



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

GESSY ELMA DOS SANTOS LARANJEIRA

**SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO
MUNICÍPIO DE MACAPÁ: PERSPECTIVAS E DESAFIOS**

**MACAPÁ
2023**

GESSY ELMA DOS SANTOS LARANJEIRA

**SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO
MUNICÍPIO DE MACAPÁ: PERSPECTIVAS E DESAFIOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Meio Ambiente e Desenvolvimento da Universidade Federal do Amapá, como requisito à obtenção do título de Bacharel em Ciências Ambientais.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Karina Cardoso Valverde.

MACAPÁ
2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central/UNIFAP-Macapá-AP
Elaborado por Mário das Graças Carvalho Lima Júnior – CRB-2 / 1451

L318 Laranjeira, Gessy Elma dos Santos.

Sistemas de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário no Município de Macapá: perspectivas e desafios / Gessy Elma dos Santos Laranjeira. - Macapá, 2023.
1 recurso eletrônico. 51 folhas.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Amapá, Coordenação do Curso de Ciências Ambientais, Macapá, 2023.
Orientadora: Karina Cardoso Valverde.

Modo de acesso: World Wide Web.
Formato de arquivo: Portable Document Format (PDF).

1. Abastecimento de água. 2. Concessão - Macapá. 3. Esgotamento sanitário. I. Valverde, Karina Cardoso, orientadora. II. Universidade Federal do Amapá. III. Título.

CDD 23. ed. – 628.3

LARANJEIRA, Gessy Elma dos Santos. **Sistemas de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário no Município de Macapá: Perspectivas e Desafios.** Orientadora: Karina Cardoso Valverde. 2023. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Coordenação do Curso de Ciências Ambientais. Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2023.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus, por ter me dado saúde e força até aqui.

A minha família, pelo total apoio, em especial a minha irmã mais velha, Genilza, pelo suporte e momentos vividos desde o início do meu percurso acadêmico.

À minha orientadora, professora Karina Cardoso Valverde, por me aceitar como orientanda, pela paciência, por me ensinar, me incentivar e me conduzir em toda a execução do meu trabalho.

Aos meus amigos do curso: Maria Eduarda, Michelle Santos, Danyele Luz e Tiago Pantoja, por sempre compartilharmos de bons momentos.

Aos meus colegas da turma 2019, e aos demais colegas do curso de Ciências Ambientais.

A todos os professores, em especial a professora Cláudia Chelala, pelos ensinamentos e incentivo durante as aulas de TCC II.

Agradeço aos membros da banca examinadora, professora Julieta e professor João, pelo interesse e disponibilidade.

À esta instituição de ensino, pelo apoio financeiro durante toda a minha graduação.

A todos que contribuíram de alguma forma, e que não mencionei aqui.

SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE MACAPÁ: PERSPECTIVAS E DESAFIOS

Autora: Gessy Elma dos Santos Laranjeira

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Karina Cardoso Valverde

Curso de Bacharelado em Ciências Ambientais

Macapá, 03 de maio de 2023

RESUMO

Atualmente, o Brasil se encontra em desvantagem quando se trata de indicadores do saneamento básico, pois uma grande parcela dos brasileiros não têm acesso ao mínimo de qualidade nos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Especificamente no estado do Amapá, o quadro é ainda mais alarmante, implicando diretamente na qualidade de vida da população, pois a ausência desses serviços acarreta em sérios problemas ambientais, sociais e econômicos. O município de Macapá se encontra em última colocação no *ranking* dos 100 municípios que consideram os principais indicadores do saneamento, com 62,4% da população sem acesso à água tratada e 89,2% da população sem acesso à coleta de esgoto. Assim, esse estudo propôs analisar a evolução dos serviços de saneamento entre os anos de 2012 e 2023, identificando as perspectivas futuras para o município em virtude da concessão. Desde julho de 2022, o saneamento de Macapá está passando por inúmeras reformas realizadas pela Concessionária de Saneamento do Amapá (CSA), tais como: a melhoria da estrutura da estação de tratamento de água (ETA), dos laboratórios de análises de qualidade de água e do sistema de captação de água bruta; a recuperação da estação de tratamento de esgoto (ETE); e a aquisição de equipamentos para facilitar a limpeza da rede de esgoto. Portanto, há perspectivas de que o sistema de saneamento vai melhorar em termos de eficiência, devido aos investimentos previstos, e pelo que já foi realizado pela CSA ao longo desses 10 meses de operação. Nesse sentido, as projeções apontam para uma evolução no sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário, para 99% em um período de 11 anos, e 90% nos próximos 18 anos, respectivamente. Sendo assim, a CSA tem grandes desafios para cumprir as metas de universalização.

Palavras-chave: Abastecimento de água; Concessão em Macapá; Esgotamento sanitário; Saneamento básico.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Sistema de captação de água e localização da ETA de Macapá	18
Figura 2: ETA de Macapá	20
Figura 3: Representação esquemática das etapas físicas da ETE	21
Figura 4: ETE de Macapá	22
Figura 5: Planta das lagoas anaeróbias e lagoa facultativa de Macapá	24
Figura 6: Ciclo completo da água na concessão	28
Figura 7: Localização do município de Macapá, Amapá, Brasil	30
Figura 8: População de Macapá sem acesso a água (%)	32
Figura 9: Equipamentos para captação de água bruta	34
Figura 10: População de Macapá sem coleta de esgoto (%)	36
Figura 11: Caminhão com tecnologia de mini hidrojateamento	38
Figura 12: Índice de esgoto tratado referido à água consumida em Macapá (%)	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCON SIDCON: Associação e Sindicato Nacional das Concessionárias Privadas de Serviços Públicos de Água e Esgoto

AP: Amapá

BNDES: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

CAESA: Companhia de Água e Esgoto do Amapá

CEA: Companhia de Eletricidade do Amapá

CSA: Concessionária de Saneamento do Amapá

DBO: demanda bioquímica de oxigênio

ETA: estação de tratamento de água

ETE: estação de tratamento de esgoto

FUNASA: Fundação Nacional de Saúde

GEA: Governo do estado do Amapá

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ITB: Instituto Trata Brasil

km: quilômetros

LEB: lagoas de estabilização

L/s: litros por segundo

m³/h: metros cúbicos por hora

ODS: Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

ONU: Organização das Nações Unidas

PMSB: Plano municipal de saneamento básico de Macapá

s.d.: sem data

SEPLAN: Secretaria do Planejamento do Estado do Amapá

SNIS: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SP: São Paulo

%: porcentagem

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	09
2 OBJETIVOS	12
2.1 Objetivo Geral	12
2.2 Objetivos Específicos	12
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
3.1 Contexto Mundial do Saneamento	13
3.2 Saneamento no Brasil	14
3.3 Saneamento em Macapá	16
3.3.1 Tratamento de Água em Macapá	17
3.3.2 Tratamento de Esgoto em Macapá	21
3.4 Concessão de Saneamento para Água e Esgoto em Macapá	26
4 METODOLOGIA	30
4.1 Área de Estudo	30
4.2 Coleta de Dados	31
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
6 CONCLUSÃO	42
REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Apesar do sistema de saneamento básico ser de extrema importância para a população, sua ausência ainda é recorrente em muitas regiões do Brasil, principalmente para aqueles indivíduos que vivem em áreas urbanas mais vulneráveis. Essa falta de saneamento adequado compromete diretamente a qualidade de vida das pessoas e o meio ambiente.

Para Oliveira e Moraes (2017), um dos maiores desafios para a melhoria na qualidade ambiental está diretamente ligado aos problemas de infraestrutura relacionados ao saneamento básico, fato que está associado ao crescimento desorganizado dos municípios.

Segundo Cesar, Abdala e Kreski (2019), as principais consequências que a ausência de um saneamento básico de qualidade pode gerar são: ameaça à saúde pública; desigualdade social, já que as classes de baixa renda são mais afetadas; poluição dos recursos hídricos; poluição urbana; e improdutividade do local, devido a insalubridade gerada no meio.

Sendo assim, há indícios concretos do surgimento de problemas ocasionados pela ausência de tratamento de água e esgoto, que derivam em casos de diarreia, febre tifóide, malária e dengue, resultando em milhares de mortes anuais, atingindo principalmente crianças (GONÇALVES et al., [s.d.]).

Pode-se afirmar então, que a falta de acesso a água de qualidade, cria condições favoráveis para aumento de diversas doenças, além da disseminação e proliferação de diversos vetores. Também compromete o potencial de uma região que depende do turismo para o seu desenvolvimento econômico, interfere na geração de emprego e renda, visto a dificuldade de adquirir novos investimentos, e impactam o setor imobiliário. Pode-se considerar ainda, a relação com o atraso escolar (CESAR, ABDALA e KRESKI, 2019).

Já a necessidade da implantação de um sistema de esgotamento sanitário em um município é baseado em quatro aspectos considerados fundamentais, sendo eles: higiênico, social, econômico e ambiental (VILLAS BOAS, 2019; VON SPERLING, 2014).

Von Sperling (2014) destaca que o despejo de esgoto contém em torno de 99,9% de água e 0,1% de sólidos orgânicos, suspensos e dissolvidos, bem como microrganismos. E é justamente essa pequena fração de sólidos que justifica a necessidade de se tratar os esgotos (VILLAS BOAS, 2019).

O novo marco legal do saneamento, segundo a Lei Federal nº 14.026/2020 (BRASIL, 2020), vem na tentativa de fazer com que os índices de saneamento possam acelerar no Brasil, para que mais pessoas tenham acesso ao mínimo, diminuindo assim os possíveis impactos ocasionados pela falta de saneamento adequado no país.

O saneamento básico está inserido dentro Agenda 2030 dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), dentro dos 17 objetivos proposto para todo o planeta, com a meta número 6: "água potável e saneamento", que busca garantir disponibilidade para todos até 2030, a fim de alcançar o acesso universal e equitativo de água segura para todos (BRASIL, 2022).

O estado do Amapá (AP) possui um quadro de saneamento básico alarmante, que implica diretamente na qualidade de vida da população, já que a falta desses serviços acarreta em sérios problemas ambientais, sociais e econômicos, problemas esses que precisam ser encarados de frente.

No município de Macapá, a ausência dos serviços de água e esgoto pode ser constatada no dia a dia. O desperdício de água é comum e o despejo incorreto do esgoto a céu aberto traz consigo diversos problemas, tais como: a destruição e alagamentos das vias; obstrução dos canais; problemas visuais; aparecimento de animais nocivos; e proliferação de vetores.

Diversos estudos apontam que o município de Macapá se enquadra entre as últimas capitais brasileiras com acesso aos serviços de saneamento, que seriam considerados satisfatórios do ponto de vista ambiental e social para a população.

Contudo, a Secretaria do Planejamento do Estado do Amapá (SEPLAN) cita que em setembro de 2021 houve a realização do leilão de concessão da Companhia de Água e Esgoto do Amapá (CAESA). Segundo dados, a concessionária vencedora irá investir cerca de R\$ 3 bilhões de reais na melhoria da infraestrutura de água e

esgoto, tanto no município de Macapá, como também em outros municípios do estado, no decorrer dos próximos 35 anos (SEPLAN, 2022a).

Deste modo, o município de Macapá foi escolhido para esse estudo, por ser umas das capitais do país com índices preocupantes na área do saneamento básico, o que acarreta em diversos problemas ambientais, sociais e econômicos.

Diante do exposto, o saneamento é um importante objeto de estudo para a comunidade no município de Macapá, pois trará informações da evolução histórica no setor, além da avaliação dos resultados esperados com a nova concessão, e as perspectivas futuras que afetarão diretamente a qualidade de vida dos cidadãos macapaenses.

Portanto, dentro do contexto, o presente trabalho propõe demonstrar a evolução do sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário de Macapá ao longo dos anos, assim como considerar as perspectivas e desafios com a nova concessão.

Espera-se que, com a concessão, seja obtida a qualidade adequada para os serviços prestados de tratamento de água e esgotamento sanitário, assim como o alcance de resultados positivos de cunho ambiental, social e econômico, implicando beneficemente na vida da população.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar a evolução dos serviços de saneamento entre os anos de 2012 e 2023, identificando as perspectivas para o município em virtude da concessão.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar os problemas relacionados a falta de tratamento de água e esgoto no município;
- Descrever e analisar a evolução histórica do setor de saneamento em Macapá entre os anos de 2012 e 2023;
- Descrever as condições atuais do sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário do município;
- Identificar as perspectivas futuras com a concessão de água e esgoto.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Contexto Mundial do Saneamento

O saneamento básico é um elemento fundamental na história da humanidade. Athaydes, Parolin e Crispim (2020) citam que, a partir do momento em que se deu início ao desenvolvimento dos primeiros municípios, houve o surgimento dos desafios e preocupações sobre a deficiência do saneamento básico.

A partir desse ponto de vista, essas civilizações passaram a investir em progresso sanitário, possibilitando uma melhor qualidade de vida e desenvolvimento humano, a fim de satisfazer suas necessidades básicas (MEDEIROS, SILVA e COELHO, 2019).

