cenário conservador será mantido o consumo per capita como 142,91 l/habitante/dia.

Ainda observando a Tabela 31, nota-se que o volume de água produzido de serviço (AG024), que é o volume usado para atividades operacionais e especiais, não possui relação direta com os demais indicadores, dessa forma será considerado o valor médio de 350,85 x 1.000 m³ obtidos entre os anos de 2015 e 2021, na projeção. Outro indicador que interfere diretamente no índice de perdas na distribuição é o volume de água consumido (AG010), esse foi calculado a partir da Equação 09, tomando como base a fórmula do IN049.

$$IN049 = \frac{AG006 - AG010 - AG024}{AG006 - AG024} \times 100 \quad Eq. 09$$

- 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)

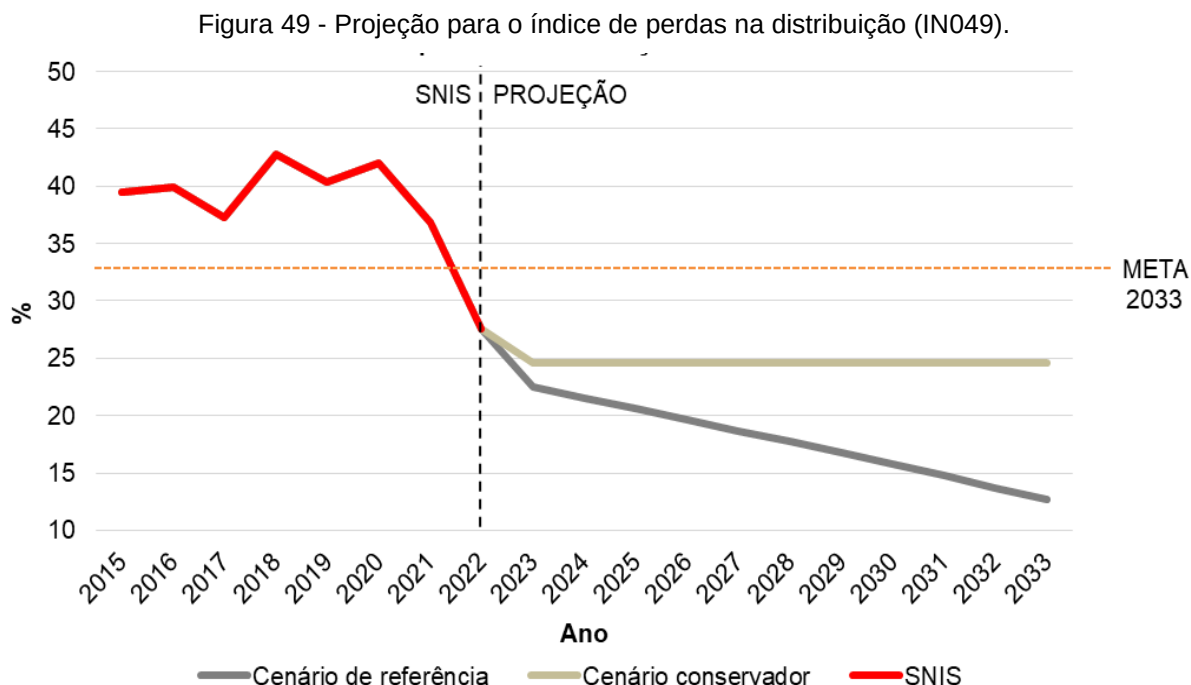
Na Tabela 34 é possível observar a projeção do do índice de perdas na distribuição.

Tabela 34 - 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 PRODUZIDO	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	POP. TOTAL	1.000 m³	L/hab./dia	1.000 m³	1.000 m³	%	1.000 m³	L/hab./dia	1.000 m³	1.000 m³	%
2023	63.953	4721,53	145,20	3389,31	350,85	22,45	4663,24	142,91	3253,46	350,85	24,56
2024	64.554	4780,55	147,52	3475,91	350,85	21,53	4663,24	142,91	3253,46	350,85	24,56
2025	65.161	4840,31	149,88	3564,72	350,85	20,60	4663,24	142,91	3253,46	350,85	24,56
2026	65.774	4900,81	152,28	3655,80	350,85	19,65	4663,24	142,91	3253,46	350,85	24,56
2027	66.392	4962,07	154,71	3749,21	350,85	18,69	4663,24	142,91	3253,46	350,85	24,56
2028	67.016	5024,10	157,19	3845,00	350,85	17,72	4663,24	142,91	3253,46	350,85	24,56
2029	67.646	5086,90	159,71	3943,25	350,85	16,74	4663,24	142,91	3253,46	350,85	24,56
2030	68.282	5150,48	162,26	4044,00	350,85	15,74	4663,24	142,91	3253,46	350,85	24,56
2031	68.924	5214,86	164,86	4147,32	350,85	14,73	4663,24	142,91	3253,46	350,85	24,56
2032	69.572	5280,05	167,49	4253,29	350,85	13,71	4663,24	142,91	3253,46	350,85	24,56
2033	70.226	5346,05	170,17	4361,97	350,85	12,68	4663,24	142,91	3253,46	350,85	24,56

Fonte: Autor (2024).

Na Figura 49 é possível verificar a evolução do índice de perdas na distribuição (IN055) conforme projeção dos cenários estabelecidos.



5.4.2 Esgotamento sanitário

Com relação a subárea de esgotamento sanitário, ambos os indicadores, índice de coleta de esgoto (IN015) e índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água (IN056), apresentaram valores abaixo das metas estabelecidas pela legislação, conforme dados do SNIS (2022). Dessa forma, serão realizadas as projeções desses indicadores seguindo o cenário de referência e conservador.

O indicador IN056, calculado a partir da razão entre a população total atendida com esgotamento sanitário e a população total do município, apresentou o valor de 39,69%, enquanto que a meta estipulada para o ano de 2033 é de 90%, portanto fica patente a necessidade de ampliação do sistema atual.

Desse modo será estipulado, para o cenário de referência, o crescimento anual uniforme de +8,90% da população total atendida de modo a atingir o valor de referência estipulado pela legislação no ano de 2033, enquanto que para o cenário conservador, será considerada uma taxa de crescimento anual uniforme de +3,45%

conforme a tendência média anual apresentada entre os anos de 2015 e 2022 (Tabela 35).

Tabela 35 - Evolução do atendimento dos serviços de esgotamento sanitário

ANO	ES001 - POPULAÇÃO ATENDIDA COM ESGOTAMENTO SANITÁRIO
SNIS 2015	19.937
SNIS 2016	21.756
SNIS 2017	21.738
SNIS 2018	21.483
SNIS 2019	24.358
SNIS 2020	24.457
SNIS 2021	24.756
SNIS 2022	247.53

Fonte: SNIS (2022).

O cálculo utilizado na projeção do indicador IN056 pode ser visualizado na Equação 10.

$$IN056 = \frac{ES001}{População\ total} \times 100 \quad Eq. 10$$

- IN056: índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água (%);
- ES001: população total atendida com esgotamento sanitário (habitantes).

Os detalhes da projeção dos indicadores podem ser visualizados na Tabela 36.

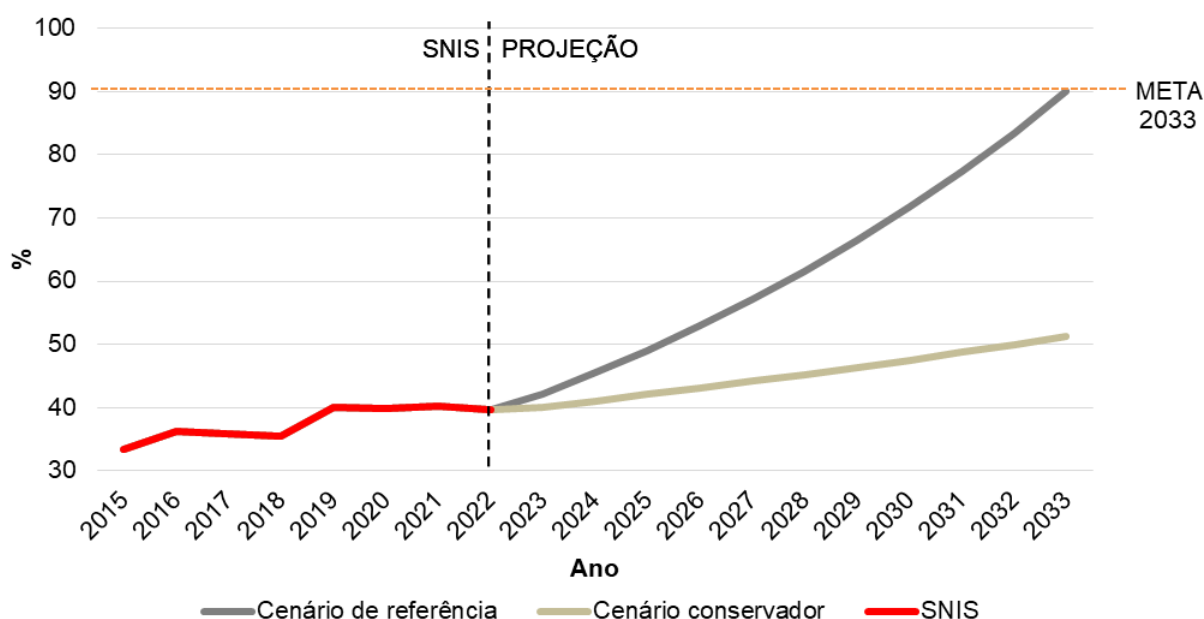
Tabela 36 - Projeção dos serviços de coleta e atendimento da rede de esgoto.

INDICADOR		CENÁRIO DE REFERÊNCIA		CENÁRIO CONSERVADOR	
		ES001 - POP. TOTAL ATENDIDA COM ESGOTAMENTO SANITÁRIO	IN056 - ÍNDICE DE ATENDIMENTO TOTAL DE ESGOTO	ES001 - POP. TOTAL ATENDIDA COM ESGOTAMENTO SANITÁRIO	IN056 - ÍNDICE DE ATENDIMENTO TOTAL DE ESGOTO
ESTIMATIVA		+ 8,90%	-	+3,45%	-
ANO	POP. TOTAL	habit.	%	habit.	%
2023	63.953	26.956	42,15	25.607	40,04
2024	64.554	29.355	45,47	26.490	41,04
2025	65.161	31.968	49,06	27.404	42,06
2026	65.774	34.813	52,93	28.350	43,10
2027	66.392	37.911	57,10	29.328	44,17
2028	67.016	41.285	61,61	30.340	45,27
2029	67.646	44.960	66,46	31.386	46,40
2030	68.282	48.961	71,70	32.469	47,55
2031	68.924	53.319	77,36	33.589	48,73
2032	69.572	58.064	83,46	34.748	49,95
2033	70.226	63.232	90,04	35.947	51,19

Fonte: Autor (2024).

Na Figura 50 é possível verificar a evolução do índice de atendimento total de esgoto (IN056) conforme projeção dos cenários estabelecidos.

Figura 50 - Projeção para o índice de atendimento total de esgoto (IN056).



Fonte: Autor (2024).

O indicador IN015, compreendido como a razão entre o volume de esgoto coletado e o volume de água consumido, desconsiderando o volume de água exportada, apresentou em 2022 o valor de 29,98%, muito abaixo do valor de 90%, meta esperada para o ano de 2033, evidenciando a necessidade de grandes melhorias no setor. Para tanto, é necessária a ampliação na capacidade de coleta de esgoto.

Dessa forma, foi estipulado para o cenário de referência o crescimento anual uniforme de +13,57% do volume de esgoto coletado (ES001). Vale destacar que foi solicitado, via ouvidoria do estado de Pernambuco, a capacidade produtiva máxima anual da ETE Salgueiro. Contudo, até o momento a COMPESA não retornou com a informação solicitada. Dessa forma, será considerado que para o cenário de referência, o sistema atual sofrerá intervenções para a ampliação da capacidade de tratamento.

