

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS SERTÃO
EIXO DAS TECNOLOGIAS

Beatriz Marques da Silva

**AVALIAÇÃO TÉCNICA DE IMPLANTAÇÃO DE COLETA E TRATAMENTO DE
EFLUENTES EM COMUNIDADE DE BAIXA RENDA DE DELMIRO GOUVEIA/AL.**

Delmiro Gouveia

2021

BEATRIZ MARQUES DA SILVA

**AVALIAÇÃO TÉCNICA DE IMPLANTAÇÃO DE COLETA E TRATAMENTO DE
EFLUENTES EM COMUNIDADE DE BAIXA RENDA DE DELMIRO GOUVEIA/AL.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Bacharelado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção grau.

Orientador(a): Prof. Dr. Antônio Pedro de Oliveira Netto

Delmiro Gouveia – AL

2021

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca do Campus Sertão
Sede Delmiro Gouveia

Bibliotecária responsável: Renata Oliveira de Souza CRB-4 2209

S586a Silva, Beatriz Marques da

Avaliação técnica de implantação de coleta e tratamento de efluentes em comunidade de baixa renda de Delmiro Gouveia - AL / Beatriz Marques da Silva. - 2021.

73 f. : il.

Orientação: Antônio Pedro de Oliveira Netto.

Monografia (Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas. Curso de Engenharia Civil. Delmiro Gouveia, 2021.

1. Tratamento de esgoto. 2. Saneamento básico. 3. Biorremediação. 4. Rede coletora. 5. Delmiro Gouveia - Alagoas. I. Oliveira Netto, Antônio Pedro de. II. Título.

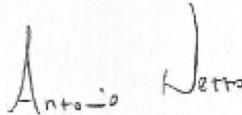
CDU: 628.2

Folha de Aprovação

BEATRIZ MARQUES DA SILVA

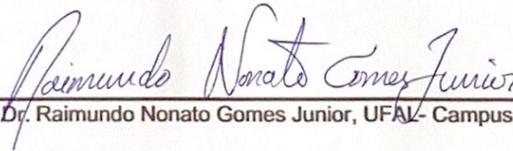
AVALIAÇÃO TÉCNICA DE IMPLANTAÇÃO DE COLETA E TRATAMENTO DE
EFLUENTES EM COMUNIDADE DE BAIXA RENDA DE DELMIRO GOUVEIA/AL.

Trabalho de Conclusão de Curso submetido
ao corpo docente do Curso de Engenharia
Civil da Universidade Federal de Alagoas e
aprovada em 02 de março de 2021.

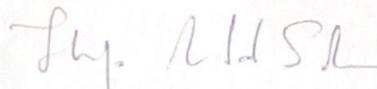


(Prof. Dr. Antônio Pedro de Oliveira Netto, UFAL- Campus Sertão) (Orientador)

Banca Examinadora:



(Prof. Dr. Raimundo Nonato Gomes Junior, UFAL- Campus Sertão) (Examinador externo)



(Prof. Dr. Thiago Alberto da Silva Pereira, UFAL- Campus Sertão) (Examinador externo)

Ao meu anjo na terra e agora no céu. Vô André, sua engenheira concluiu nossa tão sonhada jornada. Te amarei para sempre.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao bom Deus, que em seu Kairós me deu forças para cumprir conforme Seu sonho essa jornada. Por graça a recebi, por graça a entrego em Tuas mãos.

À Santíssima Virgem Maria, por ser alento e consolo nas horas difíceis por meio de sua poderosa intercessão e amor de mãe.

À minha família, em especial ao meu avô André que nunca mediu forças para que esse sonho fosse realizado, que foi um pai cheio de amor para todos nós e hoje zela por nós do céu, minha amada vó Eva que sempre cuida de nossa família e que em seu doce dom maternal me amparou e me deu forças em todas as horas, e a minha mãe Andreia que em sua inocência e docilidade me ensina todos os dias a ser uma pessoa melhor.

Aos meus tios Daniel Marques e José Hermes (*In memoriam*).

Aos demais tios, tias, primos, primas, sobrinhos, afilhados, bisavós e padrinhos.

Ao MTLC Delmiro por ter me proporcionado momentos de fortalecimento da fé e crescimento na vida Cristã, certa estou que não teria chegado até aqui, com o coração tão grato e firme, se não tivesse o conhecido.

A todos os educadores que passaram pela minha formação. Em especial, a Professora Lidiane da Silva por me incentivar e por ter sido instrumento primordial em meu ingresso ao curso.

À professora Viviane Regina Costa Sá que esteve ao meu lado durante todo o curso como uma orientadora excepcional e ainda mais, como uma grande amiga, por quem tenho estima, admiração e grandiosa gratidão.

Ao professor Antônio Netto, por seu brilhantismo na orientação deste trabalho. Por despertar em todos nós a beleza dessa maravilhosa área de estudo por meio de seus ensinamentos, como exemplar educador.

Aos meus queridos amigos, os quais não conseguiria listar fielmente, mas estão em meu coração, como bem embala uma das mais belas canções já feitas sobre amizade “amigo fiel, refúgio poderoso quem o descobriu, encontrou um tesouro”, vocês verdadeiramente são tesouros de imenso valor em minha vida, Erica Patrícia, Rosana, Juliana, Luiz Felipe, Edla, Paloma, Jessyca, Aderval, Alice, Carla, Éder, Jorge, Amanda, Carlos, João Lucas, Raiane, Katiana e Roseane.

Aos que dividiram comigo essa jornada, em especial minha dupla inseparável de vida, leda Pereira, por chorar e sorrir sempre comigo. És preciosa para mim e ainda mais

para Deus, depois de tanto sofrer, essa conquista é nossa. O mundo é pequeno para tantos sonhos e estamos só começando.

À Andreia, André, Jefferson, Artur, Kelvin, José, Júnior, Gabriel, Deoclécio, Rodrigo, Robson, Roberto Ualas, Vitor e Thiago.

Aos que estiveram comigo na CASAL, em especial ao Sr. João Neto Alves de Barros (*In memoriam*) por ter sido uma grandiosa pessoa que deixou seu legado de competência e bondade em nossos corações. Ao Maceliano, Jediael, Dona Bebé, Davi, André, Carlos, Ulisses, Caio, Mariana e Lucas, companheiros que fizeram do meu tempo neste lugar cheio de acolhimento e carinho.

Por fim, a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desse trabalho.

RESUMO

O cenário Brasileiro não apresenta realidade satisfatória em relação a cobertura e tratamento de esgoto doméstico. Conforme dados do IBGE, a região nordeste apresenta situação muito desfavorável, refletindo em índices desastrosos e não atingindo um dos objetivos das obras de saneamento de propiciar melhor qualidade de vida à população. No ano de 2017, o estado de Alagoas possuía apenas 37,3% de seus municípios com esgotamento realizado via rede coletora de esgoto, o que totaliza apenas 145.538 economias esgotadas, o tratamento apresenta elementos ainda mais alarmantes. Os dados não atingem apenas as zonas rurais, consideradas mais desfavorecidas nestes aspectos, mas também são consideráveis nas zonas periféricas das cidades do alto Sertão Alagoano como em Delmiro Gouveia. Com base nisso, diagnosticou-se que a realidade apresentada é comum nas zonas periféricas da cidade e elencou-se a parte final da rua Adolfo Santos, no Bairro Campo Grande, para se propor uma solução da problemática com o uso de uma rede coletora de esgoto, baseados na NBR 9649/1986, associada ao tratamento via fossa séptica e biorremediação (fossa verde) com base na NBR 7229/1993, devolvendo a população uma proposta que engloba uma contribuição social valorosa, tanto na inserção de direitos, como na melhoria da qualidade de vida e na contribuição gerada ao meio ambiente. Para tanto foi realizado o dimensionamento considerando os dados fornecidos por literaturas e com o uso de softwares em virtude da pandemia da COVID 19. O valor estimado para implantação apenas do tratamento do esgoto produzido na localidade ficou abaixo de R\$90 por habitante beneficiado, sendo uma alternativa para reduzir a incidência de doenças relacionadas ao contato direto com esgoto sem tratamento.

Palavras-chave: Saneamento básico. Rede Coletora. Biorremediação.

ABSTRACT

The Brazilian scenario does not present a satisfactory reality in relation to the coverage and treatment of domestic sewage. According to IBGE data, northeastern region exhibits a very unfavorable situation, reflecting on disastrous rates and not reaching one of the objectives of the sanitation works to provide better quality of life to the population. In 2017, the state of Alagoas had only 37.3% of its municipalities with sewage carried out via the sewage collection network, which totals only 145,538 depleted economies, the treatment presents even more alarming elements. The data not only affect rural areas, which are considered to be the most disadvantaged in these aspects, but are also considerable in the peripheral areas of the cities of the upper Sertão Alagoano as in Delmiro Gouveia. Based on this, it was diagnosed that the reality portrayed is common in the peripheral areas of the city and the final part of Adolfo Santos street, in Bairro Campo Grande, was listed to propose a solution to the problem with the use of a collection network of sewage, based on NBR 9649/1986, associated with treatment via septic tank and bioremediation (green tank) based on NBR 7229/1993, returning the population a proposal that includes a valuable social contribution, both in the insertion of rights, as in the improvement of the quality of life and in the contribution generated to the environment. For this purpose, the dimensioning was performed considering the data provided by literature and using software due to the COVID 19 pandemic. The estimated value for implementing only the treatment of sewage produced in the locality was below R \$ 90 per benefited inhabitant, being one alternative to reduce the incidence of diseases related to direct contact with untreated sewage.

Keywords: Basic sanitation. Collector Network. Bioremediation.

SUMÁRIO

1. Introdução	11
2. Referencial bibliográfico	13
2.1 Saneamento Básico no Brasil	13
2.1.1 Saneamento Básico em Alagoas	17
2.1.2 Saneamento Básico em Delmiro Gouveia.....	19
2.2 Redes Coletoras de Esgoto	22
2.3 Tratamento de Esgoto	27
3. Metodologia	33
3.1 Área de Estudo	33
3.2 Abordagem da Pesquisa	37
3.3 Dimensionamento de Rede Coletora	39
3.4 Dimensionamento de Fossa Verde	43
3.5 Custo da Obra	47
4. Resultados	49
4.1 Rede Coletora	49
4.2 Fossa Verde	57
4.3 Custo da Obra	62
5. Conclusão	66
Referencial Bibliográfico	67
Apêndice	73

1. INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos têm ganhado espaço no mundo, cada vez mais as dinâmicas sociais têm evoluído a um ponto onde o conforto e a qualidade de vida são elementos essenciais à existência. No entanto esta é uma afirmação que não se aplica a toda população, a realidade de parte da população mundial é bem diferente.

Distribuição de água potável, coleta e tratamento de esgoto, drenagem urbana e coleta de resíduos sólidos são de longe participantes assíduos na vida de muitos brasileiros, especialmente na região Nordeste. Quando se trata de coleta e tratamento de efluentes é possível encontrar dados ainda mais alarmantes, cidadãos que vivem expostos, arriscando sua saúde e qualidade de vida, privados do mínimo direito, garantido pela constituição.

Assim, buscou-se uma proposta de solução, tomando como base uma rua localizada nas zonas marginais da cidade de Delmiro Gouveia-AL, desassistida de saneamento básico, que implica na falta de coleta e conseqüentemente de tratamento de esgoto sanitário, com esgoto a céu aberto correndo pela rua e até o uso de fossas negras para destinação dos efluentes. Propondo uma solução para coleta e tratamento de efluentes com custo viável e ainda, empregando uma nova ferramenta de tratamento de efluentes no sistema proposto, contribuindo assim para a o desenvolvimento social visando o respeito ao meio ambiente.

Nesse contexto é importante elucidar os fatores que contribuem para essa realidade e o que os dados do país mostram, como um dimensionamento de tamanha magnitude pode acontecer e principalmente qual a solução mais viável para a realidade atingida, sendo esta, de baixa renda e localizada nas zonas periféricas da cidade.

Fundamentado em uma pesquisa bibliográfica acerca do cenário brasileiro ao longo dos tempos e das implicações que a falta do saneamento ocasiona e assim, traçando as opções mais favoráveis, para a solução da problemática local foi elencado o dimensionamento de uma rede coletora de esgoto associada ao tratamento realizado via fossa verde, o dimensionamento foi executado com o uso de *softwares* tais como o Google Maps e Google Earth, para o levantamento de dados em virtude da Pandemia de Covid-19.

Por conta das pequenas dimensões de lotes e indisponibilidade de adequação para sistemas individuais de tratamento, optou-se por um sistema coletivo. Para tanto a melhor solução foi elencada, o uso de uma rede coletora de esgoto com o tratamento a cargo de uma fossa verde.

Com base nisso, vale salientar que um sistema nessas condições é de grande eficácia, não apenas no cenário do tratamento de efluentes e na contribuição no aspecto ambiental, mas também no que diz respeito à contribuição social, obtida pela valorização da qualidade de vida e o incentivo advindo da biorremediação vegetal.

2. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

2.1. SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL

De acordo com a Organização das Nações Unidas o saneamento básico deve ser reconhecido como um direito humano, sendo assim separado do direito a Água Potável, baseado na situação alarmante de pessoas que ainda não tem acesso a banheiros e sistemas de esgotamento adequado em todo o mundo. Essa parcela caracteriza mais de 2,5 bilhões de pessoas ao redor do globo, um dado alarmante que mobilizou a necessidade da readequação dos direitos com a finalidade de mobilizar e conscientizar a população, desde o direito à saúde, à vida e à educação num cenário de crescimento de doenças infecciosas, como cólera, hepatite e febre tifoide.

Outro fator importante apresentado ainda pela ONU, no mesmo documento, é o elevado número de abstenções escolares devido à falta de saneamento em todo o mundo, caracterizando uma estimativa de 443 milhões de dias letivos perdidos todos os anos mundialmente (ONU, 2016).

Um ponto de vista que também deve ser trabalhado é aquele que atinja discussões tanto sociais quanto ambientais, que dão cunho ao desenvolvimento das populações e garantem a preservação da vida humana, tais como a atenção as reservas de água, principais afetadas por um destino inadequado do esgoto decorrente do crescimento desordenado e inadequação das formas de tratamento do efluente das residências em todo o mundo. Segundo Leoneti *et al* (2011) no que diz respeito as soluções que devem ser empregadas.

Uma solução para a preservação das águas é o investimento em saneamento e no tratamento do esgoto sanitário, que é realizado por meio de estações de tratamento de esgoto que reproduzem, em um menor espaço e tempo, a capacidade de autodepuração dos cursos d'água. LEONETI *et al* (2011, 331)

As discussões que permeiam o saneamento básico a nível nacional ganham cada vez mais destaque pois estão conectadas com aspectos relacionados a fatores de grande importância ao desenvolvimento populacional, tais como saúde pública, condições moradia e desenvolvimento econômico. Ao longo da história, no Brasil este cenário ganhou mais destaque nas décadas de 70 e 80 em termos de investimentos financeiros, onde segundo Soares, Bernardes e Cordeiro Netto (2002:1715) havia um predomínio da visão de que avanços nas áreas de abastecimento de água e de

esgotamento sanitário nos países em desenvolvimento resultariam na redução das taxas de mortalidade. Foi nessa época que surgiu o Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), que deu uma grande contribuição ao índice de abastecimento de água, porém em contrapartida não surtiu grandes efeitos no tocante ao índice de esgotamento apresentado pelo país.

Mudanças mais significativas vieram a surgir em tempos mais recentes devido a Lei 11.445/2007, que estabelece diretrizes a nível nacional para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico (Planalto, 2007) e ainda a Lei 9.433/1997 que discorre sobre os recursos hídricos do país dando suas devidas obrigações no tocante às águas que fazem parte das reservas brasileiras.

Conforme a Lei 11.445/2007 o saneamento básico é constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente; (Planalto, 2007) e a prestação de serviços no tocante ao tema deve atender, conforme narrado no Art. 2º:

- I - Universalização do acesso;
- II - Integralidade, compreendida como o conjunto de todas as atividades e componentes de cada um dos diversos serviços de saneamento básico, propiciando à população o acesso na conformidade de suas necessidades e maximizando a eficácia das ações e resultados;
- III - abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente;
- IV - Disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes, adequados à saúde pública e à segurança da vida e do patrimônio público e privado;
- V - Adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais;
- VI - Articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, de habitação, de combate à pobreza e de sua erradicação, de proteção ambiental, de promoção da saúde e outras de relevante interesse social voltadas para a melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento básico seja fator determinante;
- VII - eficiência e sustentabilidade econômica;
- VIII - utilização de tecnologias apropriadas, considerando a capacidade de pagamento dos usuários e a adoção de soluções graduais e progressivas;
- IX - Transparência das ações, baseada em sistemas de informações e processos decisórios institucionalizados;
- X - Controle social;
- XI - segurança, qualidade e regularidade;
- XII - integração das infra-estruturas e serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos.
- XIII - adoção de medidas de fomento à moderação do consumo de água. (PLANALTO, 2007)

De acordo com Borja (2014) a Lei n. 11.445/2007 fechou um longo período de indefinição do marco legal, inaugurando uma nova fase na gestão dos serviços públicos de saneamento básico no País, tendo o planejamento assumido posição central na condução e orientação da ação pública. De fato, discussões que vinham sendo fomentadas há um largo espaço de tempo ganharam uma resolução a partir dessa lei, todavia a realidade apresentada pelo país, no tocante ao acesso ao saneamento ainda está em seu estágio inicial no que diz respeito aos avanços, os desafios de levar saneamento a todos os brasileiros ainda são grandiosos como os dados fornecidos pelos órgãos competentes tem mostrado.

Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (Brasília, 2019) em 2018, o país possui 325,6 mil quilômetros de redes de coleta de esgoto, correspondendo a 36.435.978 economias, o que caracteriza um volume de 5.841.859 1000 m³/ano dos quais o volume de 4.301.586 1000 m³/ano corresponde ao esgoto tratado. A relação entre o índice de esgoto gerado e o índice de esgoto tratado ainda é preocupante, cerca de 46,3% do esgoto gerado é tratado, ou seja, menos da metade do esgoto gerado no país recebe o devido tratamento, e ainda do esgoto coletado apenas 74,5 % é devidamente tratado mostrando que ainda que coletado, a totalidade do esgoto não tem um fim definido, tornando-se então outro dado a fomentar a discussão sobre as formas de tratamento empregadas nos sistemas que regem o esgotamento no Brasil.

Vale Salientar que os índices do SNIS em 2018 foram calculados com base nos municípios que são abastecidos por água, um total de 5.570 municípios atendendo uma população total de 208.494.900 habitantes segundo o sistema, sendo destes uma população urbana de 176.539.719 habitantes, disto é importante atentar-se ao fato das populações desatendidas estarem localizadas margeadas as zonas urbanas, em bairros de baixa renda ou ainda em distritos e povoados ressaltando as disparidades encontradas num ambiente que marca a persistência das desigualdades sociais.

Ainda de acordo com o sistema, os dados ganham uma melhor perspectiva quando se analisa a região nordeste, com um total de 1794 municípios, os indicadores caracterizam o índice de tratamento de esgoto de 83,55% para cada 1.000 m³/ano, segundo os indicadores do SNIS (Brasília, 2019).

