



INFRA
& CAPITAL PROJECTS
BY ALVAREZ & MARSAL

PLANO REGIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO

Microrregião de Água e Esgoto do Piauí

Concessão dos Serviços Públicos de Abastecimento de Água
e Esgotamento Sanitário do Estado do Piauí

27 de março de 2023

SUMÁRIO

SUMÁRIO	2
LISTA DE FIGURAS.....	4
LISTA DE TABELAS	5
LISTA DE GRÁFICOS	6
1 APRESENTAÇÃO	7
2 INTRODUÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO.....	10
3 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO	11
3.1 Localização e Inserção Regional.....	11
3.2 Demografia.....	11
3.2.1 População	11
3.2.2 Pirâmide Etária.....	14
3.3 Educação	14
3.4 Saúde	16
3.5 Desenvolvimento Humano.....	18
3.6 Aspectos Econômicos e Sociais	20
3.6.1 Aspectos Econômicos.....	20
3.6.2 Aspectos Sociais.....	23
3.7 Habitação.....	26
3.8 Comunidade de Povos Originários.....	28
3.9 Unidades de Preservação Ambiental e Cultural	28
3.10 Sítios Arqueológicos.....	30
3.11 Geologia e Relevo.....	32
3.12 Clima.....	35
3.13 Balanço Hídrico Climatológico	37
3.14 Bacias Hidrográficas e Disponibilidade Hídrica.....	40
3.13.1 Disponibilidade Hídrica Superficial	41
3.14.1 Disponibilidade Hídrica Subterrânea	42
3.15 Qualidade das Águas	45
3.16 Lançamento de Efluentes	49
4 INTRODUÇÃO DAS MACRORREGIÕES.....	50
5 DIAGNÓSTICO.....	54
5.1 Prestação dos serviços de saneamento básico	54
5.2 Regulação e Tarifação.....	56

5.3	Caracterização do Abastecimento de Água.....	59
5.3.1	Sistemas de Captação.....	61
5.3.2	Sistemas de Tratamento	66
5.3.3	Estações Elevatórias e Boosters	69
5.3.4	Sistemas de Reservação, Distribuição e Hidrometração.....	71
5.3.5	Avaliação da oferta e demanda	75
5.3.6	Monitoramento da qualidade das águas tratadas.....	75
5.4	Caracterização do Sistema de Esgotamento Sanitário.....	77
5.4.1	Coleta e Transporte.....	79
5.4.2	Tratamento.....	83
5.4.3	Monitoramento da qualidade dos efluentes	85
6	OBJETIVOS E METAS PARA A UNIVERSALIZAÇÃO.....	87
6.1	Projeção Populacional	87
6.2	Abastecimento de Água	91
6.2.1	Objetivos	91
6.2.2	Resultado da Demanda (SES).....	91
6.3	Esgotamento Sanitário.....	92
6.3.1	Objetivos	92
6.3.2	Resultado da Demanda (SES).....	93
7	PROGNÓSTICOS	95
	ANEXOS	96

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Densidade populacional por UF. Fonte: IBGE 2022.....	13
Figura 2 - Densidade populacional por municípios do Piauí. Fonte: IBGE 2022.	13
Figura 3 - Classificação no IDEB de 2021 por estado brasileiro. Fonte: INEP 2021.	15
Figura 4 – Participação da agricultura na economia dos anos 2020 e 2021. Fonte: SEPLAN.	22
Figura 5 - Participação da indústria na economia dos anos 2020 e 2021. Fonte: SEPLAN.	22
Figura 6 - Participação de serviços na economia dos anos 2020 e 2021. Fonte: SEPLAN.	22
Figura 7 - Mapa de sítios arqueológicos do Piauí. Fonte: SEPLAN.....	31
Figura 8 - Mapa de Geodiversidade do estado do Piauí. Fonte: CPRM, 2006.	33
Figura 9 – Classificação climática de Koppen no Estado do Piauí. Fonte: L.L.S. Silva 2021.....	36
Figura 10 - Precipitação acumulada anual no estado do Piauí. Fonte: L.L.S. Silva 2021.....	36
Figura 11 - Distribuição anual de evapotranspiração no Estado do Piauí. Fonte: L.L.S. Silva 2021.	37
Figura 12 - Extrato anual da diferença entre precipitação (P) e a evapotranspiração (ETP) no Estado do Piauí. Fonte: L.L.S. Silva 2021.	38
Figura 13 - Distribuição da deficiência hídrica no Estado do Piauí. Fonte: L.L.S. Silva 2021.	38
Figura 14 - Distribuição do Excesso Hídrico (EXC) no Estado do Piauí. Fonte: L.L.S. Silva 2021.	39
Figura 15 - Classificação climática de Thornthwaite para o Estado do Piauí. Fonte: L.L.S. Silva 2021.....	39
Figura 16 - Bacias Hidrográficas do Piauí. Fonte: PERH – PI (2010).....	40
Figura 17 - Bacias Hidrográficas e cursos hídricos do Estado do Piauí. Fonte: SEPLAN.	41
Figura 18 - Potencialidade hídrica das Bacias do Piauí. Fonte: SEMAR 2010.....	42
Figura 19 - Classificação e localização dos Aquíferos no Piauí. Fonte: CPRM.....	44
Figura 20 - Identificação de Aquíferos e Poços no Estado do Piauí. Fonte: CPRM.....	44
Figura 21 - Localização das Estações de medição de indicadores de qualidade da água. Fonte: SEMAR 2010.....	47
Figura 22 - Divisão das macrorregiões no Estado do Piauí para o Plano Regional de Saneamento (PRSB)	52
Figura 23 - Operadores de Água no Piauí. Fonte: SNIS 2021.....	55
Figura 24 - Operadores de Esgoto no Piauí. Fonte: SNIS 2021	56
Figura 25 - Índice de Abastecimento de Água nos Estados Brasileiros. Fonte: SNIS 2021	60
Figura 26 - Esquema com tipos de captação subterrânea a partir das características do solo. Fonte: FUNASA, 2019.	64
Figura 27 - Esquemático para captação, tratamento e distribuição de água. Fonte: SABESP.....	67
Figura 28 - Reservatório Elevado da AGESPISA na cidade de Parnaíba	72
Figura 29 - Reservatório Apoiado da AGESPISA na cidade de Altos	72
Figura 30 - Atendimento de esgoto no Brasil. Fonte: SNIS.	78
Figura 31 - Sistema separador convencional - predominante no Brasil. Fonte: FUNASA, 2007.	81
Figura 32 - Esquema de Estação Elevatória de Esgoto (EEE). Fonte: FUNASA, 2007.	81
Figura 33 - Esquemático para tratamento de esgoto através de lagoas facultativa primária e secundária, respectivamente. Fonte: LogicAmbiental.....	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparação das situações de mortalidade do Piauí com o Brasil. Fonte: IBGE 2017.....	16
Tabela 2 - Comparação das situações de internações e coberturas do Piauí com o Brasil. Fonte: IBGE 2017.....	17
Tabela 3 - Comparação das situações de nascimentos do Piauí com o Brasil. Fonte: IBGE 2017.....	17
Tabela 4 - Índice de Desenvolvimento Humano por estado brasileiro. Fonte: IBGE 2021.	19
Tabela 5 - 10 maiores PIBs do Piauí. Fonte: IBGE 2020.	21
Tabela 6 - Número de famílias beneficiadas com o bolsa família. Fonte: Governo Federal.	25
Tabela 7 - Unidades de Conservação Ambiental do Piauí. Fonte: CNIPI – PNE e SIGA-PI.....	28
Tabela 8 - Quantidade de poços classificados por Bacia Hidrográfica e Aquíferos. Fonte: SEMAR 2010.	43
Tabela 9 - Parâmetros de qualidade da água por estação estudada no Estado do Piauí. Fonte: SEMAR.....	45
Tabela 10 - Análise de qualidade da água das reservas subterrâneas do Estado do Piauí. Fonte: SUDENE 1975.....	48
Tabela 11 - Análise de STD nas Bacias Hidrográficas do Piauí. Fonte: CPRM 2003.....	49
Tabela 12 - Municípios do estado do Piauí por macrorregião, TDs e aglomerados. Fonte: CEPRO.....	50
Tabela 13 - Tabela de Preços de Tarifa a ser aplicada a partir do mês de fevereiro/2024.	58
Tabela 13 - Quantitativo e status de ativos de captação superficial no estado do Piauí. Fonte: Agespisa, Governo do Piauí e prefeituras municipais.....	62
Tabela 14 - Formas de captação subterrânea. Fonte: FUNASA, 2019.	63
Tabela 15 - Quantitativo e status de ativos de captação subterrânea no estado do Piauí. Fonte: Agespisa, Governo do Piauí e prefeituras municipais.....	64
Tabela 16 - Quantitativo e status das ETAs no estado do Piauí. Fonte: Agespisa, Governo do Piauí e prefeituras municipais.	68
Tabela 17 - Quantitativo e status das Estações Elevatórias de Água no estado do Piauí por macrorregião. Fonte: AGESPISA, Governo do Piauí e prefeituras municipais.....	70
Tabela 18 - Volume total e status dos reservatórios por macrorregião. Fonte: Agespisa, Governo do Piauí e prefeituras municipais.....	73
Tabela 19 - Índices de qualidade das águas de municípios do Piauí. Fonte: AGESPISA, Jan/24.	76
Tabela 20 - Quantitativo e status de ativos de estação elevatória de esgoto no estado do Piauí. Fonte: Agespisa, Governo do Piauí e prefeituras municipais.....	82
Tabela 21 - Capacidade total de tratamento e condições das ETEs por macrorregião	84
Tabela 22 – Projeção Populacional Total das Macrorregiões da MRAE.	88
Tabela 23 – Projeção Populacional das Macrorregiões (Área Urbana e Aglomerados Rurais)	90
Tabela 24 – Metas de Atendimento de Água	Error! Bookmark not defined.
Tabela 25 - Metas de Atendimento de Esgoto	Error! Bookmark not defined.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - 10 municípios mais populosos do Piauí. Fonte: IBGE 2022.	11
Gráfico 2 - Crescimento populacional do estado do Piauí de 1872 a 2022. Fonte: IBGE	12
Gráfico 3 - Projeção populacional do Piauí até 2059 a partir do cálculo de método geométrico	12
Gráfico 4 - Pirâmide etária do Piauí em 2022. Fonte: IBGE 2022.	14
Gráfico 5 - Média de anos de estudo da população brasileira e piauiense de 2014 a 2021. Fonte: IBGE	15
Gráfico 6 - Percentual da população adulta sobre o grau de escolaridade. Fonte: PNAD.....	16
Gráfico 7 - Evolução do IDH piauiense de 1991 a 2021. Fonte: IBGE.....	20
Gráfico 8 - Composição dos índices do IDH no Piauí. Fonte: IBGE	20
Gráfico 9 - Composição setorial do Valor Adicionado Bruto (VAB) do estado do Piauí de 2010 a 2021 (%). Fonte: CEPRO	21
Gráfico 10 - Porcentagem da população extremamente pobre em 2021. Fonte: IBGE.....	23
Gráfico 11 - Porcentagem da população pobre em 2021. Fonte: IBGE	24
Gráfico 12 - Porcentagem de vulneráveis à pobreza em 2021. Fonte: IBGE	24
Gráfico 13 - Tipos de moradia no estado do Piauí. Fonte: IBGE 2022.....	27
Gráfico 14 - Zonas de situação dos domicílios do Piauí. Fonte: IBGE 2010.....	27
Gráfico 15 - Produção e Consumo de Água nas Macrorregiões do Piauí. Fonte: SNIS 2021.	75
Gráfico 16 - Projeção Populacional Total das Macrorregiões	88
Gráfico 17 - Projeção Populacional (Meio Norte + Litoral)	89
Gráfico 18 - Projeção Populacional (Semiárido)	89
Gráfico 19 - Projeção Populacional (Cerrado)	89
Gráfico 20 - Projeção Populacional das Macrorregiões (Área Urbana e Rural)	90

1 APRESENTAÇÃO

Este documento delinea o planejamento estratégico para alcançar a universalização dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário nos municípios da Microrregião Água e Esgoto do Estado do Piauí (MRAE) que, atualmente, está sob a gestão e operação conjunta da AGESPISA e das prefeituras locais.

A MRAE é uma autarquia intergovernamental de personalidade jurídica de Direito Público. A autarquia não possui estrutura administrativa ou orçamentária própria e exercerá sua atividade mediante o auxílio da estrutura administrativa e orçamentária dos entes da Federação que a integram ou com ela conveniados (Lei complementar nº 262, de 30 de março de 2022).

As decisões da MRAE deverão ser tomadas por um Colegiado Microrregional, em que o Estado do Piauí terá número de votos equivalente a 40% (quarenta por cento) do número total de votos e cada Município terá, dentre os 60% (sessenta por cento) de votos restantes, número de votos proporcional à sua população.

No exercício de suas funções, a Microrregião deve assegurar:

I - a manutenção e a instituição de mecanismos que garantam o atendimento da população dos Municípios com menores indicadores de renda, especialmente pelo serviço público de esgotamento sanitário;

II - o cumprimento das metas de universalização previstas na legislação federal; e

III - tanto quanto possível, política de subsídios mediante a manutenção de tarifa uniforme para todos os Municípios que atualmente a praticam.

Adicionalmente, são funções públicas de interesse comum da MRAE o planejamento, a regulação, a fiscalização e a prestação, direta ou contratada, dos serviços públicos de abastecimento de água, de esgotamento sanitário e de manejo de águas pluviais urbanas.

Esse planejamento representa uma tarefa crucial em termos de gestão e administração, envolvendo a preparação, organização e estruturação de um objetivo específico, apresentando um projeto referencial de engenharia que abrange os conceitos necessários para o desenvolvimento das ações destinadas à universalização dos serviços. Vale ressaltar que, embora esses conceitos sirvam como orientações, as Metas são de caráter mandatório.

O presente planejamento contempla avaliações abrangentes, incluindo:

a) Diagnóstico da situação atual de prestação dos serviços de saneamento básico e seus impactos nas condições de vida, utilizando indicadores sanitários, epidemiológicos, ambientais e socioeconômicos. Identifica as causas das deficiências detectadas.

b) Estabelecimento de objetivos e metas de curto, médio e longo prazos para a universalização, permitindo soluções graduais e progressivas, em consonância com outros planos setoriais.

c) Programas, projetos e ações necessários para atingir os objetivos e metas, alinhados com os planos plurianuais e outras estratégias governamentais.

d) Estratégias para emergências e contingências.

e) Mecanismos e procedimentos para a avaliação sistemática da eficiência e eficácia das ações programadas.

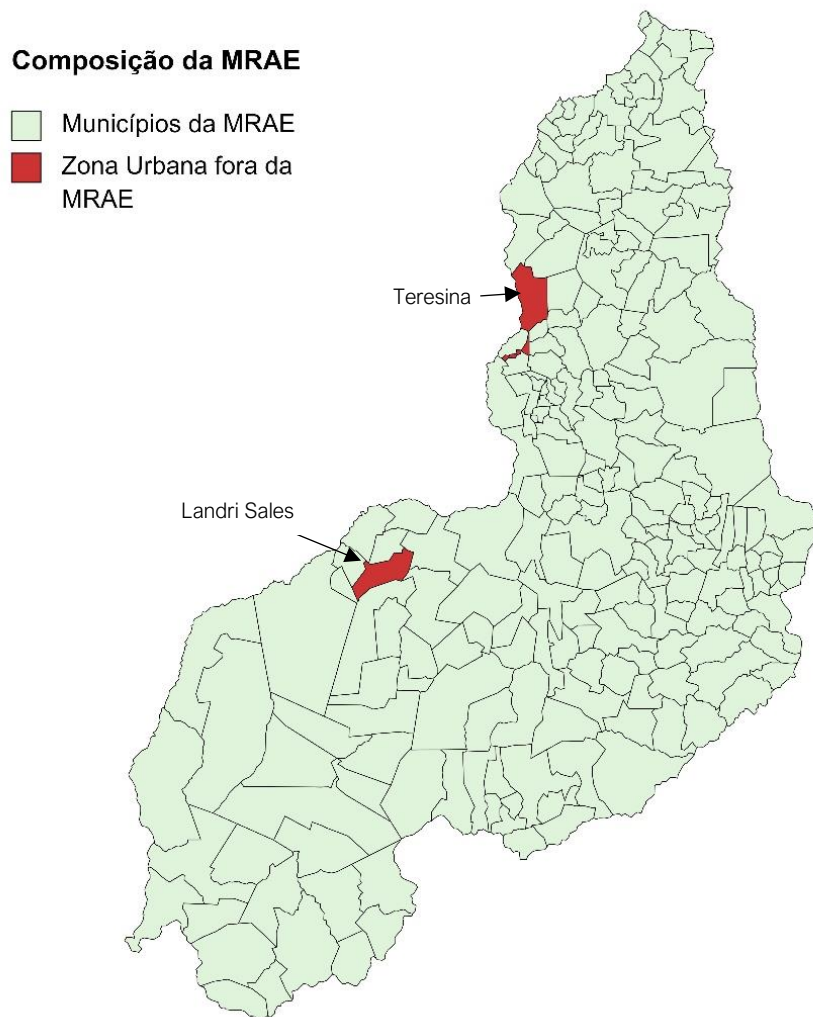
Um planejamento específico foi desenvolvido para três macrorregiões do MRAE (i. Meio-Norte e Litoral; ii. Semiárido; iii. Cerrado), abrangendo 224 municípios, sendo 2 deles (Teresina e Landri Sales) apenas para suas áreas rurais, uma vez que os serviços de saneamento em suas zonas urbanas foram privatizados. Estes planos estão detalhados nos anexos deste documento (Anexos I, II, III). Atualmente, a gestão dos serviços está a cargo da AGESPISA e/ou das prefeituras municipais.

Dessa forma, os municípios abrangidos por este planejamento incluem: Acauã, Agricolândia, Água Branca, Alagoinha do Piauí, Alegrete do Piauí, Alto Longá, Altos, Alvorada do Gurguéia, Amarante, Angical do Piauí, Anísio de Abreu, Antônio Almeida, Aroazes, Aroeiras do Itaim, Arraial, Assunção do Piauí, Avelino Lopes, Baixa Grande do Ribeiro, Barra D'Alcântara, Barras, Barreiras do Piauí, Barro Duro, Batalha, Bela Vista do Piauí, Belém do Piauí, Beditinos, Bertolínia, Betânia do Piauí, Boa Hora, Bocaina, Bom Jesus, Bom Princípio do Piauí, Bonfim do Piauí, Boqueirão do Piauí, Brasileira, Brejo do Piauí, Buriti dos Lopes, Buriti dos Montes, Cabeceiras do Piauí, Cajazeiras do Piauí, Cajueiro da Praia, Caldeirão Grande do Piauí, Campinas do Sul, Campo Alegre do Fidalgo, Campo Grande do Piauí, Campo Largo do Piauí, Campo Maior, Canavieira, Canto do Buriti, Capitão de Campos, Capitão Gervásio Oliveira, Caracol, Caraúbas do Piauí, Caridade do Piauí, Castelo do Piauí, Caxingó, Cocal, Cocal de Telha, Cocal dos Alves, Coivaras, Colônia do Gurguéia, Colônia do Piauí, Conceição do Canindé, Coronel José Dias, Corrente, Cristalândia do Piauí, Cristino Castro, Curimatá, Currais, Curral Novo do Piauí, Curralinhos, Demerval Lobão, Dirceu Arcoverde, Dom Expedito Lopes, Dom Inocêncio, Domingos Mourão, Elesbão Veloso, Eliseu Martins, Esperantina, Fartura do Piauí, Flores do Piauí, Floresta do Piauí, Floriano, Francinópolis, Francisco Ayres, Francisco Macedo, Francisco Santos, Fronteiras, Geminiano, Gilbués, Guadalupe, Guaribas, Hidrolândia, Hugo Napoleão, Ilha Grande, Inhumas, Ipiranga do Piauí, Isaías Coelho, Itainópolis, Itaueira, Jacobina do Piauí, Jaicós, Jardim do Mulato, Jatobá do Piauí, Jerumenha, João Costa, Joaquim Pires, Joca Marques, José de Freitas, Juazeiro do Piauí, Júlio Borges, Jurema, Lagoa Alegre, Lagoa de São Francisco, Lagoa do Barro do Piauí, Lagoa do Piauí, Lagoa do Sítio, Lagoinha do Piauí, zona rural de Landri Sales, Luís Correia, Luzilândia, Madeiro, Manoel Emídio, Marcolândia, Marcos Parente, Massapê do Piauí, Matias Olímpio, Miguel Alves, Miguel Leão, Milton Brandão, Monsenhor Gil, Monsenhor Hipólito, Monte Alegre do Piauí, Morro Cabeça no Tempo, Morro do Chapéu do Piauí, Murici dos Portelas, Nazaré do Piauí, Nossa Senhora de Nazaré, Nossa Senhora dos Remédios, Nova Santa Rita, Novo Oriente do Piauí, Novo Santo Antônio, Oeiras, Olho D'Água do Piauí, Padre Marcos, Paes Landim, Pajeú do Piauí, Palmeira do Piauí, Palmeirais, Paquetá, Parnaguá, Parnaíba, Passagem Franca do Piauí, Patos do Piauí, Pau D'Arco do Piauí, Paulistana, Pavussu, Pedro II, Pedro Laurentino, Picos, Pimenteiras, Pio IX, Piracuruca, Piripiri, Porto, Porto Alegre do Piauí, Prata do Piauí, Queimada Nova, Redenção do Gurguéia, Regeneração, Riacho Frio, Ribeira do Piauí, Ribeiro Gonçalves, Rio Grande do Piauí, Santa Cruz do Piauí, Santa Cruz dos Milagres, Santa Filomena, Santa Luz, Santa Rosa do Piauí, Santana do Piauí, Santo Antônio de Lisboa, Santo Antônio dos Milagres, Santo Inácio do Piauí, São Braz do Piauí, São Félix do Piauí, São Francisco de Assis do Piauí, São Francisco do Piauí, São Gonçalo do Gurguéia, São Gonçalo do Piauí, São João da Canabrava, São João da Fronteira, São João da Serra, São João da Varjota, São João do Arraial, São João do Piauí, São José do Divino, São José do Peixe, São José do Piauí, São Julião, São Lourenço do Piauí, São Luis do Piauí, São Miguel da Baixa Grande, São Miguel do Fidalgo, São Miguel do Tapuio, São Pedro do Piauí, São Raimundo Nonato, Sebastião Barros, Sebastião Leal, Sigefredo Pacheco, Simões, Simplício Mendes, Socorro do Piauí, Sussuapara, Tamboril do Piauí, Tanque do Piauí, zona rural de Teresina, União, Uruçuí, Valença do Piauí, Várzea Branca, Várzea Grande, Vera Mendes, Vila Nova do Piauí, Wall Ferraz.

É importante observar que em caso de conflito entre as disposições deste plano regionalizado e os planos municipais aprovados, prevalecerão as disposições contidas neste planejamento regionalizado.

Na Figura 1 abaixo está apresentada a delimitação da MRAE e dos municípios do Estado fora do escopo.

Figura 1- Mapa do Piauí, com destaque para delimitação da MRAE e dos municípios do estado excluídos do escopo



2 INTRODUÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO

A Lei Federal nº 11.445/2007 estabeleceu a Política Nacional de Saneamento Básico, com a finalidade de consolidar os instrumentos de planejamento e gestão relacionados ao saneamento. Seu objetivo principal é universalizar o acesso aos serviços, assegurando a qualidade e suficiência no seu fornecimento, resultando em melhores condições de vida para a população e aprimoramento do ambiente.

Em julho de 2020, foi sancionada a nova Lei Federal nº 14.026/2020, que trata de uma atualização mais ampla da lei supracitada que, apesar das modificações, não foi revogada. Dentre as principais modificações, pode-se citar:

- i. Priorização dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário;
- ii. Atribuição como meta 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, com possibilidade de ampliar até 2040;
- iii. Exigência de comprovação da capacidade econômico-financeira dos contratos atuais às metas de atendimento citadas acima;
- iv. Extinção dos contratos de programa – modalidade entre municípios e companhias estaduais - e expectativa de abertura do mercado de prestação dos serviços públicos de saneamento básico para a concorrência (empresas privadas);
- v. Atribuição à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para instituir normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico.

Conforme esta legislação, todos os responsáveis pelos serviços têm a obrigação de desenvolver seus Planos de Saneamento Básico. Esses planos constituem ferramentas essenciais de planejamento estratégico para a futura elaboração de projetos e execução de Planos de Investimentos, buscando obter financiamentos para os empreendimentos prioritários. São instrumentos que estabelecem critérios, parâmetros, metas e ações concretas para atingir os objetivos propostos, abrangendo tanto medidas estruturais quanto não estruturais.

O estudo e levantamento de informações para a universalização do abastecimento de água e esgotamento sanitário nos municípios da Microrregião Água e Esgoto do Estado do Piauí (MRAE) têm como propósito apresentar uma síntese das informações diagnósticas preliminares desses serviços. Além disso, visa definir o planejamento para esses eixos do saneamento, contemplando um horizonte de 35 anos. Este processo engloba a análise de dados para proporcionar uma visão abrangente da situação atual, direcionando estrategicamente os esforços para alcançar metas futuras.

3 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO

3.1 Localização e Inserção Regional

A Resolução de número 3, datada de 17 de outubro de 1889, firmada pelo então presidente do Brasil, Marechal Deodoro da Fonseca, formalizou a conversão da anterior província do Piauí em estado. Tal resolução representou um componente essencial do processo de reestruturação política do país subsequente à Proclamação da República, ocorrida em novembro do mesmo ano.

O Piauí encontra-se localizado na região Nordeste do Brasil, limitando-se a Norte com o Oceano Atlântico; ao Sul com o estado da Bahia e Tocantins; a Leste com os estados do Ceará e Pernambuco e a Oeste com o estado do Maranhão. O estado é composto por 224 municípios.

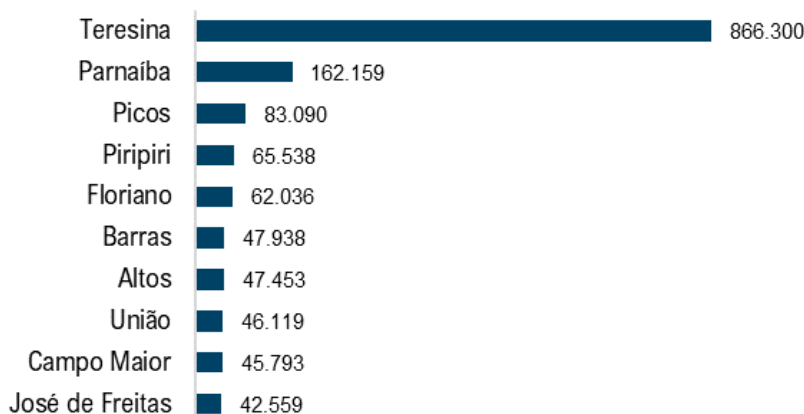
De acordo com o Censo realizado pelo IBGE em 2022, o estado do Piauí compreende uma área total de 251.755,481 km², sendo o terceiro estado mais extenso da região Nordeste do Brasil e, sua capital Teresina, é a única capital nordestina localizada no interior do estado. Por sua inserção geográfica e sua conexão com os estados vizinhos, o Piauí apresenta uma interessante dinâmica cultural e possui economia diversificada, destacando-se os setores de produção de grãos, criação de gado e a geração de energias renováveis, principalmente com parques solares e eólicos.

3.2 Demografia

3.2.1 População

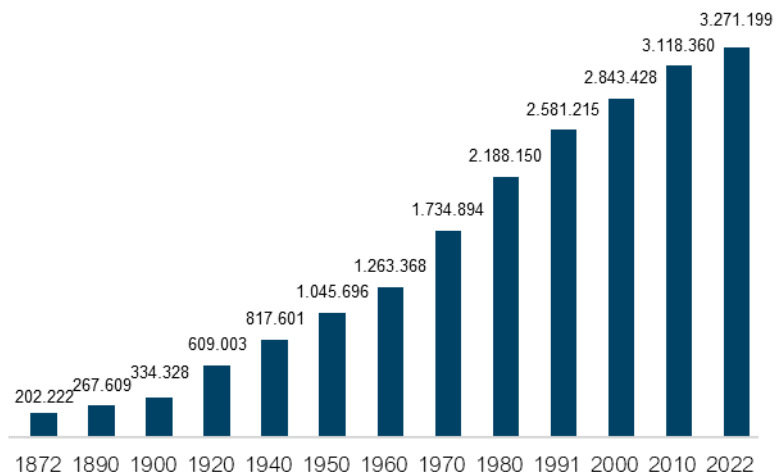
De acordo com o Censo do IBGE, para o ano de 2022, o estado do Piauí possuía 3.271.199 habitantes e, sua capital Teresina, 866.300 habitantes. Estima-se que 65,8% da população piauiense resida em áreas urbanas e 34,2% está em áreas rurais. Abaixo são apresentados os 10 municípios mais populosos do estado. Teresina é 5 vezes mais populosa que a segunda cidade do ranking, Parnaíba, e 20 vezes mais populosa que José de Freitas, a décima do ranking.

Gráfico 1 - 10 municípios mais populosos do Piauí. Fonte: IBGE 2022.



No Gráfico 2, é possível notar a evolução do crescimento populacional do Estado do Piauí ao longo dos anos. Nota-se que a população em 2022 cresceu 4,90% em relação ao último Censo de 2010, considerando todos os 224 municípios.

Gráfico 2 - Crescimento populacional do estado do Piauí de 1872 a 2022. Fonte: IBGE.

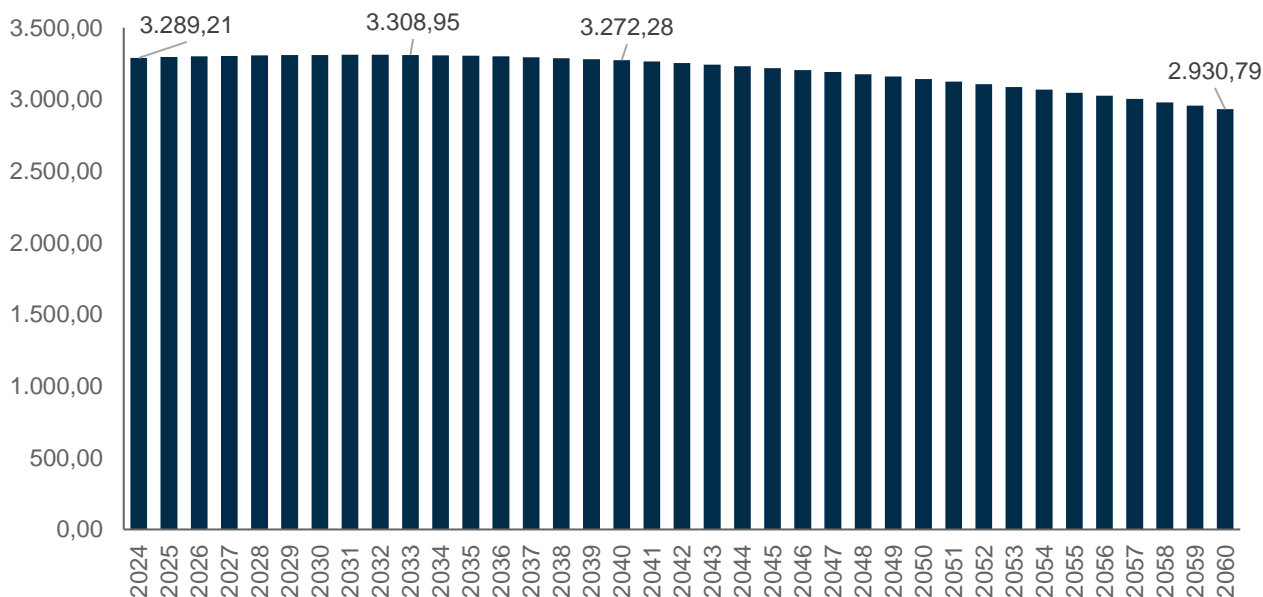


A fim de analisar sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, faz-se necessário conhecer não só sua população e demandas atuais, mas também a população e a demanda futura para que estes sistemas sejam capazes de suprir com as necessidades do município plenamente. Para tanto, costuma-se recorrer a projeções populacionais e indicadores de consumo de água.

Para o presente estudo, foi adotada a hipótese de crescimento da população dos municípios acompanharem o crescimento do estado de Piauí, conforme projeção populacional elaborada pelo IBGE. Assim, as taxas de crescimento geométricas adotadas para cada município acompanham o crescimento previsto do estado. Ressalta-se, que a projeção populacional partiu da população reportada pelo IBGE para o estado conforme Censo de 2022. Para os anos de 2023 e 2024, segundo projeção do IBGE para o estado, as taxas foram de 0,20% e 0,18% respectivamente.

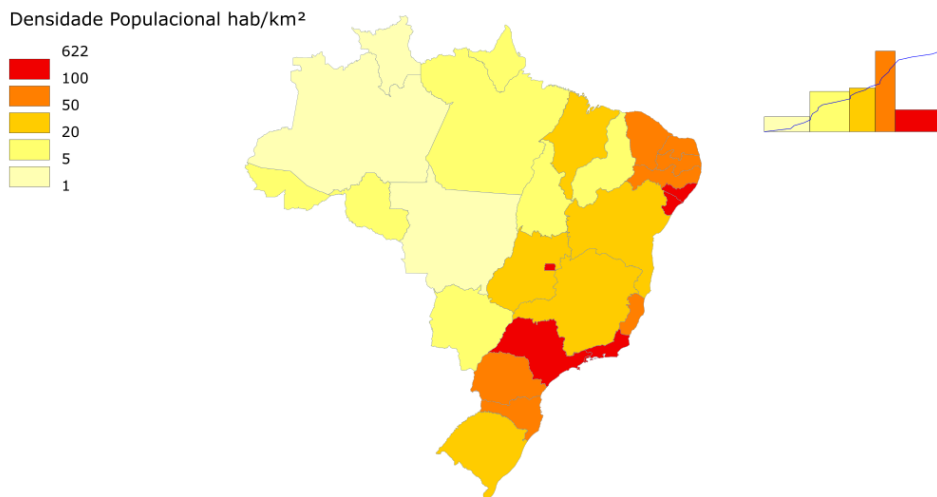
No Gráfico 3, é possível notar a evolução do crescimento populacional do Piauí ao longo dos anos.

Gráfico 3 - Projeção populacional do Piauí até 2059 a partir do cálculo de método geométrico.



O estado do Piauí apresenta densidade demográfica de 12,99 hab/km², contra uma média de 23,86 hab/km² do Brasil. Quando comparado à média nacional, o Piauí é o 18º estado em densidade demográfica e o que apresenta menor valor na região nordeste.

Figura 1 - Densidade populacional por UF. Fonte: IBGE 2022.

