



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE GEOGRAFIA, DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

MAIARA NUNES FREIRE

**ANÁLISE DA QUALIDADE DE ÁGUAS NO RIO ESTIVA, MUNICÍPIO DE MARECHAL
DEODORO, ALAGOAS, NORDESTE DO BRASIL**

Maceió, Alagoas

2020

MAIARA NUNES FREIRE

**ANÁLISE DA QUALIDADE DE ÁGUAS NO RIO ESTIVA, MUNICÍPIO DE
MARECHAL DEODORO, ALAGOAS, NORDESTE DO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentada ao Curso de Bacharelado em Geografia do Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Alagoas. Apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Graduado em Geografia.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Paula Lopes da Silva

Maceió, Alagoas

2020

Folha de Aprovação



INSTITUTO DE GEOGRAFIA,
DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS INSTITUTO DE
GEOGRAFIA DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE CURSO DE
BACHARELADO EM GEOGRAFIA**

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (TCC), DO CURSO DE BACHARELADO EM GEOGRAFIA, DO INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS.

Aos vinte de seis (26) dias, do mês de novembro, de 2020, reuniu-se no ambiente virtual Plataforma Google meet (<https://meet.google.com/xqo-kfer-bap?pli=1&authuser=0>) **Profa. Dra. Ana Paula Lopes da Silva, Profa. Dra. Nivaneide Alves de Melo Falcão e MSc. Kássia Karina Silva de Araújo** sob a presidência da primeira, compondo a Banca Examinadora do TCC da aluna Maiara Nunes Freire matrícula nº 14112113 sob o título “**ANÁLISE DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DAS ÁGUAS DO RIO ESTIVA, MUNICÍPIO DE MARECHAL DEODORO, ALAGOAS, NORDESTE DO BRASIL.** Às 15:00h (Quinze horas) foi iniciada a defesa, tendo a mesma sido concluída às 16:10 h (Dezesseis horas e Dez minutos).

Após concluída a defesa, arguição e comentários das examinadoras, estas se reuniram e deram as seguintes notas:

1º Examinadora 9.5 (nove inteiros e cinquenta centésimo);

2º Examinadora 9.0 (nove);

3º Examinadora 10.0 (Dez);

A presidente da Banca Examinadora informou à discente a sua média, tendo a mesma sido **9.5 (nove inteiros e cinquenta centésimos);**

Informando ainda que a mesma teria um prazo de 20 dias corridos após a data da defesa para entrega de 3 volumes corrigidos da monografia com encadernação brochura (com capa dura) e uma cópia gravada em mídia (CD ou DVD) à Coordenação do Curso de Bacharelado em Geografia. Nada mais havendo a tratar, foram encerrados os trabalhos, tendo sido lavrada a presente ATA que, após lida e aprovada, será assinada pelas três examinadoras.

Maceió, 26 de novembro de 2020

Ana Paula Lopes da Silva

Nivaneide Melo Falcão

Kássia Karina Silva de Araújo

*Foi sem você que eu pude entender
Que não é fácil viver sem Te ter
Meu coração me diz que não
Eu não consigo viver sem você
sem você.*

Rosa de Saron- Sem Você

Ao meu avô e pai, Djalma Francisco Nunes (in memoriam)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a **Deus** e a intercessão de **Maria** por me permitir viver cada momento único na graduação e me abençoar nessa trajetória colocando pessoas maravilhosas nela.

Aos maiores amores da minha vida que não sei o que seria sem eles, **Meu irmão Anderson Nunes** que com sua paz me acalmava sempre por conversas intermináveis me fazia me sentir capaz de tudo, à **minha Tia Eloisa Francisco Nunes** que é minha segunda mãe e sempre está em todos os momentos da minha vida me apoiando desde o início, e a **minha Mãe Leda Francisco Nunes** que nunca desistiu de batalhar para que eu

pudesse ter uma graduação e principalmente ao meu amor que não está mais nesse plano mas sei que está orgulhoso por essa etapa, meu avô **Djalma Francisco Nunes**, O mundo seria mais feliz se vocês não fossem únicos e afirmo que SEM VOCÊS EU NADA SERIA.

Ao meu namorado, **Thiago Cavalcante Lins Silva** que foi companheiro em momentos tão dolorosos e felizes, sempre me animando e sendo otimista em relação ao término deste trabalho. Te amo demais!

Aos meus amigos de residência universitária por terem me proporcionado tantos bons momentos de risos e apoio, amizades que levarei para a vida.

Agradeço a **Renata Lima, Elisa Santana, Isa Caroline Felix, José Allison da Silva** e a pessoa que me ensinou tanto sobre o amor e zelo com quem amamos, a minha gratidão ao **Tiago Souza**, obrigado meu amigo.

Agradeço a **Viviane Mendonça, Alberto Farias e Domício Mendonça Farias** por terem me adotado como parte da família e ter me socorrido inúmeras vezes e me abrigado no seio da família, minha eterna GRATIDÃO.

Obrigado ao meu primeiro AMIGO que Alagoas me deu, um baiano que também tinha acabado de sair da sua cidade como eu e ter dividido choros e dramas, meu amigo **Alisson Gomes**.

Agradeço as minhas amigas de Cubatão que sempre entenderam minhas ausências e sempre proporcionavam as melhores férias que eu pudesse ter... OBRIGADO **Fabiana Pena e Suelen Raulino**.

À minha orientadora **Profª. Ana Paula Lopes da Silva**, obrigada por aceitar meu convite e principalmente a ser dura em momentos que precisei, obrigado por tanto.

E meu agradecimento ao Professor que sempre me ajudou, se preocupou e me ensinou tanto, **Prof. Sival Autran Guimarães Junior** eu não tenho palavras para agradecer por tanto que me ajudou durante a graduação.

E por fim e não menos especial eu agradeço a **Kassia Karina Araújo** pelos momentos de risos no laboratório, por puxões de orelha quando eu merecia, por sempre me defender e ajudar...Kassia você não imagina o quanto eu gosto e torço por você.

À **Universidade Federal de Alagoas** por ter sido minha casa nesses anos e proporcionado minha evolução como mulher negra, sempre na militância e me fazendo orgulhosa de toda minha ancestralidade. A todas as pessoas que participaram da minha vida durante o curso de Geografia.

RESUMO

A água desde os primórdios da humanidade é elemento essencial para o desenvolvimento das atividades do homem, onde o mesmo buscou-se apropriar das mais diversas tarefas, o que resultou numa significativa redução da potabilidade destas águas, fazendo emergir uma série de normatizações e legislações de controle e análise da potabilidade de água, garantindo uma disponibilização de águas livres de contaminações, assim desenvolveu-se uma série de parâmetros físico, químico e biológicos de análise de águas. Pensando nisso o presente trabalho buscou analisar a qualidade da água do Rio Estiva, focado apenas em parâmetros biológicos, desde sua nascente até seu ponto de captação, buscando contribuir com a análise de águas disponibilizadas pelos serviços urbanos. Para isso estabeleceu-se todo um procedimento de coleta e processamento de amostragem ao longo do ano de 2018, o que permitiu a contagem de coliformes totais e coliformes *E.colli* em quatro pontos do curso fluvial desde sua nascente até seu ponto de captação. Sendo assim foi possível verificar significativas variações ao longo do ano nos coliformes totais e *E.colli* nos pontos, verificou-se uma crescente no sentido do ponto de captação, entretanto mediante a uma análise geral foi relacionada a variação com uma possível interferência através do uso do solo regional na alteração da quantidade de coliformes, esta influenciada pelos condicionantes naturais, havendo significativa redução da potabilidade da água do rio. Vale mencionar que tal aumento é corrigido de forma eficiente pelo sistema de distribuição de água do município como foi verificado no ponto 4, mas em cenários futuros mediante a um aumento populacional no entorno do rio, poderá ocasionar impactos expressivos na qualidade da água. A análise de águas e dinâmica ambiental do rio Estiva, relacionado aos diversos fatores de influência, que se analisado a longo prazo em cenários futuros, poderá representar dados mais conclusivos e robustos. Mais a critério de validação pode-se afirmar que presente estudo apresenta dados significativamente importantes.

Palavras-Chave: Coliformes; Resíduos Sólidos; Água.

Sumário

1	<u>INTRODUÇÃO</u>	10
1.1	<u>Objetivos</u>	11

<u>2 REVISÃO DA LITERATURA</u>	12
<u>2.1 Resíduos sólidos</u>	12
<u>2.3 Líquidos Lixiviados</u>	16
<u>2.4 Qualidade de águas doces no Brasil</u>	17
<u>2.5 A importância da análise de águas</u>	18
<u>2.5.1 Parâmetros Biológicos</u>	19
<u>2.6 Lixão de Marechal: Histórico</u>	20
<u>3 MATERIAIS E MÉTODOS</u>	22
<u>3.1 Caracterização da área de estudo</u>	22
<u>3.2 Metodologia</u>	25
<u>3.2.1 Levantamento Bibliográfico</u>	25
<u>3.2.2 Levantamento Cartográfico</u>	25
<u>3.2.3 Trabalhos de Campo</u>	26
<u>3.2.4 Processamento das amostras</u>	27
<u>3.2.5 Construção final dos resultados específicos e organização final do trabalho</u>	29
<u>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</u>	30
<u>4.1 Ponto 1 – Nascente do Rio Estiva</u>	30
<u>4.2 Ponto 2 - Povoado Fazenda Suíça</u>	32
<u>4.3 Ponto 3 – Ponto de captação de água SAEE</u>	34
<u>4.4 Ponto 4 – Estação de Tratamento SAEE</u>	35
<u>4.5 Discussões gerais e desdobramentos dos resultados</u>	35
<u>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</u>	38
<u>REFERÊNCIAS</u>	39

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura 1 - Antigo lixão de Marechal Deodoro, hoje desativado.</u>	21
<u>Figura 2 - Localização do Município de Marechal</u>	23
<u>Figura 3 – Rio Estiva em relação ao lixão</u>	24

<u>Figura 4 – Pontos de coleta no Rio Estiva em relação ao lixão</u>	26
<u>Figura 5 - Procedimentos de análise biológica</u>	28
<u>Figura 6 - Valores de microrganismos no Ponto 1</u>	31
<u>Figura 7 - Valores de microrganismos no Ponto 2</u>	33
<u>Figura 8 - Valores de microrganismos no Ponto 3</u>	34
<u>Figura 9 - Fluxo superficial da área entre o lixão e o Rio..</u>	36
<u>Figura 10 - Pluviometria Média anual de Marechal Deodoro</u>	36
<u>Figura 11 - Usos do solo de Marechal em 2018</u>	37

LISTA DE QUADROS

<u>Quadro 1 - Detecção das enzimas de acordo com o método de filtração em membrana.</u>	29
<u>Quadro 2 - Parâmetros analisados no Ponto 1 e seus valores médios e máximos em relação as definições do CONAMA</u>	32
<u>Quadro 3 - Parâmetros analisados no Ponto 2 e seus valores médios e máximos em relação as definições do CONAMA</u>	34
<u>Quadro 4 - Parâmetros analisados no Ponto 3 e seus valores médios e máximos em relação as definições do CONAMA</u>	35

1 INTRODUÇÃO

Desde o início da humanidade o homem buscou se apropriar dos elementos abióticos da paisagem em suas diversas tarefas e atividades, dando utilidades funcionais aos elementos e recursos naturais no seu desenvolvimento. A água como recurso natural primordial para o desenvolvimento humano, representou desde o surgimento da espécie humana o principal atrativo para a ocupação humana, como comprovado pelas primeiras ocupações mais significativas terem surgido em áreas com disponibilidade de água “doce”, a exemplo das margens fluviais. Com isso, os rios possuem desde o início a importância no ordenamento das atividades humanas, que cada vez mais buscaram ocupar suas proximidades, surgindo assim os aglomeramentos humanos e posteriormente as cidades.

