



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS - UFAL
INSTITUTO DE QUÍMICA E BIOTECNOLOGIA – IQB
QUÍMICA TECNOLÓGICA E INDUSTRIAL



DAIANE SOARES DOS SANTOS

AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS DE TRATAMENTO DE EFLUENTES SANITÁRIOS
DA CIDADE DE MACEIÓ – AL

Maceió - Al

2023

DAIANE SOARES DOS SANTOS

AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS DE TRATAMENTO DE EFLUENTES SANITÁRIOS DA
CIDADE DE MACEIÓ - AL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Química e Biotecnologia (IQB)
da Universidade Federal de Alagoas (UFAL),
como requisito parcial para obtenção do grau de
Bacharel em Química Tecnológica e Industrial.

Orientador prof. Dr.: José Edmundo Accioly de
Souza

Maceió – Al

2023

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

- S237a Santos, Daiane Soares dos.
Avaliação dos sistemas de tratamento de efluentes sanitários da cidade de Maceió - AL / Daiane Soares dos Santos. – Maceió, 2023.
48 f. : il.
- Orientador: José Edmundo Accioly de Souza.
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Química Tecnológica e Industrial) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Química e Biotecnologia. Maceió, 2023.
- Bibliografia: f. 40-42.
Anexos: f. 43-48.
1. Águas residuais - Purificação. 2. Efluentes - Maceió (AL). 3. Meio ambiente. 4. Corpos hídricos. I. Título.
- CDU: 628.4(813.5)



Universidade Federal de Alagoas (UFAL)
Instituto de Química e Biotecnologia (IQB)

Av. Lourival de Melo Mota, s/n, Campus A.C. Simões,
Maceió-AL, 57072-970, Brasil.

www.iqb.ufal.br // Tel: (82) 3214-1384/1189



Universidade Federal de Alagoas (UFAL)
Instituto de Química e Biotecnologia (IQB)

Av. Lourival de Melo Mota, s/n, Campus A.C. Simões,
Maceió-AL, 57072-970, Brasil.

www.iqb.ufal.br // Tel: (82) 3214-1384/1189

ATA DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DE TCC - IQB

1. Data da apresentação do TCC: 29/05/2023
2. Aluno / matrícula: Daiane Soares dos Santos / 14210209
3. Orientador(es) / Unidade Acadêmica: Prof. Dr.: José Edmundo Accioly de Souza / Instituto de Química e biotecnologia (IQB) – UFAL
4. Banca Examinadora (nome / Unidade Acadêmica): 5. Dr.: José Edmundo Accioly de Souza / IQB (Presidente) Nota:9,5 Dra.: Carmem Lúcia de Paiva e Silva Zanta / IQB (1ª Avaliadora) Nota:9,5 Dra.: Juliana Cristina Pereira Lima Paulino / IQB (2ª Avaliadora) Nota:9,5
6. Título do Trabalho: Avaliação dos Sistemas de Tratamento de Efluentes Sanitários da Cidade de Maceió - Al
7. Local: Instituto de Química e biotecnologia – UFAL
8. Apresentação: Horário início: 9:00 Horário final: 9:40 Arguição: Horário início: 9:45 Horário final: 10:50
9. Nota final: 9,5 (nove e meio)
10.
11. Justificativa da nota. Em caso de APROVAÇÃO COM RESTRICÇÕES, indicar as principais alterações que devem ser efetuadas no trabalho para que o mesmo venha a ser aprovado.

Em sessão pública, após exposição do seu trabalho de TCC por cerca de 45 minutos, o candidato foi arguido oralmente pelos membros da banca por 1:05 minutos, tendo como resultado:

APROVADO

APROVADO COM RESTRICÇÕES – mediante modificações no trabalho que foram sugeridas pela banca como condicional para aprovação.

NÃO APROVADO.




Universidade Federal de Alagoas (UFAL)
Instituto de Química e Biotecnologia (IQB)
Av. Lourival de Melo Mota, s/n, Campus A.C. Simões,
Maceió-AL, 57072-970, Brasil.
www.iqb.ufal.br // Tel: (82) 3214-1384/1189




Na forma regulamentar foi lavrada a presente ata que é abaixo assinada pelos membros da banca, na ordem acima determinada, e pelo candidato:

Maceió 29 de Maio de 2023

Documento assinado digitalmente
 JOSE EDMUNDO ACCIOLY DE SOUZA
Data: 29/05/2023 22:18:21 -0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Presidente

Documento assinado digitalmente
 CARMEM LUCIA DE PAIVA E SILVA ZANTA
Data: 29/05/2023 22:52:18 -0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

1º avaliadora

Documento assinado digitalmente
 JULIANA CRISTINA PEREIRA LIMA PAULINI
Data: 30/05/2023 14:15:39 -0300
Verifique em <http://validar.itl.gov.br>

2º avaliadora

RESUMO

Sistemas de tratamento de efluente são um conjunto de métodos adotados para tratar águas residuárias provenientes de casas, edifícios comerciais, indústrias e entre outros. Um sistema adequado realiza o tratamento do efluente e após tratado, a água retorna para o meio ambiente prevenindo ocorrências como a propagação de doenças de veiculação hídrica e poluições, além de garantir o desenvolvimento e qualidade de vida de uma população. O lançamento inadequado de efluente sem tratamento é um dos maiores problemas ambientais do Brasil atualmente. Estudo realizado em 2020 através do Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS), mostra que mais de 100 milhões de brasileiros vivem sem acesso à uma rede coletora de efluente e grande parte das cidades possuem deficiência de tratamento, não dispondo de um planejamento adequado para mitigar o problema. De acordo com a Companhia de Saneamento de Alagoas (2022), a cidade de Maceió possui os seguintes sistemas de tratamento de efluente: Fossas-filtro, lagoas de estabilização, sistema de disposição oceânica e tratamento por lodo ativado. Este trabalho busca apresentar através de pesquisa bibliográfica, os principais sistemas de tratamento de efluente sanitário utilizados na cidade de Maceió localizada no estado de Alagoas, e avaliar o sistema que apresenta maior resultado para as demandas de tratamento de efluente da cidade. Ao final do trabalho foi apresentado o sistema de tratamento que melhor atende a população e fornece um índice de tratamento eficaz quanto ao tratamento de efluente doméstico, prevenindo ocorrências como o lançamento irregular de efluente em corpos hídricos e em vias públicas.

Palavras-chave: sistemas de tratamento; efluente sanitário; águas residuárias; meio ambiente; corpos hídricos.

ABSTRACT

Wastewater treatment systems are used to treat wastewater from homes, commercial buildings, etc. An adequate system performs the treatment of the treatment and after the treatment, for the environment preventing the occurrences of a development that allows the occurrence of diseases, of propagation in addition to protecting the population and the quality of life of life. The innovative launch of access to one of the biggest environmental problems in Brazil today, since according to the National Sanitation Access System (SNIS), more than 100 million Brazilians live without a sewage collection network and most cities have a deficiency in treatment, not having adequate planning to mitigate the problem. According to Companhia de Saneamento de Alagoas (2022), the city of Maceió has the following sewage treatment systems: Filter pits, stabilization ponds, ocean supply system and activated sludge treatment. This work presents the research of bibliographic research, the main sanitary effluent treatment systems used in Maceió are not located in the evaluation state of Alagoas, and the system that has the greatest result for the city's effluent treatment demands. At the end of the work, the treatment system that best serves the population was presented and provides an effective treatment rate for the treatment of domestic sewage, preventing occurrences such as the irregular release of sewage into water bodies and on public roads.

Keywords: treatment systems; sanitary effluent; wastewater; environment; water bodies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sistema de Disposição Oceânica de Maceió	27
Figura 2 - Sistema de Lagoas de Estabilização Benedito Bentes	31
Figura 3 - Sistema de tratamento por Lodo Ativado Benedito Bentes	33
Figura 4 – Filtro Anaeróbio de Fluxo Ascendente	34
Figura 5 - Sistema Fossas – Filtro de Maceió	35
Figura 6 – Sistema Fossa-Filtro de Maceió	36
Figura 7 - Sistema Fossa-Filtro de Maceió	36
Figura 8 - Evolução da Coleta Total de Efluente	38

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Relação entre os principais constituintes do efluente e seus impactos no meio ambiente_____	17
Tabela 2 - Estações Elevatórias de Efluente da bacia Sudoeste_____	23
Tabela 3 - Estações Elevatórias de Efluente da bacia Sudeste_____	24
Tabela 4 - Estação Elevatória de Efluente da bacia Reginaldo/Salgadinho_____	25
Tabela 5 – Principais padrões CONAMA nº 430/11_____	28
Tabela 6 - Padrões CONAMA nº 274 11/2000 para águas impróprias_____	28
Tabela 6 - Indicadores de Atendimento e Tratamento de efluente de Maceió_____	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento
Casal	Companhia de Saneamento de Alagoas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
UNICEF	Fundo das Nações Unidas para a Infância
OMS	Organização Mundial da saúde
SESP	Serviço Especial de Saúde Pública
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
ANA	Agência Nacional de Águas
SAEM	Serviço de Água e Efluente de Maceió
IMA/Al	Instituto do Meio Ambiente de Alagoas
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
PPP	Parceria Público Privado

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVOS	10
2.1. GERAL	10
2.2. ESPECÍFICOS	10
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
3.1. BREVE RESUMO SOBRE A EVOLUÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL	11
3.2. LEI FEDERAL DO SANEAMENTO	13
3.2.1. Marco legal do saneamento	14
3.3. EFLUENTES INDUSTRIAIS E SANITÁRIOS	15
3.3.1. Efluente industrial	15
3.3.2. Efluente sanitário	16
3.3.3. Constituintes do efluente sanitário	16
4. BREVE RESUMO SOBRE A EVOLUÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO EM MACEIÓ	19
5. METODOLOGIA	21
6. DESENVOLVIMENTO	22
6.1. OS SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE MACEIÓ	22
6.2. BACIAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	22
6.2.1. Bacia Sudoeste	22
6.2.2. Estações Elevatórias de Efluente	23
6.2.3. Bacia Sudeste	23
6.2.4. Estações Elevatórias da Bacia Sudeste	24
6.2.5. Bacia do Reginaldo/Salgadinho	25
6.2.6. Estação Elevatória Reginaldo/Salgadinho	25
6.3. SISTEMA DE DISPOSIÇÃO OCEÂNICA	25
6.3.1. Eficiência dos Sistemas de Tratamento	28
6.3.2. Eficiência do sistema de disposição oceânica Emissário Submarino	29
6.4. LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO	29