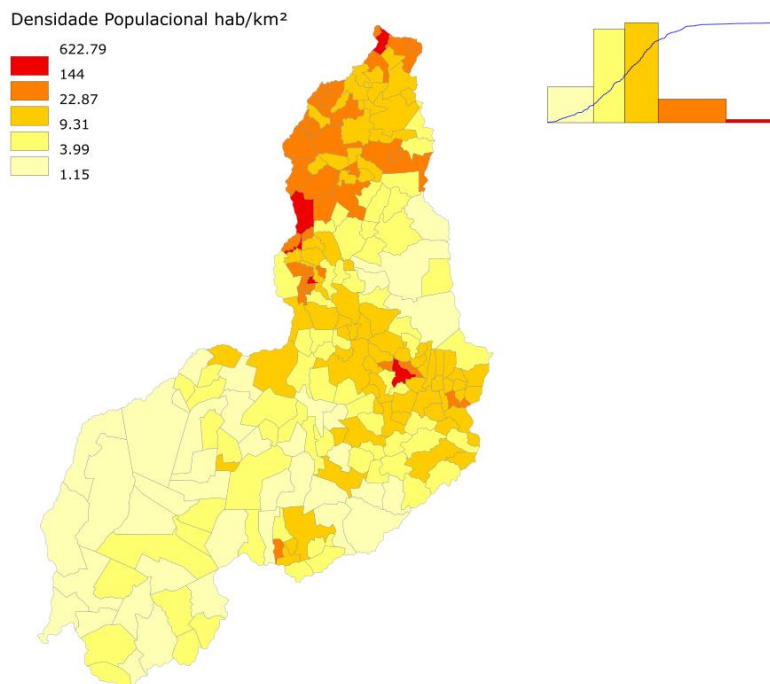


Ao observar as densidades demográficas por municípios do Piauí, apenas quatro deles apresentam concentração populacional acima de 100 hab/km², sendo: Teresina 622,79 hab/km²; Parnaíba 371,07 hab/km²; Água Branca 181,16 hab/km²; Picos 144 hab/km².

As maiores concentrações populacionais do Piauí estão localizadas próximas ao litoral, na divisa noroeste com o estado do Maranhão e em uma faixa central que corta o estado. Tal distribuição pode ser explicada devido ao clima e vegetação do estado, pela disponibilidade hídrica e por contextos históricos, como a colonização da região.

Dos 224 municípios piauienses, 183 possuem densidade demográfica abaixo da média brasileira, representando 81,7% dos municípios do estado, como é possível observar no mapa abaixo.

Figura 2 - Densidade populacional por municípios do Piauí. Fonte: IBGE 2022.



Ressalta-se que do total de habitantes, em torno de 66% correspondem à população urbana e 34% à população rural, segundo a última atualização do IBGE de 2019.

3.2.2 Pirâmide Etária

A pirâmide etária é definida como a representação gráfica da distribuição de uma população segundo idade e sexo. A forma geral da pirâmide indica a tendência demográfica do país, estado ou cidade e permite compará-la no tempo ou espaço geográfico. É uma interessante forma de avaliar a população local e seu nível de desenvolvimento, caracterizando-se como um poderoso indicador social.

A pirâmide etária do Piauí apresenta uma base larga e crescente conforme o aumento da idade da população, o que indica uma propensão à redução da taxa de natalidade. No Brasil, a população economicamente ativa é considerada dos 10 aos 65 anos de idade, parcela onde há maior concentração de pessoas no estado do Piauí, o que caracteriza a população como predominantemente adulta. A população economicamente ativa do estado representa 75,8% do total.

Já o topo da pirâmide é consideravelmente mais estreito que suas parcelas anteriores, evidenciando problemas sociais, principalmente em relação à saúde. A expectativa de vida no Piauí é a menor do Brasil. Segundo dados do IBGE de 2022, homens apresentaram expectativa de vida de 67,8 anos e as mulheres de 76,6 anos.

Gráfico 4 - Pirâmide etária do Piauí em 2022. Fonte: IBGE 2022.



3.3 Educação

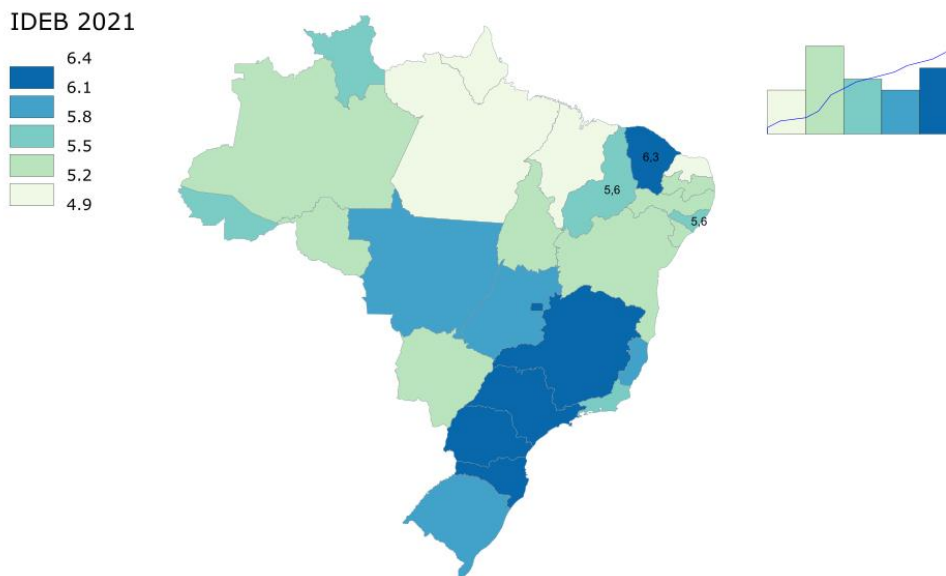
A educação é um fator crucial no desenvolvimento do potencial humano e no progresso social, estando diretamente ligada ao desenvolvimento econômico das sociedades. O aprimoramento dos conhecimentos proporcionados pela educação permite que os indivíduos tomem melhores decisões durante a vida, assim como é uma peça fundamental de ascensão social. Nações com maiores níveis educacionais apresentam menores taxas de desigualdade, melhores índices na área de saúde, maior propensão à inovação, além diversos outros benefícios.

Quando comparado com outras nações, o Brasil apresenta níveis educacionais que alertam sobre a necessidade de evolução no tema. Em uma pesquisa anual realizada pelo IMD World Competitiveness Center, em 2023, o país encontra-se na 64ª posição na área de educação dentre 64 nações. No entanto, apesar do preocupante cenário nacional frente a outras nações, o estado do Piauí destaca-se no tema educacional frente a outros estados do Brasil. Segundo dados do IDEB de 2019, o Piauí esteve entre os sete estados que conseguiram cumprir a meta do período nos anos finais do ensino fundamental (6º ao 9º

ano). Já para os anos iniciais do ensino fundamental (1º ao 5 ano), Teresina foi a capital brasileira com maior índice dentre as capitais.

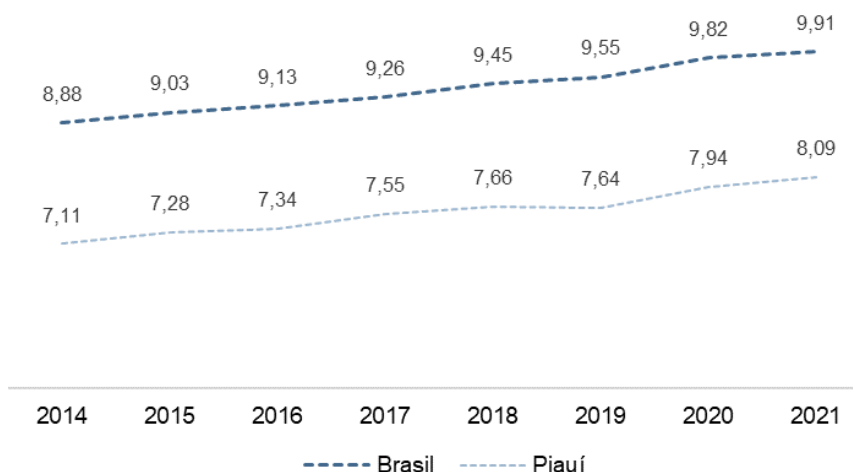
O IDEB mais recente, de 2021, traz o estado do Piauí na segunda colocação junto ao Alagoas na região nordeste, atrás somente do Ceará, estado referência em educação no cenário nacional.

Figura 3 - Classificação no IDEB de 2021 por estado brasileiro. Fonte: INEP 2021.



Refletindo a boa colocação no IDEB nacionalmente, o Piauí é um estado que vem apresentando melhora no tempo médio de estudo de sua população durante a vida, no entanto, sua média ainda está abaixo da média nacional. A qualidade de ensino é um ponto positivo no estado, no entanto, a retenção escolar ainda é algo a ser trabalhado. Devido às condições econômicas e sociais, a evasão torna-se uma realidade.

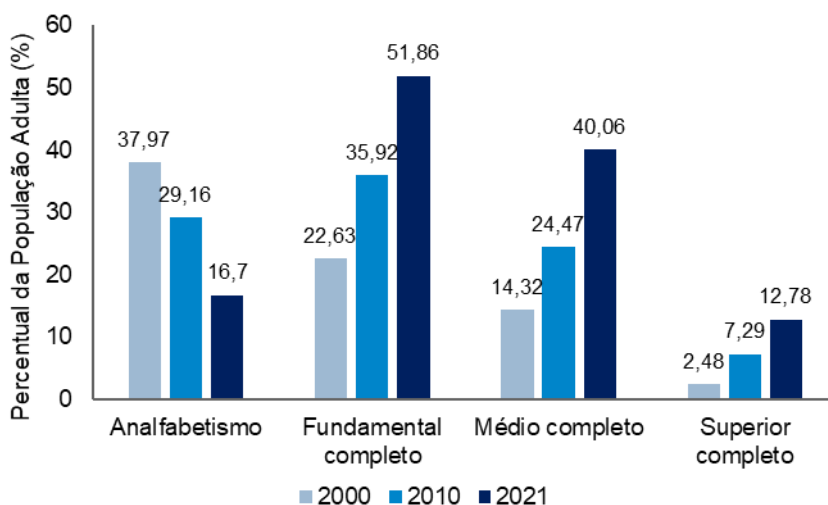
Gráfico 5 - Média de anos de estudo da população brasileira e piauiense de 2014 a 2021. Fonte: IBGE



De acordo com dados do PNAD de 2021, 62,40% dos jovens entre 15 e 17 anos possuíam ensino fundamental completo no Piauí, enquanto entre os jovens de 18 a 20 anos, a proporção com ensino médio completo era de 57,19%. Em relação à população adulta (com 25 anos ou mais), os números indicavam que 16,70% eram analfabetos, 51,86% tinham completado o ensino fundamental, 40,06% possuíam o

ensino médio completo e 12,78% tinham formação superior. O Gráfico 6 apresenta a evolução educacional da população adulta entre 2000 e 2021, com dados provenientes do PNAD e do Censo.

Gráfico 6 - Percentual da população adulta sobre o grau de escolaridade. Fonte: PNAD.



Visando o aumento da taxa de escolaridade e, por conseguinte, do IDH, o Estado do Piauí dispõe de 3.094 escolas de ensino fundamental e 662 de ensino médio. Essas instituições abrangem um total de 459.871 matrículas no ensino fundamental e 132.544 no ensino médio, segundo dados do IBGE (2021).

3.4 Saúde

O tema da saúde está diretamente ligado ao bem-estar individual e coletivo. A saúde não se limita apenas à ausência de doenças, mas engloba um estado completo de bem-estar físico, mental e social. Uma população saudável contribui para uma economia mais forte e produtiva. O acesso a serviços de qualidade na área, com infraestrutura adequada e profissionais capacitados, asseguram baixas taxas de mortalidade infantil, diminuição da recorrência de doenças e internações, melhora na expectativa de vida da população, dentre diversos outros fatores.

O Brasil é referência mundial em saúde pública no atendimento da população pelo Sistema Único de Saúde, o SUS. Segundo dados do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES), 1.915 municípios, ou seja, 34% do total do país, não oferecem serviços particulares de saúde. Isso significa que aproximadamente 15,7 milhões de brasileiros dependem exclusivamente do SUS nessas localidades. Dos 224 municípios do Piauí, 154 vivem nesta situação.

Abaixo são apresentados indicadores do IBGE de 2017 relacionados à área de saúde no cenário nacional e no estado do Piauí. Percebe-se que na maioria dos indicadores, o Piauí encontra-se com números piores que a média brasileira, o que acende um alerta sobre a situação do estado.

Tabela 1 - Comparação das situações de mortalidade do Piauí com o Brasil. Fonte: IBGE 2017.

MORTALIDADE	BRASIL	PIAÚÍ	SITUAÇÃO DO ESTADO
Taxa bruta de mortalidade	6,3	6,15	Melhor que a média nacional
Taxa de mortalidade infantil	12,38	15,59	Pior que a média nacional
Taxa de mortalidade por homicídios	31,38	19,57	Melhor que a média nacional

Taxa de mortalidade por doenças não transmissíveis	343,95	347,56	Pior que a média nacional
Taxa de mortalidade de mulheres por câncer da mama	15,78	13,34	Melhor que a média nacional
Taxa de mortalidade por câncer de próstata	15,13	15,97	Pior que a média nacional
Taxa de mortalidade por acidente de trânsito	17,4	30,91	Pior que a média nacional
Taxa de mortalidade por suicídio	6,01	9,85	Pior que a média nacional
Taxa de mortalidade por agressão	30,25	19,26	Melhor que a média nacional
Taxa de mortalidade materna	58,77	72,09	Pior que a média nacional

Tabela 2 - Comparação das situações de internações e coberturas do Piauí com o Brasil. Fonte: IBGE 2017.

INTERNAÇÕES E COBERTURAS	BRASIL	PIAÚÍ	SITUAÇÃO DO ESTADO
% de internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado	2,28	6,12	Pior que a média nacional
% de internações por condições sensíveis à atenção primária	21,13	26,85	Pior que a média nacional
% de pessoas cobertas por planos de saúde suplementar	22,67	9,42	Pior que a média nacional

Tabela 3 - Comparação das situações de nascimentos do Piauí com o Brasil. Fonte: IBGE 2017.

NASCIMENTOS	BRASIL	PIAÚÍ	SITUAÇÃO DO ESTADO
% de nascidos vivos com pelo menos sete consultas de pré-natal	69,3	60,96	Pior que a média nacional
% de nascidos vivos com baixo peso ao nascer	8,49	7,65	Pior que a média nacional

Dentre os diversos problemas que impactam a saúde de uma população, a falta de saneamento básico é um dos principais. Em 2017 no Brasil, 2,28% das internações foram classificadas como doenças relacionadas à falta de saneamento. No Piauí, esse valor é 3 vezes maior que a média do país, atingindo 6,12%. A ausência ou inadequação de serviços como abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, manejo adequado de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais pode criar um ambiente propício para o surgimento e propagação de diversas doenças. Dentre elas, pode-se citar:

- Doenças transmitidas por água contaminada:
 - A falta de água potável e sistemas deficientes de tratamento de água podem levar à contaminação por patógenos, resultando em doenças como cólera, hepatite A, febre tifoide e gastroenterites. A ingestão de água contaminada é uma fonte significativa de infecções intestinais.
- Doenças respiratórias:
 - A poluição do ar proveniente da queima inadequada de resíduos sólidos e da falta de infraestrutura para o tratamento adequado de esgoto contribui para doenças respiratórias,

como bronquite, asma e infecções pulmonares. Ambientes insalubres podem conter partículas prejudiciais à saúde respiratória.

- Infecções dermatológicas:
 - A água contaminada e a falta de higiene adequada estão associadas a infecções de pele, como dermatites e infecções fúngicas. A falta de acesso a instalações sanitárias adequadas também pode aumentar o risco de doenças de pele.
- Doenças transmitidas por vetores:
 - Áreas com acúmulo de água devido à falta de drenagem adequada podem criar condições ideais para a proliferação de vetores, como mosquitos. Isso aumenta o risco de doenças transmitidas por esses insetos, incluindo malária, dengue, zika e chikungunya.
- Verminoses:
 - A contaminação do solo por fezes humanas e a falta de tratamento adequado de esgoto favorecem a propagação de vermes e parasitas intestinais. Isso pode resultar em doenças como ascaridíase, ancilostomíase e giardíase.
- Febre tifoide e disenteria:
 - A ingestão de água ou alimentos contaminados pode levar a infecções graves, como a febre tifoide e a disenteria. Essas doenças estão frequentemente associadas à falta de saneamento e higiene precária.
- Desnutrição:
 - A falta de acesso a água potável e saneamento básico adequado pode contribuir para a desnutrição, pois a contaminação de alimentos e a ocorrência de doenças podem afetar a absorção de nutrientes.

Segundo um estudo publicado pela OMS, a cada 1 real investido em saneamento básico, 4 reais são economizados em gastos com saúde. O investimento de melhoria dos serviços relacionados à água e esgoto no Piauí, portanto, causam impacto direto nos gastos relacionados à saúde. A partir de dados fornecidos pelo governo de 2018, o Conselho Federal de Medicina calculou o valor gasto com saúde por habitante nos estados brasileiros. O Piauí ocupa a 14ª colocação no cenário nacional, com um valor de R\$ 1.043,28 por habitante no ano. Considerando a população atual do estado de 3.271.199 habitantes, o gasto estimado com saúde supera a casa dos R\$ 4,3 bilhões de reais.

3.5 Desenvolvimento Humano

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é uma medida estatística que avalia o desenvolvimento humano de um país. Ele foi introduzido pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) como uma maneira de ir além da avaliação puramente econômica e abordar aspectos mais amplos do bem-estar humano.

A importância do IDH reside no fato de que ele oferece uma medida mais abrangente e holística do desenvolvimento de um país do que o simples indicador econômico como o PIB. Ele destaca a necessidade de abordar não apenas o crescimento econômico, mas também questões relacionadas à saúde, educação e qualidade de vida.

Além disso, o IDH facilita comparações entre países, permitindo a análise de disparidades e identificação de áreas em que os governos podem concentrar esforços para melhorar as condições de vida de suas populações. Isso também é crucial para o estabelecimento de políticas públicas mais eficientes e para monitorar o progresso ao longo do tempo.

Em resumo, o IDH é uma ferramenta valiosa para avaliar e comparar o desenvolvimento humano, incentivando abordagens mais equilibradas e inclusivas para promover o bem-estar das pessoas em todo o mundo. O indicador é calculado a partir de três pilares, são eles:

- **Padrão de vida da população:** avaliação do PIB per capita ajustado pelo poder de paridade de compra.
- **Educação:** calculado a partir da taxa de alfabetização de adultos e a taxa de matrícula combinada nos níveis de ensino fundamental, médio e superior.
- **Saúde:** considerada a expectativa de vida da população.

Conforme o relatório anual divulgado pelo PNUD de setembro de 2022, o Brasil ocupa a 87ª posição no ranking entre 191 países, com IDH de 0,754. Em 2020, o país ocupava a 84ª posição, com IDH de 0,765. Dentre os países sul-americanos, o Brasil ocupa a quinta posição, ficando atrás de Chile, Argentina, Uruguai e Peru.

Os dados mais atualizados das pesquisas do IBGE realizadas pelo PNAD (Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios) são de 2021. À época, o estado do Piauí ocupava a 23ª posição dentre os 27 estados brasileiros, com IDH de 0,69 ficando atrás somente do Amapá, Alagoas e Maranhão.

Tabela 4 - Índice de Desenvolvimento Humano por estado brasileiro. Fonte: IBGE 2021.

ESTADO	IDH 2021
Distrito Federal	0,814
São Paulo	0,806
Santa Catarina	0,792
Minas Gerais	0,774
Espírito Santo	0,771
Rio Grande do Sul	0,771
Paraná	0,769
Rio de Janeiro	0,762
Mato Grosso do Sul	0,742
Goiás	0,737
Mato Grosso	0,736
Ceará	0,734
Tocantins	0,731
Rio Grande do Norte	0,728
Pernambuco	0,719
Acre	0,710
Sergipe	0,702
Amazonas	0,700
Rondônia	0,700
Roraima	0,699
Paraíba	0,698
Bahia	0,691
Pará	0,690
Piauí	0,690
Amapá	0,688

Alagoas	0,684
Maranhão	0,676

Apesar da colocação no cenário nacional, houve um importante avanço no IDH piauiense desde 1991. O índice atual é 42,56% superior ao índice de 2000 e 6,81% ao de 2010. A Longevidade é a principal contribuinte para o IDH do Estado, com um índice de 0,726, seguida pelas componentes de Educação e Renda, respectivamente. O recuo de 2021 em relação a 2020 deve-se principalmente à pandemia de COVID-19, fator que impactou negativamente não só o índice do estado, mas de todos os estados e países.

Gráfico 7 - Evolução do IDH piauiense de 1991 a 2021. Fonte: IBGE.

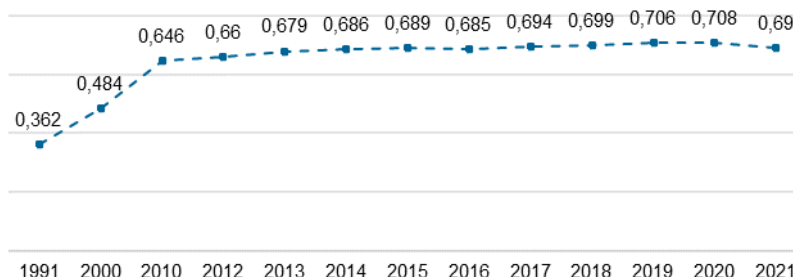
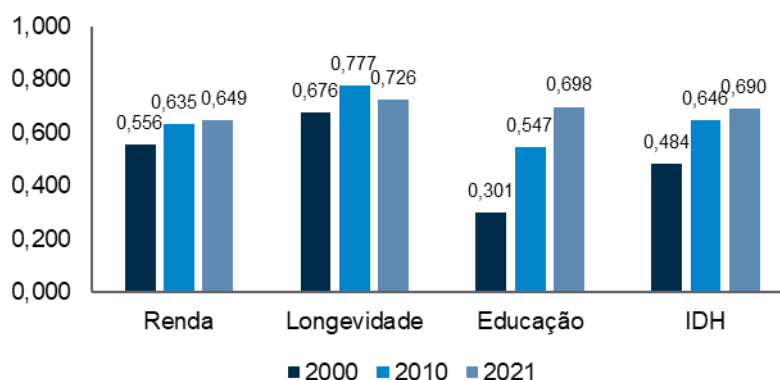


Gráfico 8 - Composição dos índices do IDH no Piauí. Fonte: IBGE



O Governo do Piauí implementou uma inovação significativa ao criar o Plano Piauí 2030, um guia claro e objetivo para orientar os próximos ciclos do Plano Plurianual (PPA) com a meta ambiciosa de elevar o IDH do Estado para o nível "Alto" (0,800) até 2030. Este é o primeiro plano de uma unidade da Federação alinhado com as metas globais derivadas dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS).

3.6 Aspectos Econômicos e Sociais

3.6.1 Aspectos Econômicos

Segundo a apuração das Contas Regionais do Piauí pela Secretaria de Estado de Planejamento do Piauí (SEPLAN) em parceria com o IBGE, por meio da Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais e Planejamento Participativo (CEPRO), o PIB do estado em 2021 foi de R\$ 64,028 bilhões, um aumento nominal de 13,5% em relação a 2020. Considerando os efeitos inflacionários, o estado apresentou um

crescimento de 6,2% de volume. No cenário nacional, o crescimento em relação a 2020 foi de 4,8%, posicionando o crescimento piauiense acima da média do país.

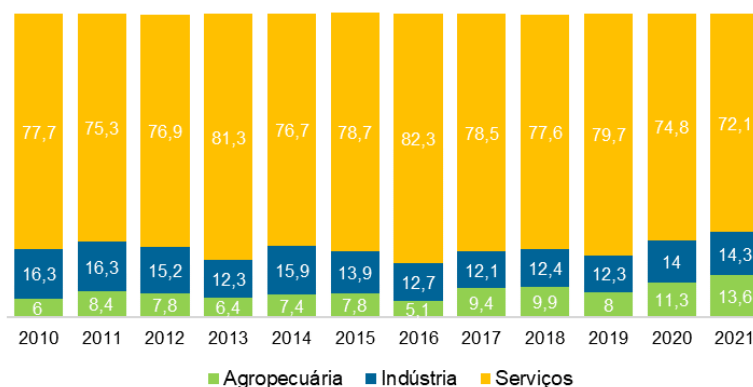
Para o ano de 2021, o IBGE ainda não divulgou os valores por município, logo, os resultados mais atuais são referentes ao ano de 2020. Teresina, a capital do estado, destaca-se como a principal e mais representativa cidade na composição do PIB do Piauí. A soma dos 10 maiores PIBs do estado representam quase 60% do total, valor muito significativo, uma vez que o estado é composto por 224 municípios.

Tabela 5 - 10 maiores PIBs do Piauí. Fonte: IBGE 2020.

MUNICÍPIO	PRODUTO INTERNO BRUTO DE 2020	REPRESENTATIVIDADE NO ESTADO	PRODUTO INTERNO BRUTO PER CAPITA DE 2020
Teresina	21.578.875.011	38,27%	24.858,31
Parnaíba	2.612.515.760	4,63%	17.021,64
Uruçuí	1.912.855.095	3,39%	88.333,18
Picos	1.760.580.526	3,12%	22.447,51
Floriano	1.312.509.322	2,33%	21.866,04
Baixa Grande do Ribeiro	1.229.741.963	2,18%	105.367,32
Bom Jesus	1.130.049.757	2,00%	44.512,93
Piripiri	903.169.219	1,60%	14.159,14
Campo Maior	660.309.374	1,17%	14.081,19
Guadalupe	552.765.529	0,98%	52.659,38

O Valor Adicionado Bruto (VAB) é o valor que cada setor da economia (agropecuária, indústria e serviços) acresce ao valor final de tudo que foi produzido em uma região. Em 2021, o Brasil atingiu um VAB de R\$ 7,713 trilhões, a região Nordeste R\$ 1,081 trilhão e o estado do Piauí de R\$ 57,5 bilhões. No VAB estadual, as participações de Serviços, Indústria e Agropecuária foram, respectivamente, 72,1%, 14,3% e 13,6%.

Gráfico 9 - Composição setorial do Valor Adicionado Bruto (VAB) do estado do Piauí de 2010 a 2021 (%). Fonte: CEPRO



A SEPLAN, anualmente, detalha os principais componentes do PIB piauiense, assim como a composição do VAB. Abaixo, pode-se observar a participação de cada setor da economia nos anos de 2020 e 2021.

Figura 4 – Participação da agricultura na economia dos anos 2020 e 2021. Fonte: SEPLAN.

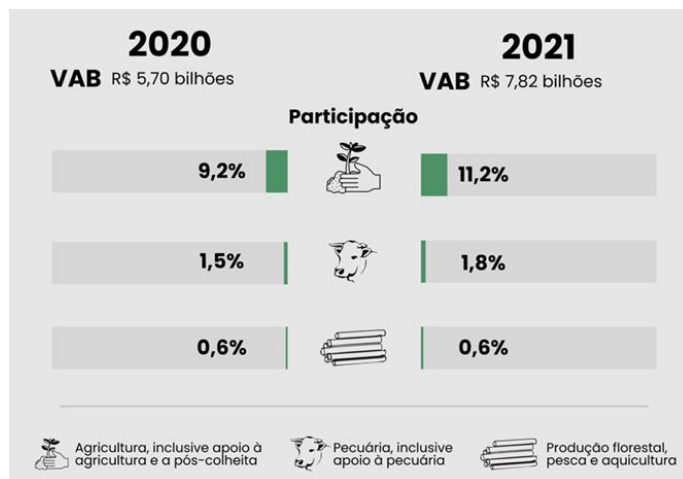


Figura 5 - Participação da indústria na economia dos anos 2020 e 2021. Fonte: SEPLAN.

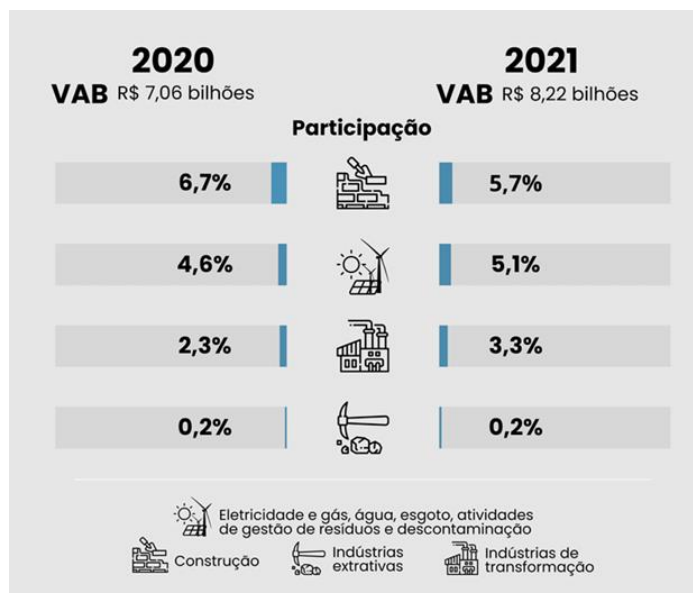
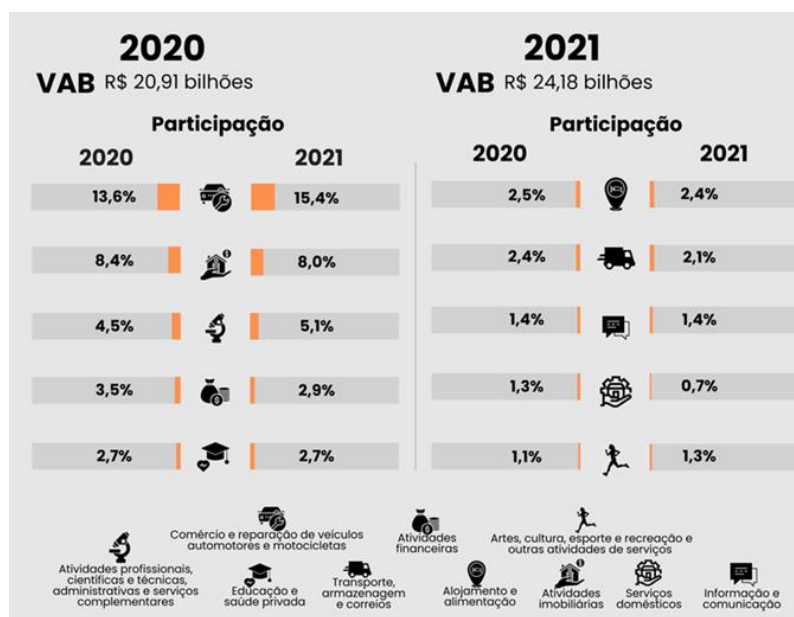


Figura 6 - Participação de serviços na economia dos anos 2020 e 2021. Fonte: SEPLAN.



3.6.2 Aspectos Sociais

O Brasil, por sua extensão territorial, diversidade populacional, histórico de colonização e questões políticas, apresenta significativa disparidade social e econômica entre as regiões do país. Tradicionalmente, as regiões Sudeste e Sul apresentam níveis mais elevados de desenvolvimento econômico e renda. Elas concentram a maior parte das atividades industriais, financeiras e comerciais do país. Já as regiões, Centro-Oeste, Norte e Nordeste tendem a ter índices de desenvolvimento humano e renda per capita mais baixos em comparação com o Sudeste e o Sul. A região Centro-Oeste, com a crescente evolução do setor agropecuário, vem melhorando os índices de renda de sua população. Já o Nordeste, historicamente, enfrenta desafios significativos relacionados à pobreza, seca e acesso limitado a serviços básicos.

Gráfico 10 - Porcentagem da população extremamente pobre em 2021. Fonte: IBGE

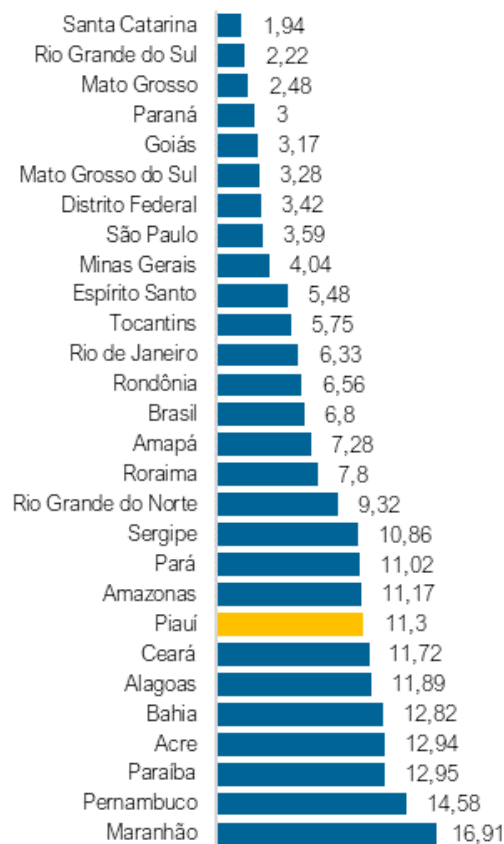


Gráfico 11 - Porcentagem da população pobre em 2021. Fonte: IBGE

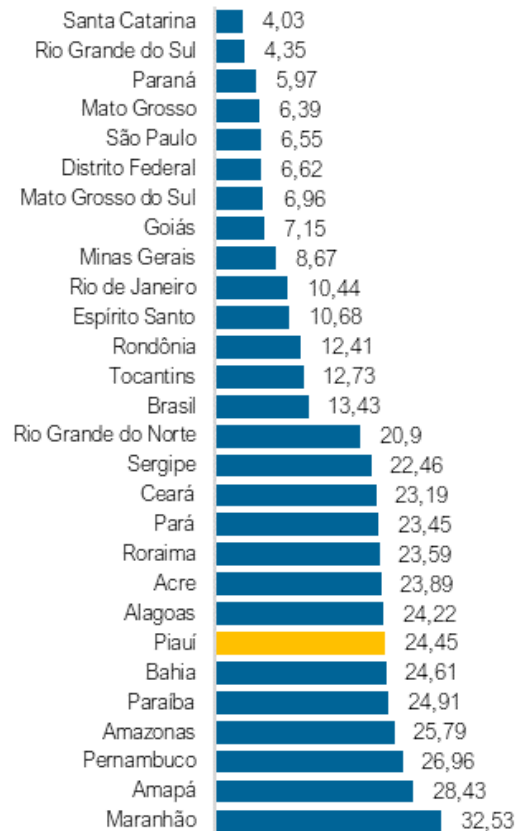
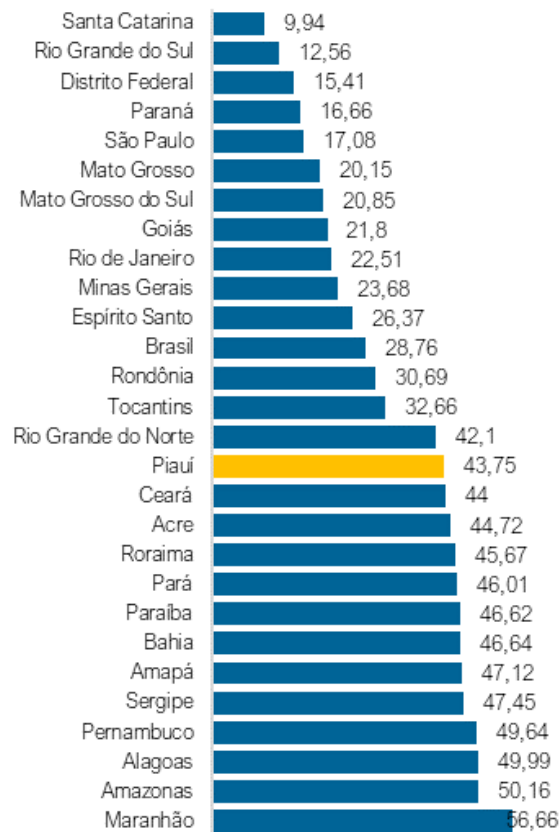


Gráfico 12 - Porcentagem de vulneráveis à pobreza em 2021. Fonte: IBGE



Para as regiões menos desenvolvidas, existem desafios estruturais, como infraestrutura precária, falta de acesso a serviços básicos e concentração de recursos em determinadas áreas, contribuindo para a persistência das disparidades regionais. Por esta razão, com o passar dos anos, o governo brasileiro implementou diversos programas sociais com o objetivo de reduzir tais disparidades vivenciadas no território nacional. Como exemplos desses programas, podemos citar, mas não se limitando a eles:

- **Bolsa Família:** programa de transferência de renda direta que visa ajudar famílias em situação de extrema pobreza e pobreza. As famílias elegíveis recebem benefícios mensais, cujo valor varia de acordo com o perfil socioeconômico e a composição familiar.
- **Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego (Pronatec):** programa que oferece cursos de qualificação profissional gratuitos para jovens e adultos de baixa renda, buscando aumentar as chances de empregabilidade.
- **Minha Casa, Minha Vida:** programa que visa proporcionar moradia digna para famílias de baixa renda, oferecendo subsídios para a compra da casa própria ou financiamento habitacional com condições facilitadas.
- **Benefício de Prestação Continuada (BPC):** o BPC é um benefício assistencial destinado a idosos e pessoas com deficiência de baixa renda. Ele consiste em um pagamento mensal que visa garantir condições mínimas de sustento.
- **Serviço Único de Assistência Social (SUAS):** é uma política que busca integrar os serviços de assistência social no país. Ele promove a articulação entre governo, sociedade civil e entidades para melhorar o acesso da população de baixa renda aos serviços sociais.
- **Cadastro Único (CadÚnico):** é um instrumento de coleta de dados que identifica e caracteriza as famílias de baixa renda no país. Ele é utilizado como base para a seleção e inclusão em diversos programas sociais.