Segundo a Organização das Nações Unidas (2020): “o acesso ao saneamento básico é um direito de todos, assim como água limpa e lavagem de mãos para ajudar a proteger e a manter a saúde e a acabar com a propagação de doenças infecciosas como a Covid-19, cólera e a febre tifóide.” Paz et al. (2021) destacam a importância do saneamento básico para a diminuição dos quadros de vulnerabilidade socioambiental das populações humanas.

Há uma série de consequências negativas interligadas à falta de saneamento, que não afeta só a saúde da população, mas afeta também possíveis investimentos, a escolaridade, a infraestrutura e o turismo (ABCON SINDCON, 2020).

Portanto, ter acesso a água tratada e esgotamento sanitário constitui um valor intrínseco, uma vez que permite a ampliação do conjunto de possibilidades de funcionamento de um indivíduo. Conseqüentemente, o saneamento realizado adequadamente representa requisito fundamental para o desenvolvimento (BNDES, 2021a).

No entanto, em todo o mundo, cerca de 4,2 bilhões de pessoas vivem sem acesso a saneamento básico, e 2,2 bilhões de pessoas não têm acesso aos serviços de água tratada (OPAS, 2019).

Who (2017) citado por Paz et al. (2021) descrevem a estimativa de cobertura de água potável tratada e segura, por região do planeta, onde os dados disponíveis

apontaram que a África Subsaariana tem proporção mais crítica, com 24% de cobertura. Em seguida, Ásia Central e Sudeste da Ásia, com 58%; América Latina e Caribe, com 65%; e América do Norte e Europa, com 95%.

Assim, pode-se considerar que, o saneamento básico está diretamente relacionado à melhoria da qualidade de vida da população, devendo ser inserido de modo que afete positivamente a qualidade ambiental, a economia, a redução de gastos, e a educação (DICKSTEI e CHERMONT, 2020). Entretanto, ainda há muito o que se fazer para um saneamento igualitário para todos.

3.2 Saneamento no Brasil

Segundo Maximiano (2021) o acesso ao saneamento básico é um direito garantido pela Constituição Federal, sendo assim objeto de diversas políticas públicas e o foco de metas em escalas municipais, estaduais e federais.

Na Lei Federal nº 14.026/2020 (BRASIL, 2020), considerada como o novo marco legal do saneamento, que atualiza a Lei nº 11.445/2007 (BRASIL, 2007), a definição de saneamento básico é apresentada no Art. 3 como o conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de:

- a) abastecimento de água potável: constituído pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e seus instrumentos de medição;
- b) esgotamento sanitário: constituído pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias à coleta, ao transporte, ao tratamento e à disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até sua destinação final para produção de água de reuso ou seu lançamento de forma adequada no meio ambiente;
- c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: constituídos pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais de coleta, varrição manual e mecanizada, asseio e conservação urbana, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos domiciliares e dos resíduos de limpeza urbana; e
- d) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: constituídos pelas atividades, pela infraestrutura e pelas instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas, contempladas a limpeza e a fiscalização preventiva das redes.”

(BRASIL, 2020).

Entretanto, o presente trabalho delimitará o seu escopo a pesquisa que tange o abastecimento de água potável e esgotamento sanitário.

O atual cenário no Brasil se encontra em desvantagem quando se trata de indicadores do saneamento básico, pois uma grande parcela dos brasileiros não têm acesso nos dias de hoje ao mínimo do saneamento.

Silva (2016) destaca que na maioria dos municípios brasileiros a realidade do saneamento é evidenciada pela falta de planejamento efetivo, de controle e regulação.

Miranda et al. (2020, p. 603) afirmam que: “embora ostente a condição de direito fundamental, a importância da prestação dos serviços que compõem o saneamento básico se mostra historicamente relegada a segundo plano pela sociedade brasileira, refletindo em precárias condições de saúde, sobretudo por alto índice de contaminação por doenças de veiculação hídrica.”

Segundo o Instituto Trata Brasil (ITB) (ITB, 2021a), portal que disponibiliza indicadores sobre o saneamento básico e avalia esses indicadores, cerca de 33 milhões de pessoas não têm acesso à água tratada, e aproximadamente 93 milhões de pessoas não têm acesso ao esgoto tratado e coletado no Brasil.

De acordo com Silva (2016), o país possui um déficit em saneamento elevado, acarretando em consequências graves em termos de saúde pública e meio ambiente.

Segundo dados do Instituto Trata Brasil (ITB, 2023):

“ Um dos mais relevantes impactos da falta de saneamento básico no meio ambiente e, por consequência, para a população, é a propagação de doenças que poderiam ser evitadas com o oferecimento de melhores condições sanitárias para as pessoas. Dados revelam que, com o acesso da população à coleta de esgoto e à água potável, 88% das mortes por essas doenças poderiam ser evitadas.”

Assim, pode-se afirmar que o Brasil apresenta um saldo crônico de cobertura de saneamento básico (BNDES, 2021a), já que, considerando as porcentagens, cerca de 15,8% da população não têm acesso a água potável e 44,2% não possui coleta de esgoto no país (ITB, 2021a).

Em relação ao índice de perdas na distribuição de água no país, dados do

ITB (2023), apontam valores de 40,3%, em virtude de aspectos técnicos, fraudes e vazamentos em redes de abastecimento, que estão em condições precárias.

Na região norte, observa-se que esses índices pioram consideravelmente, de modo que 40,0% da população não possui acesso a água tratada e 86,0% não têm sistema de esgotamento sanitário no local onde vivem (ITB, 2021b).

Pode-se confirmar então, conforme citado por Nunes (2015), que os índices de abastecimento de água e coleta de esgoto mostram-se bastante heterogêneos nas diversas regiões brasileiras.

Esses índices ainda são mais expressivos no estado do Amapá, onde 67,1% não têm acesso a água tratada, e 93,2% dos residentes não são atendidos pelos serviços de coleta de esgoto (ITB, 2021c), dados que comprovam a constatação de Miranda et al. (2020, p. 603), que citam que: “o estado do Amapá possui uma prestação de serviços públicos de saneamento que retrata índices insatisfatórios, até mesmo diante do acanhado desempenho nacional.”

Para Nunes (2015) os estados do Amapá, de Rondônia e do Pará apresentam os piores índices de uma forma geral. Viegas et al. (2021) descrevem que na região norte o saneamento é desafiador, sendo o município de Macapá uma das mais críticas.

3.3 Saneamento em Macapá

Com base nos dados que disponibiliza o *ranking* dos principais indicadores de saneamento básico dos maiores municípios do país, Macapá encontra-se em última colocação dentre 100 municípios, com 62,4% da população sem acesso à água tratada e 89,2% da população sem acesso ao esgotamento sanitário, ou seja, possui um indicador de atendimento total de esgoto de somente 10,8%. Além disso, apenas 28,4% do índice de esgoto é tratado referido à água consumida (ITB, 2022). Convém citar que esses dados correspondem ao ano de 2021.

Pode-se destacar ainda, que a capital, desde o ano de 2012, está sempre nas 10 últimas posições do *ranking* (ITB, 2022; SANTOS e NERY, 2022).

Os déficits de cobertura dos serviços de saneamento em Macapá se concentram na população de baixa renda, principalmente naquelas que vivem em bairros periféricos ou em áreas úmidas, conhecidas como áreas de ressaca (OLIVEIRA e MORAES, 2017).

Segundo PB (2022), na região periférica de Macapá, um dos grandes problemas é que cerca de 40,0% da população moram em áreas de ressaca, onde montam suas casas em cima de palafitas, inclusive sobre o Rio Amazonas, que acaba recebendo todo tipo de esgoto *in natura*, sendo a maior parte em ligações clandestinas.

Entre os anos de 2010 a 2015, observou-se um índice de perda na distribuição em Macapá, de aproximadamente 75,0% (PMSB, 2018), o que pode ser considerado muito superior à média nacional de 40,3%. Somente no ano de 2021, essas perdas atingiram um percentual de 76,1% na capital amapaense, o que gera prejuízo para as concessionárias, devido ao retratamento (ITB, 2023; ITB, [s.d.]).

Santos e Nery (2022) afirmam que, levando em consideração todo o cenário dos últimos anos e o atual, fica visível a importância de novos estudos na área de análise da situação do saneamento.

3.3.1 Tratamento de Água em Macapá

Sabe-se que a água potável é um recurso essencial aos seres vivos e seu acesso é uma grande preocupação no mundo atual, principalmente por problemas de escassez serem bastante noticiados ultimamente, visto o grau de poluição de corpos receptores.

Segundo Ribeiro e Rooke (2010, p. 8), um sistema de abastecimento de água é composto pelas seguintes unidades:

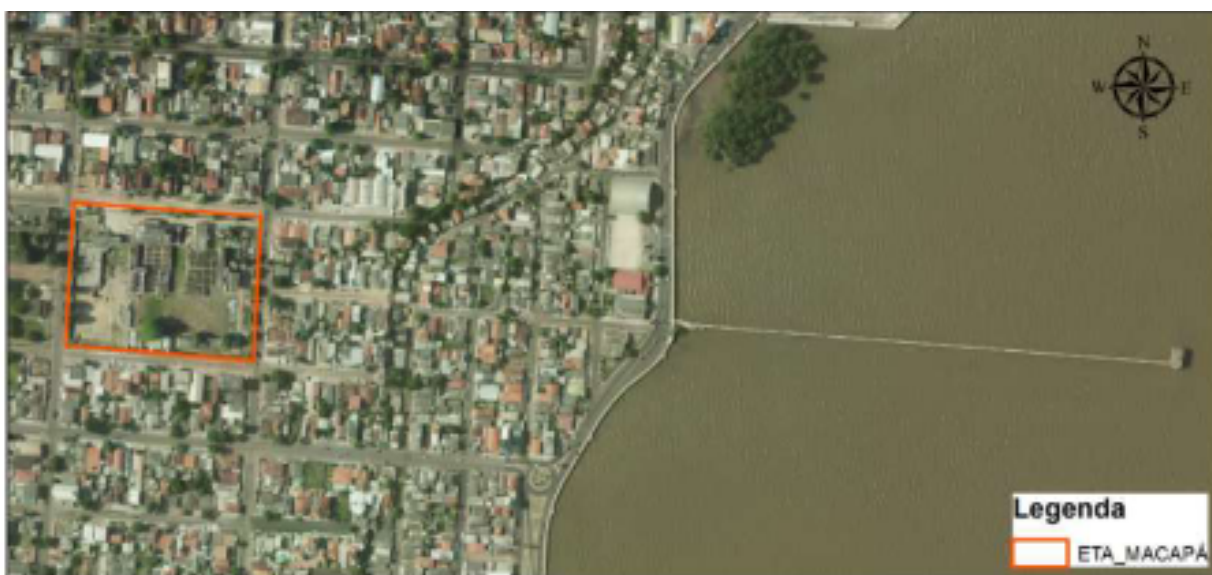
- Manancial: fonte de onde se retira a água;
- Captação: conjunto de equipamentos e instalações utilizado para a tomada de água do manancial;
- Adução: transporte da água do manancial para a estação de tratamento de água ou da água tratada para a reservação;
- Tratamento: melhoria das características qualitativas da água, dos pontos de vista físico, químico, bacteriológico e organoléptico, a fim de que se torne própria para o consumo. É realizado nas estações de tratamento de água;

- Reservatório: armazenamento da água para atender a diversos propósitos, como a variação de consumo e a manutenção da pressão mínima na rede de distribuição;
- Rede de distribuição: condução da água para os edifícios e pontos de consumo, por meio de tubulações instaladas nas vias públicas.”

O Rio Amazonas, na orla de Macapá, possui fins múltiplos, tais como: fonte principal de abastecimento público, receptor de refluxo do sistema de captação e abastecimento de água do município, de água de drenagem fluvial e de esgoto doméstico. É utilizado também, dentre outros, como via de navegação de embarcações, porto e recreação (DAMASCENO et al., 2015).

A Figura 1 apresenta o sistema de captação superficial da água no Rio Amazonas, orla de Macapá, e a localização da Estação de Tratamento de Água (ETA) de Macapá.

Figura 1: Sistema de captação de água e localização da ETA de Macapá



Fonte: Cavalcante et al. (2021)

De acordo com Oliveira (2016), a primeira ETA de Macapá foi inaugurada em 1971, localizada no bairro Beirilândia, recebendo água bruta de captação superficial construída às margens do Rio Amazonas. Apenas em 1997 foi construída a segunda ETA, ao lado da primeira, sendo inaugurada somente em 2000. Em 2012, iniciou-se a construção da terceira ETA, no mesmo local.

O sistema de abastecimento de água do município de Macapá é composto

por um sistema principal de captação, tratamento (ETA I e II) e distribuição, que atende 35% da população urbana, e 9 sistemas isolados de mananciais subterrâneos localizados em diferentes regiões do município, segundo informações descritas no plano municipal de saneamento básico de Macapá (PMSB, 2018).