6.4.1. Eficiência do sistema de Lagoas de Estabilização	31
6.5. TRATAMENTO POR LODO ATIVADO	32
6.5.1. Eficiência do sistema de tratamento por Lodo Ativado	33
6.6. SISTEMAS DE FOSSAS-FILTRO	34
6.6.1. Eficiência dos sistemas de Fossas-Filtro	35
7. RESULTADOS	37
8. CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS	40
ANEXO A – Eficiência do sistema de Disposição Oceânica	43
ANEXO B – Eficiência das Lagoas de Estabilização	44
ANEXO C – Eficiência do sistema de Lodo Ativado	47
ANEXO D – Eficiência do sistema de Fossa-filtro	48

1 INTRODUÇÃO

Maceió é um município, capital do estado de Alagoas, localizado no Nordeste brasileiro, popularmente conhecida como “paraíso das águas” devido a sua grande diversidade em corpos d’água e da sua biodiversidade. Possui cerca de 40 km de costa marítima e 17 lagoas que abrigam um ecossistema rico em espécies de vida marinha e vegetações (REVISTA MUSEU, 2020). A cidade possui área territorial de 509,320 Km² e uma população de 1.031.597 pessoas, números contabilizados a partir de dados do IBGE censo de 2021.

O saneamento básico tem papel importante na preservação do meio ambiente, pois ele gere o sistema de abastecimento, distribuição de água e o tratamento adequado do efluente sanitário. Também é responsável pela limpeza de áreas públicas através de coletas e destino final do lixo e está diretamente relacionado ao desenvolvimento econômico do país, pois a água quando maltratada provoca problemas de saúde a população, gera despesas públicas e afeta setores como o turismo e mercado de trabalho (TRATA BRASIL, 2020).

De acordo com o portal SNIS, em 2020 a rede coletora da cidade contemplava apenas 43% da população, o que gera grandes preocupações em relação a qualidade de vida dos habitantes e a quantidade de efluente bruto que está sendo lançada sem tratamento adequado no meio ambiente, provocando diversos problemas ambientais sendo um deles o aparecimento das chamadas línguas sujas, nome dado ao encontro do efluente bruto com o corpo hídrico que causa a contaminação das águas e por consequência a morte de espécies marinhas.

Os sistemas de tratamentos de efluente através de várias etapas de tratamento que serão discutidos neste trabalho, têm o propósito de coletar o efluente doméstico, remover poluentes e constituintes que podem causar doenças na população e danos ao meio ambiente. Dessa forma, o efluente tratado dentro dos parâmetros estabelecidos pela legislação ambiental e autoridades regulatórias federais, pode ser lançado ou utilizado como água de reuso para demandas da cidade, preservando assim o meio ambiente e evitando a proliferação de doenças através do contato direto entre pessoas e o efluente bruto.

Este trabalho tem como objetivo avaliar os principais sistemas de tratamento de efluente sanitário da cidade de Maceió e mostrar a importância do tratamento de efluente para melhoria da qualidade de vida da população.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Este trabalho tem o objetivo avaliar os principais sistemas de tratamento de efluentes da cidade de Maceió no estado de Alagoas e analisar a eficiência de tratamento para cada sistema apresentado;

2.2 ESPECÍFICOS

- Fazer um resumo bibliográfico sobre a evolução do saneamento básico no Brasil;
- Mostrar os principais sistemas de tratamento de efluentes presentes na cidade de Maceió e avaliar aquele (s) que atende (m) melhor a população;

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 BREVE RESUMO SOBRE A EVOLUÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL

O saneamento básico é o conjunto de infraestrutura e serviços prestados de abastecimento de água, coleta e tratamento de efluentes, limpeza e drenagem urbana, manejo de resíduos sólidos e de águas pluviais, tem papel fundamental na preservação do meio ambiente e na saúde da população (TRATA BRASIL, 2020).

A evolução do saneamento está diretamente relacionada com a sobrevivência da espécie humana, pois a água, item essencial para a sobrevivência das espécies, quando contaminada provoca a contaminação do meio ambiente, podendo provocar a extinção de animais, contaminar os solos, mares e propagar a contaminação de doenças de veiculação hídrica que afetam a saúde e a qualidade de vida do indivíduo. Estudos apresentados em 2019 pela UNICEF e OMS, relatam que os mais afetados pela falta de saneamento são principalmente adultos com saúde debilitada e crianças, onde cerca de 1,5 milhões de crianças de até 5 anos morrem ao ano afetadas pela diarreia, doença provocada pelo contato com alimentos e água contaminada.

No cenário brasileiro, o saneamento não está apenas relacionado com as formações das cidades, práticas de controle dos recursos hídricos e rejeitos eram adotadas pelos indígenas antes da chegada dos europeus como forma de evitar a contaminação por doenças.

De acordo com a literatura, os índios utilizavam de sistemas de armazenamento de água e descarte de dejetos e resíduos, como práticas de cuidado coletivo para garantir a saúde da aldeia. Confeccionavam recipientes utilizando barro e argila como matéria prima para depositarem água para consumo, havia também um cuidado com os dejetos, onde costumavam delimitar áreas distantes das aldeias para serem usadas em suas necessidades fisiológicas como para descarte de rejeitos.

Nesta época, os índios viviam em ambiente isolado de outros povos e mantinham uma rotina de assiduidade com banhos diários e consumo de água pura, dessa forma, eram pouco expostos a doenças e conseguiam manter um estado de saúde equilibrado (REZENDE et al.,2015).

Com a chegada dos europeus, cidades e povoados foram construídas para abrigar um maior número de pessoas, o saneamento básico no período colonial se resumia a drenagem de terrenos e construção de poços e chafarizes que abasteciam gratuitamente a população.

Neste período, o trabalho de escavação dos poços, captação, distribuição da água e destino dos resíduos eram realizados pela própria população e por pessoas escravizadas que eram encarregadas de captar a água e levar até a residência de seus senhores, também eram responsáveis pela destinação final dos dejetos.

Os escravizados pejorativamente chamados de tigres, nome em referência aos respingos de fezes que caíam em sua pele durante o transporte da carga, eram responsáveis por recolher os excrementos através de carroças ou vasilhames e descartá-los no mar ou em valas comuns (MURTHA et al., 2015).

O descarte dos dejetos por vezes era feito no mesmo corpo receptor onde se retirava a água para consumo e atividades domésticas, por consequência a esse modo de vida, doenças começaram a surgir e rapidamente se espalhar pela população, chamando atenção para a necessidade de se estabelecer um sistema de tratamento de água e resíduos.

Um sinal de avanço no sistema de saneamento só ocorreu em 1723 na cidade do Rio de Janeiro, onde foi construído o primeiro aqueduto do país formado por cal e pedras, a obra era responsável por transportar através de canos, a água da nascente do rio Carioca para a população da cidade (Diário do Rio,2015).

A mudança da corte portuguesa para o Brasil provocou um aumento populacional que a partir daí crescia de forma exponencial, por consequência houve um aumento na demanda por saneamento. O serviço que antes era de encargo do indivíduo passou a ser responsabilidade do estado, sendo uma das medidas adotadas pelo governo imperial, a de criar uma organização dos serviços de saneamento, onde cada província entregavam as concessões a companhias estrangeiras que ficavam encarregadas do sistema de esgotamento sanitário e abastecimento de água (SILVA,1998).

Em 1876 a cidade do Rio de Janeiro foi a pioneira em nível mundial a instalar a primeira estação de tratamento de água (ETA), o decantador Dortmund que possuía seis filtros rápidos de pressão ar/água (BARROS,2014).

Entretanto, os sistemas de esgotamento sanitário e abastecimento de água eram insuficientes pois só atendiam a uma parcela das famílias que moravam nos centros urbanos, gerando grande insatisfação da população em relação aos serviços prestados pelas empresas privadas, tal situação permaneceu até o início do século XX, quando o Brasil estatizou o sistema de saneamento, nesta época o país sofria com epidemias como varíola, cólera e febre amarela.

Com o intuito de tratar a água e evitar a proliferação de doenças hídricas, foi criado em 1912 o sistema de separador absoluto na cidade de São Paulo, responsável por tratar as águas residuárias que eram coletadas e transportadas através de um sistema de drenagem pluvial (SILVA,1998).

As iniciativas de controle sanitário se intensificaram em respostas as doenças que se alastravam entre a população, dessa forma, em 1940 iniciou a comercialização dos serviços de saneamento (BARROS,2014). Esse período corresponde a era Vargas no Brasil, e foi marcado pelo aumento do êxodo rural e maior investimento do Estado no setor da saúde pública, através de financiamentos para o abastecimento de água com o apoio e influência do Serviço Especial de Saúde Pública (SESP), conhecida atualmente como Fundação Nacional de Saúde (FUNASA).

No final dos anos 60 e início dos anos 70, foi criado o Banco Nacional da Habitação (BNH), que passa a ser a maior fonte de recurso para o setor de saneamento no Brasil, os investimentos do BNH possibilitaram a criação do Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), que concedeu maior autonomia ao setor de saneamento, expandindo o acesso a água e ao tratamento de efluente (ROSITO,2019). De acordo com Telles (1984), o Rio de Janeiro foi a quinta cidade do mundo a utilizar um sistema de coleta de efluente inaugurado em 1986.

Desde então, o saneamento básico tem evoluído através da criação de órgãos destinados a fiscalização e gestão dos sistemas de tratamento, com legislações que regulam o uso da água e padrões necessários para tratamento e lançamento de efluentes tratados.

A constante evolução do saneamento tem o objetivo de garantir saneamento básico adequado que atenda toda a população brasileira.