Vale destacar também que a cidade de Salgueiro não exporta água tratada. O cálculo utilizado na projeção do indicador IN015 pode ser visualizado na Equação 11.

$$IN015 = \frac{ES005}{AG010 - AG019} \times 100$$

Eq. 11

- IN015: índice de coleta de esgoto (%)

- ES005: volume de esgoto coletado (1.000 m³)
- AG010: volume de água consumido (1.000 m³)
- AG019: volume de água tratada exportada (1.000 m³)

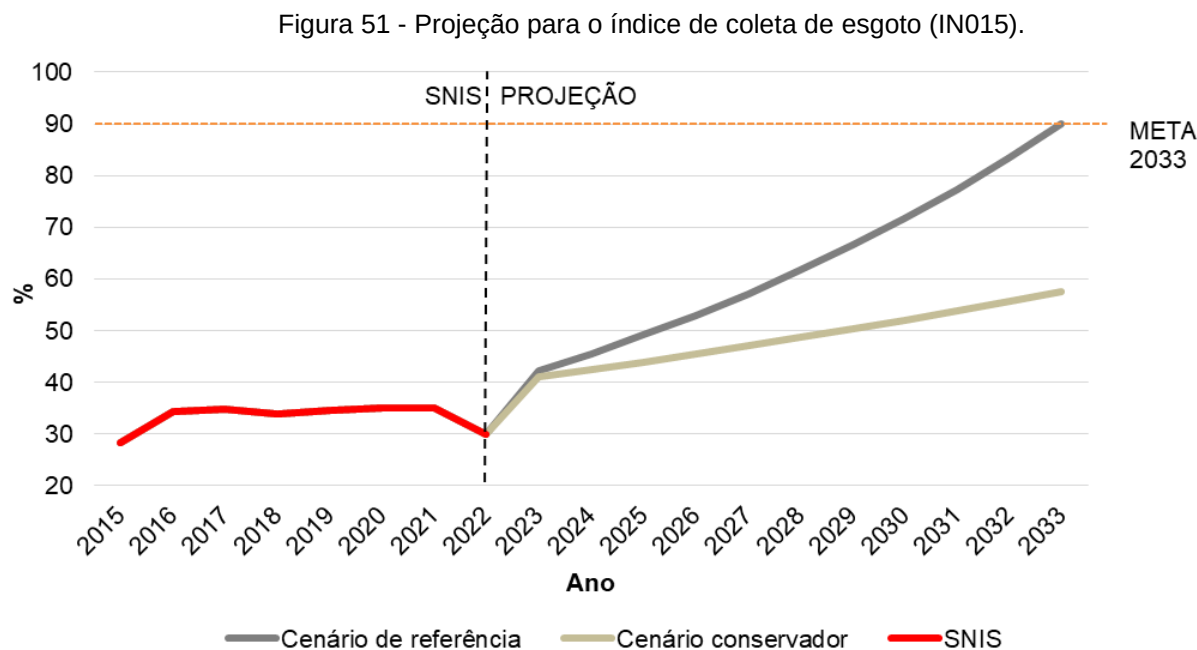
Vale destacar que a relação entre o volume de esgoto produzido e o volume de água efetivamente consumido é chamada de coeficiente de retorno, o qual pode oscilar ao longo do tempo e de acordo com o local. Na falta de dados locais validados por estudos, a Associação Brasileira de Normas Técnicas sugere a adoção de um coeficiente de retorno de 0,8, entretanto, devido a falhas no sistema de drenagem presente, será adotado um coeficiente de retorno de 1,0 para ambos os cenários. Os valores da projeção do cenário de referência podem ser visualizados na Tabela 37.

Tabela 37 - Projeção dos serviços de coleta e atendimento da rede de esgoto.

INDICADOR	CENÁRIO DE REFERÊNCIA					CENÁRIO CONSERVADOR				
	ES001 - POP. ATENDIDA	IN022 - CONSUMO MÉDIO PER CAPITA	ES005 - VOLUME DE ESGOTO COLETADO	AG010 - VOLUME DE ÁGUA CONSUM.	IN015 - ÍNDICE DE COLETA DE ESGOTO	ES001 - POP. ATENDIDA	IN022 - CONSUMO MÉDIO PER CAPITA	ES005 - VOLUME DE ESGOTO COLETADO	AG010 - VOLUME DE ÁGUA CONSUM.	IN015 - ÍNDICE DE COLETA DE ESGOTO
ESTIMATIVA	+8,90%	+1,60%	-	-	-	+3,45%	-	-	-	-
ANO	habit.	L/hab./dia	1.000 m³	1.000 m³	%	habit.	L/hab./dia	1.000 m³	1.000 m³	%
2023	26.956	145,20	1428,58	3389,31	42,15	25.607	142,91	1335,72	3253,46	41,06
2024	29.355	147,52	1580,62	3475,91	45,47	26.490	142,91	1381,80	3253,46	42,47
2025	31.968	149,88	1748,83	3564,72	49,06	27.404	142,91	1429,47	3253,46	43,94
2026	34.813	152,28	1934,95	3655,80	52,93	28.350	142,91	1478,79	3253,46	45,45
2027	37.911	154,71	2140,87	3749,21	57,10	29.328	142,91	1529,80	3253,46	47,02
2028	41.285	157,19	2368,72	3845,00	61,61	30.340	142,91	1582,58	3253,46	48,64
2029	44.960	159,71	2620,80	3943,25	66,46	31.386	142,91	1637,18	3253,46	50,32
2030	48.961	162,26	2899,72	4044,00	71,70	32.469	142,91	1693,66	3253,46	52,06
2031	53.319	164,86	3208,32	4147,32	77,36	33.589	142,91	1752,10	3253,46	53,85
2032	58.064	167,49	3549,76	4253,29	83,46	34.748	142,91	1812,54	3253,46	55,71
2033	63.232	170,17	3927,54	4361,97	90,04	35.947	142,91	1875,08	3253,46	57,63

Fonte: Autor (2024).

O resultado da projeção do índice de coleta de esgoto (IN015) pode ser melhor visualizados na Figura 51.



5.4.3 Resíduo sólidos

Para as atividades de coleta e destinação dos resíduos sólidos as metas estabelecidas pela legislação ainda não foram alcançadas, conforme análise do SNIS (2022). Dessa forma, faz necessário estimar um cenário ideal que permita o cumprimento de tais exigências, de acordo com os prazos estabelecidos.

O primeiro item analisado será o indicador de auto-suficiência financeira nos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos (IN005) que, conforme previsto no Planares 2022, precisa atingir 75% até o ano de 2040, contudo, até o ano de 2022 a cidade de Salgueiro ainda praticava nenhum tipo de cobrança. O Cálculo do indicador IN005 pode ser conferido na Equação 12.

$$IN005 = \frac{FN222}{FN220} \times 100$$

Eq. 12

- IN005: auto - suficiência 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)

Os dados de despesa total com serviços de manejo de RSU (FN220) apresentou uma grande variação ao longo dos últimos anos, dessa forma, com intuito de obter o resultado mais preciso possível, foi adotado o valor médio de 79,79 R\$/hab./ano para a despesa *per capita* com RSU (IN006), considerando os anos de 2015 até 2022 (Tabela 38). Essa mesma taxa de variação foi considerada para a projeção dos resultados ao longo do horizonte, seguindo o cenário de referência, até a estimativa do ano de 2040.

Tabela 38 - Despesas operacionais total com o manejo de RSU.

ANO	DESPESA PER CAPITA ANUAL COM RSU - IN006 (R\$/hab./ano)
SNIS 2015	85,01
SNIS 2016	94,95
SNIS 2017	101,85
SNIS 2018	58,95
SNIS 2019	76,87
SNIS 2020	73,65
SNIS 2021	85,49
SNIS 2022	61,54
MÉDIA	79,79

Fonte: SNIS (2022).

Para o cenário de referência, será estipulado que a partir do ano de 2023 que a receita arrecadada *per capita* com taxas ou outras formas de cobrança pela prestação de serviços de manejo RSU (IN011) iniciaria partindo do valor de 12,00 R\$/hab./ano, sendo esse valor ampliado a uma taxa constante anual de 9,92% até o ano de 2040. Para o cenário conservador, como a cidade ainda não possuía a política de arrecadação, será tomado como base a situação presente pela cidade de Araripina - PE, cidade também situada na região do sertão pernambucano e

apresentando a mesma faixa populacional que a cidade de Salgueiro. Dessa forma, para o cenário conservador será adotado um valor inicial para o indicador IN011 de 1,20 R\$/hab./ano, com uma taxa de acréscimo constante de +17,12% ao ano, conforme Tabela 39.

Tabela 39 - Arrecadação em Araripina - PE.

ANO	POPULAÇÃO URBANA	IN011 - ARRECADAÇÃO PER CAPITA	VARIAÇÃO
	Habit.		
		R\$/hab/ano	%
2021	51.762	1,30	+17,12
2020	51.497	1,11	-
MÉDIA	-	1,20	-

Fonte: SNIS (2022).

Na Tabela 40 pode-se verificar a variação do indicador IN005 ao longo dos anos, seguindo os cenários previstos, bem como as demais informações relacionadas a despesas e receitas geradas ao longo desse período.

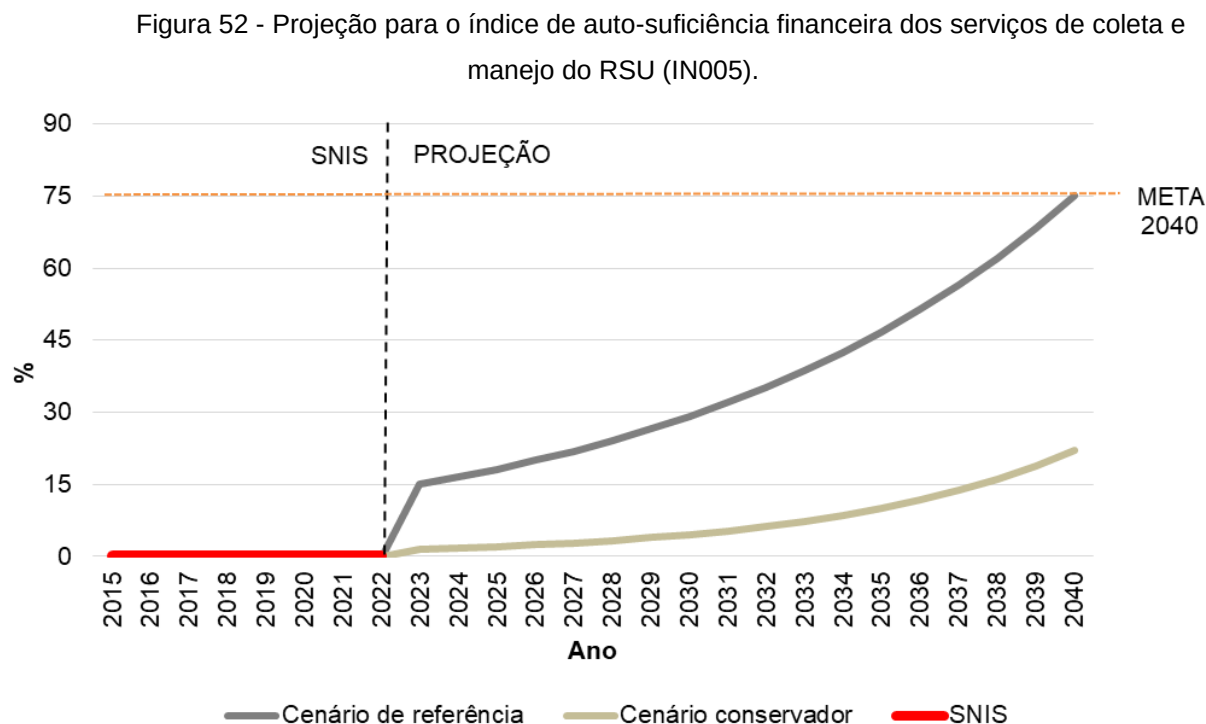
Tabela 40 - Projeção do índice de auto-suficiência financeira dos serviços de coleta e manejo do RSU.

