



**CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

Alana Kellen Moury Fernandes de Moraes - 2019103889;

Gilson Romão Pereira da Silva - 2019104057;

Gracyelle Maria Miranda Matos – 2019107565.

**Viabilidade para implantar o Sistema de Esgotamento Sanitário do Loteamento Bela Vista no Município de Jaboatão dos Guararapes – PE.**

**Recife - PE**

2023.2

---

Alana Kellen Moury Fernandes de Moraes - 2019103889;  
Gilson Romão Pereira da Silva - 2019104057;  
Gracyelle Maria Miranda Matos – 2019107565.

**Viabilidade para implantar o Sistema de Esgotamento Sanitário do Loteamento Bela Vista no Município de Jaboatão dos Guararapes – PE.**

**TURMA: ENGC10NA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Disciplina TCC do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Centro Universitário Brasileiro, como parte dos requisitos para conclusão do curso.

Orientadora: Profa. Dr<sup>a</sup>. em Engenharia Agrícola Carolina de Lima França

**Recife**

2023.2

---

Ficha catalográfica elaborada pela  
bibliotecária: Dayane Apolinário, CRB4- 2338/ O.

M8271 Moraes, Alana Kellen Moury Fernandes de.  
Viabilidade para implantar o Sistema de Esgotamento Sanitário do Loteamento Bela Vista no Município de Jaboatão dos Guararapes - PE/  
Alana Kellen Moury Fernandes de Moraes; Gilson Romão Pereira da Silva;  
Gracyelle Maria Miranda Matos. - Recife: O Autor, 2023.  
29 p.

Orientador(a): Dra. Carolina de Lima França.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário Brasileiro - UNIBRA. Bacharelado em Engenharia Civil, 2023.

Inclui Referências.

1. Esgotamento Sanitário. 2. SES. 3. Rede Coletora. 4. Interceptor.  
5. Loteamento. I. Silva, Gilson Romão Pereira da II. Matos, Gracyelle Maria Miranda. III. Centro Universitário Brasileiro. - UNIBRA. IV. Título.

CDU: 624

---

Ao meu querido avô Antonio da Paz Pereira,

Você foi mais do que um avô para mim, foi um mestre, um amigo, um herói. Você me ensinou muito mais do que a arte de construir casas, me ensinou a arte de construir sonhos. Você me mostrou que com trabalho, dedicação e honestidade, podemos transformar o mundo em um lugar melhor.

Você foi o meu primeiro contato com a Engenharia Civil, a profissão que eu escolhi seguir e que hoje me traz tanta satisfação. Você me fez olhar para as obras com admiração e respeito, e me fez entender que por trás de cada projeto há uma história, uma necessidade, uma solução.

Você me deixou um legado de valores e de exemplos, que eu procuro seguir e honrar todos os dias. Você me deixou uma saudade imensa, que eu procuro amenizar com as lembranças dos momentos felizes que vivemos juntos.

Você foi e sempre será uma referência para mim, uma fonte de inspiração e de orgulho. Você foi e sempre será o meu avô pedreiro, o meu avô engenheiro, o meu avô amado.

Eu te dedico essa conquista, que é fruto do seu apoio e do seu incentivo. Eu te agradeço por tudo o que você fez por mim, e por tudo o que você representa na minha vida.

Eu te amo muito, meu avô!

---



---

## AGRADECIMENTOS

Dedico toda minha trajetória a meus pais, Ricardo e Juliana, que são meus maiores incentivadores, a sua sabedoria, amor incondicional e apoio constante que extraio as forças necessárias para alcançar lugares melhores e construir um caminho de realizações. (Alana Kellen, 2023)

Hoje é um dia muito especial para mim, pois realizo um sonho que há muito tempo eu perseguia: me formar em Engenharia Civil. Mas esse sonho não seria possível sem a presença e o apoio de vocês, que são as pessoas mais importantes da minha vida.

Mãe, você foi a minha primeira professora, que me ensinou os valores e os princípios que me guiaram até aqui. Você sempre me deu amor, carinho e confiança, e me mostrou que eu era capaz de alcançar os meus objetivos. Você foi a minha inspiração e o meu exemplo de força e determinação.