Segundo dados do governo federal para novembro de 2023, 21,18 milhões de famílias são beneficiadas com o bolsa família até o momento, sendo R\$ 14,26 bilhões em investimentos em 5.570 municípios, com valor médio de R\$ 677,88 por beneficiário. No Piauí, são 606,9 mil famílias contempladas com o benefício, com repasse de R\$ 407,7 milhões do governo federal, atingindo o valor médio de R\$ 674,51 no estado, um pouco abaixo da média nacional. A capital Teresina é a cidade com maior número de famílias contempladas: 104,4 mil, a partir de um investimento de mais de R\$ 70 milhões e repasse médio de R\$ 672,51. Em seguida, aparecem Parnaíba (18,4 mil beneficiários), Barras (14,4 mil), Picos (13,9 mil) e Campo Maior (10,4 mil).

Tabela 6 - Número de famílias beneficiadas com o bolsa família. Fonte: Governo Federal.

UF	NÚMERO DE FAMÍLIAS
São Paulo	2.651.678
Bahia	2.493.112
Rio de Janeiro	1.757.566
Pernambuco	1.630.994
Minas Gerais	1.625.330
Ceará	1.476.912
Pará	1.356.009

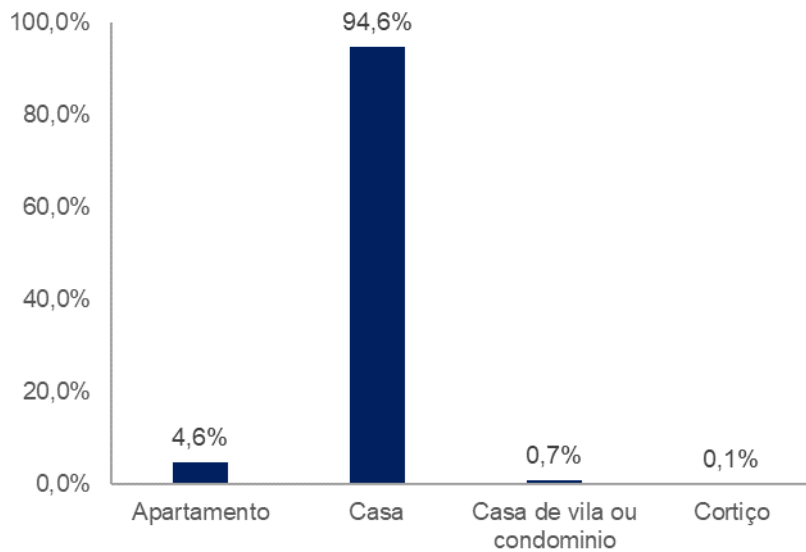
Maranhão	1.216.050
Paraíba	681.856
Amazonas	658.096
Rio Grande do Sul	627.704
Paraná	617.737
Piauí	606.923
Alagoas	539.220
Goiás	514.434
Rio Grande do Norte	506.117
Sergipe	388.533
Espírito Santo	310.824
Mato Grosso	265.491
Santa Catarina	238.280
Mato Grosso do Sul	215.290
Distrito Federal	194.520
Tocantins	160.437
Acre	131.151
Rondônia	127.180
Amapá	120.118
Roraima	74.755

3.7 Habitação

Domicílio é o termo empregado para referir-se ao local no qual um indivíduo estabelece sua residência, seja de maneira permanente ou temporária. Este local representa o ambiente habitual no qual uma pessoa reside, podendo consistir em uma casa, apartamento, chalé ou qualquer outro espaço destinado à habitação. Do ponto de vista legal, o conceito de domicílio detém significativa relevância em questões como registro civil, participação em processos eleitorais, tributação e na delimitação de jurisdição em âmbito jurídico. Especificamente, há a distinção entre domicílio civil, caracterizado pelo estabelecimento de residência com intenção de permanência, e domicílio fiscal, utilizado para propósitos tributários e fiscais.

Com base nos dados fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE 2022), a respeito do estado do Piauí, estima-se que haja cerca de 1.030.000 domicílios. Além disso, segundo informações do IBGE referentes a 2022, a distribuição dos diferentes tipos de moradia revela uma notável diversidade, conforme ilustrado no Gráfico 13.

Gráfico 13 - Tipos de moradia no estado do Piauí. Fonte: IBGE 2022.



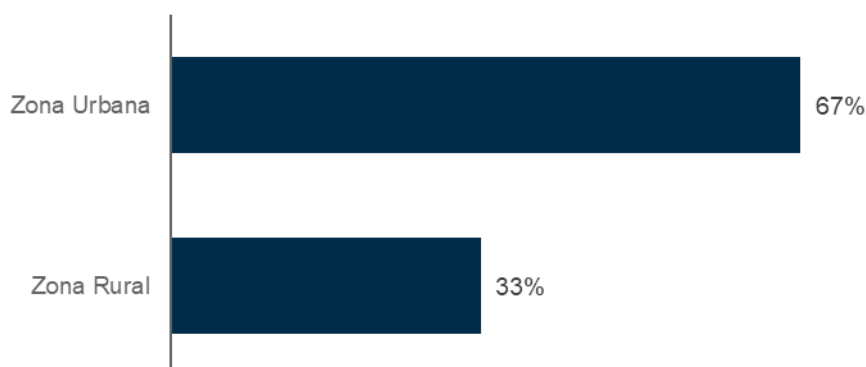
Essa variedade de opções de moradia reflete a composição multifacetada do panorama residencial no estado do Piauí, demonstrando uma gama de escolhas habitacionais, desde residências unifamiliares até formas mais coletivas de habitação em condomínios e estruturas específicas.

Vale ressaltar que tais números são fundamentais para o entendimento da configuração urbana e habitacional, contribuindo para o planejamento urbano, políticas habitacionais e o desenvolvimento socioeconômico do estado.

Com base nos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) referentes ao estado do Piauí em 2010, além das informações anteriores sobre a distribuição dos tipos de moradia, é possível acrescentar a contextualização das áreas onde essas residências estão situadas:

Os dados do IBGE de 2010 indicam que as residências no estado do Piauí apresentam uma distribuição entre Zona Urbana e Zona Rural da seguinte maneira:

Gráfico 14 - Zonas de situação dos domicílios do Piauí. Fonte: IBGE 2010.



Essa diferenciação entre Zona Urbana e Zona Rural oferece um panorama essencial para compreender a dinâmica de assentamentos residenciais no estado, destacando a significativa presença de domicílios em áreas urbanas em comparação às regiões rurais.

Tais informações são cruciais para o embasamento de políticas públicas, planejamento territorial e estratégias de desenvolvimento que levem em consideração as particularidades das áreas urbanas e

rurais, visando a melhoria da qualidade de vida e o crescimento socioeconômico de todas as regiões do estado do Piauí.

3.8 Comunidade de Povos Originários

O Piauí é um estado marcado por uma riqueza cultural diversificada, refletida em uma ampla gama de grupos étnicos espalhados por suas diversas regiões. Esses povos, que habitam tanto áreas litorâneas quanto do interior do estado, preservam tradições ancestrais e uma variedade de identidades culturais.

Os indígenas e comunidades quilombolas do Piauí, que, segundo IBGE 2021, somam população de aproximadamente 38.000 pessoas, são expressões vivas dessa diversidade. Com suas línguas, tradições e formas de vida distintas, esses grupos contribuem para uma tapeçaria cultural única. A história única de cada um desses grupos, seja indígena ou quilombola, enriquece a identidade cultural do estado.

Essas comunidades, representadas por povos indígenas como os Timbira, Guajajara, Potyguara, Tabajaras, entre outros, e por comunidades quilombolas como Brejo dos Crioulos, Saco dos Pretos, Olho D'água, mantêm viva a herança cultural e os saberes transmitidos ao longo das gerações. Sua distribuição por diferentes áreas do estado traz consigo um patrimônio valioso, essencial para compreender a história e a identidade do Piauí.

3.9 Unidades de Preservação Ambiental e Cultural

A Lei Federal nº 9985, de julho de 2000, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), cuja finalidade é regular os critérios, normas e procedimentos oficiais para a gestão das Unidades de Conservação (UCs) em âmbito federal, estadual e municipal.

Conforme estabelecido por essa legislação, o SNUC categoriza as UCs em 12 diferentes classes, levando em consideração os objetivos, propriedades e características específicas de cada área. Inicialmente, essas categorias são agrupadas em dois conjuntos distintos: Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável. As Unidades de Proteção Integral têm como principal função a preservação da natureza, permitindo apenas o uso indireto de seus recursos naturais em atividades como pesquisa científica e turismo ecológico.

Por outro lado, as Unidades de Uso Sustentável visam conciliar a conservação da natureza com o uso sustentável de parte de seus recursos naturais^{002E}

Conforme a Tabela 7, do Centro Nordestino de Informações sobre Plantas de Associação Plantas do Nordeste (CNIp – PNE) e do Sistema Integrado de Gestão Ambiental e Recursos Hídricos (SIGA-PI), o estado do Piauí contempla 23 unidades de conservação em seu território, sendo 5 delas compartilhadas com os estados do Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco e Tocantins.

Tabela 7 - Unidades de Conservação Ambiental do Piauí. Fonte: CNIp – PNE e SIGA-PI

ESTADO	NOME DA UC'S	MUNICÍPIOS	ÁREA (HA)	LEGISLAÇÃO
PI	Parque Nacional da Serra da Capivara	S. Raimundo Nonato, Canto do Buriti e outros.	100.000,00	DECRETO 83.548 05/06/79
PI	Parque Nacional da Serra das Confusões	Caracol, Guaribas, Santa Luz, Cristino Castro	502.411,00	DECRETO S/N 02/10/98
PI	Parque Nacional de Sete cidades	Piracuruca	7.700,00	DECRETO 50.744 DE 08/06/61

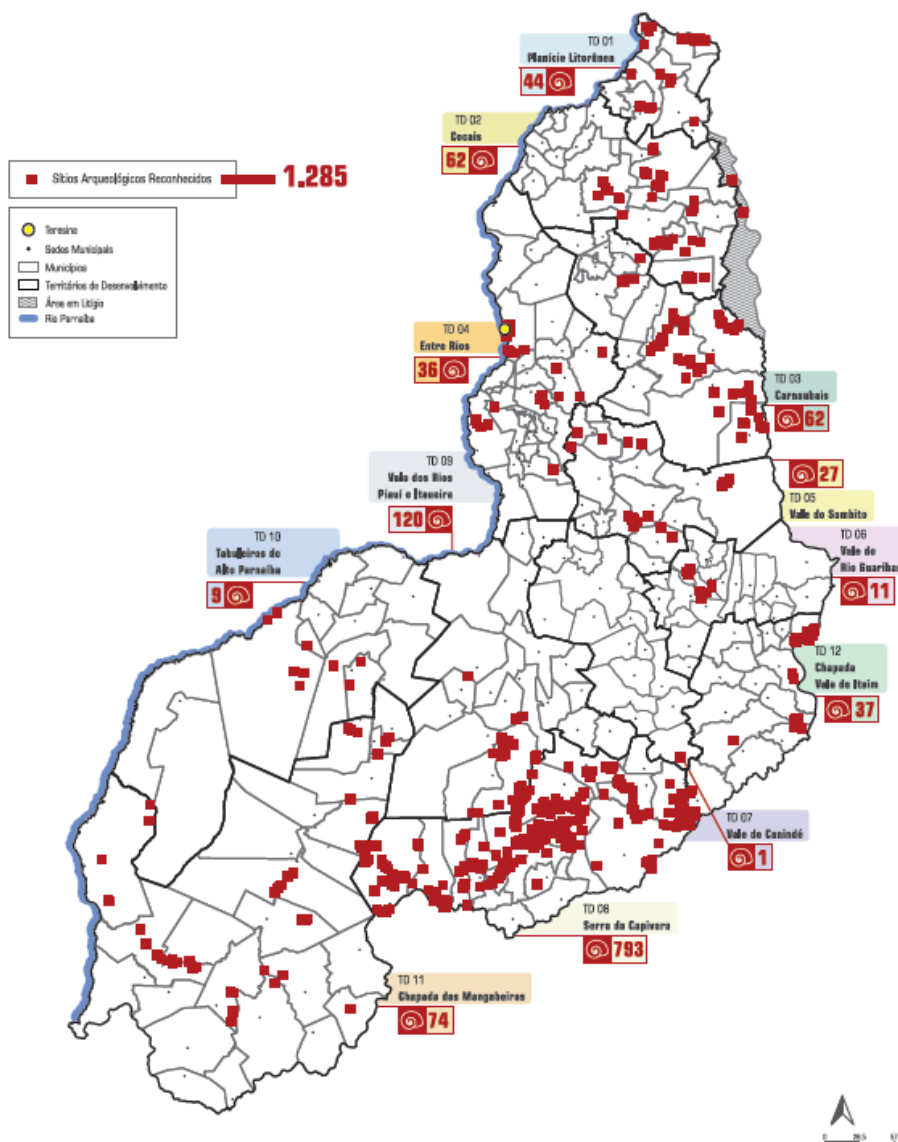
PI	APA Cachoeira do Urubu	Esperantina e Batalha	7,54	9.736 DE 16/06/97
PI	Ingazeiras	Paulistana	653,97	1.003 DE 19/01/99
PI	Boqueirão	São João do Piauí	0,00	
PI	Área de Proteção Ambiental da Lagoa de Nazaré	Nazaré do Piauí e São Francisco	2.310,00	8.923 DE 04/06/93 e DECRETO N 18347/2019
PI	Parque Estadual do Rangel	Curimatá e Redenção do Gurguéia	26.769,13	9.927 de 05/06/98 e DECRETO N 17428/2017
PI	Floresta Nacional de Palmares	Altos	170,00	DECRETO 21/02/2005
PI	RPPN Fazenda Boqueirão	Canavieira	27.458,00	PORTARIA 065/97-N DE 24/06/97
PI	RPPN Fazenda Boqueirão dos Frades	Altos	579,78	PORTARIA 29/98-N DE 24/03/98
PI	RPPN Marvão	Castelo do Piauí	5.096,86	PORTARIA 42 DE 10/08/2000
PI	RPPN Recanto da Serra Negra	Piracuruca	179,16	PORTARIA 37/04-N DE 09/03/04
PI, CE	APA Serra da Ibiapaba	Buriti dos Lopes, Bom Princípio, Cocal, Piracuruca, Piri-piri, Pedro II, Lagoa do São Francisco, Conceição e Domingos Mourão (Piauí); Granja, Chaval, Moraújo, Tianguá e Viçosa do Ceará (Ceará)	Área referente ao Piauí: 1.246.148,89 (Área total: 1.592.550,00)	DEC. FED. 26/11/96
PI, CE, e MA	Reserva Extrativista Marinha e APA do Delta do Parnaíba	Luís Corrêa, Morro da Mariana e Parnaíba (Piauí); Araiões e Tutóia (Maranhão); Chaval e Barroquinha (Ceará).	Área referente ao Piauí: 101.034.800,50 (Área total: 313.800,00)	DECRETO S/N 28.08.96 e S/N de 16/11/2000
PI, PE, e CE	APA Chapada do Araripe	Fronteira, Padre Marcos, Simões, Paulistana, Pio IX, Caldeirão Grande e Curral Novo (Piauí); Missão Velha, Abaiara, Brejo Santo, Porteira, Jardim, Jati, Pena, Simões, Forte, Barbalha, Crato, Nova Olinda, Santana do Cariri, Araripe, Potengi, Campos Sales e Salitre (Ceará); Araripina, Trindade, Ouricuri, Ipubi, Exu, Santa Cruz, Bodocó, Cedro, Moreiândia, Granito e Serrita (Pernambuco)	Área referente ao Piauí: 162.180,26 (Área total: 1.063.000,00)	DEC.FED. 04/08/97
PI	APA dos Altos Cursos dos Rios Gurguéia e Uruçui-Vermelho	Barreiras do Piauí, Gilbués e São Gonçalo do Gurguéia	119.829,34	DECRETO N 17426/2017
PI	APA das Nascentes do Rio Longá	Alto Longá	11.508,61	DECRETO N 17427/2017
PI	APA das Nascentes do Rio Uruçui-Preto	Baixa Grande do Ribeiro, Bom Jesus, Gilbués, Monte Alegre do Piauí e Santa Filomena	60.024,00	DECRETO N 17431/2017
PI	Estação Ecológica Chapada Serra Branca	Brejo do Piauí, São Braz do Piauí e São Raimundo Nonato	24.654,21	DECRETO N 13.080/2008
PI	Parque Estadual Zoobotânico	Teresina	250,00	DECRETO N 17430/2017

PI	Área Relevante Interesse Ecológico da Lagoa do Portinho	Parnaíba e Luís Correa	309.593,77	DECRETO N 18346/2019
PI	Parque Estadual da Serra do Santo Antônio	Campo Maior	3,60	DECRETO N 18345/2019
PI	Parque Estadual Cânion do Rio Poti	Buriti dos Montes	6.872,00	DECRETO N 17429/2017
PI	APA das Nascentes do Rio Canindé	Acauã	22.103,36	DECRETO N 17432/2017
PI	Estação Ecológica de Uruçuí-UMA	Bom Jesus	135.122,29	Dec s/nº de 02 de junho de 1981
PI, BA, MA e TO	APA Serra da Tabatinga	Gilbués, São Gonçalo do Gurguéia, Barreiras do Piauí e Corrente, Formosa do Rio Preto (Bahia), Alto Parnaíba (Maranhão), Mateiros, São Felix e Lizarda (Tocantins)	41.779,61	DECRETO N 99278/1990 e S/N de 16/07/2002
PI, BA, MA e TO	Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba	Gilbués, São Gonçalo do Gurguéia, Barreiras do Piauí e Corrente, Formosa do Rio Preto (Bahia), Alto Parnaíba (Maranhão), Mateiros, São Felix e Lizarda (Tocantins)	729.774,18	DECRETO S/N de 16/07/2002 e Lei 13.090 de 12/01/2015
PI	RPPN Fazenda Centro	Buriti dos Lopes	139,06	PORTARIA N 68-N de 25/08/1999
PI	RPPN Santa Maria de Tapuã	Teresina	238,00	PORTARIA N 98-N de 24/11/1999

3.10 Sítios Arqueológicos

O Piauí se destaca como um autêntico tesouro arqueológico, desvelando uma riqueza inigualável de sítios que narram a história ancestral das civilizações que deixaram sua marca indelével nesta região. O mapa exibido na Figura 7 ilustra a impressionante quantidade de 1.285 sítios arqueológicos dispersos pelo estado, conforme dados fornecidos pela Secretaria de Planejamento (SEPLAN).

Figura 7 - Mapa de sítios arqueológicos do Piauí. Fonte: SEPLAN.



Cada um desses sítios representa uma janela única para o passado, revelando vestígios e testemunhos de culturas que floresceram ao longo dos milênios. Essas descobertas não apenas enriquecem nossa compreensão da pré-história regional, mas também contribuem significativamente para o panorama arqueológico do Brasil. A diversidade desses sítios, desde as majestosas pinturas rupestres da Serra da Capivara até as intrigantes inscrições da Serra das Confusões, oferece uma tapeçaria multifacetada da evolução humana nesse território.

Além de suas implicações históricas, a presença de mais de mil sítios arqueológicos destaca a importância de estratégias eficazes de preservação e gestão. Cada escavação, cada artefato, é um elo precioso com o passado e a salvaguarda desses locais é essencial para garantir que as gerações futuras possam se conectar com a herança cultural única do Piauí.

A seguir, será apresentado um conciso panorama de 10 sítios arqueológicos de destaque no estado do Piauí, acompanhados de informações sobre suas respectivas localizações.

- **Parque Nacional Serra da Capivara - São Raimundo Nonato:** Este parque é um Patrimônio Mundial da Humanidade pela UNESCO, conhecido por suas impressionantes pinturas rupestres que retratam a vida cotidiana, animais e rituais das populações pré-históricas.
- **Serra das Confusões - São Raimundo Nonato:** Próximo à Serra da Capivara, é um importante sítio arqueológico caracterizado por suas inscrições rupestres e pinturas pré-históricas, contribuindo para a compreensão da ocupação humana na região.
- **Pedra Furada - São Raimundo Nonato:** Destaca-se por suas pinturas rupestres e vestígios arqueológicos que remontam a períodos pré-cerâmicos, revelando detalhes fascinantes da vida ancestral.
- **Serra das Matas - São Raimundo Nonato:** É conhecido por abrigar vestígios arqueológicos importantes, incluindo pinturas rupestres e evidências de ocupação humana pré-histórica, contribuindo para a riqueza histórica da região.
- **Toca do Céu - Piracuruca:** Região marcada por grutas e cavernas com pinturas rupestres. Esse sítio tem sido objeto de estudos que buscam entender a presença humana na área ao longo do tempo.
- **Boqueirão da Pedra Furada - Coronel José Dias:** Apresenta pinturas rupestres e vestígios de ocupações antigas, complementando as descobertas da Pedra Furada em São Raimundo Nonato.
- **Serra dos Matões - Canto do Buriti:** É reconhecida por seus sítios arqueológicos que incluem pinturas rupestres e vestígios de antigas ocupações humanas, adicionando camadas à história local.
- **Serra do Pilão - São João do Piauí:** Apresenta vestígios arqueológicos que enriquecem nossa compreensão da ocupação humana na região, contribuindo para o mosaico histórico do estado.
- **Toca da Barriguda - Barras:** Conhecido por suas grutas e pinturas rupestres, evidenciando a presença ancestral na região.
- **Sítio Arqueológico do Rio Piauí - Bom Jesus:** Destaca-se por seus vestígios arqueológicos, proporcionando insights valiosos sobre as culturas que habitaram as margens desse rio ao longo dos tempos.

3.11 Geologia e Relevo

O estado do Piauí, situado na região Nordeste do Brasil, apresenta uma geologia diversificada que molda seu relevo, solo e recursos minerais. Seu terreno é predominantemente caracterizado por planaltos e chapadas, destacando-se o Planalto da Borborema e a Chapada das Mangabeiras. Entretanto, também há presença de depressões, como a Depressão Sertaneja, que abriga os vales dos rios Parnaíba e Poti.

As formações geológicas do Piauí são majoritariamente sedimentares, compostas por arenitos, argilitos, calcários e conglomerados, resultado de processos de sedimentação ao longo de eras geológicas. Além disso, há rochas cristalinas, como granitos, gnaisses e quartzitos, que compõem parte do substrato rochoso do estado.

O Piauí é rico em recursos minerais, com depósitos de ferro, manganês, cobre, gipsita, calcário, quartzo e argila. Esses recursos representam potenciais econômicos significativos para a região.

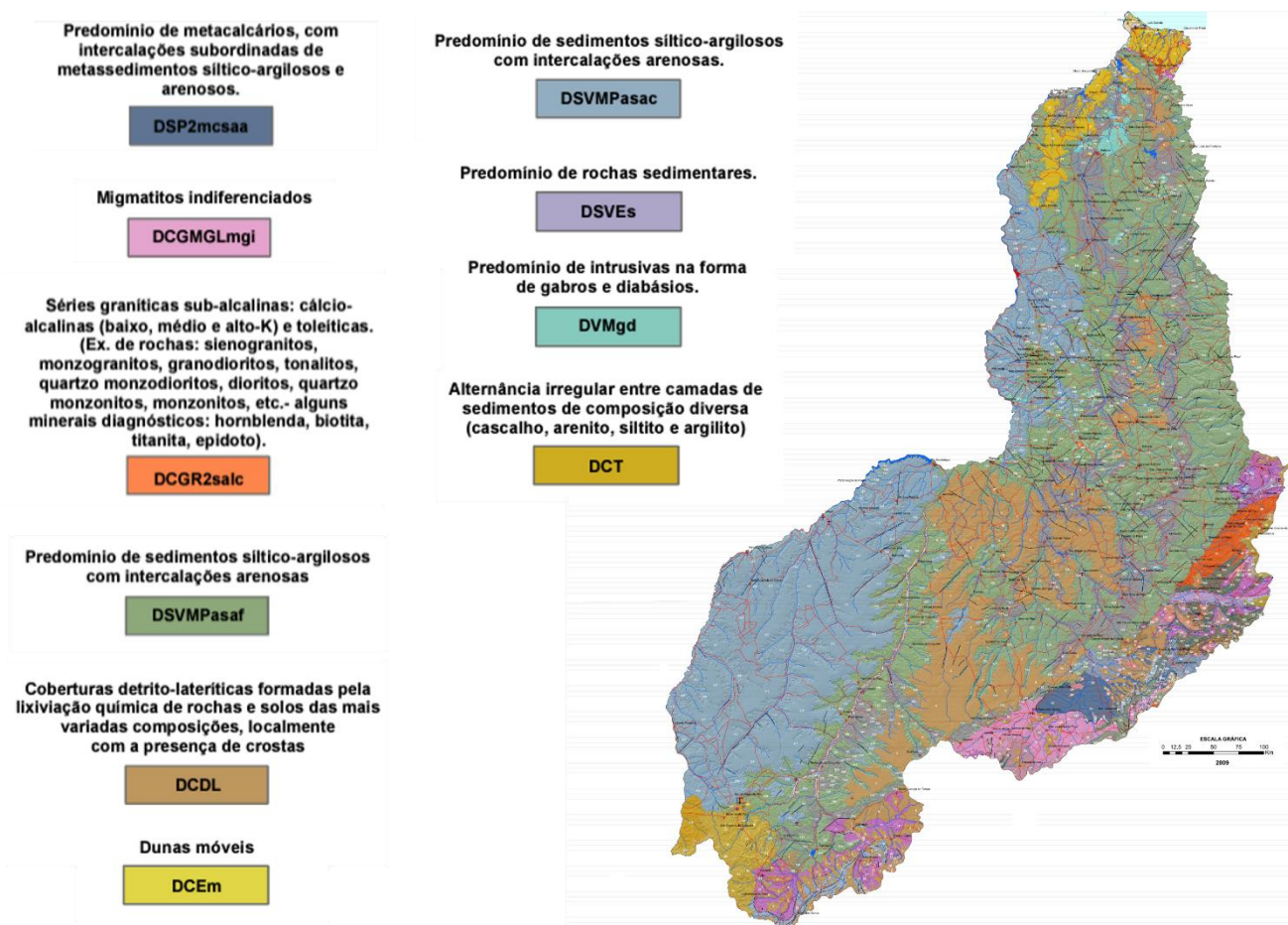
Os tipos de solo variam de acordo com a geologia e clima. Enquanto as áreas de planalto possuem solos mais rasos e pedregosos, os vales e áreas de depressão são dotados de solos mais férteis, propícios para a agricultura.

O Rio Parnaíba é um elemento vital, moldando o relevo e contribuindo para a formação de vales e áreas aluviais propícias à agricultura. Sua bacia hidrográfica desempenha um papel essencial no contexto geológico e ambiental do estado.

A geologia diversificada do Piauí, composta por rochas sedimentares e cristalinas, influencia diretamente as características do relevo, tipos de solo e a presença de recursos minerais, desempenhando um papel crucial nos aspectos econômicos, agrícolas e ambientais da região.

Na Figura 8, são apresentadas as principais formações geológicas do Piauí, assim como suas principais características:

Figura 8 - Mapa de Geodiversidade do estado do Piauí. Fonte: CPRM, 2006.



Metacalcários (DPSP2mcsaa):

Rochas carbonáticas se dissolvem com facilidade pela ação das águas, criando cavidades (gruas e cavernas) sujeitas a desmoronamentos subterrâneos, podendo causar abatimentos e colapsos da superfície. Deve-se evitar bombeamento de água subterrânea, pois pode acelerar esse processo.

A qualidade da água pode estar comprometida por altos teores de carbonato de cálcio (água dura).

Solos de bom potencial agrícola, além de poder ser aproveitado para rochas ornamentais de revestimentos e pisos.

Migmatitos indiferenciados (DCGMGLmgi):

Relevo de superfícies aplainadas ou morro/serras suaves.

Rochas ricas em minerais com descontinuidades que facilitam a percolação de fluidos, conseqüentemente, erosão e intemperismo.

Solos pobres em nutrientes e ricos em alumínio (pouco propício para a agricultura).

Solos podem ser rasos e fraturados o que permite que poluente se infiltrem com facilidade nas águas subterrâneas.

Séries graníticas sub-alcálicas (DCGR2salc):

Granitóides anisotrópicos que facilitam a percolação de fluidos, intemperismo, erosão e desestabilização em taludes.

São pobres em nutrientes e ricos em alumínio (pouca atratividade para agricultura).

Solos podem ser rasos e fraturados o que permite que poluente se infiltrem com facilidade nas águas subterrâneas. Em contrapartida, são porosos com boa capacidade de reter água.

Granitos podem ser utilizados como rochas ornamentais.

Sedimentos Silitico-argilosos com intercalações arenosas (DSVMPasaf e DSVMPasac):

Solos com características físicas e potencial agrícola muito variáveis, em função das diferenciações litológicas do pacote sedimentar.

Vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas poluentes também é variável devido à alternância entre sedimentos arenosos e silitico-arenosos.

Aquíferos porosos de alta capacidade armazenadora e circuladora de água nas camadas arenosas.

Potabilidade das águas geralmente é muito boa (STD<500mg/l).

Coberturas detrito-lateríticas (DCDL):

Grau de dureza e consolidação bastante variáveis. Ocorrem de forma bastante irregular, como lajeados ou blocos, dificultando a escolha do método de escavação.

Solos de fertilidade muito baixa, com excesso de alumínio, com pedregosidade elevada.

São coberturas porosas com alta vulnerabilidade à contaminação e baixa capacidade de eliminar poluentes.

Aquíferos superficiais livres com baixo potencial.

Relevo plano, torna-se uma área favorável à ocupação urbana- e implantação de sistemas viários.

Potencial para extração mineral de ouro, bauxita, manganês, entre outros.

Dunas Móveis (DCEm):

Ambientes constituídos por sedimentos arenosos inconsolidados submetidos à contínua movimentação pela dinâmica eólica.

Em algumas áreas a migração de dunas ocasiona assoreamento de ecossistemas aquáticos como lagoas, banhados e mangues.

Areias quartzosas finas e médias sujeitas ao fenômeno da liquefação, causando perda de resistência do terreno e risco de colapsos das fundações nele implantadas.

Devido a permeabilidade dão altamente suscetíveis a poluição dos mananciais hídricos. Deve-se evitar instalação de qualquer potencialidade poluidora, além de bombeamento excessivo de poços, a fim de evitar o avanço da cunha salina.

Apesar das limitações, os campos de dunas são aquíferos superficiais livres, de elevado potencial, merecendo destaque na captação de água subterrânea de boa qualidade nas regiões costeiras, além de funcionar como área de recarga para a unidade geológica subjacente.

Rochas Sedimentares (DSVEs):

Sedimentos silítico-argilosos que podem ser maciços ou bastante rígidos, podendo se desestabilizar em taludes de corte.

Aptidão agrícola variável, assim como a permeabilidade e porosidade que variam de região para região.

Favorável à existência de aquíferos confinados e semiconfinados, dos tipos poroso e fraturado.

Gabros e Diabásios (DVMgd):

Rochas de alta resistência ao corte e à penetração.

São naturalmente pouco erosivos, mas com alta densidade de fendas abertas, facilitando a percolação rápida de poluentes, tornando o risco de contaminação das águas subterrâneas alto.

São solos ricos em nutrientes, férteis para agricultura.

Sedimentos de composição diversa (DCT):

Podem ocorrer sedimentos com argilominerais expansivos que quando submetidos a variações de umidade podem causar deformações e trincamentos em obras de construção civil.