Entretanto, no mês de julho de 2018, o governo do Amapá entregou o módulo de tratamento III da ETA para a CAESA, aumentando a produção de água em mais 35% (CAESA, 2018).

Assim, o tratamento de água do sistema principal ocorre através de estações convencionais de concreto, em operação, com uma única passagem pela calha *Parshall*, onde a vazão aduzida é dividida entre as unidades, e que possuem os mesmos tipos de tratamentos (PMSB, 2018).

Cada módulo nas ETA: I e II, tinham a capacidade de tratar 550 litros de água por segundo (L/s). Com o módulo III finalizado, a capacidade de tratamento de água passou de 1100 para 1650 L/s (CAESA, 2018).

Deste modo, o tratamento de água convencional é realizado em uma ETA, onde serão removidas as impurezas da água para que se torne potável para o consumo (SNIS, 2021).

Gonçalves et al. ([s.d.]) citam as características das etapas do tratamento de água, conforme descrito abaixo:

- *Coagulação e floculação*: a água recebe o sulfato de alumínio na calha *Parshall*, que faz com que as partículas se desestabilizem e formem flocos maiores na etapa de floculação;
- *Decantação*: consiste em um tanque no qual os flocos mais pesados são depositados no fundo por ação da gravidade;
- *Filtração*: a água decantada passa por um conjunto de filtros para retenção dos flocos menores;
- *Desinfecção*: ocorre a adição do cloro para eliminação de microrganismos nocivos à saúde;
- *Reservação*: a água tratada fica em um reservatório até ser encaminhada para distribuição;
- *Distribuição*: por fim o produto é encaminhado para rede de distribuição

através de tubulações.

Contudo, de maneira geral, os setores das unidades de tratamento denominadas ETA I e II encontram-se em mau estado de conservação, segundo informações do PMSB (PMSB, 2018).

A Figura 2 apresenta uma foto da ETA de Macapá.

Figura 2: ETA de Macapá



Fonte: Autoria própria (2022)

Essa ETA é responsável por abastecer 22 bairros da zona urbana do município, segundo citado por Oliveira (2021).

Vale citar que, os sistemas isolados de mananciais subterrâneos, contam apenas com a etapa de captação e distribuição. Somente alguns sistemas inserem a desinfecção.

É importante destacar que, a água que chega para os consumidores, deve atender aos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria GM/MS nº. 888/2021 (BRASIL, 2021a). Por isso, os responsáveis pelo serviço de abastecimento de água devem manter um controle da eficiência do processo de tratamento (OLIVEIRA, 2021).

3.3.2 Tratamento de Esgoto em Macapá

Os processos de tratamento de esgoto são classificados em: físicos, químicos ou biológicos. Quanto ao nível de tratamento, a classificação se baseia em tratamento: preliminar, primário, secundário e terciário. Porém, a maioria das estações tratam o efluente até o nível secundário (MAXIMIANO, 2021), como é o caso da estação de tratamento de esgoto (ETE) de Macapá.

Segundo o PMSB (2018), na ETE de Macapá há: a etapa de gradeamento para retirada de materiais grosseiros, e o desarenador para a retirada de materiais pesados. O esgoto segue para uma calha *Parshall*, onde pode ser determinada a quantidade de material a tratar.

Sucintamente, o princípio do gradeamento consiste em reter o material com dimensões maiores do que o espaçamento entre as barras. O desarenador é a unidade responsável pela contenção da areia presente nos esgotos, por meio de sedimentação. A calha *Parshall*, instalada a jusante do desarenador, mantém constante as velocidades de escoamento (OLIVEIRA, 2020).

A Figura 3 ilustra essa sequência de etapas físicas.

Figura 3: Representação esquemática das etapas físicas da ETE



Fonte: Oliveira (2020)

Após, o esgoto é encaminhado para as lagoas de estabilização (LEB), para a realização do tratamento secundário, focado no processo biológico, já que, segundo

Oliveira (2020), as unidades de tratamento preliminar e primário sozinhas, não garantem o cumprimento do padrão de lançamento de efluente imposto pela legislação, devido à baixa eficiência de remoção dos parâmetros de qualidade.

A Figura 4 apresenta algumas imagens atualizadas da ETE de Macapá, com foco nas seguintes operações unitárias: estação elevatória de esgoto (Figura 4A); estrutura de gradeamento, desarenador e calha *Parshall* (Figura 4B); desarenador e calha *Parshall* (Figura 4C); lagoa de estabilização: anaeróbia (Figura 4D).

Figura 4: ETE de Macapá



Fonte: Autoria própria (2023), adaptado de CSA (2023a)

Dentre as diversas tecnologias de tratamento secundário de esgoto, as LEB são uma alternativa muito escolhida no Brasil, já que o clima favorece os processos de tratamento, a operação e manutenção são relativamente simples, não demanda alto investimento quando se compara à outras tecnologias de tratamento, apresenta alta eficiência e efluente tratado de boa qualidade (MAXIMIANO, 2021).

Von Sperling (2014) citado por Villas Boas (2019) considera que a utilização deste tipo de sistema (LEB) trata-se de uma forma simples de tratamento de esgoto, baseada em movimento de terra de escavação e preparação de taludes. Ao longo do percurso do esgoto por estas lagoas, que demora vários dias, uma série de fenômenos contribui para a purificação do mesmo.

Portanto, nesta área, o homem simula e intensifica os estados de autodepuração que ocorrem na natureza, de forma que possa devolver ao meio ambiente um esgoto tratado, capaz de atender aos padrões de lançamento estabelecidos pela legislação para o lançamento de efluentes em corpos hídricos (VILLAS BOAS, 2019).

Oliveira (2020) considera que no tratamento secundário, como o caso das LEB, predominam os mecanismos biológicos em um ambiente que favorece o desenvolvimento e atuação de microrganismos.

Assim, as LEB têm como objetivo primordial a remoção de demanda bioquímica de oxigênio (DBO) do esgoto para que o corpo receptor receba o efluente tratado com menos impacto, a fim de assimilar por processo de autodepuração (VON SPERLING, 2014).

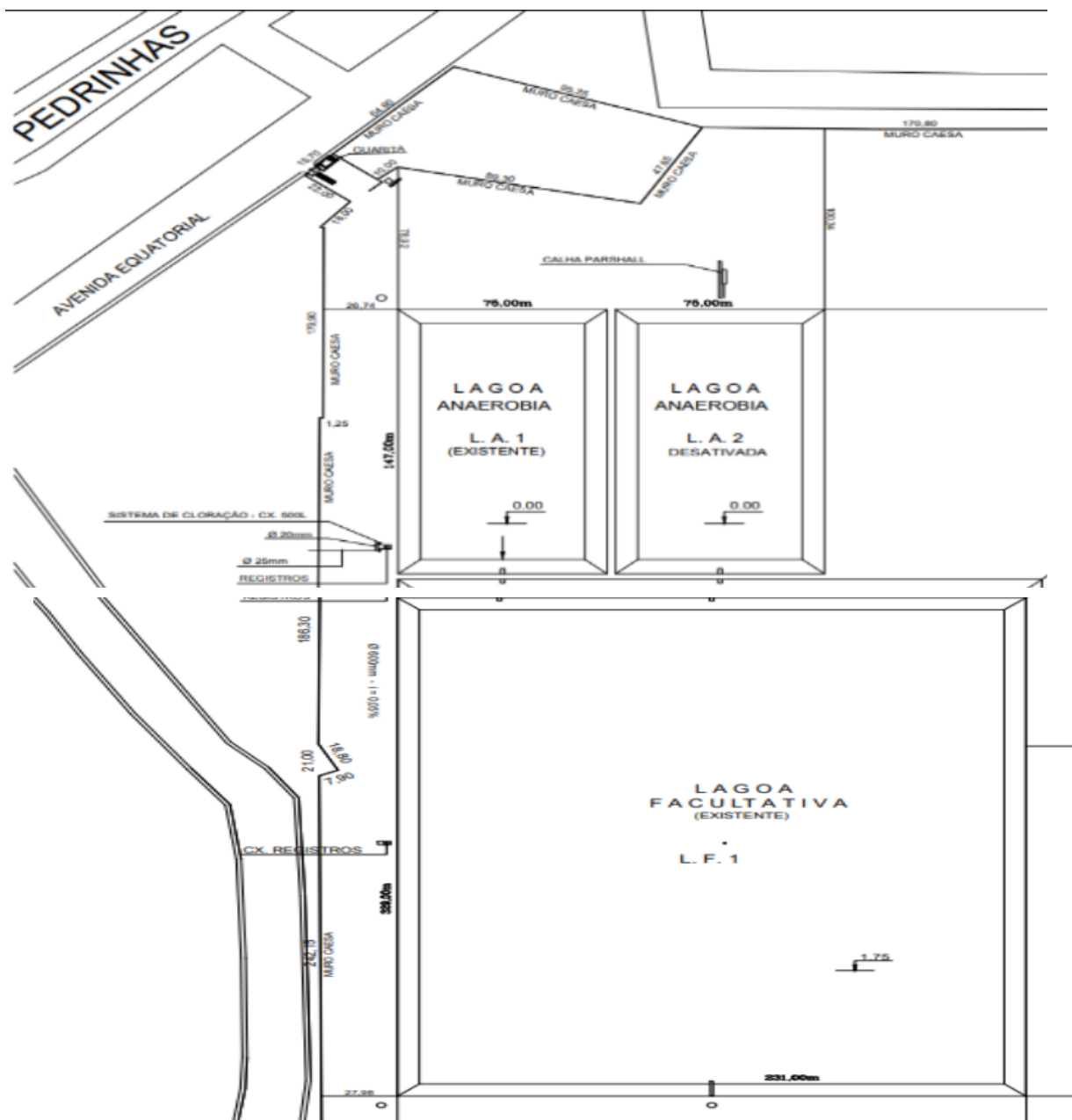
Dentre as LEB, o sistema em Macapá opera com:

- 2 lagoas anaeróbias paralelas;
- 1 lagoa facultativa.

Após o tratamento dos esgotos nas LEB, o efluente é conduzido para o canal das Pedrinhas, que segue o curso até o Rio Amazonas, destino final do esgoto tratado.

A Figura 5 apresenta a planta das lagoas de estabilização de Macapá, em um sistema conhecido, pela disposição, como sistema australiano.

Figura 5: Planta das lagoas anaeróbias e lagoa facultativa de Macapá



Fonte: Santos e Nery (2022)

As lagoas anaeróbias são lagoas que estabilizam a matéria orgânica e removem a DBO através da sedimentação dos sólidos e a ação de microrganismos unicamente anaeróbios, principalmente bactérias (MAXIMIANO, 2021). Para Von Sperling (2014) essa lagoa caracteriza-se por uma profundidade entre 3 a 5 metros e uma área menor que a lagoa facultativa. Suporta uma alta carga orgânica e tem como eficiência de remoção de DBO de até 70%.

Segundo Maximiano (2021) as lagoas facultativas são sistemas de estabilização da matéria orgânica, com tempo de detenção hidráulica de 15 a 45 dias. Essas lagoas apresentam condições aeróbias na superfície, ocorrendo redução fotossintética através da biomassa das algas, passando pela oxidação aeróbia das zonas facultativas no meio da lagoa e ao fundo se tem as condições anaeróbias, ocorrendo a digestão completamente anaeróbia. Von Sperling (2014) destaca que as lagoas facultativas são mais rasas, com profundidade na faixa de 1,5 a 3,0 metros, e apresentam eficiências de remoção de DBO de até 80%.

Entretanto, Santos e Nery (2022) destacam que, o setor responsável pelo tratamento de esgoto em Macapá trabalha de forma limitada, já que o município não conta com um serviço satisfatório e eficiente, visto que o sistema de esgotamento está defasado e não atende grande parte da população.

Além disso, os pesquisadores destacam que, no que diz respeito ao acesso à rede de coleta de esgoto, apenas 10% da população se beneficia com este serviço (SANTOS e NERY, 2022).

Desse modo, essa oferta precária de serviços como a coleta de esgoto, faz com que grande parte da população construa fossas negras rasas (fossas rudimentares) para armazenamento de seus resíduos de esgotos sanitários, contaminando assim os mananciais em Macapá (BASTOS, 2010). Grott et al. (2018) afirmam que a população da capital despeja seus esgotos domésticos em: fossas rudimentares (mais do que 50%), fossas sépticas (em torno de 20%), e o restante em rios, lagos e valas.

Costa e Guilhoto (2014) explicam a diferença das fossas para o saneamento. Apesar das fossas rudimentares e sépticas necessitarem da retirada dos dejetos, a primeira é mais comum, porém, contamina as águas superficiais e subterrâneas, enquanto as fossas sépticas são mais recomendadas, pois evitam essa contaminação.

Em suma, para Santos e Nery (2022), os macapaenses são afetados pela má qualidade do sistema de esgoto sanitário implantado, isto quando ele é disponibilizado, pois os projetos para a ampliação do alcance desse serviço ainda são pouco aplicados ou executados de forma vagarosa.