Minha esposa, você foi a minha companheira fiel, que esteve ao meu lado em todos os momentos. Você compartilhou comigo as alegrias e as tristezas, as vitórias e as derrotas, os desafios e as conquistas. Você foi a minha conselheira e a minha motivadora, que me deu apoio e incentivo para seguir em frente.

Filhos, vocês foram a minha razão de viver, que me deram sentido e propósito à minha existência. Vocês foram as minhas fonte de energia e de felicidade, que me fizeram sorrir e me emocionar com as suas descobertas e aprendizados. Vocês são o meu orgulho e a minha esperança, que me fizeram querer ser uma pessoa melhor a cada dia.

Por tudo isso, eu quero agradecer do fundo do meu coração a cada um de vocês, que são os meus maiores tesouros. Vocês são a minha família, o meu porto seguro, o meu lar. Sem vocês, nada disso teria sentido ou valor. Vocês são parte dessa conquista, que é nossa, não só minha. Eu amo vocês mais do que tudo nesse mundo, e espero poder retribuir todo o amor e o apoio que vocês me deram. A minha maior felicidade são vocês! (Gilson Romão, 2023)

Quero dedicar essa conclusão de curso aos meus familiares, amigos e irmãos que de alguma forma me deram apoio nessa caminhada, principalmente a minha mãe Priscilla Pepita, que sem ela talvez eu não tivesse chegado a essa reta final, pois o apoio e seus conselhos foram essências nessa jornada. Dedico também ao meu pai Uyberê Rodrigues de Matos que sempre me deu exemplo de força e garra, antes de ir pra longe, me deixou aqui na terra com muita persistência. Obrigada família Miranda e família Matos! (Gracyelle Miranda, 2023)

---

---

## EPÍGRAFE

*“O esgotamento sanitário é um serviço essencial para a proteção do meio ambiente e a saúde pública, pois evita a contaminação dos recursos hídricos e do solo, e previne a transmissão de doenças de veiculação hídrica.” (Agência Nacional de Água e Saneamento Básico – ANA, 2023)*

---

## RESUMO

O Brasil tem um grande desafio para universalizar o saneamento básico, que é essencial para a saúde e o bem-estar da população e para a preservação do meio ambiente. A Lei nº 14.026/2020, sancionada em 15 de julho de 2020, estabeleceu o novo marco legal do saneamento, que visa garantir que até 2033, 99% dos brasileiros tenham acesso à água potável e 90% ao tratamento e à coleta de esgoto, por meio de parcerias entre o setor público e o privado e de uma regulação tarifária eficiente. Nesse contexto, foi realizado um estudo de viabilidade para a implantação do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) no Loteamento Bela Vista, localizado no município de Jaboatão dos Guararapes - PE, onde constatamos a ausência de rede de abastecimento de água e de coleta de esgoto. É precária a forma que os moradores captam a água através de poços ou cacimbas, e com o fato de que eles lançam os seus efluentes diretamente em fossas negras e em um corpo receptor próximo, causando danos ao meio ambiente, como a contaminação do solo, dos rios, dos lagos e da vida aquática e à biodiversidade. O tratamento de esgoto se faz necessário para garantir que os efluentes sejam coletados, tratados e descartados de forma adequada, auxiliando na redução de problemas de saúde pública relacionados ao uso de água contaminada, como cólera, diarreia, febre tifoide, hepatite A, entre outras. Realizamos a topografia de algumas ruas que compõem o loteamento com o objetivo de dimensionar o melhor sistema que torne viável para os governantes realizarem a implantação de uma rede coletora que venha a beneficiar a população impactada pela ausência de tratamento de esgoto.

**Palavras-chave:** Esgotamento Sanitário, SES, Rede Coletora, Interceptor, Loteamento, Viabilidade, Implantação, Jaboatão.