3.2 LEI FEDERAL DO SANEAMENTO

Com o objetivo de sanar problemas que envolvem saúde pública e poluição ambiental, foi criada em 2007 a lei federal do saneamento básico nº 11.445/07, que estabelece o conceito nacional de saneamento como um conjunto de serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos, drenagem do solo e entre outros serviços.

A lei federal foi estruturada a partir do PLANASA, que tinha como meta expandir os serviços de saneamento por meio da criação de companhias estatais correspondentes a cada estado da federação (HOHMANN,2012). A partir da lei foram instituídas diretrizes de fiscalização e regulação para limpeza urbana através de coleta de resíduos sólidos e do efluente sanitário, transporte e manejo desses resíduos e seus respectivos tratamentos.

Mesmo após a implementação da lei federal, a universalização do saneamento ainda é um desafio a ser conquistado, de acordo com dados do SNIS em 2020, apenas 84% da população brasileira se encontrava contemplada pelo abastecimento de água tratada, e 55% da população a uma rede coletora de efluente.

Em decorrência da grande quantidade de efluente lançada no meio ambiente sem os devidos tratamento, os casos de poluição hídricas começaram a aumentar. De acordo com relatório divulgado pela Agência Nacional de Águas (ANA), mais de 110 mil Km de rios tem suas águas comprometidas pela quantidade de matéria orgânica presente em decorrência do lançamento de efluente bruto, sendo os corpos d'água mais poluídos aqueles que estão localizados próximos a áreas urbanas.

A poluição dos recursos hídricos devido à altas taxas de matéria orgânica, ocorre quando não há um sistema de coleta e destino do efluente para uma estação de tratamento, como resultado o efluente é lançado em diversos locais inapropriados, como fossas irregulares, lançamento direto no solo e em corpos d'água (ANA,2015).

3.2.1 Marco legal do saneamento

Com o propósito de atualizar e alterar algumas diretrizes da Lei do Saneamento Básico (Lei nº 11.445/2007), novo marco legal do saneamento foi sancionado em julho de 2020 e regulamentado pela Lei nº 14.026/2020.

De acordo com o portal do Governo Federal do Brasil, no novo marco legal do saneamento não haverá limite para concessão dos serviços deste setor para Parceria Público Privado (PPP), onde a lei nº 11.445/2007 limitava a 25%. A meta do marco legal é a universalização do sistema de saneamento no Brasil, ou seja, expandir até 2033 o número de brasileiros com acesso a água potável e coleta de efluente, visando que até 99% da população tenha acesso a água tratada e 90% a uma rede coletora de efluente e seu respectivo tratamento.

Para alcançar as metas propostas, o governo viabilizou o investimento de empresas privadas no serviço de saneamento através de licitações, podendo concorrer ao processo prestadores de serviços públicos e privados (AGÊNCIA BRASIL, 2020).

Esse serviço prestado por entidades privadas atendia cerca de 7% dos municípios brasileiros, antes da sanção do novo marco regulatório, atualmente a intenção é que em 2033 essa cobertura de serviço alcance 50% dos municípios (FADINI, 2021).

Em Alagoas, o sancionamento do novo Marco Legal do Saneamento provocou a concessão da CASAL para empresas privadas que ficaram responsáveis por operar partes dos sistemas de abastecimento de água e tratamento de efluente do estado. Logo, as estações de tratamento de efluente que anteriormente eram operadas pela Casal, passaram a ser de responsabilidade das empresas privadas que ganharam a concessão da companhia (AA CARVALHO, 2022).

3.3 EFLUENTES INDUSTRIAIS E SANITÁRIOS

O termo efluente é utilizado para denominar o efluente que por vez consiste nas águas residuárias provenientes de uso doméstico, comercial, industrial ou agrícola. Por ser gerado de diversas formas a partir do consumo da água, o efluente tem suas características diretamente relacionadas ao ambiente gerador e a determinadas estações ao longo do ano.

A evolução da sociedade e os avanços tecnológicos também apresentam grande influência na composição de um efluente, pois a partir da evolução de uma sociedade são incorporados aos efluentes compostos novos e de difícil degradação, tornando a caracterização do efluente necessária para avaliar a eficiência dos atuais sistemas de tratamento (LOPES,2015).

Os efluentes são comumente classificados como sanitários ou industriais.

3.3.1 Efluente industrial

O efluente industrial é a água descartada após uso nos processos industriais. Esse tipo de efluente é extremamente diverso pois as suas características estão diretamente relacionadas com as atividades industriais adotadas pela entidade em questão e os métodos de tratamento utilizados são específicos para cada tipo de atividade desenvolvida, dessa forma, para que seja estabelecida um padrão de tratamento, uma amostra do efluente em questão deve ser retirada e

levada para análises com o intuito de se estabelecer um método adequado para o tratamento do efluente industrial (JORDÃO et al.,1975).

3.3.2 Efluente sanitário

De acordo com o Manual do Saneamento (2004), efluente sanitário é todo efluente oriundo de atividades domésticas, comerciais ou quaisquer instituições que disponha de banheiros, lavanderias e cozinhas, além de possuir quantidades de águas pluviais que são originadas das águas das chuvas que quando não absorvidas pelo solo se incorporam ao efluente.

Apresenta em sua composição cerca de 99% em água e 1% de sólidos, sendo seus constituintes formado por matéria orgânica e inorgânica, onde 70% dos sólidos presentes são de origem orgânica.

O efluente doméstico também é uma fonte de microrganismos biológicos, como algas, bactérias, protozoários e vírus. Dentre esses microrganismos as bactérias se destacam por serem responsáveis pelo processo de degradação da matéria orgânica presente no efluente bruto, esse processo de degradação ocorre naturalmente na natureza e nas estações de tratamento, auxiliando no processo de tratamento.

Neste trabalho focaremos nos processos e na importância de tratamento do efluente sanitário.

3.3.3 Constituintes do efluente sanitário

O efluente sanitário é constituído por diversos componentes que estão diretamente relacionados com as atividades empregadas no uso da água de determinada região, tornando extremamente complexo analisar quantitativamente cada constituinte presente no efluente, dessa forma a literatura busca caracterizar apenas os componentes mais importantes.

Nas estações de tratamento de efluente, são empregados testes físico-químicos para identificar e quantificar os principais constituintes presentes no efluente, com o intuito de removê-los parcialmente ou totalmente, visto que cada constituinte tem potencial para provocar danos a população e ao meio ambiente quando o efluente bruto é lançado sem tratamento.

A Tabela 1 relaciona alguns dos principais constituintes presentes no efluente doméstico, com seus respectivos potenciais causadores de danos ao meio ambiente.

Tabela 1 - Relação entre os principais constituintes do efluente e seus impactos no meio ambiente

CONSTITUINTES	IMPACTOS AMBIENTAIS
Sólidos suspensos	Provoca depósitos de lodos e condições anaeróbias quando lançado no ambiente aquático.
Orgânicos biodegradáveis	Composto principalmente por gorduras, carboidratos e proteínas, podem causar condições sépticas e a depleção dos recursos de oxigênio.
Orgânicos refratários	Surfactantes, fenóis e pesticidas que provocam a formação de espumas em ambientes aquáticos e quando lançado no solo podem provocar a contaminação das águas subterrâneas.
Poluentes prioritários	Compostos orgânicos e inorgânicos com potencial ou suspeita de provocar carcinogenicidade, mutagenicidade além de possuir elevado teor tóxico.

Tabela 1 - Relação entre os principais constituintes do efluente e seus impactos no meio ambiente

(continua)

Organismos patogênicos	Provoca a contaminação da água e conseqüentemente a transmissão de doenças para os seres humanos.
Nutrientes	Carbono, Nitrogênio, Fósforo e entre outros, que quando lançado no solo pode provocar a contaminação de águas subterrâneas.

Fonte: Adaptado do livro TCHOBANOGLOUS et al., 2016.

4 BREVE RESUMO SOBRE A EVOLUÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO EM MACEIÓ

Para chegar a uma estação de tratamento, o efluente doméstico percorre um longo caminho que começa nos encanamentos do estabelecimento gerador, passando pela rede de efluente pública, composta por encanações de maior diâmetro e espessura, em seguida é encaminhado para uma Estação de Tratamento de Efluente (ETE), onde será tratado e devolvido ao meio ambiente.

O manual do saneamento (2004), determina que o sistema de esgotamento sanitário de uma região se caracteriza pelas etapas de coleta e transporte do efluente até uma estação de tratamento, onde será submetido a um processo de remoção de parte da matéria orgânica e microrganismos patogênicos presentes, em seguida o efluente tratado é devolvido ao corpo receptor que podem ser rios, lagos, mares ou até mesmo disposto no solo quando dentro dos parâmetros adequados para não causar danos aos recursos hídricos e preservar a saúde pública.

De acordo com o Plano de Saneamento Básico da Cidade de Maceió (2017), os serviços de coleta do efluente sanitário se iniciaram na primeira metade do século XX através da criação da Companhia das Águas de Maceió, esse sistema abrangia apenas alguns bairros da cidade, que nesta época ainda estava em desenvolvimento urbano.

Em 1949 foi criado o Serviço de Água e Efluente de Maceió (SAEM), que oferecia uma cobertura maior em questões de esgotamento sanitário e abastecimento de água. Através da SAEM foram implantados os primeiros coletores de efluente e o sistema de abastecimento de água Catolé/Cardoso. Com o constante aumento da população e a necessidade de expandir o sistema de saneamento da cidade, o governo do estado criou em 1962 a Companhia de Abastecimento de Água e Saneamento do Estado de Alagoas (CASAL), responsável não só pelas demandas de saneamento da capital, mas de todos os centros populacionais do estado de Alagoas.

Em 1984 através da CASAL, o governo do estado iniciou as principais obras de abastecimento de água e coleta do efluente sanitário, o sistema de águas Pratygy e o sistema de disposição oceânica, Emissário Submarino de Efluentes Sanitários.

Apesar dos investimentos para a melhoria do setor, a evolução do saneamento básico na cidade ainda se desenvolve de forma lenta, segundo dados divulgados pelo portal Trata Brasil,

em 2018 o sistema de esgotamento sanitário da cidade de Maceió contemplava cerca de 42,19% da população da cidade e apenas 44,6% dos efluentes eram tratados (TRATA BRASIL, 2018).