As revoluções industriais que ocorreram nos séculos XVIII e XIX, impuseram modelos distintos de usos para os rios, intensificando e dinamizando sua utilização, gerando o surgimento das modernas redes de distribuição de água. Entretanto devido as mudanças de padrões de consumo, aumentos populacionais massivo e ausência de planejamentos, começaram a surgir os primeiros casos de contaminação fluvial por resíduos sólidos, encontrado de forma mais intensa em rios com adensamento populacional em suas margens.

É fato que a água é empregada para diversos fins, entre eles o consumo humano como também para preparações alimentares. Logo, monitorar e avaliar a qualidade físico-química e microbiológica da água é essencial para que essa não se torne um veículo de contaminação causador de riscos à saúde da população (SILVA, 2013).

A Norma vigente de potabilidade de água para consumo humano é a Portaria Ministério da Saúde (MS) nº 2.914/2011, que revogou a Portaria MS nº 518/2004 e dispõe sobre o padrão de potabilidade e os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano (BRASIL, 2011).

A água potável não deve conter nenhum tipo de microrganismo patogênico e deve estar livre de bactérias indicadoras de contaminação fecal. Os indicadores de contaminação fecal tradicionalmente aceito pertencem a um grupo de bactérias denominadas coliformes. O principal representante desse grupo de bactérias chama-se *Escherichia coli* (E.C), conforme determina o Artigo 22 da Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011).

Devido à capacidade da água em veicular contaminantes físico-químicos e microbiológicos, é importante realizar seu tratamento para garantir que ela não ofereça riscos à saúde de seus consumidores (SCURACCHIO; FARACHE FILHO, 2011).

O município de Marechal Deodoro, localizado na região metropolitana de Maceió – RMM, possui fortes relações históricas com a formação cultural do Estado de Alagoas, sendo um dos primeiros núcleos de ocupação efetiva do estado, que se estabeleceram preferencialmente em áreas alagadiças e/ou próximas a cursos fluviais, dentre eles destaca-se o rio Estiva que intersecta o município e fonte de água potável para população local desde os anos de 1970 até os dias atuais, sendo o principal ponto de captação de água do município. A população do município teve significativo aumento nos últimos 50 anos o que resultou na ocupando e utilizando as áreas próximas e a geração de resíduos sólidos próximos as fontes de água potável, a exemplo do antigo lixão de marechal, criado para abarcar os resíduos sólidos do município.

No ano de 2017 houve sua desativação do lixão, o que resultou em uma série de questionamentos sobre seus impactos, nisso este estudo assumiu como problemática a possível influência do antigo lixão teria na qualidade do rio que abastece o município de Marechal Deodoro já que mesmo após o fechamento dos lixões, os mesmos continuam gerando impactos ambientais no solo, no ar e nas águas subterrâneas e superficiais, devido ao chorume produzido pela decomposição da matéria orgânica e deterioração dos materiais dispostos. Pensando nisso este estudo teve como premissa avaliar os parâmetros biológicos da qualidade de águas do rio Estiva e a possível influência do antigo lixão em suas proximidades.

1.1 Objetivos

Analisar a relação entre o lixão desativado do município de Marechal com a qualidade de águas no rio Estiva.

Objetivos Específicos:

Analisar a presença e os fatores que influenciam de coliformes termotolerantes e totais presentes nas águas do rio Estiva;

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Resíduos sólidos

2.1.1 Classificação de resíduos sólidos

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da Norma Brasileira Registrada (NBR) n°. 10.004, apresenta a seguinte definição para resíduos sólidos:

Resíduos nos estados sólidos e semissólido que resultam de atividades da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis, em face à melhor tecnologia disponível. (ABNT, 2004, p. 1).

A Lei n° 12.305/2010, que trata da PNRS, define resíduos sólidos como:

Tudo aquilo que é descartado resultante de atividades de um grupo de pessoas, sendo que a destinação final deverá ocorrer nos estados sólidos ou semissólidos, e também gases contidos em recipiente e líquido que devido a sua composição, fica proibido o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, que haja a necessidade técnica, ou ainda, dependa de tecnologia muito cara (BRASIL, 2010).

Os Resíduos Sólidos Urbanos são a junção dos Resíduos Domiciliares (os originários de atividades domésticas em residências urbana) junto com os Resíduos de Limpeza Urbana (os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana).

Conforme a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) n° 404, de 11 de novembro de 2008, no seu art. 3° considera-se como resíduos sólidos urbanos, os provenientes de residências ou qualquer outra atividade que gere resíduos com características domiciliares, bem como os resíduos de limpeza pública urbana. Sendo

excluídos desta resolução os resíduos perigosos que, em função de suas características intrínsecas de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, apresentam riscos à saúde ou ao meio ambiente.

Os resíduos podem ser classificados de acordo com a sua natureza física, composição química, origem e riscos potenciais ao meio ambiente.

A Norma NBR 10.004/2004 classifica ainda os resíduos conforme o risco potencial à saúde pública e ao meio ambiente bem como sua periculosidade em:

a) Resíduos Classe I – Perigosos;

São aqueles que em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, podem apresentar:

- Risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices;
- Riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada.

Cabe ressaltar que os resíduos Classe I apresentam propriedades como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.

b) Resíduos Classe II – Não perigosos;

São aqueles que não se enquadram na classificação de Resíduos Classe I.

Podem apresentar uma das propriedades: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água. São classificados como não perigosos os restos de alimentos, sucata de metais ferrosos, sucata de metais não ferrosos, resíduos de plástico polimerizado, resíduos de borracha, resíduo de madeira, resíduo de materiais têxteis, resíduos de minerais não metálicos, areia de fundição, bagaço de cana e outros resíduos não perigosos.

B.1 – Resíduos Classe II A – Não inertes.

Aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I - Perigosos ou de resíduos classe II B - Inertes, nos termos da referida Norma.

Resíduos classe II A – Não inertes podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

B.2 – Resíduos Classe II B – Inertes.

São aqueles que, ao serem submetidos aos testes de solubilização (NBR10.007/ABNT), não possuem nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água. Muitos dos resíduos contidos nessa classe podem ser reciclados.

Em se tratando de sua natureza física o resíduo pode ser classificado em seco e úmido:

- Seco: papel, plástico, metais, couros tratados, tecidos, vidros, madeiras, guardanapos e tolas de papel, pontas de cigarro, isopor, lâmpadas, parafina, cerâmicas, porcelana, espumas, cortiças entre outros.
- Úmido: restos de comida, cascas e bagaços de frutas e verduras, ovos, legumes, alimentos estragados etc. Segundo sua composição química o lixo pode ser dividido em orgânico e inorgânico:
- Orgânico: composto, por exemplo, de pó de café e chá, cabelos, restos de alimentos, cascas e bagaços de frutas e verduras, ovos, legumes, alimentos estragados, ossos, aparas e podas de jardim.
- Inorgânico: composto por produtos manufaturados como plásticos, vidros, borrachas, tecidos, metais (alumínio, ferro etc.), isopor, lâmpadas, velas, parafina, cerâmicas, porcelana, espumas, cortiças etc.

2.2 Os lixões e aterros sanitários

Uma das formas inadequadas de disposição final dos resíduos é o seu descarte em lixões. Estes se caracterizam pelo descarte dos rejeitos diretamente sob o solo sem proteção e sem cobertura. Além de causar danos ao meio ambiente, no sentido ecológico, o lixão também é um problema social, econômico e de saúde pública, pois inclui o trabalho insalubre de catadores de resíduos recicláveis e a proliferação de doenças por meio dos animais e insetos que são atraídos para o lixão (SAIANI *et al.*, 2014).

No âmbito ecológico, os lixões causam impactos negativos devido à contaminação dos solos e das águas subterrâneas causada pelo chorume e a poluição do ar devido à emissão dos gases do efeito estufa (SEABRA *et. al*, 2016). O chorume produzido pela decomposição dos resíduos orgânicos acaba infiltrando no solo e muitas vezes chega ao lençol freático contaminando-o. Da mesma forma acontece com os gases gerados pela decomposição dos resíduos, em que o principal gás gerado é o metano (CH₄). Quando o CH₄ é adicionado ao ar, se transforma em mistura de alto teor

inflamável. Isso explica a combustão espontânea dos resíduos em área de lixão. No lixão este gás é liberado para a atmosfera sem nenhum tipo de tratamento ou captação.

Segundo Saiani *et al.*, (2014) para um bom tratamento e destinação adequada dos resíduos sólidos urbanos (RSU), é necessário sua caracterização e segregação, considerando que cada tipo de resíduo pode receber diferentes formas de acondicionamento, manutenção, coleta, transporte, tratamento e destinação.

A problemática relacionada aos RSU envolve todos os níveis da administração pública, municípios, estados e União, requerendo atenção especial por parte dos gestores, para que se possam tomar medidas e implantar ações para que se reduza a geração destes resíduos e seus impactos. Mesmo com a evolução no gerenciamento dos RSU, existem vários desafios para que se alcance a sustentabilidade ambiental. Os municípios vêm se adequando à legislação ambiental, porém a degradação ambiental continua sendo um problema quando se diz respeito à destinação RSU.

Para a escolha do processo de tratamento dos RSU deve-se considerar, além da caracterização dos resíduos, a disponibilidade de espaço no município, a adequação à legislação vigente, a aceitação do público envolvido e principalmente os custos diretos e indiretos para investimento e manutenção (SEABRA *et al.* 2016).

Dentre as opções de tecnologias voltadas para o tratamento e destinação final adequado dos RSU, podemos destacar: aterro sanitário, biodigestor, compostagem, incineração por combustão, gaseificação e pirólise (SAIANI *et al.*, 2014).

2.2.1 Aterro Sanitário

Segundo a ABNT (1992) o Aterro Controlado trata-se de uma técnica de confinar o lixo sem realizar a coleta de tratamento do chorume e a coleta de queima do gás. Já no Aterro Sanitário os resíduos são depositados em valas impermeabilizadas denominadas de células, sendo coberta com material inerte, geralmente solo, e providas de drenagem de gás e chorume. O gás coletado é queimado, podendo ser aproveitado, quando em grande quantidade, para geração de energia através de um Biogás, e o chorume é tratado.

No Brasil, o número de municípios que encerraram seus lixões e passaram a depositar seus Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) em aterros sanitários vem crescendo a cada ano. Em 2015, das 72,5 milhões de toneladas de resíduos coletados no Brasil, 42,6 milhões de toneladas, ou 58,7%, foram depositados em aterros sanitários (ABRELPE, 2016).

As vantagens dos aterros sanitários são:

- Domínio da tecnologia para construção e manutenção;
- Retenção da emissão de gases do efeito estufa e possibilidade de recuperação energética a partir do biogás e da venda de créditos de carbono;
- Retenção e encaminhamento do chorume para tratamento;
- Minimização dos riscos à saúde pública causados pelos próprios resíduos e animais que circulam os lixões;
- Redução da presença de catadores no local;
- Decomposição controlada dos resíduos (SAIANI *et al.*, 2014).

As desvantagens dos aterros sanitários são:

- Alto valor de investimento com as obras e os equipamentos envolvidos, necessidade de grandes espaços públicos;
- Grandes gastos públicos com a logística envolvida no processo, tendo em vista a distância do aterro sanitário para os centros urbanos;
- Demora no processo de tratamento e baixa redução do volume em curto e médio prazo;
- Custos com a operação durante todo o processo de compactação dos resíduos, cobertura com solo e com monitoramento (SAIANI *et al.*, 2014).

2.3 Líquidos Lixiviados

Nos aterros sanitários um dos grandes problemas encontrados está relacionado com a produção e destinação do chorume, que é um líquido gerado a partir da decomposição da matéria orgânica presente no lixo, possui uma cor escura e turva e odor desagradável (RIGUETTI *et al.*, 2015).