INDICADORES		CENÁRIO DE REFERÊNCIA					CENÁRIO CONSERVADOR				
		IN006 - DESPESA A PER CAPITA COM RSU	FN220 – DESPESA TOTAL	IN011 - ARREC DAÇÃO PER CAPITA	FN222 - RECEITA ARRECADAD A COM TAXAS E TARIFAS	IN005 - AUTO - SUFICIÊNCIA FINANCEIRA	IN006 - DESPESA A PER CAPITA COM RSU	FN220 – DESPESA TOTAL	IN011 - ARRECADAD AÇÃO PER CAPITA	FN222 - RECEITA ARRECADAD A COM TAXAS E TARIFAS	IN005 - AUTO - SUFICIÊNCIA FINANCEIRA
ESTIMATIVA		-	-	+9,92%	-	-	-	-	+17,12%	-	-
ANO	POP. URB.	R\$/hab./a no	R\$/ano	R\$/hab./a no	R\$	%					
2023	54.619	79,79	4.358.050,01	12,00	655,428.00	15,04	79,79	4.358.050,01	1,20	65.542,80	1,50
2024	55.371	79,79	4.418.052,09	13,19	730,365.64	16,53	79,79	4.418.052,09	1,41	77.820,62	1,76
2025	56.132	79,79	4.478.772,28	14,50	813,851.56	18,17	79,79	4.478.772,28	1,65	92.396,15	2,06
2026	56.905	79,79	4.540.449,95	15,94	906,905.08	19,97	79,79	4.540.449,95	1,93	109.704,61	2,42
2027	57.687	79,79	4.602.845,73	17,52	1,010,569.25	21,96	79,79	4.602.845,73	2,26	130.251,72	2,83
2028	58.481	79,79	4.666.198,99	19,26	1,126,106.94	24,13	79,79	4.666.198,99	2,64	154.650,51	3,31
2029	59.286	79,79	4.730.429,94	21,17	1,254,855.49	26,53	79,79	4.730.429,94	3,10	183.619,91	3,88
2030	60.101	79,79	4.795.458,79	23,27	1,398,298.79	29,16	79,79	4.795.458,79	3,63	218.012,00	4,55
2031	60.928	79,79	4.861.445,12	25,57	1,558,159.55	32,05	79,79	4.861.445,12	4,25	258.849,11	5,32
2032	61.766	79,79	4.928.309,14	28,11	1,736,285.75	35,23	79,79	4.928.309,14	4,98	307.333,78	6,24
2033	62.616	79,79	4.996.130,64	30,90	1,934,789.69	38,73	79,79	4.996.130,64	5,83	364.902,81	7,30
2034	63.477	79,79	5.064.829,83	33,96	2,155,964.26	42,57	79,79	5.064.829,83	6,83	433.250,77	8,55
2035	64.350	79,79	5.134.486,50	37,33	2,402,428.29	46,79	79,79	5.134.486,50	7,99	514.401,90	10,02

2036	65.235	79,79	5.205.100,65	41,04	2,677,067.18	51,43	79,79	5.205.100,65	9,36	610.753,19	11,73
2037	66.133	79,79	5.276.752,07	45,11	2,983,139.39	56,53	79,79	5.276.752,07	10,97	725.160,87	13,74
2038	67.043	79,79	5.349.360,97	49,58	3,324,187.27	62,14	79,79	5.349.360,97	12,84	860.995,02	16,10
2039	67.965	79,79	5.422.927,35	54,50	3,704,197.06	68,31	79,79	5.422.927,35	15,04	1.022.265,22	18,85
2040	68.900	79,79	5.497.531,00	59,91	4,127,667.47	75,08	79,79	5.497.531,00	17,62	1.213.748,07	22,08

Fonte: Autor (2024).

O resultado da projeção do indicador de auto - suficiência financeira (IN005) pode ser melhor visualizado na Figura 52.



Se tratando 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%, contudo, conforme informações coletadas pelo SNIS (2022), o indicador apresentou o resultado de 80,51%.

Dessa forma, para atender a meta estabelecida faz necessária a ampliação de toda a cobertura do sistema de coleta de resíduos sólidos, para tanto foi estipulado para o cenário de referência uma taxa aumento uniforme anual de +2,64% sobre a população total atendida no município com coleta regular de pelo menos uma vez por semana (CO164) de forma a atingir a meta estabelecida ao fim do prazo.

Para o cenário conservador, serão considerados os dados de 2020 e 2021 fornecidos pela própria cidade de Salgueiro (Tabela 41). Nesse caso será considerado uma taxa decrescente constante de -0,86% ao ano sobre o indicador CO164.

Tabela 41 - População atendida pelo serviço de coleta em Salgueiro.

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
	%	Habit.	Habit.	%
2022	80,51	62.372	50.215	- 0,86
2021	82,28	61.561	50.652	-

Fonte: SNIS (2022).

O cálculo para o indicador IN015 pode ser observado na Equação 13.

$$IN015 = \frac{CO164}{População\ total} \times 100 \quad Eq. 13$$

- 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)

Vale destacar que a previsão de aumento da cobertura de RDO interfere diretamente na ampliação da quantidade total de RDO coletado por todos os agentes (CO111), entretanto para consolidação dessa previsão é necessário o conhecimento da massa RDO coletada per capita em relação à população atendida com serviço de coleta (IN022), valor esse que nos últimos anos não foram repassados pelo município a base de dados dos SNIS. Dessa forma, foi considerado o valor médio de geração de RDO de 0,74 Kg/hab./dia. Esse valor foi calculado tomando como base os resultado médio apresentado para o estado Pernambuco durante os anos de 2015 até 2017, conforme informações apresentadas no Painel de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2022). Os resultados desta estimativa podem ser visualizados na Tabela 42.

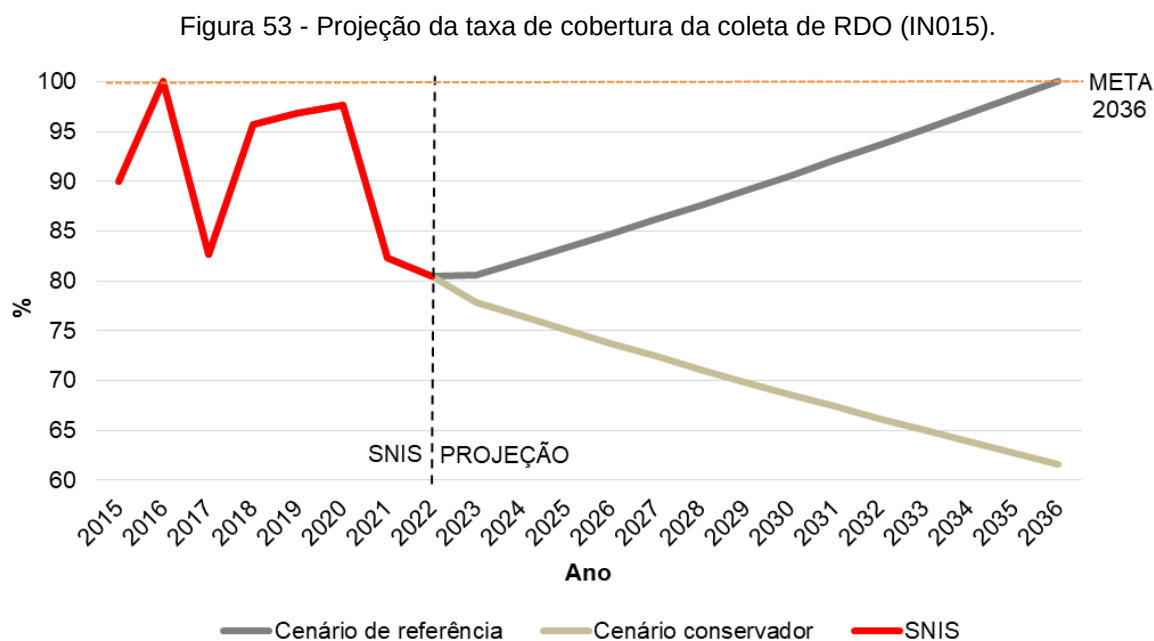
Tabela 42 - Projeção da taxa de cobertura da coleta de RDO.

INDICADOR		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		-	+2,64 %	0,74 Kg/hab./dia	-	-0,86 %	0,74 Kg/hab./dia
ANO	POP. TOTAL	%	Habitantes	t/ano	%	Habitantes	t/ano
2023	63.953	80,59	51.541	13.921,14	77,84	49.783	13.446,43
2024	64.554	81,95	52.901	14.288,65	76,45	49.355	13.330,79
2025	65.161	83,33	54.298	14.665,88	75,09	48.931	13.216,15
2026	65.774	84,73	55.731	15.053,05	73,75	48.510	13.102,49
2027	66.392	86,16	57.203	15.450,45	72,44	48.093	12.989,80
2028	67.016	87,61	58.713	15.858,35	71,15	47.679	12.878,09
2029	67.646	89,09	60.263	16.277,01	69,88	47.269	12.767,34
2030	68.282	90,59	61.854	16.706,72	68,63	46.862	12.657,54
2031	68.924	92,11	63.487	17.147,78	67,41	46.459	12.548,69
2032	69.572	93,66	65.163	17.600,48	66,20	46.060	12.440,77
2033	70.226	95,24	66.883	18.065,13	65,02	45.664	12.333,78
2034	70.886	96,84	68.649	18.542,05	63,86	45.271	12.227,71

2035	71.552	98,48	70.461	19.031,56	62,73	44.882	12.122,55
2036	72.225	100,00	72.225	19.507,88	61,61	44.496	12.018,29

Fonte: Autor (2024).

O resultado da projeção da taxa de cobertura de coleta de RDO em relação a pop total (IN015), pode ser melhor visualizado na Figura 53.



Fonte: Autor (2024).

Quando o assunto é a taxa de cobertura de coleta seletiva porta a porta em relação a população urbana (IN030), conforme resultado apresentado no capítulo 6.3, entre os anos de 2015 e 2022 o município de Salgueiro não apresentou nenhum dado relacionado a esse serviço, contudo, consoante a legislação atual, é necessário que o indicador em questão assuma no mínimo a indicação de 45% até o ano de 2040. Dessa forma, para o cenário de referência, será estipulado já para o ano de 2023 que 2.731 moradores da zona urbana já seriam atendidos inicialmente pelo serviço de coleta seletiva do tipo porta a porta executada pela prefeitura (CO050) o que corresponderia a 5% da população urbana.

A partir dessa estimativa inicial foi estipulado para o cenário de referência que para os próximos anos um crescimento uniforme anual de +15,40% da população urbana atendida pelo serviço de coleta seletiva do tipo porta a porta (CS050), o que resultaria no cumprimento da meta 45% estabelecida para indicador IN030 até o fim do prazo estipulado pela legislação. Para o cenário conservador, devido a pouca quantidade de cidades pernambucanas que informaram dados sobre coleta seletiva nos últimos anos, será considerado que o serviço de coleta seletiva do tipo porta a

porta será implementado, porém com um ritmo de crescimento menos acelerado, sendo adotado uma taxa de crescimento anual uniforme de +7,70%. O cálculo do indicador IN030 pode ser visualizado na Equação 14.

$$IN030 = \frac{CS050}{População\ urbana} \times 100 \quad Eq. 14$$

- 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)

Na Tabela 43 é possível observar as projeções dos indicadores IN030 e CS050 considerando o intervalo de tempo entre os anos de 2023 e 2040.

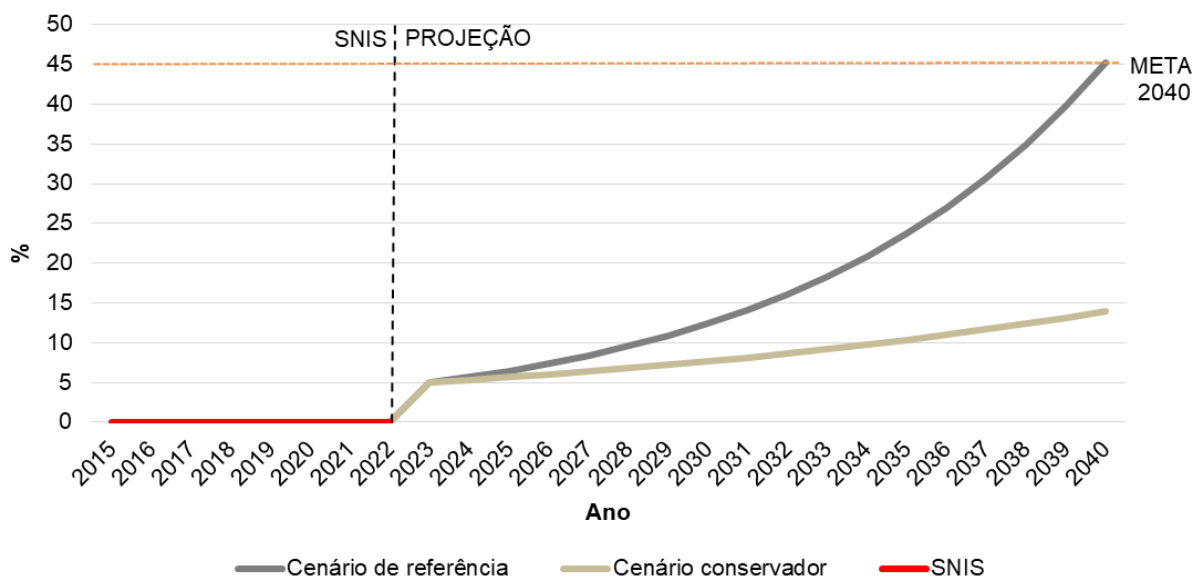
Tabela 43 - Projeção da cobertura da coleta seletiva na modalidade porta a porta.