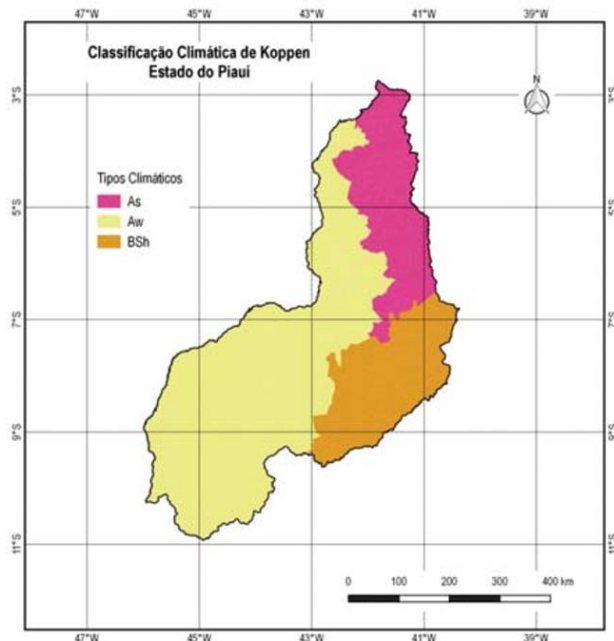
Baixa fertilidade natural, ácidos, elevados teores de ferro e baixa capacidade de reter água.

Áreas com alta potencialidade de exploração de areia, argila, cascalho para a construção civil.

3.12 Clima

O clima no Piauí é heterogêneo, dado a extensão continental do estado. Em face a sua posição geográfica, o Estado do Piauí pode ser considerado como uma típica zona de transição climática, uma vez que o seu território se encontra inserido em áreas do Nordeste Setentrional, Nordeste Meridional, Centro-Oeste e do Meio-Norte, apresentando regime pluviométrico altamente heterogêneo, com três tipos de clima bem definidos: o Tropical úmido, ao norte do Estado, no litoral e na parte ao nordeste do estado; o Tropical, ao longo da faixa oeste (do sul ao norte); e o Semi-árido, no sudeste.

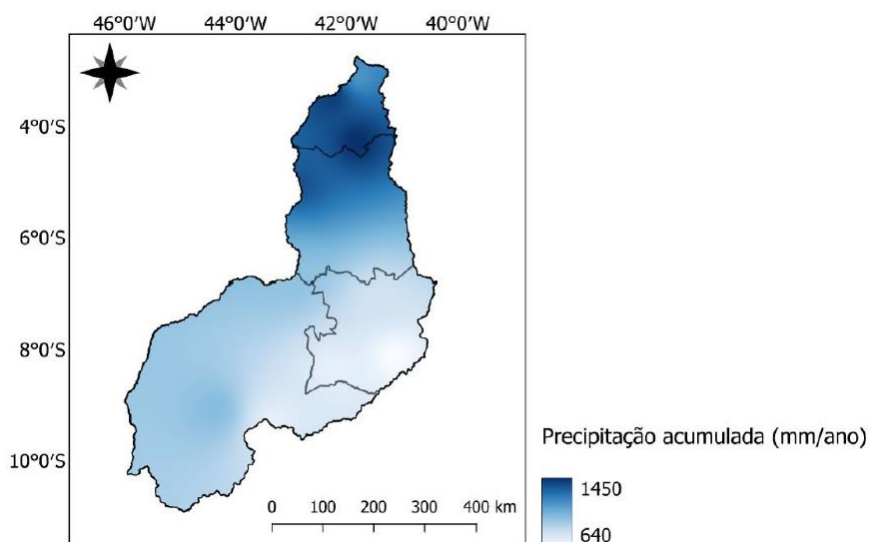
Figura 9 – Classificação climática de Koppen no Estado do Piauí. Fonte: L.L.S. Silva 2021.



As temperaturas máximas chegam a 38°C nos meses de outubro, novembro e dezembro, principalmente na região Centro-Norte do estado, enquanto as mínimas podem chegar a 16°C na extremidade Sudoeste, nos meses de maio, junho e julho. A temperatura média ao longo do ano no estado é de 28°C (INMET, 1991 – 2020).

As chuvas ocorrem majoritariamente nos meses de janeiro, fevereiro e março, nas mesorregiões Norte e Centro-Norte, principalmente na região Litorânea, influenciada pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). A estação das secas coincide com o registro de menores temperaturas, que vai de junho a setembro. Os menores registros de precipitação acumulada anual ocorrem nas mesorregiões Sudeste e Sudoeste, variando de 640 a 1000 mm (INMET, 1991 – 2020).

Figura 10 - Precipitação acumulada anual no estado do Piauí. Fonte: L.L.S. Silva 2021.



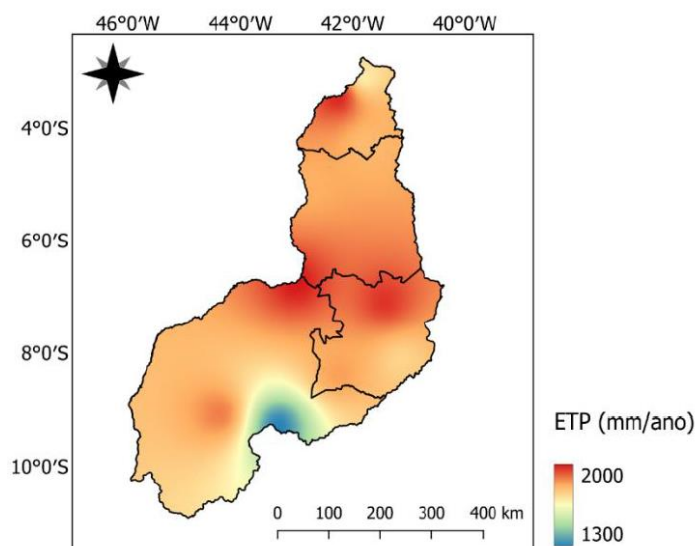
3.13 Balanço Hídrico Climatológico

O balanço hídrico climatológico (BHC), desenvolvido por Thornthwaite e Mather (1955), determina a variação do armazenamento de água no solo, sem a necessidade de realizações de medições diretas. A partir dele pode ser realizado a quantificação da disponibilidade hídrica regional, a caracterização das secas, a realização do zoneamento agroclimático no planejamento de implantação de culturas (Francisco et al., 2015).

Para o cálculo do BHC, segundo a metodologia de Thornthwaite e Mather (1955), é necessário obter os valores de Excesso Hídrico (EXC), Deficiência Hídrica (DEF) e Evapotranspiração Potencial (ETP), obtidos da base de dados do INMET, 1981-2010.

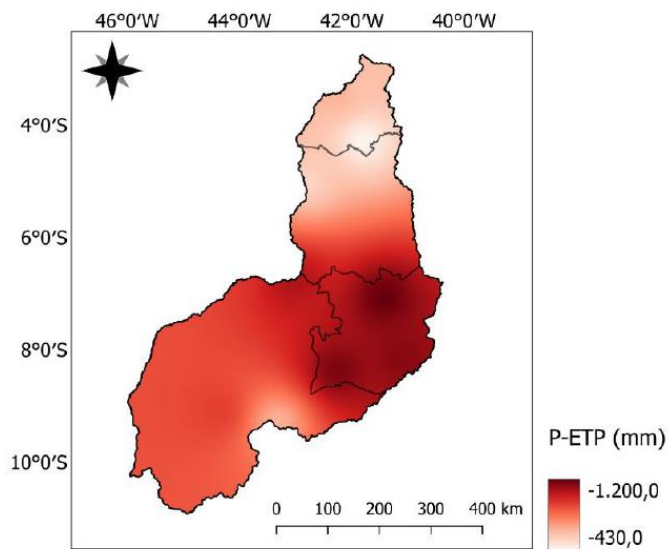
A evapotranspiração potencial é entendida como uma forma de transferência de uma superfície qualquer para a atmosfera onde envolve a evaporação da água do solo e a transpiração máxima das plantas. Com relação a este elemento meteorológico, porção do Sudoeste, onde observa-se valores situados entre 1.300 e 1.500 mm por ano, que são relativamente menores aos observados nas demais regiões.

Figura 11 - Distribuição anual de evapotranspiração no Estado do Piauí. Fonte: L.L.S. Silva 2021.



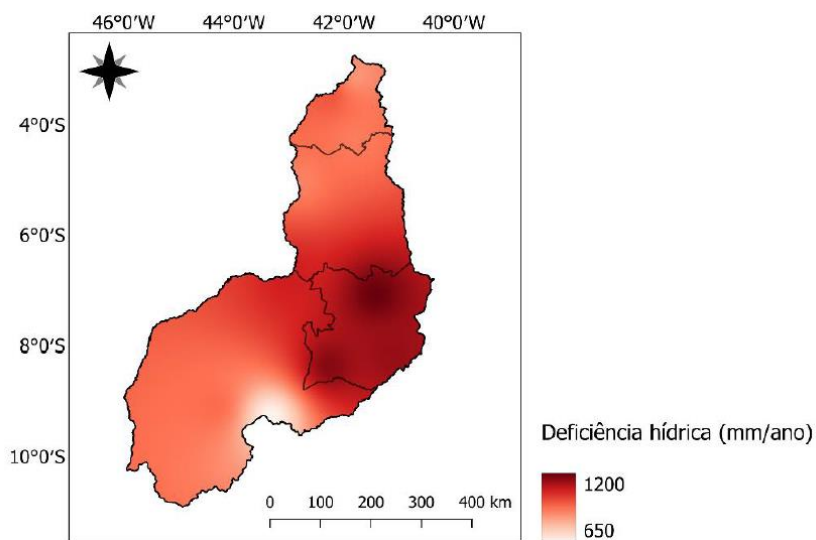
Ao observar o extrato referente ao que entra no sistema (precipitação) e o que sai (evapotranspiração), tem-se a variável denominada P-ETP. Como pode-se observar, todo o Estado está sujeito à deficiência hídrica, pois a quantidade de água perdida através da evapotranspiração é sempre superior ao que é repostado através da precipitação. As mesorregiões Sudoeste e Sudeste apresentam um menor extrato anual, como expostas na Figura 12 indicando que essas porções do Estado estão sujeitas a uma disponibilidade hídrica ainda menor.

Figura 12 - Extrato anual da diferença entre precipitação (P) e a evapotranspiração (ETP) no Estado do Piauí. Fonte: L.L.S. Silva 2021.



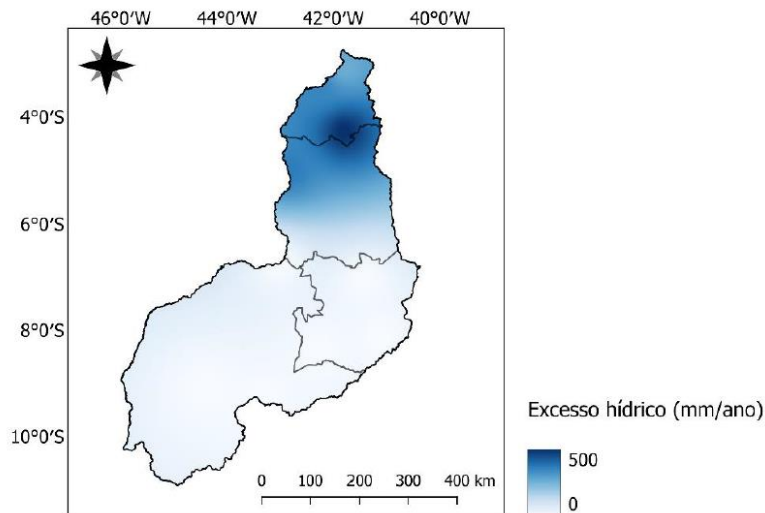
O índice de Deficiência Hídrica (DEF) se assemelha ao comportamento do P-ETP, o qual comprova que as mesorregiões Sudoeste e Sudeste, apresentam deficiência hídrica importante. O Estado do Piauí apresentou deficiência hídrica acumulada com variação de 650 a 1.200 mm por ano, a depender da mesorregião, como pode ser visto na Figura 13.

Figura 13 - Distribuição da deficiência hídrica no Estado do Piauí. Fonte: L.L.S. Silva 2021.



Quanto ao índice de Excesso Hídrico (EXC), O Sudeste e Sudoeste piauiense não apresentam excesso hídrico no decorrer do ano, sendo este fenômeno restrito apenas às mesorregiões Norte e Centro-Norte, conforme disposto na Figura 14.

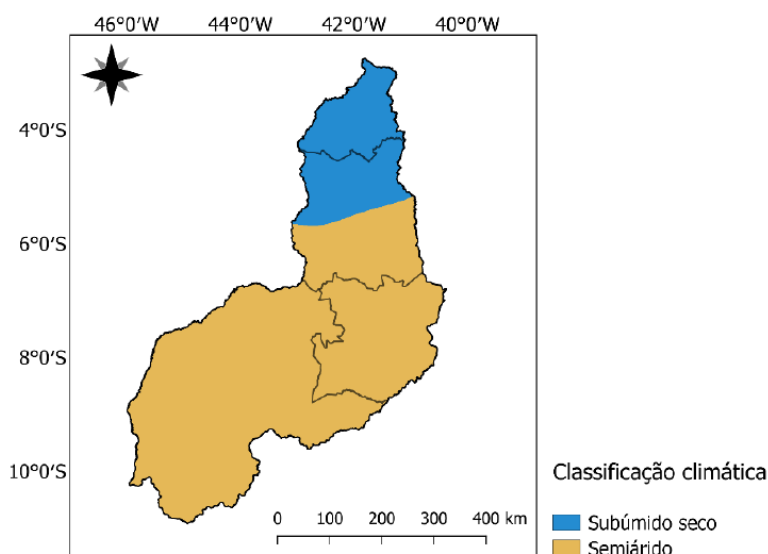
Figura 14 - Distribuição do Excesso Hídrico (EXC) no Estado do Piauí. Fonte: L.L.S. Silva 2021.



A disponibilidade hídrica reduzida no Piauí se configura em favor das elevadas temperaturas, intensa radiação solar incidente e reduzidos totais pluviométricos da região, os quais originam uma elevada evapotranspiração (Francisco e Medeiros, 2016). Ainda em estudos realizados por Francisco e Medeiros (2016) realizados na bacia hidrográfica de Uruçuí-Preto que compreende o oeste do Estado do Piauí revelaram tendências de reduções nos totais pluviométricos.

Com a caracterização do BHC do Piauí, realizou-se a classificação climática do Estado (Figura 15). Nota-se a configuração de apenas dois tipos climáticos, Subúmido seco e Semiárido. É possível perceber na que a maior parte do estado do Piauí é predominado pelo clima Semiárido, encontrando-se nas mesorregiões Sudoeste Sudeste e parte do Centro-Norte, essa classificação climática se caracteriza por altas temperaturas, e com deficiência hídrica a maior parte do ano. O tipo Subúmido seco é encontrado no Norte e em uma porção do Centro-Norte, clima que possui água relativamente superior ao Semiárido (Water availability and climate classification in the State of Piauí, L.L.S. Silva, 2021).

Figura 15 - Classificação climática de Thornthwaite para o Estado do Piauí. Fonte: L.L.S. Silva 2021.



3.14 Bacias Hidrográficas e Disponibilidade Hídrica

A bacia hidrográfica representa um território delimitado por divisores de água, onde os cursos d'água convergem, geralmente, para uma única foz localizada no ponto mais baixo da região. O estado do Piauí pertence à Região Hidrográfica do Parnaíba, sendo essa a segunda maior bacia em extensão da região Nordeste do país, o estado do Piauí é detentor de 75,3% dessa região, com uma área de 249.497,2 km². Essa região hidrográfica é delimitada a oeste pelo estado do Maranhão e a leste com o estado do Ceará.

De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA), o estado do Piauí é dividido em 12 bacias hidrográficas, sendo essas, Bacia Hidrográfica do Rio Poti, Bacia do Rio Canindé, Bacia do Rio Itaueira, Bacia Hidrográfica do Rio Gurgéia, Bacia Hidrográfica do Rio Uruçui-Preto, Bacia Hidrográfica do Rio Longá, Bacia Hidrográfica do Rio Pirañji, Bacia Difusa do Alto Parnaíba, Bacia Difusa da Barragem de Boa Esperança, Bacia Difusa do Médio Parnaíba, Bacia Difusa do Baixo Parnaíba e Bacias Difusas do Litoral.

Figura 16 - Bacias Hidrográficas do Piauí. Fonte: PERH – PI (2010)



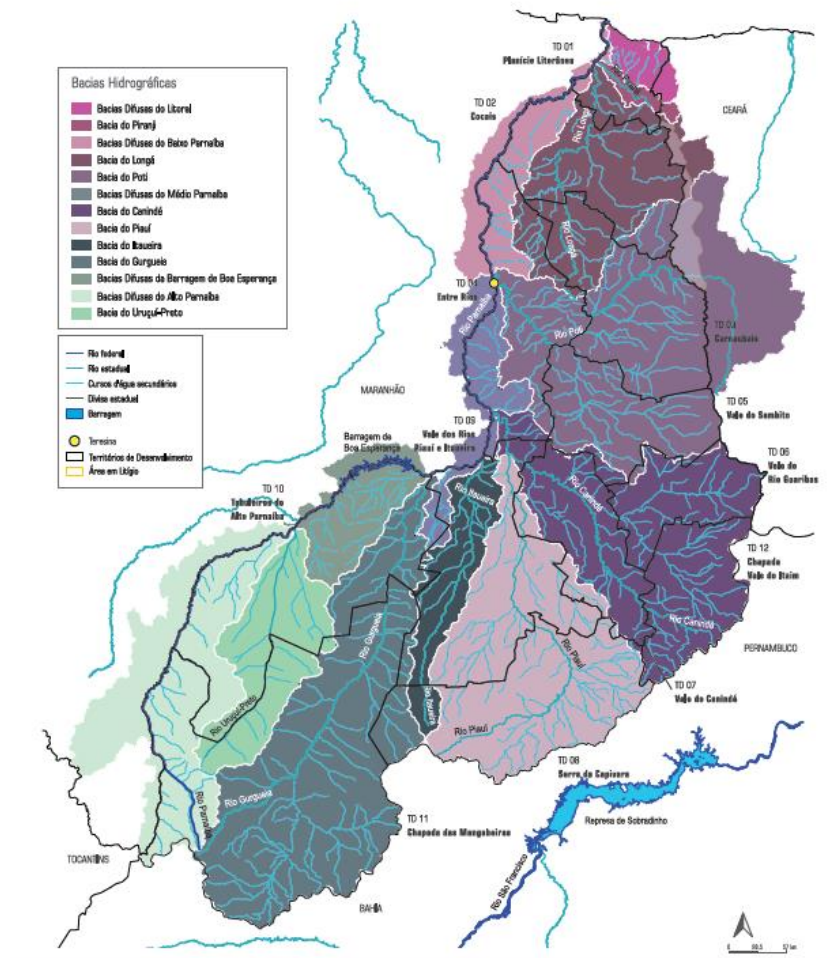
A gestão dessas bacias é desenvolvida por comitês dedicados, os quais são responsáveis por arbitrar os conflitos relacionados ao recurso e estabelecer mecanismos de proteção ao mesmo. Atualmente, se encontram vigentes no estado do Piauí três decretos para atuação dos comitês, sendo dois desses estaduais e um interestadual entre os estados do Piauí, Ceará e Maranhão. Os decretos vigentes são:

Decreto Nº 9.335 de 05/01/2018 – Comitê Interestadual da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba.

Decreto Nº 15.562 de 14/03/2014 – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Gurgéia.

Decreto N 13.585 de 18/03/2009 – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Canindé e Piauí.

Figura 17 - Bacias Hidrográficas e cursos hídricos do Estado do Piauí. Fonte: SEPLAN.



3.13.1 Disponibilidade Hídrica Superficial

As águas superficiais representam a primeira fonte hídrica em quantidade do Estado. Observa-se, que sua importância como fonte hídrica de abastecimento, tende a crescer a partir da construção dos sistemas adutores para atendimento a grandes núcleos populacionais. Outra utilização crescente é para irrigação concentrada e difusa ao longo dos rios perenes da região úmida e nos vales perenizados pelos reservatórios estratégicos, construídos nas regiões secas ou semiáridas.

Em função das diferenças decorrentes de diversos fatores: antropológicos, socioeconômicos e geográficos, verifica-se a ocorrência de pelo menos duas formações distintas na sua base físico-territorial: o primeiro assente num embasamento sedimentar com aquíferos ricos em disponibilidade hídrica e rios perenes constituindo uma fronteira úmida e, um segundo, assente sobre embasamento cristalino, com características semiáridas e rios intermitentes, correspondendo a uma fronteira seca.

Esse fenômeno acontece porque o Estado do Piauí se insere numa zona de transição, entre a região caracterizada pelo semiárido nordestino, nas suas fronteiras leste e sudeste, e a região pré-amazônica, no seu lado oeste, com altas precipitações pluviométricas e boa cobertura vegetal proporcionada pelas florestas. (SEMAR, PERH – PI, 2010).

A partir das séries históricas de vazões medidas nos postos fluviométricos e da simulação hidrológica, utilizando o modelo chuva-deflúvio SMAP, foram determinadas as vazões específicas naturais e conseqüentemente a potencialidade hídrica de cada uma das bacias hidrográficas. O termo potencialidade

hídrica representa a capacidade de produção hídrica das bacias hidrográficas, levando-se em consideração somente a porção piauiense das bacias de domínio federal. (SEMAR, PERH – PI, 2010).

Figura 18 - Potencialidade hídrica das Bacias do Piauí. Fonte: SEMAR 2010.

BACIA	ÁREA DA BACIA (KM ²)	VAZÃO ESPECÍFICA (L/S/KM ²)	DEFLÚVIO MÉDIO ANUAL (MM)	VOLUME ANUAL PRODUZIDO (HM ³)	VAZÃO NATURAL (M ³ /S)
Canindé	75.683	0,73	23,02	1.742,32	55,25
Difusas Barragem Boa Esperança	8.030	2,44	76,95	617,86	19,59
Difusas do Alto Parnaíba	17.091	6,97	219,81	3.756,81	119,13
Difusas do Baixo Parnaíba	7.643	2,20	69,38	530,29	16,82
Difusas do Litoral	2.071	5,08	160,20	331,77	10,52
Difusas do Médio Parnaíba	6.320	2,35	74,11	468,40	14,85
Gurguéia	48.826	0,75	23,65	1.154,83	36,62
Itaueira	10.247	1,64	51,72	529,97	16,81
Longá	22.623	7,27	229,27	5.186,59	164,47
Piranji	1.082	4,42	139,39	150,89	4,78
Poti	39.050	1,85	58,34	2.278,25	72,24
Uruçuí Preto	15.784	2,42	76,32	1.204,62	38,20
TOTAL	254.451	38,12	1.202,15	17.952,60	569,27

3.14.1 Disponibilidade Hídrica Subterrânea

Segundo a Secretaria Estadual de Meio Ambiente do Piauí (SEMAR/2010), a ocorrência e a circulação de água doce no estado estão associadas ao grande volume de águas subterrâneas, à presença de lagoas naturais, açudes e lagos de barragens construídos em vales fluviais, sendo grande parte comandado pelo Rio Parnaíba. O estudo de avaliação das potencialidades hídricas do Piauí, elaborado pela SEMAR/2010 estima que o estado detém grandes reservas de água subterrânea e superficial, com um volume total de cerca de 19 bilhões de metros cúbicos de água doce.

Cerca de 75% da superfície do Estado do Piauí está assente sobre a bacia sedimentar do Parnaíba, que abrange uma área de 600.000 km² e foi formada na era paleozoica. Compreende ainda grande parte do Estado do Maranhão e atinge também, em menor escala, os Estados de Tocantins, Pará e Bahia. É constituída por um pacote de sedimentos que chega a atingir 3.000 metros de espessura, com litologias variadas em estratos alternados, com sedimentos clásticos, como arenitos, siltos e folhelhos, resultando numa sequência de formações aquíferas sobrepostas separadas por aquíferos e aquícludes.

A avaliação do potencial e das disponibilidades das águas subterrâneas do Estado do Piauí foi desenvolvida com base nas informações hidrogeológicas existentes e disponibilizadas pela SEMAR/PI, consubstanciadas com as da CPRM - Serviço Geológico do Brasil e da AGESPISA. Esses poços estão distribuídos e disseminados nos 11 aquíferos da bacia Sedimentar do Parnaíba, com as seguintes

ocorrências no Estado: Serra Grande, Pimenteiras, Cabeças, Longá, Poti/Piauí, Pedra de Fogo, Pastos Bons, Corda, Barreiras, Aluviões e Dunas e Fissural Cristalino.

De um total de 20.197 poços selecionados com identificação hidrogeológica completa (localização georreferenciada, profundidade, níveis estáticos e dinâmicos, vazão, aquífero etc.), cerca de 16.273 poços (67%) pertencem aos aquíferos Serra Grande, Cabeças e Poti/Piauí, como mostra a Tabela 8.

Tabela 8 - Quantidade de poços classificados por Bacia Hidrográfica e Aquíferos. Fonte: SEMAR 2010.

BACIAS HIDROGRÁFICAS	SERRA GRANDE	CABEÇAS	POTI/PIAUI	TOTAIS
Canindé	1.594	2.036	287	3.917
Difusas da Barragem Boa Esperança	0	0	237	237
Difusas do Médio Parnaíba	0	4	559	563
Difusas do Litoral	56	0	1	57
Difusas do Baixo Parnaíba	21	31	1.318	1.370
Gurguéia	77	424	751	1.252
Itaueira	0	5	472	477
Longá	431	1.619	1.616	3.666
Piranji	200	0	0	200
Poti	1.136	1.784	1.528	4.448
Uruçui Preto	0	2	84	86
TOTAL	3.515	5.905	6.853	16.273

Como pode ser evidenciado na Figura 19 e na Figura 20, o Piauí apresenta diferentes reservas subterrâneas com uma característica heterogênea, na qual há concentração de disponibilidade hídrica em algumas regiões e escassez em outras. Destaca-se os aquíferos Poti, Piauí, Serra Grande e Cabeças como regiões de abundância moderada, regiões que apresentam o maior número de poços. Uma região, localizada ao Sul do Estado, próxima à cidade de Corrente, onde estão os aquíferos Uruçuaia e Areado, existe uma disponibilidade elevada que pode ser aproveitada. No entanto, boa parte do território Piauiense, principalmente aquela na região Sul/Sudeste que faz divisa com a Bahia, apresenta grande déficit de disponibilidade hídrica subterrânea.

Figura 19 - Classificação e localização dos Aquíferos no Piauí. Fonte: CPRM

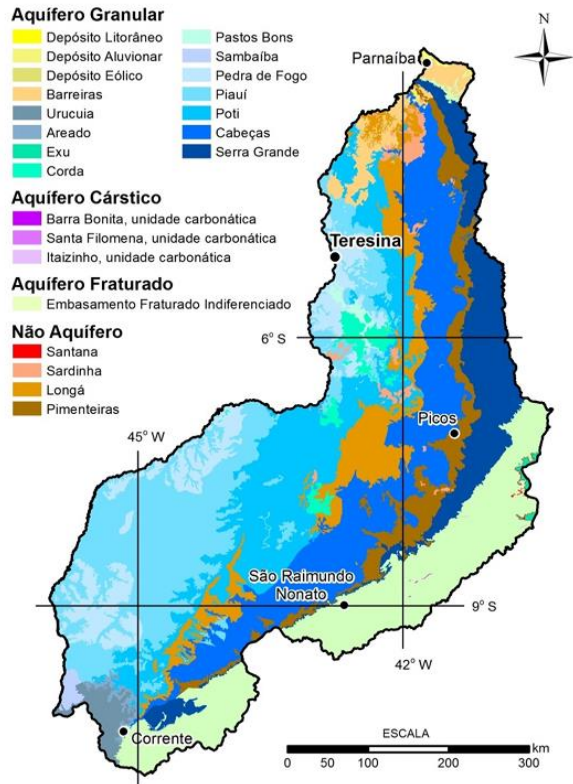
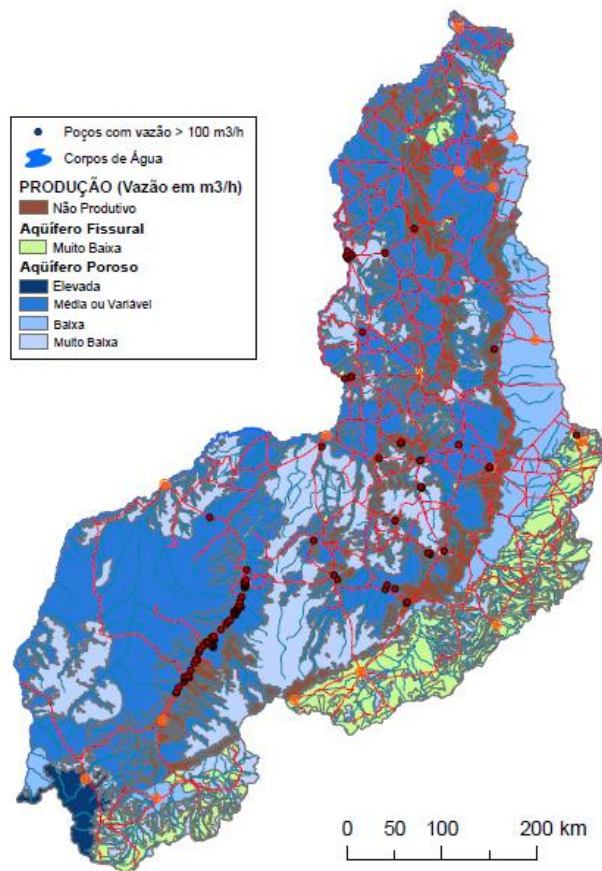


Figura 20 - Identificação de Aquíferos e Poços no Estado do Piauí. Fonte: CPRM



Fonte: Mapa Hidrogeológico do Brasil ao Milionésimo (CPRM, INÉDITO).

3.15 Qualidade das Águas

Como no cenário nacional, no Estado do Piauí, o maior problema enfrentado, com relação aos estudos da qualidade das águas superficiais e subterrâneas das bacias hidrográficas, consiste exatamente na insuficiência de dados de qualidade de água com a amplitude que seria necessária para atender plenamente aos objetivos deste estudo. Portanto, realizou-se o esforço de reunir a maior quantidade de informações disponíveis sobre a qualidade dos recursos hídricos piauienses.

Águas Superficiais

A SEMAR, no Plano Estadual de Recursos Hídricos, levantou e analisou os parâmetros de qualidade da água, a legislação vigente para os parâmetros de qualidade, os dados coletados e monitorados pela ANA, que foram disponibilizados para 25 postos fluviométricos distribuídos pelo Estado. Examinaram-se também os resultados de estudos anteriores, bem como das deficiências de informação existentes e, por último, foi elaborado o esboço de um Programa de Monitoramento Permanente da Qualidade das Águas Superficiais para o PERH/PI.

A Tabela 9 apresenta os valores médios dos parâmetros que compõem a série histórica de cada uma das estações estudadas.

Tabela 9 - Parâmetros de qualidade da água por estação estudada no Estado do Piauí. Fonte: SEMAR.

ESTAÇÃO	TEMP. AMOSTRA	PH	TURBIDEZ	CONDUTIV. ELETRICA	DQO	DBO	OD	SÓLIDOS EM SUSPENSÃO
34040000	27,2	6,3		28,9			9,3	
34060000	27,7	5,6	16,3	41,1		2,0	6,5	21,1
34070000	28,4	5,9		19,0			8,1	
34090000	28,1	5,8	35,0	50,3		2,0	6,2	42,6
34230000	27,4	6,1		67,8			5,9	
34251000	27,6	6,4		91,8			7,4	
34270000	29,1	7,0		156,5			6,9	
34417000	31,2	8,3		370,7			7,6	
34420000	28,5	6,5		311,5			4,6	
34450000	29,2	7,0		156,5			7,2	
34465000	28,6	7,2		271,8			6,3	
34480000	29,6	7,2		489,3			4,3	
34571000	29,2	7,1		477,0			4,5	
34600000	30,2	7,3		398,3			5,6	
34620000	28,3	6,8		251,9			6,0	
34660000	30,0	6,2		32,5			6,4	
34750000	29,2	6,1		194,7				
34760000	30,3	6,4		123,7			7,3	
34770000	29,7	6,9		159,3			7,1	
34789000	29,8	6,8	51,3	243,3	19,8	2,3	9,2	48,9

34879500	28,4	6,3	47,2	87,9	15,8	2,5	6,0	71,3
34940000	29,6	6,1		95,3			5,3	
34976000	29,6	6,2		128,0			6,4	
34980000	30,3	6,2		154,9			6,6	

Observou-se que dos 25 postos fluviométricos, conforme apresentados na Figura 21, com dados disponíveis de qualidade da água, 18 apresentaram pelo menos uma desconformidade com a Resolução 357 do CONAMA, de 2005, isto é, comportaram-se fora das tolerâncias paramétricas recomendadas por aquela instituição ambiental. Os resultados enfatizam a relevância da implantação de eficiente rede de monitoramento no estado.

Figura 21 - Localização das Estações de medição de indicadores de qualidade da água. Fonte: SEMAR 2010.



Os postos que apresentaram pH inferior a 6,0 estão abaixo do permitido pela Resolução 357 do CONAMA e podem provocar a acidificação dos ambientes aquáticos, trazendo prejuízos à biota aquática e a alguns usos da água.

O oxigênio dissolvido (OD) apresentou três concentrações fora dos padrões do CONAMA 357/2005, que estabelece a concentração mínima de 5mg/L de DBO5 (classe 2). Ressalta-se que o OD é um dos parâmetros mais significativos para expressar a qualidade de um ambiente aquático.

Os postos Fazenda Cantinho e Luzilândia apresentaram medições de coliformes fecais acima do permitido pela resolução 357 do CONAMA. A presença de coliformes fecais na água indica que o corpo hídrico

recebeu dejetos humanos e esgotos, podendo gerar doenças associadas à água pelos organismos patogênicos transmitidos por via fecal.

Finalmente, os postos de Luzilândia e Teresina apresentaram turbidez acima dos padrões permitidos pela Resolução 357/2005, do CONAMA, provavelmente em consequência de sua localização à jusante da cidade de Teresina.

Águas Subterrâneas

As águas subterrâneas foram classificadas a partir dos parâmetros estabelecidos na Portaria nº 518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde em:

I – Águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5‰ (500 mg/L);

II – Águas salobras: águas com salinidade superior a 0,5‰ (500 mg/L) e inferior a 30‰ (3.000 mg/L);

III – Águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30‰ (3.000 mg/L).

Em 1975 a SERETE realizou para a SUDENE amplo estudo de caracterização dos recursos hídricos da bacia do Parnaíba, avaliando a qualidade da água subterrânea a partir 256 análises. O resultado desse estudo, resumido na Tabela 10, indica que existia a predominância de águas doces, segundo a classificação estabelecida, e ainda ressalta que as águas obtidas de poços tubulares apresentaram, com frequência, quantidade de resíduo seco inferior a 500 mg/L, atendendo também às normas de potabilidade para águas de consumo humano estabelecidas pela Organização Mundial de Saúde, em termos de padrões europeu e norte-americano quanto a salinidade. (SEMAR, 2010).

Tabela 10 - Análise de qualidade da água das reservas subterrâneas do Estado do Piauí. Fonte: SUDENE 1975.