Segundo Kuhn e Reisdorfer (2015) o chorume origina-se da decomposição anaeróbia dos resíduos depositados nos aterros sanitários, realizada por organismos que se alimentam de materiais orgânicos, somado a água da chuva que penetra no aterro, resulta em um líquido denominado lixiviado. Nele encontram-se substâncias tóxicas que podem provocar danos ambientais tanto no solo quanto nas águas superficiais e subterrâneas (TAVEIRA, 2012).

Quando há precipitação sobre as células de resíduos no aterro sanitário, parte da água escoar superficialmente e outra parte acumula-se no solo e infiltra. Em caso de lixão, esta água passa pelos resíduos e se junta ao chorume, aumentando seu volume, até chegar

ao lençol freático, contaminando as águas subterrâneas. Quando não infiltra o lixiviado escoar pela superfície, acompanhando a topografia e contaminando o solo e as águas superficiais (SAIANI *et al.*, 2014).

De acordo com Rigueti *et al.* (2015) a grande dificuldade no tratamento do chorume deve-se ao fato dele ter composição química muito complexa. Ela pode variar de acordo com a natureza, forma de disposição e manejo dos resíduos, a idade do aterro, fatores climáticos, entre outros.

Segundo Kuhn e Reisdorfer (2015) a idade da decomposição dos resíduos pode ser dividida em fase ácida, na qual os resíduos ainda são novos, o chorume é mais ácido, há presença de ácidos voláteis, pH baixo, carga orgânica alta e microbiota metanogênica não desenvolvida; e fase metanogênica, na qual os resíduos já são velhos, há microbiota desenvolvida, produção de gás carbônico e metano, carga orgânica baixa, pH elevado e elevada concentração de nitrogênio amoniacal.

Depois de encerrado, um lixão ou aterro sanitário continua gerando chorume cada vez mais biodegradável durante anos e anos, sendo necessário tratamento cada vez mais complexo. Jucá (2002) afirma que a composição química do chorume varia dependendo da idade do aterro e dos eventos que ocorreram sobre os mesmos. Por exemplo, se o chorume é coletado durante a fase ácida, o pH será baixo, porém parâmetros como DBO, COT, DQO, nutrientes e metais pesados deverão ser altos. Já na fase metanogênica o pH varia entre 6,5 e 7,5 e os valores de DBO, COT, DQO e nutrientes serão significativamente menores.

Rigueti *et al.* (2015) dividem a composição química do chorume em quatro frações, sendo elas: “orgânica dissolvida, compostos orgânicos xenobióticos, macrocompostos inorgânicos como Ca, Mg, Na, K, NH_4^+ , Fe, Cl, SO_4^{2-} , HCO_3^- , metais pesados e outros elementos potencialmente tóxicos como Cd, Cr, Cu, Pb, Mn, Ni, Zn, Hg, As, Ti, Se e Te” (op cit; p. 154).

As substâncias inorgânicas presentes no chorume (os metais pesados) reagem no ambiente de forma persistente, devido às macromoléculas. Betemps *et al.* (2014) afirmam que os elementos como Cr, Cu, Pb e Zn são conhecidos como metais pesados com potencial tóxico, que causam impactos ecológicos extremamente negativos, pondo em risco não somente a fauna e a flora, mas também o ser humano.

2.4 Qualidade de águas doces no Brasil

A água é um recurso essencial para a existência de vida no planeta, devido a sua influência na saúde, na qualidade de vida e no desenvolvimento humano (FALAVINHA; DEGENHARDT, 2014) Além disso, a água é um recurso fundamental na maioria das atividades econômicas, principalmente na agricultura e na indústria (CASTRO; ESPONTÃO, 2010).

Os resíduos dispostos na natureza se decompõem e seus elementos químicos são dissolvidos e lixiviados pela água das chuvas. Sabe-se que o planeta é constituído quase que em sua totalidade de água, porém, apenas 2,5% são de água doce, e apenas 0,06% desta água doce estão disponíveis para uso humano na superfície da terra, os demais se encontram nos lençóis freáticos e nas calotas polares. Sendo assim, a preocupação com o uso da água não é só no que tange a qualidade, mas também a quantidade disponível (PIRATOBA *et al.*, 2017).

Até meados do século XX, pouco se falava em qualidade de água para abastecimento público. Sendo avaliada de acordo com os aspectos estéticos e sensoriais, devendo apresentar-se agradável ao paladar, límpida e com cheiro agradável. Em meados do século XIX e início do século XX a qualidade da água passa a ser vista de uma forma diferente, tornando-se uma questão de interesse à saúde pública (FREITAS; FREITAS, 2005; ALVES, 2010). As normas e o padrão de potabilidade da água foram instituídos pela portaria nº 56/Bsb/ 1977, que se constituiu na primeira legislação federal sobre a potabilidade de água para consumo humano editado pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2011).

Os padrões apropriados da qualidade da água destinada ao consumo humano são estabelecidos no Brasil pela Portaria nº 2914 de 12 de Dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, a qual define que a água potável deve estar em conformidade com padrão microbiológico e físico-químico, e deve ser livre dos coliformes termotolerantes (BRASIL, 2011).

A água contaminada pode ocasionar vários problemas à saúde da população, pois o fornecimento da água para consumo humano implica que a população tenha acesso à água em quantidade suficiente para todos os fins e com qualidade compatível com o que é determinado pela Portaria citada, de forma a garantir sua potabilidade e que não ofereça risco nenhum à saúde (BRASIL, 2011).

Qualidade da Água

O aumento populacional e o consequente aumento da geração de RSU vêm trazendo consequências negativas relacionadas com a disposição desses resíduos e a contaminação de solos e corpos hídricos. Por esse motivo, as áreas de disposição de resíduos sólidos devem receber a devida atenção, para que se tenha melhor controle dos níveis de poluição e a possibilidade de recuperação dessas áreas (ELIS; ZUCHETTE, 2017).

As características da água podem ser avaliadas através de parâmetros microbiológicos, para analisar se a água está adequada para consumo. A portaria do Ministério da Saúde n 2914 de 12/12/2011, determina os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Foi necessário avaliar os riscos ambientais e consequências do descarte de resíduos.

Dessa forma, é possível perceber a importância da execução das análises microbiológicas e físico-químicas para verificação da qualidade da água destinada ao consumo humano de forma direta ou indireta, a fim de comprovar a ausência ou presença de micro-organismos ou substâncias químicas que podem ser prejudiciais à saúde dos consumidores (MACEDO et al., 2018).

2.4.1 Parâmetros Biológicos

Os parâmetros de coliformes termotolerantes e totais são de extrema importância para determinação da potabilidade da água, tendo em vista que é através destes parâmetros que se identificam a presença e proliferação de microrganismos presentes nas águas que podem ser prejudiciais para a saúde humana.

Os principais parâmetros de análise biológica de águas são os **Coliformes Totais**, os **Coliformes *E.colli*** e as **Bactérias Heteromórficas**.

Os **Coliformes Totais** são bacilos aeróbios ou anaeróbios facultativos capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído. Os mesmos integram a microbiota gastrointestinal do homem e de alguns animais. Sua presença não é um fator primordial de contaminação fecal, entretanto é um excelente indicador relativo à qualidade da higiene sanitária, algumas linhagens mais evoluídas podem causar diarreia ou mesmo infecções gastrointestinais, mas em linhas gerais não são muito prejudiciais à saúde humana (SILVA, 2001)

Os **Coliformes *E.colli***, integram o grupo dos coliformes termotolerantes que diferenciam dos coliformes totais por fermentarem lactose e produzirem gás a uma

temperatura de $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ em 24 horas, sendo ele o principal representante do grupo termotolerante, sua presença é indicativo padrão de contaminação fecal através da presença massiva de organismos patogênicos como o *Escherichia coli*, bastante prejudicial à saúde humana (JAWETZ, MELNICK e ADELBERG, 2000).

As **Bactérias Heteromórficas**, alimentam-se principalmente da matéria orgânica que conseguem decompor organismos mortos. Essas bactérias são amplamente utilizadas como indicador da qualidade da água potável ao fornecer informações adicionais sobre eventuais falhas na desinfecção, colonização e formação de biofilmes no sistema de distribuição. A presença de qualquer contagem de bactérias heterotróficas, indica ineficiência no processo de desinfecção (cloração). Se a água analisada é tratada deveria ter cloro, logo, deve-se investigar o ponto de consumo e/ou o reservatório se for o caso. Se for água bruta, deve-se instalar uma bomba dosadora de cloro (SILVA, 2001).

Vale mencionar que os parâmetros mencionados não únicos que se deve levar em consideração na análise biológica de águas, pois existem outros indicadores de contaminação da água, que podem causar males a saúde da população.

2.5 Lixão de Marechal: Histórico

Os resíduos sólidos urbanos (RSU) de Marechal Deodoro (Figura 1), eram depositados em um lixão localizado em uma área de tabuleiro às margens da rodovia AL-215, distante aproximadamente 4 km do centro histórico do município. Este lixão foi encerrado em junho de 2014. Concomitantemente foi aberta uma Célula Emergencial Controlada (Aterro Controlado), com aproximadamente 5.600 m², para o descarte dos RSU localizada ao lado do antigo lixão (CARVALHO, 2016).

Os resíduos destinados na Célula Emergencial eram cobertos por solo argiloso, caracterizando um aterro controlado. Porém, a cobertura com o solo deixou de ser feita com frequência, não havia drenagem do chorume nem dos gases gerados, o que facilitava a combustão espontânea e a geração de grande volume de percolado, principalmente nos períodos chuvosos. Assim, o Aterro Controlado passou a ter as mesmas características do lixão.

Em 13 de janeiro de 2017, a Célula Emergencial Controlada foi fechada e os RSU passaram a ser destinados ao Aterro Sanitário da cidade de Pilar, localizada a aproximadamente 15 km de Marechal Deodoro (MARECHAL DEODORO, 2017).



Figura 1 - Antigo lixão de Marechal Deodoro, hoje desativado. Em detalhe Líquido lixiviado em contato direto com o solo.

Fonte: Adaptado de Araújo (2019).

3

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Caracterização da área de estudo

A pesquisa foi realizada no município de Marechal Deodoro, inserido na Mesorregião Geográfica do Leste Alagoano e Microrregião Geográfica de Maceió (Figura 2), localizado nas coordenadas geográficas 09°42'36,0'' de latitude Sul e 35°53'42,0'' de longitude Oeste, apresentando 31 m altitude, área de 332,14 Km², (ALAGOAS, 2015a). Marechal está a 28 km de Maceió, capital do estado de Alagoas, onde suas principais vias de acesso são as rodovias BR-101, AL-101 Sul e AL-215. Limita-se ao norte com os municípios de Santa Luzia do Norte, Coqueiro Seco, Satuba e Maceió, ao sul com São Miguel dos Campos e Barra de São Miguel, a Leste com o Oceano Atlântico e a oeste com o município de Pilar e Boca da Mata (ALAGOAS, 2015a).

A população, segundo IBGE (2010), era de 45.977 habitantes (2.585 hab. na zona rural e 43.392 hab. na zona urbana) com estimativa de 52.260 habitantes para 2017, e densidade demográfica de 138,62 hab/Km² (IBGE, 2010).

De acordo com a Classificação de Koppen (com base nos valores de precipitação pluviométrica mensal ou anual), o município de Marechal Deodoro tem um clima Tropical Quente e Úmido, com chuvas de outono-inverno, classificado como As', já de acordo com a Classificação de climática de Thornthwaite, o clima é Subúmido C2sA'a' (EMBRAPA, 2012). Apresenta temperatura do ar média anual de 25,0 °C, e precipitação média de 1.634,2mm/ano, com maiores índices de precipitação nos meses de abril a julho, sendo que este último apresenta a maior delas (316,82 mm). Já os menores índices de precipitação estão nos meses de outubro a janeiro, sendo dezembro o mês com o menor índice (50,66 mm) (SANTOS *et al.*, 2017).