Dessa forma, a maior parte do efluente gerado na cidade não passava pelo sistema de coleta e transporte até uma estação de tratamento, conseqüentemente o destino desse efluente é ser descartado de diversas formas ilegais como lançamento direto no solo, rios, mares ou em vias públicas.

A maior parte das ligações ativas para captação do efluente sanitário em Maceió se encontram presentes na parte baixa da cidade, contemplando os bairros mais próximos da orla e o centro da cidade, por outro lado, na parte alta da cidade e nos bairros mais pobres há uma grande deficiência de rede coletora.

Em 2020 após o sancionamento do novo Marco Legal do Saneamento, houve a concessão da CASAL para empresas privadas que ficaram responsáveis por operar partes dos sistemas de abastecimento de água e tratamento de efluente de Maceió, região metropolitana e interior do estado.

O consórcio com empresas privadas tem o objetivo de trazer investimentos para o setor visando expandir em 99% o acesso da população a água potável e aumentar para 90% a rede coletora de efluente da cidade, até o 11º ano de contrato (Casal, 2021).

5 METODOLOGIA

Este trabalho consiste em uma pesquisa básica estratégica direcionada para uma análise de estudo de caso através de revisões bibliográficas de documentos digitais, interpretação de dados estatísticos e acesso a banco de dados de empresas e órgãos do setor com a finalidade de avançar no conhecimento sobre os principais sistemas de tratamento de efluente sanitário da cidade de Maceió - Al, onde este trabalho servirá como base para uma pesquisa aplicada futura.

As informações expostas neste trabalho sobre o sistema de coleta e tratamento de efluente em Maceió foram retiradas do Plano de Saneamento Básico do Município de Maceió (2017), e através do portal Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS).

Os dados sobre a eficiência das estações de tratamento de efluente (ETE) de Maceió, foram fornecidos pela Companhia de Saneamento de Alagoas (Casal) e o Instituto do meio Ambiente de Alagoas (IMA/Al), correspondentes às atividades desenvolvidas pela Casal até o ano de 2020.

6 DESENVOLVIMENTO

As informações e dados abordados neste capítulo referentes aos Sistemas de Tratamento de Efluente da cidade de Maceió, foram fornecidos através de documentos digitais disponibilizados pelo Instituto do Meio Ambiente de Alagoas e Casal. As informações correspondem as atividades desempenhadas pela Casal até o ano de 2020, ou seja, antes do Marco Legal do Saneamento ser regulamentado.

6.1 OS SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE MACEIÓ

De acordo com a Casal, o sistema coletivo de esgotamento sanitário de Maceió, é constituído de estações elevatórias para transposição de vazões, estações de tratamento de efluente de grande porte e sistemas compactos de tratamento de efluente.

Os sistemas operados pela Casal na cidade de Maceió são divididos em três partes, sendo eles: Sistema de Disposição Oceânica, Sistemas de Lagoas de Estabilização, Sistemas Condominiais de Tratamento por Lodo Ativado e sistemas de fossas-filtro.

6.2 BACIAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

A cidade de Maceió possui três bacias de esgotamento sanitário que fazem parte do plano de esgotamento sanitário da cidade. A seguir serão apresentadas informações a respeito da rede coletora e estações elevatórias presentes em cada bacia.

6.2.1 Bacia Sudoeste (Lagunar)

Implantada na década de 90 e expandida no ano de 2009 é a bacia mais recente da cidade, atende totalmente os bairros do Prado, Trapiche da Barra, Pontal da Barra, Ponta Grossa, Vergel do Lago, Levada, Petrópolis, Santo Amaro, Chã de Jaqueira, Chã de Bebedouro, Bebedouro, Pinheiro, Mutange, Bom Parto, e parcialmente os bairros Centro, Farol, Gruta da Lourdes, Fernão Velho e Santa Amélia. Apesar de ser a bacia que menos apresenta danos em suas tubulações, apenas 30% da população é atendida pelo sistema de coleta de efluente, grande parte dos moradores se encontram em áreas irregulares o que provoca um constante despejo de efluente em vias públicas que conseqüentemente desaguam no mar.

A bacia sudoeste possui sete Estações Elevatórias de Efluente (EEE), responsável por transportar o efluente dos bairros citados acima para a estação final emissário submarino.

6.2.3 Estações Elevatórias de Efluente (EEE)

As Estações elevatórias de efluente (EEE), são responsáveis pelo bombeamento do efluente de um ponto mais baixo para um ponto mais alto da topografia, através de um conjunto de tanques e bombas hidráulicas que aumentam a pressão do líquido e encaminham esse efluente para a estação de tratamento. (DINAMICA AMBIENTAL. 2015)

Nas EEE, o efluente passa através de um filtro ou gradeamento, para a remoção de partículas grosseiras, e em seguida o efluente é conduzido para uma EEE final, onde será bombeado até uma estação de tratamento.

A tabela 2 abaixo, apresenta as sete EEE presentes na bacia de esgotamento Sudoeste, tais estações elevatórias são responsáveis por transportar o efluente desta bacia até o sistema de tratamento Emissário Submarino.

Tabela 2 - Estações Elevatórias de Efluente da bacia Sudoeste.

EEE	Vazão (m ³ /h)	Altura manométrica (m)	Potência (CV)
Levada	684	14,8	60
Jardim esperança	424,8	21,37	60
Vergel do Lago	106	13,48	12,5
Joaquim Leão	Não Informado	Não Informado	Não Informado
Virgem dos Pobres	106	13,48	12,5
Trapiche da Barra	137	10,3	12,5
Hospital José Craneiro	120	20	7,5

Fonte: Adaptado do Plano de Saneamento Básico de Maceió (2017).

6.2.4 Bacia Sudeste (Pajuçara)

A rede coletora desta bacia foi implantada nas décadas de 50 e 80, é considerada a bacia mais antiga da cidade e abrange as áreas turísticas, com cobertura total nos bairros próximos a

orla sendo, Jaraguá, Pajuçara, Ponta da Terra, Ponta Verde e Jatiúca, e parcialmente os bairros Centro, Poço, Mangabeiras, Cruz das Almas, Jacarecica e Guaxuma. As tubulações que compõem essa bacia são formadas por ferro, cerâmica, PVC e concreto. Cerca de 20Km dessas tubulações se encontram danificadas devido a erros no diâmetro durante processo de construção e a falta de manutenção adequada, as consequências são os extravasamentos de efluente bruto em vias públicas e o desague no mar, provocando as chamadas línguas sujas.

6.2.5 Estações Elevatórias da Bacia Sudeste

A bacia Sudeste comporta nove EEEs, três dessas estações são consideradas as maiores elevatórias do sistema de Maceió, sendo elas EEE Salgadinho, EEE Praça 13 de maio e EEE Praça Lions.

A tabela 3 abaixo, apresenta as EEEs presentes na bacia de esgotamento Sudeste, que são responsáveis pela transposição do efluente desta bacia até o sistema de tratamento Emissário Submarino.

Tabela 3 - Estações Elevatórias de Efluente da bacia Sudeste.

EEE	Vazão (m ³ /h)	Altura manométrica (m)	Potência (CV)
Riacho salgadinho	1.555	21,4	125
Praça 13 de Maio I	800	11	50
Praça 13 de Maio II	800	18	75
Praça Lions	594	17	25
Santo Eduardo	120	20	20
Castelo Branco	Não Informado	Não Informado	Não Informado
Dom A Machado	Não Informado	Não Informado	Não Informado
Alfredo G Mendonça	137	10,3	20
Parque Jatiúca	Não Informado	Não Informado	Não Informado

Fonte: Adaptado do Plano de Saneamento Básico de Maceió (2017).

6.2.6 Bacia do Reginaldo/Salgadinho

Contempla totalmente os bairros, Pitanguinha, Ouro Preto, Canaã, Jardim Petrópolis, Santa Lúcia e parcialmente os bairros Farol, Jacintinho, Feitosa, Mangabeiras, Barro Duro, Gruta da Lourdes, Serraria e Antares. Essa bacia apresenta o pior índice de cobertura com apenas 3% de atendimento, parte das tubulações se encontram rompidas ou desativadas, dessa forma apenas os conjuntos habitacionais José Tenório Lins e Rui Palmeira, possuem rede coletora de efluentes implantadas nesta bacia. A maior parte das tubulações rompidas se encontram próximas ao riacho do Reginaldo que recebe todo o efluente que deveria ser transportado até a ETE, o riacho do Reginaldo é o principal córrego da bacia e possui uma área extensa que corta a cidade de Maceió, atualmente todo o riacho é invadido por efluente doméstico e sedimentos, provocando adoecimento da comunidade ao redor e a contaminação do meio ambiente.

6.2.7 Estação Elevatória Reginaldo/Salgadinho

A bacia Reginaldo/Salgadinho comporta apenas uma EEE, chamada de José Tenório Lins que está situada no bairro da Serraria, no conjunto habitacional José Tenório.

O efluente que chega a esta estação elevatória é encaminhado para a EEE Riacho Salgadinho, localizada na bacia Sudeste onde em seguida será destinado ao Emissário Submarino.

Tabela 4 - Estação Elevatória de Efluente da bacia Reginaldo/Salgadinho.

EEE	Vazão (m ³ /h)	Altura manométrica (m)	Potência (CV)
José Tenório Lins I	120	20	15

Fonte: Adaptado do Plano de Saneamento Básico de Maceió (2017).

6.3 SISTEMA DE DISPOSIÇÃO OCEÂNICA DE MACEIÓ

Um sistema de disposição oceânica é caracterizado por um conjunto de estruturas que direcionam o efluente de uma determinada região costeira para o oceano, a fim de utilizar da capacidade de autodepuração das águas para a remoção de poluentes do efluente.

O oceano ao receber o efluente que é lançado do emissário realiza o processo de difusão e dispersão, onde através da capacidade de se autorregenerar promove a decomposição de cargas poluentes e contaminantes.

O sistema de disposição oceânica de Maceió recebe o efluente proveniente das três bacias de esgotamento sanitário da cidade (Sudoeste, Sudeste e Reginaldo/Salgadinho).