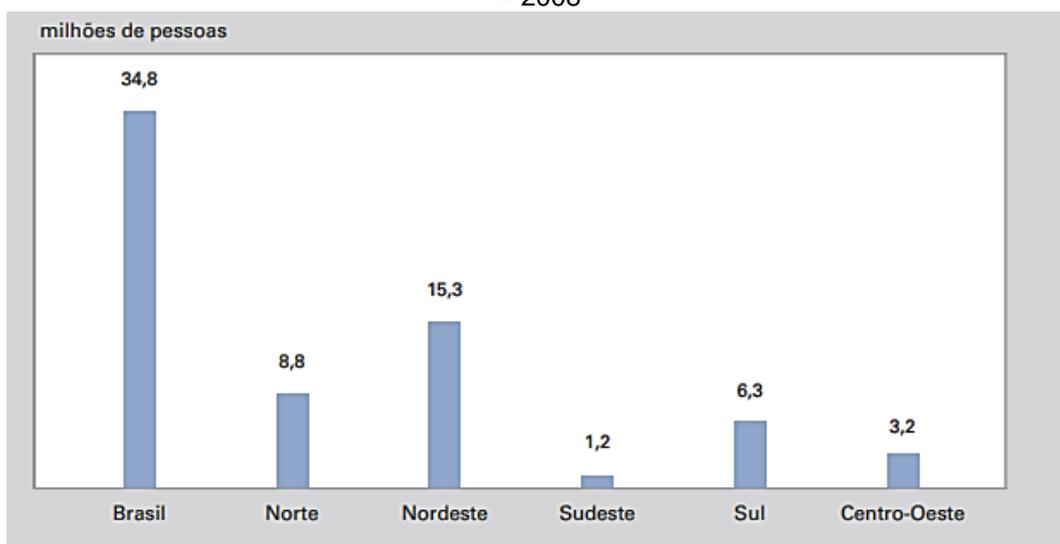
De acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, realizada pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), no ano de 2008, cerca de 34,8 milhões

de pessoas não tinham acesso a saneamento básico em todo o país, nesta pesquisa o cenário do déficit de saneamento apresentou uma melhoria, em consideração a pesquisa anterior realizada no de 2000 pelo instituto, de acordo com o documento,

A principal solução alternativa adotada para suprir a inexistência desse serviço foi a construção de fossas sépticas, que apresentou aumento em relação ao levantamento realizado em 2000. Esse tipo de solução, ainda que longe do desejável, implicou na redução do lançamento dos dejetos em valas a céu aberto, fossas secas e em corpos d'água, o que ameniza os impactos ambientais decorrentes da falta de rede coletora de esgoto (IBGE, 2010).

A pesquisa apontou ainda que a região que apresenta o maior valor absoluto de habitantes sem acesso ao esgotamento sanitário é a região Nordeste, conforme o gráfico 1 disposto a seguir.

Gráfico 1 - Número de pessoas sem acesso à rede coletora de esgoto, segundo as Grandes Regiões – 2008



Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008.

Dados como estes mostram a realidade de uma região que tem relevante importância em se tratar de desigualdades sociais, são mais de 15 milhões de pessoas que se encontram expostas aos fatores já discutidos anteriormente, como poderá ser visto ao longo das discussões propostas pelo trabalho.

Em contrapartida é possível e necessário salientar que ainda que a passos demorados essa realidade vem apresentando uma crescente melhora, ainda segundo a pesquisa, fazendo uma análise com os resultados obtidos no ano de 2000, o crescimento do número de domicílios que são atendidos pela coleta de esgoto cresceu percentualmente cerca de 39,5 levando em consideração a caracterização de

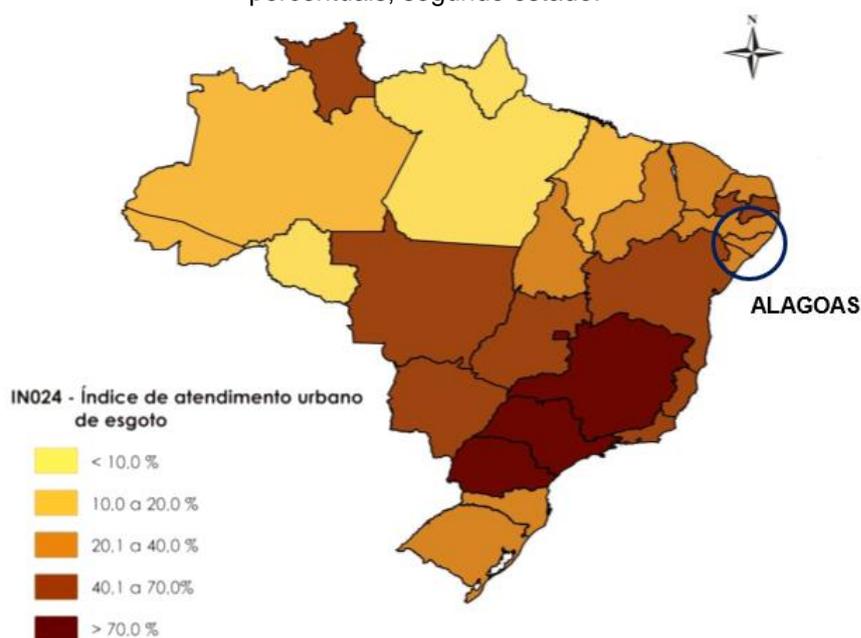
residência, aquela que é esgotada pela rede geral do município. Um cenário de desafios que abre oportunidades para que se possa dar vez a propostas que aliem o equilíbrio econômico, social e ambiental para o bem comum da população brasileira.

2.1.1. SANEAMENTO BÁSICO EM ALAGOAS

Segundo o IBGE, em 2008 o PIB per capita do estado de Alagoas apresentava o valor de R\$ 6.227,50, menor que a média da região (R\$ 7.487,55) e menos da metade do valor nacional (R\$ 15.989,75). Esses dados fomentam a situação já levantada dos índices de esgotamento mais precários nas zonas de maior vulnerabilidade econômica, salientando ainda, que nesta discussão não se está levando em consideração a concentração de renda, muito marcante no estado principalmente pela concentração nos grandes centros e Capital, o que afeta negativamente ainda mais a situação.

Com base nisso o cenário do esgotamento sanitário em Alagoas apresenta dados que requerem atenção. De acordo com SNIS (Brasília, 2019) em sua avaliação para o ano de 2018, o estado apresenta média do índice de atendimento urbano de esgoto na faixa de 20,1% a 40% de atendimento, como mostra a Figura 1.

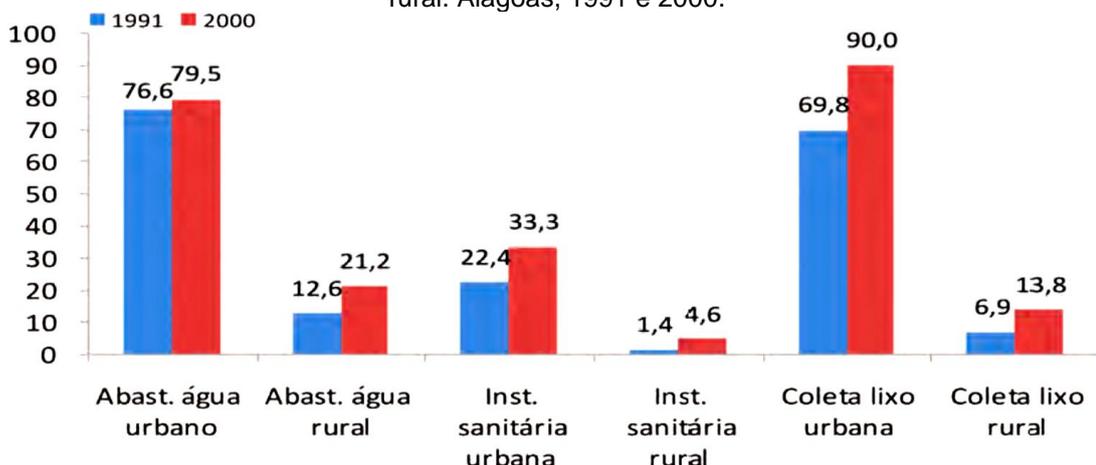
Figura 1: Mapa do índice médio de atendimento urbano por rede coletora de esgotos (IN024) dos municípios com prestadores de serviços participantes do SNIS em 2018, distribuído por faixas percentuais, segundo estado.



Fonte: SNIS, 2018.

Segundo o PDR/AL 2011 (Plano Diretor de Regionalização da Saúde do Estado de Alagoas para o ano de 2011) as coberturas de instalações sanitárias são baixas em todo o estado, cujo percentual passou de 24,1% em 2000 para 33,0% em 2009. A cobertura da coleta de lixo passou de 65,9% em 2000 para 75,1% em 2009 (IBGE, 2009). Comparando-se os dados dos censos (1991 e 2000), é possível perceber em Alagoas uma evolução no acesso da população aos serviços de saneamento básico, conforme o gráfico 2 apresenta, contudo, as coberturas ainda são muito baixas para instalações sanitárias na população urbana e em todos os componentes para a população rural.

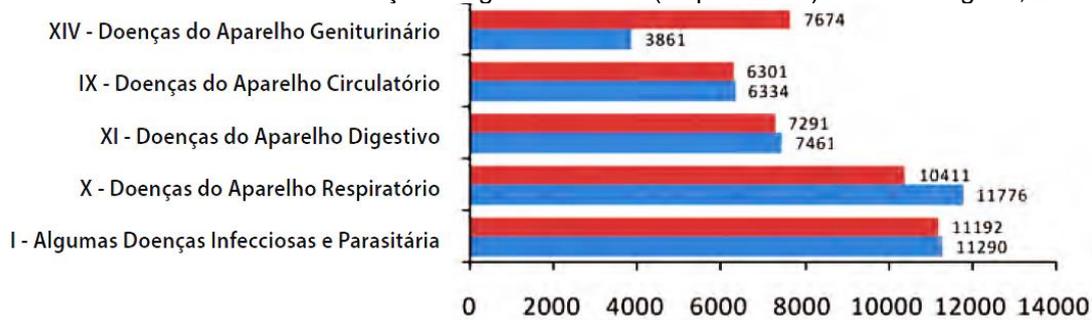
Gráfico 2: Proporção da população com acesso à saneamento básico segundo situações urbana e rural. Alagoas, 1991 e 2000.



Fonte: PDR/AL 2011 (DATASUS/IBGE)

Outro fator que carece de atenção é a saúde pública, para Gondim (2008), a carência de medidas sanitárias transformasse-a em sérios problemas de saúde pública por meio de patologias infectocontagiosas. Ainda de acordo com o PDR/AL 2011, as taxas de morbidade e mortalidade também necessitam de atenção bem como as taxas de internação no tocante as doenças infectocontagiosas que aparecem como segunda maior causa de internamentos no estado, perdendo apenas para doenças respiratórias, o PDR/AL 2011 afirma que as principais causas de internação (59,74%) foram diarreia e gastroenterite de origem infecciosa e outras doenças infecciosas intestinais. O gráfico 3 mostra o número de internamentos no estado com base no motivo e o sexo para o ano de 2010.

Gráfico 3: Número de Internações segundo causas (Cap. CID-10) e sexo. Alagoas, 2010.



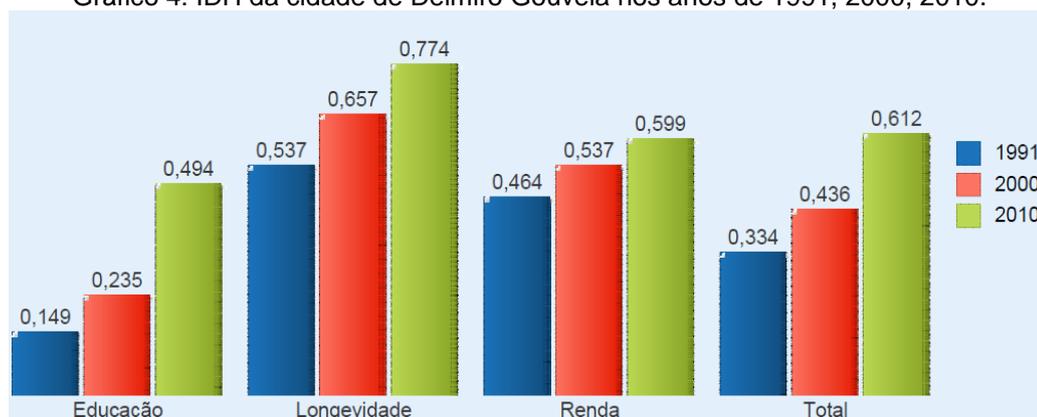
Fonte: PDR/AL 2011(SIH/DATASUS)

Discutir saneamento nos dias atuais deveria ganhar uma atenção especial da sociedade alagoana, o saneamento garante que a beleza da região continue a encantar por meio da preservação dos cursos de água, que a população não fique a margem por meio da inclusão social e ainda que a saúde de toda uma população seja preservada, que vidas sejam poupadas, ainda segundo o mesmo documento, em 2010, cerca de 759 pessoas vieram a óbito em decorrência de doenças infectocontagiosas no estado de alagoas, um dado que só encorpa a necessidade urgente de tais discussões.

2.1.2. SANEAMENTO BÁSICO EM DELMIRO GOUVEIA

O município de Delmiro Gouveia, localizado no semiárido do estado de Alagoas, com extensão territorial de 626,69 Km², e população de 52.597 habitantes (IBGE, 2017) apresentava no ano de 2010, segundo a mesma fonte, 27,5% da população residente na zona rural, e conseqüentemente 72,5% na zona urbana, com uma densidade demográfica de 83,928 hab./Km² e um PIB per capita de R\$ 8.737,53 maior que a média da região Nordeste, sem considerar a concentração de renda. Com base no PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento), o IDH do município tem apresentado crescente melhora, como a Gráfico 4 expõe.

Gráfico 4: IDH da cidade de Delmiro Gouveia nos anos de 1991, 2000, 2010.



Fonte: Perfil Municipal (Governo de Alagoas, 2019)

Para discutir a temática do trabalho é necessário debruçar-se ainda pelos dados relativos ao abandono escolar, segundo o MEC (Ministério da Educação) e o INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira) a taxa de abandono escolar tem diminuído ao longo do tempo, mas ainda é relacionada em maior grau aos estudantes das escolas públicas do município, conforme a dinâmica da cidade, são as escolas que atingem as zonas mais carentes da cidade e na rede municipal, que atende as primeiras séries da formação, conforme mostrado na Tabela 1.

Tabela 1: Abandono escolar em Delmiro Gouveia.

DEPENDÊNCIA ADMINISTRATIVA	2015	2016	2017
PRIVADA	0,2	0,3	0,3
PÚBLICA	7,3	5,7	4,9
PÚBLICA ESTADUAL	8,7	9,0	3,6
PÚBLICA MUNICIPAL	7,3	5,4	5,0
TOTAL	6,7	5,0	4,3

Fonte: Perfil Municipal (Governo de Alagoas, 2019)

No que diz respeito as informações sobre esgotamento, o município que tinha 130 Km de extensão de redes de coleta de esgoto em 2015, coletou um volume de 3.300.000 m³ de esgoto, dos quais 2.200.000 m³ foi tratado, conforme narrado pelo Perfil Municipal (Governo de Alagoas, 2019). Uma realidade muito apreciável, se levarmos em consideração os dados do estado e do país, porém devemos entender que a população do município não se encontra totalmente atendida.

O crescimento populacional da cidade, tem gerado a descentralização dos serviços e usos, assim novos bairros vêm surgindo e são visível aos municípios a necessidade de adequação dos serviços, conforme Huffner e Oliveira propõe.

O crescimento urbano desordenado representa uma realidade comum à maioria dos municípios brasileiros, fato que foge ao controle das diversas instituições e órgãos de planejamento do uso e ocupação do solo urbano, gerando novos desafios à governança urbana local, incluindo a mitigação dos diversos problemas sociais, ambientais e econômicos que emergem das relações desencadeadas pela ausência de ações concretas no contexto das políticas sociais e intervenções estruturais (HUFFNER E OLIVEIRA, 2017).

Sanear cidade interioranas surge como marco relevante para combater os altos índices brasileiros de populações sem acesso aos direitos básicos, os investimentos em tais cidades vêm sendo expandidos cada vez mais, como o Governo do Estado de Alagoas tem investido em saneamento nos últimos anos segundo seus dados.

De acordo com a ARSAL (Agência Reguladora de Serviços Públicos do Estado de Alagoas) o saneamento do município é regido pela Unidade do Sertão da CASAL (Companhia de Saneamento de Alagoas) por meio da Lei municipal 994/2010 de 08/04/10 (ARSAL, 2019) sendo de sua responsabilidade, para coleta de esgoto domiciliar, estabelecer as condições e procedimentos necessários aos lançamentos de efluentes oriundos de fossas ou tanques sépticos transportados por caminhões do tipo limpa fossa no poço de chegada das Estações de tratamento de Esgoto operados pela CASAL (CASAL, 2018). O órgão ainda dispõe de Instruções Normativas para parâmetros e orientações vinculados a construção de tubulações e demais detalhes necessários à execução de interligações de esgoto sanitário e sistemas de coleta operados pela companhia a disposição em seu site.

No tocante a Estações de Tratamento de Esgoto, as ETE, a companhia não apresenta unidade atuante na região, permanecendo direcionado o tratamento as cidades próximas a Capital Maceió. A cidade de Delmiro Gouveia conta apenas com uma unidade simplificada de tratamento, localizada no Bairro Novo, que se encontra depreciada e sem uso devido ao sub dimensionamento, ou seja, a unidade de tratamento não atende à demanda da cidade e por isso foi desativada.

2.2. REDES COLETORAS DE ESGOTO

De acordo com Pereira e Soares (2006) no ano de 1864 surgia o primeiro sistema de esgotamento sanitário no Brasil, que atuava recebendo contribuição tanto das águas pluviais quanto de esgotos domésticos, esta nova tecnologia foi implantada no Rio de Janeiro e o foi o primeiro marco da disseminação do esgotamento sanitário no país. Ao longo do tempo os processos de expansão demográfica resultaram em importantes alterações das principais características dos grandes centros, por meio do êxodo para as grandes cidades e a consequente superlotação dos espaços urbanos, o que gerou a formação de elementos periféricos de habitações. Ao debruçar-se sobre a região Nordeste é possível constatar que esse processo é comum e ainda mais abrangente, no que diz respeito também as pequenas cidades, por meio da saída das zonas rurais às zonas urbanas, o que configura uma nova caracterização, que é o surgimento das chamadas periferias na totalidade das zonas urbanas do país. Essas áreas são conhecidas por serem habitadas pelas populações mais desfavorecidas economicamente que tem por característica ocupar espaços sem planejamento para expansão, espaços esses não atendidos pelos serviços básicos da zona urbana. Pereira e Mendes (2003), expõe que é necessário que as águas servidas sejam levadas para longe da população de forma rápida, evitando os problemas que o contato com o esgoto pode gerar, segundo ele deve ser um dos objetivos quando se fala em construção de habitações, o que deve ser realizado de forma correta tecnicamente. Dentro desta provocação, surge a forma inicial para a solução da problemática, de como captar, como conduzir, como afastar das populações as águas geradas pelo uso, dando origem a concepção das redes coletoras. As redes coletoras de esgoto são de vital importância para que o esgotamento das zonas tanto urbanas quanto rurais, seja dado em todo o mundo. As redes de esgoto, como são popularmente conhecidas, são redes formadas por tubulações que conduzem o esgoto gerado em residências até a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) e posteriormente ao seu destino final como ilustra a Figura 2, ou para a opção adotada para o devido fim, como por exemplo, a fossa verde.