3.4 Concessão de Saneamento para Água e Esgoto em Macapá

Nunes (2015) cita que, em função da importância do saneamento na promoção da qualidade de vida, é essencial que a universalização de seus serviços ocorra. Segundo Paz et al. (2021) o objetivo dessa universalização é promover o acesso a toda população de um território, sobretudo em relação aos aspectos relacionados à água e esgoto.

Entretanto, o cenário nacional atual ainda apresenta-se distante desta realidade (NUNES, 2015), fato que se estende ao município de Macapá.

A Lei Federal nº 14.026/2020 (BRASIL, 2020) reconhece o déficit histórico no tratamento de água e esgoto do país, e foi construída com o objetivo de ampliar os investimentos no setor, inclusive destacando contratos de concessão, que deverão ter metas de universalização a serem cumpridas até 2033 (BNDES, 2021a).

A CAESA, responsável pelo tratamento de água e esgoto do município, foi criada em 1969, pelo Decreto-Lei 490, de 04 de março de 1969 e constituída em 24 de abril de 1973, sendo considerada uma empresa de economia mista com sede administrativa em Macapá, onde o governo do estado do Amapá (GEA) é o acionista majoritário (OLIVEIRA, 2016).

Contudo, após quase cinco décadas, a CAESA foi privatizada em um leilão (BRASIL, 2021b). Deste modo, no mês de setembro de 2021, o Consórcio Marco Zero, formado pelas Empresas Equatorial Participações S.A. e SAM Ambiental e Engenharia, firmaram o contrato de concessão pelos serviços de saneamento do estado (EQUATORIAL ENERGIA, 2021a), sendo que o grupo Equatorial detém 80% de participação e investimentos, enquanto a SAM Ambiental e Engenharia, que possui experiência no setor de saneamento, fica detentora dos 20% restantes (EQUATORIAL ENERGIA, 2021b).

Convém citar que, esse contrato de concessão, marcou a estréia do Grupo Equatorial no segmento de abastecimento de água e esgotamento sanitário no país (GRUPO EQUATORIAL, 2022).

Assim, Macapá foi incluída no projeto de concessão por intermédio do Programa de Parcerias de Investimentos desenvolvido em conjunto com o Governo

do Estado do Amapá (GEA) e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), que contemplará a área urbana de 16 municípios do estado, com um investimento no setor de distribuição de água tratada, coleta e tratamento de esgoto (SEPLAN, 2021b).

Segundo Eckert e Turatti (2014) a disseminação das concessões deve-se, em especial, à vantagem de possibilitar o oferecimento dos serviços à população, sem haver a necessidade de investimentos do Poder Público, uma vez que o concessionário é o responsável pelas despesas para a oferta do serviço.

Macêna (2021) destaca que os municípios realizam acordo diretos com empresas estaduais prestadoras de serviços de água e esgoto, mediante contrato de programa, sendo que nesses contratos são estabelecidas as regras de prestação e tarifação, assim permitindo que estatais assumam os serviços sem a necessidade de alguma eventualidade.

Recentemente, em 13 de julho de 2022, a Concessionária de Saneamento do Amapá (CSA) passou a conduzir o controle dos serviços de água e esgoto, detendo os direitos de concessão pelos próximos 35 anos em 16 áreas urbanas do estado, sendo elas: Amapá, Calçoene, Cutias do Araguari, Ferreira Gomes, Itaubal do Pírim, Laranjal do Jari, Macapá, Mazagão, Oiapoque, Pedra Branca do Amapari, Porto Grande, Pracuúba, Santana, Serra do Navio, Tartarugalzinho e Vitória do Jari (CSA, 2022a; CSA, 2022b; GRUPO EQUATORIAL, 2022).

Assim, a CSA se tornou responsável pelo ciclo completo da água, desde sua captação, tratamento e distribuição, até sua devolução (pós-tratamento) aos mananciais (EQUATORIAL ENERGIA, 2021b). A Figura 6 representa esse ciclo.

Figura 6: Ciclo completo da água na concessão



Fonte: Equatorial Energia (2021b)

O projeto de concessão firmado prevê o alcance de 100% nas sedes dos municípios, de modo que 955 mil pessoas serão contempladas durante o período de universalização dos serviços (BNDES, 2021b).

O Consórcio Marco Zero repassou para as prefeituras R\$ 930 milhões com a finalidade de serem aplicados em investimentos e infraestrutura, para os 16 municípios contemplados, sendo R\$ 381,7 milhões destinados somente à capital Macapá (GEA, 2022).

De acordo com a ABCON SINDCON (2021), observa-se que, em todo o estado do Amapá, a participação privada em forma de concessão é novidade. Contudo, há perspectivas de diversas melhorias ante os atuais déficits de acesso a esses serviços pela população (AGUIAR e HELLER, 2021).

Portanto, espera-se que a concessão trará inúmeros benefícios para o município no setor de água e esgoto. Nesse sentido, as projeções apontam como metas e compromissos, o abastecimento de água crescendo de 36% para 99% em um período de 11 anos, e esgotamento sanitário evoluindo para 90% nos próximos

18 anos (GRUPO EQUATORIAL, 2022).

Dentro desse contexto, vislumbra-se obter com a concessão uma qualidade adequada para os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, melhorando efetivamente o crescimento econômico, geração de empregos, e a saúde pública, ou seja, impactando positivamente na vida da população macapaense.

4 METODOLOGIA

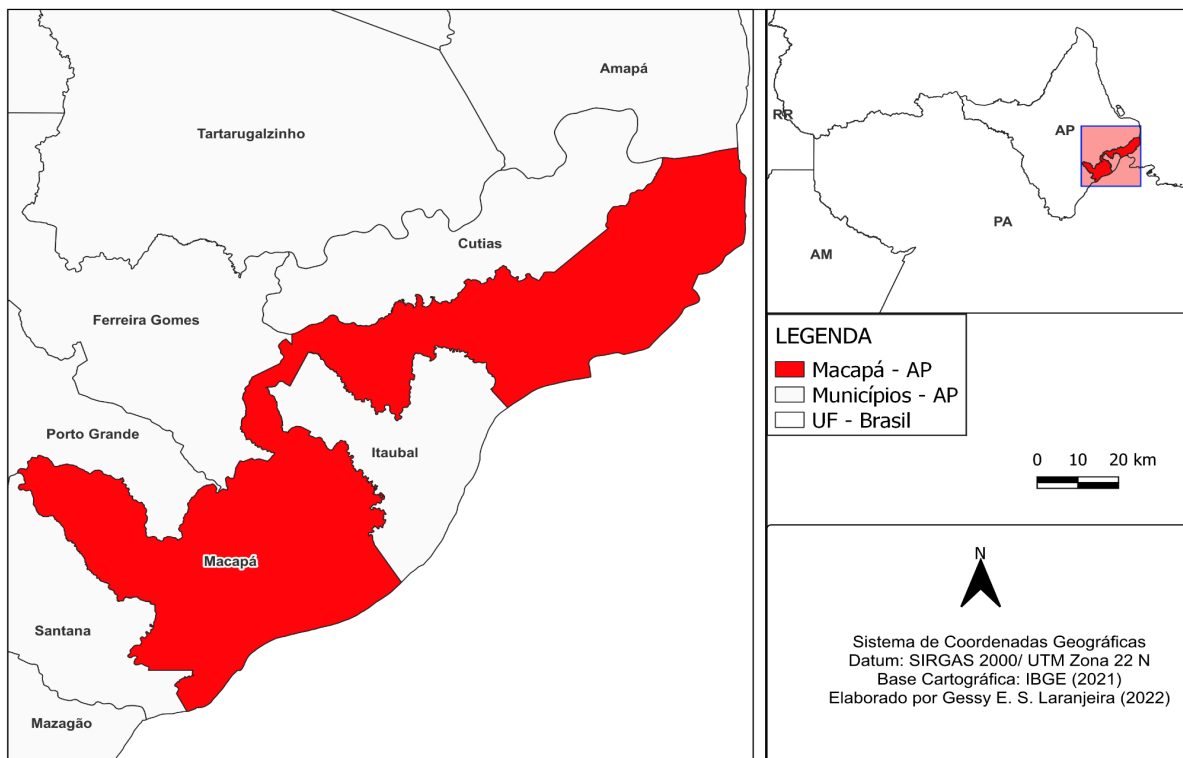
4.1 Área de Estudo

De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2021, a população de Macapá foi estimada em 522.357 habitantes, possuindo uma área territorial equivalente a 6.563,849 km² (IBGE, 2021b).

O município de Macapá está situado na região sudeste do estado do Amapá, à margem esquerda do Rio Amazonas, apresentando as seguintes coordenadas geográficas: latitude de 0°02'04.9"N e longitude de 51°04'00.2"W (CIRILO, AGUIAR e LIMA, 2022). É a única capital brasileira dividida entre os hemisférios norte e sul pela linha imaginária do Equador.

Possui como municípios limítrofes: Amapá, Cutias, Ferreira Gomes, Itaubal, Porto Grande e Santana, conforme demonstrado na Figura 7.

Figura 7: Localização do município de Macapá, Amapá, Brasil



Fonte: Autoria própria (2022), adaptada de IBGE (2021a)

4.2 Coleta de Dados

A presente pesquisa é descritiva, com abordagem quantitativa. O estudo foi realizado por meio da análise dos dados secundários sobre saneamento do município de Macapá, considerando a evolução do sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário entre os anos de 2012 e 2023.

Quanto ao procedimento, para a pesquisa bibliográfica e documental, foram utilizadas as bases de dados do portal de periódicos da CAPES, *Scielo*, *Google Scholar*, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), Instituto Trata Brasil (ITB), periódicos científicos, bibliotecas digitais de Universidades e sites oficiais dos governos na esfera federal, estadual e municipal.

Os principais descritores selecionados na coleta de dados foram: “saneamento básico”, “abastecimento de água”, “qualidade da água”, “tratamento de água”, “esgotamento sanitário”, “tratamento de esgoto”, “indicadores de saneamento”, “investimentos em saneamento”, “concessão de saneamento”, “universalização do saneamento”, “saneamento no mundo”, “saneamento no Brasil”, “saneamento em Macapá”.

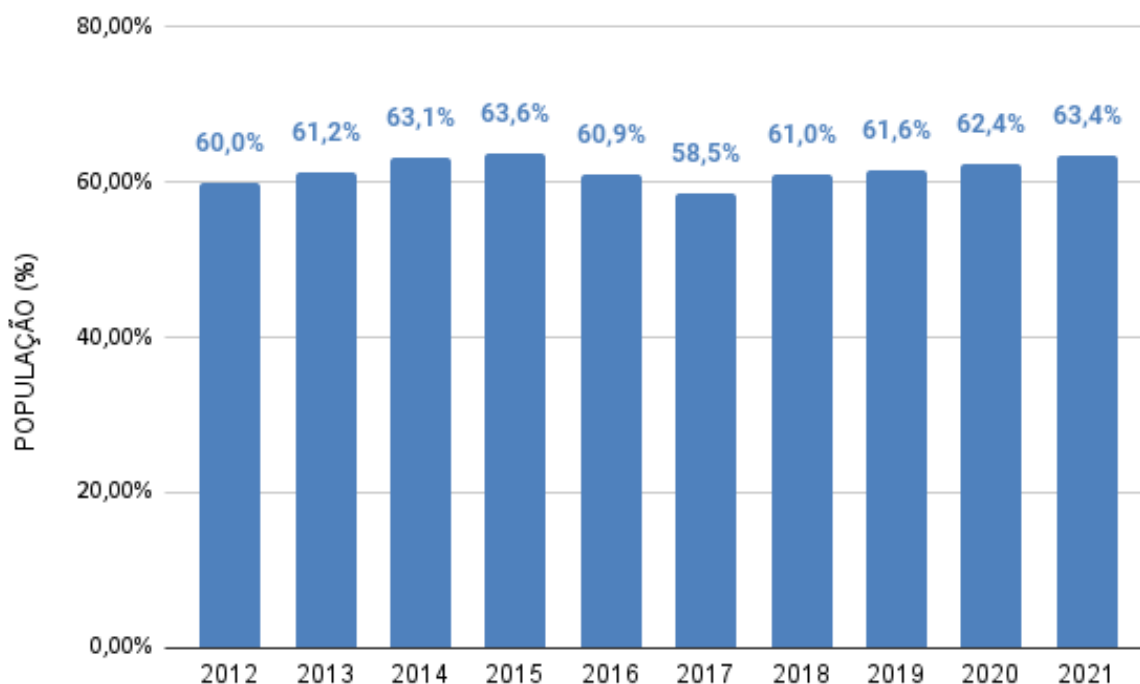
Convém citar que, entre os anos de 2012 e 2021, os dados foram gerados a partir de informações coletadas no portal “Painel Saneamento Brasil”, do Instituto Trata Brasil (ITB, [s.d]), para o município de Macapá. Assim, quaisquer alterações nos dados que ocorreram na prestação dos serviços de água e esgoto, posteriormente ao ano de 2021, não estão refletidas nos gráficos. Desse modo, os resultados apresentados correspondem à época em que a CAESA era responsável pelo saneamento básico da capital amapaense.

