

Línguas sujas em Maceió: uma perspectiva da economia circular

Blackwater discharge in Maceió: a circular economy perspective

¹Letícia Amaral Mendes, ²Fernando Pinto Coelho

¹Graduanda do Curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica – Universidade Federal de Alagoas
(leticia.mendes@ceca.ufal.br)

²Doutor em Tecnologias Energéticas e Nucleares – Universidade Federal de Pernambuco
(fernando.coelho@delmiro.ufal.br)

RESUMO: As “línguas sujas” são trechos de água contaminada que deságua no mar por meio das redes de drenagem pluvial. O uso indevido dessas tubulações como canais de esgoto e despejo de resíduos diversos resulta em impactos ambientais e socioeconômicos significativos em ecossistemas costeiros. A presente pesquisa identificou 21 línguas sujas situadas ao longo da orla de Maceió-AL, evidenciando a necessidade da busca por alternativas sustentáveis para o enfrentamento desse problema. O objetivo deste estudo é identificar possíveis soluções baseadas na economia circular que contribuam para a mitigação das línguas sujas em Maceió, através de uma revisão sistemática da literatura e da aplicação de questionários objetivos à comunidade local. Os resultados demonstram que o atual sistema de drenagem pluvial e saneamento urbano não são satisfatórios e que a população desconhece as alternativas viáveis ao esgotamento sanitário na economia circular, o que possibilita o aumento dos gastos públicos e a diminuição da qualidade de vida local. Desse modo, conclui-se que o território de Maceió ainda carece de estudos mais aprofundados para avaliar os métodos mais eficazes e sustentáveis de reutilização das línguas sujas. Diante disso, recomenda-se a implementação de políticas públicas integradas, com ênfase na pesquisa ambiental, fiscalização eficiente, reestruturação da infraestrutura de drenagem e ampliação do acesso ao saneamento básico, visando a recuperação ambiental da orla local, o ganho econômico e o bem-estar da população.

Palavras Chave: Contaminação. Saneamento. Drenagem. Impactos. Sustentabilidade.

ABSTRACT: “Blackwater discharge” are stretches of contaminated water that flow into the sea through stormwater drainage networks. The improper use of these pipes as sewage channels and for dumping various types of waste results in significant environmental and socioeconomic impacts on coastal ecosystems. This research identified 21 dirty tongues located along the coast of Maceió-AL, highlighting the need to seek sustainable alternatives to address this problem. The objective of this study is to identify possible solutions based on circular economy, which contribute to mitigate blackwater discharge in Maceió, through a systematic review of literature and application of objective questionnaires to the local community. The results demonstrate that the current stormwater drainage and urban sanitation systems are not satisfactory and the population is not aware of the viable alternatives to sewage in the circular economy, which allows for increased public spending and a decrease in the local quality of life. Thus, it is concluded that the territory of Maceió still requires more in-depth studies to evaluate the most effective and sustainable methods of reusing dirty languages. In view of this, it is recommended to implement integrated public policies, with an emphasis on environmental research, efficient monitoring, restructuring of the drainage infrastructure and expanding access to basic sanitation, aiming at the environmental recovery of the local coastline, economic gain and the well-being of the population.

Keywords: Contamination. Sanitation. Drainage. Impacts. Sustainability.

1. INTRODUÇÃO

As línguas sujas correspondem a trechos de água contaminada que chegam ao mar por ligações irregulares ou clandestinas de esgoto feitas por residências, condomínios e estabelecimentos comerciais - como restaurantes - diretamente nas galerias de drenagem pluvial. Sendo frequentemente visíveis no litoral sob forma de manchas escuras, resultantes da descarga de resíduos orgânicos, esgoto doméstico e sedimentos oriundos da malha urbana.

A metrópole de Maceió possui um crescimento populacional desproporcional à rede de saneamento básico¹. Cerca de 71,9% da população local não possui acesso aos serviços de

¹ <https://www.painelsaneamento.org.br/localidade?id=270430>

esgotamento sanitário (Sistema Nacional de Informações de Saneamento, SNIS, 2022)² e 46,87% da população afasta seus esgotos através da rede geral, da rede de drenagem pluvial ou da fossa ligada à rede (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE, 2022). Essa precariedade estrutural reflete-se na qualidade ambiental da orla urbana, como indica o estudo recente de Belle *et al.* (2024), os quais apontam que, nos meses de janeiro e abril de 2024, relatórios do Instituto do Meio Ambiente (IMA) de Alagoas identificaram que metade do litoral de Maceió estava impróprio para banho, especialmente nas praias mais centrais como a da Avenida, de Pajuçara, de Ponta Verde, de Jatiúca, de Cruz das Almas e de Jacarecica.

Através de estudos mais recentes é possível enfatizar a necessidade desse atendimento básico, que enraíza-se dos problemas ambientais até as mais complexas relações sociais e econômicas. A exemplo, o realizado pelo Instituto Trata Brasil (2025), são apresentados os benefícios econômicos gerados pela expansão do saneamento básico em Alagoas, inferindo seu impacto positivo no mercado de trabalho, valorização imobiliária e na geração de renda do estado. O mesmo estudo indica que a ausência de coleta de esgoto contribui para o atraso do percurso escolar, no estado em questão resultando em até 12,1% a menos de escolaridade entre os jovens sem acesso a esse serviço, em comparação com aqueles que possuem.

Para que as novas soluções se tornem sustentáveis, é essencial investir na formação e na capacitação de profissionais com as novas técnicas de drenagem e economia circular, a fim de romper o ciclo de “extração, consumo e descarte”. A economia circular se apresenta como alternativa para gerar valor a partir do próprio esgoto doméstico, por meio de tecnologias que possibilitam, por exemplo, a produção de biogás (Silva, 2024), lodo como fertilizante (Anício *et al.*, 2021), reuso da água na irrigação (Santos *et al.*, 2023), sustentabilidade energética (Mulinari; Bilotta, 2024) entre outras possibilidades. Tais processos favorecem a integração entre meio ambiente, economia e justiça social, além de atraírem investimentos sustentáveis para áreas urbanas atualmente degradadas. No contexto de Maceió, com o intuito de que isso se torne uma realidade viável antes é necessário a condução de estudos específicos e projetos que permitam a aferição dos dados locais para uma aplicação efetiva das técnicas.

Este estudo tem como objetivo identificar possíveis soluções baseadas na economia circular que contribuam para a mitigação das línguas sujas em Maceió, promovendo a transformação do esgoto doméstico e dos resíduos em recursos com valor econômico e ambiental. A pesquisa busca localizar as línguas sujas e associados a zonas estuarinas dos riachos da cidade de Maceió, por meio de imagens de satélite do Google Earth. Bem como avaliar o nível de conhecimento da comunidade acadêmica local sobre a problemática, por meio de questionários objetivos virtuais. Desse modo, visando instigar a produção de projetos da comunidade científica local com as informações iniciais para o aprofundamento dos estudos e conscientização populacional na temática.

2. MATERIAIS E MÉTODO

Os procedimentos metodológicos desenvolvidos neste trabalho, dividem-se em etapas de planejamento (2.1.), condução da pesquisa (2.2 e 2.3) e ferramentas (2.4).

2.1 Planejamento

Com base no objetivo do presente estudo, foram estabelecidos quatro questionamentos centrais, são eles:

- O que são e quais os impactos socioeconômicos e ambientais gerados pelas línguas sujas?

² <https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/al/maceio>

- Qual o nível de conscientização da população de Maceió sobre os desafios e as oportunidades atreladas às línguas sujas?
- Onde estão as línguas sujas na cidade de Maceió?
- Quais as normas e legislações que se relacionam aos impactos e ao uso econômico das línguas sujas em Maceió?
- Quais alternativas estão sendo propostas para utilização da economia circular como resolução dos problemas das línguas sujas?

Para sanar essas questões, essa pesquisa dividiu-se em três sessões, sendo a primeira uma revisão sistemática, a segunda uma pesquisa em campo e a terceira a seleção de softwares e ferramentas de caracterização da área.

2.2 Revisão sistemática

Na condução da pesquisa, adotou-se o “Google Acadêmico” como principal ferramenta de busca, utilizando as *strings* da tabela 1 como parâmetros estratégicos. Desse modo obtendo 1.964 pesquisas como retorno na literatura cinza, sendo 5 da S1, 2 da S2, 37 da S3 e 1920 da S4.

Tabela 1 - Strings de busca.