---

## ABSTRACT

Brazil faces a major challenge in universalizing basic sanitation, which is essential for the health and well-being of the population and for the preservation of the environment. Law No. 14,026/2020, sanctioned on July 15, 2020, established the new legal framework for sanitation, which aims to ensure that by 2033, 99% of Brazilians have access to drinking water and 90% to sewage treatment and collection, through partnerships between the public and private sectors and efficient tariff regulation. In this context, a feasibility study was carried out for the implementation of the Sanitary Sewage System (SES) in the Bela Vista Subdivision, located in the municipality of Jaboatão dos Guararapes - PE, where we found the absence of a water supply and sewage collection network. . The way in which residents collect water through wells or cacimbas is precarious, and the fact that they release their effluents directly into black pits and a nearby receiving body, causing damage to the environment, such as soil contamination, rivers, lakes and aquatic life and biodiversity. Sewage treatment is necessary to ensure that effluents are collected, treated and disposed of appropriately, helping to reduce public health problems related to the use of contaminated water, such as cholera, diarrhea, typhoid fever, hepatitis A, among others. . We carried out the topography of some streets that make up the subdivision with the aim of designing the best system that makes it viable for governments to implement a collection network that will benefit the population impacted by the lack of sewage treatment.

**Keywords:** Sanitary Sewage, SES, Collection Network, Interceptor, Subdivision, Feasibility, Implementation, Jaboatão.

---

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Localização do Município do Jaboatão dos Guararapes – PE.....	22
Figura 02: Plano Diretor do Município de Jaboatão dos Guararapes - PE.....	22
Figura 03: Rua Ibiara.....	24
Figura 04: Rua Duas Estradas.....	24
Figura 05: Rua Juripiranga.....	25
Figura 06: Rua Gurjão.....	25
Figura 07: Av. Antônio Jacome Bezerra.....	26
Figura 08: Rua Juazeirinho.....	26
Figura 09: Planta de Locação do Loteamento Bela Vista.....	27
Figura 10: Perímetro abrangido pela rede coletora deste projeto.....	28
Figura 11: Planta Baixa de Poço de Visita, conforme Norma COMPESA GPE-NI-003-03....	32
Figura 12: Planta da Rede Coletora de Efluente.....	33
Figura 13: População Atendida com rede Pública de Esgoto.....	43
Figura 14: Índices de Atendimento Urbano com Rede de Esgoto.....	44
Figura 15: Fossa Negra.....	45

---

## LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Quantidade de imóveis por rua.....	23
Quadro 02: Cálculo Hidráulico da Rede Coletora.....	29
Quadro 03: Quadro de Resumo das Vazões.....	35
Quadro 04: Cálculo Hidráulico da Rede Coletora.....	46

---

## SUMÁRIO

1.0 – INTRODUÇÃO.....	12
2.0 – JUSTIFICATIVA.....	13
3.0 - OBJETIVO.....	14
3.1- Objetivo Geral.....	14
3.2- Objetivos Específicos.....	14
4.0- METODOLOGIA.....	14
5.0– REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
<b>5.1 - A Relevância do Tratamento de Esgoto para a Saúde Pública: O Impacto do Marco do Saneamento.....</b>	<b>16</b>
<b>5.2 - Qualidade da Água.....</b>	<b>17</b>
<b>5.3 - Meio Ambiente.....</b>	<b>17</b>
<b>5.4 – Sustentabilidade.....</b>	<b>17</b>
<b>5.5 - Desenvolvimento Social.....</b>	<b>18</b>
<b>5.6 - Turismo e Economia.....</b>	<b>20</b>
<b>5.7 - Prevenção de Desastres Naturais.....</b>	<b>20</b>
6.0- RESULTADOS E DISCURSÃO.....	21
6.1–Memorial Descritivo.....	21
6.1.1 - Caracterização do Loteamento Bela Vista.....	21
6.1.2 - Critérios e Parâmetros Para Desenvolvimento do Projeto.....	23
6.1.2.1 – Considerações Iniciais.....	23
6.1.2.2 - Área e Alcance do Projeto.....	23
6.1.2.3 - Bases Topografias.....	28
6.1.2.4 - Condições Específicas.....	29
6.1.2.4.1 - Dimensionamento Hidráulico.....	29
6.1.2.5- Dimensionamento do Sistema.....	30
6.1.2.6 - Lançamento de Rede.....	31
6.2 – <b>Concepção e Proposta.....</b>	<b>32</b>
6.2.1 – Cartografia.....	33
6.3 - <b>Memorial de Cálculo.....</b>	<b>33</b>
6.3.1 – Dimensionamento do Sistema (Nh) (Método CPRH).....	33
6.3.2 - Rede Básica.....	34
6.3.3 – Vazões e Contribuições.....	34
6.3.4 - Cálculo da Contribuições de Efluente (Qt).....	34
6.3.5 – Coeficiente Variabilidade Máxima Diária do Fluxo (Qmax).....	34
6.3.6 – Coeficiente Variabilidade Máxima Horária do Fluxo (Qmax_H).....	34
6.3.7 - Vazão Média Diária (Qméd).....	35
6.3.8 - Vazão Mínima Diária (Qmín).....	35
6.3.9 - Contribuição de Infiltração (Qi).....	35
6.3.10 – Diâmetro da Rede Coletora (De).....	35
6.3.11 – Velocidade (V).....	36
6.4 – <b>Rede Coletora (Parâmetros Adotados).....</b>	<b>37</b>
7.0 – CONCLUSÃO.....	38
8.0 – REFERÊNCIAS.....	40
9.0 – ANEXO.....	42