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		+15,40%	-	+7,70%	-
ANO	POP. URB.	habitantes	%	habitantes	%
2023	54.619	2.731	5,00	2.731	5,00
2024	55.371	3.152	5,69	2.941	5,31
2025	56.132	3.637	6,48	3.168	5,64
2026	56.905	4.197	7,38	3.412	6,00
2027	57.687	4.843	8,40	3.674	6,37
2028	58.481	5.589	9,56	3.957	6,77
2029	59.286	6.450	10,88	4.262	7,19
2030	60.101	7.443	12,38	4.590	7,64
2031	60.928	8.589	14,10	4.944	8,11
2032	61.766	9.912	16,05	5.324	8,62
2033	62.616	11.439	18,27	5.734	9,16
2034	63.477	13.200	20,80	6.176	9,73
2035	64.350	15.233	23,67	6.651	10,34
2036	65.235	17.579	26,95	7.163	10,98
2037	66.133	20.286	30,67	7.715	11,67
2038	67.043	23.410	34,92	8.309	12,39
2039	67.965	27.015	39,75	8.949	13,17
2040	68.900	31.175	45,25	9.638	13,99

Fonte: Autor (2024).

O resultado da projeção da taxa cobertura de coleta seletiva porta a porta em relação a população urbana (IN030), pode ser melhor visualizado na Figura 54.

Figura 54 - Projeção da taxa cobertura de coleta seletiva porta a porta (IN030).



Fonte: Autor (2024).

O SNIS (2019) define RSU como a soma entre os resíduos sólidos domiciliares (RDO) oriundos das atividades domésticas e do comércio local e dos resíduos sólidos públicos (RPU) gerados a partir dos serviços de varrição das ruas, da poda de árvores e da limpeza e manutenção dos elementos de drenagem. Além disso, o RSU também pode ser classificado conforme a natureza do material coletado, sendo os papéis, plásticos, metais e vidros designados como resíduos secos, enquanto que as sobras de alimentos, galhos cortados e folhagem coletadas são classificados como resíduos úmidos e toda a parcela dos resíduos que por algum motivo não tem a possibilidade ou a viabilidade de reaproveitamento é identificado como rejeito.

É importante destacar que durante a realização desse trabalho não foram identificados nenhum estudo recente sobre a composição gravimétrica dos resíduos sólidos, coletados em Salgueiro, mesmo a cidade declarando a existência de um Plano Municipal de Resíduos Sólidos (PMRS), ainda assim o documento não está ao alcance do público e as tentativas de acesso ao mesmo não foram respondidas pelas autoridades locais. Tal informação é fundamental para a estimativa da quantidade total de materiais recicláveis recuperados (CS009).

Dessa forma, para análise da composição gravimétrica dos resíduos sólidos foi considerado o resultado exposto pela RECITEC (2016) no plano intermunicipal de resíduos sólidos do estado de Pernambuco: agrupamento 7, onde foi apontado que 52,68% dos resíduos gerados no município de Salgueiro possuíam potencial

reciclável (seco), enquanto que 22,54% era composto de matéria orgânica (úmido) e 24,78% de rejeito. Entretanto, vale ressaltar que o estudo gravimétrico apresentado se trata de uma estimativa, sendo recomendada a realização de um estudo local para uma informação precisa sobre a composição dos resíduos sólidos gerados na cidade. Para a estimativa da geração *per capita* foi considerado o valor de 0,95 Kg/hab/dia, conforme resultado estipulado para região Nordeste em 2022 (ABREMA, 2023).

Para implantação do sistema de coleta seletiva realizada por meio de parcerias entre a prefeitura e associações ou cooperativas será necessário contar com uma quantidade mínima necessária de colaboradores que podem variar conforme a ampliação da cobertura da coleta seletiva (IN030). Dessa forma, na Tabela 44 é possível verificar a estimativa ideal do número de catadores formalmente ligados a associações ou cooperativas (CA007), considerado as informações divulgadas pela Associação Nacional dos Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis (ANCAT, 2022), que indica que a produtividade média dos catadores em 2022 foi de 1,96 t/trabalhador/mês.

Tabela 44 - Projeção da quantidade de catadores conforme ampliação da coleta seletiva.

INDICADORES		GERAÇÃO TOTAL DE RSU		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	52,68%	-	-	23.52 t/catador/ano	-	-	23.52 t/catador/ano
ANO	POP. URB.	t	t	%	t	catadores	%	t	catadores
2023	54.619	18.939,14	9.977,14	5,00	492,02	21	5,00	492,02	21
2024	55.371	19.199,89	10.114,50	5,69	567,79	25	5,31	529,91	23
2025	56.132	19.463,77	10.253,51	6,48	655,24	28	5,64	570,71	25
2026	56.905	19.731,81	10.394,72	7,38	756,14	33	6,00	614,66	27
2027	57.687	20.002,97	10.537,56	8,40	872,59	38	6,37	661,99	29
2028	58.481	20.278,29	10.682,60	9,56	1.006,97	43	6,77	712,96	31
2029	59.286	20.557,42	10.829,65	10,88	1.162,04	50	7,19	767,86	33
2030	60.101	20.840,02	10.978,52	12,38	1.340,99	58	7,64	826,98	36
2031	60.928	21.126,78	11.129,59	14,10	1.547,51	66	8,11	890,66	38
2032	61.766	21.417,36	11.282,67	16,05	1.785,82	76	8,62	959,24	41
2033	62.616	21.712,10	11.437,93	18,27	2.060,84	88	9,16	1.033,10	44
2034	63.477	22.010,65	11.595,21	20,80	2.378,21	102	9,73	1.112,65	48
2035	64.350	22.313,36	11.754,68	23,67	2.744,45	117	10,34	1.198,32	51

2036	65.235	22.620,24	11.916,34	26,95	3.167,10	135	10,98	1.290,59	55
2037	66.133	22.931,62	12.080,38	30,67	3.654,83	156	11,67	1.389,97	60
2038	67.043	23.247,16	12.246,60	34,92	4.217,67	180	12,39	1.497,00	64
2039	67.965	23.566,86	12.415,02	39,75	4.867,19	207	13,17	1.612,27	69
2040	68.900	23.891,08	12.585,82	45,25	5.616,74	239	13,99	1.736,41	74

Fonte: Autor (2024).

Da mesma forma em que se tem estabelecida meta para cobertura da coleta seletiva local, também foi predefinida, conforme estabelecida no Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Planares, 2022), a meta específica para o indicador IN031, que trata sobre a taxa de recuperação de recicláveis em relação a quantidade coletada de RSU, onde foi definido o valor de referência de 11,50% para esse indicador, com prazo estabelecido até o ano de 2040. Vale ressaltar que, dentre outros fatores, a taxa de recuperação pode ser influenciada pela qualidade das instalações e equipamentos utilizados na fase de triagem.

Como Salgueiro não apresentou nenhum dado de cobertura de coleta seletiva, por consequência também não foram apresentados ao SNIS nenhuma informação para o indicador IN031 durante o período de 2012 até 2022. Dessa forma, para o indicador IN031 foi considerado, inicialmente para o ano de 2023, a taxa de 0,52% sobre o potencial de geração total de RSU secos, conforme estimativa prevista pelo SNIS (2022c) para o estado de Pernambuco, sendo posteriormente estimada uma taxa de acréscimo anual uniforme de +24,50% e +15,00%, respectivamente, para os cenários de referência e conservador. A projeção do indicador IN031 pode ser calculada a partir da Equação 15.

$$IN031 = \left(\frac{CS009}{CO111 + CO115 + CS048} \right) \times 100 \quad Eq. 15$$

- 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)

É importante destacar que para essa análise foram adotadas as seguintes considerações:

- Nos últimos anos a cidade de Salgueiro não informou os valores referente aos

indicadores CO111 e CO115, entretanto a soma desses dois indicadores (Co111 + Co115) consiste no valor da quantidade total de resíduos coletados (RDO + RPU) por todos agentes, exceto cooperativas de catadores (CO119), dessa forma, para essa 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 foi considerado que a estimativa da massa de RSU recicláveis (RSU secos) seria de 52,68% sobre o total da massa de RSU coletada anualmente (RECITEC, 2016), além de levar em consideração a taxa da cobertura da coleta seletiva (IN030).

Na Tabela 45 é possível verificar os detalhes da projeção da taxa de recuperação dos materiais coletados, assim como a quantidade total de materiais recuperados.

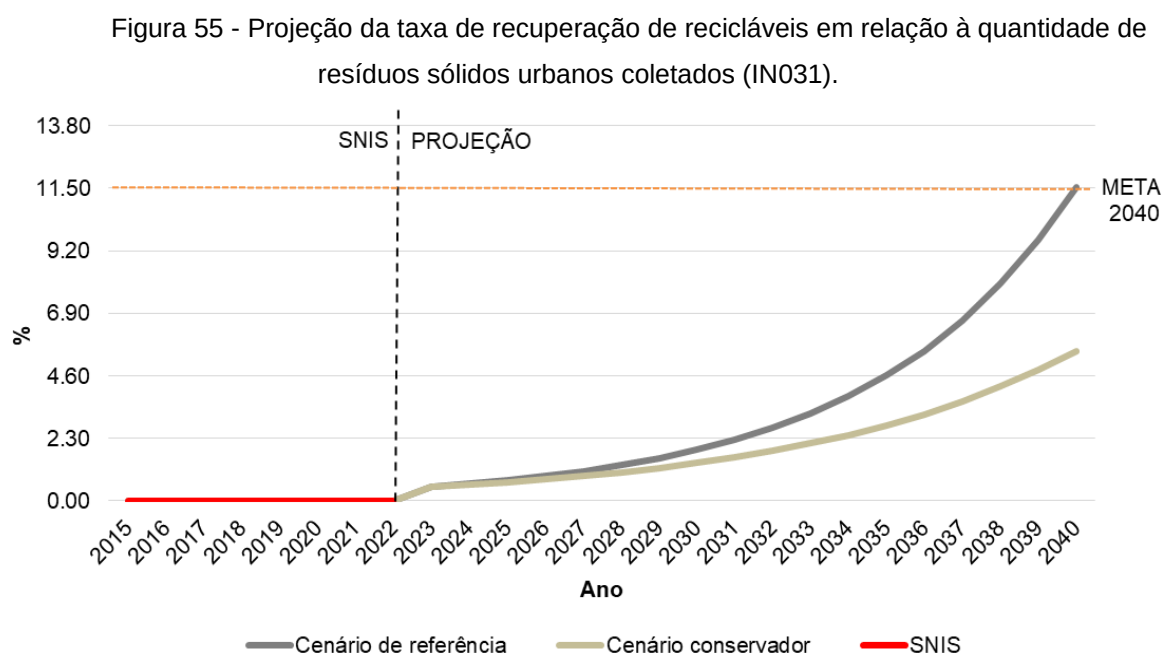
Tabela 45 - Projeção da taxa de recuperação de materiais recicláveis.