Figura 2: Esquema para rede coletora de esgoto.



Fonte: SABESP, 2020.

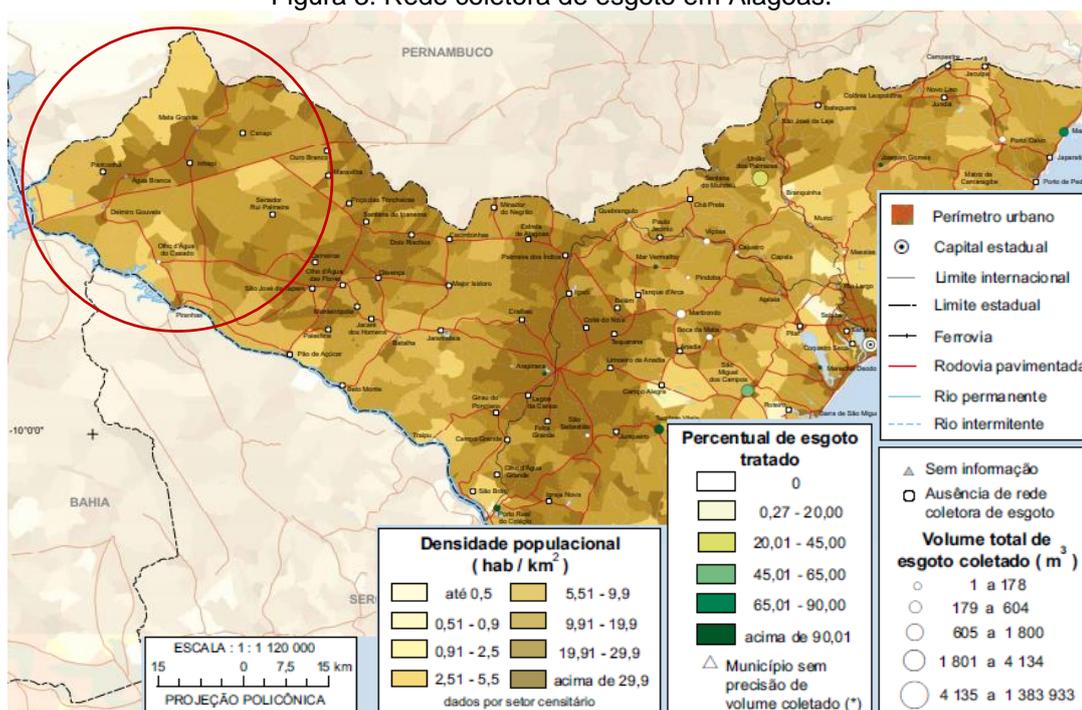
A NBR 9648 tem por definição que o sistema de esgotamento sanitário é o conjunto de condutos, instalações e equipamentos destinados a coletar, transportar, condicionar e encaminhar, somente esgoto sanitário, a uma disposição final conveniente, de modo contínuo e higienicamente seguro (ABNT, 1986). Esta é mesma norma que rege as discussões e definições que abrangem o dimensionamento das redes coletoras de esgoto.

Propondo o enfoque para a região Nordeste, o IBGE (2011) apresenta dados deixando visível que o nível de coleta de esgoto ainda está aquém do essencial, por ser um serviço pouco disseminado no território brasileiro. E de forma mais alarmante, o tratamento do esgoto é algo ainda mais incomum, o que gera implicações graves ao meio ambiente e a saúde pública.

Quanto a situação apresentada, o IBGE afirma que mesmo em regiões como a sudeste que supera a média nacional de coleta, os dados relativos ao tratamento remontam a apenas 48% dos municípios coletores. Este fator se agrava quando se parte para análise da região Nordeste que apresenta uma situação ainda mais alarmante, dos estados que compõe região, apenas Pernambuco (88%), Paraíba (73%) e Ceará (70%) apresentam percentual de municípios coletores superiores à média nacional, dado que não se firma quando se avalia o tratamento, neste ponto apenas o Ceará apresenta-se com maior porcentagem em relação à média nacional, todos estes fatores são contrários a situação do Piauí com 96% e Maranhão com 94% de carência que apresentam as maiores deficiências do país em termos de coleta de esgoto (IBGE, 2011).

Dando ênfase ao estado de Alagoas, mais precisamente ao alto Sertão, é possível encontrar nos dados fornecidos pelo IBGE (2011) que remontam a ausência de rede coletora na maior parte dos municípios, o que conseqüentemente implica num total de nula porcentagem de esgoto tratado, como narrado na figura 3. No que diz respeito a cidade de Delmiro Gouveia, o município conta com rede coletora na maioria de sua extensão de zona urbana, que não foi informada na Pesquisa Nacional de Saneamento Básico de 2008 e na Contagem da População de 2007, mas é importante ressaltar que há exceção das zonas periféricas, que ainda são marginalizadas quanto aos direitos básicos de vivência do cidadão e não são atendidas por redes de esgotamento, apresentando em sua maioria esgoto a céu aberto ou uso de destino direto a fossas negras.

Figura 3: Rede coletora de esgoto em Alagoas.



Fonte: IBGE, 2011.

Os problemas sociais que acometem as zonas urbanas e rurais em toda a região são reflexos da falta de investimentos necessários para ofertar a toda uma população a cura ou até mesmo uma melhora de toda essa condição. É importante salientar que todas as características que regem a ocupação de novos espaços fomentam as problemáticas motivadoras da solução rápida da situação. Isso não exprime a falta de atenção por meio dos órgãos cabíveis, mas fomenta projetos que visem solucionar os

problemas tanto pontuais quanto globais das regiões em questão, de tal modo os conceitos que regem o dimensionamento de redes coletoras precisam ser trazidos à tona para que a possibilidade de uma solução simples para as zonas remotas e periferias desatendidas seja traçada, como uma proposta de uma rede coletora com tratamento por meio de fossa verde, por exemplo.

Para tanto, precisa-se entender as frentes de conhecimento que regem as concepções de esgotamento, sabendo que um sistema coletor oferece uma gama de possibilidades dentro da função a qual será empregado, desde coletar e conduzir águas advindas seja de esgoto sanitário aquele gerado nas residências, em estabelecimentos e ainda em atividades públicas, seja o esgoto pluvial intermitente e sazonal originado das águas que dependem do regime das chuvas, e ainda seja o esgoto de origem industrial que apresenta uma classe de agressividade maior. Vaz (2015) salienta que para sistemas elaborados para localidades nas quais haverá apenas solicitação de residências, a rede empregada deverá ter fins de rede de esgoto sanitário, na qual se coleta e remove de maneira segura as águas das áreas nas quais pode-se poluir o solo, gerando odores e aspectos desagradáveis. A autora ainda discorre sobre a composição deste tipo de esgoto.

Esse tipo de esgoto é constituído por 99,9% de água e 0,1% de matéria sólida orgânica ou mineral, além de bactérias aeróbias. Suas características físicas (temperatura, sólidos totais, sólidos suspensos, sólidos sedimentáveis), químicas (pH, alcalinidade, teor de matéria orgânica, metais) e biológicas (bactérias, protozoários e vírus) variam de acordo com o padrão socioeconômico dos moradores do local, dependem também das condições climáticas, das características da rede coletora e do volume de consumo de água. (A. J. VAZ, 2015, p. 4)

Outro fator de fundamental importância também deve ser abordado nas discussões seria o sistema a ser adotado para projetos de redes coletoras, neste caso, o sistema convencional, no qual a rede coletora acompanha o traçado das ruas cercando todas as quadras e apresenta ligação individual para cada residência (FSESP, 1987) seria o mais adequado para soluções das zonas apresentadas.

Para que se possa calcular uma rede coletora, é necessário inicialmente conforme narrado por Tsutiya (1999), levantar as características da comunidade que se pretende atender, dentre estes dados faz-se necessário conhecer localização, infraestrutura, a situação atual das condições sanitárias ofertadas a comunidade, redes elétricas e projetos existentes para a região. O autor afirma ainda, como ponto posterior, a necessidade de uma análise das redes possivelmente já implantadas na

região que se pretende inserir a coleta de esgoto. Em conseqüente é indicado o estudo demográfico e de uso e ocupação do solo, sendo importante ainda a análise de dados censitários, de pesquisas aplicadas, da evolução do uso do solo e plano diretor da cidade, por exemplo.

De fato, os dados iniciais que irão fomentar um projeto de rede coletora devem abordar todos os fatores que garantam a população o atendimento efetivo da rede coletora, tanto para a situação atual como para situações futuras. Baseado ainda nas indicações de Tsutiya (1999), o passo posterior para o dimensionamento de uma rede coletora começa a trazer os conceitos de formulações e dados contidos nas literaturas sobre o assunto, visto que a necessidade da definição dos parâmetros que serão adotados para projeto carecerá de fundamentações para sua aplicabilidade. Dados como vazões, declividades, diâmetros de coletores e verificações de velocidades e tensões trativa farão parte do dimensionamento da rede, uma vez que sejam elencados os dados já citados e se entenda do ambiente na qual uma rede será inserida.

Como visto é necessário se conhecer a realidade que será abordada, entender do que se fala e propor a solução adequada de forma que o socioambiental seja atendido. Pereira e Mendes (2003) atentam ainda que possíveis detrimientos ocasionados de sistemas inadequados de esgotamento, podem gerar prejuízos financeiros, transtornos operacionais, problemas de saúde pública e ainda danos ambientais. Assim é possível constatar que tanto para as zonas urbanas, quanto para as rurais os incentivos a qualidade de vida das populações devem estar em constante paridade com o crescimento populacional e o saneamento não está aquém desta realidade. Finda-se salientando que é necessário perceber que ainda há caminhos a serem percorridos no tocante ao projeto de uma rede coletora, o que se leva a notar que neste processo a atenção a questão ambiental ganha seus primeiros delineados a partir da escolha da forma de tratamento que será adotada para o projeto, nesse contexto a atenção direciona-se a fossa verde, tecnologia alvo do presente trabalho.

2.3. TRATAMENTO DE ESGOTO

As dificuldades da construção dos direitos básicos, como o direito ao saneamento, vêm fomentando a necessidade do desenvolvimento de meios alternativos e eficazes para que tais direitos sejam garantidos em amplos os quesitos da sociedade. Assim têm surgido medidas que propõe a remediação do referido problema, que é causado pela falta de saneamento em algumas localidades brasileiras. Situação que destaca o uso de ferramentas tais como as fossas sépticas e tecnologias que partem deste conceito.

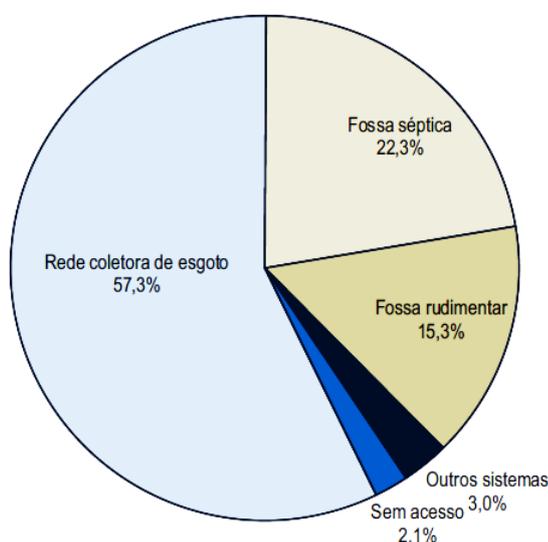
As fossas sépticas devem ser empregadas na fase de tratamento do esgoto gerado devem ainda apresentar um desempenho que garanta sua finalidade e respeite o meio ambiente. Esta tecnologia tem apresentado comportamento positivo até quando utilizada em zonas mais remotas e ainda aplicada em sistemas individuais. Apesar da tecnologia ser simplificada e possuir reduzida eficiência em termos de remoção de matéria orgânica, quando comparada a outras formas de tratamento da mesma linha, a fossa séptica e suas variações ainda continuam a ser alternativa muito utilizada em regiões isoladas e para sistemas descentralizados de tratamento.

Porém a realidade apresentada em termos de tratamento de esgoto aponta para um triste cenário, o IBGE (2011) relata em seus dados sobre a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico de 2008, que dos 1.793 municípios que compõe a região Nordeste, apenas 15% apresentam tratamento de esgoto, ou seja, cerca de 359 municípios destes. E os dados que conferem o panorama alagoano não apresentam grandes distinções do nordestino, dos 102 municípios alagoanos, apenas 17% apresentam tratamento de esgoto, por volta de 17 municípios, dado muito abaixo do esperado quando se observa qualquer localidade do mundo. Dentro dessa situação percebe-se ainda que a forma rudimentar para disposição das águas servidas compõe o principal elemento de esgotamento nos domicílios brasileiros desatendidos, um método muito utilizado tem sido as fossas rudimentares nas regiões mais desprovidas de saneamento.

De acordo com Instituto Trata Brasil (2017) em 2015 cerca de 31 milhões de brasileiros faziam o esgotamento em suas moradias por meio de fossa rudimentar, o que remonta a montante de cerca de 15,3% da população. A situação obtida com base nos dados da PNAD (Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios), é exposta no gráfico 4 este

gráfico ainda chama atenção para uma situação ainda mais alarmante, pois nele é ilustrado a realidade de 2,1% da população brasileira que não tem sequer acesso a alguma ferramenta de esgotamento, nem mesmo de tratamento do esgoto, ou seja, 4,4 milhões de brasileiros estavam em situação de defecação aberta quando a pesquisa foi realizada. A ONU (2017) alerta que em todo o mundo, existem cerca de 900 milhões de pessoas que vivem nesta condição, o que não condiciona a maior economia da América Latina a uma situação estável, muito pelo contrário, revela um dado absurdamente preocupante no país, como também em todo o mundo, já que o contato com o esgoto oferta sério risco a saúde.

Gráfico 4: População com coleta de esgotamento sanitário, (%) da população, Brasil, 2015.



Fonte: Instituto Trata Brasil (2017)

Debruçando-se ainda mais pelo panorama brasileiro, segundo Costa e Guilhoto (2014), os dados remontam as formas mais rudimentares de esgotamento, principalmente quando se é analisado as zonas rurais. Ainda segundo o autor, cerca de 48% da população rural de nosso país faz uso de fossas rudimentares, que também são conhecidas como fossa negra, buraco, entre outras nomenclaturas.

De acordo com a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) as fossas rudimentares são tipos de fossas que não privam os corpos de água em lençóis freáticos de contaminações. Ou seja, são depositários de esgoto que poluem as águas subterrâneas podendo então causar problemas como poluição de poços, gerando doenças nos consumidores da água advinda dos mesmos. Dentre tais doenças estão

as veiculadas pela urina, fezes e água, como hepatite, cólera, salmonelose, verminoses, entre outras (EMBRAPA, 2020).

Nesse contexto o panorama apresentado pela região Nordeste apresenta importantes discussões já que devido as características ambientais, como a escassez e irregularidade da chuva, a intermitência dos rios, altas taxas de evaporação potencial e ainda solos rasos (DE ARAÚJO; GÜNTNER; BRONSTERT, 2006) a escassez de água torna-se situação cotidiana na região, dificultando a agropecuária, importante fonte de renda para os nordestinos e em consequência é encontrado a relação estreita com reservatórios de água na forma de barragens e açudes, principalmente pelos projetos desenvolvidos pelo governo no século XX, para combater a seca. São esses corpos de água, associados aos reservatórios subterrâneos que sofrem as implicações de um esgotamento inadequado e ainda implicam numa colaboração da agricultura familiar.

O desequilíbrio regional que acomete as populações no tocante ao acesso ao saneamento básico e ainda a preservação dos corpos de água, é o que encaminha diretamente as discussões sobre o tratamento de esgoto, fomentando a necessidade de alternativas que busquem soluções para os problemas acima citados e ainda mais, estreitando os olhares e debruçando-se sobre a região Nordeste é possível perceber que não apenas a zona rural é acometida pelo uso de fossas rudimentares, mas a tecnologia também apresenta uso em zonas urbanas, prejudicando ainda mais as populações que cerceiam as áreas. Assim a busca de novas tecnologias tem ganhado corpo, dentre estas pode-se elencar as fossas digestoras, jardins filtrantes, entre outras, porém nos últimos tempos vêm ganhando espaço uma jovem e promissora tecnologia, denominada fossa verde.

A fossa verde é vista para Coelho *et al* (2018) como um modelo alternativo para o tratamento de efluente domiciliar que leva em conta o reuso da água em quintais produtivos, colaborando assim para o saneamento rural. Os autores ainda salientam que esse tipo de ações, nas quais o saneamento rural está em destaque compõem uma maneira para a minimização das emissões de cargas poluidoras, para salvaguardar a qualidade dos recursos hídricos e assim desenvolver socioeconomicamente a região. (COELHO, C.F.; REINHARDT, H.; ARAÚJO, J.C, 2018).

A fossa verde é uma variação que surge do mesmo princípio das fossas sépticas. Com o objetivo de tratar esgotos advindos do uso residencial e ainda propondo uma alternativa de baixo custo tanto em seu processo de construção quanto em sua vida útil em termos de manutenção, bem como, propondo uma alta eficiência de remoção de matéria orgânica. De acordo com Guerra *et al.* (2014) estas foram direcionadas a unidades unifamiliares em seu sistema individual, mas apresentam a característica de se adequarem à sistemas de unidades coletivas. Em Alagoas data-se que essa tecnologia já é utilizada no perímetro municipal, já em outros estados essa tecnologia é aplicada em assentamentos rurais.

Na análise dos parâmetros a nível global, salientar a importância de tratamentos em pequenas áreas e ainda com leito fixo é vista por Silva e Oliveira Netto (2014) como uma solução viável quando aplicada a zona rural, a partir da correta adaptação da fossa verde para então tratar esgotos com baixa concentração de matéria orgânica.

Para Guerra (2014) a tecnologia da fossa verde, apresentada dentro da vertente de sistemas anaeróbios de tratamento atua por meio do desenvolvimento de biomassa em material suporte, característica fundamental do processo. O meio suporte fixo permite que o melhor aproveitamento da biomassa seja realizado, isso é característica cedida pela produção de biofilmes que para Fletcher (1980) têm sua formação em quase todos os ambientes hidratados que contribuam com nutrientes e podem ser desenvolvidos em diversas superfícies abióticas, hidrofóbicas e hidrofílicas. A digestão anaeróbia quando associada ao canteiro séptico irá consumir a matéria orgânica contida no dejetos domiciliar num processo que associa a ação dos microrganismos aeróbicos nas raízes das plantas, enquanto a água é evapotranspirada (GALBIATI, 2009). Este processo para Oliveira Netto (2005) desvinculará o tempo de retenção celular do tempo de detenção hidráulica, que ofertará uma maior concentração de biomassa devido ao maior tempo de permanência no reator.