O relevo de Marechal Deodoro faz parte da unidade dos Tabuleiros Costeiros e da Planície Costeira Alagoana, os quais acompanham o litoral de todo o Nordeste (VILLANUEVA, 2016). Os Tabuleiros Costeiros representam formas de relevo tabulares desenvolvidos em rochas sedimentares e estão localizados logo após as planícies costeiras, exibindo cotas variáveis, além de serem invariavelmente embasados por rochas sedimentares pouco litificadas de idade Terciária da Formação Barreiras. Predominam solos espessos e de baixa fertilidade natural, tais como os Latossolos Amarelos e os Argissolos Amarelos (EMBRAPA, 2012).

Já a Planície Costeira compreende um conjunto de ambientes deposicionais de origens marinha, fluviomarinha e eólica, cujos padrões de relevo são as planícies

fluviomarinhas (formando manguezais e rios) e fluviolagunares (formando as lagunas). Neste domínio da planície costeira predominam os Neossolos Quartzareníticos e Espodosolos Háplicos, ambos com reduzida fertilidade e capacidade de retenção de umidade (EMBRAPA, 2012). Tem como cobertura vegetal a floresta perenifolia de restinga no Sul do estado e formações de dunas e praias, com vegetação típica destes ambientes (VILLANUEVA, 2016).

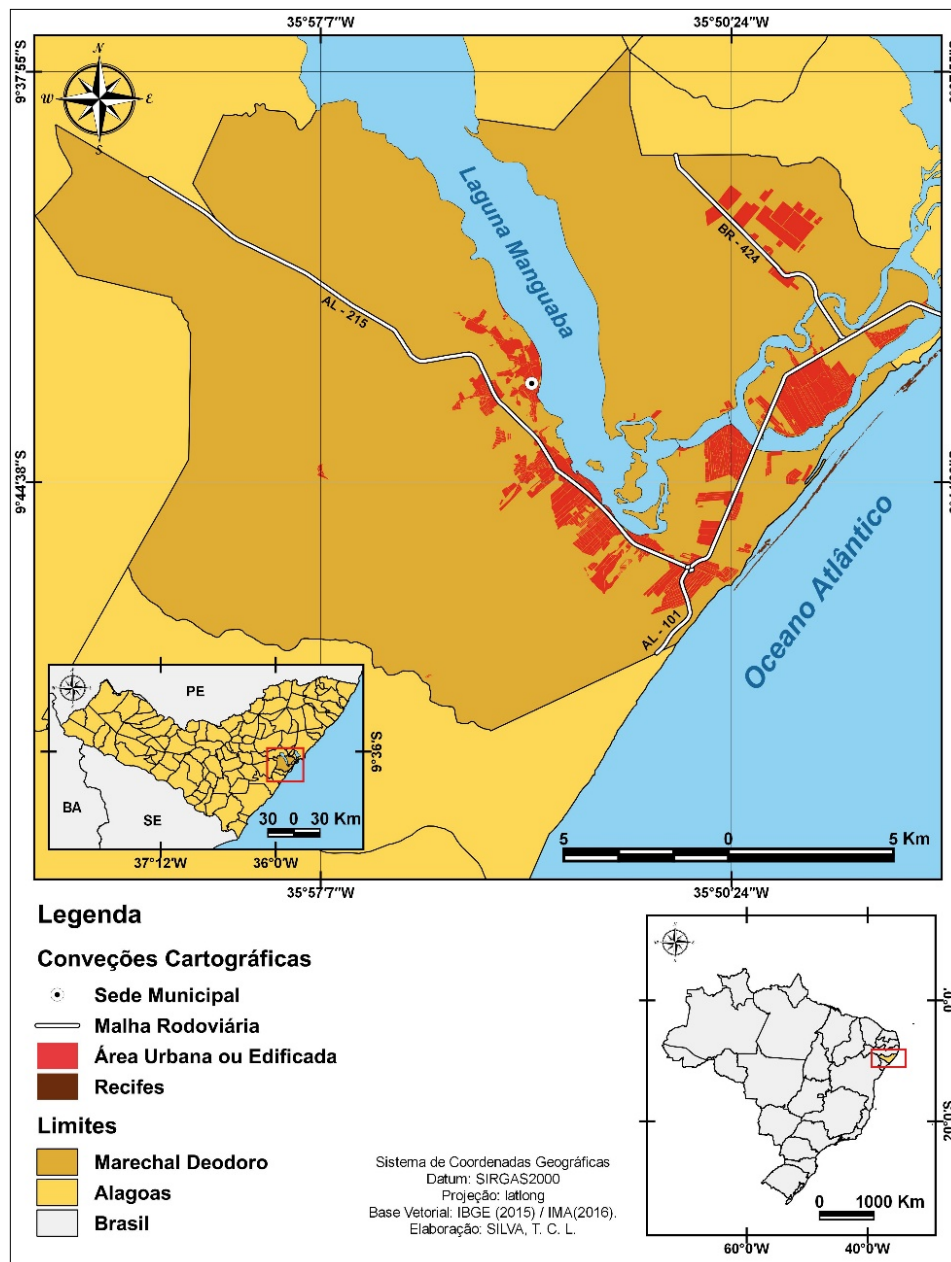


Figura 2 - Localização do Município de Marechal
Fonte: Elaborado pela autora (2020).

O município de Marechal Deodoro é banhado em sua porção central pelos rios Sumaúma e da Estiva, que alimentam a Laguna Manguaba, desaguando em seguida no

Oceano Atlântico. No Extremo Norte, o município é banhado pelo rio dos Remédios; a Sul, pelo rio Niquim e a leste pelo Oceano Atlântico. O padrão de drenagem predominante é o pinado, uma variação do dendrítico e com sentido preferencial (MASCARENHAS *et al.*, 2005). O rio Estiva possui uma extensão de 35,3Km, totalmente localizado dentro do município de Marechal Deodoro, faz parte das bacias hidrográficas contribuintes do Complexo Estuarino Lagunar Mundaú Manguaba (CEMMM), junto com os rios Sumaúma, Remédios, Paraíba do Meio, Mundaú e Riacho do Silva (SEMARH, 2015).

O rio Estiva é responsável pelo abastecimento de água de cerca de 30.000 habitantes da cidade de Marechal Deodoro, através de 8.000 ligações domiciliares destinadas aos bairros: Centro, Barro Vermelho, Taperaguá, Porto Grande, Poeira e Povoado Tuquanduba (SAAE, 2018). A água do Rio Estiva é captada e tratada pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), administrado pela Prefeitura Municipal de Marechal Deodoro, e tratada em uma estação de tratamento de água (ETA) de ciclo completo.

O lixão desativado de Marechal Deodoro está localizado nas coordenadas geográficas 9°42'20.69" de Latitude Sul e 35°55'44.20" de Longitude Oeste, e encontra-se a 1,52 Km de distância do rio Estiva (**Figura 3**), na margem esquerda, e a 685 metros de distância da nascente de um afluente do rio Estiva.

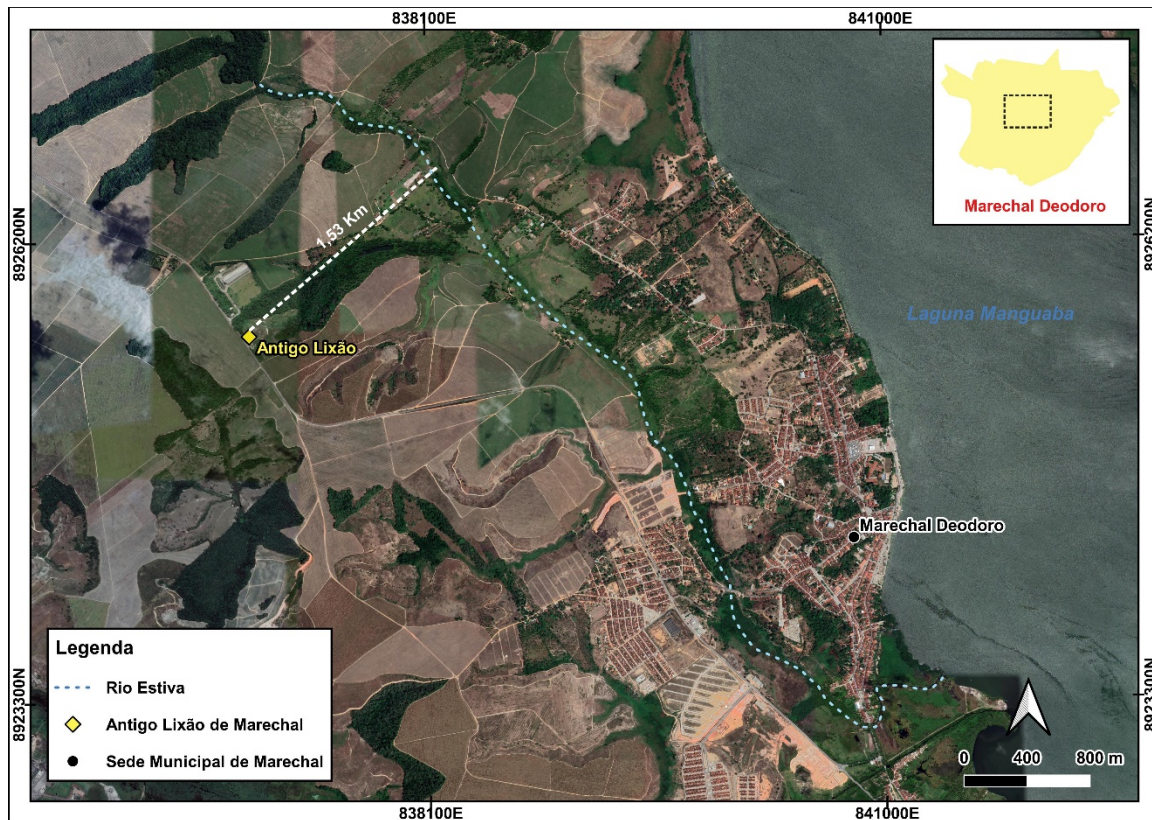


Figura 3 – Rio Estiva em relação ao lixão
Fonte: Elaborado pela autora (2020).

4.2 Metodologia

A partir da definição específica da temática de trabalho, setorizou-se a dinâmica de trabalho em quatro momentos específicos, são eles: levantamento bibliográfico, levantamento cartográfico, trabalhos de campo, processamento de amostra, construção final dos resultados específicos e organização final do trabalho.

4.2.1 Levantamento Bibliográfico

No levantamento bibliográfico foram coletados estudos que trataram de análise de águas, aterros sanitários e resíduos sólidos, além de estudos que versaram sobre Marechal Deodoro e o rio Estiva, que por fim agruparam-se e correlacionaram-se na revisão bibliográfica elaborada, enfocando e relacionando com o problema central do estudo, de forma a embasar as discussões e definições propostas.

4.2.2 Levantamento Cartográfico

Em um segundo momento ocorreu o levantamento cartográfico, onde foram levantadas as principais bases cartográficas em bancos de dados públicos para a identificar a área de estudo e setorizar os pontos de coleta, de forma a relacionar com a

proposta do estudo, realizado todo o levantamento pré-campo, fundamentais para qualquer trabalho de campo, de forma que este seja mais produtivo e sistemático, potencializando o processo de coleta de amostras. Neste processo ocorreu a seleção de 4 pontos de coleta ao longo do curso fluvial (Figura 4), a seleção dos pontos seguiu as determinações da Lei nº 9.433/97, que faz parte da Política Nacional de Recursos Hídricos, tal lei cita que para análise em cursos d'água, deve-se estabelecer pelo menos 3 pontos de coleta, de forma que estes possam avaliar a contribuição de certo tipo de efluente na qualidade de um corpo d'água, estes devem ser: um à montante (antes do lançamento do efluente); um ponto na zona de mistura (confluência do efluente com o corpo receptor); e um ponto à jusante (localizado após o lançamento da fonte poluidora).