NOME	STRING	DESCRIÇÃO GERAL
S1	("língua suja" OR "línguas sujas" OR "poluição por gordura" OR "descarte irregular de óleos") AND ("impacto ambiental" OR "consequências ecológicas" OR "efeitos socioeconômicos" OR "danos à saúde pública")	Determinar o que são as línguas sujas e quais os impactos gerados por ela
S2	("língua suja" OR "línguas sujas" OR "contaminação pluvial" OR "poluição hídrica urbana") AND ("Maceió" OR "cidades costeiras") AND ("gestão de resíduos oleosos" OR "tratamento de efluentes" OR "governança ambiental")	Determinação de estudos específicos acerca da contaminação hídrica especificamente na cidade de Maceió, contextualizando-se com a governança ambiental local
S3	("língua suja" OR "línguas sujas" OR "poluição por óleos" OR "descarte irregular de gordura") AND ("legislação ambiental" OR "marco regulatório" OR "instrumentos jurídicos" OR "políticas públicas") AND ("saneamento básico" OR "drenagem urbana" OR "gestão costeira" OR "recursos hídricos") AND ("Maceió" OR "Alagoas" OR "Brasil")	Exame da legislação existente relacionada ao caso.
S4	("economia circular" OR "circular economy" OR "gestão sustentável de resíduos") AND ("esgoto sanitário" OR "água residual" OR "efluentes urbanos" OR "saneamento básico") AND ((("recuperação de recursos" OR "reciclagem de nutrientes" OR "reúso de água") OR ("biogás" OR "lodo de esgoto" OR "fertilizantes orgânicos" OR "bioenergia") OR ("fósforo recuperado" OR "nitrogênio recuperado" OR "metais extraídos") OR ("wetlands construídos" OR "reatores anaeróbios" OR "digestão de lodo")) AND ("tecnologias emergentes" OR "inovação sustentável" OR "estudo de caso" OR "revisão sistemática")	Soluções da economia circular para geração de renda através do saneamento e as tecnologias emergentes.

Os processos de seleção dos artigos foram divididos em dois níveis. O primeiro restringia-se a leitura do cabeçalho e do resumo, considerados os aspectos: (i) temporalidade, para garantir que estariam no período de 2015 à 2025; (ii) confiabilidade, através da fonte da pesquisa; (iii) idioma, considerados apenas os artigos em português, inglês ou espanhol; e (iv) relevância temática, ou seja, trabalhos que se relacionavam a ao menos uma das questões estabelecidas. Já no segundo nível, considerou-se apenas os trabalhos gratuitos que respondiam ao menos uma das questões estabelecidas. Por conseguinte, apresentando os estudos de destaque na tabela 2.

Tabela 2 - Estudos de destaque na literatura relevante.

Pesquisas Aspectos	Melo, 2022	Rios, 2021	Tenório, Oliveira, 2021	Lôbo, 2018	Silva, 2020	Silva, 2024	Tenório, de Mello, 2019	Silva et al., 2023	Alves, 2022	Bortolotto, 2022	Bolzan, 2023	Mulinari, Bilitta, 2024	Santos, 2022	Texeira, 2024	Miki, Miki, 2019	Belle, da Silva, Finger, 2024	Presente estudo
Línguas Sujas	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Drenagem Urbana	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Saneamento Básico	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Impactos	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Economia Circular	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Legislação/Normas	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Objeto em Maceió-AL	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Geolocalização ¹	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

¹ Local em que estão situadas as línguas sujas da metrópole Maceió

● Não contempla ● Contempla em parte ● Contempla

2.3 Pesquisa em campo

Com o objetivo de examinar o nível de conscientização da comunidade acadêmica de Maceió acerca da problemática da língua suja, foi elaborado um questionário de múltipla escolha, aberto no dia 05/05/2025 e fechado no dia 15/05/2025 e avaliadas através dos gráficos da ferramenta “Google Forms”. Dispondo da hipótese inicial de que não há conscientização o suficiente das alternativas econômicas viáveis para superação do problema das línguas sujas na comunidade acadêmica Maceió. O questionário foi divulgado através de panfletos e nas redes sociais, com destaque ao apoio da assessoria de comunicação da UFAL (ASCOM), a qual proporcionou a divulgação direta no grupo oficial da universidade.

2.4 Ferramentas

Esse artigo fez uso das ferramentas: “Google forms”, para a consulta pública, uma vez que o alcance da pesquisa é ampliado pelo meio virtual; e “Google Earth” e “Google Maps”, para aferir a localização das línguas sujas. Esses artifícios geoespaciais foram selecionados por terem imagens de satélite do ano atual (2025).

3. RESULTADOS/ DISCUSSÕES

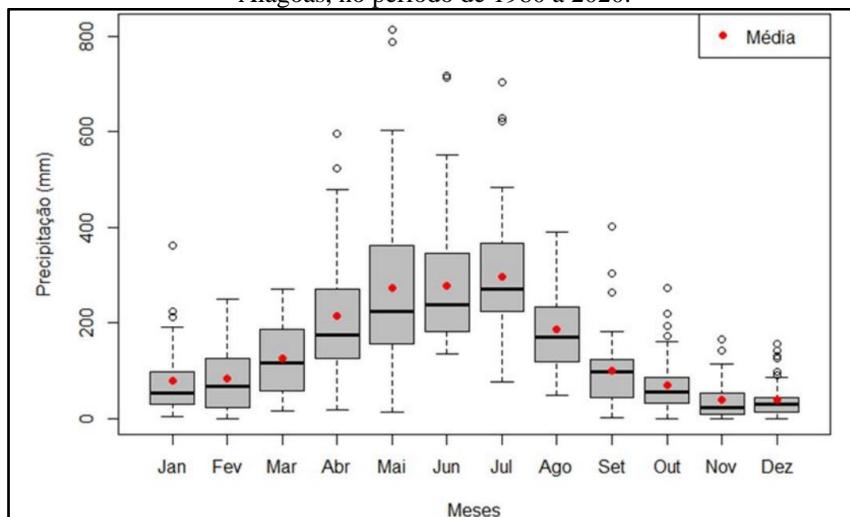
A seção indica os principais resultados obtidos durante a investigação sistemática da literatura pertinente e a pesquisa em campo. Dessa maneira, dividindo-se em: caracterização local (3.1), impactos (3.2), exame legislativo (3.3), a economia circular (3.4) e população e gestão (3.5).

3.1 Caracterização da área de pesquisa

Maceió é uma cidade litorânea, situada no nordeste do Brasil, com uma área territorial de 509,295km² e população estimada de 994.464 pessoas, conforme o censo IBGE 2024. O litoral da capital Alagoana é composto por treze praias distribuídas ao longo de 40 km - desde Ipioca, no norte, até o Pontal da Barra, no sul - refletindo a diversidade da paisagem costeira, em que a planície litorânea, os manguezais e os recifes de corais coexistem com a urbanização.

De acordo com o boletim de pesquisa e desenvolvimento da Embrapa (2012), Maceió é classificada, segundo a climatologia de Koppen, como pertencente ao tipo As', caracterizado por um clima tropical com chuvas concentradas no outono e no inverno e uma estação seca bem definida. Complementarmente, o estudo de Firmino (2024) aponta a série histórica com o acúmulo de precipitação média anual da metrópole entre os anos de 1980 a 2020 (figura 1), que corresponde a 1.782,1 mm, com picos de chuva entre abril (213,3 mm) e junho (296,6 mm). Portanto, os períodos mais críticos para o aumento das línguas sujas.

Figura 1 - Taxas de variabilidade mensal da precipitação em Maceió, Alagoas, no período de 1980 a 2020.



Fonte: Firmino, 2024.

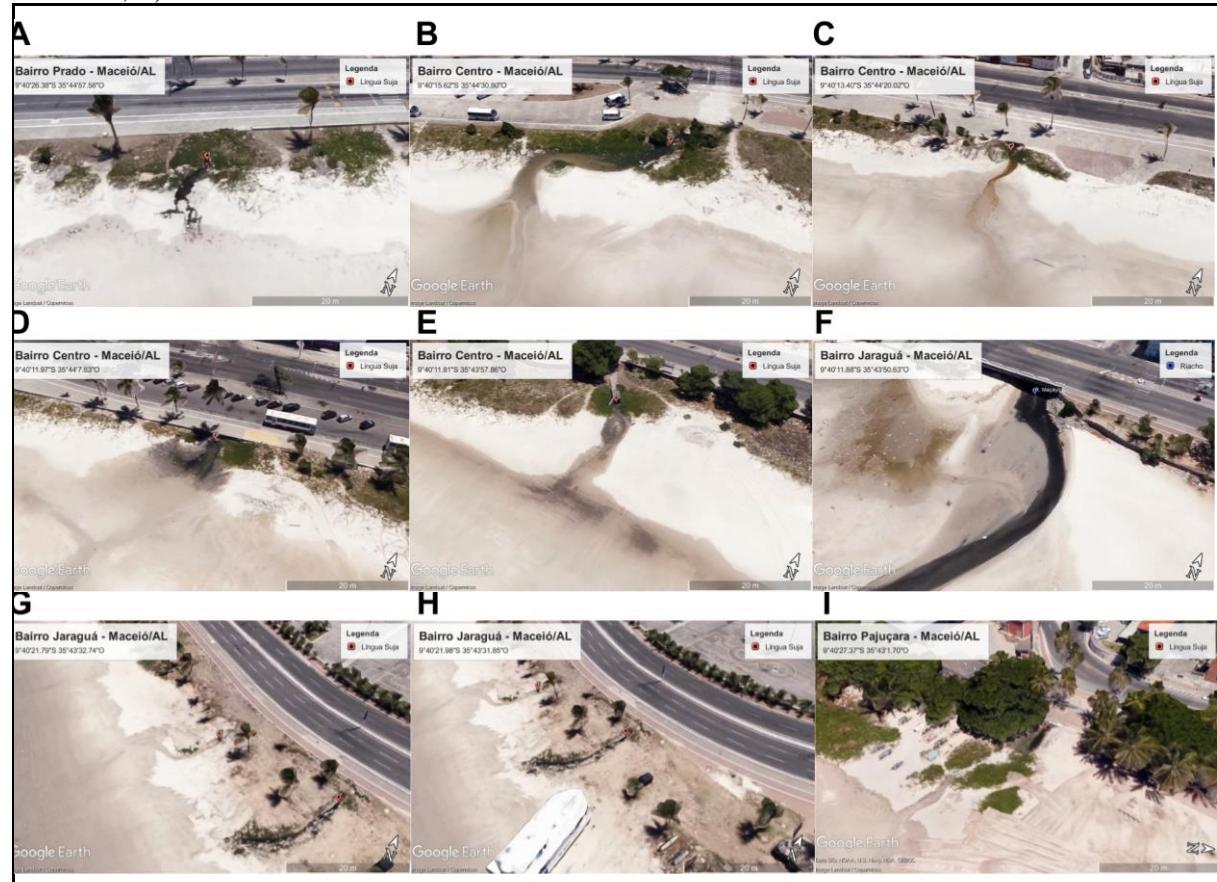
Os estudos de Alcantara *et al.* (2023), através da elaboração de uma carta geológica, caracterizam a faixa litorânea de Maceió, a qual possui dois tipos de solo: o tipo Q2I, formado por areias quartzosas, de coloração cinza claro a esbranquiçada, com granulometria variando de muito fina a muito grossa, ricas em bioclastos, contendo pequenas concentrações de minerais pesados; e o tipo Q2ra, Recifes Arenosos e descritos como “arenitos médios a grossos e arenitos conglomeráticos”. Enquanto que, segundo a carta geomorfológica de Dantas *et al.* (2024), delimitando-se a área litorânea, os relevos predominantes são R1d1 e R1e respectivamente, planícies fluviomarinhas (mangues) e planícies marinhas. Fatores que favorecem o rápido escoamento das águas superficiais até o mar e a retenção de resíduos contaminantes.