INDICADOR ES	GERAÇÃO O TOTAL DE RSU	RSU SECOS	CENÁRIO DE REFERÊNCIA				CENÁRIO CONSERVADOR			
			CO119 - QUANT. TOTAL DE RDO+RPU COLETADO POR TODOS OS AGENTE (EXCETO POR COOPERATIVAS)	CS048 - TOTAL RECOLH IDO POR ASSOCI AÇÃO/ COOPE RATIVA	CS009 - RECICL ÁVEIS RECUPE RADOS	IN031 - TAXA DE RECUP. COM RELAÇÃO À QUANT. DE DE RSU	CO119 - QUANT. TOTAL DE RDO+RPU COLETADO POR TODOS OS AGENTE (EXCETO POR COOPERATIVAS)	CS048 - TOTAL RECOLHIDO POR ASSOCIAÇÃO/ COOPERATIVA	CS009 - RECICLÁV EIS RECUPER ADOS	IN031 - TAXA DE RECUP. COM RELAÇÃO À QUANT. DE DE RSU
ESTIMATIV A	-	52,68%	-	-	+24,50%	-	-	-	+15,00 %	-
ANO	t	t	t	t	t	%	t	t	t	%
2023	18.939,14	9.977,14	15.263,3	492,02	82,00	0,52	14.742,8	492,02	79,00	0,52
2024	19.199,89	10.114,50	15.734,0	567,79	102,09	0,63	14.679,3	529,91	90,85	0,60
2025	19.463,77	10.253,51	16.218,9	655,24	127,10	0,75	14.615,7	570,71	104,48	0,69
2026	19.731,81	10.394,72	16.719,2	756,14	158,24	0,91	14.552,7	614,66	120,15	0,79
2027	20.002,97	10.537,56	17.234,4	872,59	197,01	1,09	14.489,6	661,99	138,17	0,91
2028	20.278,29	10.682,60	17.765,8	1.006,97	245,28	1,31	14.427,1'	712,96	158,90	1,05
2029	20.557,42	10.829,65	18.313,7	1.162,04	305,37	1,57	14.364,9	767,86	182,73	1,21
2030	20.840,02	10.978,52	18.878,1	1.340,99	380,19	1,88	14.302,7	826,98	210,14	1,39
2031	21.126,78	11.129,59	19.460,2	1.547,51	473,34	2,25	14.240,9	890,66	241,66	1,60
2032	21.417,36	11.282,67	20.060,1	1.785,82	589,30	2,70	14.179,3	959,24	277,91	1,84
2033	21.712,10	11.437,93	20.678,7	2.060,84	733,68	3,23	14.118,1	1.033,10	319,60	2,11
2034	22.010,65	11.595,21	21.316,1	2.378,21	913,43	3,86	14.057,1	1.112,65	367,54	2,42
2035	22.313,36	11.754,68	21.973,2	2.744,45	1.137,22	4,60	13.996,3	1.198,32	422,67	2,78

2036	22.620,24	11.916,34	22.620,2	3.167,10	1.415,84	5,49	13.935,7	1.290,59	486,07	3,19
2037	22.931,62	12.080,38	22.931,6	3.654,83	1.762,73	6,63	13.875,6	1.389,97	558,98	3,66
2038	23.247,16	12.246,60	23.247,2	4.217,67	2.194,59	7,99	13.815,7	1.497,00	642,83	4,20
2039	23.566,86	12.415,02	23.566,9	4.867,19	2.732,27	9,61	13.756,0	1.612,27	739,25	4,81
2040	23.891,08	12.585,82	23.891,1	5.616,74	3.401,68	11,53	13.696,5	1.736,41	850,14	5,51

Fonte: Autor (2024).

O resultado da projeção da taxa de recuperação de recicláveis em relação à quantidade coletada de resíduos sólidos urbanos (IN031), pode ser melhor visualizado na Figura 55.



5.4.4 Drenagem de águas pluviais urbanas

Quanto ao sistema de drenagem e manejo de águas pluviais, o indicador de maior relevância trata sobre a parcela de domicílios em situação de risco de inundação (IN040), que possui meta desejada de 1,30% até o ano de 2033, conforme estabelece o Plansab (2019), entretanto, entre os anos de 2018 até 2022 a cidade de salgueiro não apresentou nem uma indicação de domicílio localizado em situação de risco.

Segundo o Diagnóstico Temático Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas (2022), na região Nordeste 459 municípios indicaram a existência de domicílios em situação de risco, desses, 111 municípios apresentaram valores para o indicador entre $0\% < IN040 < 1\%$ e 348 municípios apresentaram valores igual ou superior a 1,00% para o indicador IN040. Vale ressaltar que, conforme visto na etapa de diagnóstico, o município não vem ampliando seus investimentos no setor de drenagem urbana nos últimos anos, a extensão total de vias urbanas com redes ou

canais de água subterrâneo permaneceu inalterada entre os anos de 2019 e 2021, o mesmo equivale para os aumentos de microdrenagem.

Dessa forma, para o cenário de referência basta a manutenção da situação atual, com parcela de 0,00% de domicílios em situação de risco. Para o cenário conservador será simulado o aumento do número de domicílios em situação de risco de forma que a quantidade de domicílios urbanos sujeitos a risco de inundação (RI013) cresça a uma taxa anual uniforme de modo que o indicador IN040 supere a meta de 1,30% em 2033.

O cálculo para o indicador IN040 pode ser observado na Equação 16.

$$IN040 = \frac{RI013}{GE008} \times 100 \quad \text{Eq. 16}$$

- 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)

É importante destacar que para essa análise foram adotadas as seguintes considerações:

- Para estimativa da quantidade de domicílios será considerado um domicílio para cada quatro habitantes da zona urbana. A mesma proporção apresentada pela cidade considerando os anos entre 2017 e 2022.
- Inicialmente para 2023 será considerado que 0,10% dos domicílios urbanos estão em área de risco de inundação, o que corresponde a 14 domicílios no total.
- Será considerado uma taxa de crescimento do indicador RI013 de +31,00% ano, de forma que os resultados do indicador IN040 ultrapasse 1,30% em 2033.

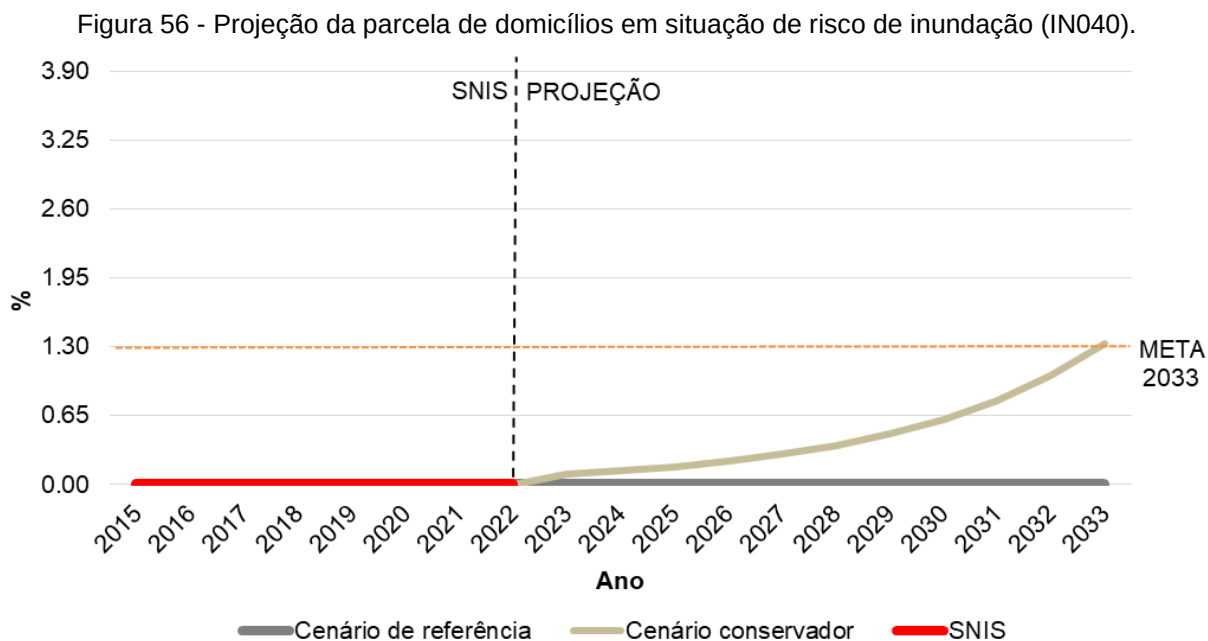
Na Tabela 46 é possível observar as projeções dos indicadores IN040, considerando o intervalo de tempo entre os anos de 2023 e 2033.

Tabela 46 - Projeção da Parcela de domicílios urbanos em risco de inundação

INDICADORES		CENÁRIO DE REFERÊNCIA		CENÁRIO CONSERVADOR	
		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	TOTAL DE DOMICÍLIOS	Domicílios	%	Domicílios	%
2023	13.655	0	0	14	0,10
2024	13.843	0	0	18	0,13
2025	14.033	0	0	24	0,17
2026	14.226	0	0	31	0,22
2027	14.422	0	0	41	0,29
2028	14.620	0	0	54	0,37
2029	14.822	0	0	71	0,48
2030	15.025	0	0	93	0,62
2031	15.232	0	0	121	0,80
2032	15.442	0	0	159	1,03
2033	15.654	0	0	208	1,33

Fonte: Autor (2024).

O resultado da projeção da parcela de domicílios em situação de risco de inundação (IN040) até 2033, pode ser melhor visualizado na Figura 56.



5.5 PROPOSTAS DE ALTERNATIVAS PARA CUMPRIMENTOS DAS METAS

A partir das projeções dos indicadores realizadas na etapa de prognóstico foi possível propor ações e metas necessárias para que os objetivos sejam alcançados gradativamente, conforme divisão temporal estabelecida seguindo os períodos definidos como curto (2023 - 2026), médio (2027 - 2033) e longo prazo (2034 - 2040) e tendo como direção os resultados projetados para o cenário de referência, onde os indicadores mantenham ou melhore seus resultados alcançando suas metas nos prazos previstos.

5.5.1 Abastecimento de água

As principais ações necessárias para garantia do alcance das metas definidas para o sistema de abastecimento de água podem ser visualizadas no Quadro 10.

Quadro 10 - Metas e ações para o sistema de abastecimento de água.

ABASTECIMENTO DE ÁGUA			
INDICADOR	ATUAL (2022)	PRAZO/ META	AÇÕES
IN055 - ÍNDICE DE ATENDIMENTO TOTAL DE ÁGUA	100%	Curto 2023 - 2026	- Expandir e aprimorar o sistema de abastecimento de água rural e urbano, incluindo o sistema de tratamento, reservação e distribuição, para atender 100% da população estimada de 65.774 habitantes. - Realizar levantamento da infraestrutura atual, como plantas de tratamento de água e sistemas de distribuição, para verificação da necessidade de ampliar a capacidade e a eficiência. - Planejar a ampliação dos sistemas de distribuição conforme necessidade de demandas que estão surgindo.
		100%	
		Médio 2027 - 2033	- Expandir e aprimorar o sistema de abastecimento de água rural e urbano, incluindo o sistema de tratamento, reservação e distribuição, para atender à 100% população estimada de 70.226 habitantes. - Propor ações para aumento da capacidade e ganhos na eficiência, conforme levantamento realizado. - Planejar a ampliação dos sistemas de distribuição conforme necessidade de demandas que estão surgindo.
		100%	
IN049 - ÍNDICE DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO	27,47%	Curto 2023 - 2026	- Ampliar captação e adução de modo a aumentar em 5,09% o volume de água produzido, atingindo o valor de $4.900,81 \times 10^3 \text{ m}^3$ e alcançando um índice de perdas na distribuição de 19,65%. - Desenvolver ações estratégicas de controle de perdas visando reduzir em 6,06% o índice de perdas na distribuição, incluindo a instalação dos equipamentos e acessórios necessários, micromedidores e macromedidores, além da substituição das redes de distribuição avariadas. - Implantar procedimentos regulares de inspeção técnica e manutenção das redes de distribuição.
		19,65%	
		Médio 2027 - 2033	- Ampliar a capacidade atual de captação e adução de modo a aumentar em 9,09% o volume de água produzido, partindo de $4.900,81 \times 10^3 \text{ m}^3$ em 2026 para $5.346,05 \times 10^3 \text{ m}^3$ em 2033, com um índice de perdas na distribuição de 12,68%. - Desenvolver ações estratégicas de controle de perdas visando reduzir 11,74% o índice de perdas na distribuição, incluindo a instalação dos equipamentos e acessórios necessários, micromedidores e macromedidores, além da substituição das redes de distribuição avariadas. - Manter rotinas de inspeção técnica e manutenção das redes de distribuição.
		12,68%	

Fonte: Autor (2024).