Neste sentido os pontos selecionados foram:

Ponto 1: Nascente do rio, em área com mata ciliar bem preservada.

Ponto 2: Área de provável influência do lixão, localizado no Povoado Fazenda Suíça, margeado por plantação da cana-de-açúcar como da criação de gado.

Ponto 3: Área de captação de água do SAAE, localizado próximo à estação de tratamento, área fortemente pressionada pelo avanço urbano.

Ponto 4: Água tratada do rio Estiva, foi coletada na torneira do laboratório do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), logo após o tratamento. A mesma disponibilizada a população municipal.

Ocorreu também neste momento a construção dos mapas utilizado no estudo, de forma a caracterizar de forma geral os pontos de coleta, para isso foi utilizado o software de código aberto Quantum Gis 3.10 (Versão a Longo Prazo).

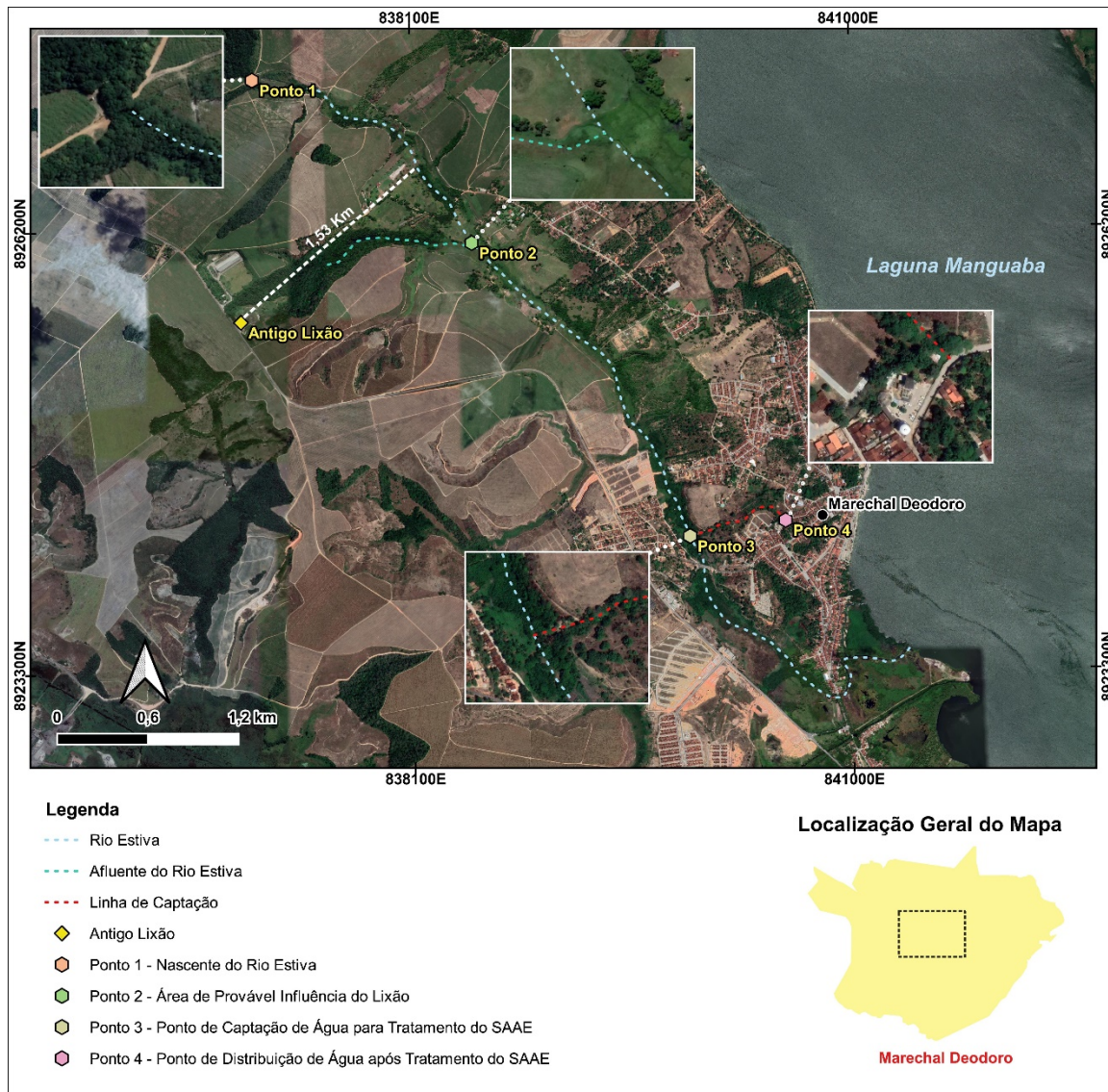


Figura 4 – Pontos de coleta no Rio Estiva em relação ao lixão
Fonte: Elaborado pela autora (2020).

4.2.3 Trabalhos de Campo

De posse da localização e caracterização geral dos pontos de coleta, ocorreram os trabalhos de campo, que foram realizados em todos os meses de 2018, com coleta com regularidade mensais, nos mesmos pontos. Esta etapa foi executada através da parceria com a Secretaria de Meio Ambiente, Saneamento, Agricultura, Pesca e Aquicultura de Marechal Deodoro (SEMMA), que forneceu transporte aos pontos de coleta, também forneceu materiais para catalogação e caracterização geral das amostras, além de disponibilizar uma fiscal ambiental para garantir a legalidade das atividades que por vezes locavam-se em propriedade privadas.

Nas coletas, inicialmente houve uma caracterização geral da área ao redor e a consequente coleta. Na mesma foram utilizados frascos esterilizados auto clavados e

protegidos de possíveis contaminações, onde foi colhido em torno de 500 mililitros de água a profundidades entre 0 e 30 centímetros da lâmina d'água nos pontos 1, 2 e 3 e já no ponto 4 foi coletada diretamente da torneira no, após higienização da mesma. A coleta de chorume no lixão desativado para fins comparativos não foi possível, tendo em vista que, pois, como o mesmo foi encerrado assim que alcançou o nível do solo, todo chorume infiltrou, impossibilitando sua coleta, esta, só seria possível a um nível abaixo da profundidade do lixão.

4.2.4 Processamento das amostras

Após coletadas, as amostras foram conservadas em gelo até a chegada ao Laboratório de Saneamento Ambiental, do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas (LSA/CETEC/UFAL), e no laboratório foram armazenadas em um freezer à 4°C, até a realização de todas as análises que foram preferencialmente realizadas no mesmo dia da coleta.

A determinação da presença de Coliformes Totais e Coliformes E-Coli foi feita através do Método do plaqueamento em superfície em meio Chromocult Coliform Agar (Merck), incubadas em estufa incubadora de DBO a 35°C por 24h, seguindo as orientações do LSA/CETEC/UFAL. O Chromocult® Coliformes Agar é um meio de cultura cromogênico seletivo e diferencial para a detecção simultânea de coliformes totais e *E. coli*.

Todos os equipamentos utilizados durante a análise foram esterilizados antes e após cada amostra. Em um equipamento de filtração com porta-filtro, foi colocada cuidadosamente a membrana de filtração estéril de diâmetro de poro de 0,45 µm com auxílio de uma pinça de aço inox, também esterilizada, os fracos contendo as amostras foram agitados pelo menos 25 vezes, e filtrados cuidadosamente 100ml de cada amostra, evitando que a água respingue sobre as bordas superiores. A bomba de vácuo foi ligada e procedida a filtração.

Após a filtração, a membrana foi retirada com auxílio de uma pinça esterilizada e colocada em uma placa de Petri, previamente preparada (adicionou-se 4 a 5 gotas água de diluição para umedecer a placa). A placa de Petri foi fechada e identificada de acordo com as amostras, logo em seguida as placas foram levadas a incubadora a 36°C durante 24h (**Figura 5**). Após 24h foi feita a leitura através da contagem das colônias, de acordo com as cores resultantes, indicativas de determinadas colônias (**Quadro 1**):

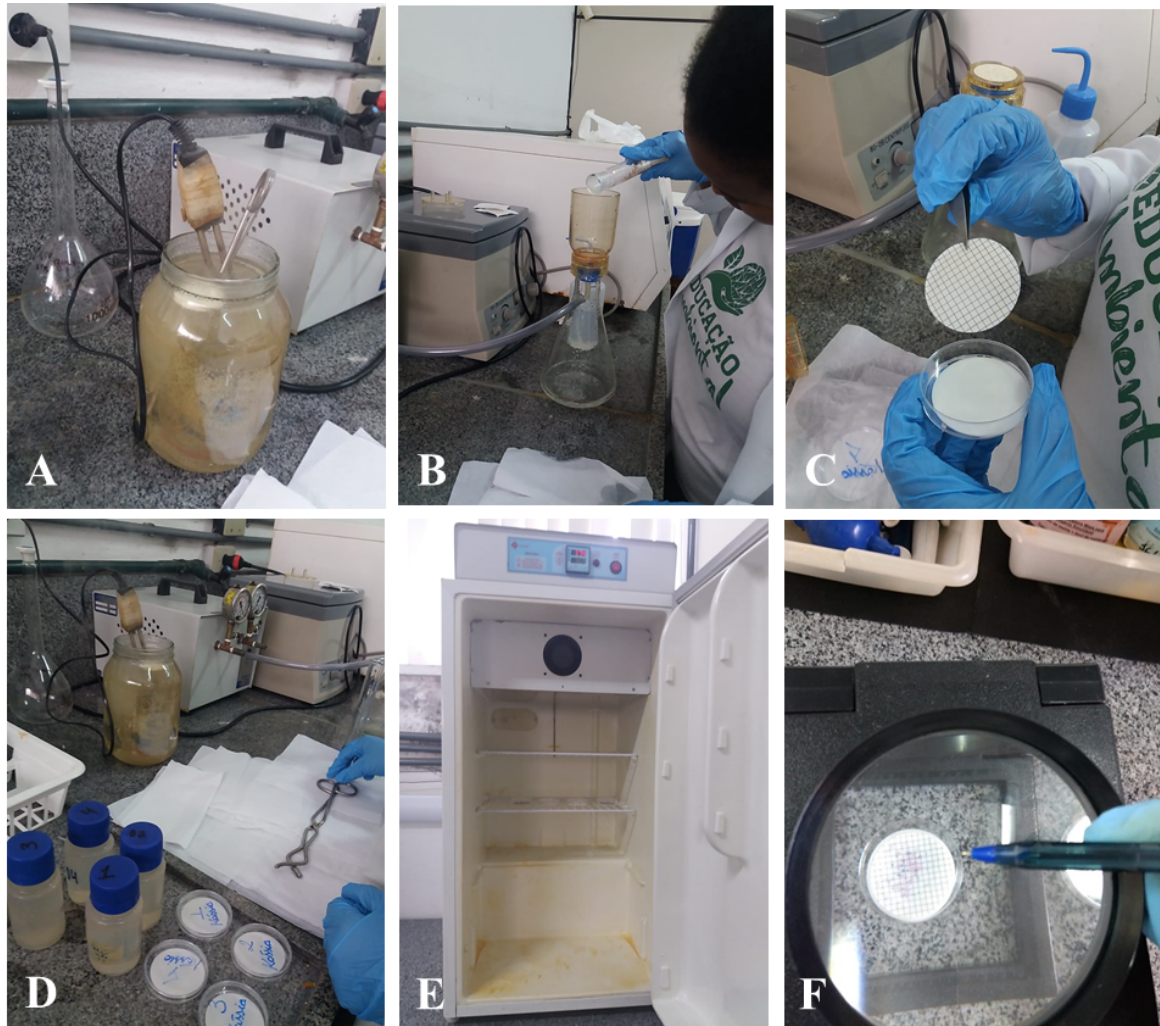


Figura 5 - Procedimentos de análise biológica. A – Esterilização dos equipamentos; B – Filtragem de membrana estéril; C – Retirada da membrana com pinça e colocação em placa de Petri; D – Vedagem e identificação da placa de Petri; E – inserção da placa em incubadora a 36° por 24h; F – Leitura e contagem de colônias de acordo com as cores resultantes. **Fonte:** Acervo da autora (2020).