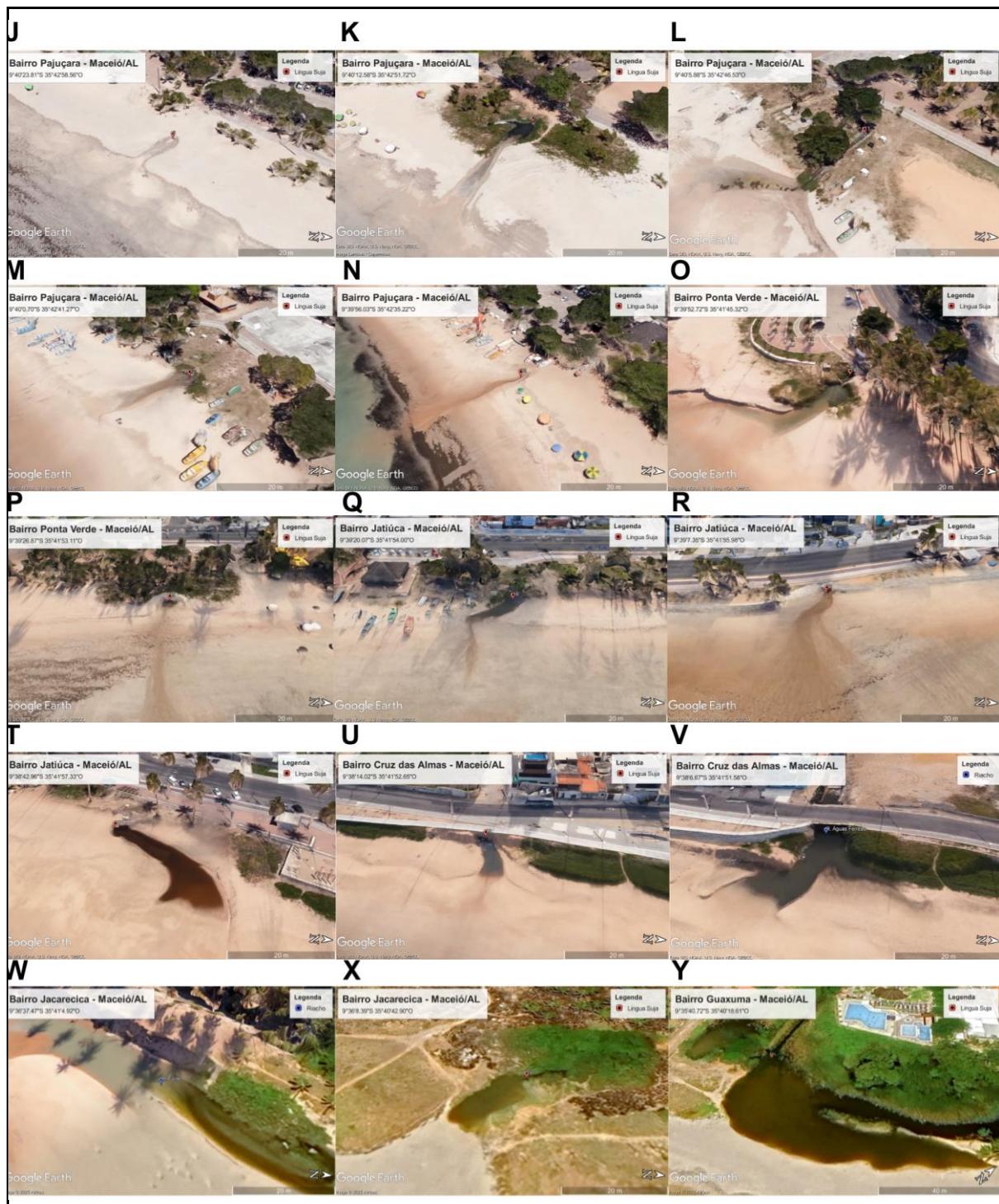
Em sequência, a figura 2 e o quadro 1 retratam as línguas sujas e riachos presentes em Maceió. Iniciando-se no litoral do bairro Prado até o litoral de Guaxuma, totalizando 21 línguas sujas e três riachos identificados nas imagens de satélite do *Google Earth*. Entretanto, também cabe destacar a caráter comparativo o levantamento de Rodrigues, Bastos e Rodrigues no ano de 2012 (*apud* Tenório e Oliveira, 2021), o qual sinaliza a geolocalização de 30 línguas sujas e dois riachos (quadro 2), 20 destes conseguiram ser visualizados através das imagens de satélites do presente estudo.

Figura 2 - Visão geral da área mapeada pelos satélites do Google Earth.



Quadro 1 - Localização das línguas sujas e riachos na metrópole de Maceió. A)Bairro Prado; B)Bairro Centro; C)Bairro Centro; D)Bairro Centro; E)Bairro Centro; F)Bairro Jaraguá; G)Bairro Jaraguá; H)Bairro Jaraguá; I)Bairro Pajuçara; J)Bairro Pajuçara; K)Bairro Pajuçara; L)Bairro Pajuçara; M)Bairro Pajuçara; N)Bairro Pajuçara; O)Bairro Pajuçara; P)Bairro Ponta verde; Q)Bairro Ponta verde; R)Bairro Jatiúca; S)Bairro Jatiúca; T)Bairro Jatiúca; U)Bairro Cruz das Almas; V)Bairro Cruz das Almas; W)Bairro Jacarecica; X)Bairro Jacarecica; Y)Bairro Guaxuma.





Quadro 2 - Localização georreferenciada das “Línguas Sujas” de Maceió no ano de 2012.