Conforme relatado ainda por Guerra *et al.* (2014) sistemas que apresentam essas propostas têm proporcionado uma grande aceitação por parte das comunidades nos quais estão inseridos, sendo em sua maioria a zona rural. Silva e Oliveira Netto (2014) defendem que a implantação desta tecnologia em Alagoas promove a qualidade de vida e saúde para todos beneficiados por meio do tratamento eficaz do efluente, e ainda possui custo acessível, reduz doenças relacionadas a exposição esgoto e ainda

propõe o plantio sobre a fossa verde, contribuindo para uma melhoria em condições de saúde e vida.

O tratamento de efluentes doméstico que é dado por meio da tecnologia anaeróbia e desenvolvimento de biomassa material suporte, tem todo processo resultante de um sistema de biorremediação vegetal. A biorremediação é um processo que visa o tratamento de poluentes no ambiente de forma a usar organismos vivos para tal fim, nesta é comum a utilização de microrganismos e plantas.

Desta forma, o uso da biorremediação surge como fator de grande importância para o desempenho do processo proposto para fossa verde, além de mostrar uma excelente alternativa não apenas para o uso em zonas rurais em sistemas individuais, mas ainda em sistemas coletivos, inclusive para áreas urbanas desatendidas pela coleta de esgoto, como é a situação de muitos nordestinos que vivem nas zonas mais precárias das pequenas cidades.

Para Gaylarde *et al* (2005) a biorremediação, processo no qual é dado o uso de organismos vivos para remediar poluentes no ambiente, tem sido intensamente pesquisado e indicado como opção para tratamento de ambientes contaminados, como águas superficiais, subterrâneas e solos e ainda resíduos industriais em aterros e áreas de contenção.

De uma forma geral a fossa verde alia fatores que agregam as maiores discussões ambientais, em termos de consumo de água, pois de acordo com a Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da UNICAMP (2020) não havendo significativa contribuição de vazões de origem industrial, a composição média do esgoto sanitário é toleravelmente constante, assim, por volta de 99,9% de sua massa é composta por água pura e, apenas 0,1%, de impurezas de caráter orgânico e inorgânico, formadas por sólidos suspensos e dissolvidos, tal como de microrganismos.

Em estudo realizado por Coelho *et al* (2018) é possível constatar que para a análise microbiológica dos vegetais comestíveis, advindos do processo de biorremediação vegetal oriundos de fossa verde, indica que os produtos cultivados no módulo de fossa verde são aptos ao consumo, a segurança da qualidade sanitária dos vegetais analisados está relacionada aos cuidados com o manuseio dos vegetais e ainda com as práticas higiênicas das famílias beneficiárias para que não ocorra contaminação por meio da cruzamento no alimento. Esse fator atenta a eficácia da tecnologia e salienta que para a reutilização de águas residuais se consolide como prática usual,

faz-se necessário o acompanhamento técnico-sanitário evitando assim riscos à saúde pública. (COELHO, C.F.; REINHARDT, H.; ARAÚJO, J.C, 2018).

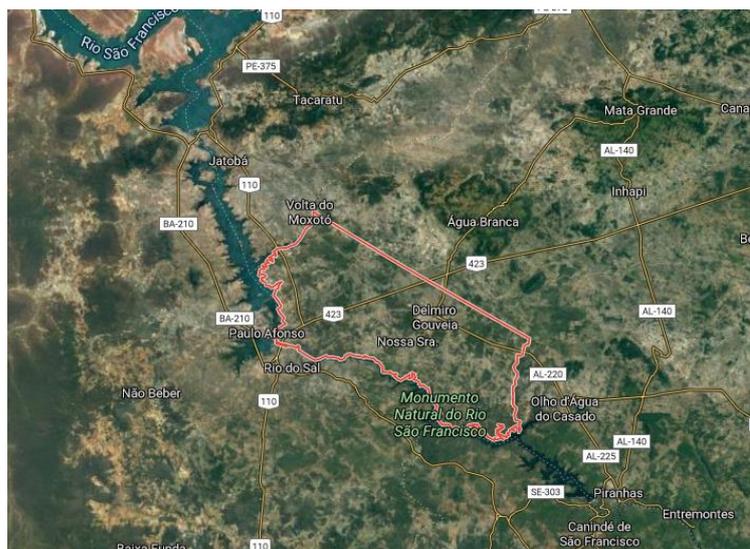
Partindo deste ponto de vista considerando que a região em discussão é a região Nordeste, a fossa verde surge como uma proposta de reaproveitamento seguro da água contida no esgoto residencial, já que por meio da biorremediação é dado esse processo. Do ponto de vista poluente, que está diretamente ligado as alternativas utilizadas nas zonas já discutidas, a fossa verde apresenta uma solução altamente eficaz, uma vez que garante a preservação das águas subterrâneas e do solo em torno. Do ponto de vista econômico, é encontrado uma situação absolutamente favorável ao usuário da tecnologia, em todo seu processo e ainda garante a preservação da saúde dos moradores da área atendida, uma vez que o esgoto tem seu devido fim. Por fim apresento o ponto de vista social, que irá garantir ao cidadão o acesso ao seu direito mínimo, tornando-o um usuário consciente de seu papel social e na preservação do meio ambiente, retirando-o assim da triste estatística que assola o país, a realidade de milhões de brasileiros que vivem à margem, em condições deploráveis por serem privados do que realmente merecem e devem receber.

3. METODOLOGIA

3.1. ÁREA DE ESTUDO

No estudo das metodologias que regem um trabalho científico é importante salientar o ambiente no qual o objeto tratado será aplicado, desta forma, o cenário a ser explorado é localizado na cidade de Delmiro Gouveia, no estado de Alagoas, na mesorregião do alto Sertão, que corresponde a microrregião alagoana do Sertão do São Francisco sendo uma cidade limítrofe beirando-se das cidades de Pariconha (AL), Água Branca (AL), Olho d'Água do Casado (AL), Canindé de São Francisco (SE), Santa Brígida (BA), Paulo Afonso (BA) e Jatobá (PE), destaque para a tríplice divisa estadual com Bahia, Sergipe e Pernambuco como exposto na figura 4.

Figura 4: Cidade limítrofe de Delmiro Gouveia



Fonte: Google Maps, 2020.

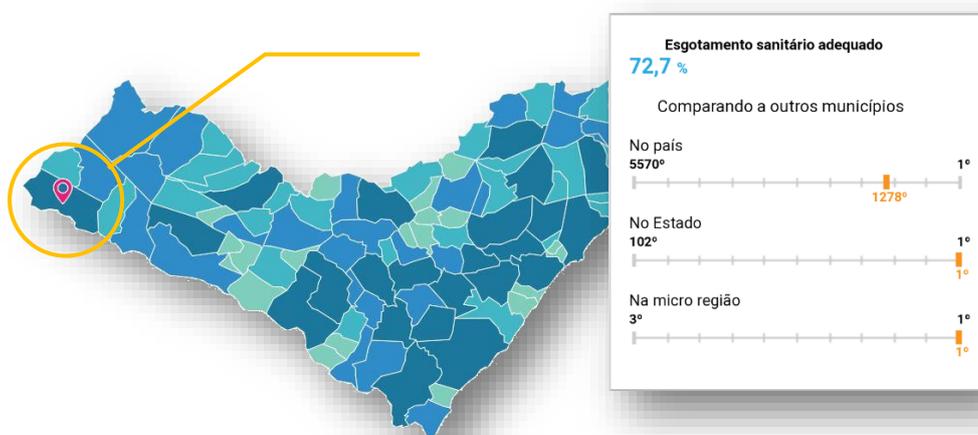
A cidade conta com uma população estimada 52.016 pessoas para o ano de 2019 (IBGE, 2020) distribuídas em uma área de 626,690 km² com densidade demográfica de 79,13 hab./km², um dado importante de ser citado é que se trata de uma cidade com a 60^o posição no estado em termos de PIB *per capita*, e a 4294^o no Brasil. (PREFEITURA MUNICIPAL, 2020). Os dados apresentados pela prefeitura mostram o contexto no qual a cidade está inserida, sendo uma cidade de intenso fluxo de pessoas em suas rodovias e ainda que tem apresentado um crescimento razoável, principalmente que em ordem de grandeza de sua microrregião. A cidade ainda

apresenta um turismo e rendas decorrentes do Rio São Francisco que cerceia boa parte de suas terras.

Com os atrativos já expostos e a chegada da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) a cidade, datada em 2010, o crescimento da cidade ganhou corpo, atraindo ainda mais populações advindas das zonas rurais, das cidades vizinhas e ainda de cidades mais distantes por meio dos estudantes da universidade. Com isso, as zonas que antes eram despovoadas iniciaram seu processo de ocupação, e a cidade iniciou seu processo de surgimento de zonas periféricas.

A figura 5 mostra o ranking do município em relação ao esgotamento sanitário no país e no estado, como visto a cidade tem 72,7% em adequação com as medidas de esgotamento sanitário, esse dado rende a cidade o melhor índice do estado, ainda assim não corresponde a totalidade esperada de esgotamento para atender toda a população, para dar ênfase a este fato é importante salientar que no ranking nacional a cidade encontra-se na 1278ª posição, o que enriquece o diálogo.

Figura 5: Dados de esgotamento sanitário em Delmiro Gouveia



Fonte: IBGE CIDADES, 2020.

No que diz respeito a área a qual será aplicada a proposta desta discussão, ilustrada na figura 6 é considerada nova ao plano diretor da cidade, a povoação desta área data em um período inferior a 10 anos. Neste setor o acesso a água encanada e esgotamento sanitário é inexistente ou em casos raros, irregular. A pesquisa abordará a área grifada em amarelo que corresponde ao final da Rua Adolfo Santos no Bairro Campo Grande da corrente cidade. Neste trecho da rua que corresponde a uma

extensão de 600 m não é encontrado esgotamento sanitário mantido pelo município, apenas o uso de fossa séptica e descarte a céu aberto.

Figura 6: Área analisada.



Fonte: Google Earth, 2020.

A cidade de Delmiro Gouveia, que apresenta uma dinâmica social percentualmente considerável em área urbana tem apresentado crescimento das zonas arredias mais acentuado nos últimos anos, data-se de cerca de onze anos atrás. Neste contexto a análise da cidade configura processos de crescimento consideravelmente novos, de forma mais clara, zonas periféricas têm se consolidado nos últimos anos. Isso se dá tanto pelo êxodo rural, como pela ocupação gerada pela chegada da Universidade nestas terras e ainda pela própria dinâmica da cidade que contou com projetos de incentivos de habitações para a população mais vulnerável relativamente abandonada, gerando as conhecidas invasões e apropriação a construções e terrenos inabitados ainda que pertencentes a algum proprietário.

Este é o contexto social no qual está inserido o ambiente da presente pesquisa, trata-se de uma rua, advinda de um processo de retirada de um antigo lixão próximo à área, que por meio da incorreta destinação do terreno tornou-se zona habitada e, portanto, desassistida de saneamento básico e demais serviços de função pública. Outro ponto importante de ser tratado é o fato da área ser cercada por terrenos que correspondem a zona rural do município, áreas estas que se encontram sem destinação de uso, porém pertencentes a proprietários conhecidos.

Diante do exposto, salientando ainda que, a possibilidade de crescimento em termos territoriais é quase nula para a região analisada, como mostrará a caracterização de uso de solo contida na figura 9 em função da dinâmica apresentada pelo local, como poucos terrenos disponíveis para novas residências, garantirá a presente discussão a possibilidade de dispensar margens para crescimento populacional. Ainda é importante citar que este fator ganha cor quando se entende que a proposta visa uma solução de cunho rápido em termos de execução e de solução simples para a situação precária do ambiente analisado.

Figura 9: Área de implantação do projeto



Fonte: Google Earth, 2020.

Entendendo que a probabilidade de crescimento da solicitação de esgoto em termos de crescimento populacional decorrente da ocupação das áreas é relativamente baixa, faz-se necessário atentar que a contribuição unitária de esgoto pode sofrer alterações ao longo do tempo, em função do perfil social dos habitantes da região ou ainda um aumento no número médio de moradores expedido pelo IBGE (2020) em função dos censos, como exposto na figura 10, que foi um parâmetro utilizado para os cálculos pertinentes a discussão em virtude das dificuldades encontradas no período em que a humanidade passa com a pandemia de Covid 19, dificultando a obtenção de dados.

Figura 10: Número médio de moradores

DELMIRO GOUVEIA NO ESTADO DE ALAGOAS



Fonte: IBGE, 2020.

Com tudo exposto é necessário entender que, a realidade apresentada pela região com esgotos expostos a céu aberto, vetores circulando e ainda a falta a recursos básicos requerem uma solução de caráter emergencial, visto isso a proposta dessa discussão abordará uma solução remediadora e pontual, visando um baixo custo e adequação a formas de preservação do meio ambiente. Para que a proposta se fundamente, parte-se de uma adoção de dados para o cálculo de população, descartando a projeção populacional levando em conta as situações acima citadas.

3.2. ABORDAGEM DA PESQUISA

Elucidados tais dados parte-se para análise de como mensurar a real situação que é apresentada, para isso os procedimentos metodológicos trazem a orientação da pesquisa, sendo então a metodologia para Minayo (2000, p. 4) “o caminho do pensamento e a prática exercida na abordagem da realidade”.

Para que tal metodologia seja traçada, faz-se necessário conhecer as fontes de pesquisa, neste fator, inclui-se a pesquisa de campo que é uma fase da busca por dados realizado após o estudo bibliográfico, para que o pesquisador tenha um bom conhecimento sobre o assunto tratado, pois é nesta etapa na qual será definido os

objetivos da pesquisa, as hipóteses, definir qual é o meio de coleta de dados, tamanho da amostra e como os dados serão tabulados e analisados. (MARCONI & LAKATOS, 1996).

Dentro do amplo campo de pesquisa, a pesquisa qualitativa é vista por Bogdan e Biklen (1982, p. 13) como aquela que “envolve a obtenção de dados descritivos, obtidos no contato direto do pesquisador com a situação estudada, enfatiza mais o processo que o produto e se preocupa em retratar a perspectiva dos participantes”. Ainda sobre pesquisa qualitativa Ludke e André (2003) defende que esta envolverá a obtenção de dados descritivos alcançados no contexto direto do pesquisador, com a situação estudada.

De fato, a qualidade dos dados é fundamental para se entender o perfil trabalhado e assim traçar uma solução eficaz, porém nesta realidade é necessário abrir os horizontes para a quantificação dos dados, ou seja, a análise quantitativa em termos de cálculo também é fator importante nesta discussão. Para Gatti (2002):

É preciso considerar que quantidade e qualidade não são totalmente dissociadas, na medida em que, de um lado a quantidade é uma interpretação, uma tradução, um significado que é atribuído à grandeza com que um fenômeno se manifesta (portanto é uma manifestação dessa grandeza), e de outro, ele precisa ser interpretado qualitativamente, pois, sem relação a algum referencial não tem significação em si. (GATTI, 2002, p. 29)

Assim surge a junção das duas vertentes de pesquisa, a conhecida pesquisa quali-quantitativa que é descrita por Ensslin e Vianna (2008) como aquela que pode ser utilizada com a finalidade de explorar as questões de pouca estruturação, os territórios que não foram mapeados, os horizontes inexplorados, problemas que envolvem atores, contextos e processos. O que é exatamente o que se busca para sanar as discussões que permeiam o trabalho, podendo atuar na realidade apresentada pelos desfavorecidos de esgotamento por meio da caracterização da sua realidade e assim propor uma ferramenta eficaz para remediar a situação.

No processo da pesquisa é importante relatar o perfil exploratório visto por Rodrigues (2007) como o que tem por objetivo caracterizar primeiramente o problema, como se dá sua classificação e ainda a sua definição, o autor salienta que este constitui o estágio inicial de toda pesquisa científica. Porém o processo também aborda o perfil descritivo, visto que a familiarização com a realidade tem traços delineados, porém o caráter descritivo está ainda mais presente, para Souza e Diesel (2008) a primordial

contribuição que este tipo de pesquisa propõe é oferecer uma descrição fiel e concisa do dado objeto ou fenômeno, que são pertinentes a ciência e a sociedade.

Por fim lista-se a análise dos dados obtidos, Rudio (2000) descreve todo esse processo salientando que o pesquisador terá sobre si um amontoado de respostas, que carecem de organização e ordem, para que assim, possam ser analisadas e interpretadas. O resultado do processo fundamentará as etapas posteriores, com os dados qualitativos para entender a realidade e traçar a melhor solução e mediante a presença da quantificação será possível dimensionar a rede coletora e a fossa verde para a área pretendida.

3.3. DIMENSIONAMENTO DE REDE COLETORA

As redes coletoras são utilizadas em todo mundo para levar o esgoto coletado até o seu destino de tratamento, para tanto faz-se necessário calcular vários parâmetros que serão primordiais para seu projeto, podendo assim elencar dados como diâmetro de tubulação, profundidades de coletores, estabelecimento de poços de visita, e garantir que os parâmetros de verificação, como velocidades, inclinações e tensão trativa, estarão em conformidade e farão como que o objetivo se concretize.

Assim, etapas de cálculo precisarão ser definidas, sendo então o primeiro parâmetro que será tratado é o cálculo de vazões que é fornecido tanto por meio dos dados já conhecidos de vazão existentes na área estudada ou por meio do cálculo dado pelas fórmulas empíricas, como as mostradas na equação 1 para início de plano e na equação 2 para final de plano. Conhecer a vazão é necessário para se entender a quantificação de esgoto que precisará percorrer na rede, considerando que já se tem os dados relativos ao estudo da área, porém este cálculo pode ser feito utilizando de várias formas diferentes.

$$Q_{di} = \frac{POP_i \times q \times c}{86400 \text{ s/dia}} \quad (\text{Equação 1})$$

$$Q_{df} = \frac{POP_f \times q \times c}{86400 \text{ s/dia}} \quad (\text{Equação 2})$$

Sendo:

Q_{di} : Vazão de início de plano

Q_{af} : Vazão de final de plano

POP_i : População inicial

POP_f : População final

q : Consumo per capita

c : Coeficiente de retorno

Conforme a NBR 9649/1986, que fixa as condições exigíveis na elaboração de projeto hidráulico-sanitário de redes coletoras de esgoto sanitário, funcionando em lâmina livre, observada a regulamentação específica das entidades responsáveis pelo planejamento e desenvolvimento do sistema de esgoto sanitário (ABNT, 1986), as atividades que devem fomentar um projeto de rede coletora dão-se início pela delimitação da área do projeto, conhecendo assim o ambiente em que a rede será inserida, para que então se possa fixar o ponto inicial da rede coletora, para que se tenha a real percepção das etapas da implantação e de possíveis expansões futuras. Realizada esta etapa parte-se para o cálculo das taxas de contribuição inicial e final, como é mostrado na equação 3 e equação 4.

$$T_{ai} = \frac{Q_i - \sum Q_{cf}}{a_i} \quad (\text{Equação 3})$$

$$T_{af} = \frac{Q_i - \sum Q_{cf}}{a_i} \quad (\text{Equação 4})$$

A taxa de contribuição linear também é considerada para cálculos de rede de esgotamento, para isto é utilizada a equação 5 e equação 6.

$$T_{xi} = \frac{Q_i - \sum Q_{ci}}{L} \quad (\text{Equação 5})$$

$$T_{xf} = \frac{Q_f - \sum Q_{cf}}{L} \quad (\text{Equação 6})$$

Neste contexto torna-se importância atentar-se aos fatores pertinentes a geografia do terreno qual a rede será inserida, para que assim se tenha as relações entre as declividades do terreno. As declividades são importantes para que garanta que o esgoto chegue ao seu destino final de forma eficaz, não obstante, ainda são

importantes para garantir o recobrimento mínimo que é dado por norma e ainda que a vala na qual a tubulação seja instalada seja corretamente executada.