ORIGEM	GRUPO 1 (RS<500 MG/L)	GRUPO 2 (RS 500 – 1000 MG/L)	GRUPO 3 (RS > 1000 MG/L)
Poços tubulares	d (50%), Jc (100%), Tpb (100%), Pm (67%), Ppf (63%), Cpi/Cpa (87%), DI (84%), Dc (68%), Dp (70%), SDsg (87%)	Qa/Qi (100%), Ttb (100%), d (50%), Ppf (33%), Cpi/Cpa (10%), DI (9%), Dc (11%), Dp (8%), SDsg (10%), Crist. (27%)	Pm (33%), Ppf (4%), Cpi/Cpa (3%), DI (7%), Dc (21%), Dp (22%), SDsg (3%), Crist. (49%)
Cacimbas	Qa/Qi (54%), Ki/Ku (100%), d (100%), Jc (83%), Tpb/Pm (100%), Tpb (89%), Ts (75%), Pm (82%), Ppf (80%), Cpi/Cpa (81%), D1 (85%), Dc (72%), Dp (68%), SDsg (49%), Crist. (35%)	Qa/Qi (21%), Ttb (33%), Jc (17%), Tpb (6%), Pm (9%), Ppf (14%), Cpi/Cpa (19%), D1 (15%), Dc (28%), Dp (32%), SDsg (27%), Crist. (44%)	Qa/Qi (25%), Tpb (5%), Ttb (17%), Ts (25%), Pm (9%), Ppf (6%), SDsg (24%), Crist. (21%)

Legenda: Qa – Quaternário aluvionar; Qi – Quaternário indiferenciado; Ttb – Barreiras; Ki - Itapecuru; Ku – Urucuaia; d – Diabásio; Jc – Corda; Tpb – Pastos Bons; Pm – Motuca; Ts – Sambaiba; Ppf – Pedra de Fogo; Cpi - Piauí; Cpa – Poti; DI – Longá; Dc – Cabeças; Dp – Pimenteiras; SDsg – Serra Grande; Crist. – Cristalino.

Também foram trabalhados os dados referentes a Sólidos Totais Dissolvidos (STD) obtidos em campo pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2003) em águas subterrâneas no Piauí, conforme Tabela 11 praticamente três décadas após o trabalho desenvolvido pela SERETE (SERETE, 1975). Em consonância com a Resolução n.º 357, do CONAMA, de 17 de março de 2005, ressalta-se o caráter predominante de águas doces, com exceção do que se observa na bacia Hidrográfica Difusas do Litoral, onde existe predominância de águas com STD acima de 500 mg/L. Assim, fica respaldada a condição das águas subterrâneas como predominantemente de águas doces, segundo o que preceituam as normas vigentes no Brasil. (SEMAR, 2010).

Tabela 11 - Análise de STD nas Bacias Hidrográficas do Piauí. Fonte: CPRM 2003.

BACIA (Nº DE ANÁLISES)	STD (NÚMERO DE ANÁLISES EM CAMPO)		
	≤ 500 MG/L	500 – 1.000 MG/L	> 1.000 MG/L
Canindé (5.374)	3.857 (71,77%)	718 (13,36%)	798 (13,37%)
Difusas do Baixo Parnaíba (1.183)	933 (78,86%)	192 (16,22%)	57 (4,81%)
Difusas do Médio Parnaíba (599)	598 (99,83%)	1 (0,16%)	-
Difusas do Alto Parnaíba (69)	69 (100%)	-	-
Difusas do Litoral (182)	62 (34,06%)	46 (25,27%)	74 (40,65%)
Poti (3.153)	2.959 (93,84%)	159 (5,04%)	35 (1,11%)
Longá (3.395)	2.873 (84,62%)	452 (13,31%)	70 (2,06%)
Gurguéia (1.033)	967 (93,61%)	49 (4,74%)	17 (1,64%)
Boa Esperança (159)	158 (99,38%)	1 (0,62%)	-
Piranji (161)	125 (77,63%)	20 (12,42%)	16 (9,93%)
Uruçui Preto (62)	61 (98,38%)	1 (1,61%)	-
Itaueira (298)	253 (84,89%)	42 (14,09%)	1 (1,00%)

3.16 Lançamento de Efluentes

O adequado tratamento de esgoto é necessário para assegurar que, ao serem lançados em um corpo hídrico, os esgotos domésticos não comprometam suas características físicas, químicas e biológicas. O tratamento de afluentes garante a preservação da qualidade da água, evitando potenciais danos ambientais e a escassez desse recurso vital.

É crucial reconhecer as potenciais fontes poluidoras para enfrentar eficazmente o desafio da contaminação, considerando tanto os elementos orgânicos quanto inorgânicos. O aumento das demandas locais, a degradação progressiva da qualidade da água e a falta de sistemas de saneamento adequados tornam a obtenção de água de qualidade cada vez mais desafiadora nos corpos hídricos.

Os esgotos domésticos, compostos por água impura de natureza orgânica, exibem uma composição variável, influenciada por fatores como a população atendida, hábitos de higiene, condições econômicas e particularidades locais. A diversidade na composição dos esgotos sanitários e domésticos fornece uma visão abrangente desses efluentes e implica um potencial risco ambiental. O tratamento adequado desempenha um papel crucial na mitigação desses riscos, abrangendo a remoção precisa de sólidos, matéria orgânica biodegradável, organismos patogênicos, nitrogênio e fósforo.

A avaliação criteriosa de parâmetros como a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitrogênio, fósforo e indicadores de contaminação fecal proporciona uma compreensão aprofundada dos impactos dos esgotos nos corpos d'água. Esses parâmetros desempenham um papel vital na avaliação da qualidade da água, sendo essenciais para a preservação da saúde dos ecossistemas aquáticos e a sustentabilidade do recurso hídrico. O controle preciso desses poluentes é, portanto, crucial para salvaguardar a qualidade da água e evitar impactos adversos nos ambientes aquáticos. Além disso, é fundamental obter a devida outorga para o lançamento de efluentes, garantindo conformidade com as normativas ambientais e a capacidade autorizada de autodepuração do corpo receptor.

4 INTRODUÇÃO DAS MACRORREGIÕES

O Piauí está dividido em quatro (04) macrorregiões (Litoral, Meio-norte, Semiárido e Cerrado) onde os limites se definem pelas suas características socioambientais. Tais regiões estão subdivididas em doze (12) Territórios de Desenvolvimento (TDs) e 28 Aglomerados, segundo a Lei atualizada de nº 6.967/2017.

Conforme o Art.1º, § 2º, da Lei Complementar nº 87/2007, os TDs são: Espaços socialmente organizados, compostos por um conjunto de municípios, caracterizados por uma identidade histórica e cultural, patrimônio natural, dinâmica e relações econômicas e organização, constituindo as principais unidades de planejamento da ação governamental. Já os Aglomerados formam um conjunto de municípios de um mesmo TD que apresentam características semelhantes e são agregados a partir de critérios socioeconômicos, considerando: a proximidade geográfica, as relações estabelecidas entre eles, o desenvolvimento de atividades produtivas comuns, a potencialidade de convergência para eixos econômicos e sociais.

A Tabela 12 apresenta a divisão do Estado em regiões, territórios de desenvolvimento e aglomerados de municípios.

Tabela 12 - Municípios do estado do Piauí por macrorregião, TDs e aglomerados. Fonte: CEPRO.

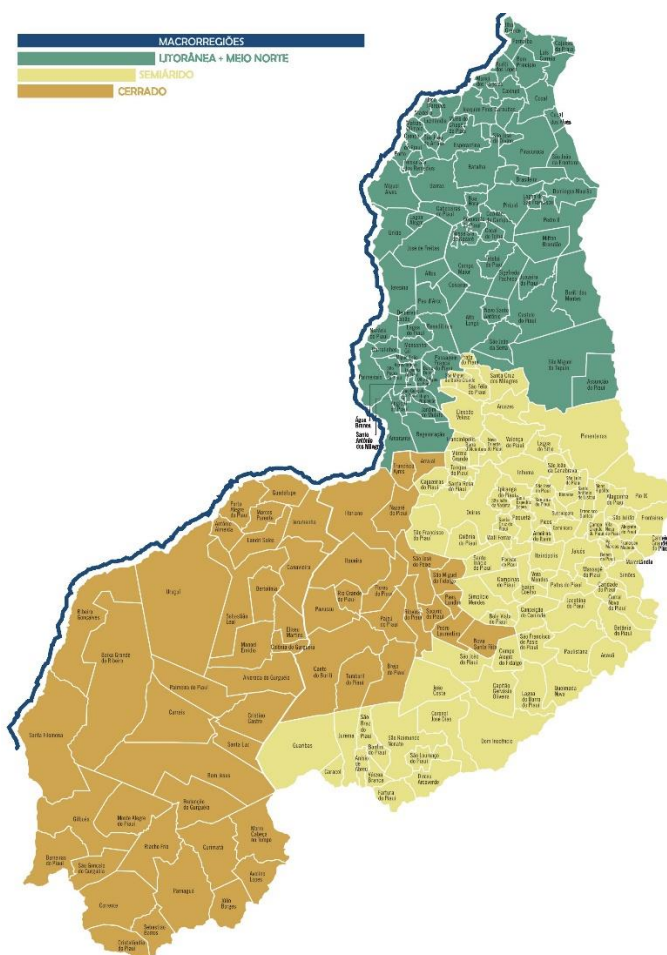
MACRORREGIÃO	TERRITÓRIOS DE DESENVOLVIMENTO	AGLOMERADOS DE MUNICÍPIOS
LITORAL	Planície Litorânea	AG 1 Cajueiro da Praia, Ilha Grande, Luís Correia e Parnaíba
		AG 2 Bom Princípio do Piauí, Buriti dos Lopes, Caraúbas do Piauí, Caxingó, Cocal, Cocal do Alves e Murici dos Portela
MEIO-NORTE	Cocais	AG 3 Barras, Batalha, Campo Largo do Piauí, Esperantina, Joaquim Pires, Joca Marques, Luzilândia, Madeiro, Matias Olímpio, Morro do Chapéu do Piauí, Nossa Senhora dos Remédios, Porto e São João do Arraial
		AG 4 Brasileira, Domingos Mourão, Lagoa de São Francisco, Milton Brandão, Pedro II, Piracuruca, São João da Fronteira e São José do Divino
	Carnaubais	AG 5 Boa Hora, Boqueirão do Piauí, Cabeceiras do Piauí, Campo Maior, Capitão de Campos, Cocal de Telhas, Jatobá do Piauí, Nossa Senhora de Nazaré e Sigefredo Pacheco
		AG 6 Assunção do Piauí, Buriti dos Montes, Castelo do Piauí, Juazeiro do Piauí, Novo Santo Antônio, São João da Serra e São Miguel do Tapuio
	Entre Rios	AG 7 Alto Longá, Altos, Coivaras, José de Freitas, Lagoa Alegre, Miguel Alves, Nazária, Pau d'Arco, União e Teresina
		AG 8 Beneditinos, Curralinhos, Demerval Lobão, Lagoa do Piauí, Miguel Leão e Monsenhor Gil
		AG 9 Agricolândia, Água Branca, Amarante, Angical do Piauí, Barro Duro, Hugo Napoleão, Jardim do Mulato, Lagoinha do Piauí, Olho d'Água do Piauí, Palmeirais, Passagem Franca do Piauí, Regeneração, Santo Antônio do Milagres, São Gonçalo do Piauí e São Pedro do Piauí

SEMIÁRIDO	Vale do Sambito	AG 10 Aroazes, Prata do Piauí, Santa Cruz dos Milagres, São Félix do Piauí e São Miguel da Baixa Grande
		AG 11 Barra d'Alcântara, Elesbão Veloso, Francinópolis, Inhuma, Ipiranga do Piauí, Lagoa do Sítio, Novo Oriente do Piauí, Pimenteiras, Valença do Piauí e Várzea Grande
	Vale do Rio Guaribas	AG 12 Aroeiras do Itaim, Bocaina, Dom Expedito Lopes, Geminiano, Itainópolis, Paquetá, Picos, Santana do Piauí, Santo Antônio de Lisboa, São João da Canabrava, São José do Piauí, São Luís do Piauí, Sussuapara e Vera Mendes
		AG 15 Alagoinha do Piauí, Alegrete do Piauí, Campo Grande do Piauí, Francisco Santos, Fronteiras, Monsenhor Hipólito, Pio IX, São Julião e Vila Nova do Piauí
	Chapada Vale do Rio Itaim (*)	AG 13 Belém do Piauí, Caldeirão Grande do Piauí, Francisco Macedo, Jaicós, Marcolândia, Massapê do Piauí, Padre Marcos e Simões
		AG 14 Acauã, Betânia do Piauí, Caridade do Piauí, Curral Novo do Piauí, Jacobina do Piauí, Patos do Piauí, Paulistana e Queimada Nova
	Vale do Canindé	AG 16 Cajazeiras do Piauí, Colônia do Piauí, Oeiras, Santa Cruz do Piauí, Santa Rosa do Piauí, São Francisco do Piauí, São João da Varjota, Tanque do Piauí e Wall Ferraz
		AG 17 Bela Vista do Piauí, Campinas do Piauí, Conceição do Canindé, Floresta do Piauí, Isaías Coelho, Santo Inácio do Piauí, São Francisco do Piauí, São Francisco de Assis do Piauí e Simplicio Mendes
	Serra da Capivara	AG 18 Campo Alegre do Fidalgo, Capitão Gervásio Oliveira, João Costa, Lagoa do Barro do Piauí e São João do Piauí
		AG 19 Anísio de Abreu, Bonfim do Piauí, Caracol, Guaribas, Jurema, São Braz do Piauí e Várzea Branca
		AG 20 Coronel José Dias, Dom Inocêncio, Dirceu Arcoverde, Fartura do Piauí, São Lourenço do Piauí e São Raimundo Nonato
	CERRADO	Vale dos Rios Piauí e Itaueiras
AG 22 Nova Santa Rita, Paes Landim, Pedro Laurentino, Ribeira do Piauí, Socorro do Piauí, São José do Peixe e São Miguel do Fidalgo		
AG 23 Brejo do Piauí, Canto do Buriti, Flores do Piauí, Itaueiras, Pajeú do Piauí, Pavussu, Rio Grande do Piauí e Tamboril do Piauí		
Alto Parnaíba		AG 24 Bertolínea, Canavieira, Guadalupe, Jerumenha, Landri Sales, Marcos Parente e Porto Alegre do Piauí
		AG 25 Antônio Almeida, Baixa Grande do Ribeiro, Ribeiro Gonçalves, Sebastião Leal e Uruçuí
Chapada das Mangabeiras		AG 26 Alvorada do Gurguéia, Bom Jesus, Colônia do Gurguéia, Cristino Castro, Currais, Eliseu Martins, Manoel Emídio, Palmeira do Piauí e Santa Luz

	<p>AG 27 Avelino Lopes, Curimatá, Júlio Borges, Morro Cabeça do Tempo, Parnaíba e Redenção do Gurguéia</p>
	<p>AG 28 Barreiras do Piauí, Corrente, Cristalândia do Piauí, Gilbués, Monte Alegre do Piauí, Riacho Frio, Santa Filomena, São Gonçalo do Gurguéia e Sebastião Barros</p>

Para a elaboração do presente estudo também se fez necessário subdividir o Estado do Piauí, devido à sua grande extensão territorial e as peculiaridades que impactam no estabelecimento de um Plano Regional de universalização do saneamento. A separação do Estado em 4 macrorregiões foi utilizada como base para a definição da regionalização desse presente estudo. Uma única adaptação foi feita com o intuito de equilibrar o número de municípios, área territorial e número de habitantes por macrorregião: as macrorregiões Litorânea e Meio-Norte foram agrupadas, resultando na seguinte divisão: (i) Meio-Norte e Litoral; (ii) Semiárido; e (iii) Cerrado, conforme é apresentado pela Figura 22.

Figura 22 - Divisão das macrorregiões no Estado do Piauí para o Plano Regional de Saneamento (PRSB)



A partir da divisão mencionada, 3 Anexos (Anexos I, II e III) deste Plano Regional trazem mais detalhes de cada macrorregião, com destaque para os municípios que fazem parte de cada uma delas. O objetivo da divisão é para garantir um melhor detalhamento, uma vez que o Estado do Piauí tem uma extensão

territorial muito grande e características climatológicas, geográficas, socioeconômicas e ambientais heterogêneas.

A separação das macrorregiões também é importante para o estabelecimento de metas anuais de índices de abastecimento de água e tratamento e coleta de esgoto. Cada macrorregião terá uma meta anual distinta assumindo que atualmente estão em situações diferentes, a ser mais bem detalhado nos Planos Regionais individuais de cada macrorregião (Anexos I, II e III).

5 DIAGNÓSTICO

No âmbito do desafio à garantia do acesso à água potável e saneamento básico, fora adotada abordagem estratégica para aprofundar a compreensão das particularidades e demandas do estado. O diagnóstico busca avaliar os investimentos necessários para universalizar os serviços de abastecimento de água e tratamento de esgoto em todo o estado, abrangendo os 222 municípios que englobam tanto áreas rurais quanto urbanas. Vale destacar que, no contexto de Teresina e Landri Sales, o escopo abrange unicamente a área rural, considerando que a cobertura urbana é fornecida por iniciativas privadas, completando assim os 224 municípios do Piauí.

Para uma compreensão mais profunda das realidades locais, realizou-se visitas a 30 municípios do estado, selecionados com base em estudo preliminar que identificou os municípios que necessitariam os maiores investimentos para a universalização. Esses municípios estão distribuídos entre as três macrorregiões, Meio Norte e Litoral (18 municípios), Semiárido (7 municípios) e Cerrado (5 municípios). As visitas proporcionaram percepções valiosas que servirão como base para a elaboração de estratégias e planos específicos, visando alcançar a universalização nos 224 municípios do Piauí.

É relevante enfatizar que, nas tabelas apresentadas nesta seção, a coluna intitulada "Situação" refere-se ao estado estrutural do ativo. Neste contexto, "Bom" indica a necessidade apenas de limpeza, "Moderado" requer manutenção corretiva apenas nas estruturas e equipamentos auxiliares e/ou de proteção, "Ruim/Péssimo" requer manutenção corretiva em parte das estruturas e equipamentos principais, auxiliares e/ou de proteção ou manutenção corretiva completa.

5.1 Prestação dos serviços de saneamento básico

A prestação de serviços de saneamento básico é uma atividade essencial para garantir a qualidade de vida da população, promovendo saúde pública e atuando diretamente na preservação do meio ambiente. Esses serviços são divididos em quatro componentes principais: abastecimento de água, esgotamento sanitário, gestão de resíduos sólidos e drenagem urbana. Neste documento, o foco é voltado para o abastecimento de água e esgotamento sanitário.

O abastecimento de água envolve a captação do recurso no corpo hídrico, como rios e lagos, e captação subterrânea, como poços, o transporte até os centros de tratamento, o tratamento para remoção de impurezas e contaminantes, a reservação e, por fim, a distribuição da água tratada para a população. Já o esgotamento sanitário trata da coleta do esgoto nos imóveis, o transporte até as estações de tratamento e a disposição final adequada em corpo hídrico. O tratamento adequado e correta disposição são etapas fundamentais para prevenir a contaminação da água, do solo e do ar, contribuindo para a proteção do meio ambiente e evitando a propagação de doenças.

No estado do Piauí, a operação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário é dividida entre três agentes: a empresa de Águas e Esgoto do Piauí S/A (AGESPISA), que atende 155 municípios, prefeituras locais, setor privado, atuando nas zonas urbanas dos municípios de Teresina e Landri Sales, e autarquias.

Dentre as atividades que são de responsabilidade dos prestadores dos serviços, estão compreendidas para o sistema de abastecimento de água: operação e manutenção das unidades de captação, adução e tratamento de água bruta, medição e controle dos parâmetros exigidos, controle de qualidade da água, adução, reservação, distribuição de água tratada à população e expansão do sistema conforme necessidade. De acordo com os dados do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS,

2021) a população total atendida por sistema coletivo de abastecimento de água no Piauí é de 2.466.988 de habitantes, representando um índice de atendimento de 68,9% da população residente.

No que diz respeito aos serviços de esgotamento sanitário, os provedores têm a responsabilidade de operar, manter e expandir o Sistema Coletivo de Esgotamento Sanitário (SES). Esses sistemas atendem a 11% da população total do Piauí, o equivalente a aproximadamente 359.832 habitantes beneficiados por um sistema coletivo de coleta de esgoto.

Importante ressaltar que o SNIS traz dados apenas de 196 municípios, logo, 28 dos 224 não possuem informação de população atendida para água e esgoto. Os municípios são: Aroeiras do Itaim, Barra D'Alcântara, Betânia do Piauí, Bom Princípio do Piauí, Cajueiro da Praia, Caldeirão Grande do Piauí, Campo Alegre do Fidalgo, Campo Largo do Piauí, Capitão Gervásio Oliveira, Curalinhos, Dom Inocêncio, Floresta do Piauí, Madeiro, Marcolândia, Massapê do Piauí, Miguel Leão, Morro Cabeça no Tempo, Novo Santo Antônio, Pau D'Arco do Piauí, Santa Cruz dos Milagres, São Gonçalo do Gurguéia, São João do Arraial, São Miguel do Fidalgo, Sebastião Barros, Tamboril do Piauí, Tanque do Piauí.

Abaixo, são apresentadas as distribuições dos prestadores de serviço de água e esgoto no estado, segundo o SNIS de 2021. Para os serviços de água, existem alguns municípios em que a atuação é tanto da prefeitura local quanto da AGESPISA, são eles: Campo Grande do Piauí, Vila Nova do Piauí e Caridade do Piauí. Na capital Teresina e em Landri Sales, o setor privado é responsável pelo abastecimento da área urbana da cidade e a AGESPISA pela zona rural. Para esgotamento sanitário, a atuação compartilhada entre AGESPISA e prefeituras acontece apenas em Antônio Almeida e Luís Correia e não há atuação compartilhada entre setor privado e AGESPISA.

Figura 23 - Operadores de Água no Piauí. Fonte: SNIS 2021

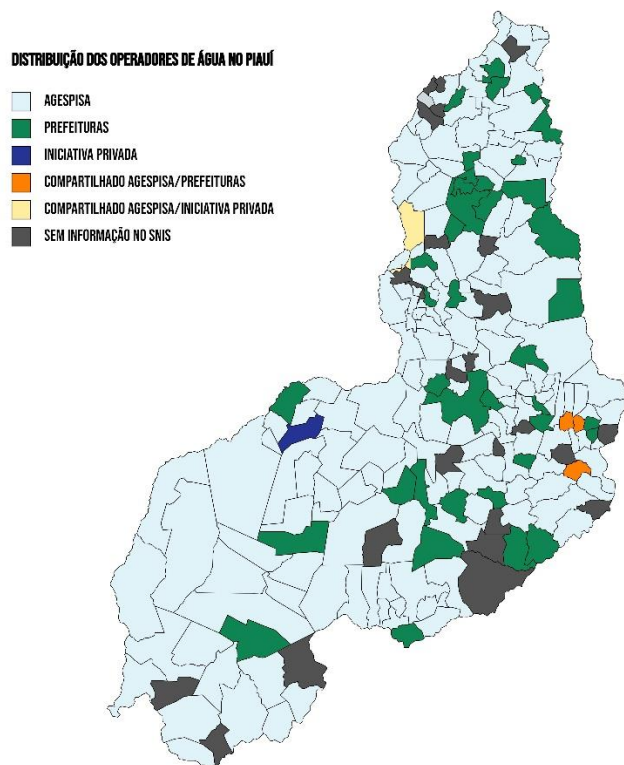
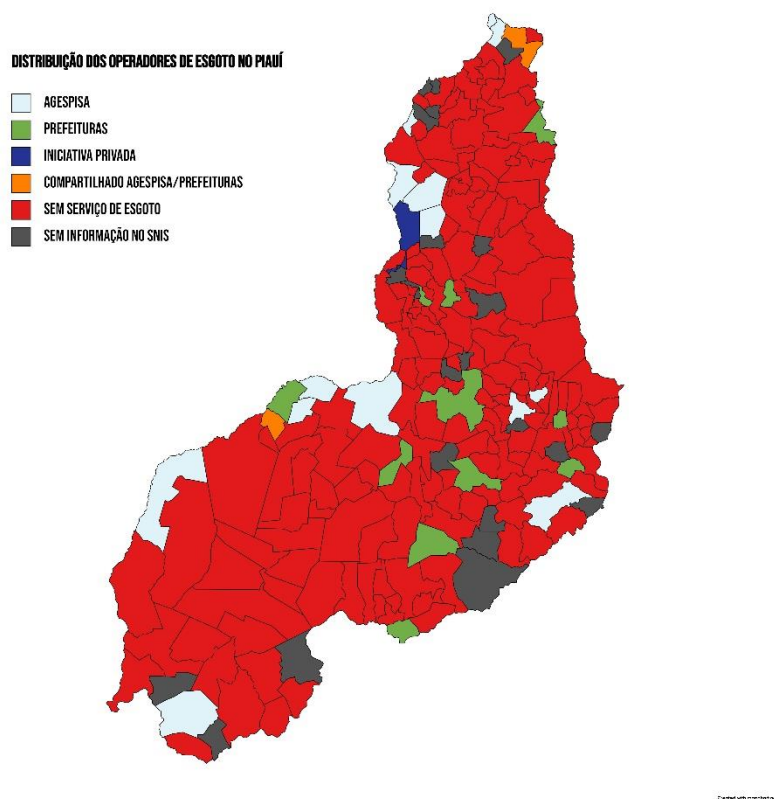


Figura 24 - Operadores de Esgoto no Piauí. Fonte: SNIS 2021



Nos tópicos seguintes, serão abordados os diagnósticos dos sistemas em operação para a prestação de serviços de água e esgoto no Piauí, sejam eles da AGESPISA ou prefeituras. Vale reforçar que o presente documento possui como foco os municípios pertencentes à MRAE, logo, as áreas urbanas de Landri Sales e de Teresina não serão consideradas por não constituírem a MRAE e serem operados por empresas do setor privado.

5.2 Regulação e Tarifação

A Constituição Federal, em seu artigo 23, inciso IX, afirma que é competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, promover programas para a melhoria das condições de saneamento.

Mais adiante, o artigo 30, inciso V da Constituição Federal, prescreve que compete aos Municípios organizar e prestar diretamente ou sob o regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local, o que não exclui a competência suplementar dos Estados e da União para definir políticas, bem como fiscalizar a qualidade dos serviços.

A AGRESPI - Agência Reguladora dos Serviços Públicos Delegados ao Piauí, portanto, tem competência para exercer as funções que lhe sejam delegadas por legislação específica, em especial na área de Saneamento, entre outras atividades, a competência para controlar, fiscalizar e regular, bem como normatizar e padronizar os serviços públicos delegados, cuja organização e prestação é de competência dos Municípios.

Segundo o art. 11, III, da Lei 11.445/2007, a existência de normas de regulação que prevejam os meios para o cumprimento das diretrizes desta Lei, incluindo a designação da entidade de regulação e de

fiscalização é condição de validade dos contratos que tenham por objeto a prestação de serviços de saneamento básico, devendo prever mecanismos de controle social nas atividades de planejamento, regulação e fiscalização dos serviços.

Segundo o art. 12, da referida Lei, "nos serviços públicos de saneamento básico em que mais de um prestador execute atividade interdependente com outra, a relação entre elas deverá ser regulada por contrato e haverá entidade única encarregada das funções de regulação e de fiscalização."

O que tange a esfera federativa, com a aprovação da Lei nº 14.026/2020, que atualiza o marco legal do saneamento básico, a relação regulatória entre a ANA e o setor de saneamento atingirá um novo patamar, já que a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico passará a editar normas de referência. Estas regras de caráter geral deverão ser levadas em consideração pelas agências reguladoras de saneamento infranacionais (municipais, intermunicipais, distrital e estaduais) em sua atuação regulatória, no caso do Piauí, a AGRESPI.

Conforme a Lei nº 14.026/2020, a ANA terá o papel de emitir normas de referência sobre:

- Padrões de qualidade e eficiência na prestação, na manutenção e na operação dos sistemas de saneamento básico;
- Regulação tarifária dos serviços públicos de saneamento básico;
- Padronização dos instrumentos negociais de prestação de serviços públicos de saneamento básico firmados entre o titular do serviço público e o delegatário;
- Metas de universalização dos serviços públicos de saneamento básico;
- Critérios para a contabilidade regulatória;
- Redução progressiva e controle da perda de água;
- Metodologia de cálculo de indenizações devidas em razão dos investimentos realizados e ainda não amortizados ou depreciados;
- Governança das entidades reguladoras;
- Reuso dos efluentes sanitários tratados, em conformidade com as normas ambientais e de saúde pública;
- Parâmetros para determinação de caducidade na prestação dos serviços públicos de saneamento básico;
- Normas e metas de substituição do sistema unitário pelo sistema separador absoluto de tratamento de efluentes;
- Sistema de avaliação do cumprimento de metas de ampliação e universalização da cobertura dos serviços públicos de saneamento básico;
- Conteúdo mínimo para a prestação universalizada e para a sustentabilidade econômico-financeira dos serviços públicos de saneamento básico.

Outra mudança trazida pelo novo saneamento é que a ANA passará a emitir normas de referência relacionadas ao manejo de resíduos sólidos e à drenagem de águas pluviais em cidades. As duas

atividades integram o saneamento básico, assim como o abastecimento de água, a coleta e o tratamento de esgotos, pois a água é uma só.

Assim como já faz no setor de recursos hídricos, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico ficará responsável por promover cursos e seminários voltados à capacitação dos atores envolvidos na regulação do setor de saneamento nas esferas municipal, intermunicipal, distrital e estadual. Além disso, quando solicitada, a ANA terá a atribuição de realizar a medição e arbitragem de conflitos entre o poder concedente, o prestador de serviços de saneamento e a agência que regula tais serviços prestados.

Com relação ao programa tarifário, a AGRESPI, no uso de suas atribuições legais que certificam a competência de regulação econômica e fiscalização da prestação dos serviços públicos de saneamento básico do Estado do Piauí, dispôs sobre a autorização para aplicação tarifária no ano de 2024, conforme a Resolução N° 10/2024, detalhada na Tabela 13.

Tabela 13 - Tabela de Preços de Tarifa a ser aplicada a partir do mês de fevereiro/2024.

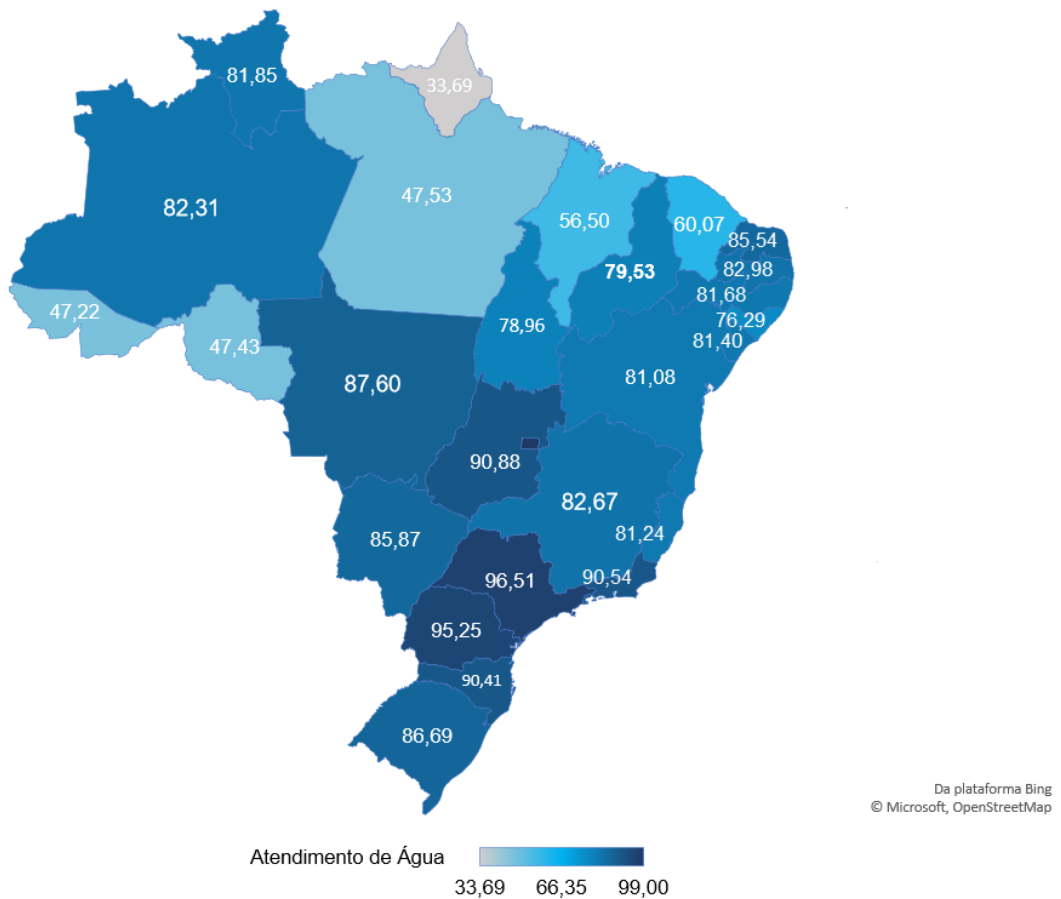
CATEGORIAS	FAIXA DE CONSUMO (M³)	FAIXA (R\$)	ESGOTO (%)
Item 1 - Residencial Social	Até 10	16,78	80
	Acima de 10	Cobrar pela Tarifa Residencial não Social	80
Item 2 - Residencial normal	Até 10	47,96	80
	11 a 15	(47,96 + 8,90/m³)	80
	16 a 20	(92,46 + 9,90/m³)	80
	21 a 25	(141,96 + 10,70/m³)	80
	26 a 35	(195,46 + 17,00/m³)	80
	Acima de 35	(365,46 + 18,50/m³)	80
Item 3 - Comercial / Industrial / Pública	Até 10	98,45	80
	11 a 15	(98,45 + 14,70/m³)	80
	16 a 20	(171,95 + 16,30/m³)	80
	21 a 25	(253,45 + 19,00/m³)	80
	26 a 35	(348,45 + 19,20/m³)	80
	Acima de 35	(540,45 + 21,00/m³)	80
Item 4 - Pequenos Comércio	Até 10	47,96	80

	Acima de 10	Cobrar pela Tarifa Comercial	80
Ligações sem hidrômetro			
Categorias	Faixa de Consumo (m³)	Valor (R\$)	Esgoto (%)
Residencial Não Social	15	92,82	80
Comercial	15	171,89	80
Industrial	15	171,89	80
Pública	15	171,89	80

5.3 Caracterização do Abastecimento de Água

De forma geral, o Brasil ainda se encontra muito aquém do ideal para o abastecimento de água da população quando comparado a países que lideram o tema. Naturalmente, as regiões mais desenvolvidas do Brasil e com melhores indicadores sociais e econômicos também apresentam índices melhores quando comparadas às regiões menos desenvolvidas. As regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste apresentam as melhores médias de atendimento, respectivamente. A região Norte é a que mais sofre com abastecimento de água para sua população, mesmo possuindo abundantes fontes hídricas. Já na região Nordeste, é possível observar grande disparidade entre os estados em relação ao índice de atendimento. Segundo dados do SNIS de 2021, o Piauí encontrava-se em 19º no ranking de abastecimento de água no cenário nacional e em 6º na região Nordeste.