Entre os anos de 2022 e 2023, os dados foram obtidos a partir de informações publicadas pela CSA.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 8 está relacionada à % da população de Macapá sem acesso à água potável.

Figura 8: População de Macapá sem acesso a água (%)



Fonte: Autoria própria (2023), adaptada de ITB ([s.d])

Os dados coletados referem-se aos anos de 2012 a 2021, e pode-se observar variações dos valores percentuais entre 58,5% a 63,6%. Contudo, quando se avalia o quantitativo populacional de Macapá, quase 250 mil habitantes não tinham acesso à água potável no ano de 2012. Devido ao aumento populacional no município, esse valor ultrapassou 300 mil habitantes no ano de 2018, aumentando em média, 10 mil habitantes por ano, até alcançar o patamar de mais de 330 mil habitantes sem acesso à água tratada no ano de 2021 (ITB, [s.d.]).

Esse fato pode ser explicado, em parte, pela falta de investimentos nos últimos anos no saneamento básico em Macapá (GO ASSOCIADOS, 2023). Possivelmente, esse fator impactou diretamente na baixa evolução do abastecimento de água no município, o que corrobora com Costa (2018), que

descreve que são necessários maiores investimentos em Macapá, para que haja o acesso à água em quantidade suficiente e qualidade compatível com o padrão de potabilidade estabelecido na legislação vigente.

A falta de sistema de abastecimento de água potável em bairros de classe média, faz com que os moradores recorram a alternativas, como a abertura de poços, para contornar a falta do produto, uma prática que já é comum na capital amapaense. Já em bairros mais afastados, a instalação de poços caseiros, com técnicas de perfuração e captação de água bem mais rústicas do que um poço artesiano, se faz necessário, mesmo existindo a rede de distribuição, pois geralmente o produto não chega às residências (PB, 2022).

De acordo com Hidrogeron, ([s.d.]), a população amapaense que não têm acesso à água tratada, utiliza poços caseiros, nos quais quase todos são contaminados, ou retiram a água dos mesmos mananciais onde são despejados os esgotos domésticos sem tratamento.

Várias doenças podem ser transmitidas por veiculação hídrica (OLIVEIRA e MORAES, 2017). Assim, o consumo de água não tratada pode ocasionar diversos problemas que afetam diretamente a saúde humana, tais como: aumento do risco de diarreia, principalmente em crianças, hepatite A e até cólera, além de situações de injustiça que vão refletir no cotidiano da comunidade, e limitar o desenvolvimento de projetos pessoais de vida (CÉSAR, ABDALA e KRESKI, 2019).

Somente no ano de 2021, Macapá teve 137 casos de doenças de veiculação hídrica registrados, sendo 108 internações por diarreia e 1 óbito. Entre os anos de 2012 e 2021, houve 43 óbitos por doenças de veiculação hídrica apenas na capital (ITB, [s.d.]).

Porém, a ETA de Macapá está passando por inúmeras reformas, realizadas pela CSA, com início no mês de julho de 2022, conforme divulgado pelos veículos de comunicação.

A ETA II, que é um dos 3 módulos da ETA de Macapá, já passou por reabilitação completa da estrutura, com reforma das válvulas, reconstrução estrutural dos filtros e reposição do leito filtrante, sendo possível, assim, realizar o tratamento de água de forma mais eficaz (CSA, 2023b). Segundo dados da

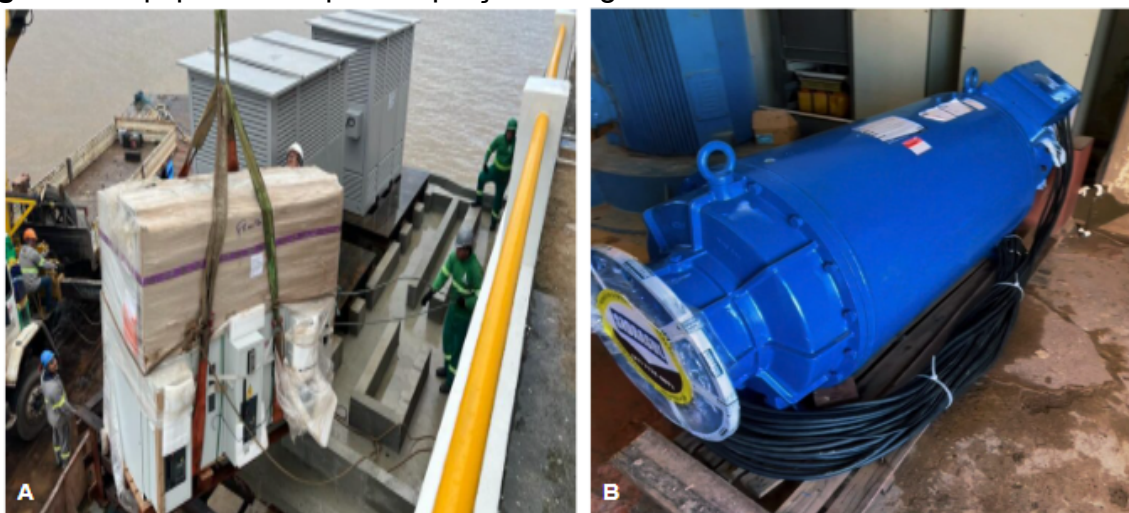
concessionária, um orçamento de mais de R\$ 20 milhões foi destinado à reforma da ETA, com foco na recuperação dos 16 filtros instalados e nos decantadores (CSA, 2023c).

Constatou-se que a nova estrutura da ETA II passou a produzir, em média, 400 litros de água por segundo (L/s), a partir do mês de março de 2023, isto é, 100 L/s a mais do que antes da reforma (CSA, 2023b). Contudo, esse dado difere do publicado pela CAESA em 2018, que informava que o módulo da ETA II tinha capacidade para tratar até 550 L/s (CAESA, 2018).

A CSA ainda adquiriu novos transformadores e um painel de média tensão, com investimento superior a R\$ 2 milhões relacionados à modernização da captação de água bruta de Macapá, situada às margens do Rio Amazonas (CSA, 2023c). A bomba anfíbia, instalada no fundo do Rio Amazonas, prevê melhoria na captação de água bruta, atuando com até 2200 m³/h (CSA, [s.d]).

A Figura 9 retrata os novos equipamentos para captação de água do Rio Amazonas, sendo apresentados: o painel de média tensão (Figura 9A); e a bomba anfíbia (Figura 9B).

Figura 9: Equipamentos para captação de água bruta



Fonte: CSA (2023c); CSA, ([s.d])

Na zona norte da capital, foi instalada uma nova rede de adutoras com extensão de 3,8 km que interliga a ETA ao conjunto habitacional Macapaba, com o intuito de beneficiar 22 mil moradores. O investimento foi de R\$ 6,6 milhões (CSA,

2022c).

Para um melhor controle de qualidade de água, a concessionária tem investido na reabilitação dos laboratórios de análises de qualidade de água, como parte do plano na recuperação da infraestrutura, e na modernização dos sistemas de abastecimento existentes nas áreas urbanas dos 16 municípios do Amapá (CSA, 2023d).

Segundo informações do Grupo Equatorial (2022), para a gestão da qualidade da água há o plano de amostragem em conformidade com a Portaria GM/MS nº. 888/2021 (BRASIL, 2021a), que define as ações, periodicidade e parâmetros máximos e mínimos que guiam as ações do laboratório de qualidade. Para prevenir os impactos negativos, atualmente são realizadas análises diárias da qualidade da água nos sistemas de distribuição e reservatório.

Esse fato é uma importante conquista, pois Oliveira (2021) constatou que os valores para algumas amostras analisadas, no ano de 2018, não atenderam aos limites estabelecidos pela Portaria GM/MS nº. 888/2021 (BRASIL, 2021a), com relação aos parâmetros: turbidez, cor aparente, pH e cloro total. Costa (2018) também teve problemas em relação aos resultados obtidos para a qualidade da água distribuída em Macapá, confirmando que o tratamento funcionava em condições precárias.

De acordo com a CSA (2022d), que realizou um levantamento dos primeiros 100 dias de operação no Amapá, a empresa investiu mais de R\$ 30 milhões na contratação de mais de 250 colaboradores, e entre as primeiras obras realizadas destacam-se: a reforma e a modernização da ETA e do sistema de captação de água bruta do Rio Amazonas.

Segundo Araújo et al. (2021), cabe às prestadoras de serviços de abastecimento de água pautar em três premissas principais: a qualidade da água distribuída e os desempenhos operacional e financeiro. Pode-se observar, pelas reformas já realizadas, que a CSA tem buscado elevar a qualidade da água, assim como avançar na infraestrutura, a fim de melhorar o abastecimento de água à população de Macapá.

Para Oliveira e Moraes (2017), o estabelecimento de ações contínuas de

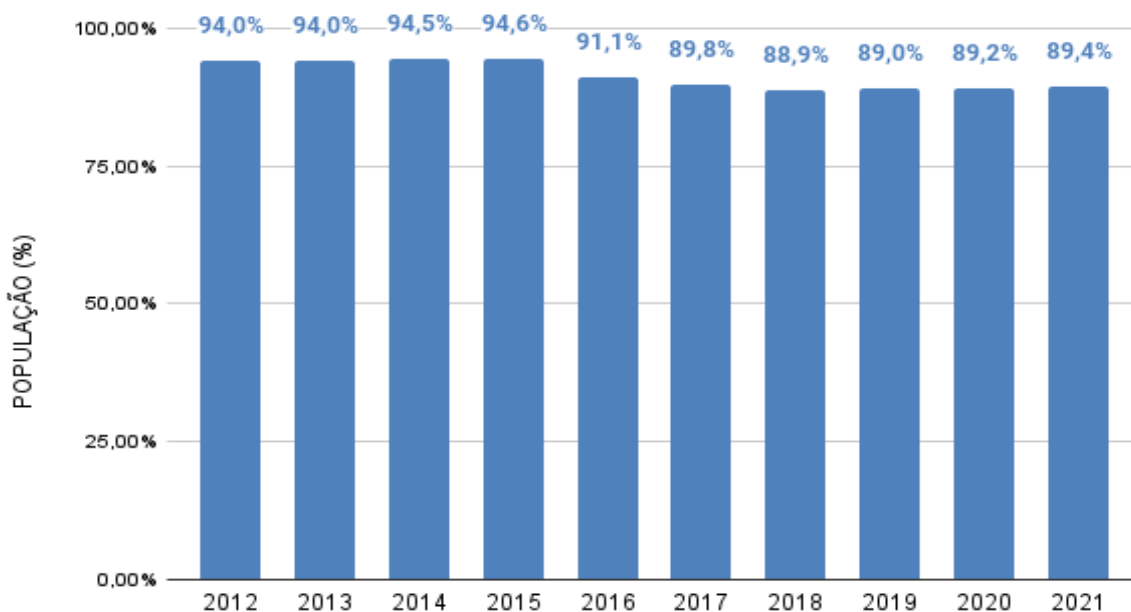
redução e controle de perdas assegura benefícios em curto, médio e longo prazo, com eficiência e eficácia.

É importante destacar que, a meta prevista pela CSA é a universalização do abastecimento de água, atendendo 99% da população de Macapá em um período de 11 anos (GRUPO EQUATORIAL, 2022), o que corresponderia a mais de 517 mil pessoas (ITB, [s.d.]) com acesso à água de qualidade.

Além disso, a concessionária tem como meta reduzir a perda de distribuição de água, que hoje é em torno de 76,0%, para 30,0% com investimentos de redes, em até 9 anos (EQUATORIAL ENERGIA, 2021b). Pode-se citar, entre as causas que influenciam diretamente no desperdício de água, a rede de distribuição antiga que incide em grandes vazamentos, o desvio clandestino do produto, e o mau uso do líquido nas residências da capital (DIÁRIO DO AMAPÁ, 2022). Assim, está em andamento um programa de aceleração do cronograma de implantação de hidrômetros e medição para 100% dos clientes, em um período de até 3 anos (EQUATORIAL ENERGIA, 2021b).

A Figura 10 está relacionada à % da população de Macapá sem coleta de esgoto.

Figura 10: População de Macapá sem coleta de esgoto (%)



Fonte: Autoria própria (2023), adaptada de ITB ([s.d])

Fazendo um comparativo com a porcentagem da população sem acesso à água potável (Figura 8), pode-se verificar dados ainda mais alarmantes. De acordo com GO Associados (2023), a situação do avanço no esgotamento sanitário é mais preocupante do que no abastecimento de água no país, o que também pode ser observado nesse estudo.