Assim, para o cálculo das duas parcelas de declividade que devem ser conhecidas, a declividade do terreno, listada na equação 7 e a declividade mínima, contida na equação 8 dadas em metro por metro, para o trecho de rede teremos.

$$I_{\text{terreno}} = \frac{\text{cota do terreno}_{\text{montante}} - \text{cota terreno}_{\text{jusante}}}{\text{comprimento}_{\text{trecho}}} \quad (\text{Equação 7})$$

$$I_{\text{mínima}} = 0,0055 \times Q_{\text{inicial}}^{-0,47} \quad (\text{Equação 8})$$

Conforme a NBR 9649/1986 a declividade de cada trecho da rede coletora não deve ser inferior à mínima admissível e nem superior à máxima calculada, o valor em consonância será adotado como a I_{projeto} .

Quanto aos diâmetros para a tubulação a norma prevê que os diâmetros a serem empregados devem ser os previstos nas normas e especificações brasileiras respectivas aos diversos materiais que o mercado oferece, porém salienta que o menor diâmetro nominal não pode ser inferior a 100 mm (DN 100). Desta forma para se estimar o diâmetro da tubulação tem-se a relação proposta na equação 9, providos do valor adotado entre a relação das declividades e vazão final de projeto.

$$D = \left(0,046 \times \frac{Q_{\text{Final}}}{\sqrt{I_{\text{projeto}}}} \right) \quad (\text{Equação 9})$$

Trazendo os conceitos de profundidade, que é diferença de nível entre a superfície do terreno e a geratriz inferior interna do coletor e ainda o conceito de recobrimento que está fundamentado na diferença de nível entre a superfície do terreno e a geratriz superior externa do coletor, segundo a norma. Uma sequência de relações nos oferta a possibilidade de quantificar esses valores para cada trecho, como apresentado na equação 10 que pretende se encontrar a profundidade à montante do coletor.

$$P_M = R_{\text{min}} + D \quad (\text{Equação 10})$$

A norma ainda afirma que o recobrimento mínimo corresponde a 0,9 m, para redes instaladas em vias e 0,65 m para redes instaladas em calçadas e passeios. Em termos de cota à jusante do trecho, pode-se encontrar inicialmente a sua cota em relação à montante, dada na equação 11 e então a cota a jusante deste coletor por meio da equação 12.

$$CC_M = CT_m - P_m \quad (\text{Equação 11})$$

$$CC_j = CC_m - (I_{projeto} \times comprimento_{trecho}) \quad (\text{Equação 12})$$

Finalizadas tais partes, pode-se obter a profundidade a jusante, dada pela equação 13.

$$P_j = CT_j - CC_j \quad (\text{Equação 13})$$

De acordo com o critério da tensão trativa, existirá autolimpeza nas tubulações de esgoto desde a tensão trativa calculada atinja valor igual ou superior à tensão trativa crítica ao menos uma vez por dia. Assim a norma prevê que a lâmina máxima deve ser igual ou menor a 75% do diâmetro da tubulação, no tocante a vazão final de contribuição no trecho.

Nesse contexto a norma frisa que para qualquer trecho da rede, a tensão trativa calculada deverá ser maior ou igual à tensão trativa crítica, critério necessário para que o esgoto escoado satisfaça a condição de autolimpeza e de controle de sulfetos citada anteriormente, assim pelo critério de tensão trativa média de valor mínimo $\sigma_t = 1,0 Pa$, valor obtido conforme a equação 14, sendo $\gamma =$ peso específico da água = $10^4 N/m^3$.

$$\sigma_t = \gamma \times R_h \times I_{projeto} \quad (\text{Equação 14})$$

Por sequência o cálculo deve acometer as considerações sobre a velocidade de escoamento que o esgoto terá em seu escoamento, a norma prescreve que a velocidade final máxima permitida será de 5,0 m/s que resulta na máxima declividade. A velocidade crítica é outro critério exposto na equação 15, que permite verificar as condições de escoamento para o trecho, para esta a norma diz que velocidade final é

superior a velocidade crítica, assim para que haja ventilação no trecho do tubo a maior lâmina admissível deve ser 50 % do diâmetro do coletor.

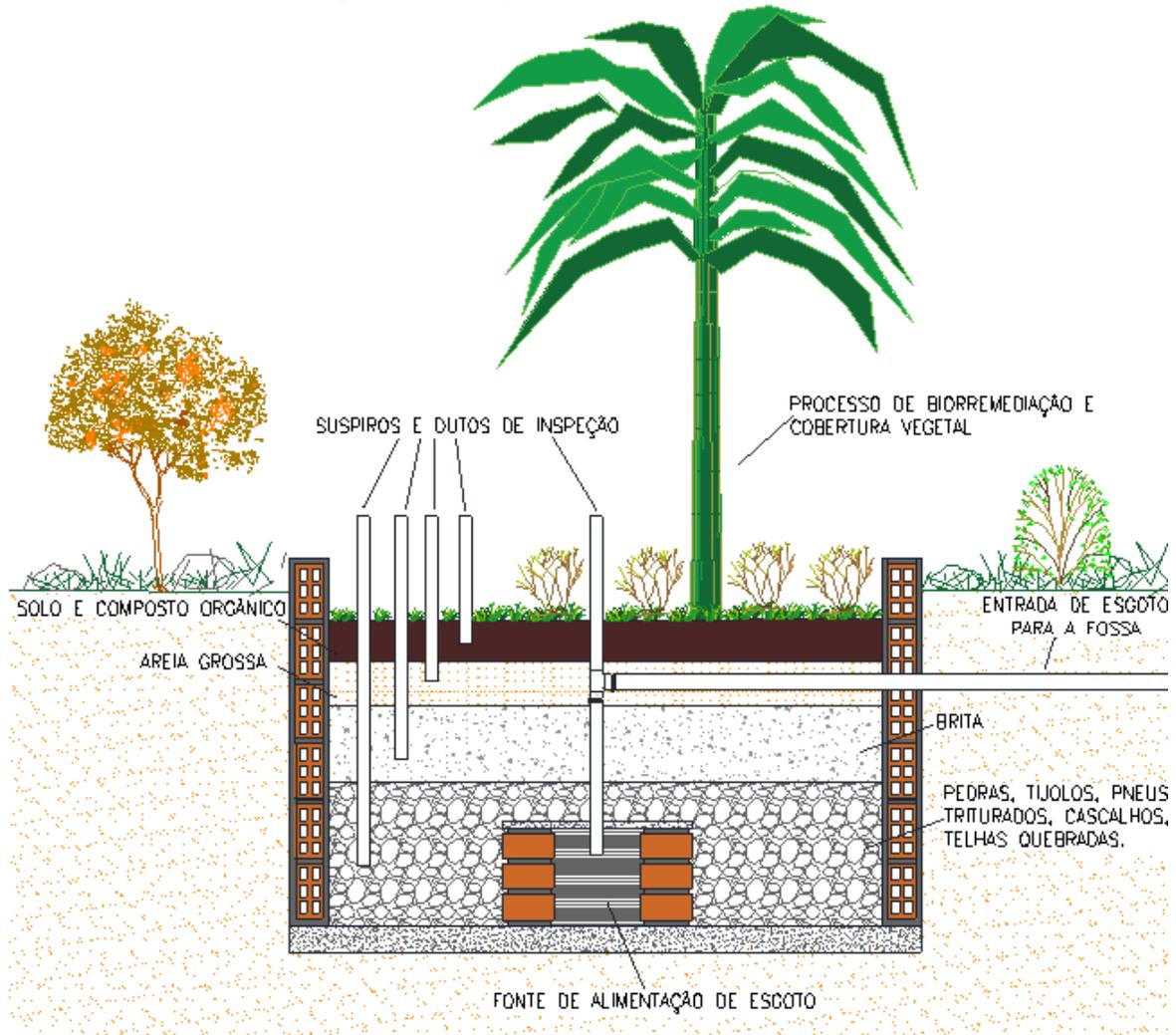
Conforme visto nos cálculos que regem o dimensionamento é de fundamental importância levar todos os fatores apresentados pela realidade na qual a rede será inserida em consideração, seja geografia ou impacto social e ambiental e ainda os conceitos sobre as contribuições que irão incidir na rede implantada, entre outros fatores. Além disso, é necessário propor uma forma eficaz para concepção do projeto, considerando todo o caminho que o esgoto percorrerá na tubulação até o seu destino final. Entende-se então que é necessário perceber que ainda há caminhos a serem percorridos no tocante ao projeto de uma rede coletora, o que se leva a notar que neste processo a atenção ao socioambiental ganha seus primeiros delineados a partir da escolha da forma de tratamento que será adotada para o projeto, nesse contexto a atenção direciona-se a fossa verde, tecnologia alvo do presente trabalho.

3.4. DIMENSIONAMENTO DE FOSSA VERDE

A proposta da fossa verde parte do uso de um sistema anaeróbio de tratamento de efluente que priva os corpos de água subterrâneos de contaminação, sendo que técnica foi desenvolvida pela Universidade Federal do Ceará (UFC), aplicada na mesma região e posteriormente trazida para Alagoas já que as condições climáticas se assemelham quando se analisa a temperatura e incidência de precipitações, fatores relevantes em seu funcionamento (OLIVEIRA NETTO *et al.*, 2012). Baseia-se na construção de uma vala de alvenaria impermeabilizada, de dimensões variáveis, com uma estrutura interna em forma de câmara, onde o lodo será depositado. A construção é realizada com tijolos furados, no qual o esgoto é conduzido, no passo posterior o esgoto escoar para a parte externa dessa estrutura, esta parte será preenchida por camadas de materiais porosos que atuarão como filtros, nessa função são empregados materiais como entulho, casca de coco e material terroso, por fim são cultivadas as plantas sobre o módulo finalizado (COELHO, C.F.; REINHARDT, H.; ARAÚJO, J.C, 2018) conforme ilustrado na figura 7. O tratamento do esgoto que adentra a fossa verde é dado em fluxo ascendente, isso garantirá um dos pontos mais importantes, em termos de retenção de biomassa, pois os sólidos orgânicos irão ter

máximo contato como o material suporte, assim é possível que seja desenvolvido lodo em forma de massa microbiana já que a vazão do esgoto é depositada na base da fundação. (GABIALTI, 2009)

Figura 7: Ilustração de módulo de fossa verde.



Fonte: Autor, 2020.

Para Galbiatti (2009) a função de um sistema como esse é receber efluentes advindos dos vasos sanitários, por meio da passagem de processos naturais de degradação microbiana da matéria orgânica, mineralização de nutrientes, absorção e evapotranspiração pelas plantas. A autora ainda enfatiza que a utilização é voltada a um módulo unifamiliar, ou seja, módulo unitário aplicado a uma família, porém a proposta dessa discussão parte de uma perspectiva diferente, a utilização da tecnologia da fossa verde para uma destinação final de uso em módulo comunitário.

É uma novidade no âmbito de discussões dos também denominados tanques de evapotranspiração, trata-se de uma nova forma de aplicação agregando a fossa verde ao uso de uma rede coletora de esgoto na fase inicial do projeto, de forma simples, a processo proposto é ilustrado na figura 8.

Figura 8: Esquema proposto



Fonte: Autor, 2020.

Conforme Oliveira Netto et al (2015) enfatiza um projeto desta magnitude terá um êxito maior em regiões quentes pois os fatores químicos comprometem bruscamente o metabolismo das bactérias, para isso, regiões com climas tropicais são adequados por suas temperaturas superiores a 20°C.

Uma vez entendido como se dá o processo, parte-se então para as discussões que envolvem o dimensionamento da fossa séptica. Salvaguardados pelas definições propostas pela NBR 7229/1993 que afixa as condições exigidas para projeto, construção e operação do sistema de tanques sépticos, incluindo tratamento e disposição de efluentes e lodo sedimentado, é possível basear o dimensionamento da fossa verde, visto que o tanque séptico é uma unidade cilíndrica ou prismática retangular de fluxo horizontal, para tratamento de esgotos por processos de sedimentação, flotação e digestão (ABNT, 1993).

Assim partiu-se para a discussão sobre o volume útil total do tanque, garantidos pela semelhança geométrica a fossa verde, que é obtido com base na equação 15.

$$Vol = 1000 + N (CT + K Lf) \quad (\text{Equação 15})$$

Onde:

Vol = volume útil, em litros;

N = número de pessoas ou unidades de contribuição;

C = contribuição de despejos, em $\frac{\text{litro}}{\text{pessoa}} \times \text{dia}$ ou em $\frac{\text{litro}}{\text{unidade}} \times \text{dia}$

T = período de detenção, em dias

K = taxa de acumulação de lodo digerido em dias, equivalente ao tempo de acumulação de lodo fresco

Lf = contribuição de lodo fresco, em litro/pessoa x dia

A NBR 7229/1993 ainda descreve sobre os parâmetros que regem as medidas internas mínimas, para tanto é estabelecido que a profundidade útil irá variar entre os valores mínimos e máximos indicados por tabela, levando em conta o volume útil total calculado com a equação 15. Em termos de diâmetros é fixado o diâmetro interno mínimo de 1,10 m. Para as considerações que regem a largura interna mínima, foi estabelecido o valor de 0,80 m para largura mínima da fossa. Em se tratar de tanques prismáticos retangulares fixou-se a relação comprimento/largura mínima de 2:1 e máxima 4:1 (ABNT, 1993).

Oliveira Netto *et al* (2015) salienta a necessidade de instalação de dutos que serão empregados na inspeção e coleta do efluente líquido oriundo do interior da unidade de tratamento. Assim o autor defende ainda que os dutos de inspeção sejam dispostos em cada camada de material suporte, de maneira que possibilite a coleta de efluente para análise em qualquer etapa do tratamento.

Munidos das informações que permeiam as recomendações para cálculo precisaremos nos atentar a sua aplicação, com o uso de ferramentas computacionais tais como o Google Maps e o Google Earth, que são ferramentas que nos fornecem dados de satélite para majoração da situação apresentada pelo ambiente no qual o projeto será dimensionado e mais ainda, os próprios dados que a pesquisa fornece

dará subsídios para entender o perfil social, a quantidade de residentes nas moradias e traçar com o auxílio das tabelas cabíveis os dados para o dimensionamento. Outro recurso importante em projetos dessa alçada é o GPS que fornecerá dados de localização e altimetria mais precisos, informações muito importantes para este tipo de proposta.

3.5. CUSTO DA OBRA

Discutir a implantação de um sistema em uma comunidade de baixa renda e ainda em uma área desassistida pelos governantes condiciona a necessidade de tratar-se da sua aplicabilidade, uma vez que é necessário estar atento as demandas que um projeto dessa magnitude gera.

Outro fator que endossa ainda mais essa necessidade é o atual cenário mundial em meio a pandemia de COVID 19, uma vez que os incentivos estão voltados ao combate desse mal que assola o mundo e ainda mais o Brasil. Dentro deste contexto pode-se abrir ainda a discussão que engloba a saúde daqueles que estão expostos ao esgoto ao céu aberto, que agora precisam passar mais tempo em suas residências em virtude do distanciamento social e de forma ainda mais complexa das aulas que estão suspensas nas redes municipais e estaduais, estando as crianças mais tempo em casa. Com base nesses pontos pensou-se em abordar a aplicabilidade do sistema, uma vez que este é de extrema necessidade não apenas a rua dimensionada, mas a tantas outras ruas nas periferias da cidade.

Baseados na tabela SINAPI (CAIXA ECONOMICA FEDERAL, 2021), com dados atualizados para dezembro de 2020 a análise foi realizada. Para o dimensionamento dos componentes pertinentes as fossas, foi utilizado o software EBERIK (2021), neste pode-se obter o quantitativo de materiais em termos concreto armado para as fossas empregadas no sistema. Os dados foram obtidos respeitando as recomendações previstas pela NBR 7229/1993 que diz que para tanques sépticos.

Para tanques sépticos de uso doméstico, individuais e coletivos, na faixa de até, aproximadamente, 6,0 m³, os requisitos de estabilidade são, em geral, atendidos por construções em alvenaria de tijolo inteiro (espessura de 20 cm a 22 cm, fora revestimento) ou por concreto armado, moldado no local, com espessura de 8 cm a 10 cm. (ABNT 7229/1993)

Com base no exposto pela ABNT é possível traçar um dimensionamento que aborde a solução mais eficaz para a região, uma vez que diferentes fatores vão influenciar diretamente na escolha do tipo de forma construtiva abordada, como por exemplo, os parâmetros ofertados do solo da região.

4. RESULTADOS

4.1. REDE COLETORA

Em termos de cálculo de população, sabendo que o IBGE, fornece para a cidade de Delmiro Gouveia, baseados no censo de 2008 o número médio de habitantes de 3,63 hab./moradia e visto que, mediante verificação in loco e contagens via ferramenta Google Earth, há um total de 33 residências na área estudada, teremos para população.

$$\begin{aligned} \text{população} &= \text{núm. méd. de moradores} \left(\frac{\text{hab}}{\text{res}} \right) \times \text{quant. de habitações (res)} \\ \text{população} &= 3,63 \left(\frac{\text{hab}}{\text{res}} \right) \times 33 \text{ (res)} \\ \text{população} &= 120 \text{ hab} \end{aligned}$$

Desta forma é possível traçar os primeiros dados, os dados de vazão. Neste contexto sabendo que a vazão é dada conforme equação 1 e equação 2, compreendendo que a projeção populacional não será levada em consideração, os valores para vazão inicial e final serão análogos. Conforme dados obtidos com base no SNIS 2019 no diagnóstico dos serviços de água e esgotos (2020) o consumo per capita para o estado de Alagoas é de 158,4 l/hab./dia para o ano de 2019.