Figura 25 - Índice de Abastecimento de Água nos Estados Brasileiros. Fonte: SNIS 2021



O estado possui um importante caminho a ser percorrido para atingir a meta estabelecida pela Lei Federal nº 14.026/2020 - popularmente conhecida como Marco do Saneamento, de atendimento a 99% da população com abastecimento de água em 2033. O Piauí apresenta algumas particularidades que devem ser consideradas na estratégia para se buscar tal objetivo.

Por ser uma região semiárida, caracterizada por uma frequência irregular de chuvas e longos períodos de estiagem, a escassez de recursos hídricos é um desafio significativo, especialmente em algumas áreas do estado. Muitas fontes de água no Piauí não são perenes e dependem fortemente das chuvas para serem recarregadas. Os períodos de seca são uma preocupação recorrente e resultam na diminuição do nível dos rios, açudes e reservatórios, impactando diretamente a disponibilidade de água. Além disso, em algumas regiões do estado há maior salinização da água devido à seca.

Nas três macrorregiões citadas no tópico anterior, Litorânea + Meio Norte, Cerrado e Semiárido, a utilização de poços é uma prática comum para atender a população, com maior ou menor frequência a depender das características específicas de cada região e município e proximidade ou não de corpos hídricos. Por esse motivo, alguns municípios do estado contam apenas com captação superficial, outros contam com uma combinação entre captação superficial e subterrânea e alguns apenas com captação subterrânea.

Para o tratamento das águas captadas superficialmente, a AGESPISA ou prefeituras contam com estações de tratamento convencionais, envolvendo processos de coagulação, floculação, decantação e filtração ou estações de tratamento compactas. Para as águas captadas por meio de poços, há utilização de produtos químicos para tratamento, como cloro.

Por fim, existem reservatórios localizados estrategicamente nos municípios ou, em alguns casos, a água já é distribuída diretamente na rede e levada até os imóveis.

A seguir, será contextualizada, de forma global, a situação dos ativos distribuídos por todo o estado, o diagnóstico da estrutura existente, situação dos equipamentos, a necessidade ou não de melhorias no sistema de abastecimento de água e a existência macromedição e micromedição. No nível municipal, por envolver 222 municípios e as zonas rurais de Teresina e Landri Sales, os anexos das macrorregiões assumirão a responsabilidade de fornecer detalhes específicos.

5.3.1 Sistemas de Captação

As fontes disponíveis para abastecimento de água humano são as águas superficiais (rios, lagos, canais etc.) e subterrâneas (lençóis subterrâneos). Efetivamente, essas fontes não estão sempre separadas. Em seu deslocamento pela crosta terrestre a água, que em determinado local é superficial, pode ser subterrânea em uma próxima etapa e até voltar a ser superficial posteriormente.

As águas superficiais são mais acessíveis para captação, o que tende a torná-las a escolha preferencial para o consumo humano. No entanto, menos de 5% da água doce do planeta está disponível em forma superficial, com a maior parte armazenada em reservatórios subterrâneos. Nem toda essa água subterrânea pode ser extraída de maneira economicamente viável, especialmente quando está em profundidades consideráveis ou confinada entre camadas rochosas.

Chama-se de manancial abastecedor a fonte de onde se retira a água com condições sanitárias adequadas e vazão suficiente para atender a demanda. No caso da existência de mais de um manancial, a escolha é feita considerando a quantidade e a qualidade, bem como, o aspecto econômico.

5.3.1.1 Captação Superficial

As águas superficiais empregadas em sistemas de abastecimento geralmente são originárias de um curso de água natural. As condições de escoamento, a variação do nível d'água, a estabilidade do local de captação são os principais parâmetros a serem considerados. Além disso, as condições a serem analisadas são:

- Quantidade de água: analisar se a vazão é suficiente para o consumo durante todo o ano (variação de chuva, consumo etc.)
- Qualidade da água: avaliar poluição e contaminação (localização a montante de descargas), analisar profundidade de captação (sedimentos em suspensão, turbidez, massa biológica etc.)
- Garantia de funcionamento: projetar nível mínimo (sucção), nível máximo, velocidade de deslocamento da água, proteção contra correntezas e inundações etc.
- Economia das instalações: identificar melhor custo-benefício (avaliar natureza do leito, facilidade de acesso, flexibilidade física para ampliações etc.)
- Localização: garantir menor percurso de adução, com menores alturas de transposição, além de priorizar trechos retos.

No estado do Piauí, existem pontos de captação superficial espalhadas pela sua extensão territorial nos principais rios que compõem a Bacia do Parnaíba. Importante destacar que além da disponibilidade hídrica deve-se levar em consideração a qualidade da água e a localização do ponto. Na Tabela 14, são expostos os quantitativos e status desses pontos de captação superficial.

Tabela 14 - Quantitativo e status de ativos de captação superficial no estado do Piauí. Fonte: Agespisa, Governo do Piauí e prefeituras municipais.

SITUAÇÃO (CONDIÇÃO)	FAIXA DE VAZÃO (L/S)	QTD	VAZÃO (L/S)	QTD	VAZÃO (L/S)	QTD	VAZÃO (L/S)	QTD	VAZÃO (L/S)
		MEIO-NORTE E LITORAL		SEMIÁRIDO		CERRADO		TOTAL	
ATIVO (BOA)	Até 5			6	7,5			6	7,5
	10 a 25	1	23,1					1	23,1
	25 a 50					1	26,4	1	26,4
	Valor N.I.	2	0,0	147	0,0	14	0,0	163	0,0
	Subtotal	3	23,1	153	7,5	15	26,4	171	57,0
ATIVO (MODERADA)	5 a 10			2	12,3			2	12,3
	10 a 25	1	17,0	1	17,7			2	34,7
	50 a 100	1	55,6			1	61,7	2	117,3
	Valor N.I.			1	0,0			1	0,0
	Subtotal	2	72,5	4	30,1	1	61,7	7	164,4
ATIVO (RUIM/ PÉSSIMA)	5 a 10	2	16,7					2	16,7
	25 a 50			1	37,5			1	37,5
	50 a 100	1	63,9					1	63,9
	Valor N.I.			1	0,0			1	0,0
	Subtotal	3	80,5	2	37,5			5	118,0
ATIVO (CONDIÇÃO N.I.)	Até 5	1	4,2	1	1,4			2	5,6
	10 a 25			1	16,7			1	16,7
	25 a 50			1	50,0	1	30,6	2	80,6
	Maior que 100			1	180,0			1	180,0
	Valor N.I.	4	0,0	20	0,0	3	0,0	27	0,0
	Subtotal	5	4,2	24	248,1	4	30,6	33	282,8
INATIVO	Até 5			1	5,0			1	5,0
	5 a 10					1	7,7	1	7,7
	25 a 50	1	33,3					1	33,3
	Valor N.I.			2	0,0			2	0,0
	Subtotal	1	33,3	3	5,0	1	7,7	5	46,0
SITUAÇÃO E CONDIÇÃO N.I.	Até 5	1	2,8	2	9,3			3	12,0
	5 a 10	4	31,5	1	5,4			5	36,9
	10 a 25	3	50,9			2	40,1	5	91,0
	25 a 50	2	74,1					2	74,1
	50 a 100	1	77,2					1	77,2
	Maior que 100	1	138,9					1	138,9

	Valor N.I.	1	0,0					1	0,0
	Subtotal	13	375,3	3	14,7	2	40,1	18	430,1
Total Geral		27	588,9	189	342,8	23	166,6	239	1.098,3

*No município de Paulistana o sistema de captação superficial conta com 125 pontos de sucção com bombas submersas distribuídas pelo Rio Canindé. Informação fornecida pela Prefeitura de Paulistana.

A partir dos dados quantitativos avaliados presencialmente ou recebidos pela AGESPISA e prefeituras dos municípios que operam seus sistemas de saneamento, o Piauí conta com 239 pontos de captação superficial de água, sendo 125 apenas em um município (Paulistana). Em termos relativos, dado a extensão do território piauiense não são muitos pontos de captação. O mesmo pode ser dito quando se avalia a vazão total das captações superficiais que são pouco representativas quando se olha para a vazão obtida pela captação subterrânea.

12 pontos de captação que não se encontram em boas condições, precisarão passar por manutenção (5,0% do total). Enquanto isso, 5 pontos estão inativos e precisariam de obras mais robustas para voltar à operação (2,1% do total). De todos os pontos de captação, não foram obtidas informações conclusivas de 51 deles, portanto, precisarão ser reavaliados posteriormente (21,3% do total). 71,5% estão em operação e em boas condições.

5.3.1.2 Captação Subterrânea

Os reservatórios de águas subterrâneas são chamados de lençóis. Essas águas podem estar acumuladas em dois tipos de lençóis: o freático ou o artesiano. O lençol freático caracteriza-se por está assentado sobre uma camada impermeável de subsolo, rocha, por exemplo, e submetido a pressão atmosférica local. O lençol artesiano caracteriza-se por está confinado entre duas camadas impermeáveis de crosta terrestre e submetido a uma pressão superior a pressão atmosférica local.

A captação do lençol freático pode ser executada por galerias filtrantes, drenos, fontes ou poços freáticos. O emprego de galerias filtrantes é característico de terrenos permeáveis, mas de pequena espessura (aproximadamente de um a dois metros) onde há necessidade de se aumentar a área vertical de captação para coleta de maior vazão. Quando o lençol freático é muito superficial, as canalizações coletoras ficam na superfície ou a pequenas profundidades de aterramento. As galerias são mais comuns sob leitos arenosos de rios com grande variação de nível, enquanto os drenos são mais comuns em áreas onde o lençol é aflorante permanecendo praticamente no mesmo nível do terreno saturado ou sob leitos arenosos de rios com pequena variação de nível.

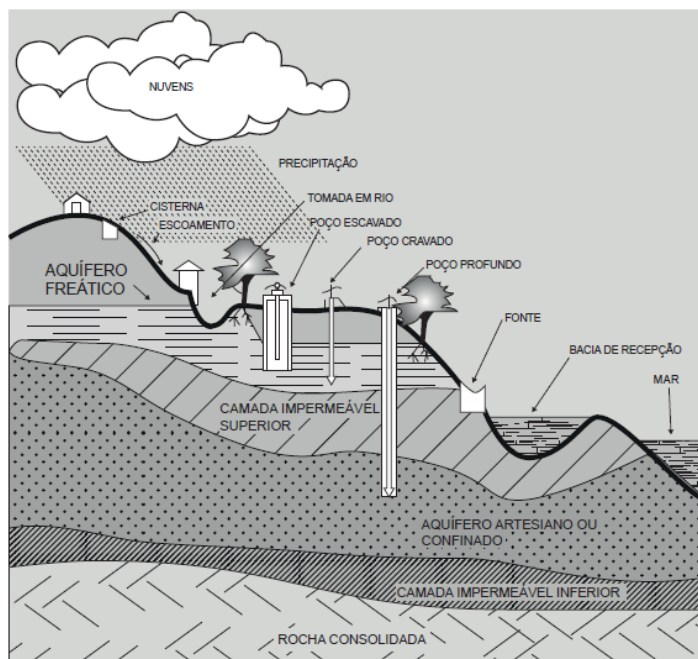
Os poços são mais frequentes porque normalmente o lençol freático tem grande variação de nível entre os períodos de chuvas, ou seja, durante os períodos de estiagem, necessitando de maiores profundidades de escavações para garantia da permanência da vazão de captação. A captação de lençóis artesianos normalmente é feita através de poços artesianos e, mais raramente, por fontes de encosta.

Tabela 15 - Formas de captação subterrânea. Fonte: FUNASA, 2019.

FONTES DA ÁGUA	EXEMPLO DE FORMAS DE CAPTAÇÃO
Água de chuva	Superfície de coleta (cobertura)
Nascente de encosta	Caixa de tomada
Fundo de vales	Galeria filtrante

Lençol freático	Poço escavado
Lençol subterrâneo	Poço tubular profundo

Figura 26 - Esquema com tipos de captação subterrânea a partir das características do solo. Fonte: FUNASA, 2019.



No estado do Piauí, existe grande quantidade de poços espalhados pela sua extensão territorial nos principais aquíferos que compõem a estrutura hidrogeológica do estado. Importante destacar que apesar de ser necessário realizar um estudo do solo e da composição geológica, muitos poços foram construídos de maneira rudimentar, sem o devido estudo. Na Tabela 16, é exposto os quantitativos e status desses poços.

Tabela 16 - Quantitativo e status de ativos de captação subterrânea no estado do Piauí. Fonte: Agespisa, Governo do Piauí e prefeituras municipais.

SITUAÇÃO (CONDIÇÃO)	FAIXA DE VAZÃO (L/S)	QTD	VAZÃO (L/S)	QTD	VAZÃO (L/S)	QTD	VAZÃO (L/S)	QTD	VAZÃO (L/S)
		MEIO-NORTE E LITORAL		SEMIÁRIDO		CERRADO		TOTAL	
ATIVO (BOA)	Até 5	751	1.198,6	1.392	1.694,9	837	1.306,3	2.980	4.199,7
	5 a 10	73	556,1	79	535,7	42	303,8	194	1.395,5
	10 a 25	56	957,3	49	1.054,1	31	482,3	136	2.493,6
	25 a 50	53	1.863,1	5	210,2	12	426,7	70	2.499,9
	50 a 100	21	1.298,9			2	115,6	23	1.414,4
	Valor N.I.	547	0,0	308	0,0	175	0,0	1.030	0,0
	Subtotal		1.501	5.873,8	1.833	3.494,8	1.099	2.634,6	4.433
ATIVO (MODERADA)	Até 5	96	148,8	39	56,5	54	111,7	189	317,0
	5 a 10	11	79,2	7	47,4	10	73,8	28	200,4

	10 a 25	4	73,6	4	92,2	41	620,9	49	786,7
	25 a 50	1	41,7			2	90,0	3	131,7
	50 a 100					2	133,0	2	133,0
	Valor N.I.	24	0,0	28	0,0	12	0,0	64	0,0
	Subtotal	136	343,3	78	196,1	121	1.029,4	335	1.568,7
ATIVO (RUIM/ PÉSSIMA)	Até 5	106	246,1	86	199,0	35	77,3	227	522,3
	5 a 10	17	129,7	21	146,4	5	37,8	43	313,8
	10 a 25	5	60,9	1	12,5	4	50,0	10	123,4
	25 a 50					1	30,6	1	30,6
	Valor N.I.	37	0,0	24	0,0	15	0,0	76	0,0
	Subtotal	165	436,7	132	357,8	60	195,6	357	990,1
ATIVO (CONDIÇÃO N.I.)	Até 5	278	473,7	635	1.105,3	243	392,4	1.156	1.971,3
	5 a 10	25	164,1	29	199,2	9	61,4	63	424,6
	10 a 25	3	40,1	76	1.206,8	4	51,9	83	1.298,8
	25 a 50			12	453,7	1	28,3	13	482,0
	50 a 100			8	532,4			8	532,4
	Valor N.I.	240	0,0	140	0,0	105	0,0	485	0,0
	Subtotal	546	677,8	900	3.497,3	362	534,0	1.808	4.709,1
INATIVO	Até 5	31	43,1	51	62,4	22	24,2	104	129,8
	5 a 10	7	51,7	3	25,5			10	77,2
	10 a 25	1	20,0	1	18,1	2	26,4	4	64,4
	25 a 50	1	27,8	2	61,4	2	64,0	5	153,2
	Valor N.I.	77	0,0	71	0,0	39	0,0	187	0,0
	Subtotal	117	142,6	128	167,4	65	114,6	310	424,6
SITUAÇÃO E CONDIÇÃO N.I.	Até 5	196	398,9	135	240,6	92	172,2	423	811,7
	5 a 10	30	219,7	7	46,8	13	95,0	50	361,5
	10 a 25	7	80,8	2	20,5	13	199,5	22	300,7
	25 a 50					9	303,0	9	303,0
	50 a 100					5	410,0	5	410,0
	Maior que 100					3	350,0	3	350,0
	Valor N.I.	61	0,0	11	0,0	85	0,0	157	0,0
	Subtotal	294	699,4	155	307,8	220	1.529,7	669	2.536,9
Total		2.759	8.173,5	3.226	8.021,3	1.927	6.037,8	7.912	22.232,7

Percebe-se a partir da tabela que em termos relativos existe um quantitativo de poços bem maior que de pontos de captação superficial, 7.912 contra 239, respectivamente. Isso mostra que o sistema de captação do Piauí é majoritariamente subterrâneo, portanto, a vazão total obtida pela captação subterrânea supera a superficial, representando 95% de toda a vazão captada no Estado.

692 poços que não se encontram em boas condições, precisarão passar por manutenção (8,7% do total). Enquanto isso, 310 poços estão inativos e precisariam de obras mais robustas para voltar à operação (3,9% do total). De todos os poços, não foram obtidas informações conclusivas de 2.477 deles (31,3% do total). 56% estão em operação e em boas condições, segundo informação da operação local.

5.3.2 Sistemas de Tratamento

As Estações de Tratamento de Água (ETAs) representam elementos críticos no processo de fornecimento de água potável à população, desempenhando um papel central na transformação da água bruta em um recurso seguro para o consumo humano. Estas instalações, por sua natureza especializada, são concebidas para realizar a remoção eficaz de impurezas, poluentes e microrganismos, atendendo a exigências rigorosas de qualidade. Seguem algumas das principais funções e importâncias das estações de tratamento de água:

1. **Remoção de Impurezas Físicas:** As ETAs empregam técnicas como sedimentação e filtração para eliminar partículas sólidas, incluindo areia, lodo e detritos, promovendo aprimoramento na aparência e claridade da água.
2. **Desinfecção:** a água, podendo conter microrganismos patogênicos, como bactérias, vírus e parasitas, é submetida a processos de desinfecção, como cloração, ozonização ou radiação ultravioleta, visando à sua eliminação ou redução a níveis seguros. Esta etapa é fundamental na prevenção de doenças transmitidas pela água.
3. **Remoção de Substâncias Químicas:** Produtos químicos indesejados, como compostos orgânicos, metais pesados e produtos químicos industriais, são eficientemente removidos através de processos de coagulação, floculação e adsorção.
4. **Ajuste de pH:** O pH da água é meticulosamente ajustado para garantir a conformidade com padrões apropriados para o consumo humano, prevenindo problemas de saúde e preservando a integridade das tubulações.
5. **Controle de Odores e Sabores:** Algumas ETAs implementam processos específicos para a eliminação de odores e sabores indesejáveis da água, aprimorando a aceitabilidade para o consumidor.

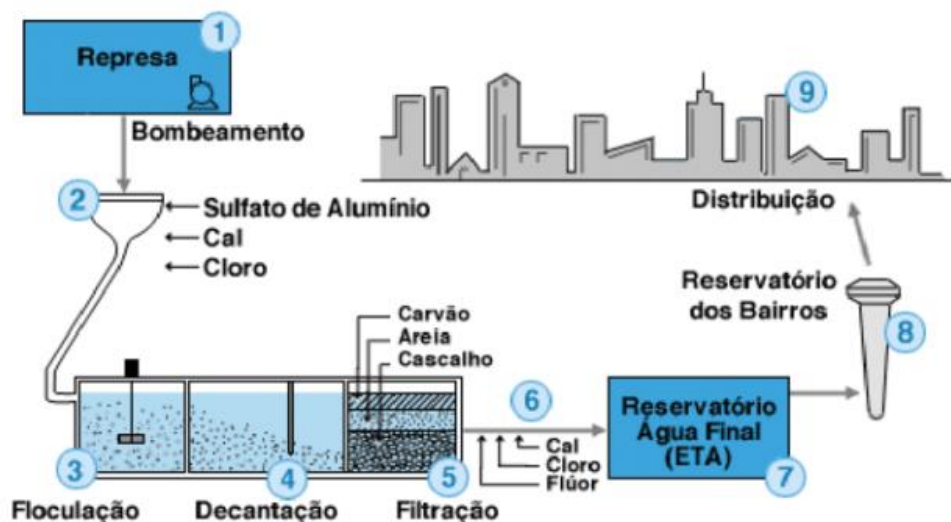
Em síntese, as estações de tratamento de água, em estrita conformidade com as Normas e Padrões estabelecidos, desempenham uma função crucial na salvaguarda da saúde pública. Ao assegurar o fornecimento de água potável segura, elas desempenham um papel fundamental na prevenção de doenças, impedindo a ingestão de água contaminada que, por sua vez, poderia servir como veículo de transmissão de diversas enfermidades, como cólera, disenteria e hepatite.

Diversos modelos de estações de tratamento de água (ETAs) foram desenvolvidos para atender a uma variedade de exigências e particularidades ambientais. A seguir, são apresentados alguns dos tipos mais proeminentes de ETAs:

1. **Estação de Tratamento Convencional (ETC):** A ETC emprega métodos tradicionais, incluindo coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção, com o propósito de eliminar impurezas físicas, químicas e biológicas presentes na água.
2. **Estação de Tratamento por Filtração Rápida:** Este tipo de estação focaliza na rápida remoção de partículas através de um processo de filtração acelerado, comumente utilizando areia como meio filtrante para otimizar a eficiência.

3. **Estação de Tratamento por Adsorção:** Baseada na adsorção de impurezas em materiais granulares, como carvão ativado, esta estação visa remover compostos orgânicos, produtos químicos e contaminantes específicos, proporcionando uma eficaz purificação.
4. **Estação de Tratamento por Membranas:** A ETA de membranas emprega tecnologias como osmose reversa e ultrafiltração, utilizando membranas semipermeáveis para retenção de partículas, íons e compostos indesejados, conferindo um tratamento avançado à água.
5. **Estação de Tratamento por Ozonização:** Este sistema utiliza o ozônio como agente oxidante para desinfecção e remoção de compostos orgânicos, contribuindo substancialmente para a melhoria da qualidade da água tratada.
6. **Estação de Tratamento por Radiação Ultravioleta (UV):** Emprega luz ultravioleta para desativar microrganismos patogênicos, sendo uma alternativa eficaz para a desinfecção.
7. **Estação de Tratamento de Água de Poços:** Especializada no tratamento de água proveniente de poços, esta estação aborda características específicas, como teor mineral e presença de gases dissolvidos, visando a purificação eficaz.
8. **Estação de Tratamento de Água de Superfície:** Direcionada ao tratamento de água originada de fontes superficiais, como rios e lagos, esta estação considera desafios específicos relacionados à qualidade da água bruta, implementando técnicas adequadas.
9. **Estação de Tratamento Descentralizada:** Estruturada para atender comunidades menores ou locais isolados, esta estação muitas vezes emprega tecnologias inovadoras e modulares, adaptando-se a contextos específicos de demanda.
10. **Estação de Tratamento de Água de Reuso:** Projetada para tratar água proveniente de fontes secundárias, como águas residuais tratadas, esta estação viabiliza a utilização em aplicações não potáveis, como irrigação, após um processo adequado de purificação.
11. **Estação de Tratamento Compacta:** Compacta e modular, esta estação é ideal para locais com restrições de espaço, empregando tecnologias avançadas para otimização do processo de tratamento, sem comprometer a eficiência e a qualidade do produto final.
12. **Desinfecção Simples:** Utiliza-se apenas a aplicação de cloro, prática comum e eficaz, especialmente em poços subterrâneos. Este processo visa garantir a eliminação de microrganismos patogênicos, prevenindo a transmissão de doenças pela água.

Figura 27 - Esquemático para captação, tratamento e distribuição de água. Fonte: SABESP.



No estado do Piauí, o sistema de tratamento das águas abrange uma quantidade de 128 ETAs espalhadas pelos municípios. A grande maioria dos ativos é do tipo convencional, salvo exceções em que o tratamento da água pode ser feito por desinfecção simples, como é o caso de grande parte dos poços subterrâneos. Na Tabela 17, são expostos os quantitativos e status das ETAs no estado do Piauí, segmentadas pela macrorregião.

Tabela 17 - Quantitativo e status das ETAs no estado do Piauí. Fonte: Agespisa, Governo do Piauí e prefeituras municipais.

SITUAÇÃO (CONDIÇÃO)	FAIXA DE VAZÃO (L/S)	QTD	VAZÃO (L/S)	QTD	VAZÃO (L/S)	QTD	VAZÃO (L/S)	QTD	VAZÃO (L/S)
		MEIO-NORTE E LITORAL		SEMIÁRIDO		CERRADO		TOTAL	
ATIVO (BOA)	Até 5	42	39,8	6	4,5			48	44,4
	5 a 10			1	9,6			1	9,6
	10 a 25			2	38,9			2	38,9
	25 a 50	1	46,1					1	46,1
	50 a 100	2	120,1					2	120,1
	Maior que 100			1	144,0	1	165,0	2	309,0
	Valor N.I.	4	0,0	3	0,0	1	0,0	8	0,0
	Subtotal	49	206,0	13	197,0	2	165,0	64	568,0
ATIVO (MODERADA)	Até 5	6	6,0	2	8,3			8	14,3
	5 a 10	1	6,2					1	6,2
	25 a 50	2	71,7					2	71,7
	Maior que 100	1	160,0	1	133,3			2	293,3
	Valor N.I.			2	0,0	2	0,0	4	0,0
	Subtotal	10	243,8	5	141,7	2	0,0	17	385,5
ATIVO (RUIM/ PÉSSIMA)	5 a 10	1	8,3					1	8,3
	25 a 50			1	37,5			1	37,5
	50 a 100			1	56,1			1	56,1
	Valor N.I.	1	0,0					1	0,0
	Subtotal	2	8,3	2	93,6			4	101,9
ATIVO (CONDIÇÃO N.I.)	Até 5			1	1,2			1	1,2
	5 a 10	1	10,0					1	10,0
	Valor N.I.	5	0,0	10	0,0	3	0,0	18	0,0
	Subtotal	6	10,0	11	1,2	3	0,0	20	11,2
INATIVO	Até 5	3	0,4	2	8,9			5	9,3
	Valor N.I.	1	0,0	2	0,0			3	0,0
	Subtotal	4	0,4	4	8,9			8	9,3
	Até 5	4	11,7	1	4,2			5	16,0
	5 a 10	2	17,4	2	13,9			4	31,3

SITUAÇÃO E CONDIÇÃO N.I.	10 a 25			1	11,1			1	11,1
	Valor N.I.	3	0,0	2	0,0			5	0,0
	Subtotal	9	29,2	6	29,2			15	58,4
Total		80	497,7	41	471,5	7	165,0	128	1.134,2

Constata-se a partir dos dados que a maior parte dos ativos de tratamento de água se encontram na macrorregião Meio-Norte e Litoral (62,5% do total), enquanto na macrorregião do Cerrado há um baixíssimo número de ETAs (5,5% do total). Já o Semiárido representa 32,0% do total. Ao analisar a vazão total de água tratada por macrorregião, o Meio-Norte Litoral representa 43,9%, Cerrado 14,5% e o Semiárido 41,6%.

As 21 ETAs que não se encontram em boas condições precisarão passar por manutenção (16,4% do total). Enquanto isso, 8 ETAs estão inativas e precisariam de obras mais robustas para voltar à operação (6,3% do total). Não foram obtidas informações conclusivas de 35 ETAs, portanto, precisarão ser reavaliadas posteriormente (27,3% do total). Do total, 50% estão em operação e em boas condições.

5.3.3 Estações Elevatórias e Boosters

As estações elevatórias de água desempenham um papel crucial nos sistemas de abastecimento de água, sendo fundamentais para garantir o fornecimento de água potável de forma eficiente em determinados relevos. A importância dessas estações no contexto do saneamento abrange diversas funções:

- 1. Vencimento de Diferenças de Altitude:** As estações elevatórias são utilizadas para superar diferenças de altitude entre fontes de água, como rios ou reservatórios, e áreas mais elevadas, onde a água é necessária para abastecimento público. Isso permite levar a água aos locais de consumo, mesmo quando eles estão em terrenos mais altos.
- 2. Pressurização da Rede de Distribuição:** Em áreas onde a topografia não permite o abastecimento por gravidade, as estações elevatórias são essenciais para pressurizar a água e garantir que ela alcance residências, indústrias e estabelecimentos comerciais em locais mais altos.
- 3. Garantia de Abastecimento em Áreas Elevadas:** As estações elevatórias asseguram que áreas situadas em elevações superiores, onde a água não pode ser naturalmente direcionada por gravidade, também recebam um suprimento constante e adequado.
- 4. Regulação do Fluxo:** Essas estações permitem o controle preciso do fluxo de água, adaptando-o às demandas sazonais ou diárias. Isso contribui para a eficiência operacional e evita desperdícios.
- 5. Resiliência do Sistema de Abastecimento:** Ao superar desafios topográficos, as estações elevatórias aumentam a resiliência dos sistemas de abastecimento de água, garantindo a continuidade do serviço mesmo em áreas geograficamente complexas.
- 6. Redução de Perdas de Água:** Ao otimizar o transporte de água para áreas elevadas, essas estações contribuem para a redução de perdas no sistema de distribuição, melhorando a eficiência e a sustentabilidade do abastecimento.
- 7. Eficiência Energética:** Embora as estações elevatórias demandem energia para bombear a água, seu design é frequentemente otimizado para garantir a eficiência energética, buscando reduzir os custos operacionais e minimizar o impacto ambiental.

Em resumo, as estações elevatórias de água são componentes fundamentais dos sistemas de abastecimento, viabilizando a distribuição eficiente e equitativa da água potável, especialmente em áreas com topografia desafiadora. Essas instalações desempenham um papel crucial no fornecimento de água segura e na promoção da saúde pública.

A Tabela 18 apresenta o panorama das Estações Elevatórias de Água Bruta e Tratada com as respectivas capacidades totais de vazão e o status em cada uma das macrorregiões.

Tabela 18 - Quantitativo e status das Estações Elevatórias de Água no estado do Piauí por macrorregião. Fonte: AGESPISA, Governo do Piauí e prefeituras municipais.

SITUAÇÃO (CONDIÇÃO)	FAIXA DE VAZÃO (L/S)	QTD	VAZÃO (L/S)	QTD	VAZÃO (L/S)	QTD	VAZÃO (L/S)	QTD	VAZÃO (L/S)	
		MEIO-NORTE E LITORAL		SEMIÁRIDO		CERRADO		TOTAL		
ATIVO (BOA)	Até 5	6	25,2	4	11,0	1	4,4	11	40,6	
	5 a 10	2	17,6	2	18,2			4	35,8	
	10 a 25	8	112,1	4	97,8			12	209,9	
	25 a 50	2	69,4	1	34,8			3	104,2	
	50 a 100	4	266,1					4	266,1	
	Valor N.I.	14	0,0	4	0,0	2	0,0	20	0,0	
	Subtotal		36	490,3	15	161,9	3	4,4	54	656,6
ATIVO (MODERADA)	Até 5			2	1,8			2	1,8	
	5 a 10			1	7,8			1	7,8	
	25 a 50			1	37,5			1	37,5	
	50 a 100	1	69,4			2	131,2	3	200,6	
	Subtotal		1	69,4	4	47,1	2	131,2	7	247,7
ATIVO (RUIM/ PÉSSIMA)	50 a 100	1	77,2					1	77,2	
	Valor N.I.	2	0,0					2	0,0	
	Subtotal		3	77,2				3	77,2	
ATIVO (CONDIÇÃO N.I.)	Até 5	1	1,5	14	15,2			15	16,7	
	5 a 10			1	9,7			1	9,7	
	10 a 25	1	11,6	1	18,0			2	29,6	
	25 a 50			1	25,2			1	25,2	
	50 a 100	1	77,2					1	77,2	
	Valor N.I.	5	0,0	8	0,0			13	0,0	
	Subtotal		8	90,3	25	68,0			33	158,3
	INATIVO	Até 5			1	1,1			1	1,1
10 a 25		1	13,9					1	13,9	
Maior que 100		1	138,9					1	138,9	
Valor N.I.				3	0,0			3	0,0	

	Subtotal	2	152,8	4	1,1			6	153,9
SITUAÇÃO E CONDIÇÃO N.I.	Até 5	4	5,4	5	20,8			9	26,2
	5 a 10	5	34,0			1	9,3	6	43,2
	10 a 25	11	169,9	4	69,8	2	20,1	17	259,7
	25 a 50	1	27,8	1	34,8			2	62,6
	50 a 100	1	77,2					1	77,2
	Valor N.I.	7	0,0	3	0,0			10	0,0
	Subtotal	29	314,1	13	125,3	3	29,3	45	468,8
Total Geral		79	1.194,1	61	403,4	8	164,9	148	1.762,4

Constata-se a partir dos dados que a maior parte das estações elevatórias de água estão localizadas na macrorregião Meio-Norte e Litoral (53,4% do total) e no Semiárido (41,2%), enquanto na macrorregião do Cerrado há um baixíssimo número de EEAs (5,4% do total). Ao analisar as representatividades em termos de vazão total de água por macrorregião, o Meio-Norte Litoral representa 67,8% do total, o Semiárido 22,9% e o Cerrado 9,4%.

As 10 EEAs que não se encontram em boas condições precisarão passar por manutenção (6,8% do total). Enquanto isso, 6 EEAs estão inativas e precisariam de obras mais robustas para voltar à operação (4,1% do total). Não foram obtidas informações conclusivas de 78 EEAs, portanto, precisarão ser reavaliadas posteriormente (52,7% do total). Do total, 36,5% estão em operação e em boas condições.

5.3.4 Sistemas de Reservação, Distribuição e Hidrometração

Após realizar o processo de tratamento da água nas estações de tratamento (ETAs) ou nos poços que captam água subterrânea, a água é armazenada em reservatórios ou, em alguns casos específicos, é diretamente distribuída à população pelas redes de distribuição. Os reservatórios desempenham um papel crucial nos sistemas de abastecimento de água, atuando na regulação das variações entre as vazões de adução e distribuição, atendendo a variações de consumo, promovendo a continuidade do abastecimento, além de condicionar as pressões na rede de distribuição.

Para a viabilidade econômica do sistema de reservação, é necessário que a distribuição seja feita com o auxílio da força gravitacional, sem a necessidade de utilização de bombas de apoio. Para isso, deve-se avaliar e empregar a melhor forma construtiva para o reservatório.

Os reservatórios podem ser classificados como reservatórios elevados ou apoiados. As estruturas dos reservatórios elevados são construídas sobre apoios, tendo suas bases localizadas acima do nível do solo, a uma distância variável, dependendo do projeto e das exigências locais. Mesmo com essas características, é recomendável que esses reservatórios estejam posicionados nos pontos mais elevados das áreas onde ocorrerá a distribuição de água. A elevação do reservatório permite a condução natural do processo de distribuição pela gravidade. Além de eliminar os custos com energia elétrica durante a distribuição de água à população, sistemas desse tipo, que operam exclusivamente pela força gravitacional, asseguram a continuidade do fornecimento, mesmo em situações de quedas de energia ou falhas em bombas, garantindo uma maior confiabilidade operacional.