Todas as etapas permitiram a quantificação de colônias, promovendo construção temporal de um dado quantitativo de amostragens mensais, ao longo dos quatro pontos, possibilitando identificar os principais pontos de variações de coliformes no curso, que foram plotados em softwares de análise estatística, utilizando-se da estatística básica para a obtenção das principais variáveis, que auxiliaram na interpretação dos dados e suas variações ao longo do ano de 2018.

Quadro 1 - Detecção das enzimas de acordo com o método de filtração em membrana.

Microorganismos	Enzimas	Substrato cromogênico do meio	Coloração
Coliformes totais	β -galactosidase	6-cloro-3-indolil-3- β -D-galactopiranoside (SALMON-GAL)	Salmão / Vermelho
<i>E. Coli</i>	β -glucuronidase e tryptophanase β -galactosidase	Ácido 5-bromo-4-cloro-3-indoxil- β -D-glucurônico, sal ciclohexilamônio (XGLUC) e 6-	Violeta / Azul

		coloro-3-indolil-3-β-D-galactopiranoside (SALMON-GAL).	
Bactérias heterotróficas	(--)	(--)	Amarelo esbranquiçado

Fonte: Standants Methods (APHA, 2005).

4.2.5 Construção final dos resultados específicos e organização final do trabalho

Tarefa padrão a qualquer estudo, consiste na organização geral dos resultados e interpretação das principais discussões, nesta etapa ocorreu a interpretação ponto a ponto nas variações anuais, relacionando a fatores externos de forma a relacionar com o foco central do estudo. Ao fim houve a construção textual e correção ortográfica geral.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A presença de coliformes na água pode ocasionar um série de doenças trazendo uma série de mazelas para saúde humana, sendo bastante prejudicial, neste sentido a resolução CONAMA (2005) determina que os valores de coliformes termotolerantes não devem exceder o limite de 1.000 por 100 ml em 80% ou mais de pelo menos seis amostras coletadas durante o período de um ano para os demais usos, sejam eles recreação, lazer e irrigação. Já os coliformes *E. Coli* poderão ser determinados em substituição ao

parâmetro coliforme termotolerante de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

Com base nos limites estabelecidos pelas legislações e regulamentações estabelecidas pelas gerências ambientais, foram analisados os coliformes dos quatro pontos específicos ao longo do ano de 2018, identificando os principais fatores de influência na variação da presença das bactérias. Sendo assim será apresentado a seguir os principais resultados ponto a ponto, começando da nascente (P1) até o pronto de distribuição (P4).

5.1 Ponto 1 – Nascente do Rio Estiva

O ponto 1 representa uma área de nascente pouco antropizada com mata ciliar ainda resiliente, margeada por monocultura de cana-de-açúcar, que não interfere de forma significativa na qualidade de águas deste ponto.

Nas análises realizadas no ponto 1, foram verificadas variações significativas ao longo do ano na quantidade de coliformes totais e coliformes *E. Colli* (Figura 6), entretanto apresentaram as mais baixas taxas dentre todos os pontos analisados, mesmo suas taxas mais elevadas não se apresentaram superiores ou mesmo iguais aos valores médios dos demais pontos, provavelmente por estar inserido em uma contexto em estado considerável de resiliência dos atributos natural da nascente e seu entorno.

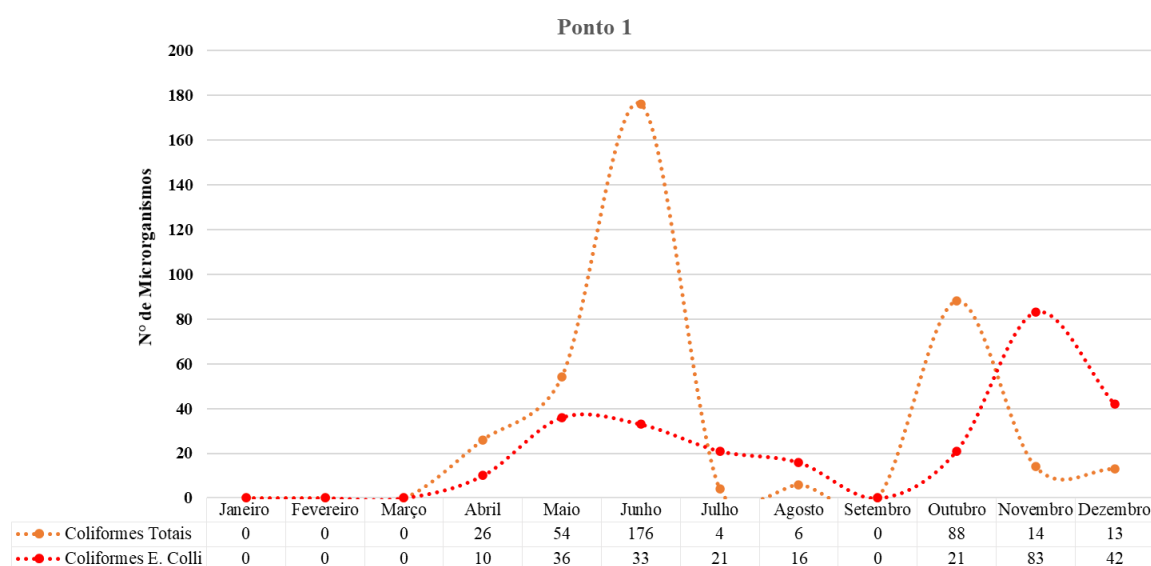


Figura 6 - Valores de microrganismos no Ponto 1

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Com relação aos Coliformes Totais, observou-se a inexistência destes entre os meses de Janeiro, Fevereiro, Março e Setembro, enquanto que os meses de julho, agosto, abril, novembro e dezembro apresentaram valores inferiores a 40 microrganismos, já os meses de maio, julho e outubro apresentaram valores superiores a 40 organismos, possuindo seus valor máximo no mês de Julho com 176 micro-organismos.

Já os Coliformes *E. Colli*, diferentemente dos Coliformes Totais apresentaram valores mais uniformes ao longo do ano com pequenas variações restrita aos meses mais chuvosos, tendo apenas valores inferiores a 40 microrganismos em praticamente todos os meses, excetuando-se os meses de novembro e dezembro, que apresentaram valores superiores a 40 organismos. O maior valor foi encontrado no mês de novembro com 83 organismos.

As crescentes nos valores de Coliformes Totais e Coliformes *E.Colli*, entre os meses de março e julho, possuem provável influência com a ocorrência do meses mais chuvosos que de certa forma canaliza os fluxos hídricos superficiais dos arredores das nascentes, levando detritos e microrganismos do entorno para o curso d'água alterando a qualidade de água do Ponto. Mesmo assim os valores médios e máximos, enquadram-se nos parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA N° 357 (Quadro 2).

Quadro 2 - Parâmetros analisados no Ponto 1 e seus valores médios e máximos em relação as definições do CONAMA

	Valor Médio	Valor Máximo	Desvio Padrão	limites CONAMA (Resolução N° 357)
Coliformes Totais (UFC/100ml)	31,75	176	52,77073052	1000
Coliformes E.Colli (UFC/100ml)	21,83333	83	24,41249059	1000

5.2 Ponto 2 - Povoado Fazenda Suíça

O ponto 2, inserido na Fazenda Suíça, compõe a área indicada com provável influência do antigo lixão de Marechal, local fortemente influenciada pelas atividades ligadas a monocultura da cana-de-açúcar e a criação de gado, amplamente difundida ao redor do curso d'água, estes dois fatores interferiram de certa forma nas análise de coliformes presentes na água do rio, sobretudo relacionadas a presença de matéria

orgânica em decomposição e a presença de dejetos dos animais que são carreados comumente para o leito do rio.

Ao se analisar os valores obtidos nas análises biológicas do Ponto 2, foi possível observar que as variações dos Coliformes Totais e *E. Colli*, distinguiram-se bastante uma da outra em variação, onde os Coliformes *E. Colli* obtiveram valores elevados em consideração com a presença de Coliformes Totais (Figura 7), o que representa um cenário distinto do Ponto 1, que apresentou a situação inversa. O Ponto 2, dentre os demais pontos é o que apresenta valores medianos, tendo em vista o contexto do ponto mesclando cenários de atividades humanas com condições naturais resilientes. Neste ponto, como pensado anteriormente poderia haver uma influência do antigo lixão através da canalização de líquido lixiviado para o leito do rio, tendo em vista que o relevo local condiciona o escoamento no sentido do curso d'água, mas ao se analisar os parâmetros de análise, observou-se que esta relação não é consistente, portanto foi negativa.

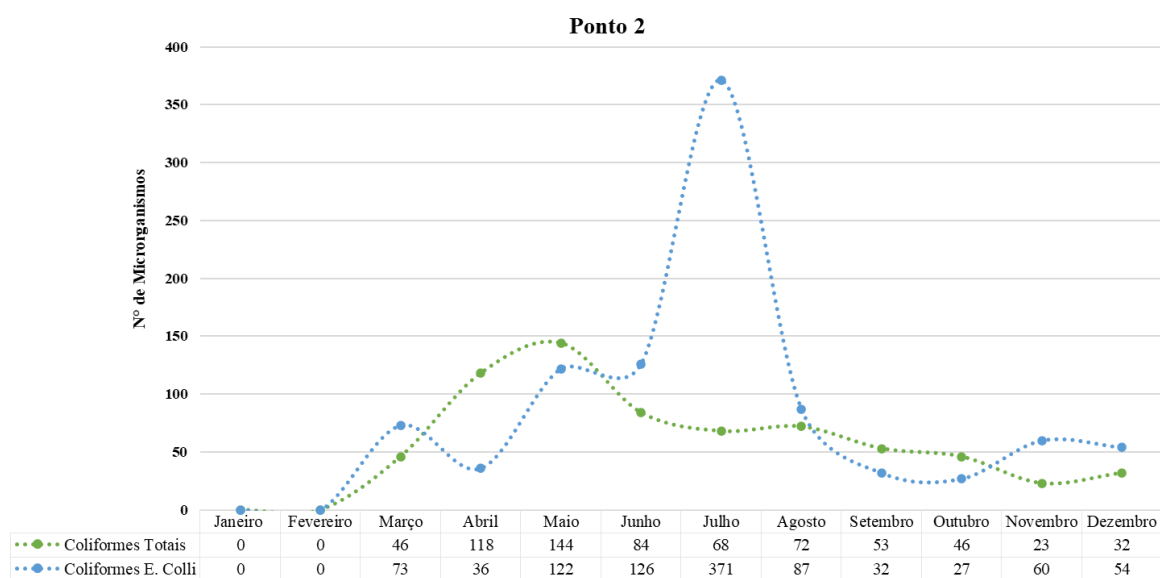


Figura 7 - Valores de microrganismos no Ponto 2

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Através das análises dos Coliformes Totais foi possível observar que o ponto 2 apresentou em quase todos os meses valores inferiores a 150 microrganismos, tendo seu pico entre os meses de Abril e Maio, enquanto que de junho a outubro houve valores inferiores a 100 e inferiores a 50 microrganismos, os demais meses apresentaram valores abaixo de 50 microrganismos, os valores encontrados são razoavelmente semelhantes ao ponto 1, inclusive os picos ocorrem no mesmo período entre maio e julho.