5.5.2 Esgotamento sanitário

No Quadro 11 apontam-se as ações necessárias para garantia do atendimento das principais metas do sistema de esgotamento sanitário estabelecidas pela

legislação.

Quadro 11 - Metas e ações para o sistema de esgotamento sanitário.

ESGOTAMENTO SANITÁRIO			
INDICADOR	ATUAL (2022)	PRAZO/META	AÇÕES
IN056 - ÍNDICE DE ATENDIMENTO TOTAL DE ESGOTO	39,69%	Curto 2023-2026	- Ampliar a cobertura chegando a 34.813 habitantes em 2026, com índice de atendimento total de esgoto de 52,93% - Propor política de participação social na gestão do saneamento. - Criar o conselho municipal de saneamento. - Implantar sistema de cadastramento de usuários para facilitar a adoção das estratégias de gestão.
		52,93%	
		Médio 2026-2033	- Ampliar a cobertura chegando a 63.232 habitantes em 2033, com índice de atendimento total de esgoto de 90,04%. - Manter política de participação social. - Manutenção do conselho municipal de saneamento. - Manter o sistema de cadastramento de usuários.
		90,04%	
IN015 - ÍNDICE DE COLETA DE ESGOTO	29,98%	Curto 2023-2026	- Ampliar o volume de coleta chegando a $1.934,95 \times 10^3 \text{ m}^3$ em 2026, com 52,93% de índice de coleta. - Reformar e ampliar a capacidade do Sistema de Tratamento de Esgoto. - Realizar vistorias em 50% da rede existente (56,04Km) de modo a identificar pontos de retenção de fluxo passíveis de ações de manutenção. - Desenvolver estratégias de manutenção a fim de aumentar a eficiência de coleta da rede atual. - Mapear locais de descarte irregular. - Propor soluções individuais eficientes para o fim do descarte irregular. - Propor política de fiscalização de novos empreendimentos, realizando a aprovações de projetos e vistorias de obras para a garantia da adoção de soluções técnicas adequadas para descarte do esgoto. - Desenvolver em parceria com a prestadora uma central de relacionamento e protocolo para serviços de manutenção da rede a fim de registrar e monitorar os atendimentos e verificar a eficiência e celeridade dos serviços realizados. - Captação de recurso financeiro para implantação da política de monitoramento dos corpos d'água receptores. - Desenvolver estratégias educativas para conscientizar sobre o descarte adequado de resíduos e informar sobre os riscos à saúde pública e ao meio ambiente.
		52,93%	
		Médio 2027-2033	- Ampliar a coleta chegando a $3.927,54 \times 10^3 \text{ m}^3$ em 2033, com 90,04% de índice de coleta. - Realizar vistorias em 50% da rede existente (56,04Km) de modo a identificar pontos de retenção de fluxo passíveis de ações de manutenção. - Realizar trabalhos de manutenção a fim de aumentar a eficiência de coleta da rede atual. - Manter em parceria com a prestadora a central de
		90,04%	

			relacionamento e protocolo para serviços de manutenção. - Fiscalizar e autuar infratores que realizam descarte irregular e obras irregulares sem projeto sanitário devidamente aprovado. - Manter estratégias educativas para conscientizar sobre o descarte adequado de resíduos e informar sobre os riscos à saúde pública e ao meio ambiente.
--	--	--	---

Fonte: Autor (2024).

5.5.3 Esgotamento sanitário

No Quadro 12 apontam-se as ações necessárias para a garantia do atendimento das principais metas do sistema de gestão e manejo dos resíduos sólidos.

Quadro 12 - Metas e ações para o sistema de manejo dos resíduos sólidos.

RESÍDUOS SÓLIDOS			
INDICADOR	ATUAL (2022)	PRAZO/ META	AÇÕES
IN005 - AUTO - SUFICIÊNCIA FINANCEIRA DA PREFEITURA COM O MANEJO DE RSU	0,00%	Curto 2023-2026	- Até 2026 a arrecadação per capita anual deve atingir 15,94 R\$/habitante da zona urbana, com uma estimativa de receita anual de R\$906.905,08 alcançando uma taxa de auto-suficiência de 19,97%. - Propor a adoção de tarifa diferenciada para famílias presentes no Cadastro Único. - Publicação anual de relatório financeiro detalhado. - Implantar campanha de conscientização para esclarecer a importância da cobrança em garantir melhorias nos serviços de limpeza urbana e como isso afeta a qualidade de vida e a saúde pública. - Realizar consulta pública sobre necessidades e melhorias em relação à gestão dos resíduos sólidos. - Promover a criação de uma base de dados integrada para acompanhamento de pagamentos, realizar denúncia de descarte irregular, obter informações detalhadas sobre roteiro e programação da coleta, realizar e acompanhar o andamento das solicitações, conferir as despesas relacionadas e a utilização do valor arrecadado.
		19,97%	
		Médio 2027-2033	- Até 2033 a arrecadação per capita anual deve atingir 30,90 R\$/habitante da zona urbana com uma estimativa de receita anual de R\$1.934.759,69 alcançando uma taxa de auto-suficiência de 38,73%. - Propor a adoção de tarifa diferenciada para famílias presentes no Cadastro Único. - Promover a participação coletiva a partir da organização de workshop anual para discussão da temática, divulgação do relatório financeiro anual detalhado, apresentação de dados quantitativos e qualitativos e discutir sobre futuras ações. - Ativar e divulgar a base de dados integrada.
		38,73%	- Incentivar a formação de comissão participativa com finalidade de propor e elaborar novas formas de arrecadação.
		Longo 2034-2040	- Até 2040 a arrecadação per capita anual deve atingir 59,91 R\$/habitante da zona urbana com uma estimativa de receita anual de R\$4.127.667,47 alcançando uma taxa de auto-suficiência de 75,08%. - Incentivos para pagamentos antecipados e adeptos a coleta seletiva. - Promover a participação coletiva a partir da organização de workshop anual para discussão da temática, divulgação do relatório financeiro anual detalhado, apresentação de dados quantitativos e qualitativos e discutir sobre futuras ações.
		75,08%	- Propor política de monitoramento e controle para penalidades e sanções aos inadimplentes.

IN015 - TAXA DE COBERTURA DE COLETA (RDO) EM RELAÇÃO A POP. TOTAL	80,51%	Curto 2023-2026	- Até 2026 a coleta de resíduos sólidos domiciliares deve alcançar uma população total estimada de 55.731 habitantes e uma coleta total de 15.053,05 toneladas por ano. - Investir na ampliação de pessoal e maquinário responsáveis pela coleta. - Determinar pontos de coleta de resíduos sólidos em locais estratégicos, especialmente em áreas rurais ou de difícil acesso.
		84,73%	- Promover campanhas educativas contínuas de modo a divulgar informações importantes sobre a gestão dos resíduos sólidos. - Otimização das rotas de coletas aumentando a eficiência dos serviços. - Promover o desenvolvimento de plataforma de relacionamento que permita à população receber e acessar informações sobre coleta, além de reportar possíveis problemas.
		Médio 2027-2033	- Até 2033 a coleta de resíduos sólidos domiciliares deve alcançar uma população total estimada de 66.883 habitantes e uma coleta total de 18.065,13 toneladas por ano. - Investir na ampliação de pessoal e maquinário responsáveis pela coleta. - Promover a participação coletiva a partir da organização de workshop anual para discussão da temática, divulgação do relatório financeiro anual detalhado, apresentação de dados quantitativos e qualitativos e discutir sobre futuras ações. - Otimização das rotas de coletas aumentando a eficiência dos serviços.
		95,24%	
		Longo 2034-2036	- Até 2036 a coleta de resíduos sólidos domiciliares deve atingir uma taxa de 100,00% , alcançando uma população total estimada de 72.225 habitantes e uma coleta total de 19.507,88 toneladas por ano. - Investir na ampliação de pessoal e maquinário responsáveis pela coleta. - Promover a participação coletiva a partir da organização de workshop anual para discussão da temática, divulgação do relatório financeiro anual detalhado, apresentação de dados quantitativos e qualitativos e discutir sobre futuras ações. - Otimização das rotas de coletas aumentando a eficiência dos serviços.
		100,00%	

IN030 - TAXA DE COBERTURA DA COLETA SELETIVA PORTA A PORTA	0,00%	Curto 2023-2026	- Até 2026, 7,38% da população urbana será atendida pela cobertura da coleta seletiva na modalidade porta a porta, o que corresponde a uma estimativa de 4.194 pessoas atendidas e uma massa estimada de 756,14 toneladas de recicláveis coletados anualmente com a colaboração de 33 catadores registrados. - Apoio na criação e organização de cooperativas oferecendo assessoria técnica e jurídica. - Produzir plano de coleta seletiva que contemple prazos, metas, detalhes específicos, análise gravimétrica de resíduos sólidos, diagnóstico e mapeamento sobre a região que receberá a implementação inicial e objetivos definidos para a expansão. - Realizar anualmente eventos comunitários sobre a área inicial, promovendo o engajamento popular, divulgando sobre a importâncias e os benefícios da coleta seletiva, distribuindo kit de coleta seletiva e materiais educativos. - Monitorar resultados iniciais a partir da coleta do nível de satisfação da população atendida.
		7,38%	
		Médio 2027-2033	- Até 2033, 18,27% da população urbana será atendida pela cobertura da coleta seletiva na modalidade porta a porta, o que corresponde a uma estimativa de 11,409 pessoas atendidas e uma massa estimada de 2.060,84 toneladas de recicláveis coletados anualmente com a colaboração de 88 catadores registrados. - Promover o conceito de economia circular, estimulando a reciclagem e reutilização no setor privado e consequentemente definindo consciência ambiental. - Ajustar o plano com base no feedback inicial repassado pela população atendida. - Promover o desenvolvimento de plataforma de relacionamento que permita à população receber e acessar informações sobre a coleta seletiva, mapeamento das ruas cobertas, além de reportar possíveis problemas.
		18,27%	
		Longo 2034-2040	- Até 2040, 45,25% da população urbana será atendida pela cobertura da coleta seletiva na modalidade porta a porta, o que corresponde a uma estimativa de 31.038 pessoas atendidas e uma massa estimada de 5.616,74 toneladas de recicláveis coletados anualmente com a colaboração de 239 catadores registrados. - Ativar e divulgar plataforma de relacionamento que permita à população receber e acessar informações sobre a coleta seletiva, mapeamento das ruas cobertas, além de reportar possíveis problemas.
		45,05%	
IN031 - TAXA DE RECUPERAÇÃO DE RECICLÁVEIS EM RELAÇÃO À QUANTIDADE DE RSU COLETADO	0,00%	Curto 2023-2026	- Até 2026, a taxa de recuperação estimada será de 0,91% sobre todo o volume de RSU coletado, o que irá corresponder a uma estimativa de 158,24 toneladas de materiais recuperados anualmente. - Promover parcerias para treinamento e capacitação de catadores. - Captação de recurso financeiro para implantação do setor de triagem e aquisição de veículos e equipamentos.
		0,91%	

		Médio 2027-2033	- Até 2033, a taxa de recuperação estimada será de 3,23% sobre todo o volume de RSU coletado, o que irá corresponder a uma estimativa de 733,68 toneladas de materiais recuperados anualmente. - Promover parcerias para treinamento e capacitação de antigos e novos catadores. - Implantação do setor de triagem e adquirir novos veículos e equipamentos.
		3,23%	
		Longo 2034-2040	- Até 2040, a taxa de recuperação estimada será de 11,53% sobre todo o volume de RSU coletado, o que irá corresponder a uma estimativa de 3.401,68 toneladas de materiais recuperados anualmente. - Ampliar e aplicar melhorias no setor de triagem e adquirir novos veículos e equipamentos. - Promover parcerias para treinamento e capacitação de antigos e novos catadores.
		11,53%	

Fonte: Autor (2024).