O efluente proveniente destas bacias de esgotamento é transportado para a estação de pré-condicionamento através das estações elevatórias: Salgadinho, Levada, Virgem dos Pobres, Trapiche, Hospital José Craneiro e elevatória 13 de maio.

A estrutura da estação de pré-condicionamento é composta pela câmara de chegada de efluente, gradeamento mecanizado para sólidos grosseiros e finos, estação elevatória, calha Parshall para medição de vazão e caixa de areia aerada.

A estação de pré-condicionamento é a primeira etapa do sistema de disposição oceânica, onde é realizado o tratamento preliminar. O efluente entra no sistema através da câmara de chegada e passa pelo gradeamento para a remoção de sólidos grosseiros e finos.

O gradeamento da estação é mecanizado e possui duas áreas para remoção de sólidos. Sendo o primeiro gradeamento composto por grades de maior espessura para remoção de sólidos grosseiros, e um segundo gradeamento composto por grades de menor espessura para a remoção de sólidos finos, em seguida o efluente é direcionado para a estação elevatória.

A Estação Elevatória de Efluente - Emissário Submarino, tem capacidade de operar com até 8 grupos de motobombas, com dois conjuntos maiores de capacidade de 3.860m³/h de vazão e 350 CVs de potência, e seis conjuntos menores com capacidade de 800m³/h de vazão e 125 CVs de potência. A elevatória também possui uma subestação própria de energia, o que a mantém funcionando constantemente.

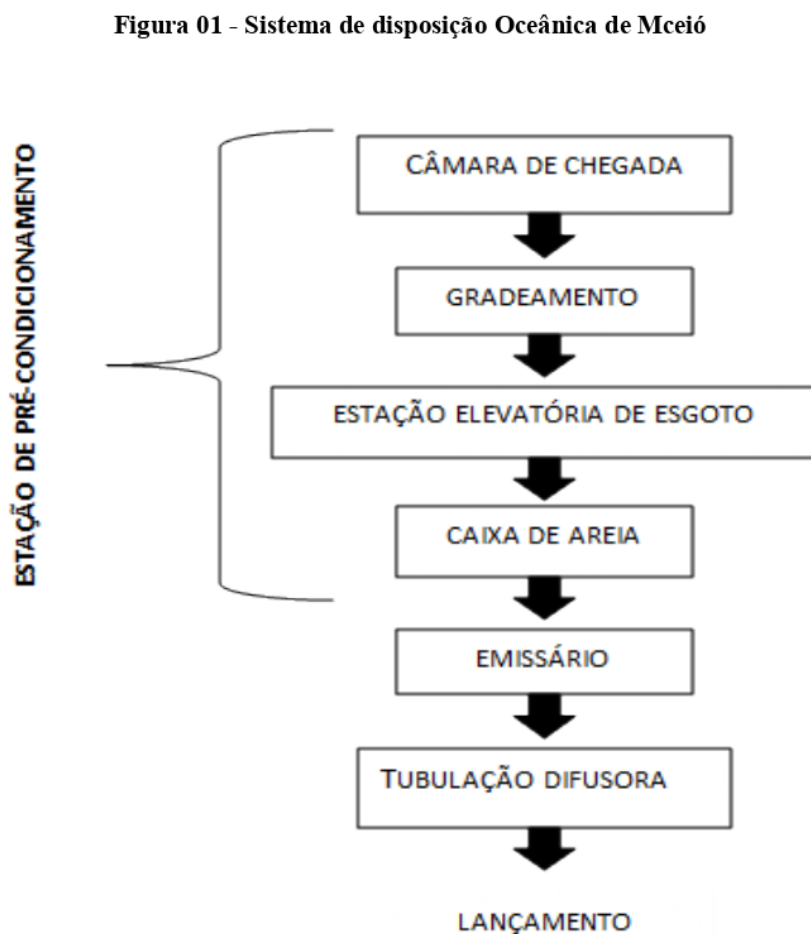
Após passar pela EEE, o efluente é bombeado para as próximas etapas, passando então pela calha Parshall onde é realizado a medição de vazão do sistema, e em seguida direcionado para a caixa de areia.

A caixa de areia aerada, é equipada com compressores de ar localizados ao fundo do tanque, com o objetivo de criar um fluxo de velocidade, permitindo que as partículas com maior

velocidade de sedimentação, sejam depositadas ao fundo da caixa de areia enquanto o efluente juntamente com a matéria orgânica escoam para as tubulações com destino ao emissário submarino.

Ao passar pela estação de pré-condicionamento, o efluente é enviado por gravidade para o emissário submarino, que consiste em tubulações de aço revestido com concreto, com um comprimento total de 3,600 metros e diâmetro de 1,34 metros. Através de uma tubulação difusora, o efluente é lançado a uma profundidade de 15 metros, onde a corrente marítima tem direção sul, levando o efluente para dentro do mar onde ocorre o processo de dispersão e degradação da matéria orgânica do efluente, evitando assim que o efluente retorne para a praia.

O fluxograma abaixo destaca as principais etapas do sistema de disposição oceânica:



Fonte: Adaptado do Plano de Saneamento Básico de Maceió (2017)

6.3.1 Eficiência dos Sistemas de Tratamento

A eficiência de tratamento dos sistemas de Maceió é fundamentada na resolução do CONAMA 430/11, que dispõe sobre as condições e padrões para lançamento de efluentes em corpos d'água, e que relaciona a eficiência do tratamento com a balneabilidade das regiões litorâneas próximas ao ponto de lançamento de cada sistema.

A tabela 05 abaixo mostra os principais parâmetros avaliados pelo CONAMA 430/11 para lançamento de efluente em corpos hídricos.

Tabela 5 – Principais padrões CONAMA n° 430/11

Parâmetro	Quantificação
Demanda Bioquímica de Oxigênio	Remoção mínima de 60%
Materiais sedimentáveis	Até 1mL/L realizado em cone Imhoff
Temperatura	<40
pH	< 5 ou > 9,0

Fonte: Adaptado do CONAMA n° 430/11.

A resolução do n° 274 do CONAMA 11/2000, argumenta que a saúde e o bem-estar do ser humano pode ser afetado pelas condições de balneabilidade das águas e para garantir a preservação do corpo hídrico, apresenta os padrões necessários para classificar a balneabilidade dessas regiões litorâneas. A tabela 6, mostra os principais parâmetros que classificam como imprópria as águas que apresentarem uma das seguintes situações:

Tabela 6 - Padrões CONAMA n° 274 11/2000 para águas impróprias

Parâmetro	Quantificação
Coliformes Fecais (NMP/100mL)	> 2500
Escherichia Coli (NMP/100mL)	> 2000
Enterococos (NMP/100mL)	> 400
pH	< 6 ou > 9,0

Fonte: Adaptado do CONAMA n° 247 11/2000.

Portanto, para avaliar a eficiência dos sistemas de tratamento é realizado de forma periódica uma coleta e análise das águas próximas ao ponto de descarte para assim verificar se o sistema em questão atende aos parâmetros de lançamento de efluente tratado em corpos hídricos.

Além dos parâmetros citados acima, o CONAMA 11/2000 também considera impróprias as águas que possuem registros de despejos de efluente sanitário, resíduos sólidos ou líquidos, óleos, graxas e qualquer substância que torne desagradável a recreação ou possa colocar em risco a saúde do ser humano.

6.3.2 Eficiência do sistema de disposição oceânica Emissário Submarino

Os sistemas de tratamento da cidade de Maceió, mostrados neste trabalho possuem três pontos de descarte em corpos d'água. Sendo esses corpos hídricos a praia do Sobral, lagoa mundaú e riacho da caveira que consiste em um afluente do riacho doce que deságua no mar de Riacho doce.

O Sistema de disposição oceânica de Maceió, tem como ponto de lançamento a praia do Sobral também conhecida como Praia da Avenida localizada no bairro do Prado. A região próxima ao lançamento de efluente é monitorada através do Instituto do Meio Ambiente de Alagoas que realiza coleta e análises periodicamente para controle e acompanhamento da qualidade das águas, e pela Casal para monitoramento da eficiência dos sistemas de tratamento.

Conforme Anexo A, analisando os pontos 23 e 24 que consistem nos locais mais próximos ao ponto de lançamento, temos que a estação atende aos padrões para lançamento de efluente tratado estando de acordo com o regulamento do CONAMA 430/11.

6.4 LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO

As lagoas de estabilização são sistemas biológicos classificados de acordo com a forma predominante que se dá a estabilização da matéria orgânica a ser tratada. Essa estabilização ocorre através de processos de oxidação bacteriológica que podem ser do tipo aeróbia, fermentação anaeróbia ou através da redução fotossintética das algas (JORDÃO et al.,1975).

Ainda de acordo com Jordão (1975), as lagoas podem ser classificadas como aeróbias, onde em seu meio predominam as bactérias que consomem oxigênio para decomposição da matéria orgânica; lagoa anaeróbia, projetada para receber efluente com alta taxa de matéria

orgânica e realizam a decomposição dos poluentes na ausência de oxigênio; lagoas Facultativas, são formadas por duas zonas de tratamento, sendo a área superficial da lagoa formada por uma zona aeróbia e a área inferior da lagoa formada por uma zona anaeróbia; lagoa de maturação ou polimento, tem como principal função remover organismos patogênicos.

O bairro Benedito Bentes, da cidade de Maceió possui um sistema próprio de tratamento que recebe o mesmo nome do bairro no qual está inserido. Este sistema é constituído por ETEs de tratamento por lodo ativado e lagoas de estabilização que visam tratar total ou parcialmente o efluente coletado na parte alta da cidade.

A estrutura do sistema de lagoas de Maceió consiste em uma câmara de chegada e três lagoas em série que realizam o tratamento do efluente. As lagoas de estabilização são do tipo aeradas, sendo a primeira lagoa com área de um hectare e com seis aeradores, a segunda uma lagoa facultativa com 0,6 hectare de área e dois aeradores e a terceira sendo uma lagoa de polimento com área de 0,9 hectare e dois aeradores.

O efluente entra no sistema através da câmara de chegada e é direcionado para a primeira lagoa aerada, o oxigênio que é utilizado no meio é fornecido através de aeradores mecanizados que também tem como função manter os sólidos suspensos e promover a dispersão da biomassa no meio líquido.