Por fim, em termos de vazão se carece o valor referente ao coeficiente de retorno C, para tal é indispensável recorrer as literaturas das normas vigentes, visto que a quantidade de dados para a proposta é limitada. Assim conforme a ABNT NBR 9649/1986, inexistindo dados locais comprovados oriundos de pesquisa, recomenda a utilização de um coeficiente de retorno igual 0,8. O resultado para a vazão é exposto na equação a seguir.

$$\begin{aligned} Q_d &= \frac{120 \text{ hab} \times \frac{158,4 \text{ l}}{\text{hab}} / \text{dia} \times 0,8}{86400 \text{ s/dia}} && \text{(Equação 1)} \\ Q_d &= 0,176 \frac{\text{l}}{\text{s}} \cong 0,18 \text{ l/s} \end{aligned}$$

Outro importante fator a se calcular são as taxas de contribuição linear, para tal será necessário conhecer os valores referentes a k_1 que é o coeficiente de máxima vazão

diária, indicado pela ABNT NBR 9649/1986 como 1,2, e conseqüentemente o coeficiente de máxima vazão horária k_2 sugerido como 1,5 pela mesma norma.

Por fim, a taxa de infiltração que é decorrente de considerações dadas as águas do subsolo que adentram na rede coletora por meio das juntas das tubulações ou até mesmo as paredes das tubulações e ainda dos PV's, TIL's e TL's, ou qualquer outro elemento pertinente que seja aplicado a rede. Essas taxas dependerão das condições da localidade que receberá a rede. Dentre estas condições pode-se então elencar o nível do lençol freático, tipo de solo, a qualidade da execução da rede, bem como o material utilizado e seus acessórios, e ainda o tipo de junta utilizado.

Como os dados necessários para tais considerações não estão claros para a pesquisa, será adotado o valor de 0,1 l/s.km. Ainda nesta discussão é importante justificar que em termos de comprimento virtual, que é uma condição dada para redes duplas, fazendo a rede de trabalho para fins de cálculo atuarem como redes simples, este fator torna-se irrelevante para a situação encontrada, pois a rede tem em sua totalidade condução simples, seus 600m de extensão, fazendo $L_v = L_t$.

$$T_{xi} = \frac{0,18 \times 1,5}{0,6} + 0,1 \quad (\text{equação 5})$$

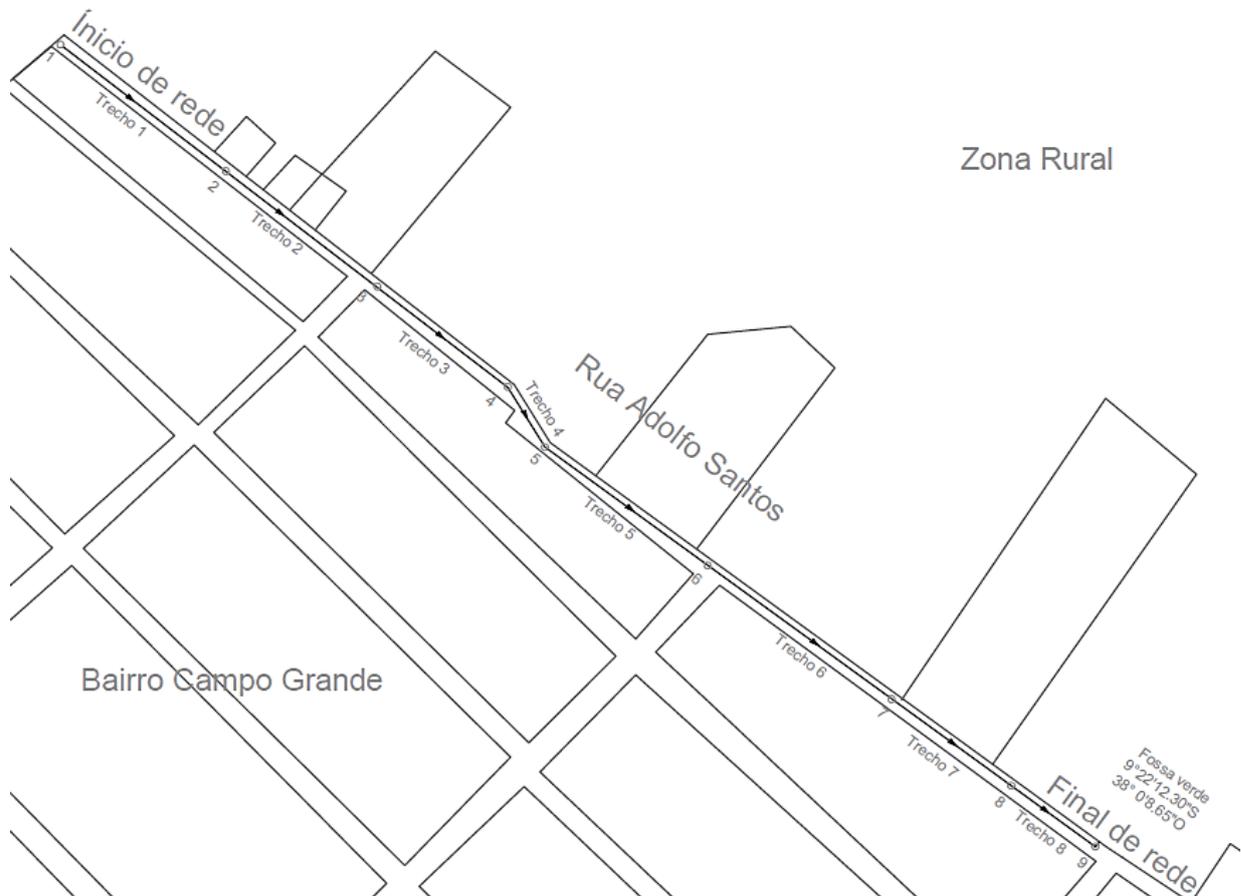
$$T_{xi} = 0,55 \text{ l/s} \times \text{km}$$

$$T_{xf} = \frac{0,18 \times 1,2 \times 1,5}{0,6} + 0,1 \quad (\text{equação 6})$$

$$T_{xf} = 0,64 \text{ l/s} \times \text{km}$$

Para computação das vazões nos trechos, estes foram divididos conforme a figura 11, perfazendo 8 trechos e 9 poços de visita. Neste contexto, optou-se por repartir as vazões de forma igualitária para que estas atuem como contribuições nos trechos e assim possa-se fazer as verificações cabíveis ao dimensionamento da rede.

Figura 11: Rede coletora em trechos



Fonte: Autor.

Para o desenvolvimento do cálculo da rede proposta, foi utilizada uma planilha de desenvolvimento no software Excel, desta maneira foi possível obter resultados concisos. No entanto os dados de entrada da tabela carecem de mensuração, nesta situação encontram-se as contribuições no percurso da rede, a declividade e cotas a serem consideradas.

No tocante a declividade surge um fator interessante, em seu primeiro trecho pois a declividade do terreno é negativa já que a cota do terreno a jusante está maior que a cota encontrada a montante, sendo assim foi necessária uma inversão de fluxo neste trecho. É importante citar que esta não foi uma situação isolada, acontecendo no primeiro e no último trecho, os demais não apresentaram cota negativa, segundo o Google Earth, como ilustrado na figura 12.

Figura 12: Perfil de elevação



Fonte: Google Earth (2020)

Para o cálculo do diâmetro foi necessário atentar-se a seguintes observações, como a NBR 9649/1986 prevê que para situações onde não há inexistência dados pesquisados e comprovados, com validade estatística, recomenda-se como o menor valor de vazão $1,5 \text{ l/s}$ para qualquer trecho, assim em virtude da baixa vazão do projeto a rede foi dimensionado com a vazão de projeto prevista na norma.

Nesta discussão se enquadra ainda o cálculo dos diâmetros de tubulação para o projeto, sendo todos considerados conforme NBR 9649/1986 prevê, mantendo o menor valor admitido igual ou superior a $DN 100$. Assim todo o projeto e rede apresenta $DN 100$ em seus trechos.

No tocante a profundidade mínima do tubo de coleta, como a área analisada trata de uma rua estreita e com casas predominantemente de um lado da rua e salientando a escolha por uma rede simples, a profundidade mínima para instalação do coletor prevista foi aplicada para início de rede como prevê a NBR 9649/1986 como $0,9 \text{ m}$, pois, esta se encontrará no terço carroçável esquerdo (sentido de chegada) da rua, já que a mesma não apresenta calçadas de passeio.

Apresentadas as considerações feitas, partiu-se para elaboração da planilha de cálculo, disposta no apêndice, os valores que são obtidos a partir das observações realizadas devem atender as atenções que a norma faz a velocidade crítica, sendo que esta não deve ultrapassar 5 m/s e a tensão trativa que deverá ser maior que 1 Pa .

Estes valores foram verificados e confirmados pela tabela. Assim o dimensionamento narrou com uma rede simples, com diâmetro 100mm e profundidades e dados expostos na tabela 3.

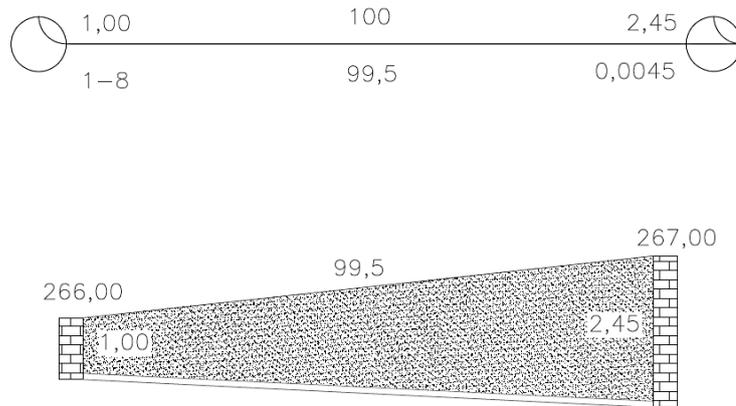
Tabela 3: Valores obtidos com planilha hidráulica.

Pv _m - pv _j (trecho)	Extensão (m)	Diâmetro (mm)	Declividade (m/m)	Cota do Terreno (m)	Cota do Coletor (m)	Prof. Do Coletor (m)	Velocidades (m/s)	Tensão Trativa (pa)	Vc (m/s)
				Inicial Final	Inicial Final	Inicial Final	V _i V _f		
1 - 2	99,50	100	0,0045	266,000	265,000	1,000	0,43	1,06	2,89
(1)				267,000	264,550	2,450	0,43		
2 - 3	99,50	100	0,0100	267,000	264,550	2,450	0,57	2,02	2,67
(2)				266,000	263,560	2,440	0,57		
3 - 4	79,40	100	0,0045	266,000	263,560	2,440	0,43	1,06	2,89
(3)				266,000	263,200	2,800	0,43		
4 - 5	18,40	100	0,0045	266,000	263,200	2,800	0,43	1,06	2,89
(4)				266,000	263,100	2,900	0,43		
5 - 6	99,50	100	0,0101	266,000	263,100	2,900	0,57	2,02	2,67
(5)				265,000	262,000	3,000	0,57		
6 - 7	95,00	100	0,0421	265,000	262,000	3,000	0,95	6,26	2,29
(6)				261,000	258,000	3,000	0,95		
7 - 8	64,30	100	0,0156	261,000	258,000	3,000	0,67	2,86	2,55
(7)				260,000	257,000	3,000	0,67		
8 - 9	44,40	100	0,0045	260,000	257,000	3,000	0,43	1,06	2,89
(8)				261,000	256,800	4,200	0,43		

Fonte: Autor.

Uma vez obtidos os valores narrados na tabela 3, partiu-se para o detalhamento dos trechos e suas singularidades. O trecho 1 da rede dimensionada contou com uma inversão de fluxo, isso aconteceu, pois, a cota a jusante do coletor era maior que a cota a montante, ou seja, a declividade que o terreno apresentava era negativa, para este caso, adotou-se a declividade mínima e trabalhou-se na compensação na cota do coletor a jusante, os detalhes desse trecho são narrados na figura 13. As verificações de tensão trativa e velocidade crítica foram obtidas e a rede iniciou-se com o diâmetro 100 mm, o dimensionamento foi realizado, como prevê a NBR 9649/1986, com a vazão mínima de projeto que corresponde a 1,5 l/s.

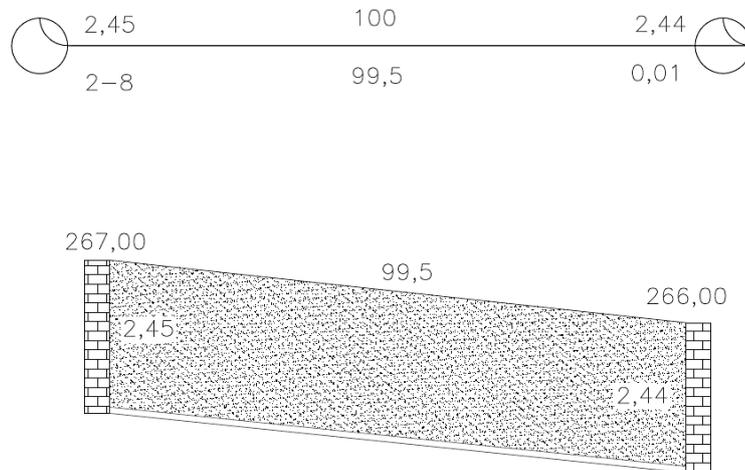
Figura 13: Detalhamento do trecho 1



Fonte: Autor.

No tocante ao trecho 2, os valores obtidos tanto em termos de cálculo, como em termos de verificações foram positivos, para este trecho a declividade de terreno contribuiu para o dimensionamento, assim foi obtido uma rede de 100 mm de diâmetro, conforme figura 14.

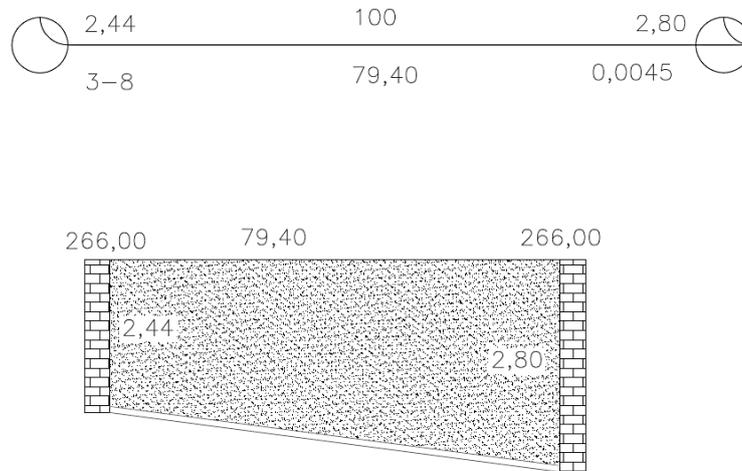
Figura 14: Detalhamento do trecho 2



Fonte: Autor.

O trecho 3 teve em seu dimensionamento mais uma particularidade, seu terreno apresentou uma cota plana, assim foi aplicada a declividade mínima para se obter os dados de cálculo, o diâmetro da rede permaneceu em 100 mm, a figura 15 expressa todos os dados obtidos.

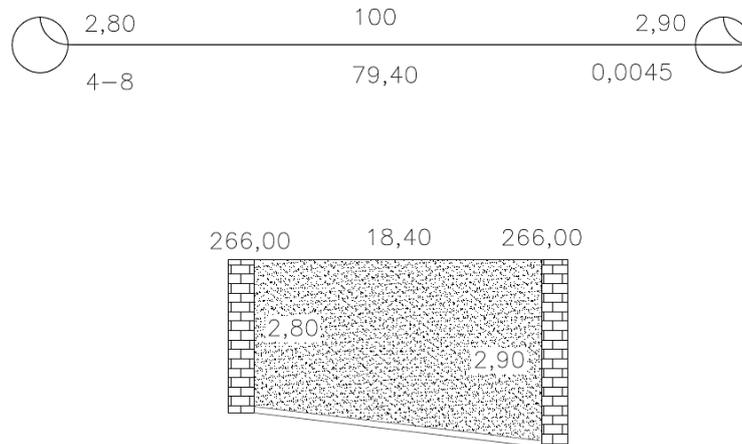
Figura 15: Detalhamento do trecho 3



Fonte: Autor.

Análogo ao trecho 3, o trecho 4, exposto na figura 16, também apresentou cota de terreno plana, e o mesmo procedimento foi adotado. Para esse trecho o comprimento de rede foi reduzido em virtudes de mudanças de direção na rua, como a rua não conta com passeio e tem largura reduzida optou-se pela instalação de um poço de visita para fins de possíveis problemas na rede e eventuais intervenções no futuro.

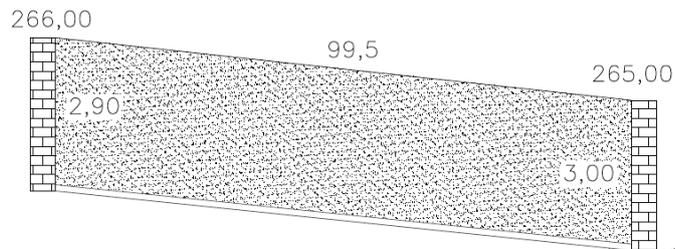
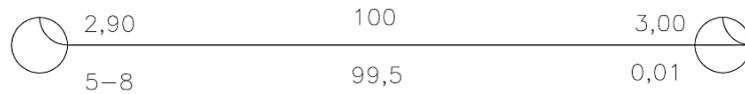
Figura 16: Detalhamento do trecho 4



Fonte: Autor.

No tocante ao trecho 5, a declividade do terreno foi aplicada já que era propícia essa consideração, o diâmetro da rede permaneceu em 100 mm, as verificações foram positivas, a figura 17 narra os dados obtidos.

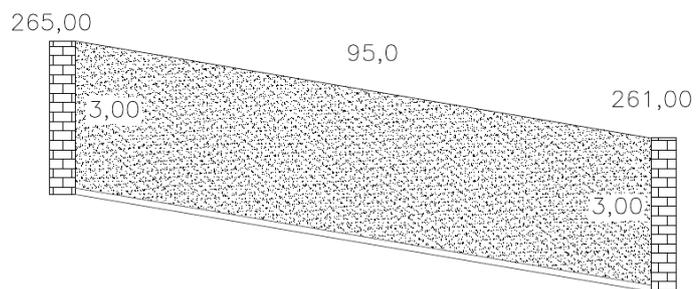
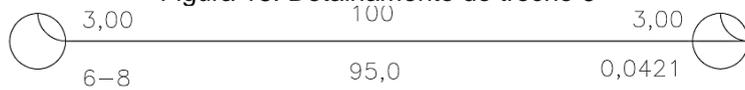
Figura 17: Detalhamento do trecho 5



Fonte: Autor.

Para o trecho 6, o que apresentou a declividade de terreno mais acentuada, foi previsto uma rede de 100 mm, a verificações foram realizadas, o cálculo das profundidades rendeu o detalhamento exposto na figura 18.

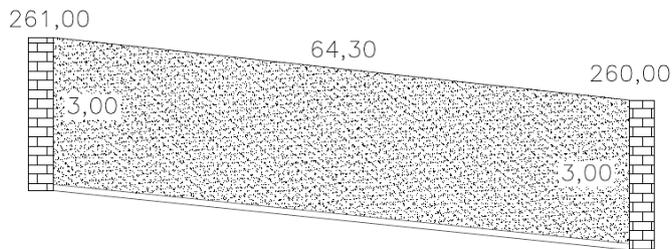
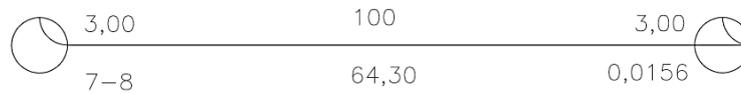
Figura 18: Detalhamento do trecho 6



Fonte: Autor.