5.5.4 Drenagem de águas pluviais urbanas

Apesar de o setor ter apresentado resultados positivos e de ter atendido plenamente as metas estabelecidas até o momento, foram traçadas novas ações estratégicas para garantir que a cidade continue a manter a situação atual, em que não há domicílios em situação de risco. Além disso, as ações planejadas visam a garantir que as condições que permitiram fortalecer ainda mais as políticas públicas de habitação e urbanização no município. Dessa forma, busca-se assegurar que, dentro do prazo estipulado pela legislação vigente, a cidade não apenas mantenha a situação atual, mas também avance em termos de segurança habitacional para todos os seus habitantes (Quadro 13).

Quadro 13 - Metas e ações para o sistema de drenagem de águas pluviais.

ESGOTAMENTO SANITÁRIO			
INDICADOR	ATUAL (2022)	PRAZO/ META	AÇÕES
IN040 - DOMICÍLIOS EM SITUAÇÃO DE RISCO DE INUNDAÇÃO	0,00%	Curto 2023-2026	- Realizar um mapeamento das áreas de risco e de pontos de alagamentos e inundações. - Desenvolver plataforma que permita a participação popular para contribuir com o programa de monitoramento e reconhecimento dos pontos críticos, subsidiando as tomadas de decisões e garantindo uma melhor eficiência nos serviços prestados. - Realizar campanhas educativas para informar e conscientizar a população sobre a importância de não ocupar áreas de risco. - Propor a criação de política de regulamentação e proibição de ocupações de área de risco.
		0,00%	
		Médio 2027-2033	- Continuar realizando mapeamento das áreas de risco e de pontos de alagamentos e inundações. - Ativar e divulgar plataforma que permita a participação popular para contribuir com o programa de monitoramento e reconhecimento dos pontos críticos, subsidiando as tomadas de decisões e garantindo uma melhor eficiência nos serviços prestados. - Continuar realizando campanhas educativas para informar e conscientizar a população sobre a importância de não ocupar áreas de risco. - Vigorizar política de regulamentação e proibição de ocupações de área de risco.
		0,00%	

Fonte: Autor (2024).

6 CONCLUSÕES

Os dados apresentados após a conclusão da pesquisa mostram que, apesar de possuir um sistema sanitário bem estruturado, com rede coletora instalada, aterro sanitário, estação de tratamento de esgoto, estação de tratamento de água, a cidade carece de melhorias em alguns serviços.

Com aplicação do método INSA foi possível avaliar o desempenho do saneamento básico do município. Analisando o resultado, o INSA 2020 apresentou 0,495 de pontuação final, classificando o desempenho do saneamento apenas como Médio, entretanto esse resultado foi o mais baixo quando comparado aos resultados obtidos entre os anos de 2015 e 2020, o que demonstra que a situação geral do saneamento de salgueiro não apresentou grandes avanços nos últimos anos.

Ainda sobre os resultados do INSA 2020, realizando uma análise setorial dos resultados, com uma pontuação final de 0,697 e com a classificação do desempenho dentro do nível alto, o subíndice que trata sobre o sistema de abastecimento de água (IDAA) apresentou o melhor resultado. Contribui para esse desempenho o fato de alguns indicadores terem alcançado o score máximo, como o indicador que representa o percentual do volume de água distribuída que é macromedida (IN011), percentual da população total atendida com água (IN055) e o indicador que retrata a taxa de economias atingidas por paralisação no fornecimento de água (QD004).

Por outro lado, com resultado final de 0,208 o subíndice que trata sobre o sistema de manejo de resíduos sólidos apresentou o pior resultado em comparação aos outros setores, sendo o único setor com classificação de desempenho dentro do nível baixo, resultado que pode ser justificado devido ao score zero apresentado por sete dos treze indicadores utilizado para análise desse subíndice, como a taxa de cobertura da coleta seletiva porta a porta (IN030) e a taxa de auto - suficiência financeira (IN005).

É importante destacar que, apesar do alto grau de poder de análise do desempenho sistema de saneamento, a precisão dos resultados obtidos pelo INSA depende da quantidade e qualidade dos dados divulgados pelo SNIS, que por sua vez é composto por uma base com informações fornecidas por prestadores de serviços, municípios, concessionárias, autarquias e agências reguladoras. Em algumas situações, os dados apresentados não são fornecidos corretamente ou até mesmo nem são fornecidos, o que resulta na diminuição do score e contribui com a atenuação

da representatividade dos resultados alcançados.

Vale destacar o possível aumento na adoção de ferramentas que auxiliam nas tomadas de decisões e na classificação do desempenho dos serviços prestados, podendo contribuir com o ganho da qualidade dos dados fornecidos.

Vale destacar, também, que o INSA é uma ferramenta de fácil manuseio e de grande potencial de análise, assim como foi visto neste trabalho, porém é ainda uma ferramenta relativamente nova e pouco difundida, necessitando abranger sua aplicação para outros municípios, estados ou regiões, o que iria consolidar a ferramenta como uma das melhores opções disponíveis para análise da qualidade do desempenho do sistema de saneamento básico, além da possibilidade de ranqueamento e o comparativos entre diversos municípios.

Com relação ao diagnóstico realizado, alguns valores chamaram atenção devido ao desempenho inferior, com destaque para a baixa extensão de vias com revestimento e meio-fio, o que dificulta a drenagem superficial e proporciona maiores chances do surgimento de pontos de alagamentos, assim como a baixa porcentagem de esgoto coletado com valor inferior à média estadual, regional e nacional. Entretanto, alguns valores apresentaram resultados até certo ponto satisfatório, como a baixa porcentagem de perda do faturamento no serviço de abastecimento de água e a coleta total de todos os resíduos sólidos domésticos gerados na zona urbana.

A respeito do cumprimento das principais metas estabelecidas pela legislação, mesmo com a maioria dos indicadores ainda possuindo prazo válido para alcance dos valores definidos, grande parte se encontra abaixo da meta proposta. Vale ressaltar que até 2022 a cidade ainda não apresentava nenhuma forma de cobrança ao serviço limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, assim como não existiam ações voltadas para recuperação de materiais recicláveis. Por outro lado, os indicadores de abastecimento de água já tinham suas metas atendidas já no ano de 2022, o que condiz com o resultado apresentado com a aplicação do INSA 2020 em que o setor de abastecimento de água também apresentou o melhor desempenho.

Na etapa de prognóstico, foram realizadas projeções para os indicadores conforme a adoção de dois cenários distintos. O cenário de referência, com a hipótese de evolução sempre otimista para o alcance das metas obedecendo aos prazos estabelecidos, e o cenário conservador que foi baseado na evolução tendencial apresentada a partir de uma análise histórica dos apresentados pelo próprio município ou por efeito de comparação envolvendo outras fontes quando o município não

apresentava nenhum dado anterior para análise. Com o prognóstico, é possível conhecer o caminho necessário que o município terá que traçar para que as metas sejam atendidas dentro do prazo, bem como conhecer o rumo traçado caso seja mantida a situação tendencial.

A partir da estimativa do cenário de referência foi possível propor ações a serem tomadas a curto, médio e longo prazo, de modo a permitir o alcance das metas estabelecidas. Alguns serviços necessitam de grandes melhorias para que a sua taxa de evolução sejam suficientes para alcançarem, dentro do prazo, as metas definidas pela legislação, outros serviços necessitam ainda serem iniciados, como é o caso da abrangência do serviço de coleta seletiva pela modalidade porta a porta que necessita de uma taxa de evolução anual de +15,40% até o ano de 2040, isso considerando que em 2024 já se tenha 3.152 habitantes da zona urbana atendida por esse serviço, o que corresponde a uma taxa de cobertura urbana (IN030) de 5,69%.

O destaque positivo ficou mais uma vez para os indicadores de abastecimento de água, como o índice de perdas na distribuição (IN049) que apresentou o resultado dentro da meta estabelecida mesmo analisando o cenário conservador.

Ademais, ao fim da pesquisa fica evidente a necessidade que o município tem de evoluir seu sistema de saneamento básico como todo, especialmente o setor de gestão e manejo dos resíduos sólidos que apresentou o pior desempenho dentre as quatro grandes áreas do saneamento. Espera-se ainda que essa pesquisa contribua para a evolução e difusão da ferramenta INSA, tendo em vista que o resultado apresentado pela mesma condiz com os desfechos apresentados nas etapas de diagnóstico, de análise das principais metas e na etapa de prognóstico, deixando evidente o seu potencial para análise de desempenho dos serviços prestados, assim como a sua capacidade de promover análises comparativas que facilitem as tomadas de decisões e o emprego efetivos dos escassos recursos disponíveis.

7 REFERÊNCIAS

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/panorama/>>. Acesso em: 2 mar. 2023.

ABREMA - Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. Disponível em: <https://boletimdosaneamento.com.br/wpcontent/uploads/2024/01/Panorama_2023_P

1.pdf >. Acesso em: 16 mai. 2024.

ABUBAKAR, I. R. *et al.* Environmental Sustainability Impacts of Solid Waste Management Practices in the Global South. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 19, 2022.

ALEGRE, H. *et al.* Performance indicators for water supply services. 2. ed. **Londres: IWA Publishing**, 312 p, 2006.

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico e Saneamento Básico. **CONJUNTURA DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL**. Disponível em: <<https://relatorio-conjuntura-ana-2021.webflow.io/capitulos/usos-da-agua>>. Acesso em: 2 mar. 2023.

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico e Saneamento Básico. **Panorama das águas**. Disponível em: <<https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/panorama-das-aguas>>. Acesso em: 2 mar. 2023.

APAC - Agência Pernambucana de Águas e Clima. **Bacias Hidrográficas - Rio Terra Nova**. Disponível em: <<https://www.apac.pe.gov.br/climatologia/519-climatologia>>. Acesso em: 22 de maio de 2023a.

APAC - Agência Pernambucana de Águas e Clima. **Bacias Hidrográficas - Rio Terra Nova**. Disponível em: <<http://200.238.107.184/bacias-hidrograficas/40-bacias-hidrograficas/207-bacia-do-rio-terra-nova>>. Acesso em: 22 de maio de 2023b.

ARBEX, M. A. *et al.* Queima de biomassa e efeitos sobre a saúde. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 30, n. 2, p. 158–175, 2004.

ATLAS BRASIL, **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**. Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br/consulta/planilha>>. Acesso em: 18 de maio de 2023.

BARRETO, T. H. L. Dinâmica de Uso e Cobertura da Terra em floresta Tropical Seca no Sertão Pernambucano. **Monografia**, p. 55, 2019.

BDE - Base do Estado. **Divisão Geopolítica**. BDE, 2023. Disponível em: <http://www.bde.pe.gov.br/estruturacaogeral/mesorregioes.aspx>. Acesso em: 22 de maio de 2023.

BELLO, A. S.; AL-GHOUTI, M. A.; ABU-DIEYEH, M. H. Sustainable and long-term management of municipal solid waste: A review. **Bioresource Technology Reports**, v. 18, n. February, p. 101067, 2022.

BRASIL. Lei Nº 14.026/2020 - Atualiza o marco legal do saneamento básico. **Diário Oficial da União**: Brasília, 2020. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm#:~:text="Art. 4º-A ,5 de janeiro de 2007](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm#:~:text=)>. Acesso em: 1 mar. 2023.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Do SNIS ao SINISA, Informações para planejar o Saneamento Básico**. Disponível em: <<https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/produtos-do-snis/cadernos>>

tematicos/copy_of_DO_SNIS_AO_SINISA_SANEAMENTO_BASICO_SNIS_20212.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2024.

BRASIL. **Painel da Geração de Resíduos no Brasil**. Disponível em: <<https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/emissoes-e-residuos/residuos/painel-da-geracao-de-residuos-no-brasil>>. Acesso em: 25 abr. 2024.

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS**. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 1 mar. 2023.

BRASIL. **RESOLUÇÃO Nº 232, DE 22 DE MARÇO DE 2022**. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-n-232-de-22-de-marco-de-2022-409696438>>. Acesso em: 1 mar. 2023.

BUCCO, G. B. ; LONGARAY, A. A. Emprego da análise hierárquica de processos no desenvolvimento de sistema de apoio à decisão para seleção de fornecedores de materiais de informática: o caso da faurg. **XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 2010, São Carlos / SP. 2010.

BUDGE, S. *et al.* Environmental sanitation and the evolution of water, sanitation and hygiene. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 100, n. 4, p. 286–288, 2022.

CANHOLI, A. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. Oficina de Textos, 2014.