A segunda lagoa possui uma área superficial aeróbia mantida através de dois aeradores mecanizados, nesta etapa ocorre a sedimentação da matéria orgânica formando o lodo de fundo que é estabilizado através de bactérias anaeróbias na zona inferior da lagoa. A zona intermediária entre essas duas zonas aeróbia e anaeróbia é por sua vez chamada de facultativa (JORDÃO et al.,1975).

Após passar pelas duas lagoas o efluente é direcionado para a última etapa do sistema que consiste em uma lagoa de polimento. As lagoas de polimento possuem função importante na remoção da DBO, nutrientes e organismos patogênicos (JORDÃO et al., 1975).

O efluente após tratado pelas lagoas de estabilização é então lançado no corpo d'água Riacho Doce e tem como destino a praia de mesmo nome localizada no litoral norte da cidade.

O fluxograma a seguir destaca as principais etapas do sistema de lagoas de estabilização do Benedito Bentes.

Figura 2 - Sistema de Lagoas de Estabilização Benedito Bentes.



Fonte: Adaptado do Plano de Saneamento Básico de Maceió,2017.

6.4.1 Eficiência do sistema de Lagoas de Estabilização

Os sistemas de lagoas de estabilização têm como ponto de descarte do efluente tratado o riacho da Caveira que se trata de um afluente do Riacho Doce que desagua no mar de Riacho Doce, localizado no bairro de mesmo nome.

O riacho da caveira e o Riacho doce não são pontos de coleta frequentes do IMA/AL, dessa forma, a eficiência da estação de tratamento é realizada pela Casal para monitoramento interno.

Devido a um desmoronamento que interliga a primeira lagoa e a segunda, por mais de um ano o efluente ficou sendo by-passado da câmara de chegada direto para a lagoa de polimento. Não foram disponibilizados dados sobre a eficiência do sistema durante esse período.

O anexo B mostra o relatório da Casal sobre a eficiência das três lagoas de tratamento, onde é possível observar os parâmetros utilizados para análise da eficiência. O anexo mostra uma redução significativa para a DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), parâmetro que está relacionado ao grau de poluição de uma amostra de água, pois fornece informações sobre a quantidade de oxigênio necessário para que as bactérias aeróbias realizem o processo oxidativo da matéria orgânica, portanto um baixo valor para a DBO significa uma baixa concentração de matéria orgânica na amostra analisada.

De acordo com este relatório a estação atende aos padrões do CONAMA 430/11 para lançamento de efluente tratado.

6.5 TRATAMENTO POR LODO ATIVADO

O sistema biológico de lodo ativado é caracterizado por flocos de lodo que se formam no efluente bruto resultando do processo de depuração da matéria orgânica através de bactérias e microrganismos quando na presença de oxigênio dissolvido.

Nas estações de tratamento, o lodo ativado é mantido dentro de tanques aerados onde é misturado e agitado com o efluente e após separado por decantação. Uma parte menor do lodo é retirado para descarte enquanto a maior parte do lodo sedimentado volta para o processo, essa etapa é conhecida como recirculação de lodo (JORDÃO et al., 1975).

O sistema de tratamento por lodo ativado é o menor entre os sistemas de tratamento de Maceió, com uma rede de esgotamento sanitário de 3,6 Km de extensão e com dez ETEs e uma elevatória (EEE), para cada ETE.

Este sistema compacto foi implantado no ano de 2012 no bairro do Benedito Bentes, e construído dentro dos conjuntos habitacionais Village's (das Flores, Alvorada, Fontes e Artes) e os conjuntos Recanto's (das Cores, Contos, Estrelas, Orquídeas, Sonhos e Pássaros), atendendo a um total de 16,064 habitantes.

Todas as ETEs deste sistema possuem a mesma estrutura que consiste em câmara de chegada do efluente, estação elevatória equipada com duas bombas GMBs e quatro tanques de aeração de lodos ativados, além de geradores próprios para cada ETE.

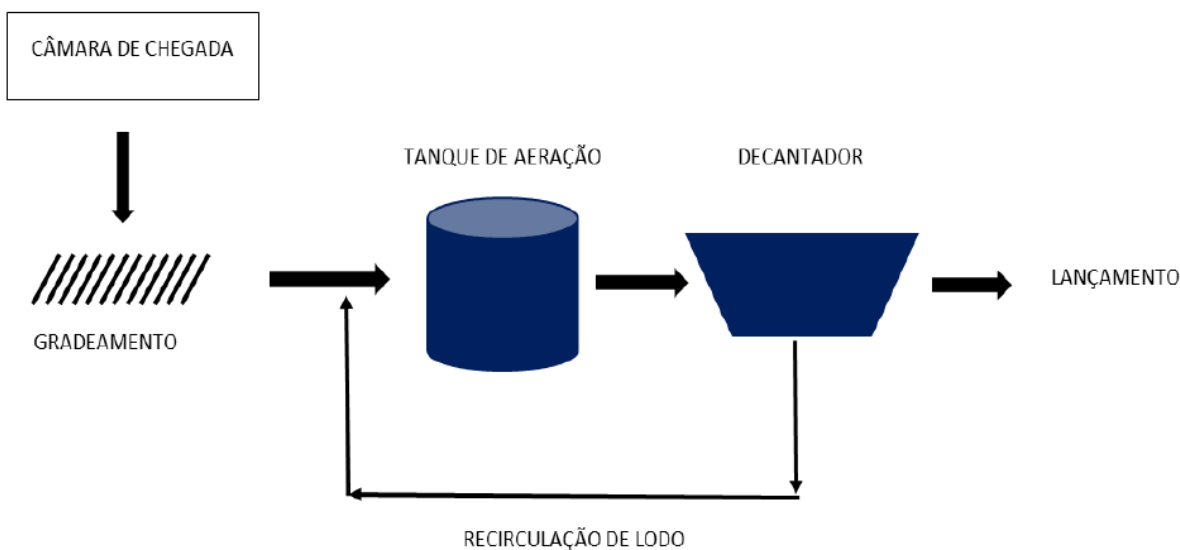
No processo, o efluente entra no sistema pela câmara de chegada e após serem removidos os sólidos finos e grosseiros o efluente é direcionado para os tanques de aeração. Nos tanques, o oxigênio é fornecido de forma mecanizada fazendo com que as bactérias aeróbias trabalhem consumindo o oxigênio e depurando a matéria orgânica do efluente.

Ao passar pelos tanques de aeração o efluente é direcionado para a etapa de sedimentação, onde os flocos de lodo se depositam ao fundo do tanque por gravidade. Estes flocos de lodo decantado possuem grande quantidade de organismos vivos com capacidade de continuar o processo de depuração da matéria orgânica, dessa forma, parte do lodo é reaproveitado retornando para o sistema.

Após a recirculação, o lodo é enviado para o Aterro sanitário. O efluente tratado deste sistema é lançado no riacho da caveira que consiste em um afluente do Riacho Doce, que por sua vez deságua no mar de mesmo nome, conhecida como praia de Riacho Doce.

O fluxograma a seguir destaca as principais etapas do sistema de tratamento por lodo ativado Benedito Bentes.

Figura 3 - Sistema de Tratamento por Lodo Ativado Benedito Bentes.



Fonte: Adaptado do Plano de Saneamento Básico de Maceió, 2017.

6.5.1 Eficiência do sistema de tratamento por Lodo Ativado

Os sistemas de tratamento por lodo ativado têm o mesmo ponto de lançamento das lagoas de estabilização para lançamento do efluente tratado, que consiste no Riacho da Caveira.

O anexo B mostra o relatório da Casal sobre a eficiência de tratamento do sistema, de acordo com o relatório a estação atende aos padrões do CONAMA 430/11 para lançamento de efluente tratado.

Através do relatório é possível observar que houve uma remoção de 96,7% da DBO, o que indica que o sistema opera removendo próximo a 100% da matéria orgânica presente. Porém apresentou valor de pH abaixo dos padrões exigidos, o que pode ocasionar mudanças na variação de pH próximo ao ponto de lançamento do corpo hídrico receptor.

6.6 SISTEMAS DE FOSSAS-FILTRO

Fossas sépticas são sistemas de tratamento primário caracterizado por uma câmara que retém o efluente por um período determinado, a fim de sedimentar os sólidos e reter alguns componentes do efluente provocando a degradação da matéria orgânica e dos organismos patogênicos. A decantação dos sólidos promove o acúmulo do lodo de fundo, parte dos sólidos que não sedimentam como os óleos, graxas, gorduras e entre outros materiais, ficam retidos na superfície do efluente e são denominados de espuma. Posteriormente ocorre a digestão do lodo e a degradação da espuma através de bactérias anaeróbias (JORDÃO et al., 1975).

Filtro anaeróbio é uma unidade de tratamento secundário formado por um tanque que contém em seu interior um meio filtrante submerso formado por materiais granulares e inertes que adsorvem em sua superfície a matéria orgânica do efluente, dando origem a um biofilme que atua na degradação dos constituintes do efluente. (NBR 7229/82).

A figura 04, ilustra um filtro anaeróbio, onde o efluente realiza um percurso ascendente vertendo na área superior do filtro.

Figura 04 - Filtro anaeróbio de fluxo ascendente.



Fonte: Canteiro da Engenharia, 2020.

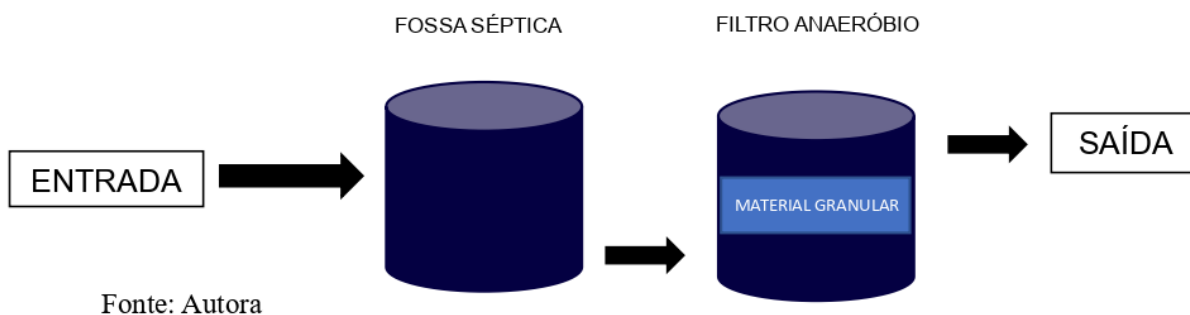
O sistema de tratamento da cidade de Maceió detém de 95 unidades do conjunto fossa-filtro em áreas condominiais de esgotamento sanitário. O sistema é formado por uma fossa séptica seguida de um filtro anaeróbio de fluxo ascendente.