LINGUAS NEGRAS			COORDENADAS LATLONG		COORDENADAS UTM - FUSO 25	
Nº LN	BAIRRO	LOCALIZAÇÃO	LATITUDE SUL	LONGITUDE OESTE	X	Y
1 ^a	PRADO	EM FREnte AO SAEM	09°40'23,7"	35°44'57,3"	198288	8929494
2 ^a	PRADO	EM FREnte À LOMBADA ELETTRÔNICA	09°40'23,2"	35°44'53,4"	198405	8929509
3 ^a	PRADO	EM FREnte À FÁBRICA DE GELO	09°40'22,3"	35°44'52,0"	198447	8929538
4 ^a	CENTRO	EM FREnte À RUA DA S. M. DE SAÚDE	09°40'14,1"	35°44'30,0"	199118	8929796
5 ^a	CENTRO	EM FREnte ÀS LOJAS AMERICANAS	09°40'10,5"	35°44'07,3"	199810	8929913
6 ^a	CENTRO	EM FREnte AO MUSEU THEO BRANDÃO	09°40'10,3"	35°43'57,0"	200123	8929920
7 ^a	JARAGUÁ	RIACHO SALGADINHO	09°40'10,2"	35°43'50,2"	200331	8929926
8 ^a	JARAGUÁ	AO LADO DA FAVELA DO JARAGUÁ	09°40'20,9"	35°43'31,8"	200894	8929600
9 ^a	JARAGUÁ	EM FREnte À FAVELA DO JARAGUÁ	09°40'26,3""	35°43'23,2""	201160	8929441
10 ^a			09°40'26,7""	35°43'22,5""	201180	8929427
11 ^a			09°40'27,4""	35°43'21,5""	201211	8929407
12 ^a			09°40'28,1""	35°43'20,6""	201239	8929385
13 ^a			09°40'28,8""	35°43'19,9""	201260	8929365
14 ^a	PAJUÇARA	AO LADO DO DNIT	09°40'26,3"	35°43'00,1"	201864	8929441
15 ^a	PAJUÇARA	EM FREnte AO RESTAURANTE DRAGÃO	09°40'22,1"	35°42'57,9"	201929	8929573
16 ^a	PAJUÇARA	EM FREnte AO MONUM. TEOTONIO VILELA	09°40'11,5"	35°42'50,5"	202154	8929899
17 ^a	PAJUÇARA	EM FREnte AO BANCO ITAÚ	09°40'04,9"	35°42'44,9"	202323	8930102
18 ^a	PAJUÇARA	EM FREnte AO HOTEL PRAIA BONITA	09°39'59,3"	35°42'40,2"	202463	8930276
19 ^a	PONTA VERDE	PRAIA DE 7 C.- EM FREnte AO BANCO. 24H	09°39'48,3"	35°42'14,3"	203250	8930621
20 ^a	PONTA VERDE	AO LADO DO POSTO POLICIAL	09°39'51,1"	35°41'44,4"	204164	8930542
21 ^a	PONTA VERDE	EM BAIXO DA BARR. DO RICON ARGENTINO	09°39'30,2"	35°41'51,6"	203938	8931184
22 ^a	PONTA VERDE	EM FREnte AO FOCA BIER	09°39'25,4"	35°41'52,0"	203925	8931329
23 ^a	PONTA VERDE	BARRACA COQUEIRAL	09°39'18,5"	35°41'52,9"	203897	8931542
24 ^a	JATIÚCA	EM FREnte AO RESIDENCIAL JTR	09°39'05,8"	35°41'54,9"	203833	8931933
25 ^a	JATIÚCA	PASSEIO ESTELA MARES	09°38'42,6"	35°41'56,3"	203785	8932644
26 ^a	JATIÚCA	AO LADO DO ANTERIOR	09°38'41,3"	35°41'56,0"	203792	8932685
27 ^a	CRUZ DAS ALMAS	EM FREnte AO CHALÉ BAR	09°38'12,5"	35°41'51,6"	203921	8933571
28 ^a	CRUZ DAS ALMAS	RIACHO DO FERRO	09°38'05,1"	35°41'50,7"	203946	8933799
29 ^a	CRUZ DAS ALMAS	EM FREnte AO NOVO RITZ	09°37'55,1"	35°41'46,5"	204071	8934108
30 ^a	CRUZ DAS ALMAS	AO LADO DO MATSUBARA HOTEL	09°37'48,6"	35°41'43,8"	204152	8934309

Fonte: Rodrigues, Bastos, Rodrigues, 2012 *apud* Tenório, Oliveira, 2021.

Também cabe destacar que a faixa litorânea demarcada entre o rio Meirim em Maceió/AL e o norte do município de Tamandaré/PE, é uma unidade de conservação ambiental, chamada Costa dos Corais, a segunda maior barreira de corais do mundo, na qual localiza-se a língua suja de Guaxuma.

3.2 Impactos socioeconômicos e ambientais

Originalmente, as galerias pluviais têm a função de captação, contenção e armazenamento temporário das águas da chuva com a finalidade de conduzi-la até um canal de saída ou reservatório. Contudo, quando essas estruturas são contaminadas por lançamentos irregulares de esgoto e resíduos, os impactos ultrapassam o dano ambiental (figura 3), afetando também a qualidade de vida da população e trazendo prejuízos ao setor econômico. Estudos indicam que os custos associados à remediação dos efeitos da poluição e da fiscalização ineficiente das redes pluviais são consideravelmente maiores do que os investimentos em ações preventivas e no tratamento adequado desses efluentes (Salla, 2019). Complementarmente, conforme o estudo conduzido pelo Instituto Trata Brasil (2025), há dois canais imediatos que ligam esses custos a falta de saneamento, são eles: i) o aumento das incidências de doenças afasta as pessoas de suas funções laborais, desse modo acarretando em custos para a sociedade com horas não trabalhadas e ii) despesas públicas e privadas com o tratamento das pessoas infectadas.

Figura 3 - Língua suja registrada na orla de Jatiúca, em 2022.



Fonte: G1 Alagoas (2022).

Essa situação exerce uma influência intrínseca que se estende desde as dificuldades na manutenção das tubulações de drenagem até os impactos no setor turístico -responsável por movimentar cerca de 20% da economia maceioense em 2024. Dessa forma, comprometendo o desenvolvimento urbano sustentável e possibilitando o aumento de doenças de veiculação hídrica, devido à exposição da população a ambientes contaminados. Por exemplo, na pesquisa de Neto *et al.* (2017), na qual foi detectada uma contaminação de parasitas na orla de Maceió que recebe uma contribuição negativa com a liberação do esgoto sanitário nas praias.

Paralelamente, a aceleração dos processos de verticalização da orla da cidade, sobretudo nos bairros de Jatiúca e Ponta Verde, tem ampliado significativamente o escoamento superficial, em razão do aumento de áreas de impermeabilização, da compactação do solo e do próprio aumento da liberação irregular do esgoto sanitário (Silva, 2020). Esses fatores não apenas comprometem a saúde pública, como também resultam em assoreamento dos corpos d'água, o comprometimento de sistemas costeiros e a intensificação de alagamentos, especialmente em períodos de maior precipitação.

De modo geral, no âmbito ambiental, os efeitos das línguas sujas podem incluir a eutrofização das águas, a destruição de habitats, o acúmulo de microplásticos, o comprometimento da balneabilidade, a toxicidade, a emissão de gases poluentes, a alterações no solo e o assoreamento dos rios e lagos, agravando o desequilíbrio ecológico em áreas urbanas e litorâneas. Além disso, entre as consequências da liberação das línguas sujas no oceano, com destaque para Costa dos Corais, está o branqueamento dos corais. A pesquisa de Brito *et al.* (2019) aponta sobre a influência da construção de edifícios turísticos em áreas próximas aos recifes, aumentando o índice de contaminação através do despejo de esgoto e liberação de resíduos sólidos³.

No que se refere às especificidades dos impactos gerados, a pesquisadora Mello (2022) desenvolve um estudo quanto à evolução urbana na praia Pajuçara, tendo como um de seus resultados um quadro de indicadores relacionados aos principais eixos afetados, conforme exposto no Quadro 3. Dentre esses, destaca-se no presente estudo o eixo referente à “drenagem pluvial”, que, mesmo analisado em uma área restrita de Maceió, já se configura como um

³ Outro fator destacado é o vazamento de óleo das embarcações (água de lastro), que é outro impacto ao ecossistema ambiental de Maceió-AL.

elemento crítico para o desenvolvimento dos três meios apresentados (físico, biótico e antrópico).

Quadro 3 - Matriz de Impactos Ambientais.

Características		Meio Físico					Meio Biótico		Meio Antrópico						
		Solo		Água	Ar		Flora	Fauna	Paisagístico	Habitação	Saúde	Lazer	Tráfego	Valor Patrimonial	Geração de Empregos
Ações desenvolvidas	Alterações na Topografia	Erosão	Oceano	Ruido	Gases										
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	
	Ocupação Regular	Y1	B	B	0	M	0	M	M	0	B	M	M	A	A
	Ocupação pelo turismo sazonal	Y2	A	A	A	A	0	M	A	M	A	0	A	A	A
	Equipamentos Turísticos	Y3	M	M	A	M	0	M	A	A	A	0	A	A	A
	Drenagem de águas pluviais	Y4	0	A	A	0	0	0	A	A	A	A	0	B	0
	Pavimentação de vias	Y5	A	A	0	B	B	M	M	M	A	M	A	A	0
	Descarte de resíduos sólidos	Y6	B	B	A	0	B	M	M	A	M	M	M	0	B
	Trânsito de veículos automotores	Y7	M	0	B	A	A	A	B	0	A	M	M	A	0
	Pesca comercial	Y8	0	0	A	A	M	M	M	0	0	0	0	A	0
	Pesca artesanal	Y9	0	0	0	B	0	B	M	0	0	0	0	B	0
	Postos de combustíveis	Y10	M	0	0	A	M	B	M	B	A	B	0	A	A
	Fábrica de gelo	Y11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	M	B
Legenda		Negativo	Neutro	Positivo		B		Baixo	M	Médio	A	Alto	0	Neutro	

Fonte: Leopold e Lollo (2005), adaptado por Mello, 2022.

3.3 Exame legislativo

No que concerne a legislação nacional a Lei nº 11.445/2007, estabelece em seu 2º artigo os princípios fundamentais do saneamento básico, determinando no inciso IV que deve-se haver a "disponibilidade, nas áreas urbanas, de serviços de drenagem e manejo das águas pluviais, tratamento, limpeza e fiscalização preventiva das redes, adequados à saúde pública, à proteção do meio ambiente e à segurança da vida e do patrimônio público e privado". Além disso, o inciso VII assegura que as soluções adotadas não apenas atendam aos requisitos ambientais e sociais, mas também sejam financeiramente sustentáveis a longo prazo. Portanto, assegurando o dever do poder público de garantir que haja meios para disponibilizar a coleta, o tratamento e a fiscalização das redes de esgoto - o que inclui as galerias pluviais - com ênfase às soluções sustentáveis.