O trecho 7 segue o padrão do dimensionamento já visto em outros trechos nessa discussão, com diâmetro de 100 mm a rede contou com o uso da inclinação de terreno, as verificações foram realizadas, os dados montam a figura 19.

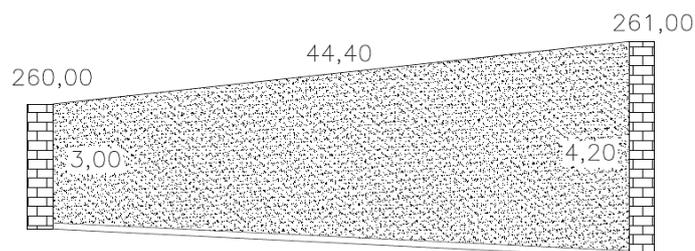
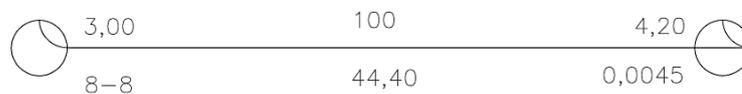
Figura 19: Detalhamento do trecho 7



Fonte: Autor.

Por fim, o trecho 8 narrado na figura 20, assim como o trecho 1 apresentou inclinação negativa, desta forma foi previsto o uso da inclinação mínima para fins de cálculo e finalização da rede que permaneceu com diâmetro de 100 mm. A etapa posterior, que corresponde ao tratamento e disposição final do esgoto coletado será a fossa verde.

Figura 20: Detalhamento do trecho 8



Fonte: Autor.

4.2. FOSSA VERDE

Sabendo que a fossa verde atuará como a unidade de destinação final do esgoto tratado via fossa séptica, e este arranjo oferta uma boa eficiência de trabalho e relativamente nova no mercado. Para o Dimensionamento da fossa séptica foi

realizado o cálculo pertinente ao volume da fossa, neste contexto será levado em consideração as informações coletadas acerca da população a qual o projeto é destinado. Como já explanado a população que ocupa a área estuda corresponde a 120 habitantes, baseado nas discussões já acima estabelecidas, o que corresponderá ao número de contribuintes no cálculo.

Sabendo que de acordo com tabela 4 com base na ABNT NBR 7229/1993, a contribuição unitária de esgoto por tipo de prédio e de ocupantes será dada pelo valor de 100 L/hab.dia, já que se trata de uma comunidade de ocupação permanente e residências de padrão baixo. Neste contexto também é extraído o valor correspondente a contribuição de lodo fresco, que será igual a 1 para os parâmetros indicados.

Tabela 4: Contribuição unitária de esgoto por tipo de prédio e de ocupantes.

Prédio	Unidade	Contribuição de esgotos (C) e lodo fresco (Lf)	
1. Ocupantes permanentes			
- residência			
padrão alto	pessoa	160	1
padrão médio	pessoa	130	1
padrão baixo	pessoa	100	1
- hotel (exceto lavanderia e cozinha)	pessoa	100	1
- alojamento provisório	pessoa	80	1
2. Ocupantes temporários			
- fábrica em geral	pessoa	70	0,30
- escritório	pessoa	50	0,20
- edifícios públicos ou comerciais	pessoa	50	0,20
- escolas (externatos) e locais de longa permanência	pessoa	50	0,20
- bares	pessoa	6	0,10
- restaurantes e similares	refeição	25	0,10
- cinemas, teatros e locais de curta permanência	lugar	2	0,02
- sanitários públicos ^(A)	bacia sanitária	480	4,0

^(A) Apenas de acesso aberto ao público (estação rodoviária, ferroviária, logradouro público, estádio esportivo, etc.).

Fonte: ABNT (1993).

Com base na contribuição diária de esgoto o tempo de detenção hidráulica será de 0,50 dia, sabendo que a contribuição é superior a 9000 L/d, conforme tabela 5 obtida na NBR 9227/1993.

Tabela 5 - Período de detenção dos despejos por faixa de contribuição diária

Contribuição diária (L)	Tempo de detenção	
	Dias	Horas
Até 1500	1,00	24
De 1501 a 3000	0,92	22
De 3001 a 4500	0,83	20
De 4501 a 6000	0,75	18
De 6001 a 7500	0,67	16
De 7501 a 9000	0,58	14
Mais que 9000	0,50	12

Fonte: ABNT (1993).

Ainda neste contexto é discutido a taxa de acumulação total de lodo, que é dada em função da temperatura média do mês mais frio que para a região é superior a 20° C, e ainda estabelecendo o tempo máximo de limpeza do tanque, tem-se o valor da constante correspondente a 57 decorrente de um intervalo de limpeza de 1 ano, conforme tabela 6 retirada da NBR 7229/1993.

Tabela 6 - Taxa de acumulação total de lodo (K)

Intervalo entre limpezas (anos)	Valores de K por faixa de temperatura ambiente (t), em °C		
	t ≤ 10	10 ≤ t ≤ 20	t > 20
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

Fonte: ABNT (1993).

Sabendo que a NBR 7229/1993 estabelece como volume útil mínimo para a fossa 1250 *litros*, teremos o seguinte volume para o projeto.

$$Vol = 1000 + N (CT + K Lf) \quad \text{(equação 15)}$$

$$Vol = 1000 + 120 (100 \times 0,5 + 57 \times 1)$$

$$Vol = 13840 \text{ l} \cong 14 \text{ m}^3$$

Em termos de dimensões é necessário atentar-se às recomendações da NBR 7229:1993 que para fossas com volume superior a 10 m^3 prevê uma profundidade mínima de $1,8 \text{ m}$ e profundidade máxima de $2,8 \text{ m}$. Assim, adotando a profundidade de $1,8 \text{ m}$ priorizando a mínima escavação, que está dentro do intervalo previsto, têm-se uma fossa de $7,8 \text{ m}^2$ de área.

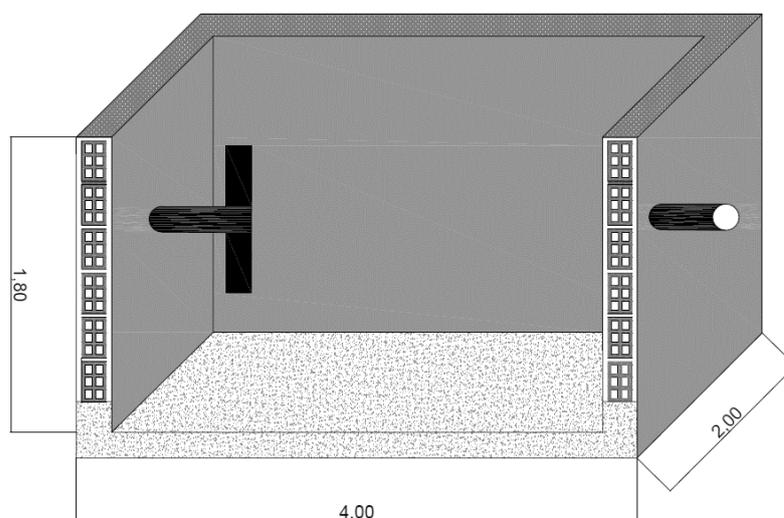
Tabela 7 - Profundidade útil mínima e máxima

Volume útil (m^3)	Profundidade útil mínima (m)	Profundidade útil máxima (m)
Até 6,0	1,20	2,20
De 6,0 a 10,0	1,50	2,50
Mais que 10,0	1,80	2,80

Fonte: ABNT (1993).

Considerando uma fossa retangular, que apresenta uma relação $\frac{L}{B} = 2 a 4$, fazendo esta relação ser igual a 2, obtêm-se uma fossa de dimensões $4,0 \times 2,0 \times 1,8 \text{ m}^3$, expressa na Figura 21.

Figura 21: Dimensões da fossa séptica

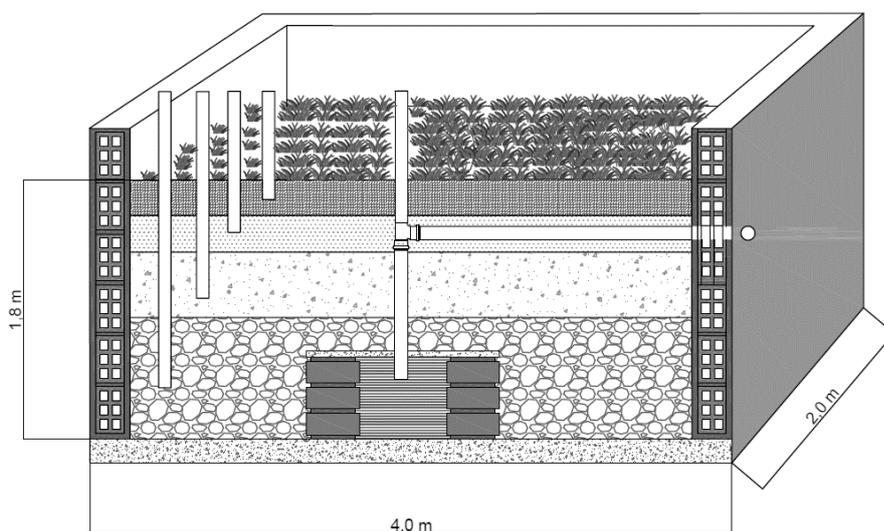


Fonte: Autor.

A disposição final do efluente, que tem volume reduzido associado a uma área que permite evapotranspiração, é outro fator levantado por essa discussão, como a fossa séptica apresenta uma eficácia no tratamento do efluente que recebe a disposição

final do efluente será a fossa verde que a partir de seu princípio, a biorremediação, dará a função final ao esgoto anteriormente descartado a céu aberto na localidade. Assim é possível destacar a importância da biorremediação vegetal na fase final da posposta, que além de um importante fator para a região aplicada, uma vez que a característica de zona rural é firmemente presente, e ainda, na discussão de uma fossa de partilha comunitária. No tocante ao seu dimensionamento, este será análogo a fossa séptica, considerando para esta, com base nos conceitos propostos pela NBR 7229/1993, o mesmo volume, a figura 22 narra o detalhamento da fossa verde.

Figura 22: Dimensões da fossa verde



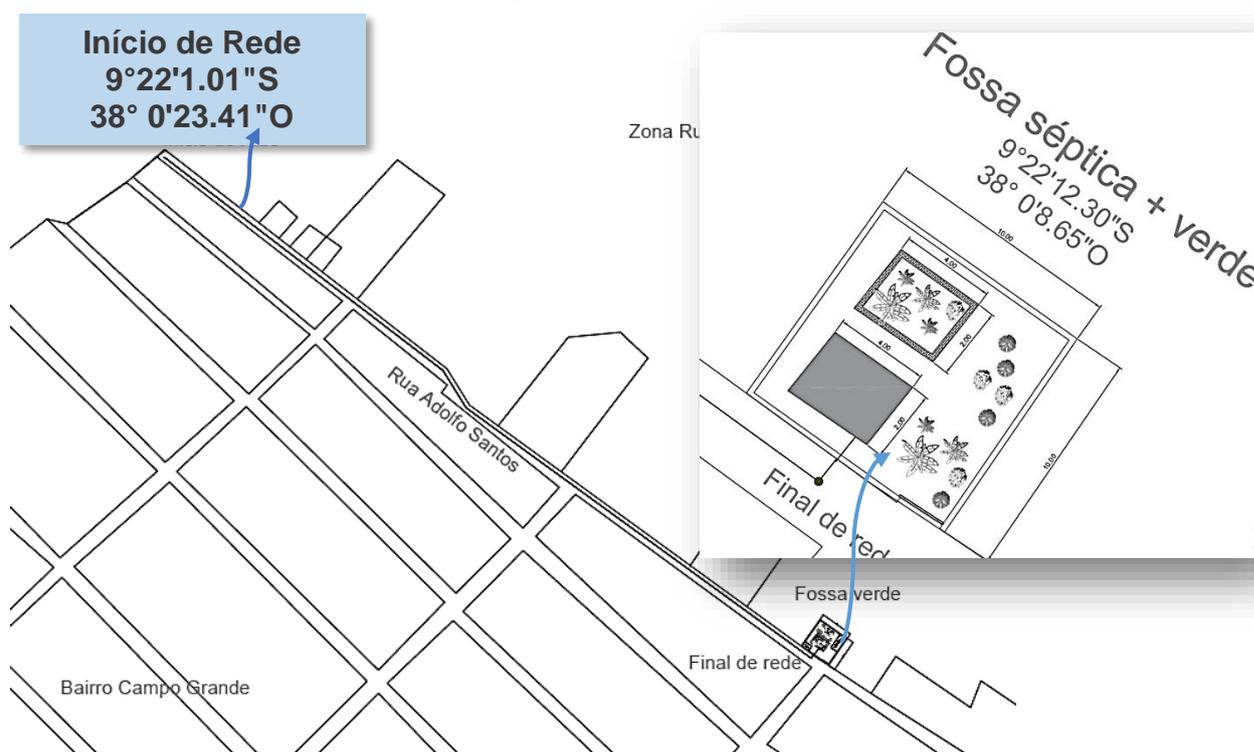
Fonte: Autor.

Assim, o uso do efluente da fossa pode ser usado na cultura de determinadas espécies frutíferas como defende pesquisas da Universidade Federal do Ceará (UFC) que indicam os frutos gerados desse processo como próprios para consumo humano, neste contexto surgem frutíferas como por exemplo as bananeiras, os mamoeiros, plantio de pimentão, entre outros.

Como exposto pela EMBRAPA (2002) as terras da região apresentam vocação natural para fruticultura irrigada, um dado importante que mostra que a região, ainda que mesmo sendo composta por caatinga hiperxerófila e/ou hipoxerófila ainda é, a partir do beneficiamento de solo e neste fator, controle hídrico naturalmente tende a uma produção satisfatória na área da fruticultura.

Por fim, uma finalidade que pode trazer uma contribuição tanto para uso dos moradores ou até mesmo para comercialização é a destinação para um plantio comunitário, no mesmo espaço destinado para a disposição da fossa, a figura 22 apresenta a proposta completa a partir de uma planta de baixa.

Figura 22: Planta de localização

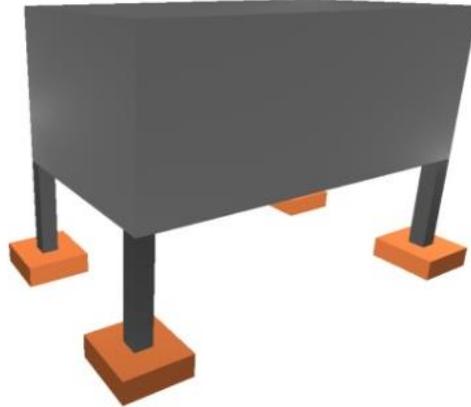


Fonte: Autor.

4.3. CUSTO DA OBRA

O custo da obra contou com a análise do software EBERICK para o dimensionamento dos materiais pertinentes ao dimensionamento da fossa, sendo toda a contabilização das partes em concreto armado, que correspondem a tampa e o fundo das fossas, tendo sido realizado com base nos dados fornecidos pelo software nestes critérios se encontram materiais como aço, concreto e formas. A Figura 23 narra os resultados obtidos com base no software a partir dos dados elencados no dimensionamento.

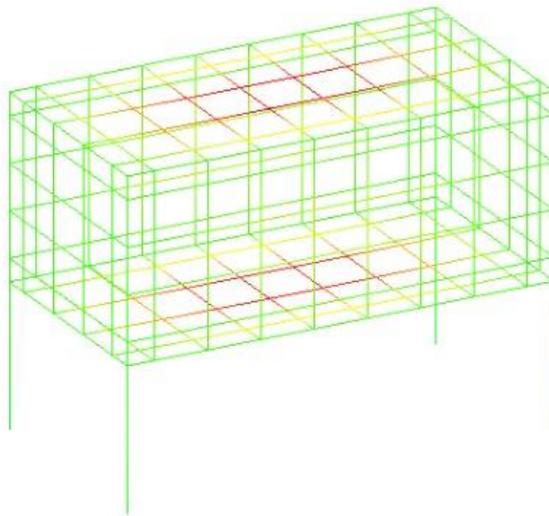
Figura 23: Modelagem 3D obtida com uso do Software Eberik



Fonte: Eberick (2021)

Como prevê a norma NBR 7229/1993 que admite tanto para tanques sépticos a construção tanto em concreto armado quanto em alvenaria, foi feita a opção pelo dimensionamento das fossas em alvenaria. Prezando por concreto armado nas áreas em que a deformação da armadura para uma unidade é mais crítica, como descrito na figura 24.

Figura 24: Deformação obtida com uso do Software Eberick.



Fonte: Eberick (2021)

Vale ressaltar que essa folga na aplicação dos limites dados pela norma se dá pelo fato da região ter solo com grande presença rochosa, como apresentado pela EMBRAPA (2002) acerca da composição do solo da cidade, cerca de 50% dos solos

são da classe Areias Quartzosas profundas e pouco profundas, 30% da classe Solos Litólicos e o restante de Afloramentos de Rocha.

Recordando que as dimensões adotadas foram $4,0 \times 2,0 \times 1,8 \text{ m}^3$, assim sabendo que teremos um total de alvenaria, pertencentes as paredes laterais de cada fossa, teremos então a tabela 8 que narra os resultados obtidos para o levantamento de materiais para o projeto.

Tabela 8: Planilha orçamentaria montado com auxílio da tabela SINAPI

PLANILHA DE ORÇAMENTO				
REDE COLETORA				
Descrição	Unidade	Quantidade	Custo Unitário	Custo Total (R\$)
ESCAVAÇÃO	m ³	1296	124,93	R\$ 161.909,28
COLCHÃO DE AREIA	m ²	48	80,00	R\$ 3.840,00
TUBULAÇÃO	m	600	21,54	R\$ 12.924,00
REATERRO	m ³	1296	34,34	R\$ 44.504,64
POÇO DE VISITA	und	8	6.246,94	R\$ 49.975,52
			Custo do Item	R\$ 273.153,44
FOSSA SÉPTICA + FOSSA VERDE				
ESCAVAÇÃO	m ³	32	124,93	R\$ 3.997,76
AÇO CA50	Kg	270,4	7,1	R\$ 1.919,84
AÇO CA60	Kg	13,6	6,78	R\$ 92,21
CONCRETO C25	m ³	6	309,52	R\$ 1.857,12
FORMA	m ²	28,5	23,42	R\$ 667,47
BLOCO CERÂMICO	m ²	900	0,64	R\$ 576,00
ARGAMASSA	m ³	0,60	527,07	R\$ 316,24
REBOCO	m ³	2,16	527,07	R\$ 1.138,47
			Custo do Item	R\$ 10.565,11
			Custo Total	R\$ 283.718,55

Fonte: Autor.