Os valores de Coliformes *E. Colli*, apresentaram-se valores acima de 50 organismos em praticamente todo ano, com exceção dos meses de abril, setembro e outubro, os valores mais elevados foram encontrados no mês Julho com 350 microrganismos. Em comparação com o ponto anterior, o ponto 2 apresentou situação inversa, tendo em vista que foram encontrados valores inferiores a 40 organismos, o que reflete um cenário de perturbação provavelmente relacionado a interferência por atividades agrárias, pois, a presença de Coliformes *E. Colli* é indicativo de material fecal.

Os valores de Coliformes Totais e Coliformes *E. Colli*, assim como no ponto 1, possuem significativa influência com a ocorrência de chuvas no período chuvoso que de certa forma carrega substâncias e dejetos provenientes da decomposição de materiais orgânicos das atividades agrárias relacionadas a plantação de cana-de-açúcar e criação de gado bovino, presente na região. Mesmo com tal interferências os valores máximos e médios, enquadram-se nos parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA N° 357 (Quadro 3).

Quadro 3 - Parâmetros analisados no Ponto 2 e seus valores médios e máximos em relação as definições do CONAMA

Parâmetros	Ponto 1			limites CONAMA (Resolução N° 357)
	Valor Médio	Valor Máximo	Desvio Padrão	
Coliformes Totais (UFC/100ml)	57,16	144	43,5907274	1000
Coliformes E.Colli (UFC/100ml)	21,83	371	99,78097226	1000

5.3 Ponto 3 – Ponto de captação de água SAEE

No ponto 3, onde realiza-se a captação de água para tratamento, área com forte presença do uso da terra relacionado a criação de gado, havendo também diversas ocupações humanas no entorno com presença de descarte irregular de lixo próximo ao ponto, que unido aos demais fatores de influência comuns a fluxos fluviais ocasionaram em valores razoavelmente elevados em comparação com os demais pontos (Figura 8).

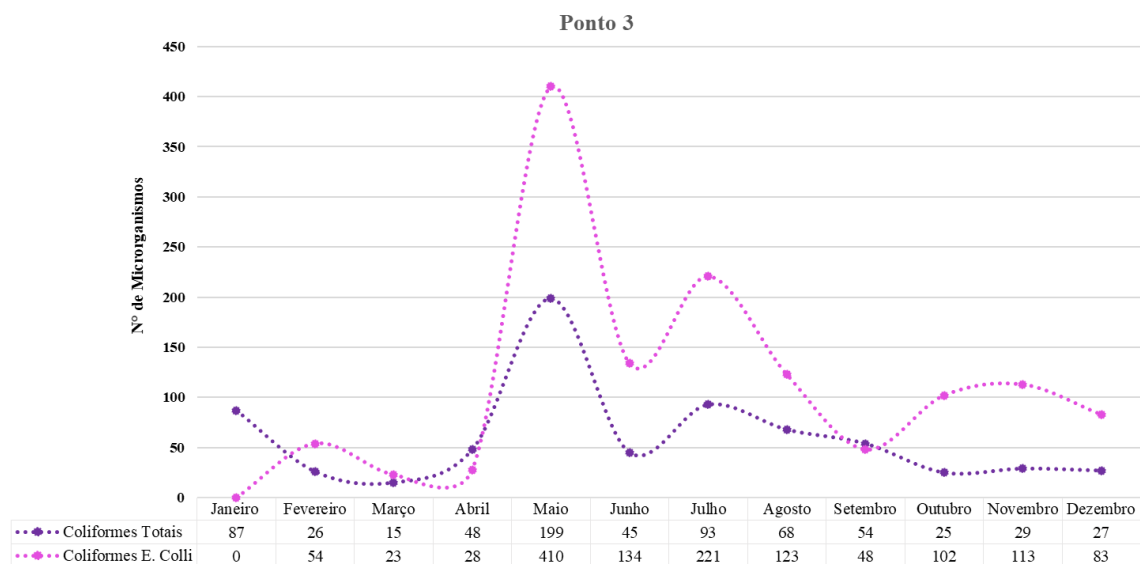


Figura 8 - Valores de microrganismos no Ponto 3
Fonte: Elaborado pela autora (2020).

No ponto 3 foram encontrados valores de Coliformes Totais com valores entre 50 e 100 em praticamente todos os meses com pequenas variações, onde o valor máximo localiza-se no mês de maio, com cotações iguais a 200 microrganismos, superiores aos valores encontrados nos dois primeiros pontos. Tal relação pode possuir influência com o descarte irregular de lixo orgânico próximo ao Rio, inserindo quantidades consideráveis de microrganismos no curso fluvial. Já os Coliformes *E. Colli*, no ponto 3 apresentaram bastantes variações entre os meses com valores inferiores a 10 microrganismos até valores superiores a 400 organismos durante os meses, entretanto os valores se fixaram próximos a 100, variando para mais ou para menos, com exceção do mês de maio onde foram encontrados 410 organismos, sendo assim a maior contação encontrada dentre os pontos.

Os valores encontrados estiveram estritamente relacionados a combinação entre pluviometria e ocupações humanas que resultou em variações nas cotações, chegando aos valores máximos encontrados, entretanto vale mencionar que mesmo os valores mais elevados não simbolizam motivo para alarde uma vez que os mesmos se enquadram na Resolução CONAMA N° 357 (Quadro 4).

Quadro 4 - Parâmetros analisados no Ponto 3 e seus valores médios e máximos em relação as definições do CONAMA

Ponto 1				
Parâmetros	Valor Médio	Valor Máximo	Desvio Padrão	limites CONAMA (Resolução N° 357)
Coliformes Totais (UFC/100ml)	59,6	199	45,32030227	1000

Coliformes E.Colli (UFC/100ml)	111,58	410	111,6858079	1000
---------------------------------------	--------	-----	-------------	------

5.4 Ponto 4 – Estação de Tratamento SAAE

Ponto selecionado a critério de verificação do tratamento efetivo de água, onde foi coletado após a purificação em localidade inserida na estação de tratamento, sendo assim os valores previstos antes mesmo do processamento das amostras possuíam probabilidade alta de não apresentarem coliformes, o que de fato ocorreu, não foram encontrados qualquer microrganismo neste ponto ao longo dos meses. O que demonstra que o sistema de tratamento e distribuição de água está sendo efetivo ofertando água tratada de qualidade para a população.

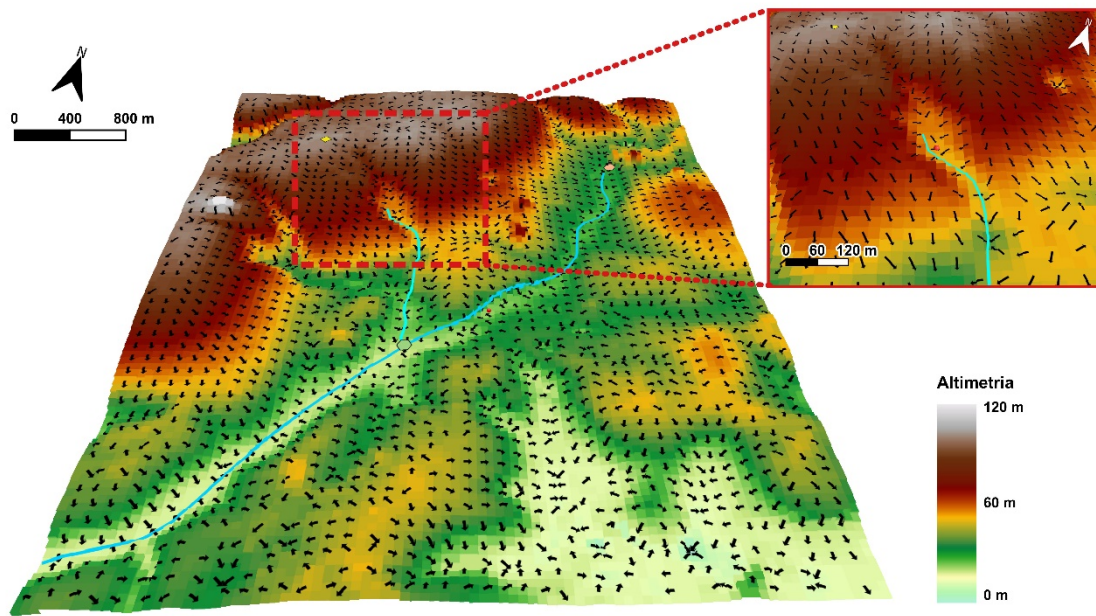
5.5 Discussões gerais e desdobramentos dos resultados

Nas análises feitas nos três pontos do Rio Estiva, apresentaram valores distintos, relacionados a contextos semelhantes, ambos de certa forma influenciados pelas atividades humanas (monocultura, criação de gado e ocupações humanas) combinada a fatores naturais (Pluviometria e Fluxo Superficial de água), resultando em contextos diferentes. Tendo o ponto 1 a menor correlação destes fatores, o ponto dois correlação moderada e o ponto 3 a maior relação entre estes fatores, enquanto que o ponto 4 como era de se esperar apresentou valores nulos.

A hipótese inicialmente defendida pelo presente estudo de relação entre o antigo lixão de Marechal Deodoro e a qualidade de águas do rio Estiva mostrou-se falsa, tendo em vista que os resultados comprovaram a inexistência desta relação, o que de nenhuma maneira inválida o presente estudo ou inviabiliza qualquer perspectiva de aferição sobre o contexto das águas do rio, uma vez que a ciência também se constrói de negações, o que faz parte da construção de verdades científicas, que dentre as diversas possibilidades permitem visões e análises mais abrangentes.

O que pode-se extrair dos resultados como uma discussão válida, é a relação entre as condições naturais de canalização de fluxos superficiais intensificada a partir do ponto 2 (Figura 9) e pluviometria média anual com o aumento de chuvas entre Março a Julho (Figura 10) da área, combinada as atividades humanas muito próximas ao local destinado ao abastecimento da cidade (Figura 11), acaba por influenciar de forma direta a qualidade de água da região, resultando no aumento exponencial de microrganismos nas águas.

Figura 9 - Fluxo superficial da área entre o lixão e o Rio, onde pode-se observar maior presença de fluxos direcionados para o interior do Rio a partir do ponto 2. Em detalhe área próxima ao lixão com direcionados de fluxos para o Rio.