Sob a mesma perspectiva, partindo de uma análise do caso de Maceió, observa-se que desde 1996, com a implementação da lei municipal nº 4.548, demonstrava-se a preocupação governamental em proibir o lançamento de esgoto nas redes pluviais e nas praias, mesmo quando tratado. Conforme a instrução normativa estatal de Alagoas, SEMARH nº1/2018, entende-se por “devido tratamento de efluente” no parágrafo 1 do artigo 3º:

I - Remoção mínima de 75 % da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) do efluente bruto e DBO máxima no efluente tratado de 120 mg/L;

II - Concentração máxima de coliformes termotolerantes no efluente tratado de 1.000 NPM/100mL, podendo esse ser superior, desde que obedeça aos critérios de balneabilidade da resolução CONAMA nº 274/2000;

III - Atendimento aos demais padrões de lançamento estabelecido no art. 16 da Resolução CONAMA nº 430/2011 (SEMARH nº1/2018, § 1º).

Em 2018, foi instituída em Maceió a lei nº6.755, que estabelece a Política Municipal de Saneamento Básico, contendo diretrizes, objetivos e deveres municipais, também destacando o

Plano Municipal de Saneamento Básico⁴, como uma ferramenta norteadora das ações municipais.

Ademais, em razão da completude do aspecto técnico, cabe destacar outras leis e normas relevantes para o manejo desses efluentes, tais como:

- O artigo 225 da Constituição Federal brasileira de 1988, que atribui ao poder público e à coletividade o direito ao uso comum e ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, acrescida a obrigação de defendê-lo e preservá-lo para as futuras gerações.
- A Lei nº 14.026/2020 que atualiza o marco legal do saneamento básico, indicando percentuais de universalização de água e esgoto até 2033, trazendo maior segurança jurídica para as concessões e perspectiva de uniformização da regulação via Agência Nacional de Águas (ANA), uma vez que o tema saneamento sempre ficou a cargo de várias agências reguladoras estaduais e municipais. Assim, incentivando maiores investimentos do setor privado.
- A Política Nacional de Resíduos Sólidos (lei nº 12.305/2010), que possui como medida mínima do plano de gerenciamento de resíduos sólidos, em seu artigo 21, inciso VIII, as medidas saneadoras dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos. Sendo que a mesma lei define no artigo 13 os resíduos sólidos quanto à origem, destacando na alínea “e” os resíduos dos serviços públicos de saneamento básico.
- A Lei nº 9.605/1998, que impõe sanções penais e administrativas aos crimes ambientais, dando ênfase ao artigo 54, parágrafo 2, inciso V, no qual o crime ocorre por lançamento de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos, ou detritos, óleos ou substâncias oleosas, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou regulamentos, valendo-se a pena de reclusão de um a cinco anos.
- O Decreto 12.082/2024, que institui a estratégia nacional de economia circular, define diretrizes e objetivos, que incluem a produção e o consumo sustentáveis e os instrumentos financeiros de auxílio.
- A Resolução CONAMA nº 274/2000, que define os critérios da balneabilidade em águas brasileiras.
- O Projeto de Lei 1.864/2022, que institui a política nacional de economia circular (PNEC), foi aprovada pelo plenário e teve seu último estado como “remetida à câmara dos deputados” em 21/03/2024.

Acrescendo-se a isso, é um dever municipal estabelecer metas e planos de ação que deem progressão às metas mundiais da agenda 2030, com destaque a ODS 6, a qual refere-se a água potável e saneamento. Em especial na meta 6.3 brasileiras, referente da ODS 6:

Melhorar a qualidade da água nos corpos hídricos, reduzindo a poluição, eliminando despejos e minimizando o lançamento de materiais e substâncias perigosas, reduzindo pela metade a proporção do lançamento de efluentes não tratados e aumentando substancialmente o reciclo e reuso seguro localmente (ONU Brasil, 2015).

Dessa forma, estabelecendo na esfera municipal, estadual, federal e internacional a obrigação do poder público e da coletividade de zelar pela manutenção e preservação dos efluentes locais, através do saneamento, da drenagem e do tratamento adequado das águas contaminadas.

3.4 Economia circular

Com o advento da industrialização, na segunda metade do século XVIII, houve uma aceleração das etapas produtivas, intensificando a exploração de matérias-primas e

⁴ <https://www.semurb.maceio.al.gov.br/servicos/pmsb>

aprofundando a instabilidade ligada ao modelo linear de produção. Na mesma medida, o crescimento populacional iminente contribuiu para agravar esse cenário, gerando preocupações quanto à escassez futura de recursos naturais. Entre possíveis consequências desse sistema “pegar, produzir, descartar” Lacy (2014, *apud* Alves, 2022) estão o aumento dos preços, tensões geopolíticas, ampliação das desigualdades sociais e agravamento das crises climáticas e ambientais (Silva *et al.*, 2023). De modo que esse modelo produtivo culminou no aparecimento do modelo de produção circular, o qual é descrito por Alves (2022) com um caráter restaurativo e regenerativo, dando ênfase aos princípios de: i) planejar desde o começo do processo evitando, eliminando poluição e desperdício; ii) prolongar a vida máxima dos produtos, componente se materiais; iii) regenerar sistemas naturais, mantendo o ciclo renovável e auto sustentável. A figura 4 ilustra as etapas desse modelo econômico

Figura 4 - O que é a economia circular.



Fonte: Brasil, Senado Federal, 2024.

Nesse sentido, a aplicação do modelo circular no contexto das línguas sujas parte das estações de tratamento de esgoto (ETEs), presentes desde o descarte até a geração de novos produtos. Todavia, para que o esgoto chegue até as estações é indispensável um sistema de esgotamento sanitário eficiente. Atualmente, dois principais modelos são utilizados: os sistemas centralizados e os descentralizados. O primeiro é o sistema mais convencional, consiste na coleta de grandes volumes de águas residuais que são conduzidas até uma estação de tratamento de grande porte longe da fonte geradora e posteriormente descartadas, caracterizadas pelo intensivo uso de energia, geração excessiva de lodo e custos significativos para operação e manutenção. Já o segundo sistema realiza a coleta, a condução à ETE de menor porte e a disposição ou reutilização dos esgotos nas proximidades da origem do despejo, sendo preferencialmente utilizadas no atendimento de zonas periféricas nas regiões metropolitanas, além de possuírem menos custos de implementação e operação (Santos, 2019 *apud* Santos, 2022).

A escolha do tipo de sistema utilizado é crucial e compete-se a uma análise mais aprofundada do território maceioense, uma vez que o estudo de Santos (2022), examina uma série de estudos que demonstram custos e benefícios atrelados aos dois tipos de sistemas. Da mesma forma, a adoção de técnicas de drenagem urbana adequadas pode potencializar o sistema de escoamento selecionado, desse modo melhorando o balanceamento hídrico urbano e mitigando impactos ambientais (Lôbo, 2018).

O estudo conduzido pelo Instituto Trata Brasil (2025), analisou os dados de 2022 de 5.570 municípios da base do IBGE, aferindo que 85,2% destes não possuíam exclusividade no manejo das águas pluviais e 3,9% nem possuíam o serviço. Além disso, constatando uma disparidade entre a ampla oferta de sistemas de microdrenagem (95,9%) e a baixa implementação de sistemas de macrodrenagem e grandes dispositivos (menos de 5%), o estudo deduz a preferência dos municípios por soluções a curto prazo. No entanto, essas medidas tendem a aumentar o risco de problemas futuros com proporções ainda mais graves, como, por exemplo, a sobrecarga das tubulações urbanas e inundações recorrentes. Outro dado gerado pela mesma pesquisa, aponta as maiores dificuldades relacionadas à implementação e/ou ampliação de soluções sustentáveis (quadro 4).

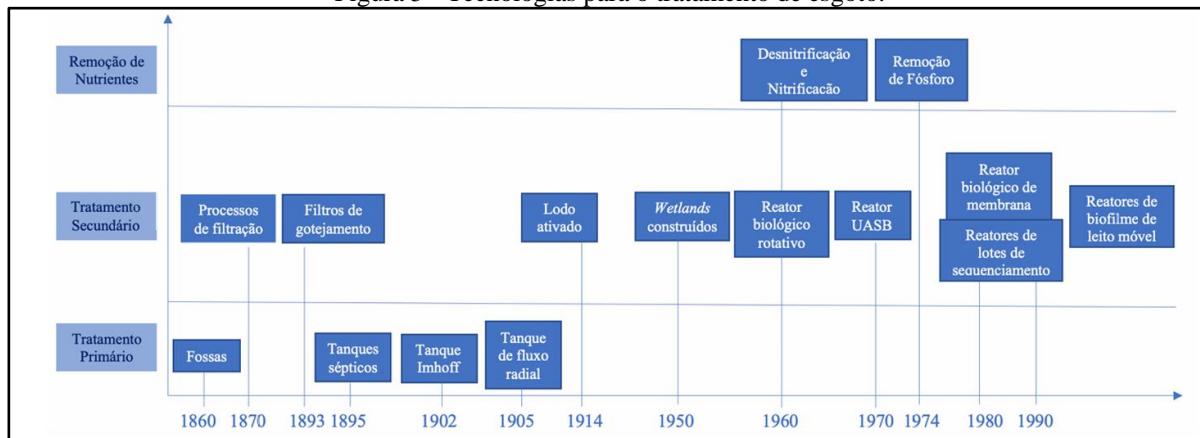
Quadro 4 - Principais dificuldades dos municípios na implementação e/ou ampliação de soluções baseadas na natureza.