CNES, Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde. **Consulta**. Disponível em: <<https://cnes.datasus.gov.br/pages/estabelecimentos/consulta.jsp?search=UBS>>. Acesso em: 10 de maio de 2023.

CORDEIRO, J. *et al.* Sistemas de drenagem urbana e o saneamento: uma análise cienciométrica. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, p. e1239119616, 2020.

CPRH - Agência Estadual de Meio Ambiente. **Unidades de Proteção Integral**, 2023. Disponível em:< <https://www2.cprh.pe.gov.br/categoria-da-uc/protecao-integral/>>. Acesso em: 20 de maio de 2023.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea. Diagnóstico do Município de Salgueiro**, 2005.

DANELON, A. F.; SPOLADOR, H. F. S.; KUMBHAKAR, S. C. Weather and population size effects on water and sewer treatment costs: Evidence from Brazil. **Journal of Development Economics**, v. 153, n. November 2020, p. 102743, 2021.

DANTAS, F. L. *et al.* Análise ambiental do depósito de resíduos sólidos localizado na cidade de Caicó/RN. In: **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**. [s.l.] INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - UNICAMP, 2017. p. 6970–6977.

DIEP, L. *et al.* Linkages between sanitation and the sustainable development goals: A case study of Brazil. **Sustainable Development**, v. 29, n. 2, p. 339–352, 2021.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Luvissolo crômico**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/luvisolos>>. Acesso em: 15 de maio de 2023a.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Neossolo litólico**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/neossolos/neossolos-litolicos>>. Acesso em: 15 de maio. 2023b.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Neossolo quartzarênico**. Disponível em:<<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/territorios/territorio-mata-sul-pernambucana/caracteristicas-do-territorio/recursos-naturais/solos/neossolos-quartzarenicos>>. Acesso em: 15 de maio. 2023d.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Neossolos regolíticos**. Disponível em:<<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/neossolos/neossolos-regoliticos>>. Acesso em: 15 de maio. 2023c.

FANTIN, L. L. D.; REIS, J. A. T. DOS; MENDONÇA, A. S. F. Proposal of a methodology for pre-selection of sewage treatment systems within watersheds. **RBRH**, v. 22, n. 0, 2017.

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, 2022.

GEARY, P. M. ENVIRONMENT DESIGN GUIDE DOMESTIC WASTEWATER – Treatment and re-use. In: **Environment Design Guide**. [s.l: s.n.]. p. 8.

GIUSTI, L. A review of waste management practices and their impact on human health. **Waste Management**, v. 29, n. 8, p. 2227–2239, 2009.

GUEDES, W. P., SUGAHARA, C. R., FERREIRA, D. H. L., & BRANCHI, B. A. Indicadores de saneamento básico: uma aplicação da Análise Fatorial para os municípios das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. **Interações (Campo Grande)**, 24(1), 261–179, 2013.

GUEDES , W. P.; SUGAHARA, C. R. & FERREIRA, D. H. L. Access to water and sanitation in brazilian regions. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, [S. l.], v. 17, n. 3, 2021. Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/forum_ambiental/article/view/3040. Acesso em: 30 dez. 2024.

Guimarães, C. E. *et al.* (2017). Avaliação do Desempenho Ambiental do Aproveitamento do Biogás em Fecularias de Mandioca no Estado do Paraná. **Desenvolvimento Em Questão**, 15 (39), 171 – 202.

HENRY, F. J. *et al.* Environmental sanitation, food and water contamination and diarrhoea in rural Bangladesh. **Epidemiology and Infection**, v. 104, n. 2, p. 253–259,

1990.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - **Cidades e Estados/Pernambuco**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pe/.html?>>. Acesso em: 2 mar. 2023.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Brasileiro. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**. p.97, 2013.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Salgueiro, Panorama 2010**. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/salgueiro/panorama>>. Acesso em: 18 de maio de 2023.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Salgueiro, Panorama 2000**. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/salgueiro/panorama>>. Acesso em: 19 de maio de 2023.

KLIGERMAN, D. C. *et al.* Methodology for a Comprehensive Health Impact Assessment in Water Supply and Sanitation Programmes for Brazil. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 19, 2022.

KOTTEK, M. *et al.* World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 15, n. 3, p. 259–263, 2006.

LALLI, C. M.; PARSONS, T. R. Human Impacts on Marine Biota. In: **Biological Oceanography: An Introduction**. [s.l: s.n.]. p. 247–265. 1997.

LIMA, P. DE M. *et al.* Resource-oriented sanitation: Identifying appropriate technologies and environmental gains by coupling Santiago software and life cycle assessment in a Brazilian case study. **Science of the Total Environment**, v. 837, n. September 2021, p. 155777, 2022.

MAGALHÃES, F. A. da C., Mendes, R. de M., & Melo, A. L. T. **Análise descritiva dos casos confirmados de leptospirose em humanos no Brasil, período de 2010-2019**. Journal Health NPEPS. Disponível em: <<https://periodicos.unemat.br/index.php/jhnpeps/article/view/4697>>. acessado em 07 de jun. de 2024.

MEDEIROS, I. N. DE P. *et al.* Problemas Socioambientais E Dos Resíduos Sólidos No Entorno Do Lixão Do Município De Apodi (Rn)/Socio-Environmental and Solid Waste Problems Around Dump Municipality of Apodi (Rn). **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 11, p. 85684–85707, 2020.

MITERHOF, M. T.; PIMENTEL, L. B. Investimentos e Mecanismos de Financiamento no Setor de Saneamento. **RACEF – Revista de Administração, Contabilidade e Economia da Fundace**. v. 14, n. 4, p. 77-93, 2023.

OLIVEIRA, C. A. Agricultura Convencional e Modernização nos Sistemas Agrícolas no Âmbito da Agricultura Familiar em Sítios Novos, Salgueiro - PE. **Dissertação**, p. 74, 2008.

ONYANGO, M. A.; UWASE, M. **Humanitarian Response to Complex Emergencies and Natural Disasters**. Second Edi ed. [s.l.] Elsevier, 2016. v. 4

PAZ, D. H. F. *et al.* Desenvolvimento de um índice para a avaliação dos serviços de saneamento básico dos municípios de Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Revista Nacional de Geografia**.

PEIXOTO, F. J. *et al.* Geotecnologias Aplicadas À Avaliação De Taxas De Impermeabilização Da Terra Em Ambiente Urbano. **Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia**, v. 18, n. 2,, 2020.

PRÜSS, A. *et al.* Estimating the burden of disease from water, sanitation, and hygiene at a global level. **Environmental Health Perspectives**, v. 110, n. 5, p. 537–542, 2002.

PRYSTHON, B. K. *et al.* VIESES SOCIOECONÔMICOS : ANÁLISE DA PERCEPÇÃO POPULAR SOBRE OS SERVIÇOS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO EM PERNAMBUCO SOCIOECONOMIC BIASES: ANALYSIS OF POPULAR PERCEPTION ABOUT SANITARY SEWAGE SERVICES IN PERNAMBUCO O Direito Humano à Água e ao Esgotamento Sani. p. 1–17, 2023.

RAMOS, R. F. *et al.* Environmental sanitation in São Paulo Macrometropolis: perspectives for a multi-level governance. **Ambiente & Sociedade**, v. 23, p. 1–24, 2020.

SALGUEIRO, Prefeitura Municipal de Salgueiro. **Distritos**. Disponível em: <<https://www.salgueiro.pe.gov.br/municipio-distritos-umas.html>>. Acesso em: 10 de maio 2023a.

SALGUEIRO, Prefeitura Municipal de Salgueiro. **Distritos**. Disponível em: <<https://www.salgueiro.pe.gov.br/municipio-salgueiro-em-numeros.html>>. Acesso em: 26 de outubro 2023b.

SALGUEIRO, PROJETO DE SERVIÇOS DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS. p. 139, 2023c.

SICHE, R. *et al.* Índices versus indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. **Ambiente & Sociedade**, 10(2), 137–148, 2007.

SILVA, M. R.; JARDIM, C. H. Influence of topography and Land Use in Climatic Elements Variation in Belo Horizonte, Ibirité, Sete Lagoas and Conceição do Mato Dentro – MG: The Time Segment Between 11 and 23/09/2016. **Geography Department University of Sao Paulo**, v. 3, p. 48–57, 2017.

SANTANA, L. R. B. *et al.* Municipal solid waste management: analysing the principles of the Brazilian National Solid Waste Policy. **International Journal of Environment and Waste Management**, v. 24, n. 4, 2022.

SCHMITT, T. G.; HUBER, W. C. The scope of integrated modelling: system boundaries, sub-systems, scales and disciplines. **Water Science and Technology**, v. 54, n. 6–7, p. 405–413, 1 set. 2006.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, SNIS, 2021. Ministério

da Integração e do Desenvolvimento Regional. Disponível em: <<https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/painel>>. Acesso em: 20 fev. 2023a.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, SNIS, 2021. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Disponível em: <<https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/painel/ap>>. Acesso em: 20 fev. 2023b.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, SNIS, 2021. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. **Estruturas de Regionalização de Água e Esgoto - Pernambuco.** Disponível em: <<http://appsniis.mdr.gov.br/regionalizacao/web/mapa/index?id=18>>. Acesso em: 28 maio 2023c.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, SNIS, 2022. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. **Diagnóstico Temático Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – Infraestrutura** Disponível em: <https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/arquivossnsa/arquivos_pdf/snis/residuos_solidos/2020/3_diagnostico_tematico_infraestrutura_para_os_servicos_rs_snis_set_2022.pdf>. Acesso em: 16 maio 2024d.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, SNIS, 2022. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. **Diagnóstico Temático Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas – Gestão de Risco.** Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos/copy_of_DIAGNOSTICO_TEMATICO_GESTAO_DE_RISCO_PARA_A_AGUAS_PLUVIAIS_AP_SNIS_OUT_2022.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2024e.

SOBRAL, A. *et al.* Definições básicas: Dado, indicador e índice. In: FREITAS, C. M. Saúde Ambiental: guia básico para a construção de indicadores. **Brasil: Ministério da Saúde**, 2011.

SOHOO, I. *et al.* Municipal Solid Waste Management through Sustainable Landfilling: In View of the Situation in Karachi, Pakistan. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 2, 2022.

SOJOBI, A. O.; ZAYED, T. Impact of sewer overflow on public health: A comprehensive scientometric analysis and systematic review. **Environmental Research**, v. 203, p. 111609, jan. 2022.

SOUZA, J. D. S. DE *et al.* Decision Support System for the Integrated Management of Multiple Supply Systems in the Brazilian Semi-arid Region. **Water**, v. 15, n. 2, p. 223, 2023.

SOUZA, A. C. A. DE ., & GOMES, J. P.. Desafios para o investimento público em saneamento no Brasil. **Saúde Em Debate**, 43(spe7), 36–49, 2019.

TCE – Tribunal de Contas do Estado. **LIXÕES: 75% das cidades depositam resíduos em aterros sanitários.** Disponível em: <<https://www.tce.pe.gov.br/internet/index.php/mais-noticias-invisivel/351->>

2021/dezembro/6322-lixoes-75-das-cidades-ja-depositam-residuos-em-aterros-sanitarios>. Acesso em: 1 mar. 2023.

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação a Ciência e a Cultura. **Recursos hídricos no Brasil.** Disponível em: <<https://pt.unesco.org/fieldoffice/brasil/expertise/water-resources-brazil>>. Acesso em: 10 jan. 2023.

UNICEF - Fundo das Nações Unidas para a Infância. **Recursos hídricos no Brasil - Programa Conjunto de Monitorização para a Provisão de Água e de Saneamento.** Disponível em: <<https://www.unicef.org/angola/comunicados-de-imprensa/21-bilh%C3%B5es-de-pessoas-n%C3%A3o-t%C3%AAm-acesso-%C3%A1gua-pot%C3%A1vel-em-casa-e-mais-do-dobro>>. Acesso em: 07 jun. 2024.

VARGOVÁ, M. *et al.* Sanitation and the Environment. **Environmental Factors Affecting Human Health**, p. 1–22, 2020.

WHO - World Health Organization. **Sanitation.** Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/sanitation>>. Acesso em: 1 jan. 2023.

YAP, C. *et al.* Sanitation challenges in Dar es salaam: the potential of Simplified Sewerage Systems. **Environment and Urbanization**, n. 2014, p. 1–18, 2023.