---

## 1.0 - INTRODUÇÃO

O sistema de esgotamento sanitário, análogo a uma intrincada rede vascular, desempenha um papel vital na preservação da saúde pública e na salvaguarda do meio ambiente. Sua função primordial é a coleta, tratamento e disposição adequada dos esgotos, que consistem nos resíduos líquidos provenientes das atividades humanas cotidianas, tais como higiene pessoal, lavagem de utensílios e descarga de vasos sanitários, etc. Em suma, o sistema de esgotamento sanitário é uma rede complexa, cujo funcionamento eficiente é essencial para a saúde coletiva e a sustentabilidade ambiental. A responsabilidade de sua operação e manutenção recai sobre gestores públicos, engenheiros e profissionais dedicados à preservação do bem-estar humano e do equilíbrio natural. (BONGAS, 2023, p. 1)

Se os esgotos fossem descartados diretamente no corpo hídrico, como rios, lagos, mares ou solos. O que aconteceria? A água ficaria suja e contaminada, o que prejudicaria a vida aquática e a biodiversidade. O solo ficaria infértil e impróprio para a agricultura. As pessoas ficariam doentes e poderiam morrer por causa de doenças transmitidas pela água contaminada, como cólera, diarreia, febre tifoide, hepatite A, entre outras. Além disso, os esgotos liberariam gases de efeito estufa na atmosfera, contribuindo para o aquecimento global e as mudanças climáticas. (BRK, 2020, p. 2)

No Brasil, o acesso ao Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) ainda é um desafio nacional que requer planejamento, investimento, regulação e participação social. Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, Dez/2022), apenas 55,5% da população brasileira tinha acesso à coleta de esgoto e apenas 51,2% do esgoto coletados são tratados.

O Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) é um direito humano fundamental, reconhecido pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2010, e uma das metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) para 2030, tendo como meta estabelecida pelo Brasil para que até em 2033, 90% dos esgotos seja tratados. Sancionada em 15 de julho de 2020 através da Lei N° 14.026/2020 que estabeleceu o marco legal do saneamento básico.



---

Diante desse cenário, propomos neste trabalho um estudo de viabilidade para a implantação de um Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) no Loteamento Bela Vista, visando melhorar as condições de vida e de saúde dos moradores, e contribuir para a preservação dos recursos naturais. Para isso, apresentamos os conceitos e os benefícios do esgotamento sanitário, as normas e os critérios técnicos para o seu dimensionamento e projeto. Esperamos que este trabalho de conclusão de curso possa servir de referência e de incentivo para a ampliação e a melhoria do saneamento básico no Brasil, e para a promoção de um desenvolvimento mais justo e sustentável para todos.

## **2.0 - JUSTIFICATIVA**

O Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) pretende contribuir para a melhoria das condições sanitárias e ambientais da área estudada, em decorrência de nosso levantamento em campo realizado no Loteamento Bela Vista, localizado no município de Jaboatão dos Guararapes – PE constamos a ausência de rede de abastecimento de água “água captada, através de poço e cacimba” e de coleta de esgoto, em sua totalidade os moradores lançam os seus efluentes diretamente em fossa negra e em um corpo receptor próximo gerando todos os impactos negativos já listados acima.