Dificuldades para ampliar e/ou implementar	Municípios	Municípios (%)
Falta de incentivos financeiros/fiscais e/ou previsão orçamentária	2.872	51,6%
Áreas construídas consolidadas (Áreas urbanizadas densas ou ocupadas há mais de 10 anos)	2.296	41,2%
Falta de pessoal qualificado	2.162	38,8%
Ausência de legislação	2.152	38,6%
Falta de planejamento de longo prazo	1.812	32,5%
Ausência de conhecimento sobre o assunto	1.548	27,8%
Ausência de mobilização social e educação ambiental	1.378	24,7%
Ausência de padrões de projeto e manutenção	1.157	20,8%
Resistência da população	687	12,3%
Não se aplica (não há necessidade dessas infraestruturas no município)	659	11,8%
Resistência do setor privado	410	7,4%
Outras	403	7,2%
Não é prioridade na gestão municipal	402	7,2%

Fonte: Instituto Trata Brasil (2025).

Desse modo inferindo que, apesar das possibilidades estruturais, a efetivação de tecnologias voltadas ao tratamento de esgotos ainda enfrenta baixa adesão, como reflexo das limitações da gestão sanitária. Essa lacuna compromete o pleno aproveitamento das soluções propostas pela economia circular, que dependem de uma articulação mais integrada entre infraestrutura, inovação tecnológica e políticas públicas. A exemplo disso, na figura 5 observa-se que as fossas são o tipo de tecnologia de tratamento mais antigo, entretanto, segundo o Censo de 2022 do IBGE a principal forma de esgotamento sanitário em Alagoas ainda feita por “fossa rudimentar ou buraco” (44,15% dos moradores), seguida pelo uso da rede geral, pluvial ou fossa ligada à rede (33,12% dos moradores).

Figura 5 - Tecnologias para o tratamento de esgoto.



Fonte: Santos, 2022.

Embora a baixa adesão às tecnologias de saneamento evidencie barreiras históricas na infraestrutura, a economia circular surge não como ruptura, mas como evolução possível. Tecnologias como biodigestores (Silva, 2024) e sistemas UASB (Silva, 2025), mostram que é possível transformar esgoto em energia e em água reutilizável, reduzindo os custos ocultos com a contaminação e a saúde pública. Cabendo destacar que o desafio dessas soluções se estende da eficácia para sua implantação escalonada, começando por projetos pilotos em zonas estratégicas, para visualização do retorno econômico (biogás, biofertilizantes) e o ambiental seja visível à população. Assim tratando o esgoto não como “lixo”, mas como insumo.

Estudos mais recentes, estudam alternativas para destinação do esgoto com o tratamento adequado, por exemplo: o de Silva *et al.* (2023), estuda o reaproveitamento do lodo, água de reúso e biogás, resultantes dos processos anaeróbios e aeróbios. Esse estudo destacou, em sua análise, o conjunto de leis atreladas à geração e aplicação desses subprodutos, além de enfatizar a necessidade de promover a conscientização sobre os benefícios do seu reúso. Apesar de sua eficiência, esses materiais ainda enfrentam rejeição por parte da população e são frequentemente vistos como descartáveis, o que dificulta sua inserção no mercado e revela a falta de conhecimento sobre as práticas sustentáveis.

Enquanto a pesquisa de Bolzani investiga a recuperação dos nutrientes do esgoto sanitário por meio do cultivo de microalgas nativas do esgoto. Um dos argumentos que sustentam a viabilidade dessa abordagem é o uso de biorreatores de fluxo contínuo (FBRs) operados com consórcios microbianos (CMB) nativos do próprio esgoto. Essa solução é considerada economicamente viável e ambientalmente adequada para superar os principais desafios do tratamento de esgoto em sistemas descentralizados, uma vez que promove um tratamento terciário com a remoção de nutrientes, metais pesados e patógenos (Arora *et al.*, 2021; Dhanker *et al.*, 2021 *apud* Bolzani, 2023) e reduzindo a produção da biomassa (Lopes *et al.*, 2018 *apud* Bolzani, 2023). Essa biomassa, por sua vez, pode ser aproveitada em diferentes aplicações, como a produção de biocombustíveis, ração animal e biofertilizantes (Gudiukaite *et al.*, 2021 *apud* Bolzani, 2023).

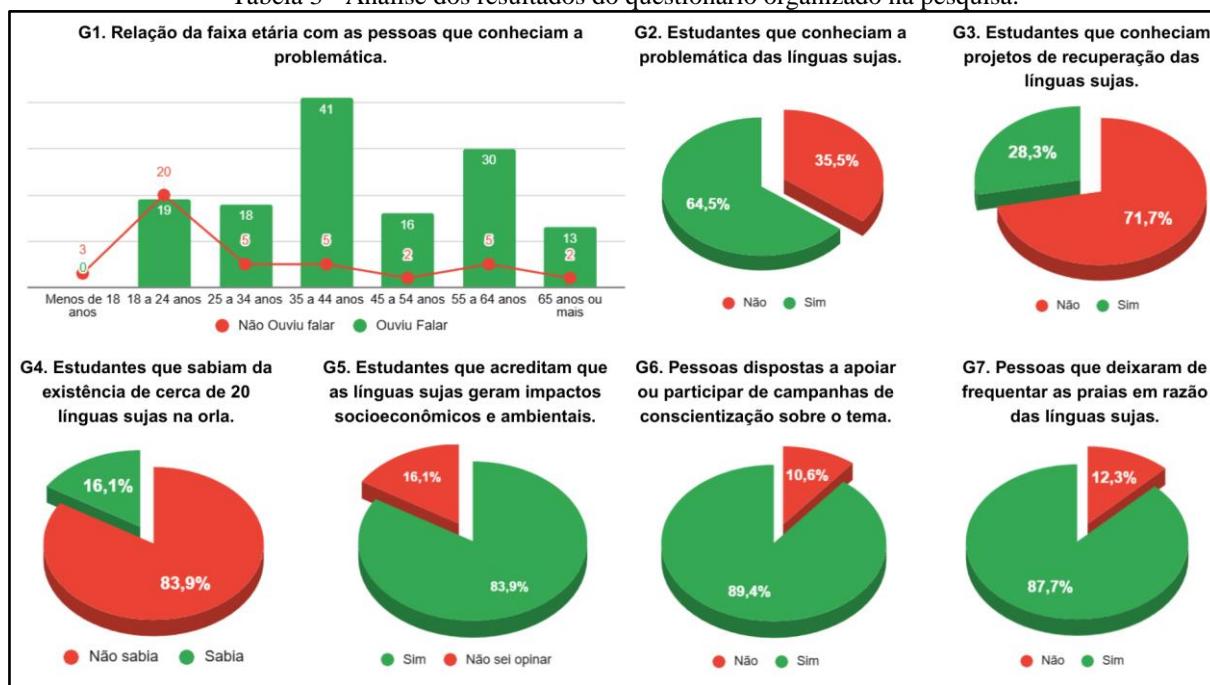
Assim, evidenciando a necessidade de estudos e análises mais aprofundadas das técnicas e do território local, para quantificação da viabilidade de implementação dos métodos e sistemas mais adequados para mitigação dos riscos ambientais e atribuição de valor ao esgoto descartado.

3.5 Conscientização populacional e gestão ambiental

A entrevista realizada visou avaliar o nível de conscientização da população acadêmica local acerca das línguas sujas presentes na cidade. Essa obteve 184 respostas, das quais 5 não foram utilizadas na análise pois assinalaram não no termo de divulgação e veracidade. Das

respostas consideradas, 147 são de moradores locais e 62 afirmaram estar matriculadas na rede de ensino técnico ou superior da metrópole de Maceió. Os principais resultados do questionário são detalhados através da tabela 3.

Tabela 3 - Análise dos resultados do questionário organizado na pesquisa.



Acrescenta-se que a principal área de atuação das pessoas que afirmaram conhecer a problemática foi “Educação/Pesquisa” (47 pessoas), seguidas por “Meio ambiente/Sustentabilidade” (18 pessoas), contudo desse mesmo número somente 23 conheciam alternativas para recuperação das línguas sujas, sendo 9 matriculados em uma escola de nível superior ou técnico na localidade.

Assim, apesar da comunidade acadêmica estudada conhecer o problema das línguas sujas e acreditar que esse gera impactos socioeconômicos e ambientais, não estavam cientes da dimensão do problema local e nem de projetos de recuperação das línguas sujas. Um dado crucial é que 87,7% do total dos participantes da pesquisa apontam que deixaram de frequentar as praias locais devido a liberação das línguas sujas na orla. Porém, 89,4% também apresentaram disponibilidade para apoio e/ou participação em campanhas de conscientização.