Figura 28 - Reservatório Elevado da AGESPISA na cidade de Parnaíba



Os reservatórios apoiados são estruturas projetadas para armazenar grandes volumes de água. Esse tipo de estrutura recebe tal designação pois o fundo do reservatório está em contato direto com sua base. A construção da base é realizada em concreto armado, conforme projetos específicos e em conformidade com as Normas Brasileiras, uma vez que o reservatório deve ser projetado para suportar grande cargas. Da mesma forma que nos reservatórios elevados, é crucial ter um entendimento detalhado das características do solo onde a estrutura será implantada, já que há o risco de subsidência pode resultar em danos, rachaduras e, nos casos mais extremos, colapso da estrutura. Como os reservatórios apoiados se encontram diretamente sobre o solo, é ainda mais importante que sua construção seja realizada nos pontos mais altos onde a distribuição da água acontecerá, a fim de evitar o gasto contínuo de energia elétrica com a utilização de bombas para recalque da água tratada.

Figura 29 - Reservatório Apoiado da AGESPISA na cidade de Altos



Além da definição do método construtivo dos reservatórios, é necessário que seja verificada a área de implantação e a interferência deste no sistema de abastecimento. Os reservatórios ficam posicionados em locais estratégicos nas cidades e/ou comunidades, podendo ser posicionado a montante ou a jusante da rede de distribuição. Os reservatórios a montante podem estar localizados no início da rede de distribuição, sendo sempre responsáveis pelo fornecimento de água para a rede. Os reservatórios a jusante estão situados no extremo ou em pontos estratégicos do sistema, podendo fornecer ou receber água da rede de distribuição.

Conforme visto anteriormente, os reservatórios podem ser posicionados em diferentes pontos em relação à rede de abastecimento de água, a qual é a responsável por distribuir a água de forma contínua e com pressão adequada à população, utilizando-se de tubulações, conexões, registros e peças especiais do sistema de abastecimento de água. Essa complexa rede é composta por diferentes segmentos, cada um cumprindo uma função específica para garantir o fornecimento contínuo de água potável.

As adutoras, como grandes tubulações, desempenham a tarefa de transportar volumes substanciais de água a longas distâncias, conectando os reservatórios às redes de distribuição primária. Esta última, por sua vez, consiste em tubulações de diâmetro significativo que conduzem a água das adutoras para áreas mais próximas dos consumidores. A partir da rede primária, ramifica-se a rede secundária, composta por tubulações menores que atendem bairros específicos e setores industriais. Essa subdivisão é fundamental para uma distribuição mais localizada e adaptada às necessidades específicas de diferentes áreas.

Os ramais de abastecimento, por sua vez, são responsáveis por conectar à rede secundária às instalações individuais, como residências e estabelecimentos comerciais. Essas tubulações direcionam a água tratada até os pontos de consumo, formando a última etapa antes de chegar aos usuários finais.

Neste sistema destaca-se o cavalete, uma estrutura instalada na entrada de cada propriedade. O cavalete conecta o ramal de abastecimento à rede interna, contendo uma válvula de controle que regula o fluxo de água para o imóvel e realiza a medição precisa do consumo individual, nomeado de hidrômetro.

O hidrômetro contribui para o controle de perdas, equidade na cobrança e identificação rápida de anomalias, como vazamentos. Essa ferramenta também viabiliza o planejamento de demanda, promove a consciência ambiental entre os consumidores e auxilia na preservação dos recursos hídricos. Para a avaliação do desempenho do hidrômetro, considera-se a vida útil do equipamento e sua instalação conforme Portaria nº 295, de 29 de junho de 2018 do INMETRO.

A Tabela 19 apresenta o panorama dos reservatórios das macrorregiões, com capacidades total de reservação e o status dos reservatórios.

Tabela 19 - Volume total e status dos reservatórios por macrorregião. Fonte: Agespisa, Governo do Piauí e prefeituras municipais.

SITUAÇÃO (CONDIÇÃO)	FAIXA DE VAZÃO (L/S)	QTD	VOLUME (M³)	QTD	VOLUME (M³)	QTD	VOLUME (M³)	QTD	VOLUME (M³)
		MEIO-NORTE E LITORAL		SEMIÁRIDO		CERRADO		TOTAL	
ATIVO (BOA)	Até 100	590	5.836,0	1.274	13.715,5	611	6.513,6	2.475	26.065,0
	100 a 200	7	1.180,0	10	1.618,0	1	200,0	18	2.998,0
	200 a 500	7	2.270,0	9	3.100,0	2	740,0	18	6.110,0
	500 a 1.000	5	4.250,0	6	4.144,0			11	8.394,0

	Maior que 1.000	3	3.900,0	2	6.000,0	2	24.800,0	7	34.700,0
	Valor N.I.	5	0,0	98	0,0	9	0,0	112	0,0
	Subtotal	617	17.436,0	1.399	28.577,5	625	32.253,6	2.641	78.267,0
ATIVO (MODERADA)	Até 100	8	50,0	70	534,0	53	2.377,8	131	2.961,8
	100 a 200	1	200,0	2	300,0	1	150,0	4	650,0
	500 a 1.000	1	1.000,0					1	1.000,0
	Maior que 1.000					1	1.500,0	1	1.500,0
	Valor N.I.	2	0,0	9	0,0			11	0,0
	Subtotal	12	1.250,0	81	834,0	55	4.027,8	148	6.111,8
ATIVO (RUIM/ PÉSSIMA)	Até 100	23	457,3	9	315,0	3	18,0	35	790,3
	100 a 200					3	600,0	3	600,0
	200 a 500					1	250,0	1	250,0
	Valor N.I.			1	0,0			1	0,0
	Subtotal	23	457,3	10	315,0	7	868,0	40	1.640,3
ATIVO (CONDIÇÃO N.I.)	Até 100	688	9.485,8	999	14.043,5	391	5.349,0	2.078	28.878,3
	100 a 200	19	3.130,0	22	3.590,0	3	460,0	44	7.180,0
	200 a 500	14	5.580,0	12	4.420,0	2	650,0	28	10.650,0
	500 a 1.000	4	2.950,0	1	800,0			5	3.750,0
	Valor N.I.	34	0,0	11	0,0	8	0,0	53	0,0
	Subtotal	759	21.145,8	1.045	22.853,5	404	6.459,0	2.208	50.458,3
INATIVO	Até 100	18	510,0	47	981,4	20	645,0	85	2.136,4
	100 a 200	5	850,0	3	530,0			8	1.380,0
	200 a 500	4	1.380,0	3	950,0	2	1.000,0	9	3.330,0
	Maior que 1.000	1	1.200,0			1	1.500,0	2	2.700,0
	Valor N.I.	12	0,0	9	0,0	8	0,0	29	0,0
	Subtotal	40	3.940,0	62	2.461,4	31	3.145,0	133	9.546,4
SITUAÇÃO E CONDIÇÃO N.I.	Até 100	40	664,2	25	1.708,0	74	1.371,0	139	3.743,2
	100 a 200	2	350,0			4	610,0	6	960,0
	200 a 500	5	1.810,0			3	1.050,0	8	2.860,0
	500 a 1.000	1	1.000,0			1	800,0	2	1.800,0
	Maior que 1.000	1	2.000,0					1	2.000,0
	Valor N.I.	18	0,0	3	0,0	16	0,0	37	0,0
Subtotal	67	5.824,2	28	1.708,0	98	3.831,0	193	11.363,2	
Total		1.518	50.053,3	2.625	56.749,4	1.220	50.584,4	5.363	157.387,0

A partir dos dados, evidencia-se que os reservatórios estão bem distribuídos pelo território piauiense. Do total, 28,3% estão na macrorregião Meio-Norte e Litoral, 48,9% estão no Semiárido, enquanto 22,7%

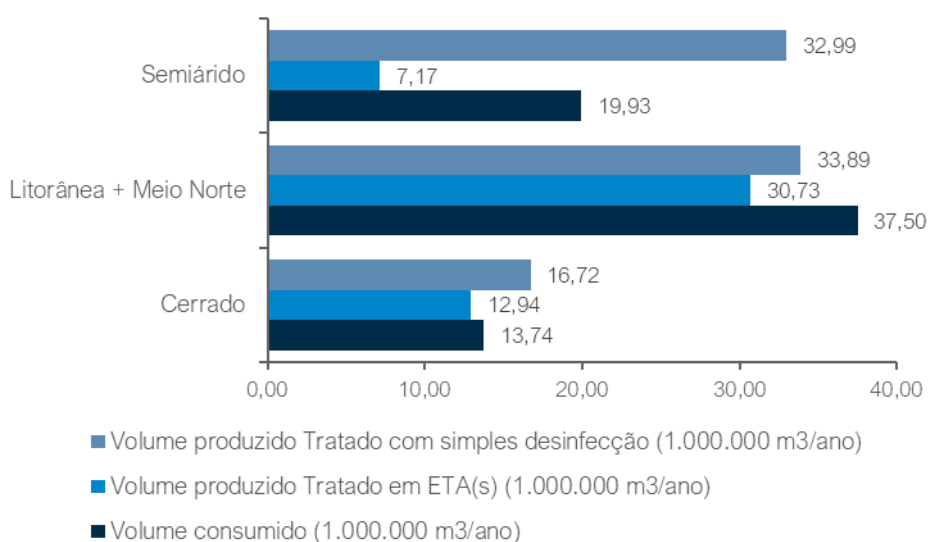
estão no Cerrado. Ao analisar as representatividades em termos de volume total de água armazenada por macrorregião, o Meio-Norte Litoral representa 31,8%, o Semiárido 36,1% e o Cerrado 32,1%.

Os 188 reservatórios que não se encontram em boas condições precisarão passar por manutenção (3,5% do total). Enquanto isso, 133 reservatórios estão inativos e precisariam de obras mais robustas para voltar à operação (2,5% do total). Não foram obtidas informações conclusivas de 2.401 reservatórios, portanto, precisarão ser reavaliados posteriormente (44,8% do total). Do total, 49,2% estão em operação e em boas condições.

5.3.5 Avaliação da oferta e demanda

Para analisar a oferta e a demanda de abastecimento de água no estado do Piauí, foram utilizados dados provenientes do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) de 2021. Este banco de dados abarca informações de 194 municípios do estado, dos quais 49 pertencem à Macrorregião do Cerrado, 68 do Meio-Norte Litoral e 77 do Semiárido. O Gráfico 15 apresenta os volumes de água produzidos e consumidos, ambos medidos em 1.000.000 m³ por ano, segregados de acordo com as macrorregiões.

Gráfico 15 - Produção e Consumo de Água nas Macrorregiões do Piauí. Fonte: SNIS 2021.



O volume total de água produzida nos municípios do Piauí contemplados no SNIS 2021 excede em aproximadamente 89% o volume consumido. No entanto, apenas 38% desse volume total passa por tratamento em Estações de Tratamento de Água (ETAs), enquanto os restantes 62% são submetidos a desinfecção simples.

5.3.6 Monitoramento da qualidade das águas tratadas

Como preconizado pela Portaria de Consolidação (PRC), nº 5, de 28 de setembro de 2017, para o controle da qualidade da água tratada, são realizadas as análises de cor, turbidez, pH, cloro residual, flúor, ferro, manganês, coliformes totais, Escherichia coli e bactérias heterotróficas. Ainda de acordo com esta legislação, também são feitas análises de mercúrio e agrotóxicos, substâncias orgânicas e inorgânicas, desinfetantes e produtos secundários de desinfecção e radioatividade (BRASIL, 2017).

A seguir estão relacionadas as informações de qualidade das águas de alguns dos municípios do Piauí cujos sistemas de saneamento básico são operados pela AGESPISA. Para os demais municípios, não foram disponibilizados os resultados de qualidade da água.

Tabela 20 - Índices de qualidade das águas de municípios do Piauí. Fonte: AGESPISA, Jan/24.

MUNICÍPIOS	TURBIDEZ	PH	CLORO RESIDUAL LIVRE (MG/L)	BACTERIOLOGICO (CT) – AUSÊNCIA DE ESCHERICHIA COLI E COLIFORMES TOTAIS
REFERÊNCIA	<5,0	6,0 a 9,5	0,5 a 2,0	A
ALTOS	0,26	7,99	1,68	A
ALTO LONGÁ	0,39	6,92	1,88	A
BARRAS	1,46	6,38	1,32	A
BATALHA	0,24	5,38	1,12	A
BOM JESUS	0,53	6,63	0,77	A
CORRENTE	1,46	6,67	0,97	A
CANTO DO BURITI	0,83	6,00	1,00	A
CASTELO DO PIAUÍ	0,65	5,98	1,07	A
ESPERANTINA	1,10	6,78	1,19	A
FLORIANO	1,80	6,81	1,10	A
JAICOS	4,33	6,35	0,41	A
JOSÉ DE FREITAS	0,33	7,62	1,44	A
LUZILANDIA	2,35	6,57	0,64	A
MIGUEL ALVES	1,73	7,07	1,07	A
PARNAÍBA	3,00	6,76	1,62	A
PAULISTANA	1,97	7,02	3,00	A
PEDRO II	1,95	7,98	1,73	A
PIOIX	1,26	7,79	3,4	A
PIRACURUCA	0,48	6,84	0,98	A

PIRIPI RI	1,03	7,32	1,24	A
REGENERAÇÃO	0,23	6,29	0,37	A
SAO MIGUEL DO TAPUIO	0,29	8,7	1,71	A
SÃO JOÃO DO PIAUÍ	2,28	7,18	1,00	A
SÃO RAIMUNDO NONATO	2,26	7,84	1,99	A
UNIÃO	0,79	7,10	1,19	A
URUÇUÍ	1,20	7,34	1,27	A

A partir dos valores referenciais, podemos avaliar se o desempenho dos municípios levados em consideração são satisfatórios.

- Turbidez (<5,0 UNT): todos os municípios apresentaram índices satisfatórios. Jaicós apresentou o pior dos índices.
- PH (entre 6,0 e 9,5): Castelo do Piauí e Batalha não apresentaram índices satisfatórios. Logo, providências devem ser tomadas para atender à faixa obrigatória.
- Cloro Residual Livre (0,5 a 2,0 mg/L): Jaicós, Paulistana, Pio IX e Regeneração não apresentaram índices satisfatórios. Logo, providências devem ser tomadas para atender à faixa obrigatória.
- Bacteriológico (Ausência De Escherichia Coli E Coliformes Totais): todos os municípios analisados apresentaram índices satisfatórios nesse quesito.

Em resumo, ainda existem desafios para que todos os municípios do Piauí cumpram com a legislação de monitoramento das águas. Dos municípios em que os dados foram disponibilizados, alguns quesitos não atendem índices satisfatórios e, uma parcela considerável de municípios não apresentou medições. Essas não-conformidades são passíveis de penalidades.

5.4 Caracterização do Sistema de Esgotamento Sanitário

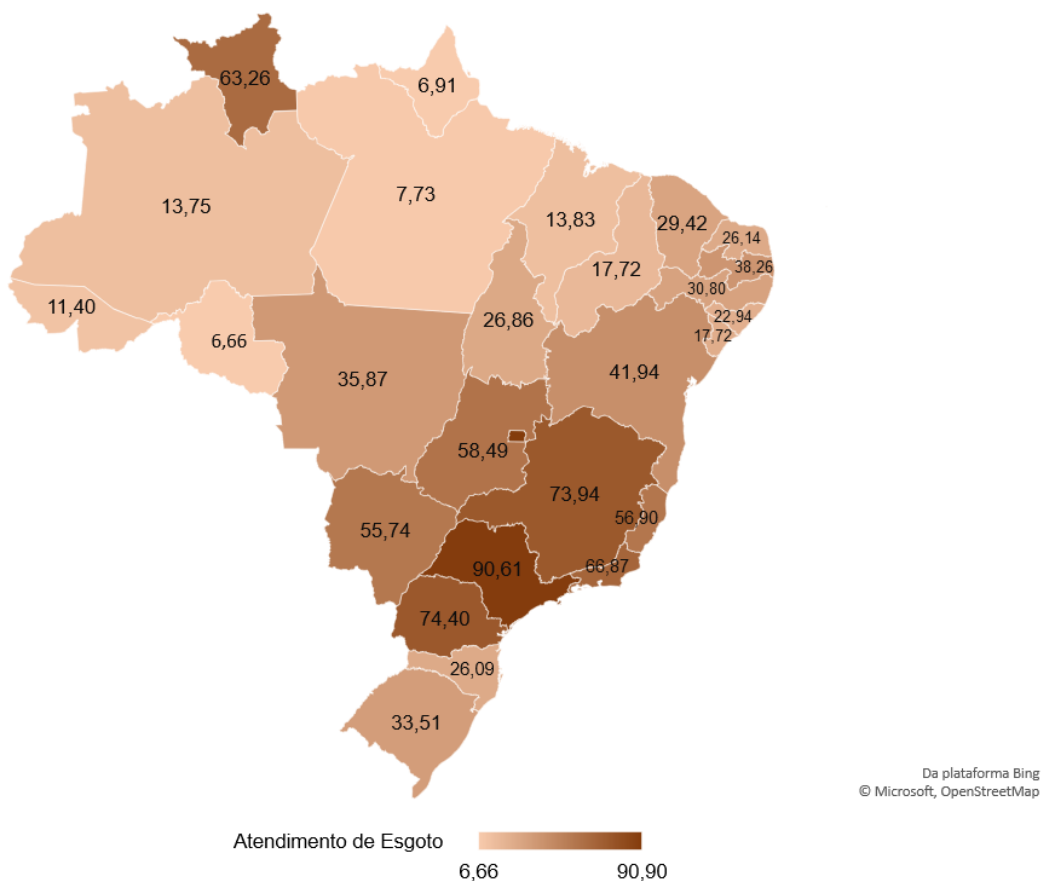
O sistema de esgotamento sanitário é um componente fundamental na busca por melhorias na saúde pública, reduzindo a propagação de doenças transmitidas pela água e por via fecal-oral, pelo desenvolvimento sustentável da comunidade, pela redução da poluição gerada em corpos hídricos, dentre diversos outros fatores. Há, no entanto, uma grande deficiência no tema quando se observa o cenário brasileiro. Se os indicadores para o abastecimento de água à população já estão bem abaixo do ideal, para esgotamento sanitário a situação é ainda mais crítica. Muitas áreas urbanas e rurais no Brasil não contam com sistemas de esgoto adequados. Em determinadas regiões menos desenvolvidas do país, a infraestrutura de esgotamento sanitário é limitada ou inexistente, o que, conseqüentemente, resulta em práticas inadequadas de disposição de resíduos, como o despejo de esgoto diretamente em corpos hídricos e em demais áreas inapropriadas.

Enquanto algumas áreas urbanas desfrutam de uma cobertura mais abrangente de esgotamento sanitário, muitas comunidades rurais e periféricas enfrentam uma carência significativa de infraestrutura. Com a instauração do Novo Marco do Saneamento, o país precisará realizar massivos investimentos no setor,

uma vez que a infraestrutura atual de esgotamento sanitário necessita de melhorias consideráveis e expansão para atender a 90% da população.

Segundo dados do SNIS de 2021, somente 54,95% da população brasileira conta com o sistema completo de atendimento de esgoto. No Piauí, a situação é extremamente crítica, onde apenas 17,72% da população conta com o serviço. O estado está em 21º no ranking nacional e é o 8º na região Nordeste, melhor apenas que o Maranhão.

Figura 30 - Atendimento de esgoto no Brasil. Fonte: SNIS.



Para atingir a meta de atendimento a 90% da população imposta pelo Marco do Saneamento, o Piauí precisa direcionar esforços e investimentos para alcançar o objetivo. O estado conta com diversos fatores que tornam essa missão ainda mais desafiadora quando comparado com outras localidades do Brasil.

O Piauí possui uma vasta extensão de terra, no entanto, a população é distribuída de forma irregular por boa parte do estado. Áreas periféricas e principalmente rurais podem estar localizadas a uma distância considerável dos centros urbanos, o que dificulta a utilização de sistemas integrados para o esgotamento sanitário. Nas regiões do Cerrado e Semiárido, onde a seca é mais intensa e afeta diretamente a população, esse desafio é ainda maior. Grande parte dos rios não são perenes e ficam secos em um período considerável do ano, o que inviabiliza o lançamento correto do efluente tratado.

Outra questão crucial para se atacar é a falta de gestão e governança nas obras de saneamento básico. Obras inacabadas ao longo do estado, falta de planejamento adequado para os projetos e falta de fiscalização durante as etapas de execução são apenas alguns dos fatores que impactam negativamente os já escassos investimentos que são realizados para aumentar ou iniciar o serviço de tratamento de esgoto para a população.

Ao caminhar pelos municípios do estado, é comum observar o despejo de efluentes inadequados pelas ruas, em alguns poucos córregos existentes e em terrenos de forma geral. A falta de tratamento de esgoto é visível na realidade da população. Uma das alternativas mais utilizadas são as fossas sépticas, por ser um tipo de tratamento mais barato e que também possui eficácia. No entanto, é necessário que a coleta do esgoto armazenado e seu posterior lançamento também sejam feitos de forma adequada.

A seguir, será contextualizada, de forma global, a situação dos ativos distribuídos por todo o estado, o diagnóstico da estrutura existente, situação dos equipamentos e a necessidade ou não de melhorias no sistema de esgotamento sanitário no Piauí. No nível municipal, por envolver 222 municípios e as zonas rurais de Teresina e Landri Sales, os anexos das macrorregiões assumirão a responsabilidade de fornecer detalhes específicos.

5.4.1 Coleta e Transporte

A coleta e transporte de esgoto desempenham um papel fundamental no saneamento básico, contribuindo para a preservação do meio ambiente e a promoção da saúde pública. Esse sistema complexo é projetado para coletar, conduzir e tratar os resíduos líquidos provenientes de áreas urbanas e industriais, visando a minimização dos impactos negativos sobre os corpos d'água e a qualidade de vida da população.

A rede coletora de esgoto é a infraestrutura responsável por captar as águas residuais geradas pelos domicílios, comércios e indústrias. Geralmente composta por tubulações subterrâneas, essa malha interconectada direciona os efluentes até pontos estratégicos, conhecidos como elevatórias. Estas, por sua vez, bombeiam o esgoto a diferentes níveis topográficos, permitindo que o líquido atinja as instalações de tratamento.

No transporte, as tecnologias empregadas variam desde sistemas gravitacionais simples até estações elevatórias sofisticadas, dependendo das características geográficas e demográficas de uma região. O objetivo é garantir eficiência na movimentação dos resíduos, evitando transbordamentos e vazamentos que possam comprometer a saúde pública e o ecossistema local.

Projetar uma rede coletora de esgoto envolve uma análise detalhada de diversos parâmetros para garantir eficiência operacional, minimização de riscos ambientais e proteção da saúde pública. Além disso, é importante considerar boas práticas para otimizar o desempenho do sistema. Seguem abaixo alguns dos principais parâmetros, riscos e boas práticas associados a esse processo:

Parâmetros para Projeto da Rede Coletora:

- Demanda Populacional: Avaliação da densidade populacional para dimensionar a capacidade da rede.
- Crescimento Urbano: Consideração do crescimento futuro da área para evitar obsolescência prematura da infraestrutura.
- Topografia: Análise do relevo para determinar os pontos de coleta e elevatórias, considerando a gravidade ou a necessidade de bombeamento.
- Características Hidrográficas: Verificação da proximidade de corpos d'água para evitar impactos ambientais.
- Características do Solo: Avaliação da permeabilidade do solo, o que influencia na infiltração e na estabilidade das tubulações.
- Qualidade da Água: Análise da qualidade da água residual para dimensionar as instalações de tratamento.

Riscos Associados:

- Vazamentos e Contaminação: Risco de vazamentos na rede, que podem contaminar o solo e corpos d'água.
- Obstruções e Entupimentos: Possibilidade de obstruções na rede devido a objetos estranhos, gordura, ou depósitos sólidos.
- Inundações e Transbordamentos: Riscos de inundações e transbordamentos em áreas de topografia desafiadora.
- Impactos Ambientais: Possíveis impactos adversos na fauna, flora e ecossistema local.

Parâmetros para Projeto da Estação Elevatória:

- Vazão de Esgoto: Determinação da vazão máxima e média do esgoto a ser bombeado para dimensionar a capacidade da estação.
- Altura Manométrica Total (HMT): Cálculo da altura total que a estação deve superar, considerando elevações e perdas de carga ao longo da tubulação.
- Distância Horizontal e Vertical: Avaliação da distância horizontal e vertical que o esgoto deve percorrer até o ponto de destino.
- Tipo de Bombas: Definição do tipo adequado de bombas, considerando características como eficiência, capacidade de bombeamento e resistência a sólidos.
- Sistema de Controle: Implementação de um sistema de controle automático para monitoramento e ajustes do funcionamento da estação.
- Reserva de Potência: Reserva de potência para lidar com picos de demanda e emergências.

Riscos Associados:

- Falha nas Bombas: Risco de falhas nas bombas, levando a interrupções no bombeamento e possíveis transbordamentos.
- Obstruções na Tubulação: Possibilidade de obstruções na tubulação que podem comprometer o fluxo do esgoto.
- Infiltração de Água: Risco de infiltração de água na estação, aumentando a carga de bombeamento desnecessária.
- Falhas Elétricas: Risco de falhas elétricas que podem afetar o funcionamento das bombas.

Figura 31 - Sistema separador convencional - predominante no Brasil. Fonte: FUNASA, 2007.

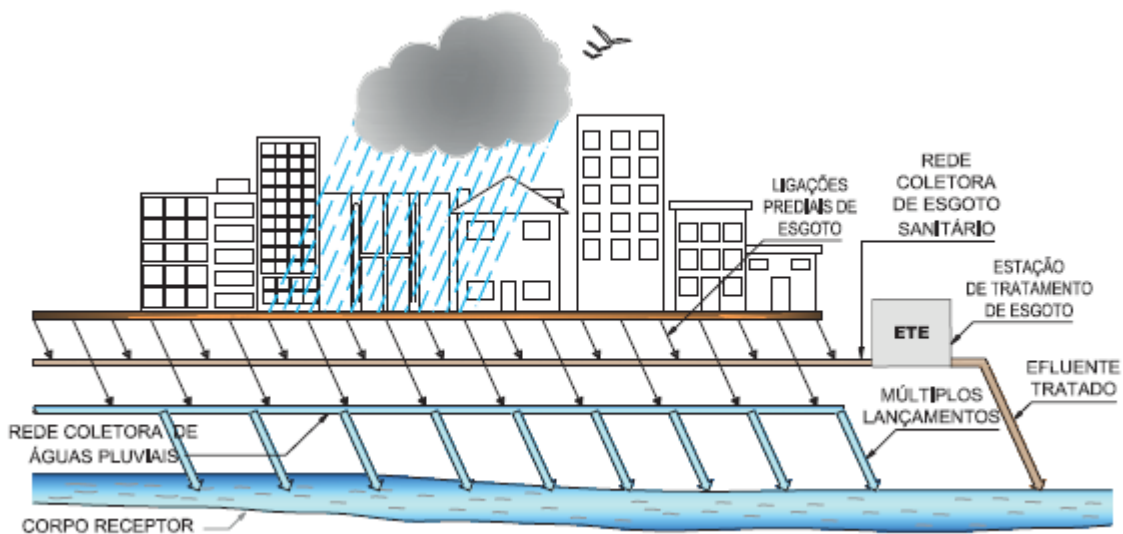
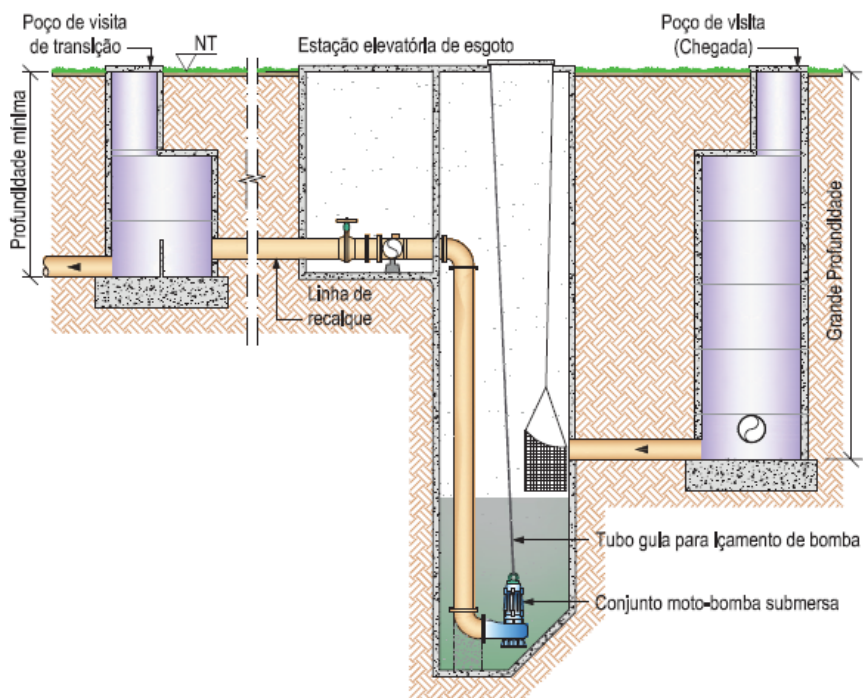


Figura 32 - Esquema de Estação Elevatória de Esgoto (EEE). Fonte: FUNASA, 2007.



Coleta e transporte de esgoto no Piauí

A Tabela 21 apresenta o panorama das Estações Elevatórias de Esgoto com as capacidades totais de vazão e o status em cada uma das macrorregiões.

Tabela 21 - Quantitativo e status de ativos de estação elevatória de esgoto no estado do Piauí. Fonte: Agespisa, Governo do Piauí e prefeituras municipais.

SITUAÇÃO (CONDIÇÃO)	FAIXA DE VAZÃO (L/S)	QTD	VAZÃO (L/S)	QTD	VAZÃO (L/S)	QTD	VAZÃO (L/S)	QTD	VAZÃO (L/S)
		MEIO-NORTE E LITORAL		SEMIÁRIDO		CERRADO		TOTAL	
ATIVO (BOA)	Até 5			1	3,9			1	3,9
	5 a 10			1	10,0			1	10,0
	10 a 25	1	22,5					1	22,5
	25 a 50	1	28,0			2	60,3	3	88,3
	50 a 100	1	67,6					1	67,6
	Valor N.I.	8	0,0	6	0,0	5	0,0	19	0,0
	Subtotal	11	118,1	8	13,8	7	60,3	26	192,2
ATIVO (MODERADA)	Valor N.I.	2	0,0	1	0,0			3	0,0
	Subtotal	2	0,0	1	0,0			3	0,0
ATIVO (RUIM/ PÉSSIMA)	Valor N.I.	2	0,0					2	0,0
	Subtotal	2	0,0					2	0,0
ATIVO (CONDIÇÃO N.I.)	5 a 10					1	9,7	1	9,7
	10 a 25			4	80,0	1	11,1	5	91,1
	25 a 50			1	33,0			1	33,0
	Subtotal			5	113,0	2	20,8	7	133,8
INATIVO	Valor N.I.	8	0,0					8	0,0
	Subtotal	8	0,0					8	0,0
SITUAÇÃO E CONDIÇÃO N.I.	Até 5	12	35,9			2	4,7	14	40,6
	5 a 10	6	45,0			2	13,9	8	58,9
	10 a 25	7	110,6			3	33,7	10	144,3
	25 a 50	7	210,0					7	210,0
	50 a 100	2	139,0					2	139,0
	Valor N.I.	2	0,0	2	0,0	7	0,0	11	0,0
	Subtotal	36	540,5	2	0,0	14	52,2	52	592,8
Total		59	658,6	16	126,8	23	133,4	98	918,8

Constata-se a partir dos dados que a maior parte das estações elevatórias de esgoto se encontram na macrorregião Meio-Norte e Litoral (60,2% do total), enquanto no Semiárido e Cerrado apresentam um menor número, 16,3% e 23,5%, respectivamente. Ao analisar as representatividades em termos de vazão total de esgoto por macrorregião, identifica-se que o Meio-Norte Litoral representa 71,7%, Semiárido 13,8% e o Cerrado 14,5%.

As 5 EEEs que não se encontram em boas condições precisarão passar por manutenção (5,1% do total). Enquanto isso, 8 EEEs estão inativas e precisariam de obras mais robustas para voltar à operação (8,2%

do total). Não foram obtidas informações conclusivas de 59 das EEEs, portanto, precisarão ser reavaliados posteriormente (60,2% do total). Do total, 26,5% estão em operação e em boas condições.

5.4.2 Tratamento

As Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) desempenham um papel essencial no âmbito do saneamento, representando uma infraestrutura crucial para a melhoria da qualidade ambiental, a preservação dos recursos hídricos e a salvaguarda da saúde pública. Este texto aborda de forma técnica as principais funções e a relevância das ETEs nas atividades sanitárias:

1. **Purificação da Água Residual:** As ETEs têm como função primordial a purificação da água residual originada de fontes domésticas, industriais e comerciais. Através de processos especializados, elas removem impurezas, contaminantes químicos, microrganismos patogênicos e sólidos suspensos, transformando o esgoto em água tratada.
2. **Proteção dos Recursos Hídricos:** O tratamento do esgoto nas ETEs desempenha um papel significativo na proteção dos recursos hídricos, prevenindo a poluição de rios, lagos e aquíferos. Esta medida é essencial para a preservação da biodiversidade aquática e para manter a qualidade da água em conformidade com diversos usos.
3. **Controle de Doenças Transmitidas pela Água:** A remoção eficaz de microrganismos patogênicos nas ETEs reduz substancialmente o risco de disseminação de doenças transmitidas pela água. Este processo contribui para melhorar as condições de saúde pública, prevenindo surtos de enfermidades associadas à contaminação hídrica.
4. **Redução de Impactos Ambientais:** O tratamento de esgoto desempenha um papel crucial na mitigação de impactos ambientais negativos decorrentes da descarga direta de esgoto não tratado. Isso inclui a redução da eutrofização, a preservação da vida aquática e a manutenção das condições ecossistêmicas.
5. **Redução de Odores e Impactos Visuais:** Processos específicos nas ETEs visam à redução de odores desagradáveis e à melhoria da aparência visual da água residual, minimizando impactos negativos na qualidade de vida das comunidades circunvizinhas.
6. **Contribuição para o Desenvolvimento Sustentável:** Ao garantir o tratamento adequado do esgoto, as ETEs desempenham um papel crucial no apoio ao desenvolvimento sustentável, fomentando a gestão responsável dos recursos hídricos e criando condições propícias para a qualidade de vida e bem-estar das comunidades.