Por ser uma área carente de infraestrutura básica e que sofre com os impactos da falta de saneamento. Nossa solução visa melhorar as condições sanitárias e ambientais da população local, bem como contribuir para o desenvolvimento científico e tecnológico da Engenharia Civil na temática do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES).

O Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) também busca atender aos requisitos acadêmicos para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Brasileiro - UNIBRA.

Um Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) é muito mais do que uma rede de tubos e estações de tratamento. É uma rede de sonhos e esperanças para um futuro melhor. É uma rede de vida e saúde para todos. É uma rede de sustentabilidade e responsabilidade para o planeta.

---

### **3.0 – OBJETIVO**

#### **3.1 – Objetivo Geral**

Nesse contexto, o presente Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) tem como objetivo realizar um estudo de caso que visa à solução para a implantação de Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) no Loteamento Bela Vista localizado no município de Jaboatão dos Guararapes – PE.

#### **3.2 – Objetivos Específicos**

Para alcançar esse objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

✓ Realizar um estudo de caso sobre a situação atual do Loteamento Bela Vista, levantando dados sobre as características físicas, demográficas, socioeconômicas e ambientais da área, bem como sobre as demandas e expectativas da comunidade em relação ao Sistema de Esgotamento Sanitário (SES).

✓ Aplicar os conhecimentos de diversas disciplinas relacionadas à Engenharia Civil, tais como hidráulica, hidrologia, geotécnica, topografia, desenho técnico, entre outras, para elaborar o projeto do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) para o Loteamento Bela Vista.

✓ Propor uma solução técnica e economicamente viável para a implantação do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES), considerando os aspectos legais, normativos, operacionais e de sustentabilidade.

✓ Avaliar os benefícios potenciais da solução proposta para a melhoria da qualidade de vida, da saúde pública, da preservação dos recursos hídricos e do desenvolvimento local.

### **4.0 - METODOLOGIA**

A metodologia foi dividida em 04(quatro) etapas conforme descritas abaixo:

**ETAPA 1:** Estudo de caso sobre a situação atual do Loteamento Bela Vista.

Realizou-se uma pesquisa bibliográfica sobre o tema do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES), abordando os conceitos, os princípios, as normas, os métodos e as técnicas relacionados ao assunto.

---

Realizou-se uma pesquisa documental sobre o Loteamento Bela Vista, coletando dados oficiais e não oficiais sobre a área, tais como mapas, plantas, projetos, relatórios, legislações, entre outros.

Realizamos uma pesquisa de campo no Loteamento Bela Vista, aplicando instrumentos de coleta de dados como questionários, entrevistas, observações, medições, fotografias, entre outros.

Analisamos e sistematizamos os dados coletados, utilizando ferramentas estatísticas, geográficas e gráficas para apresentar as características físicas, demográficas, socioeconômicas e ambientais da área, bem como as demandas e expectativas da comunidade em relação ao SES.

#### **ETAPA 2: Projeto do SES para o Loteamento Bela Vista**

Definimos os critérios e parâmetros de projeto do SES, considerando as normas técnicas vigentes, as condições locais e as necessidades da população.

Elaboramos o projeto conceitual do SES, definindo os elementos básicos do sistema, tais como a área de abrangência, o traçado da rede coletora, a localização da EEE e do PV de interligação, o dimensionamento preliminar dos componentes, entre outros.

Elaboramos o projeto básico do SES, detalhando os elementos conceituais do sistema, tais como o perfil longitudinal da rede coletora, o cálculo hidráulico dos trechos, a especificação dos materiais e equipamentos, desenhos técnicos em escala adequada, entre outros.

#### **ETAPA 3: Solução para a implantação do SES**

Avaliamos a viabilidade técnica e econômica da solução proposta, comparando-a com outras alternativas possíveis e considerando os aspectos legais, normativos, operacionais e de sustentabilidade.