O efluente proveniente dos conjuntos condominiais é direcionado para as fossas sépticas onde fica retido por um período determinado que varia de acordo com a demanda de água consumida.

Posteriormente o efluente é transferido para o filtro anaeróbio de fluxo ascendente. A parte inferior do filtro comporta a área vazia que recebe o efluente, enquanto a área superior contém material granular que retém a matéria orgânica durante a passagem do efluente. Após passagem pelo filtro, o efluente tratado é lançado na lagoa do Mundaú.

A figura 5 destaca as etapas do sistema fossas-filtro de Maceió.

Figura 5 - Sistema Fossas-Filtro de Maceió.



Fonte: Adaptado do Plano de Saneamento Básico de Maceió, 2017.

6.6.1 Eficiência do sistema de fossas-filtro

De acordo com o plano de Saneamento básico de Maceió (2017), o sistema de Fossas – filtro foi implantado para mitigar parte do problema causado pela falta de rede coletora de efluente na parte alta da cidade. O sistema está inserido no bairro Petrópolis e tem como ponto de lançamento a lagoa Mundaú.

Ainda de acordo com o Plano de saneamento da cidade, o sistema de fossas-filtro funciona abaixo dos padrões para lançamento de efluente e por se tratar de uma medida utilizada para sanar a falta de tratamento de esgoto nessa região, não foram contabilizados para fins de população atendida.

Somente a partir de março de 2023 o IMA/Al iniciou o processo de coleta periódica e acompanhamento das águas do corpo hídrico lagoa do Mundaú, os relatórios são disponibilizados no site do IMA/Al para acompanhamento público.

O anexo D mostra o primeiro relatório divulgado sobre a qualidade das águas da lagoa do Mundaú, sendo o ponto 9 o local mais próximo ao ponto de descarte deste sistema.

Figura 6 - Sistema fossa – filtro de Maceió



Fonte: Autora

Figura 7 - Sistema fossa – filtro de Maceió



Fonte: Autora

7 RESULTADOS

Através dos relatórios de eficiência disponibilizados pela Casal e IMA/AL, é possível observar que as estações de tratamento atendem aos padrões de lançamento exigidos pelo CONAMA 430/11, com exceção do sistema de fossas –filtro que não atendia aos padrões de lançamento e não possuía um sistema de monitoramento adequado.

Entretanto, de acordo com o ranking do saneamento (2023), relatório elaborado pelo portal SNIS e Trata Brasil, mostra que apenas 23,73% dos habitantes da cidade de Maceió têm o esgoto coletado, ocupando a posição 93 de 100 entre os municípios com atendimento de coleta de efluente.

A tabela 06, mostra o os indicadores de coleta e tratamento de efluente dos habitantes da cidade de Maceió.

Tabela 06 - Indicadores de Atendimento e Tratamento de efluente de Maceió.

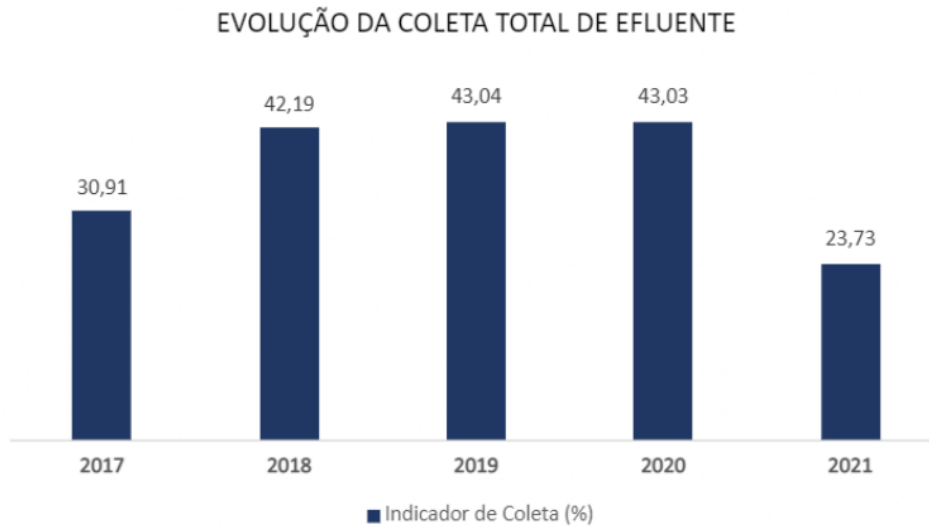
Indicadores	(%)
Indicador de Atendimento Total de Efluente	23,73
Indicador de Tratamento Total de Efluente	36,33

Fonte: Adaptado do relatório Ranking do Saneamento 2023.

Os baixos valores dos indicadores mostram que grande parte do efluente gerado na cidade é descartado de forma irregular na natureza, podendo interferir nas avaliações de eficiência das estações de tratamento além de provocar diversos tipos de danos à saúde e ao meio ambiente.

O gráfico abaixo mostra a evolução da coleta total de efluente de Maceió nos últimos 05 anos.

Figura 8 - Evolução da Coleta Total de Efluente.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do relatório Ranking do Saneamento 2023.

O baixo valor dos indicadores de coleta e tratamento de efluente também está relacionado com a deterioração das tubulações que compõem as bacias de esgotamento sanitário e são responsáveis pelo transporte do efluente até a estação de disposição oceânica.

De acordo com o Plano de Saneamento de Maceió, algumas tubulações nunca foram trocadas ou não receberam manutenções ao longo dos anos, o que eventualmente causam problemas de obstrução e por consequência o extravasamento de efluente bruto em vias públicas e em corpos hídricos.

As estruturas de alguns sistemas de tratamento se encontram deteriorada ou desativada. No sistema lagoa de estabilização, o efluente sofre um desvio da lagoa aerada para a lagoa facultativa, também não foram localizados os aeradores que fornecem a aeração mecanizada para a estação.

O sistema fossa-filtro que possui como ponto de lançamento a lagoa do Mundaú não atende aos padrões de lançamento do CONAMA 430/11, o que causa grande preocupação pois o lançamento deste efluente pode gerar problemas ambientais que afetam diretamente a saúde da população ribeirinha da região assim como a população de Maceió em geral.

8 CONCLUSÃO

O sistema de tratamento de efluente da cidade de Maceió atende a um quantitativo pequeno de população da cidade, visto que a porcentagem de efluente descartado de forma irregular é maior que a porcentagem de efluente tratado.

Dessa forma, concluo que o sistema de disposição oceânica atende a uma maior parcela da população da cidade de Maceió, tornando-se o principal sistema de tratamento da cidade pois recebe o efluente que é gerado nas três bacias de esgotamento e tem seu ponto de descarte monitoramento frequentemente pelo IMA/AL que divulga os dados para acesso da população.

Entretanto, o emissário submarino não fornece tratamento para remoção de nutrientes e contaminantes que podem prejudicar a biota do corpo hídrico receptor, limitando-se apenas à remoção de sólidos e areia.

As consequências a longo prazo do lançamento de efluente bruto na praia do sobral pode gerar problemas ambientais que comprometam a qualidade das águas, a biota local e a saúde da população.

Para melhor avaliação dos sistemas e garantia da qualidade de vida da população se faz necessário a ampliação da rede coletora em toda a cidade, e a garantia de que o efluente gerado está sendo coletado e direcionado para um tratamento adequado e não apresente riscos ao meio ambiente.

10 REFERÊNCIAS

ANDRADE NETO, Cícero Onofre De. O saneamento no Brasil: políticas e interface. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, v. 13, n. 1, p. 7–7, 2008.

ASSIS DE CARVALHO, Alfredo. REGULAÇÃO ECONÔMICA E CONTRATOS SOB O NOVO MARCO LEGAL DO SANEAMENTO BÁSICO: ESTUDO DE CASO DA CONCESSÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DE MACEIÓ. *Livros*, n. Concessões e parcerias, p. 456–476, 2022.

HOHMANN, Ana Carolina C. Regulação e Saneamento na Lei Federal no 11.445/07. n. 3, .

MURTHA, Ney Albert; CASTRO, José Esteban; HELLER, Léo. UMA PERSPECTIVA HISTÓRICA DAS PRIMEIRAS POLÍTICAS PÚBLICAS DE SANEAMENTO E DE RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL. *Ambiente & Sociedade*, v. 18, p. 193–210, 2015.

PAULO, São. RANKING DO SANEAMENTO DO INSTITUTO TRATA BRASIL DE 2023 (SNIS 2021).

PAULO, São. RANKING DO SANEAMENTO INSTITUTO TRATA BRASIL 2019 (SNIS 2017).

PAULO, São. RANKING DO SANEAMENTO INSTITUTO TRATA BRASIL 2020 (SNIS 2018).

05/12/2020 - Maceió, o “Paraíso das Águas”, completa 205 anos. Disponível em: <<https://www.revistamuseu.com.br/site/br/noticias/nacionais/10083-05-12-2020-maceio-o-paraiso-das-aguas-completa-205-anos.html>>. Acesso em: 25 maio 2022.

A história do saneamento básico no Brasil. Disponível em: <<https://www.rodoinside.com.br/a-historia-do-saneamento-basico-no-brasil/>>. Acesso em: 10 junho 2022.

A História dos Arcos da Lapa - Diário do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://diariodorio.com/historia-dos-arcos-da-lapa/>>. Acesso em: 09 agosto 2022.