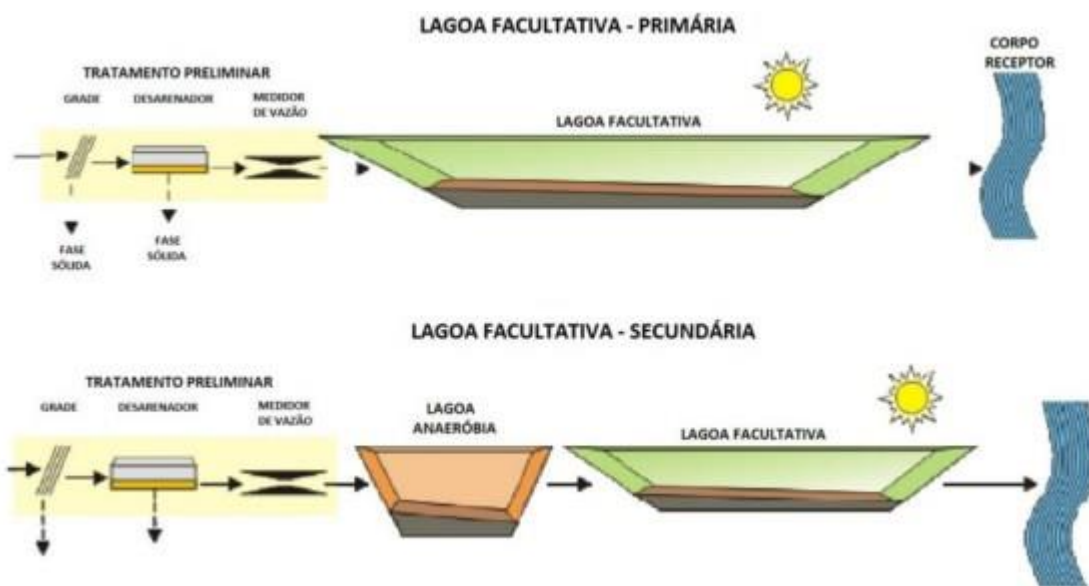
As Estações de Tratamento de Esgoto são elementos-chave no saneamento, promovendo a saúde pública, preservando ecossistemas aquáticos e assegurando a qualidade da água para as gerações presentes e futuras. Seu papel estratégico é fundamental para alcançar metas sustentáveis no contexto do tratamento de efluentes.

Existem diferentes tipos de Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), cada uma projetada para atender a características específicas do esgoto a ser tratado e às demandas ambientais. Abaixo estão alguns dos principais tipos de ETEs:

1. **Estação de Tratamento Convencional (ETC):** Utiliza métodos convencionais, como gradeamento, sedimentação, aeração e decantação, visando a remoção de impurezas físicas, químicas e biológicas presentes no esgoto.

2. **Estação de Tratamento por Lodos Ativados:** Fundamenta-se na ativação de microrganismos capazes de consumir matéria orgânica no esgoto, promovendo sua decomposição. Os lodos resultantes são então separados da água tratada.
3. **Estação de Tratamento por Processos Biológicos Aeróbios:** Utiliza bactérias aeróbias para degradar a matéria orgânica presente no esgoto, promovendo a oxidação dos poluentes.
4. **Estação de Tratamento por Processos Biológicos Anaeróbios:** Opera em condições de ausência de oxigênio, empregando bactérias anaeróbias na decomposição da matéria orgânica, com produção de biogás como subproduto.
5. **Estação de Tratamento por Reatores Sequenciais:** Consiste em compartimentos sequenciais, permitindo que diferentes processos de tratamento ocorram em uma sequência lógica, resultando em eficiência superior na remoção de poluentes.
6. **Estação de Tratamento por Filtros Biológicos:** Utiliza filtros contendo material biológico, como pedras ou cascalho, para promover a filtragem e a decomposição de poluentes orgânicos.
7. **Estação de Tratamento por Membranas:** Emprega membranas semipermeáveis para reter sólidos, bactérias e outros poluentes, oferecendo um tratamento mais avançado e eficiente.
8. **Estação de Tratamento Descentralizada:** Estruturada para atender a comunidades menores ou locais isolados, frequentemente utilizando tecnologias inovadoras e modulares para facilitar a gestão descentralizada de esgoto.

Figura 33 - Esquemático para tratamento de esgoto através de lagoas facultativa primária e secundária, respectivamente.
 Fonte: LogicAmbiental.



A fim de avaliar a importância e abrangência desta infraestrutura, procedeu-se a uma análise segmentada, enfocando as Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) distribuídas nas macrorregiões do Cerrado, Semiárido e Litorânea + Meio Norte. A Tabela 22 apresenta uma visão global das capacidades totais de tratamento e das condições operacionais das ETEs em cada uma dessas macrorregiões.

Tabela 22 - Capacidade total de tratamento e condições das ETEs por macrorregião

SITUAÇÃO (CONDIÇÃO)	FAIXA DE VAZÃO (L/S)	QTD	VAZÃO (L/S)	QTD	VAZÃO (L/S)	QTD	VAZÃO (L/S)	QTD	VAZÃO (L/S)
		MEIO-NORTE E LITORAL		SEMIÁRIDO		CERRADO		TOTAL	

ATIVO (BOA)	Valor N.I.	2	0,0	1	0,0	2	0,0	5	0,0
	Subtotal	2	0,0	1	0,0	2	0,0	5	0,0
ATIVO (MODERADA)	Valor N.I.	2	0,0	4	0,0			6	0,0
	Subtotal	2	0,0	4	0,0			6	0,0
ATIVO (RUIM/ PÉSSIMA)	Valor N.I.	1	0,0			1	0,0	2	0,0
	Subtotal	1	0,0			1	0,0	2	0,0
ATIVO (CONDIÇÃO N.I.)	10 a 25			1	20,0			1	20,0
	Valor N.I.			14	0,0	3	0,0	17	0,0
	Subtotal			15	20,0	3	0,0	18	20,0
INATIVO	Valor N.I.	2	0,0			2	0,0	4	0,0
	Subtotal	2	0,0			2	0,0	4	0,0
SITUAÇÃO E CONDIÇÃO N.I.	Valor N.I.	8	0,0	6	0,0	5	0,0	19	0,0
	Subtotal	8	0,0	6	0,0	5	0,0	19	0,0
Total		15	0,0	26	20,0	13	0,0	54	20,0

Constata-se a partir dos dados que a maior parte dos ativos de tratamento de esgoto se encontram na macrorregião do Semiárido (48,1% do total), enquanto nas macrorregiões do Meio-Norte e Litoral e do Cerrado a representatividade é de 27,8% e 24,1%, respectivamente. Os dados de vazão são inconclusivos por falta de informação vindas das ETEs.

8 ETEs que não se encontram em boas condições, precisarão passar por manutenção (14,8% do total). Enquanto isso, 4 ETEs estão inativas e precisariam de obras mais robustas para voltar à operação (7,4% do total). De todas as ETEs, não foram obtidas informações conclusivas de 37 delas, portanto, precisarão ser reavaliados posteriormente (68,5% do total). 9,3% estão em operação e em boas condições.

5.4.3 Monitoramento da qualidade dos efluentes

Para atender à legislação vigente, portanto, levar em conta a Resolução nº 430 de 13 de maio de 2011 que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Sobre a referida norma, destaca-se a Seção III - Das Condições e Padrões para Efluentes de Sistemas de Tratamento de Esgotos Sanitários – que em seu Art. 21 discorre sobre as condições e padrões específicos para o lançamento direto de efluentes oriundos de sistemas de tratamento de esgotos sanitários e o Art. 22º que determina as condições para o lançamento de esgotos sanitários por meio de emissários submarinos. Neste aspecto deve-se atender também a NT-202R – 10 – “Critérios e Padrões de Lançamento de Efluentes Líquidos”.

A qualidade de uma determinada água é função das suas condições naturais e do uso e da ocupação do solo na bacia hidrográfica. Assim, não apenas a interferência do homem, que pode ocorrer de forma concentrada (pela geração de despejos domésticos e industriais, por exemplo) ou dispersa (por meio da aplicação de defensivos agrícolas no solo, por exemplo), contribuem para a introdução de compostos na água. No Estado do Piauí existem municípios nos quais não há tratamento de esgoto, sendo todo o efluente

coletado lançado in natura nos corpos d'água que cortam os seus territórios, o que significa que elevadas cargas de poluentes são lançadas nos corpos hídricos sem tratamento.

6 OBJETIVOS E METAS PARA A UNIVERSALIZAÇÃO

O Plano Regional de Saneamento Básico representa uma iniciativa estratégica direcionada para a gestão eficiente e a implementação de ações visando assegurar o acesso universal aos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário nos municípios que integram a área de concessão da MRAE Piauí, com o intuito de atingir esse objetivo de universalização, o plano estabelece metas que direcionam esforços para alcançar objetivos específicos e mensuráveis

As diretrizes gerais para a definição dos objetivos e metas visando à universalização dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário na Microrregião do Piauí fundamentaram-se, primordialmente, na Lei Federal nº. 14.026/2020, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico. Além dessa legislação, a formulação dos objetivos e metas de cada município contou com a base do Diagnóstico das condições do saneamento local, bem como em leis, decretos, resoluções e deliberações relacionadas aos recursos hídricos.

A integração do plano com outras políticas desempenha um papel crucial, assegurando não apenas a universalização do sistema, mas também promovendo a sustentabilidade e aprimorando a qualidade de vida e saúde da população na região do Piauí. Nesse contexto, é essencial estabelecer prazos e cronogramas para a implementação das ações, além de criar um sistema eficaz de monitoramento e avaliação para acompanhar o progresso e avanço no atendimento às metas estipuladas.

6.1 Projeção Populacional

A projeção populacional é a análise estatística que estima o crescimento futuro da população com base em dados demográficos, dito isso, essa ferramenta é essencial para entender e antecipar as mudanças na composição e tamanho da população ao longo do tempo.

A importância da projeção populacional é evidente em diversos setores, especialmente em projetos de infraestrutura, sendo crucial para dimensionar corretamente as demandas futuras e garantindo que as infraestruturas sejam planejadas e construídas de maneira a atender às necessidades crescentes. Dito isso, a projeção populacional torna-se uma ferramenta estratégica para prever a expansão urbana, mudanças nos padrões de consumo e a consequente demanda por serviços de abastecimento de água e esgoto. Essa análise permite que os projetos sejam adequados às expectativas de crescimento populacional, evitando subdimensionamento ou excesso de capacidade.

Além disso, a projeção populacional contribui para a eficiência operacional, permitindo o planejamento de investimentos em fases, de acordo com o aumento previsto na demanda, otimizando os recursos financeiros e humanos, direcionando-os de forma estratégica ao longo do tempo, de acordo com as necessidades reais da população.

Neste estudo, optou-se pela projeção populacional desenvolvida pelo IBGE, utilizando a taxa de crescimento estimada para a área urbana, conforme os dados do Censo no período de 2010 a 2022, e para a área rural, considerou-se a projeção referente ao ano de 2010, também fornecida pelo IBGE. Desta maneira, as taxas de crescimento populacional calculadas para cada município refletem o crescimento previsto de acordo com as informações do Censo.

A escolha do IBGE para a projeção populacional é para o projeto, deu-se pela credibilidade do Censo, o qual é respaldado por padrões rigorosos e uma metodologia consistente. A abrangência nacional das pesquisas, a atualização regular dos dados e a adesão a padrões internacionais contribuem para a relevância da projeção apresentada. Além disso, o Censo apresenta uma disponibilidade pública dos

dados, promovendo transparência e permitindo verificações independentes. Essa escolha assegura a qualidade das projeções e fornece uma base sólida para análises e tomadas de decisão para a elaboração do presente documento.

Considerando a natureza do projeto, procedeu-se à análise do crescimento populacional abrangendo todo o período de planejamento, que compreende 35 anos, para cada município da MRAE. Esses dados populacionais específicos foram empregados na avaliação das demandas por serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário nas respectivas localidades.

A Tabela 23 resume as projeções populacionais total, para os anos 1 e 35 do planejamento, incluindo a estimativa da população máxima prevista durante esse período para cada macrorregião. No Gráfico 16, oferece-se uma representação gráfica das populações, segmentadas por faixa populacional para uma compreensão mais clara dos dados.

Tabela 23 – Projeção Populacional Total das Macrorregiões da MRAE.

	POPULAÇÃO TOTAL ESTIMADA (ANO 1)	POPULAÇÃO TOTAL MÁXIMA ESTIMADA (ANO 7)	POPULAÇÃO TOTAL ESTIMADA (ANO 35)
	HABITANTES		
MEIO NORTE + LITORAL	740.855	744.492	744.492
SEMIÁRIDO	615.508	618.530	618.530
CERRADO	486.949	489.339	489.339
POPULAÇÃO TOTAL	1.843.311	1.852.360	1.852.360

Gráfico 16 - Projeção Populacional Total das Macrorregiões

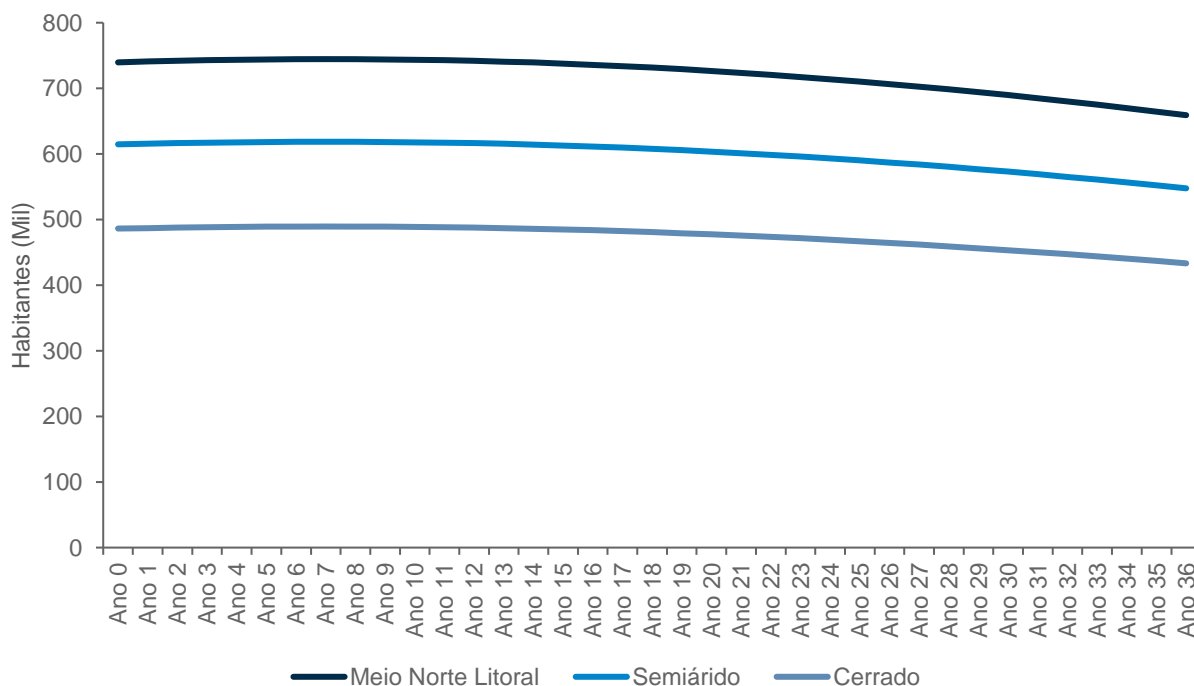


Gráfico 17 - Projeção Populacional (Meio Norte + Litoral)

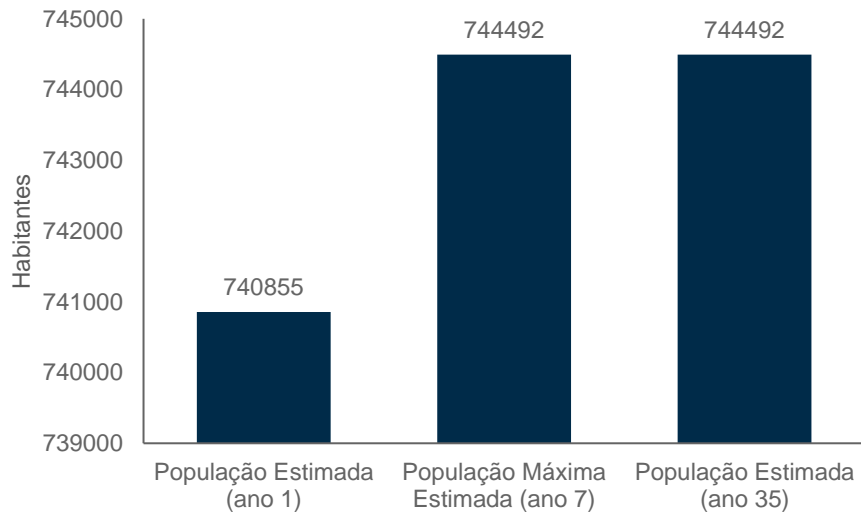


Gráfico 18 - Projeção Populacional (Semiárido)

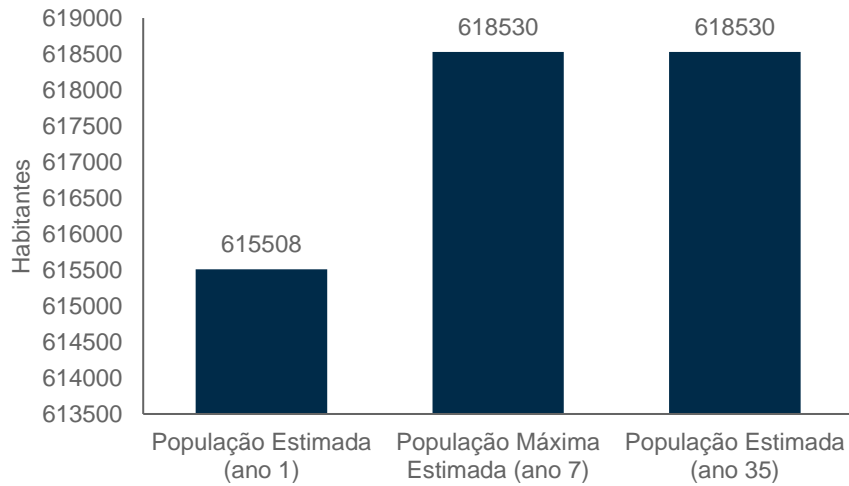
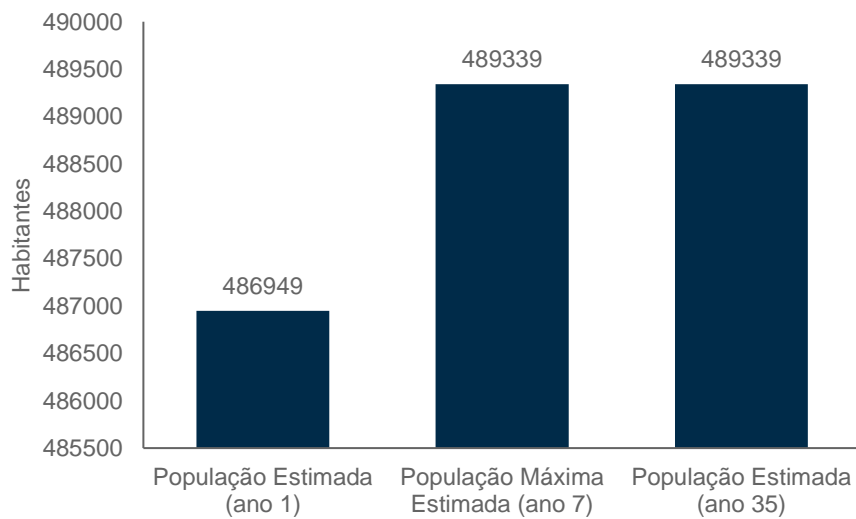


Gráfico 19 - Projeção Populacional (Cerrado)



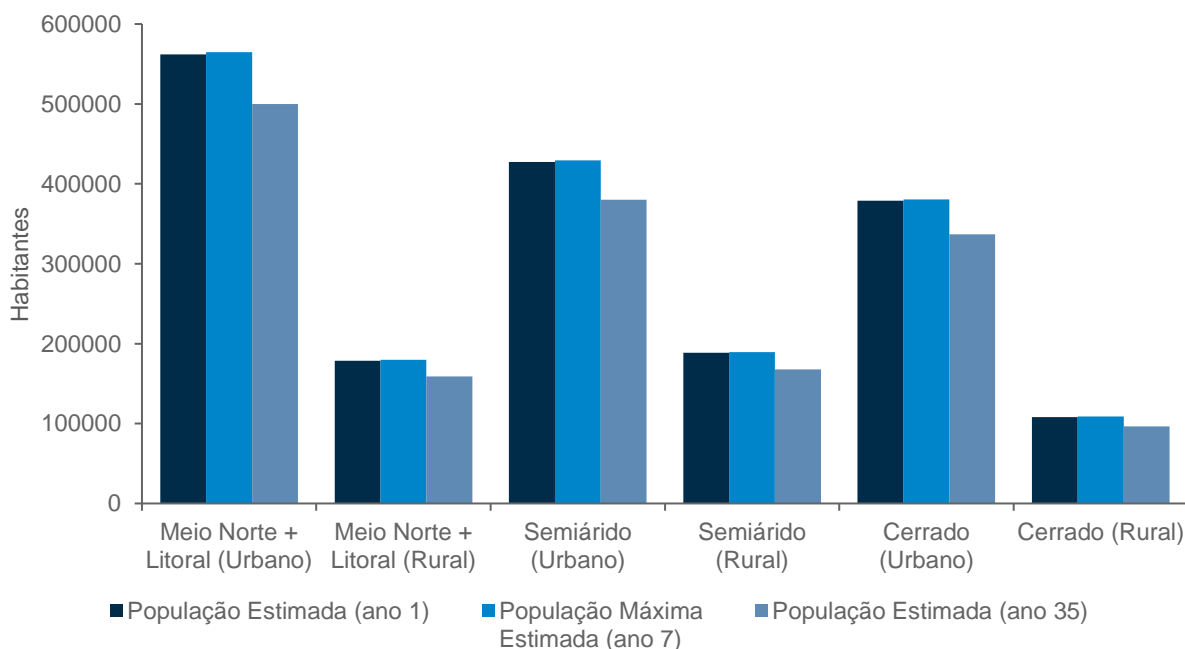
É importante destacar que a população apresentada se refere à presença em áreas urbanas e aglomerados rurais, sujeitas a sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário compartilhados e que devem ser calculadas separadamente. Portanto, ao elaborar o plano para a universalização do abastecimento de água e esgotamento sanitário na MRAE Piauí, considerou-se a projeção populacional dessas áreas, bem como a demanda correspondente por esses serviços.

A Tabela 24 resume as projeções populacionais urbana e rural, segregada, para os anos 1, 7 e 35 do planejamento, incluindo a estimativa da população máxima prevista durante esse período para cada macrorregião. No Gráfico 20, oferece-se uma representação gráfica das populações, segmentadas por faixa populacional para uma compreensão mais clara dos dados.

Tabela 24 – Projeção Populacional das Macrorregiões (Área Urbana e Aglomerados Rurais)

	MACRORREGIÃO	POPULAÇÃO ESTIMADA (ANO 1)	POPULAÇÃO MÁXIMA ESTIMADA (ANO 7)	POPULAÇÃO ESTIMADA (ANO 35)
Urbano	Meio Norte + Litoral	562.103	564.862	500.064
	Semiárido	427.446	429.544	380.269
	Cerrado	378.719	380.578	336.920
Rural	Meio Norte + Litoral	178.752	179.629	159.023
	Semiárido	188.630	189.556	167.811
	Cerrado	108.229	108.761	96.284

Gráfico 20 - Projeção Populacional das Macrorregiões (Área Urbana e Rural)



6.2 Abastecimento de Água

6.2.1 Objetivos

A universalização do abastecimento de água em áreas urbanas e aglomerados rurais tem por objetivo garantir o acesso abrangente e ininterrupto aos serviços de abastecimento de água, promovendo a inclusão social e aprimorando a qualidade de vida para todos os cidadãos. Este propósito encontra respaldo nas diretrizes estabelecidas pela Lei Federal nº 14.026/2020, conhecida como o novo Marco Legal do Saneamento Básico.

A mencionada legislação estabelece metas nacionais para o saneamento básico, com ênfase na universalização do acesso aos serviços de água e esgoto até o ano de 2033. Isso implica a garantia de que toda a população, tanto nas áreas urbanas quanto nos aglomerados rurais, possua acesso irrestrito a serviços de abastecimento de água, caracterizados pela qualidade, regularidade e sustentabilidade.

Os objetivos decorrem no atingimento da meta de Atendimento de Água, a qual engloba a expansão e otimização das infraestruturas existentes, a adoção de tecnologias apropriadas, a promoção de práticas sustentáveis e a formulação de planos estratégicos adaptados às demandas particulares de cada localidade. O processo de definição dessa meta compreende a análise da projeção populacional, a identificação de necessidades locais, diagnóstico atual da região e a implementação de ações direcionadas para garantir o pleno acesso aos serviços.

Assim, meta de Atendimento de Água não apenas atende às exigências legais delineadas pela Lei 14.026/2020, mas também representa um compromisso sólido com a promoção de condições de vida dignas e saudáveis para toda a população, independentemente de sua localização geográfica. Esse esforço visa fomentar a equidade e o desenvolvimento sustentável, contribuindo para o progresso social e econômico das comunidades atendidas.

6.2.2 Resultado da Demanda (SES)

O cálculo da demanda de água para consumo é um processo essencial na gestão eficiente dos recursos hídricos em uma determinada região. Vários fatores são considerados nesse processo, sendo o crescimento populacional um dos principais fatores, visto que ao longo do tempo influencia diretamente na quantidade de água necessária para atender às necessidades básicas da população. São itens essenciais o resultado da demanda de água:

- O índice de atendimento, que representa a proporção da população com acesso ao serviço de abastecimento de água, é crucial para avaliar a eficiência do sistema.
- A população atendida, por sua vez, indica o número de habitantes que efetivamente recebem água potável do sistema de abastecimento, sendo uma métrica fundamental para dimensionar a infraestrutura necessária.
- O consumo per capita, que expressa a quantidade média de água consumida por cada habitante em um período determinado, é uma informação vital para estimar as necessidades diárias de abastecimento.
- O volume micromedido, referente à quantidade de água medida por instrumentos de precisão, contribui para a identificação de vazamentos e melhoria da eficiência do sistema.
- As perdas de água durante o transporte e distribuição são um desafio a ser enfrentado, afetando a sustentabilidade do sistema e a conservação dos recursos hídricos.

- O consumo per capita total, que engloba todos os usos de água, como residencial, comercial e industrial, é uma métrica abrangente que reflete a demanda total da comunidade.
- A demanda média representa a quantidade média de água demandada ao longo de um período específico, sendo essencial para o planejamento a longo prazo.
- A demanda máxima diária indica a quantidade máxima exigida em um único dia, dimensionando a capacidade dos reservatórios e estações de tratamento.
- A demanda máxima horária, por sua vez, revela o pico de demanda em uma hora específica do dia, assegurando que o sistema possa lidar com momentos de alta exigência, evitando problemas no fornecimento.

Em resumo, o cálculo da demanda de água para consumo é uma análise abrangente e interligada de diversos fatores, para esse estudo com base na projeção populacional prevista e segundo os parâmetros básicos de projeto definidos, foram calculadas as demandas de água estimadas para o SAA das macrorregiões ao longo de todo o período de plano. O detalhamento e resultados dessa projeção são apresentados nos Planos Regionais de cada Macrorregião.

Para o cálculo das demandas de água das Macrorregiões para o período de 35 anos, utilizou-se as seguintes equações:

$$q_{total} = \frac{q_{micro}}{1 - \frac{pt}{100}}$$

$$Q_{média} = \frac{P \times q_{total}}{86.400}; \quad Q_{diária} = k_1 \times Q_{média}; \quad Q_{horária} = k_2 \times Q_{diária}$$

Onde:

qtotal = consumo per capita total, L/hab.dia

qmicro = consumo per capita micromedido

pt = perdas totais de água

Qmédia = vazão média de água(L/s)

Qdiária = vazão máxima diária de água(L/s)

Qhorária = vazão máxima horária de água (L/s)

k1 = Coeficiente de máxima vazão diária

k2 = Coeficiente de máxima vazão horária

P = População atendível (hab).

6.3 Esgotamento Sanitário

6.3.1 Objetivos

A universalização do sistema de esgoto sanitário em áreas urbanas e aglomerados rurais é um compromisso fundamental para garantir um acesso amplo e contínuo aos serviços de saneamento básico,

promovendo inclusão social e aprimorando a qualidade de vida de todos os cidadãos. Esse desafio encontra respaldo nas diretrizes estabelecidas pela Lei Federal nº 14.026/2020, conhecida como o novo Marco Legal do Saneamento Básico e no Plano Regional de Saneamento Básico.

A legislação em questão estipula metas nacionais para o saneamento básico, com ênfase na universalização do acesso aos serviços de água e esgoto e busca que toda a população, seja em áreas urbanas ou aglomerados rurais, desfrute de maneira irrestrita dos serviços de esgotamento sanitário, caracterizados pela qualidade, regularidade e sustentabilidade.

Para esse Plano, os objetivos se concentram na meta de Atendimento de Esgoto, abrangendo a expansão e otimização das infraestruturas existentes, a adoção de tecnologias apropriadas, a promoção de práticas sustentáveis e a elaboração de planos estratégicos adaptados às demandas específicas de cada localidade. A definição dessa meta envolve a análise da projeção populacional, a identificação de necessidades locais, o diagnóstico atual da região e a implementação de ações direcionadas para assegurar o pleno acesso aos serviços.

Dessa forma, a meta de Atendimento de Esgoto representa um compromisso sólido com a promoção de condições de vida dignas e saudáveis para toda a população, independentemente de sua localização geográfica.

6.3.2 Resultado da Demanda (SES)

A projeção da geração de esgoto é uma etapa crucial no planejamento dos sistemas de saneamento, considerando diversos fatores que influenciam diretamente na quantidade e qualidade dos efluentes. A base desse processo é a estimativa da população total, levando em conta o crescimento populacional ao longo do tempo. O índice de atendimento é uma métrica importante para avaliar a eficiência do sistema em atender às necessidades da população. São itens essenciais para o resultado da demanda de esgotamento sanitário:

- A população atendida, por sua vez, representa o número real de habitantes beneficiados pelo sistema de esgoto, sendo essencial para dimensionar a capacidade das infraestruturas existentes e planejar futuras expansões.
- A análise do per capita micromedido, que expressa a média de consumo de água medida por habitante, fornece insights cruciais sobre os hábitos de consumo e contribui para o cálculo da geração de esgoto per capita.
- As perdas de água ao longo do sistema são um desafio a ser enfrentado para otimizar o sistema e reduzir desperdícios.
- O per capita efetivo, representando a média de geração de esgoto por habitante, é uma métrica fundamental para estimar a carga poluidora direcionada ao sistema de esgotamento.
- O dimensionamento das extensões de rede é parte integrante da projeção, considerando o crescimento necessário para atender às demandas futuras.
- O controle da infiltração de rede é vital para evitar sobrecargas no tratamento de esgoto.
- As vazões sanitárias mínima, média, máxima diária e máxima horária representam as diferentes demandas ao longo do tempo, sendo cruciais para dimensionar as estações de tratamento e as redes de coleta. Uma projeção precisa dessas vazões é essencial para garantir a eficiência do sistema em diferentes cenários.

Em resumo, a projeção da geração de esgoto exige uma análise abrangente desses fatores, contribuindo para um planejamento eficaz e sustentável dos sistemas de saneamento, com impacto direto na preservação ambiental e na qualidade de vida da população atendidas. Dessa forma, com base na projeção populacional prevista neste estudo e segundo os parâmetros básicos de projeto definidos, foi possível calcular a produção de esgoto estimada para o SES de cada macrorregião ao longo de todo o período de plano, conforme detalhamento e resultados apresentados nos Planos Regionais de cada Macrorregião.

Ressalta-se que, para a determinação do volume diário de esgoto, por habitante, que deve ser coletado em uma cidade é adotado a multiplicação do coeficiente de retorno água/esgoto pelo consumo per-capita efetivo. O consumo per capita efetivo corresponde ao volume de água per capita que efetivamente chega às residências; ou seja, excluídas as perdas físicas. Assim, para o cálculo da geração de esgoto nas macrorregiões para o período de 35 anos, utilizou-se as seguintes equações:

$$q_{efetivo} = \frac{q_{micro}}{1 - \frac{pnf}{100}},$$

$$Q_{média} = \frac{P \times q_{total}}{86.400}; \quad Q_{diária} = k_1 \times Q_{média}; \quad Q_{horária} = k_2 \times Q_{diária}; \quad Q_{mínima} = k_3 \times Q_{média}$$

Onde:

$q_{efetivo}$ = consumo per capita efetivo, L/hab.dia

q_{micro} = consumo per capita micromedido

pnf = perdas não físicas de água

$Q_{média}$ = vazão média de água (L/s)

$Q_{mínima}$ = mínima vazão horária (L/s)

$Q_{diária}$ = vazão máxima diária de água (L/s)

$Q_{horária}$ = vazão máxima horária de água (L/s)

k_1 = Coeficiente de máxima vazão diária

k_2 = Coeficiente de máxima vazão horária

k_3 = Coeficiente de mínima vazão horária

P = População atendível (hab).

7 PROGNÓSTICOS

Diante dos desafios identificados e das variadas demandas que ocorrem nas áreas urbanas e rurais, aprofundando a análise apresentada no tópico anterior, as soluções propostas buscam estabelecer meios concretos para atingir os objetivos e metas ao longo de um horizonte temporal de 35 anos. O foco está na elaboração do plano de investimentos, crucial para a universalização dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário nos 224 municípios do estado do Piauí.

A análise criteriosa dessas alternativas visa orientar os investimentos de maneira eficiente, levando em consideração não apenas a magnitude dos desafios, mas também a diversidade geográfica e populacional do Piauí. As diretrizes gerais que nortearam a elaboração das soluções para o estado foram fundamentadas na Lei Federal nº. 11.445/2007, estabelecendo as diretrizes nacionais para o saneamento básico.

A seguir, será apresentado de forma objetiva as soluções propostas para as três macrorregiões delimitadas neste Plano. A análise detalhada dessas soluções pode ser encontrada nos Anexos I, II e III, que apresentam estudos mais aprofundados para os 30 municípios visitados, bem como para os 194 municípios restantes do estado. Vale ressaltar que, conforme mencionado anteriormente, não foram propostas ações para os serviços de abastecimento de água e tratamento de esgoto nas zonas urbanas de Teresina e Landri Sales, dado que são operados por entidades privadas.

ANEXOS**LISTA DE DOCUMENTOS ANEXOS**

REF.	DESCRIÇÃO
Anexo I	Macrorregião Meio Norte e Litoral
Anexo II	Macrorregião Semiárido
Anexo III	Macrorregião Cerrado
Anexo IV	Quantitativos de Projeto