Os dados coletados entre os anos de 2012 a 2021, demonstraram que os valores para a população em Macapá sem coleta de esgoto são muito elevados, estando na faixa de 89,4% a 94,6%, o que equivale a uma população de mais de 465 mil habitantes sem acesso ao serviço, no ano de 2021. Essa informação corrobora com os dados publicados no PMSB, que afirma que o sistema de tratamento de esgoto no município, localizado no canal das Pedrinhas, opera de maneira precária em função da escassez de investimentos (PMSB, 2018).

Constatou-se, que somente após o ano de 2017, mais de 10% da população obtiveram acesso ao esgotamento sanitário. Após o ano de 2018, cerca de 55 mil habitantes passaram a ser atendidas com o sistema de coleta de esgoto em Macapá (ITB, [s.d.]). Isso, possivelmente, pode ser explicado pelo fato de que o sistema de esgoto sanitário de Macapá passou por reabilitação e ampliação, que não aconteciam desde a década de 70. Houve a instalação de elevatórias de esgoto e substituições de 11 km da rede de distribuição, além da recuperação e urbanização da ETE, segundo informações publicadas pelo portal do governo do estado do Amapá (GEA, 2019).

Oliveira e Moraes (2017) afirmam que, o baixo atendimento de esgotamento sanitário, submete ao risco de contaminação das águas superficiais e subterrâneas, e como resultado, a contaminação de poços, na qual seu uso é comum em Macapá.

Na chegada da CSA ao Amapá, em julho de 2022, aproximadamente 50 mil pessoas estavam cobertas por uma rede de esgoto de apenas 372 km de extensão, sem o devido tratamento do esgoto coletado (GRUPO EQUATORIAL, 2022). Assim, desde que a CSA deu início aos trabalhos de reestruturação do sistema operacional de esgotamento sanitário do município, a perspectiva era de reformulação dos serviços para o mais breve possível.

A recuperação da ETE em Macapá desde o primeiro dia de operação da

CSA, resultou no tratamento de esgoto para mais de 40 mil habitantes, ao fim do ano de 2022 (GRUPO EQUATORIAL, 2022). De acordo com o Grupo Equatorial (2022), a revitalização da estrutura da ETE, bem como o descarte correto do lodo, é uma das ações previstas para mitigar os impactos ambientais.

Como grande parte do esgoto doméstico de Macapá é despejado em fossas (GROTT et al., 2018), os primeiros investimentos realizados pela concessionária foram no sentido de intensificar o controle do recebimento de caminhões, que realizam a limpeza de fossas sépticas residenciais, e garantir a regularidade ambiental das empresas que realizam essa atividade de despejo de dejetos na ETE (DIÁRIO DO AMAPÁ, 2023).

Outro investimento foi a aquisição de um caminhão com tecnologia de mini hidrojetamento, conforme demonstrado na Figura 11, voltado para os serviços de limpeza e desobstrução rápida da rede de esgoto, que antes era realizada manualmente com auxílio de varetas de aço, além de prolongar o tempo de manutenção dessas redes (CSA, 2023e).

Figura 11: Caminhão com tecnologia de mini hidrojetamento



Fonte: CSA (2023e)

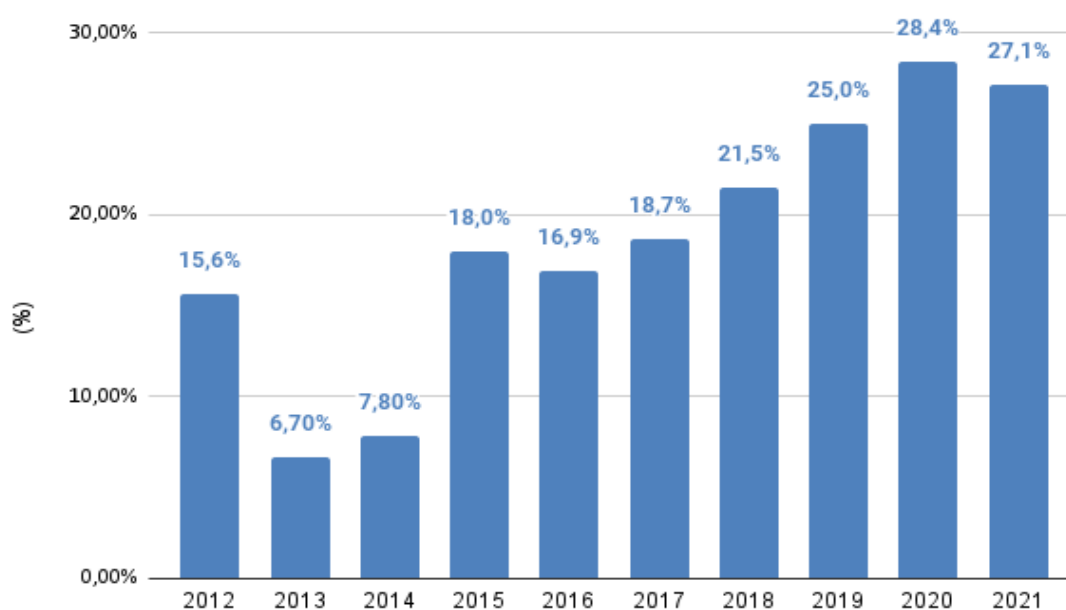
Segundo descrito pelo Grupo Equatorial (2022), a meta é atender 90% da população de Macapá em um período de até 18 anos, ou seja, mais de 470 mil pessoas (ITB, [s.d.]), o que será um grande desafio relacionado a universalização do

esgotamento sanitário.

A CSA iniciou recentemente, a construção de uma base cartográfica e topográfica que vai mapear as áreas onde podem ser instaladas novas redes de água e esgoto na região metropolitana de Macapá, com investimentos que ultrapassam R\$ 1,5 milhões (CSA, 2023f).

A Figura 12 está relacionada à % do índice de esgoto tratado referido à água consumida em Macapá.

Figura 12: Índice de esgoto tratado referido à água consumida em Macapá (%)



Fonte: Autoria própria (2023), adaptada de ITB ([s.d])

Os últimos dados disponibilizados pelo Instituto Trata Brasil (ITB, [s.d]) demonstram que o índice de esgoto tratado referido à água consumida é de 27,1%, quando a CAESA ainda era detentora dos serviços de esgotamento sanitário do município. Esse fato pode estar relacionado à reabilitação e ampliação do sistema de esgoto sanitário de Macapá, conforme já descrito anteriormente (GEA, 2019).

No geral, segundo Viegas et al. (2021), na região norte ainda prevalecem os piores índices de saneamento do país, e Macapá apresenta um dos resultados mais críticos, devido a uma das menores participações do país em investimentos no setor. Rubim (2023) avalia que a falta de capital é um grande impeditivo, e que investimentos pesados precisam ser feitos para solucionar a precariedade das redes

de esgoto.

Vale destacar que, Macapá sempre ocupou as 10 últimas posições dentre os 100 maiores municípios do país nos últimos 10 anos, no *ranking* do saneamento, que traz resultados publicados até o ano de 2021 (GO ASSOCIADOS, 2023).

Para efeitos de comparação, os municípios que mais investiram em saneamento básico, no ano de 2021, por habitante, foram: Piracicaba (SP), com R\$ 323,74 e Limeira (SP) com R\$ 218,86, sendo R\$ 166,52 a média dos 20 melhores municípios destacados no *ranking* publicado em 2023, enquanto o gasto anual médio em Macapá foi de apenas R\$ 16,94, ficando bem abaixo da média de R\$ 55,46, entre os 20 piores municípios citados (GO ASSOCIADOS, 2023). Ainda segundo o relatório apresentado pela GO Associados (2023), o patamar nacional médio de investimentos anuais por habitante para a universalização é de R\$113,30 por habitante.

É importante considerar que, para cada R\$ 1,00 investido em saneamento, há uma economia de R\$ 9,00 em saúde, pois esse investimento, além de melhorar a qualidade de vida da população, é também uma forma de prevenção epidemiológica, a qual reverte-se em economia aos cofres (FUNASA, 2017; DAMKE e PASINI, 2020).

Em suma, mediante todo o exposto, pode-se avaliar que a incapacidade econômico-financeira de empresas estatais, como o caso da CAESA, em alcançar a universalização dos serviços de saneamento básico até 2033, conforme previsto pela Lei Federal nº 14.026/2020 (BRASIL, 2020), abriu caminhos para os contratos de concessão de prestação de serviços de água e esgoto por intermédio de empresas privadas (ABCON SIDCON, 2020), conforme ocorreu em Macapá.

Para Rubim (2023), os próximos 10 anos para universalizar, avançar e modernizar o setor de saneamento por si só já é um enorme desafio para as concessionárias.

Porém, considerando a diferença entre o cenário de investimentos necessários para universalização do saneamento e o cenário seguindo a trajetória de valores aplicados no setor nos últimos anos, tem-se como perspectiva diversos benefícios e vantagens, quando se trata da aplicação de recursos pelas

concessionárias, tais como: redução da mortalidade infantil em áreas de concessões privadas; redução na incidência de diarreia; melhorias ao acesso dos serviços; melhores desempenhos; e aumento da produtividade (ICO CONSULTORIA, [s.d.]).

Convém ressaltar que, após a transferência de concessão dos serviços de saneamento para a CSA, os investimentos previstos alcançam R\$ 3 bilhões a serem distribuídos durante os 35 anos, dos quais R\$ 984 milhões serão utilizados logo nos primeiros 5 anos (ABCON SINDCON, 2021).

Entretanto, como a aquisição da CSA marca a entrada do Grupo Equatorial no setor de saneamento básico (GRUPO EQUATORIAL, 2022), não há outros processos de concessão anteriores ao proposto para o estado do Amapá, a fim de se obter dados da evolução nos serviços prestados, para fins comparativos.

Contudo, há perspectivas de que o sistema de saneamento de Macapá vai melhorar em termos de eficiência, devido aos investimentos previstos, e pelo que já foi realizado pela CSA ao longo desses 10 meses de operação no sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário do município, conforme demonstrado neste estudo.

Além disso, os principais compromissos da CSA para garantir o acesso aos serviços de saneamento são definidos por meio de indicadores específicos no contrato de concessão, que são acompanhados pelo regulatório, e visam assegurar o cumprimento das metas de universalização (GRUPO EQUATORIAL, 2022).

Porém, vale destacar que esse estudo contou com algumas limitações na obtenção de dados atualizados sobre o saneamento básico, já que Macapá não possui um plano municipal de saneamento recente publicado, assim como não há relatórios detalhados sobre a atuação da CSA disponíveis para o acesso público.

6 CONCLUSÃO

O saneamento básico está diretamente relacionado à uma melhor qualidade de vida para a população macapaense, porém, o cenário do saneamento igualitário para todos ainda está distante da realidade.

O município apresenta índices preocupantes em relação ao abastecimento de água e esgotamento sanitário, evidenciados pela deficiência dos serviços prestados, entre os anos de 2012 a 2021, com milhares de pessoas ainda sem acesso à água tratada e esgotamento sanitário eficiente.

Pode-se comprovar que a falta de investimentos no saneamento básico em Macapá impactou essa baixa evolução nos serviços durante esse período, o que é comprovado pelo *ranking* do saneamento, que demonstra que a capital amapaense sempre ocupou as últimas posições, entre os 100 maiores municípios do país, nos últimos 10 anos.

Entretanto, há boas perspectivas para o futuro devido à concessão, visto que investimentos começaram a ser aplicados a partir do ano de 2022, visando o bem-estar da população macapaense.

Pode-se destacar alguns progressos já realizados nos últimos 10 meses, como: a melhoria da estrutura da ETA, dos laboratórios de análises de qualidade de água e do sistema de captação de água bruta; a recuperação da ETE; e a aquisição de equipamentos para facilitar a limpeza da rede de esgoto.

Assim, espera-se atingir a universalização dos serviços, com um sistema de abastecimento de água disponível para 99% da população, em um período de 11 anos; e esgotamento sanitário disponível para 90% da população, nos próximos 18 anos. Contudo, torna-se evidente que esse é um grande desafio a ser enfrentado pela Concessionária de Saneamento do Amapá.

REFERÊNCIAS

ABCON SINDCON. Associação e Sindicato Nacional das Concessionárias Privadas de Serviços Públicos de Água e Esgoto. **Saneamento no Amapá**, 2020. Disponível em:

<https://www.abconsindcon.com.br/wp-content/uploads/2020/06/Saneamento-AP.pdf>

Acesso em: 20 de setembro de 2022.

_____. Associação e Sindicato Nacional das Concessionárias Privadas de Serviços Públicos de Água e Esgoto. **Panorama da participação privada no saneamento 2021: uma nova fronteira social e econômica para o Brasil**. 2021. Disponível em:

[https://www.abconsindcon.com.br/wp-content/uploads/2021/07/PAN21-BAIXA-final.p](https://www.abconsindcon.com.br/wp-content/uploads/2021/07/PAN21-BAIXA-final.pdf)

[df](https://www.abconsindcon.com.br/wp-content/uploads/2021/07/PAN21-BAIXA-final.pdf) Acesso em: 18 de novembro de 2022.