Para o cálculo da tabela apresentada foram considerados no que diz respeito a rede, como trata-se de uma estimativa de custos, considerou-se a média das profundidades apresentadas na extensão da rede, de forma que o volume de escavação foi calculado considerando uma profundidade de escavação de 2,70 m, considerou-se ainda a largura de uma concha de retroescavadeira com a largura de 0,80 m. Esse dado foi

importante ainda para o cálculo de outros dados como colchão de areia, com profundidade de 0,10 m e reaterro.

No tocante as fossas foram considerados blocos cerâmicos típicos da região com dimensões $11,5 \times 14 \times 24$, já para o cálculo da argamassa utilizada para vedação dos blocos é considerada um total de 18 blocos por m^2 de parede e 22 m^2 de paredes a serem construídas em cada fossa.

O orçamento realizado nos mostra que os custos de implantação têm uma grande diferença principalmente quando se analisa o valor referente as fossas em paralelo ao valor pertinente à implantação da rede coletora de esgoto. Do custo total da obra, a implantação das fossas custa menos de 4% do valor empregado no sistema.

5. CONCLUSÃO

A utilização de novas vertentes de tratamento de esgoto tem impulsionado as discussões que cerceiam o desenvolvimento das cidades e o bem-estar das populações atendidas. O uso da rede coletora permite atender toda uma população sem gerar sistemas unitários de tratamento, otimizando espaços e contribuições, valores e manutenções, além de atender a indisponibilidade de terrenos para implantação de sistemas individuais.

A associação com a fossa verde permitiu gerar a uma população, antes desassistida, a possibilidade de não apenas solucionar o problema do esgoto a céu aberto, como também, por meio da biorremediação, garantir qualidade de vida com alimentos para abastecer a sua mesa e/ou ainda gerar lucro por meio da comercialização da cultura resultante.

O custo de implantação do sistema nos permite entender as motivações pelas quais projetos nessa área serem tão negligenciados, uma vez que o alto custo de implantação de rede coletora em função dos demais elementos que compõe o sistema é evidentemente discrepante, visto que o custo das fossas representa menos de 4%, perfazendo R\$ 10.565,11, do custo total da implantação que engloba um total de R\$ 283.718,55. Vale destacar que o uso da rede coletora na calçada, como é previsto por norma, implicaria em um custo de implantação de rede coletora menor, essa consideração não foi realizada em virtude da rua ter largura muito reduzida, porém se configura como uma opção na implantação do sistema.

Ao se analisar os custos de forma minuciosa e atentar-se ao valor em relação a quantidade de pessoas atendidas pelo projeto, ter-se-ia um custo de R\$ 2364,32 por habitante, sendo este um investimento valioso a longo prazo. E ainda, em se tratar do tratamento de esgoto o investimento seria de R\$ 88,04 por pessoa. Um valor irrisório se considerarmos os danos que a exposição ao esgoto causa, sem nem necessitar considerar a contribuição ambiental e em qualidade de vida aquela população.

Outro ponto que ainda pode-se ser levantado é a importância desta discussão no tocante a implantações futuras em localidade mais remotas, como povoados, por exemplo, que dentro da realidade da cidade, não contam com coleta e tratamento nenhum de esgoto.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

_____. **GOOGLE MAPS**. Disponível em:
<<https://www.google.com/maps/place/Delmiro+Gouveia+-+AL,+57480-000/@-9.3990594,38.3372247,91597m/data=!3m2!1e3!4b1!4m5!3m4!1s0x7092783a6623c43:0x591f760fb71cc762!8m2!3d-9.3796624!4d-38.0007321>>. Acesso em: 01/03/2020.

_____. **DELMIRO GOUVEIA**. Disponível em:
<<http://dados.al.gov.br/dataset/municipio-de-delmiro-gouveia>>. Acesso em: 28/01/2020.

_____. **DELMIRO GOUVEIA**. Disponível em:
<<http://dados.al.gov.br/dataset/perfil-municipal-2015>>. Acesso em: 28/01/2020.

AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS PÚBLICOS DO ESTADO DE ALAGOAS. **SANEAMENTO**. Disponível em:
<<http://www.arsal.al.gov.br/servicos/saneamento/saneamento>>. Acesso em: 01/02/2020.

ALEXANDRE BEVILACQUA LEONETI *et al.* **SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL: CONSIDERAÇÕES SOBRE INVESTIMENTOS E SUSTENTABILIDADE PARA O SÉCULO XXI**. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rap/v45n2/03.pdf>>. Acesso em: 27/01/2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160/1999: SISTEMAS PREDIAIS DE ESGOTO SANITÁRIO - PROJETO E EXECUÇÃO**. Disponível em:
<<http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/17500/material/NBR%208160%20Sistemas%20prediais%20de%20esgoto%20sanit%C3%A1rio-%20projeto%20e%20execu%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso em: 06/02/2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9648/1986: ESTUDO DE CONCEPÇÃO DE SISTEMAS DE ESGOTO SANITÁRIO**. Disponível em:
<<https://document.onl/documents/nbr-96481.html>>. Acesso em: 06/02/2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9649/1986: PROJETO DE REDES COLETORAS DE ESGOTO SANITÁRIO**. Disponível em:

<<http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-9.649-Projeto-de-Redes-de-Esgoto.pdf>>. Acesso em: 06/02/2020.

BRASIL. **LEI 11445**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em: 24/01/2020.

BRASIL. **LEI 9433**. Disponível em:
<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm>. Acesso em: 24/01/2020.

BÜHLER HF *et al.* **ANÁLISE ESPACIAL DE INDICADORES INTEGRADOS DE SAÚDE E AMBIENTE PARA MORBIMORTALIDADE POR DIARREIA INFANTIL NO BRASIL, 2010**. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csp/v30n9/0102-311X-csp-30-9-1921.pdf>>. Acesso em: 27/01/2020.

CAIXA ECONOMICA FEDERAL. **TABELA SINAPI**. Disponível em:
<https://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_639>. Acesso em: 23/01/2021.

COELHO, C.F.; REINHARDT, H.; ARAÚJO, J.C. **FOSSA VERDE COMO COMPONENTE DE SANEAMENTO RURAL PARA A REGIÃO SEMIÁRIDA DO BRASIL**. Disponível em:
<https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S141341522018000400801&script=sci_arttext>. Acesso em: 27/02/2020.

COELHO, CHRISTINE FARIAS. **IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS E DESEMPENHO DA FOSSA VERDE NO ASSENTAMENTO 25 DE MAIO, MADALENA (CEARÁ)**. 2013. 111 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Fortaleza, 2013.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE ALAGOAS. **DESCARTE DE ESGOTO DOMÉSTICO**. Disponível em: <<https://www.casal.al.gov.br/descarte-de-esgoto-domestico-nas-unidades-de-negocio-da-casal/>>. Acesso em: 01/02/2020.

COSTA, C.C. & GUILHOTO, J.J.M. **SANEAMENTO RURAL NO BRASIL: IMPACTO DA FOSSA SÉPTICA BIODIGESTOR**. Disponível em:
<<http://www.scielo.br/pdf/esa/v19nspe/1413-4152-esa-19-spe-0051.pdf>>. Acesso em: 10/02/2020.

CUTTER, L. A. *et al.* **ADHESION OF ANAEROBIC MICROORGANISMS TO SOLID SURFACES AND THE EFFECT OF SEQUENTIAL ATTACHMENT ON ADHESION CHARACTERISTICS**. Disponível em:

<<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14618685>>. Acesso em: 15/02/2020.

DA SILVA, CRISTINA. **SISTEMA DE COLETA DE ESGOTOSANITÁRIO - PROJETO DA REDE COLETORA**. Disponível em:

<https://static.fecam.net.br/uploads/689/arquivos/1236366_Memorial_Descriptivo_Red_e_EsgBacia_B2_e_NCzal_V4.pdf>. Acesso em: 03/01/2020.

DE ARAÚJO, J.C.; GÜNTNER, A.; BRONSTERT, A. (2006) **LOSS OF RESERVOIR VOLUME BY SEDIMENT DEPOSITION AND ITS IMPACT ON WATER AVAILABILITY IN SEMIARID BRAZIL**. Hydrological Sciences Journal, n. 51, p. 157-170. <https://doi.org/10.1623/hysj.51.1.157>.

DEMO, PEDRO. **INTRODUÇÃO À METODOLOGIA DA CIÊNCIA**. 2. ed. --São Paulo: Atlas, 1985.

EMBRAPA. **SANEAMENTO BÁSICO RURAL**. Disponível:

<<https://www.embrapa.br/tema-saneamento-basico-rural/sobre-o-tema>>. Acesso em: 10/02/2020.

EMBRAPA. **DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE DELMIRO GOUVEIA - ESTADO DE ALAGOAS**. Disponível em:

<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/338377/1/circtec122002delmirogouveia.pdf>>. Acesso em: 06/01/2021.

FSESP. **SISTEMA CONDOMINIAL DE ESGOTOS**. Recife: MS/FSESP-Diretoria Regional de Pernambuco, 1987.

GALBIATI, A.F. **TRATAMENTO DOMICILIAR DE ÁGUAS NEGRAS ATRAVÉS DE TANQUE DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO**. Disponível em:

<<https://fazenda.ufsc.br/files/2017/02/2009-GALBIATTI-Tratamentode-aguas-negras-por-tanque-de-evapotranspiracao.pdf>>. Acesso em: 19/01/2020

GONDIM, G.M.M. **ESPAÇO E SAÚDE: UMA (INTER)AÇÃO PROVÁVEL NOS PROCESSOS DE ADOECIMENTO E MORTE EM POPULAÇÕES**. In: MIRANDA,

A.C.; BARCELLOS, C.; MOREIRA, J.C., MONKEN, M. Território, ambiente e saúde. 2008. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz.

GOVERNO DE ALAGOAS. **SECRETARIA DA SAÚDE**. Disponível em: <<http://www.saude.al.gov.br/wp-content/uploads/2017/09/Plano-Diretor-Regionalizacao.pdf>>. Acesso em: 01/02/2020.

GUERRA, L.R.M. *et al.* **IMPLANTAÇÃO DE FOSSAS VERDES EM COMUNIDADES RURAIS DE MUNICÍPIOS DO ALTO SERTÃO DE ALAGOAS COMO BIORREMEDIAÇÃO DO ESGOTO DOMICILIAR**. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/5/Artigos/129105.pdf>>. Acesso em: 15/02/2020.

HELLER, P.G.B.; SPERLING, M.V.; HELLER, L. **DESEMPENHO TECNOLÓGICO DOS SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO EM QUATRO MUNICÍPIOS DE MINAS GERAIS: UMA ANÁLISE COMPARATIVA**. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v14n1/v14n1a12.pdf>>. Acesso em: 12/02/2020.

IBGE. **PESQUISA NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/pesquisa/30/30051>>. Acesso em: 21/02/2021.

M. A. GONDIM, M. C.V. JARDIM, R. P. C. **ARANTES. AVALIAÇÃO DOS ASPECTOS CONSTRUTIVOS DE REDES COLETORAS DE ESGOTO: ESTUDO DE CASO PARA A REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA**. Disponível em: <https://www.eec.ufg.br/up/140/o/AVALIA%C3%87%C3%83O_DOS_ASPECTOS_CONSTRUTIVOS_DE_REDES_COLETORAS_DE_ESGOTO_ESTUDO_DE_CASO_PARA_A_REGI%C3%83O_METROPOLITANA_DE_GOI%C3%82NIA.pdf>. Acesso em: 03/02/2020.

MENDES, P. R. A. **SISTEMAS DE ESGOTO SANITÁRIO**. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4103430/mod_resource/content/0/Aula%203%20-%20Sistemas%20de%20Esgotamento%20Sanit%C3%A1rio%20-%20Parte%201.pdf>. Acesso em: 05/02/2020.

OLIVEIRA NETTO, A. P.; GUERRA, L. R. M. ; SILVA, M. R. P. ; SILVA, R. F. . **BIORREMEDIAÇÃO VEGETAL DO ESGOTO DOMICILIAR: O CASO DA FOSSA VERDE EM COMUNIDADES RURAIS DO ALTO SERTÃO ALAGOANO**. REVISTA PRODUÇÃO E DESENVOLVIMENTO, v. 1, p. 103-113, 2015.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **ASSEMBLÉIA GERAL DA ONU**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/assembleia-geral-da-onu-reconhece-saneamento-como-direito-humano-distinto-do-direito-a-agua-potavel/>>. Acesso em 20/01/2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **SANEAMENTO**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/onu-900-milhoes-de-pessoas-em-todo-o-mundo-ainda-defecam-a-ceu-aberto/>>. Acesso em: 15/02/2020.

PEREIRA, JOSÉ ALMIR RODRIGUES E SOARES, JAQUELINE MARIA. REDE COLETORA DE ESGOTO SANITÁRIO: **PROJETO, CONSTRUÇÃO E OPERAÇÃO**. Belém.2006. NUMA/UFPA, EDUFPA, GPHS/CT.

PINHEIRO, K. M.; FERNANDES, R. O. **CONCEITOS BÁSICOS DE UM SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO**. Disponível em: <<http://wiki.urca.br/dcc/lib/exe/fetch.php?media=esgoto-p1.pdf>>. Acesso em: 04/02/2020.

PREFEITURA DE DELMIRO GOUVEIA. **DADOS GERAIS**. Disponível em: <<https://www.delmirogouveia.al.gov.br/index.php/cidade-2/dados-gerais>>. Acesso em: 19/01/2020

SABESP. **COLETA DE ESGOTO**. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=50>>. Acesso em: 05/02/2020.

SILVA, M.R.P; OLIVEIRA NETTO, A. P. **A UTILIZAÇÃO DE FOSSAS VERDES PARA O SANEAMENTO BÁSICO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NO NORDESTE**. Disponível em: <<https://monografias.ufs.br/bitstream/riufs/7765/2/UtilizacaoFossasVerdes.pdf>>. Acesso em: 19/01/2020

SILVA, S.A. *et al.* **SANEAMENTO BÁSICO E SAÚDE PÚBLICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO REGINALDO EM MACEIÓ, ALAGOAS**. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v22n4/1809-4457-esa-s1413-41522017146971.pdf>>. Acesso em: 01/02/2020.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **DIAGNÓSTICO DE ÁGUA E ESGOTO**. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnosticos>>. Acesso em: 30/01/2020

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **ESGOTAMENTO SANITÁRIO EM 2019**. Disponível em: <<http://snis.gov.br/painel-informacoes-saneamento-brasil/web/painel-esgotamento-sanitario>>. Acesso em 22/01/2020.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **MAPA DE COLETA DE ESGOTO**. Disponível em: <http://appsniis.cidades.gov.br/acompanhamento/web/agua_esgoto/mapa-esgoto>. Acesso em: 22/01/2020.

TRATA BRASIL. **SANEAMENTO E DESENVOLVIMENTO HUMANO NO MUNDO – O ACESSO À ÁGUA E ESGOTO**. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/blog/2018/08/29/saneamento-e-desenvolvimento-humano-no-mundo-o-acesso-a-agua-e-esgoto/>>. Acesso em: 15/02/2020.

VAZ, A. J. **A IMPORTÂNCIA DA REDE COLETORA DE ESGOTO NA PROMOÇÃO DA QUALIDADE SÓCIOAMBIENTAL**. Disponível em: <<http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal12/Procesosambientales/Impactoambiental/71.pdf>>. Acesso em: 06/02/2020.

WOLFF, D.B.; PAUL, E.; COSTA, R.H.R. **INFLUÊNCIA DO TIPO DE MATERIAL SUPORTE NO DESEMPENHO DE REATORES BIOLÓGICOS DE LEITO MÓVEL NA REMOÇÃO DE CARBONO E NITRIFICAÇÃO DE ESGOTO SANITÁRIO**. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v15n2/a07v15n2.pdf>>. Acesso em: 12/02/2020.

APÊNDICE

APÊNDICE A - Tabela de dimensionamento de rede coletora de esgoto

PLANILHA DE CÁLCULO HIDRÁULICO											
Pvm - PVj (Trecho)	Extensão (m)	Taxa de	Contr.do	Vazão a	Vazão a	Diâmetro (mm)	Declividade (m/m)	Cota do	Cota do	Prof. do	Lâmina
		Contr. Lin.	Trecho	Montante	Jusante			Terreno	Coletor	Coletor	Líquida
		(l / s km)	(l / s)	(l / s)	(l / s)			(m)	(m)	(m)	(Y/D)
		Inicial	Inicial	Inicial	Inicial			Inicial	Inicial	Inicial	Inicial
		Final	Final	Final	Final			Final	Final	Final	Final
1 - 2	99,50	0,550	0,055	0,000	0,055	100	0,0045	266,000	265,000	1,000	0,46
(1)		0,640	0,064	0,000	0,064			267,000	264,550	2,450	0,46
2 - 3	99,50	0,550	0,055	0,110	0,165	100	0,0100	266,000	264,550	2,450	0,37
(2)		0,640	0,064	0,128	0,192			266,000	263,560	2,440	0,37
3 - 4	79,40	0,550	0,044	0,220	0,264	100	0,0045	266,000	263,560	2,440	0,46
(3)		0,640	0,051	0,256	0,307			266,000	263,200	2,800	0,46
4 - 5	18,40	0,550	0,010	0,308	0,318	100	0,0045	266,000	263,200	2,800	0,46
(4)		0,640	0,012	0,358	0,370			266,000	263,100	2,900	0,46
5 - 6	99,50	0,550	0,055	0,328	0,383	100	0,0101	266,000	263,100	2,900	0,37
(5)		0,640	0,064	0,382	0,446			265,000	262,000	3,000	0,37
6 - 7	95,00	0,550	0,052	0,438	0,490	100	0,0421	265,000	262,000	3,000	0,25
(6)		0,640	0,061	0,510	0,571			261,000	258,000	3,000	0,25
7 - 8	64,30	0,550	0,035	0,542	0,577	100	0,0156	261,000	258,000	3,000	0,33
(7)		0,640	0,041	0,632	0,673			260,000	257,000	3,000	0,33
8 - 9	44,40	0,550	0,024	0,612	0,636	100	0,0045	260,000	257,000	3,000	0,46
(8)		0,640	0,028	0,714	0,742			261,000	256,800	4,200	0,46

Pvm - PVj (Trecho)	Prof. da	Vi	Tensão	Vc	observações
	Singular.	(m/s)	Trativa	(m/s)	
	a Jusante	Vf	(Pa)		
	(m)	(m/s)			
1 - 2	2,450	0,43	1,06	2,89	prof.= Rmín+D inversão de fluxo: l=Imin
(1)		0,43			
2 - 3	2,440	0,57	2,02	2,67	
(2)		0,57			
3 - 4	2,800	0,43	1,06	2,89	
(3)		0,43			
4 - 5	2,900	0,43	1,06	2,89	
(4)		0,43			
5 - 6	3,000	0,57	2,02	2,67	
(5)		0,57			
6 - 7	3,000	0,95	6,26	2,29	
(6)		0,95			
7 - 8	3,000	0,67	2,86	2,55	
(7)		0,67			
8 - 9	4,200	0,43	1,06	2,89	inversão de fluxo: l=Imin
(8)		0,43			