Diarrhoea - UNICEF DATA. Disponível em: <<https://data.unicef.org/topic/child-health/diarrhoeal-disease/>>. Acesso em: 08 setembro 2022.

Do PLANASA ao PLANSAB - Os últimos 50 anos da água e do esgoto no Brasil | Saint-Gobain Canalização. Disponível em: <<https://www.sgpam.com.br/artigos/do-planasa-ao-plansab-os-ultimos-50-anos-da-agua-e-do-esgoto-no-brasil>>. Acesso em: 11 junho 2022.

Dois consórcios oferecem R\$ 1,645 bilhão por leilões de saneamento em Alagoas. Disponível em: <<https://www.casal.al.gov.br/2021/12/dois-consorcios-oferecem-r-1645-bilhao-por-leiloes-de-saneamento-em-alagoas/>>. Acesso em: 13 setembro 2022.

Entenda o que é o Novo Marco Regulatório do Saneamento Básico. Disponível em: <<https://oespecialista.com.br/o-que-muda-com-o-novo-marco-legal-do-saneamento/>>. Acesso em: 13 setembro 2022.

Marco Legal do Saneamento completa um ano. Serviços e Informações do Brasil. Disponível em: <<https://www.gov.br/pt-br/noticias/transito-e-transportes/2021/07/marco-legal-do-saneamento-completa-um-ano>>. Acesso em: 13 setembro 2022.

O que é Saneamento - Trata Brasil. Disponível em: <<https://tratabrasil.org.br/o-que-e-saneamento/>>. Acesso em: 05 outubro 2022.

Plano Nacional de Saneamento Básico. Disponível em: <<https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/item/651-plano-nacional-de-saneamento-b%C3%A1sico.html>>. Acesso em: 05 outubro 2022.

Veja as principais mudanças no novo Marco Legal do Saneamento. Agência Brasil. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2020-07/veja-principais-mudancas-no-novo-marco-legal-do-saneamento>>. Acesso em: 13 setembro 2022.

O CURSO DA ÁGUA NA HISTÓRIA: SIMBOLOGIA, MORALIDADE E A GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS. Orientador: Fermin Roland Schramm. 1998. 201 p. Tese (Doutorado) - FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ, São Paulo, 1998.

TCHOBANOGLIOUS, George et al. TRATAMENTO DE EFLUENTES E RECUPERAÇÃO DE RECURSOS. 5°. ed. PORTO ALEGRE: AMGH, 2016. 1979 p. ISBN 978-85-8055-524-0.

JORDÃO, Eduardo Pacheco. O TRATAMENTO DE ESGOTOS E A CRISE HÍDRICA NO BRASIL. ABES, [S. l.], ano 2015, 22 set. 2015. Crise Hídrica, p. 1-15.

JORDÃO, Eduardo Pacheco et al. TRATAMENTO DE ESGOTOS DOMÉSTICOS. 3°. ed. [S. l.]: Cetesb, 1975. 969 p.



ABNT-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (Brasil). Comitê Brasileiro de Construção Civil. Norma Técnica, 1993. Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos, Rio de Janeiro: ABNT, p. 1-15, 22 set. 1993.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA (Brasil). Resolução, 2011. RESOLUÇÃO No 430, DE 13 DE MAIO DE 2011: Condições e padrões de lançamento de efluentes, DOU, p. 1-8, 13 maio 2011.

CONAMA (Brasil). Resolução, 2000. RESOLUÇÃO CONAMA n° 274, de 29 de novembro de 2000, DOU, p. 70-71, 25 jan. 2001.

RELATÓRIO FINAL DO PMSB. PLANO DE SANEAMENTO BÁSICO DO MUNICÍPIO DE MACEIÓ/AL, Maceió/Al, ano 2017, v. 1, p. 1-431, 1 out. 2017.

ANEXO A – Eficiência do sistema de Disposição Oceânica

			
GERÊNCIA DE LABORATÓRIO DE ESTUDOS AMBIENTAIS – GELAB		Pagina/Folha: 2/3	
RESULTADO DE ENSAIOS ANALÍTICOS/BALNEABILIDADE DAS PRAIAS DE ALAGOAS - REAB		REAB Nº/ANO: 01/2020	
		Data de coleta: 02/01/2020	
		Chuvras nas últimas 24 horas: Sim () Não (X)	
PRAIAS DE MACEIÓ / LOCAL DE COLETA			CATEGORIA
19	Praia do Pontal da Barra/Av. Assis Chateaubriand/Frente à entrada do DETRAN - 09°41'49,9"S; 035°46'37,9"W		Própria
20	Praia do Pontal da Barra/Av. Assis Chateaubriand, Sul emissário da BRASKEM - 09°41'20,9"S; 035°46'04,2"W		Própria
21	Praia do Pontal da Barra/Av. Assis Chateaubriand, ± 500m ao sul do Emissário da CASAL - 09°40'37,3"S; 035°45'16,3"W		Própria
22	Praia do Pontal da Barra/Av. Assis Chateaubriand, ± 500m ao norte do Emissário da CASAL - 09°40'24,6"S; 035°44'54,4"W		Própria
23	Praia da Avenida/Av. Assis Chateaubriand, interseção com à rua Dias Cabral - 09°40'13,9"S; 035°44'22,0"W		Própria
24	Praia da Avenida/Av. Assis Chateaubriand, interseção com à rua Barão de Anadia - 09°40'12,9"S; 035°44'08,9"W		Própria
25	Praia de Pajuçara/Av. Dr. Antônio Gouveia, interseção com à rua João Carneiro - 09°40'23,1"S; 035°42'57,3"W		Própria
26	Praia de Pajuçara/Av. Dr. Antônio Gouveia, interseção com à rua Júlio Plech Filho - 09°36'54,0"S; 035°42'31,4"W		Própria
27	Praia de Ponta Verde/Av. Silvio Carlos Viana, interseção com à rua ProP Hígia Vasconcelos - 09°39'52,7"S; 035°41'53,6"W		Própria
28	Praia de Ponta Verde/Av. Alvaro Otacílio, entre as ruas General. Dr. João Saleiro Pitão e Dr. Rubens Canuto - 09°39'42,3"S; 035°41'45,7"W		Própria
29	Praia de Jatiúca/Av. Alvaro Otacílio, entre as Avenidas Antônio de Barros e Empresário Carlos da Silva Nogueira - 09°38'59,6"S; 035°41'58,5"W		Própria
30	Praia de Cruz das Almas/Av. Brigadeiro Eustáquio Gomes, entre as ruas Mascarenhas de Brito e Padre Luz Américo Galvão - 09°38'19,6"S; 035°41'53,0"W		Própria
31	Praia de Cruz das Almas/Av. Brigadeiro Eustáquio Gomes, entre as ruas Padre Luz Américo Galvão e Mauro Machado Costa - 09°37'57,9"S; 035°41'47,7"W		Própria
32	Praia de Cruz das Almas/Av. Brigadeiro Eustáquio Gomes, entre as ruas Mauro Machado Costa e Sen. Ezequias da Rocha - 09°37'36,0"S; 035°41'39,3"W		Própria
33	Praia de Jacarecica/Frente à rua "A" - 09°36'26,1"S; 035°41'17,0"W		Imprópria
34	Praia de Guaxuma/Frente à entrada principal de acesso - 09°35'31,8"S; 035°40'04,9"W		Própria
35	Praia de Garça Torta/Frente à rua principal perpendicular à Rua São Pedro - 09°35'00,2"S; 035°36'35,1"W		Própria
36	Foz do rio Pratygy/Ponte AL 101 Norte - 09°34'02,0"S; 035°39'01,8"W		Própria
37	Praia do Mirante/Frente à rua principal acesso - 09°33'55,6"S; 035°38'42,6"W		Própria
38	Praia de Ipioca/Frente à rua de principal acesso - 09°31'52,0"S; 035°36'17,8"W		Própria

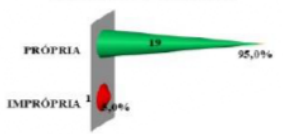
CRITÉRIOS DE BALNEABILIDADE
A Resolução CONAMA Nº 274/2000, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, estabelece os seguintes *Critérios de Balneabilidade*:
As praias são consideradas **PRÓPRIAS**, quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, não exceder um limite de 800 NMP (Número Mais Provável) de *Escherichia coli* por 100 mL da amostra de água. As praias são consideradas **IMPRÓPRIAS**, quando não obedecer ao critério anterior ou quando venha apresentar na última semana um valor superior a 2.000 *Escherichia coli* por 100 mL.

FATOS CONSIDERADOS
Considerando que a saúde e o bem-estar humano podem ser afetados pelas condições de balneabilidade;
Considerando que diversas variáveis intervenientes na balneabilidade das praias, principalmente as fortes chuvas e sua relação com a possibilidade de riscos à saúde dos frequentadores, recomendam-se:

- Que seja evitada, no caso de praias influenciadas pela presença de cursos d'água supostamente contaminados por esgotos, sua utilização nas 24 horas subsequentes à ocorrência de chuvas, visto que, durante este período é maior a probabilidade de contaminação por matéria de origem feçal e, consequentemente, o risco de se contrair doenças infecciosas;
- Que seja evitada, em qualquer época, a utilização de áreas que estejam diretamente sob influência de rios, canais e córregos;
- Que seja evitada a ingestão de água do mar, com redobrada atenção para com as crianças, que são mais sensíveis e menos imune do que os adultos.
- Que seja evitada, em qualquer época, a utilização de áreas que estejam diretamente sob influência de floração de algas [...], principalmente no trecho das praias da Avenida ao Sobral, conforme Art. 1º, Alínea "g", CONAMA "in situ".**

Dia	ALTA		BAIXA	
	Hora	Altitude (m)	Hora	Altitude (m)
02/01/2020	08h38	1.5	02h21	0.7
02/01/2020	20h56	1.6	14h45	0.8

ÍNDICES DE CATEGORIA



Maceió, 03 de Janeiro de 2020.

Ivone Santos Moreira
Biólogo/GELAB

Edson de Castro Freitas
Eng.º Químico/GELAB

É proibida a publicação parcial ou total em trabalhos acadêmicos e científicos, sem a autorização expressa do IMA.