AGUIAR, A. M.S.; HELLER, L. **Saneamento básico no Brasil: perspectivas e a saúde nas cidades**. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz. 2021. Disponível em:

https://saudeamanha.fiocruz.br/wp-content/uploads/2021/11/Aguiar-AMS-Heller-L_Saneamento-b%C3%A1sico-no-Brasil_TD_76_final.pdf Acesso em 15 de outubro de

2022.

AMAPÁ, Governo do Estado. **Para manutenção, Caesa interrompe temporariamente distribuição de água**. 2016. Disponível em:

<https://www.portal.ap.gov.br/noticia/2209/para-manutencao-caesa-interrompe-temporariamente-distribuicao-de-agua> Acesso em: 10 de outubro de 2022.

ARAÚJO, E. P.; CUNHA, H. F. A.; BRITO, A. U.; CUNHA, A. C. da. Indicadores de abastecimento de água e doenças de transmissão hídrica em municípios da Amazônia Oriental. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 26, n. 6, p. 1059-1068, nov./dez.2021. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/esa/a/ghXBj7qNK66gkT9WR5YQjVG/?format=pdf&lang=pt>

Acesso em: 17 de abril de 2023.

ATHAYDES, T. V. S.; PAROLIN, M. CRISPIM, J. Q. Análise histórica sobre práticas de saneamento básico no mundo. *In: XVI Fórum Ambiental da Alta Paulista*, Tupã, SP, 2020. Disponível em:

<https://www.eventoanap.org.br/data/inscricoes/5421/form3049191469.pdf>

Acesso em: 10 de novembro de 2022.

BASTOS, Argemiro Midonês. **Modelagem de escoamento ambiental como subsídio à gestão dos ecossistemas aquáticos no Baixo Igarapé da Fortaleza – AP**. 2010. 118 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) – Universidade Federal do Amapá, Macapá, Amapá, 2010. Disponível em:

<https://www2.unifap.br/ppgbio/files/2010/05/argemiro.pdf> Acesso em: 28 de janeiro de 2023.

BNDES. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. **Relatório de avaliação de efetividade: impactos de investimentos em água e esgoto**

indicadores de saúde. 2021a. Disponível em:

https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/21362/1/RAE_v.%203%2C%20n.%207%2C%20Impactos%20de%20invesimentos%20de%20%C3%A1gua%20e%20esgoto_ago.%202021.pdf Acesso em: 10 de novembro de 2022.

_____. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. **Concessão do saneamento do Amapá: benefícios e externalidades.** 2021b. Disponível em:

https://editor.amapa.gov.br/arquivos_portais/publicacoes/SEPLAN_d206e3e132335d568411e7e0adca43c0.pdf Acesso em: 27 de outubro de 2022.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Diário Oficial, Brasília, DF, 11. jan. 2007. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm Acesso em: 14 de novembro de 2022.

_____. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000... Diário Oficial, Brasília, DF, 16. jul. 2020. Disponível em:

<https://www.in.gov.br/web/dou/-/lei-n-14.026-de-15-de-julho-de-2020-267035421> Acesso em: 14 de novembro de 2022.

_____. Ministério da Saúde, MS. Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021.

2021a. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, edição 85, seção 1, p. 127, publicado em: 07/05/2021. Disponível em: <http://www.cvs.saude.sp.gov.br/zip/PORT.GM-MS-888-21.pdf> Acesso em 27 de fevereiro de 2023.

_____. Ministério de Minas e Energia. **Equatorial vence o leilão de privatização da Companhia de Eletricidade do Amapá.** 2021b. Disponível em:

<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/equatorial-vence-leilao-de-privatizacao-da-companhia-de-eletricidade-do-amapa> Acesso em: 15 de novembro de 2022.

CAESA. Companhia de Água e Esgoto no Amapá. **Governo entrega obra que aumenta em 35% a produção de água em 27 bairros de Macapá.** 2018.

Disponível em:

<https://caesa.portal.ap.gov.br/noticia/2301/governo-entrega-obra-que-aumenta-em-35-a-producao-de-agua-em-27-bairros-de-macapa> Acesso em: 19 de abril de 2023.

CAVALCANTE, E. C.; FAUSTINO, S. M. M.; SILVA, L. M. A.; CUNHA, A. C.; OLIVEIRA, E. D. C.. Monitoramento do fitoplâncton na água bruta da ETA Macapá e inferências sobre a covid-19. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 3, p. 664-678, 2021. DOI:

<http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.003.0053>

CESAR, C.; ABDALA, L.; KRESKI, S. **ODS 6: água potável e saneamento**. 2019. Disponível em: https://www.pucsp.br/sites/default/files/download/eventos/bisus/1-agua_potavel_saneamento.pdf Acesso em 19 de novembro de 2022.

CIRILO, D. M. C.; AGUIAR, D. R. da C.; LIMA, L. D. dos S. C. Contribuições da Secretaria Municipal de Educação em Macapá (AP) para a educação ambiental. **Revista Brasileira de Educação Ambiental Revbea**, v. 17, n. 5, p. 203-223, 2022. Disponível em: https://periodicos.unifesp.br/index.php/r_evbea/article/view/12248/10042. Acesso em: 16 de novembro de 2022.

COSTA, C. C. da; GUILHOTO, J. J. M. Saneamento rural no Brasil: impacto da fossa séptica biodigestora. Engenharia Sanitária e Ambiental, edição especial, p. 51-60, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522014019010000171>

COSTA, Giovanni Paulo Ventura. **Estudo da qualidade da água distribuída à população de Macapá pelo sistema de abastecimento**. 2018. 49 p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Universidade Federal do Amapá. 2019. Disponível em: <https://tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2020/11/ESTUDO-DA-QUALIDADE-DA-%C3%81GUA-DISTRIBU%C3%8DDA-%C3%80-POPULA%C3%87%C3%83O-DE-MACAP%C3%81-PELO-SISTEMA-P%C3%9ABLICO-DE-ABASTECIMENTO.pdf> Acesso em: 23 de abril de 2023.

CSA. Concessionária de Saneamento do Amapá. **Futura empresa de água e saneamento do Amapá inicia recadastramento de clientes**. 2022a. Disponível em: <https://csa-equatorial.com.br/2022/05/20/futura-empresa-de-agua-e-saneamento-do-amapa-inicia-recadastramento-de-clientes/> Acesso em: 30 de outubro de 2022.

_____. Concessionária de Saneamento do Amapá. **CSA assume as operações de água e esgoto no Amapá com plano de investimentos para universalização dos serviços, em 2022**. 2022b. Disponível em: <https://csa-equatorial.com.br/2022/07/13/csa-assume-as-operacoes-de-agua-e-esgoto-no-amapa-com-plano-de-investimentos-para-universizacao-dos-servicos/> Acesso em: 30 de outubro de 2022.

_____. Concessionária de Saneamento do Amapá. **Em Macapá, Arsap acompanha obra da nova adutora da zona norte**. 2022c. Disponível em: <https://csa-equatorial.com.br/2023/01/27/em-macapa-arsap-acompanha-obra-da-nova-adutora-da-zona-norte/> Acesso em: 19 de abril de 2023.

_____. Concessionária de Saneamento do Amapá. **CSA faz balanço dos primeiros 100 dias de operação no Amapá**. 2022d. Disponível em: <https://csa-equatorial.com.br/2022/10/18/csa-faz-balanco-dos-primeiros-100-dias-de-operacao-no-amapa/> Acesso em: 12 de abril de 2023.

_____. Concessionária de Saneamento do Amapá. **Nossa estação de tratamento de esgoto do bairro Pedrinhas recebe e trata os resíduos coletados em Macapá e os devolve ao meio ambiente sem risco de contaminação.** 2023a. Disponível em: <https://www.instagram.com/reel/Cm9rEc3K2iQ/?igshid=YmMyMTA2M2Y%3D> Acesso em: 17 de março de 2023.

_____. Concessionária de Saneamento do Amapá. **CSA conclui reforma na ETA 2 da estação de tratamento de água de Macapá.** 2023b. Disponível em: <https://csa-equatorial.com.br/2023/03/17/csa-conclui-reforma-na-eta-2-da-estacao-de-tratamento-de-agua-de-macapá/> Acesso em: 19 de abril de 2023.

_____. Concessionária de Saneamento do Amapá. **CSA investe em novo remessa de equipamentos para captação de água do Rio Amazonas.** 2023c. Disponível em: <https://csa-equatorial.com.br/2023/03/14/csa-investe-em-novo-remessa-de-equipamentos-para-captacao-de-agua-do-rio-amazonas/> Acesso em: 10 de abril de 2023.

_____. Concessionária de Saneamento do Amapá. **Laboratório móvel fala sobre a importância da água em escola de Macapá.** 2023d. Disponível em: <https://csa-equatorial.com.br/2023/03/13/laboratorio-movel-fala-sobre-a-importancia-da-agua-em-escola-de-macapá/> Acesso em: 15 de abril de 2023.

_____. Concessionária de Saneamento do Amapá. **CSA investe em caminhão especializado em desobstrução rápida de redes de esgoto.** 2023e. Disponível em: <https://csa-equatorial.com.br/2023/02/10/csa-investe-em-caminhao-especializado-em-desobstrucao-rapida-de-redes-de-esgoto/> Acesso em: 12 de abril de 2023.

_____. Concessionária de Saneamento do Amapá. **CSA inicia mapeamento aéreo das regiões onde serão implantadas as novas redes de água e esgoto.** 2023f. Disponível em: <https://csa-equatorial.com.br/2023/04/11/csa-inicia-mapeamento-aereo-das-regioes-onde-serao-implantadas-as-novas-redes-de-agua-e-esgoto/> Acesso em: 19 de abril de 2023.

_____. Concessionária de Saneamento do Amapá. **Sistema da captação de água bruta do Rio Amazonas recebe bomba extra.** [s.d.]. Disponível em: <https://csa-equatorial.com.br/2022/12/15/sistema-da-captacao-de-agua-bruta-do-rio-amazonas-recebe-bomba-extra/> Acesso em: 10 de abril de 2023.

DAMASCENO, M. da C. S.; RIBEIRO, H. M. C.; TAKIYAMA, L. R.; PAULA, M. T. de. Avaliação sazonal da qualidade das águas superficiais do Rio Amazonas na orla da cidade de Macapá, Amapá, Brasil. **Revista Ambiente e Água**, v. 10, n. 3. p. 598-612, jul./set. 2015. DOI: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1606>

DAMKE, T; PAISINI, F. A importância da potabilidade da água no saneamento básico para a promoção da saúde pública no Brasil. **Revista Teccen**, v. 13, n. 1 p, 08-15,

jan./jun. 2020. DOI: <https://doi.org/10.21727/teccen.v13i1.2200>

DIÁRIO DO AMAPÁ. **Amapá tem o maior índice de desperdício de água do país, revela estudo.** 2022. Disponível em:

<https://www.diariodoamapa.com.br/cadernos/cidades/amapa-tem-o-maior-indice-de-desperdicio-de-agua-do-pais-revela-estudo/> Acesso em: 22 de abril de 2023.

_____. **CSA intensifica o controle para recebimento do esgoto coletado por caminhões limpa fossas.** 2023. Disponível em:

<https://www.diariodoamapa.com.br/cadernos/cidades/csa-intensifica-o-controle-para-recebimento-do-esgoto-coletado-por-caminhoes-limpa-fossas/> Acesso em: 10 de abril de 2023.

DICKSTEIN, A. C.; CHERMONT, J. **Vozes para saneamento básico**, 2020.

Disponível em:

https://www.mprj.mp.br/documents/20184/1352969/revista_ierbb_vozesparaosaneamento_final.pdf Acesso em: 15 de novembro de 2022.

ECKERT, J. A.; TURATTI, L. As concessões de serviços públicos na perspectiva da lei do saneamento básico. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 6, n. 2, p. 88-102, 2014. Disponível em:

<http://www.univates.br/revistas/index.php/destaques/article/viewFile/401/393> Acesso em: 10 de outubro de 2022.

EQUATORIAL ENERGIA. **Consórcio Marco Zero assume concessão de saneamento no Amapá**, 2021a. Disponível em:

<https://www.equatorialenergia.com.br/consorcio-marco-zero-assume-concessao-de-saneamento-no-amapa/> Acesso em: 12 de novembro de 2022.

_____. **Concessão Saneamento Amapá**, 2021b. Disponível em:

<https://api.mziq.com/mzfilemanager/v2/d/62b21cba-838c-49a4-aaef-e0fb2350c169/119e15b8-004e-6a77-6ba7-7389174fa0b9?origin=1> Acesso em: 12 de novembro de 2022.

FUNASA, Fundação Nacional de Saúde. **Cada real gasto em saneamento economiza nove em saúde.** 2017. Disponível em:

http://www.funasa.gov.br/todas-as-noticias/-/asset_publisher/lpnzx3bJYv7G/content/-cada-real-gasto-em-saneamento-economiza-nove-em-saude-disse-ministro-da-saude?inheritRedirect=false Acesso em: 08 de abril de 2023.