Paralelamente, a gestão e as redes locais não devem ser anuladas dessa análise. Em dezembro de 2022, a prefeitura local inaugurou a “Operação Línguas Sujas”, visando a identificação e a correção de ligações clandestinas no esgoto local. O que gerou o resultado de 206 tamponamentos na rede de drenagem até o mês de abril de 2025 (Maceió, 2025). Sua execução é realizada através da Secretaria Municipal de Infraestrutura (Seminfra) em conjunto a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo (Semurb) e configuraram o despejo clandestino como um crime ambiental, instituído na lei municipal nº 4.548/1996. Sob esse mesmo viés, outro programa fundamental da prefeitura, também fundado em 2022, foi o “Maceió Mares Limpos”, com o intuito de realizar “*tamponamentos das ligações clandestinas, desassoreamento de galerias e restauração das existentes*” (Maceió, 2022). Também cabe ressaltar acerca do programa “Renasce Salgadinho”⁵, uma iniciativa de 2021, que promovia o resgate e a recuperação ambiental do riacho e todo seu entorno, através da requalificação

⁵ “Salgadinho” é o nome dado pelos moradores locais ao riacho Massayó, que deu origem ao nome da cidade, o qual encontra-se poluído pelo descarte ilegal de resíduos e as ligações clandestinas em sua extensão.

ambiental, melhorias nos sistemas de drenagem, recomposição do Salgadinho, entre outros. No ano de 2025, o mesmo projeto está trabalhando com a requalificação da orla marítima avançando na praia da Avenida.

O emissário submarino de Maceió, inaugurado em 1989 pela Casal, que é responsável por mais de 80% do esgotamento sanitário da cidade, apresentou corrosão e riscos de desabamento na estrutura no ano de 2024, incluindo danos na própria tubulação. Em dezembro de 2024, a empresa BRK iniciou a recuperação da estrutura investindo aproximadamente 15 milhões no projeto, com expectativa de finalização ainda no ano de 2025 (TNH1, 2024). A empresa estima que 90% do esgoto coletado na rede de esgoto é liberado no oceano após o tratamento.

Além disso, mais recentemente com a entrada da empresa francesa Veolia (Veolia, 2025), referência mundial no mercado da gestão de água, resíduos sólidos e energia, no estado de Alagoas. O que representa uma oportunidade significativa para avanços na rede de saneamento básicos locais e do tratamento das águas residuárias, com a introdução a novas técnicas e tecnologias modernas. Soma-se a isso as movimentações indiretas da Ambipar, que fortalece a gestão integrada dos resíduos sólidos expandindo suas operações em empresas regionais. Embora não atuando diretamente no tratamento de esgoto, contribui para redução da carga poluidora dos corpos hídricos, colaborando de forma complementar com os esforços voltados à melhoria da qualidade ambiental e ao enfrentamento das línguas sujas. Outra parceria fundamental, no contexto da economia circular, foi o acordo técnico de Alagoas com a Indústria das Águas, também no ano de 2025, viabilizando o estudo para o reúso das águas no setor e oferecendo subsídios técnicos para a indústria local.

4. CONCLUSÃO

O presente trabalho realiza um estudo sobre as alternativas sustentáveis para mitigação dos efeitos das línguas sujas na metrópole de Maceió, através da análise da literatura relevante e de uma pesquisa voltada à comunidade acadêmica da capital alagoana. Entre os estudos avaliados, aponta-se os impactos de um sistema de drenagem e saneamento nos aspectos socioeconômicos e ambientais para a população local, acrescendo-se de técnicas utilizadas para o aproveitamento das águas residuárias, como uma alternativa para atribuir valor ao “lixo”.

Essas técnicas devem ser analisadas mediante as observações dos institutos e órgãos governamentais e viabilizadas através dos planos municipais. No entanto, o território de Maceió ainda carece de estudos mais aprofundados para avaliar os métodos mais eficazes e sustentáveis de reutilização das línguas sujas, ao mesmo passo que infere-se a necessidade do incentivo à produção acadêmica e a operações como a “Operação Línguas Sujas”. Como resultado do questionário, constata-se que apesar da população acadêmica ter ciência de que são línguas sujas não tinham contato com a dimensão do problema real na orla local do mesmo modo somente 28,3% dos estudantes conheciam projetos de recuperação das línguas sujas.

Assim, determina-se a necessidade do reconhecimento do problema através da identificação das áreas mais afetadas e da ampliação de espaços de escuta e participação popular, especialmente voltados ao acolhimento de demandas e denúncias da população. Recomendando-se a elaboração de um plano de ação, mediado por parcerias intermunicipais, pela comunidade acadêmica e agências de fomento para projetos de pesquisa, diagnóstico e inovação, que devem agir com base nas métricas estabelecidas durante a revisão, mapeamento das áreas críticas e dados acerca do sistema de drenagem e saneamento local.

Pesquisas futuras podem realizar um levantamento em campo para medição das línguas sujas, para que se possa inferir com precisão seus impactos diretos ao meio ambiente e a população maceioense. Em seguida, uma análise territorial aprofundada da rede de drenagem local, para exame do tipo de sistema de tratamento de esgoto mais adequado.

5. REFERÊNCIAS

ÁGUA E SANEAMENTO. Municípios e Saneamento: Maceió/AL. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/al/maceio>. Acesso em: 6 maio 2025.

ALAGOAS. Alagoas assina acordo técnico que viabiliza estudo para reúso da água no setor industrial. Maceió, 2025. Disponível em: <https://alagoas.al.gov.br/noticia/alagoas-assina-acordo-tecnico-que-viabiliza-estudo-para-reuso-da-agua-no-setor-industrial>. Acesso em: 6 maio 2025.

ALVES, J. P. B.. Contribuições da economia circular para recuperação de estruvita de águas residuais. [S.l.], 2022. 72 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química Bacharel) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2022. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/29779/1/economiacircularrecuperacaoestrutiva.pdf>. Acesso em: 6 maio 2025.

ANÍCIO, S. O.; MEIRELES, E.; BRANCO FILHO, T. C. T.; MALHEIROS, T. F.. Aspectos legais da adoção de práticas da economia circular em estações de tratamento de esgoto no Brasil. [S.l.], 2021. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/003081608>. Acesso em: 6 maio 2025.

ALAGOAS. Instrução Normativa SEMARH nº1 de maio de 2018. Estabelece critérios e padrões de emissão de efluentes no Estado de Alagoas. [S.l.], 2018. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=360760>. Acesso em: 6 maio 2025.

BELLE, F. G.; MONTE, M. B. S. FINGER, A. B.. O atual panorama ecológico da costa litorânea de Maceió - administração pública, sustentabilidade e gestão socioambiental. Extensão em Debate, [S.l.], v. 13, n. 20, 2024. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/extensaoemdebate/article/view/17679>. Acesso em: 6 maio 2025.

BORTOLLO, M. R.. Avaliação quali-quantitativa das substâncias poliméricas extracelulares (EPS) francamente ligadas no perfil do lodo de um reator UASB tratando esgoto sanitário em codigestão com biomassa de microalgas hidrolisada. [S.l.], 2022. 68 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/2449>. Acesso em: 6 maio 2025.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 6 maio 2025.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000. São Paulo: CETESB, 2000. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2018/01/RESOLU%C3%87%C3%83O-CONAMA-n%C2%BA-274-de-29-de-novembro-de-2000.pdf>. Acesso em: 6 maio 2025.

BRASIL. Decreto nº 12.082, de 27 de junho de 2024. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 27 jun. 2024. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2024/decreto-12082-27-junho-2024-795869-publicacaooriginal-172239-pe.html>. Acesso em: 6 maio 2025.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Relatório de avaliação anual do Plansab 2021. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/plano-nacional-de-saneamento-basico-plansab/arquivos/relatriodeavaliaoanualdoplansab2021.pdf>. Acesso em: 6 maio 2025.

BRASIL. Senado Federal. Projeto de Lei nº 1.864 . Brasília, 2022. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/153908>. Acesso em: 6 maio 2025.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 8 jan. 2007. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em: 6 maio 2025.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 16 jul. 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm. Acesso em: 6 maio 2025.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 13 fev. 1998. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm. Acesso em: 6 maio 2025.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 6 maio 2025.

BRASIL. Senado Federal. Senado aprova Política Nacional de Economia Circular; texto vai à Câmara. Brasília, 19 mar. 2024. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2024/03/19/senado-aprova-politica-nacional-de-economia-circular-texto-vai-a-camara>. Acesso em: 6 maio 2025.

BRITO, L. F.; OLIVEIRA, E. P.; MORAES, J. G. B. C.; SOUZA, N. C.; PANTOJA, N. R. C.; SANTO, R. V. E. Aumento da temperatura, turismo, poluição e pesca: os riscos aos corais brasileiros. Revista UniAraguaia, v.14, n.3, 2023. Disponível em: <https://sipe.uniaraguaia.edu.br/index.php/REVISTAUNIARAGUAIA/article/view/886/Vol14-3-art-5>. Acesso em: 6 maio 2025.

BOLZANI, H. R.. **Fotobioreator flat panel e lagoa raceway: avaliação do cultivo de microalgas nativas para tratamento e recuperação de nutrientes de esgoto sanitário anaeróbio de alta carga.** [S.I.], 2023. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/entities/publication/3383c12b-8c96-47e4-b789-12224c4f7461>. Acesso em: 6 maio 2025.

FIRMINO, M. V. da S. L.. **Climatologia dos eventos extremos de precipitação em Maceió, Alagoas.** 2024. 22 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia Bacharelado) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2024. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/contextogeografico/article/download/16974/12461/77254>. Acesso em: 6 maio 2025.