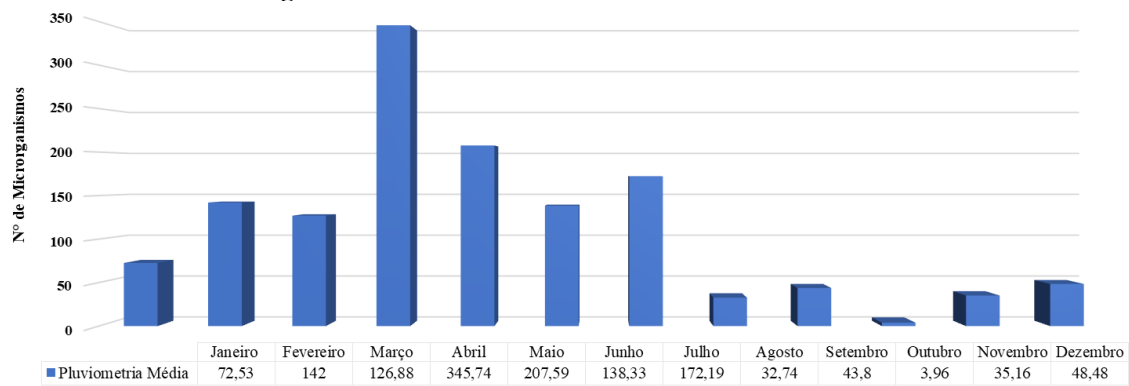
Legenda

- ◆ Antigo Lixão
- Pontos de Coleta
 - Ponto 1 - Nascente do Rio Estiva
 - Ponto 2 - Área de Provável Influência do Lixão
- Cursos D'água
 - Rio Estiva
 - Afluente
- ➔ Vetores
 - ➔ Orientação de Fluxo Superficial de Água

Sistemas de Coordenadas Projetadas
 Datum: WSG84 Fuso 24S
 Base de Dados: Modelo Digital de Elevação - DEM (AW3D30 - Resolução - 30 metros, disponível em: Google Earth Engine, 2020).
 Elaboração: Thiago Cavalcante Lins Silva

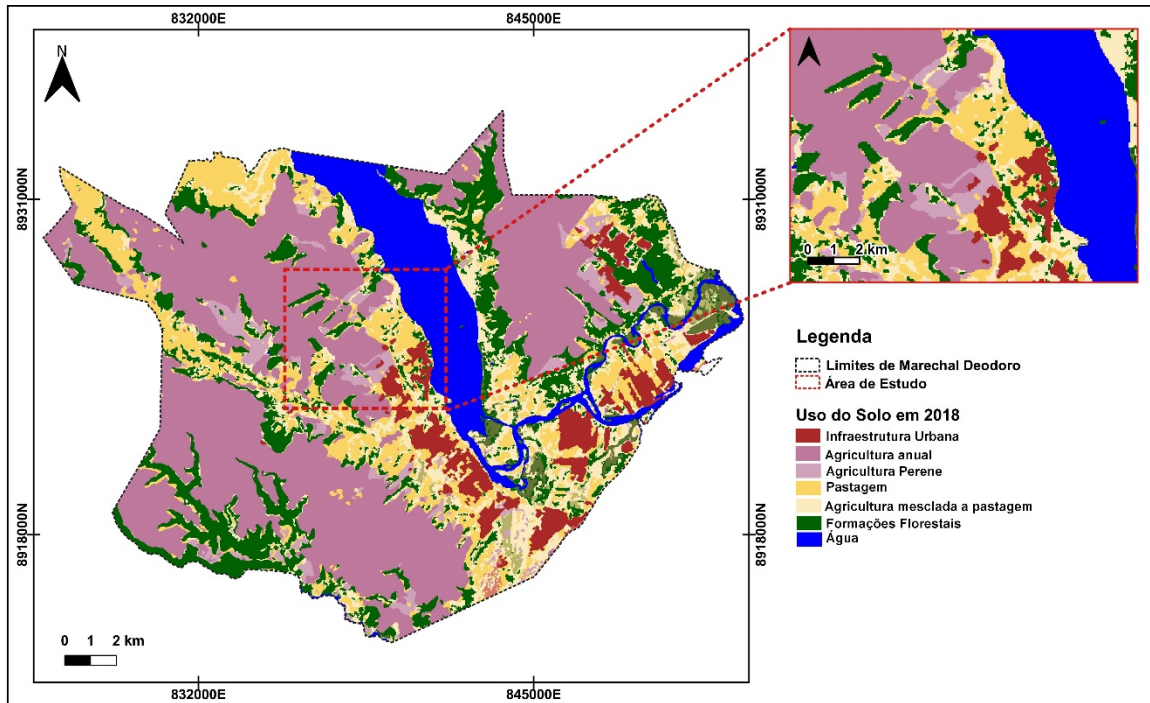
Fonte: Silva (2020)

Figura 10 - Pluviometria Média anual de Marechal Deodoro



Fonte: Elaborado com dados de INMET (2020)

Figura 11 - Usos do solo de Marechal em 2018



Fonte: Elaborado com dados de Mapbiomas (2020).

Mediante a relação entre condição natural e atividade humana, tal cenário pode intensificar-se que em projeções futuros mediante a um aumento da urbanização e do uso do solo extensivo nas margens do Rio Estiva podem impactar de forma significativa na qualidade de águas disponibilizadas a população de Marechal Deodoro.

6 CONCLUSÃO

O presente trabalho representa um esforço geral de análise ambiental a nível municipal, integrando em suas análises a relação entre uso do solo e os ambientes naturais, de forma a identificar possíveis impactos e danos ao meio natural, mesmo que de forma inicial, sendo assim a proposta do presente trabalho se fundamentou na alteração dos ambientes naturais e suas hipóteses, discussões e análises.

A metodologia de forma geral utilizada se mostrou bastante útil e efetiva na análise de águas do Rio Estiva nos 4 pontos analisados, permitindo identificações espaciais e temporais das variações de coliformes ao longo do curso do Rio.

Os resultados do presente trabalho, conseguiram comprovar que os resíduos do antigo lixão de Marechal Deodoro, não contaminaram as águas do Rio Estiva, inclusive foi possível verificar a efetividade do sistema de abastecimento de água na desinfecção das águas captadas do Rio. Nisso, os fatores anteriormente citados abriram margem para outras interpretações acerca dos agentes de contaminação e a sua influência do entorno do curso fluvial, sendo assim foi identificado como os vetores de influência o usos e ocupação do solo combinado as condições naturais como fatores de alternância na quantidade de coliformes no Rio, que mesmo variantes se enquadraram nos aspetos legislativos da Resolução CONAMA, n° 357.

Diante dos dados levantados, existe à necessidade de novas análises e amostragens, que a longo prazo poderão identificar alterações nas qualidades de águas, mas mesmo que de forma preliminar trouxe alguns dados e discussões importantes, tendo em vista que a ciência e a pesquisa também se constroem de análises e experimentações, o que abrem margem para novas integrações.

REFERÊNCIAS

ALAGOAS. **Perfil Municipal de Marechal Deodoro**. Maceió: Secretaria de Estado do Planejamento, Gestão e Patrimônio, v. 3 n. 3, 2015a.

ARAÚJO, Kássia Karina Silva de. **A INFLUÊNCIA DO LIXÃO DESATIVADO NA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO ESTIVA EM MARECHAL DEODORO, ALAGOAS**. 2019. 109 f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2019.

BETEMPS, G.; SANCHES FILHO, P. J.; KERSTNER, T. Caracterização físico-química da água e determinação de metais pesados (Cr, Cu, Pb e Zn) no sedimento do riacho Arroio do Padre (Arroio do Padre, Brasil/RS). **Revista Thema**. Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia Sul-rio-grandense. Pelotas, RS, Brasil. 2014, Vol. 11 n. 02. p. 4-20. Disponível em: <http://revistathema.ifsul.edu.br>.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 14 dez. 2011. Seção 1, p. 39-42. Disponível em: <<http://bvsmms.saude.gov>. Acesso em: 21 agost. 2020.

CARVALHO, E. C. **Levantamento e sistematização de dados para elaboração de um plano de gerenciamento integrado dos resíduos sólidos urbanos gerados no município de Marechal Deodoro/AL**. 2016. 111f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Alagoas. Maceió, 2016.

CASTRO, A.M.; ESPONTÃO, R.T. Avaliação dos parâmetros físico-químicos da água de abastecimento industrial de um frigorífico do Triângulo Mineiro. **PUBVET**, Londrina, v. 4, n.18, Ed. 123, Art. 830, 2010.

CONAMA. **Conselho Nacional de Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente**. Resolução nº 274, de 25 de janeiro de 2000. Disponível em:< <http://www.mma.gov.br>>.

_____. **Conselho Nacional de Meio Ambiente**. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Disponível em:< <http://www.mma.gov.br>>.

ELIS, V. R.; ZUQUETTE, L. V. Caracterização geofísica de áreas utilizadas para disposição de resíduos sólidos urbanos. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 32, n. 1, p. 119-134, 2017.

EMBRAPA. **Zoneamento Agroecológico do Estado de Alagoas**: Levantamento de Reconhecimento de Baixa e Média Intensidade dos Solos do Estado de Alagoas. Relatório Técnico. Recife – PE, 238 p, 2012.

FALAVINHA, G.; DEGENHARDT, R. Qualidade Microbiológica da água de nascentes e poços da comunidade de Barro Branco, Capinzal, SC. **Unoesc & Ciência**, Joaçaba, v. 5, n. 2, p. 209-216, 2014.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. 2010. **Pesquisa nacional de saneamento básico**. Rio de Janeiro, 2010. 219p. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>.

JUCÁ, J. F. T. Destinação final dos resíduos sólidos no Brasil: situação atual e perspectivas. In: **10 ° SILUBESA - Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. Braga, Portugal – 16 a 19 de setembro de 2002.

KUHN, D.; REISDÖRFER, G. Avaliação da eficiência da aplicação de coagulante orgânico em chorume para remoção de carga orgânica e nutrientes. **Revista Tecnológica**, Santa Cruz do Sul, v. 19, n. 1, p. 64-68, jul./dez. 2015. Disponível em: <https://online.unisc.br>. Acesso em: 17/09/17, 23h20.

MACEDO, T. L.; REMPEL, C.; MACIEL, M. J. Análise Físico-Química e Microbiológica de água de poços artesianos em um município do Vale do Taquari RS. **Tecnológica**, Santa Cruz do Sul, v. 22, n.1, p.58-65, 2018.

PIRATOBA, A. R. A.; RIBEIRO, H. M. C.; MORALES, G. P.; GONÇALVES, W. G. Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil. **Rev. Ambiente e Água**. vol. 12 n. 3 Taubaté – May / jun. 2017. P. 435 – 456. Disponível em: www.ambi-agua.net. Acesso em: 25/01/19 12h28.

RIGUETTI, P. F.; CARDOSO, C. A. L.; CAVALHEIRO, A. A.; LENZI, Ervim; FIORUCCI, A. R.; SILVA, M. S. da. Manganês, zinco, cádmio, chumbo, mercúrio e crômio no chorume de aterro sanitário em Dourados, MS, Brasil. **Revista Ambiente & Água**. Vol. 10 n. 1 Taubaté –Jan. / Mar. 2015. P. 153 – 163. Disponível em: www.ambi-agua.net.

SAAE. **Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Marechal Deodoro**. Disponível em: <http://www.saaemarechaldeodoro.com.br/site2/>. Acesso em: 21 set. 2020.

SAIANI, C.C.S.; DOURADO, J.; TONETO JÚNIOR, R. (Org.). **Resíduos Sólidos no Brasil: oportunidades e desafios da lei federal 12.305 (lei de resíduos sólidos)**. Barueri: Minha Editora, 2014. 423p.

SANTOS, E. V. dos; CALHEIROS, A. F.; FERREIRA, A. C.; DI PACE, E. L. Caracterização da precipitação pluviométrica do município de Marechal Deodoro – AL, no período de 1978 a 2005. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia. **Anais: 1980-2006**. 5 p. Disponível em: <http://www.cbmet.com>.

SCURACCHIO, P.A.; FARACHE FILHO, A. Qualidade da água utilizada para consumo em escolas e creches no município de São Carlos-SP. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 22, n. 4, p. 641-647, 2011.

SEABRA, L. H. C.; GALLEG R.; GONÇALVES, D. B. Alternativas para coleta e disposição final de resíduos sólidos em municípios de pequeno e médio porte. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, v. 14, n. 2, p. 614-626, ago./dez. 2016.

SEMARH. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado de Alagoas**. Floram Engenharia e Meio Ambiente, 2015, 80 p. Disponível em: <http://residuossolidos.al.gov.br>.

SILVA, A. N. et al. Qualidade Microbiológica da Água Utilizada em Unidades de Alimentação do Município de Caruaru, PE. Veredas Favip – **Revista Eletrônica de Ciências**, Caruaru, v. 6, n. 2, p. 73-82, jul./dez., 2013.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A. **Manual de métodos de análises microbiológicas de alimentos**. 2.ed. São Paulo: Varela, 2001. 31p.

TAVEIRA, M. M. V. **Impactos de aterros sanitários de três municípios de Minas Gerais na qualidade da água**. 112f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas), Universidade Federal de Lavras. Minas Gerais: 2012.

VILLANUEVA, T. C. B. **Geodiversidade do estado de Alagoas**. Salvador: CPRM, 2016. 165 p.