GEA. Governo do Estado do Amapá. **Concessão do saneamento: Waldez sanciona lei que destrava R\$ 930 mi para os 16 municípios do Amapá.** 2022.

Disponível em:

<https://www.portal.ap.gov.br/noticia/0204/concessao-do-saneamento-waldez-sanciona-lei-que-destrava-r-930-mi-para-os-16-municipios-do-amapa> Acesso em: 15 de novembro de 2022.

_____. Governo do Estado do Amapá. **Sistema de esgoto sanitário da capital**

passa por ampliação e melhoria. 2019. Disponível em: <https://www.amapa.gov.br/noticia/2510/sistema-de-esgoto-sanitario-da-capital-passa-por-ampliacao-e-melhoria> Acesso em: 15 de abril de 2023.

GO ASSOCIADOS. **Ranking do saneamento do Instituto Trata Brasil de 2023 (SNIS 2021).** 2023. Disponível em: https://saneamentobasico.com.br/wp-content/uploads/2023/03/Versao-Final-do-Relatorio_Ranking-do-Saneamento-de-2023-2023.03.10.pdf Acesso em: 15 de abril de 2023.

GONÇALVES, A. C.; SOUZA, L. C. de; BRITO, M. de; SILVA JÚNIOR, A. P. Saneamento básico: água e esgoto. *In: Simpósio Internacional de Ciências Integradas UNAERP*, Guarujá, SP, [s.d.]. Disponível em: <https://www.unaerp.br/documentos/1099-saneamento-basico-agua-e-esgoto/file> Acesso em: 10 de outubro de 2022.

GROTT, S. L.; FAÇANHA, E. B.; NERI, R.; CUNHA, H. F. A.; CUNHA, A. C. Variação espaço-sazonal de parâmetros da qualidade da água subterrânea usada em consumo humano em Macapá, Amapá, Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 23, n. 4, p. 645-654, jul./ago. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522018162018>

GRUPO EQUATORIAL. **Relatório de sustentabilidade 2022.** 2022. Disponível em: <https://ri.equatorialenergia.com.br/pt-br/divulgacao-e-resultados/relatorios-anuais-e-d-e-sustentabilidade/> Acesso em: 05 de maio de 2023.

HIDROGERON. Tratamento de água e esgoto. **Amapá: uma nova história para o saneamento básico.** [s.d.]. Disponível em: <https://hidrogeron.com/amapa-uma-nova-historia-para-o-saneamento-basico/> Acesso em: 19 de abril de 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malha municipal.** 2021a. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15774-malhas.html?=&t=acesso-ao-produto> Acesso em: 16 de outubro de 2022.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e estados**, 2021b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ap/macapa.html> Acesso em: 12 de outubro de 2022.

ICO CONSULTORIA. **Saneamento básico: proposta para a universalização e benefícios sócio-econômicos.** [s.d.]. Disponível em: https://www.ico-consultoria.com/files/ugd/a443ca_6b0e1a39feb94124a403e401add71159.pdf Acesso em: 20 de abril de 2023.

ITB. Instituto Trata Brasil. **Brasil**, 2021a. Disponível em: <https://www.painelsaneamento.org.br/localidade/compare?id=0> Acesso em: 16 de março de 2023.

_____. Instituto Trata Brasil. **Região norte**, 2021b. Disponível em: <https://www.painelsaneamento.org.br/localidade?id=1> Acesso em: 16 de março de 2023.

_____. Instituto Trata Brasil. **Amapá**, 2021c. Disponível em: <https://www.painelsaneamento.org.br/localidade?id=16> Acesso em: 16 de março de 2023.

_____. Instituto Trata Brasil. **Indicadores por localidade - Macapá**, [s.d.]. Disponível em: <https://www.painelsaneamento.org.br/explore/localidade?SE%5BI%5D=160030> Acesso em: 16 de março de 2023.

_____. Instituto Trata Brasil. **Ranking do saneamento**, 2022. Disponível em: https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2022/09/Relatorio_do_RS_2022.pdf Acesso em: 11 de novembro de 2022.

_____. Instituto Trata Brasil. **ESG e tendências no setor de saneamento no Brasil**, 2023. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2023/02/ESG-e-Tendencias-no-Setor-de-Saneamento-do-Brasil-ITB.pdf> Acesso em: 15 de março de 2023.

MACÊNA, Thais Josino de. **Saneamento básico no Brasil**: implicações do novo marco regulatório. 2021. 53 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Administração Pública) – Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, RJ, 2021. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/23247/THAIS%20JOSINO%20DE%20MAC%20%3%8aNA%20-%20TCC.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 09 de abril de 2023.

MAXIMIANO, Joyce Pereira. **Avaliação do desempenho de uma estação de tratamento de esgoto por meio de testes de hipótese**. 2021. 96 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/33386/1/Avalia%C3%A7%C3%A3oDeSempenhoEsta%C3%A7%C3%A3o.pdf> Acesso em: 16 de novembro de 2022.

MEDEIROS, L. G.; SILVA, C. H. S. T da; COELHO, L. F. de O. Saneamento básico: estudo de caso do serviço de atendimento numa microrregião do sertão paraibano. *In: Anais CONIMAS: I Congresso Internacional de Meio Ambiente e Sociedade e III Congresso Internacional de Diversidade do Semiárido*, Campina Grande, PB, 2019. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/63888> Acesso em: 22 de outubro de 2022.

MIRANDA, J.; MARQUES, R. C.; SAMPAIO, P.; SAMPAIO, R. **Estudos de direito de saneamento**. Edição Instituto de Ciências Jurídico-Políticas Centro de Investigação de Direito Público: 2020. Disponível em:

<https://repositorio.funasa.gov.br/bitstream/handle/123456789/529/Estudos%20de%20Direito%20de%20Saneamento.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 18 de outubro de 2022.

NAÇÕES UNIDAS. **Mais de 4,2 bilhões de pessoas vivem sem acesso ao saneamento básico**, 2020. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/101526-mais-de-42-bilhoes-de-pessoas-vivem-sem-acesso-saneamento-basico#:~:text=Para%20a%20ONU%2C%20o%20acesso.c%C3%B3ler a%20e%20a%20febre%20tifoide> Acesso em: 10 de novembro de 2022.

NUNES, Victor Reis de Santiago. **O setor de saneamento básico no Brasil: desafios e perspectivas**. 2015. 71 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2015. Disponível em: <http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10014809.pdf> Acesso em: 15 de novembro de 2022.

OLIVEIRA, George Matheus Dionísio de. **Proposta de uma estação de tratamento de esgoto para o município de Poço Branco/RN**. 2020. 80 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2020. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/40503/3/PropostadeumaETE_Oliveira_2020.pdf Acesso em: 11 de abril de 2023.

OLIVEIRA, Lourran Tenório de. **Avaliação dos parâmetros de qualidade de abastecimento público na cidade de Macapá**. 2021. 23 f. Monografia (Especialização em Irrigação e Gestão de Recursos Hídricos) – Campus Universitário de Capanema, Universidade Federal Rural da Amazônia, Capanema, PA, 2021. Disponível em: <http://bdta.ufra.edu.br/jspui/bitstream/123456789/1827/1/Avalia%C3%A7%C3%A3o%20dos%20par%C3%A2metros%20de%20qualidade%20da%20%C3%A1gua%20e%20abastecimento%20p%C3%BAblico%20na%20cidade%20de%20Macap%C3%A1%2C%20Amap%C3%A1.pdf> Acesso em: 15 de março de 2023.

OLIVEIRA, Odiléia Cardoso. **Cidade sustentável para a água: a sustentabilidade do sistema urbano de abastecimento de água no distrito sede de Macapá - AP**. 2016. 114 f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia) – Núcleo de Meio Ambiente, Universidade Federal do Pará, Belém, PA, 2016.

OLIVEIRA, O. C.; MORAES, S. C. de. Desafios para a sustentabilidade na gestão dos serviços de abastecimento de água na Amazônia: aspectos socioambientais e econômicos do sistema de abastecimento de água na cidade de Macapá-AP. **Revista Espacios**, v. 38, n. 22, p. 27-40, 2017. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n22/a17v38n21p27.pdf> Acesso em 03 de novembro de 2022.

OPAS, Organização Pan-Americana da Saúde, 2019. **Uma em cada três pessoas**

no mundo não tem acesso a água potável, revela novo relatório do UNICEF e da OMS. Disponível em:

<https://www.paho.org/pt/noticias/18-6-2019-uma-em-cada-tres-pessoas-no-mundo-nao-tem-acesso-agua-potavel-revela-novo> Acesso em: 14 de outubro de 2022.

PAZ, M. G. A. da; FRACALANZA, A. P.; ALVES, E. M.; SILVA, F. J. R. da. Os conflitos das políticas da água e do esgotamento sanitário: que universalização buscamos?. **Estudos Avançados**, v. 35, n. 102, p. 193-208, 2021. DOI:

<https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2021.35102.012>

PB. Problemas Brasileiros. **Infraestrutura: sem água, nem esgoto**. 2022.

Disponível em: <https://revistapb.com.br/infraestrutura/sem-agua-nem-esgoto/> Acesso em: 22 de abril de 2023.

PMSB, **Plano municipal de saneamento básico de Macapá**. 2018. Disponível em:

<https://consultapublica.portal.ap.gov.br/storage/files/1205-plano-municipal-de-saneamento-basico-de-macapa.pdf> Acesso em: 10 de outubro de 2022.

RIBEIRO, Júlia Werneck; ROOKE, Juliana Maria Scoralick. **Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública**. 2010. 36 f. Monografia (Especialização em Análise Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG, 2010. Disponível em:

<https://www.ufjf.br/analiseambiental/files/2009/11/TCC-SaneamentoeSa%C3%BADe.pdf> Acesso em: 09 de abril de 2023.

RUBIM, C. O saneamento no Brasil sob novas perspectivas com a mudança de governo. **Revista TAE**, n. 71, fev./mar. 2023. Disponível em:

<https://www.revistatae.com.br/Artigo/812/o-saneamento-no-brasil-sob-novas-perspectivas-com-a-mudanca-de-governo> Acesso em: 17 de abril de 2023.

SANTOS, C. M. B. dos; NERY, C. H. da S. Análise do atual sistema de esgotamento sanitário da cidade de Macapá em conjuntura com realização de estudo de caso dos sistema de esgoto encontrado no bairro central. **Revista Científica Multidisciplinar do CEAP**, v. 4, n. 1, p. 1-9, jan./jun. 2022. Disponível em:

<http://periodicos.ceap.br/index.php/rcmc/article/view/164> Acesso em: 10 de outubro de 2022.

SEPLAN. Secretaria do Planejamento do Estado do Amapá, 2022a. **Projeto de Lei da Revisão do Plano Plurianual: PPA AP 2020 2023**: (Lei nº 2.707 de 18 de maio de 2022). Disponível em:

https://editor.amapa.gov.br/arquivos_portais/publicacoes/SEPLAN_2b29fcffe91a85dde49e58b0331550bc.pdf Acesso em: 17 de Novembro de 2022.

_____. Secretaria do Planejamento do Estado do Amapá, 2022b. **Relatório anual de atividades do governo do estado do Amapá - 2021**. Disponível em:

https://editor.amapa.gov.br/arquivos_portais/publicacoes/SEPLAN_8087244ee514d2e7e09387b85cb84357.pdf Acesso em: 18 de outubro de 2022.

SILVA, Thiago Ferreira da. **Desenvolvimento de uma ferramenta para acompanhamento de plano municipal de saneamento**. 2016. 60 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/166766/TCC%20-%20Thiago%20Ferreira%20da%20Silva%20Vers%C3%A3o.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 20 de outubro de 2022.

SNIS. Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento. **Panorama do saneamento básico no Brasil**, 2021. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/produtos-do-snis/PANORAMA_DO_SANEAMENTO_BASICO_NO_BRASIL_SNIS_2021compactado.pdf Acesso em: 15 de setembro de 2022.

VIEGAS, C. J. T.; SOUSA, T. S.; CUNHA, H. F. A.; CUNHA, A. C. Sistema de esgotamento sanitário e casos de diarreia em Macapá/AP. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 2, p. 303-316, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.002.0028>

VILLAS BOAS, Isabela. **Análise da eficiência da estação de tratamento de esgoto do município de Itauçu – Goiás**. 2019. 42 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, GO, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/861/1/TCC%20-%20ISABELA%20CRISTINA.pdf> Acesso em: 18 de outubro de 2022.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: introdução à qualidade da água e ao tratamento de esgotos**. 4. ed. v. 1. Belo Horizonte: UFMG, 2014.

WHO, World Health Organization; United Nations Children's Fund (UNICEF). 2017. **Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2017 updates and SDG Baselines**. Disponível em: <https://www.who.int/mediacentre/news/releases/2017/launch-version-report-jmp-water-sanitation-hygiene.pdf> Acesso em: 20 de novembro de 2022.