G1 ALAGOAS. Língua suja surge na Praia da Jatiúca e IMA intima prefeitura de Maceió. [S. l.], 5 dez. 2022. Disponível em: <https://g1.globo.com/al/alagoas/noticia/2022/12/05/lingua-suja-surge-na-praia-da-jatiuca-e-ima-intima-prefeitura-de-maceio.ghtml>. Acesso em: 6 maio 2025.

INSTITUTO TRATA BRASIL. Benefícios econômicos do saneamento em Alagoas. [S. l.], 12 mar. 2025. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2025/04/Beneficios-economicos-do-saneamento-em-Alagoas-v.-2025-03-12.pdf>. Acesso em: 6 maio 2025.

INSTITUTO TRATA BRASIL. Estudo sobre o setor de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas no Brasil. [S.l.], abr. 2025. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2025/04/Estud-Estudo-sobre-o-setor-de-drenagem-e-manejo-de-aguas-pluviais-urbanas-no-Brasil.pdf>. Acesso em: 6 maio 2025.

LÔBO, M. L. L.. A gota d'água: a ocupação intralote na planície litorânea da cidade de Maceió-AL e o manejo das águas pluviais. 2018. Disponível em:<https://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/4620>. Acesso em: 6 maio 2025.

TENÓRIO, F. P.; OLIVEIRA, G. S. B.. Paisagem e turismo: contrastes do destino turístico Maceió. 2021. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/handle/123456789/10404>. Acesso em: 6 maio 2025.

TENÓRIO, G. V.; MELO, M. B.. Drenagem urbana: uma análise da falta de saneamento e suas complicações nas praias de Maceió. Caderno de Ciências Exatas, [S.l.], 2019. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/cdgexatas/article/view/6918>. Acesso em: 6 maio 2025.

MACEIÓ. Operação Línguas Sujas notifica empreendimentos e residências em Maceió. Maceió, 2023. Disponível em: <https://maceio.al.gov.br/noticias/seminfra/operacao-linguas-sujas-notifica-empreendimentos-e-residencias-em-maceio>. Acesso em: 6 maio 2025.

MACEIÓ. Prefeitura de Maceió faz mais de 200 tamponamentos de ligações irregulares de esgoto. Maceió, 2025. Disponível em: <https://maceio.al.gov.br/noticias/seminfra/prefeitura-de-maceio-faz-mais-de-200-tamponamentos-de-ligacoes-irregulares-de-esgoto>. Acesso em: 6 maio 2025.

MACEIÓ. Lei Ordinária nº 6.755, de 2018. Estabelece a Política Municipal de Saneamento Básico do Município de Maceió e outras providências. Diário Oficial do Município de Maceió, Maceió, 2018. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/al/m/maceio/lei-ordinaria/2018/676/6755/lei-ordinaria-n-6755-2018-estabelece-a-politica-municipal-de-saneamento-basico-do-municipio-de-maceio-e-outras-providencias>. Acesso em: 6 maio 2025.

MACEIÓ. Lei Ordinária nº 4.548, de 1996. Institui o Código Municipal de Meio Ambiente. Diário Oficial do Município de Maceió, Maceió, 1996. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/al/m/maceio/lei-ordinaria/1996/454/4548/lei-ordinaria-n-4548-1996-institui-o-codigo-municipal-de-meio-ambiente-e-dispoe-sobre-a-administracao-do-uso-dos-recursos-ambientais>. Acesso em: 6 maio 2025.

MACEIÓ. Obras de urbanização do Renasce Salgadinho avançam na Praia da Avenida. Maceió, 2025. Disponível em: <https://maceio.al.gov.br/noticias/seminfra/obras-de-urbanizacao-do-renasce-salgadinho-avancam-na-praia-da-avenida>. Acesso em: 6 maio 2025.

MACEIÓ. Prefeitura lança Renasce Salgadinho, o maior programa de transformação ambiental de Maceió. Maceió, 2021. Disponível em: <https://maceio.al.gov.br/noticias/gp/prefeitura-lanca-renasce-salgadinho-o-maior-programa-de-transformacao-ambiental-de-maceio>. Acesso em: 6 maio 2025.

MACEIÓ. Prefeitura anuncia programa Maceió Mares Limpos para eliminar as línguas sujas na capital. Maceió, 2022. Disponível em: <https://maceio.al.gov.br/noticias/gp/prefeitura-anuncia-programa-maceio-mares-limos-para-eliminar-as-linguas-sujas-na-capital>. Acesso em: 6 maio 2025.

MELO, O. T. F. A.. Evolução urbana e vulnerabilidade da praia de Pajuçara, Maceió-AL. 2021. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/handle/123456789/14942>. Acesso em: 6 maio 2025.

ONU BRASIL. Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6: Água potável e saneamento. [S.I.], 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/6>. Acesso em: 6 maio 2025.

MULINARI, R.; BILOTTA, P.. Análise de sustentabilidade energética na secagem térmica de resíduos do tratamento de esgoto. Revista Tecnologia e Sociedade, [S.I.], v. [vol.], n. [n.], [ano]. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/16281>. Acesso em: 6 maio 2025

RIOS, M. V.. Políticas e práticas sustentáveis da cadeia do turismo em Maceió. 2021. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/jspui/handle/123456789/10686>. Acesso em: 6 maio 2025.

SALLA, M. R.; SÁ, E.; FERREIRA, P. A. S. C.; MELO, N. A. Relação entre saneamento básico e saúde pública em Bissau, Guiné-Bissau. Saúde e Sociedade, v. 28, n. 4, p. 284-296, 2019. Disponível em: <https://www.scielosp.org/article/sausoc/2019.v28n4/284-296/>. Acesso em: 6 maio 2025.

SANTOS, M. C. M. Análise de viabilidade técnica e econômica de tratamento de esgotos descentralizados: uma revisão bibliométrica. 2022. 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2022. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/jspui/handle/123456789/11899>. Acesso em: 6 maio 2025.

Santos, L. M.; SOUSA, Í. D. H.; TORRES, T. A. S.; MENDONÇA, L. C.. Reúso de águas resíduos na irrigação: mapeamento sistemático na literatura. Meio Ambiente (Brasil), [S.I.], v. 5, n. 3, 2023. Disponível em: <https://meioambientebrasil.com.br/index.php/MABRA/article/view/316>. Acesso em: 6 maio 2025.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Carta geológica Maceió. Brasília: CPRM, 2023. Disponível em: https://rigeo.sgb.gov.br/bitstream/doc/24474/4/carta_geologica_maceio_vr.pdf. Acesso em: 6 maio 2025.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Carta geomorfológica Maceió. Brasília: CPRM, [20-]. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/24895>. Acesso em: 6 maio 2025.

SILVA. A verticalização no Litoral Norte de Maceió: patrimônio e meio ambiente em destruição?. 2020. Disponível em: <https://dspace.mackenzie.br/items/d39e3a8f-4dd9-4af4-9ca5-a4eb3de46736>. Acesso em: 6 maio 2025.

SILVA, J. C. do N. Os impactos do novo marco legal do saneamento básico: uma análise das relações entre a Companhia de Saneamento de Alagoas e a BRK Ambiental na Região Metropolitana de Maceió. 2024. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Econômicas) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2024. Disponível em:<https://www.repositorio.ufal.br/handle/123456789/15882>. Acesso em: 6 maio 2025.

SILVA, L. O.. Uso de biodigestores em estação de tratamento de esgoto. Uniciências, [S.1.], v. 28, n. 1, 2024. Disponível em: <https://uniciencias.pgsscogna.com.br/uniciencias/article/view/12040>. Acesso em: 6 maio 2025.

SILVA, L. H. P.; JÚNIOR, A. F. N; SILVA, S. P. R.. Geração de energia através da gaseificação dos lodos de Estação de Tratamento de Esgoto dos tipos convencional e UASB. Cadernos Pedagógicos, [S.1.], v. 22, n. 5, 2025. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/15168>. Acesso em: 6 maio 2025.

SILVA, D. F. A.; SILVA, E. I.; SILVEIRA, L.; ANÍCIO, S. O.; BRANCO FILHO, T. C. T.; MALHEIROS, T. F.. Situação da Economia circular a partir do marco legal. Boletim Regional, Urbano e Ambiental, n. 29, 2023. <http://dx.doi.org/10.38116/brua29art5>. Disponível em:

https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/12150/7/BRUA_29_Artigo_5_situacao_da_Economia_circular_a_partir_do_marco_legal.pdf. Acesso em: 6 maio 2025.

TNH1. BRK inicia recuperação estrutural do pier do emissário submarino de Maceió. [S. 1.], 2024. Disponível em: <https://www.tnh1.com.br/amp/nid/brk-inicia-recuperacao-estrutural-do-pier-do-emissario-submarino-de-maceio/>. Acesso em: 6 maio 2025.

VEOLIA. Veolia expande operações no Brasil com aquisição estratégica no estado de Alagoas. [S. 1.], 2025. Disponível em: <https://www.latinamerica.veolia.com/pt/noticias/veolia-expande-operacoes-no-brasil-com-aquisicao-estrategica-no-estado-de-alagoas>. Acesso em: 6 maio 2025.



O conteúdo deste trabalho pode ser usado sob os termos da licença Creative Commons Attribution 4.0. Qualquer outra distribuição deste trabalho deve manter a atribuição ao(s) autor(es) e o título do trabalho, citação da revista e DOI.