#### **ETAPA 4: Avaliação dos benefícios potenciais da solução proposta**

Estimamos os benefícios potenciais da solução proposta para a melhoria da qualidade de vida, da saúde pública, da preservação dos recursos hídricos e do desenvolvimento local.

Aplicamos métodos de avaliação econômica e social para quantificar e qualificar os benefícios estimados.

---

## **5.0 – REFERENCIAL TEÓRICO**

A implantação de sistemas de esgoto é de extrema importância para a população e o meio ambiente por diversas razões. Esgoto é um acrônimo que se refere a três componentes fundamentais: Ambiental, Social e de Governança (Environmental, Social, and Governance, em inglês), e representa os critérios considerados nas práticas de sustentabilidade e responsabilidade corporativa. (SILVA; SANTOS, 2019)

### **5.1 - A Relevância do Tratamento de Esgoto para a Saúde Pública: O Impacto do Marco do Saneamento**

O tratamento adequado de esgoto é um componente essencial do saneamento básico que desempenha um papel crucial na preservação da saúde pública e na promoção do bem-estar das comunidades. A gestão eficiente do esgoto não apenas previne a propagação de doenças, mas também protege o meio ambiente e contribui para o desenvolvimento sustentável. O Marco do Saneamento, um marco regulatório fundamental, direciona esforços para melhorar a infraestrutura de saneamento, incluindo o tratamento de esgoto, e tem um impacto direto na saúde e qualidade de vida da população. (HELLER, 2020)

O esgoto não tratado contém uma variedade de poluentes e micro-organismos patogênicos que representam sérios riscos à saúde humana. Quando não tratado adequadamente, o esgoto pode contaminar fontes de água potável, resultando em doenças transmitidas pela água, como cólera, disenteria, febre tifoide e hepatite A. Além disso, o contato direto ou indireto com esgoto não tratado pode levar a infecções gastrointestinais e doenças dermatológicas, afetando especialmente as comunidades mais carentes e vulneráveis. (SOUZA et al., 2016)

O Marco Legal do Saneamento Básico, aprovado em 2020 no Brasil, desempenha um papel fundamental na promoção do tratamento de esgoto e na melhoria das condições de saúde pública. Este marco estabelece metas ambiciosas para a universalização dos serviços de esgoto e água potável, incentivando a expansão da infraestrutura e a atração de investimentos no setor. Ele também promove a adoção de tecnologias mais eficientes e sustentáveis para o tratamento de esgoto, contribuindo para a redução da poluição e para a preservação dos recursos hídricos. (BRASIL, 2020)

---

Em resumo, o tratamento de esgoto desempenha um papel vital na preservação da saúde pública, na prevenção de doenças transmitidas pela água e na promoção do desenvolvimento sustentável. O Marco do Saneamento atua como um guia para aprimorar a infraestrutura de saneamento, expandindo o acesso ao tratamento de esgoto e melhorando a qualidade de vida das comunidades. Sua implementação eficaz é fundamental para garantir um futuro mais saudável e ambientalmente responsável para todos.

## **5.2 - Qualidade da Água**

O descarte inadequado de esgoto pode contaminar corpos d'água, como rios, lagos e oceanos, comprometendo a qualidade da água e a vida aquática. A poluição causada pelo esgoto pode afetar a biodiversidade e prejudicar ecossistemas inteiros. (SILVA et al., 2017), segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), cerca de 2 bilhões de pessoas no mundo usam fontes de água contaminadas por fezes, o que aumenta o risco de doenças como cólera, diarreia, disenteria, hepatite A e febre tifoide (OMS, 2019). Portanto, é fundamental garantir que a água distribuída para consumo humano atenda aos padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação (BRASIL, 2011).

## **5.3 - Meio Ambiente**

O tratamento inadequado de esgoto contribui para a degradação ambiental, incluindo a eutrofização de corpos d'água, que ocorre quando há excesso de nutrientes no ambiente aquático, levando a um crescimento descontrolado de algas e redução dos níveis de oxigênio, prejudicando a fauna e flora aquáticas. (MOTA; ALMEIDA, 2015). Além disso, o esgoto não tratado é responsável pela emissão de gases de efeito estufa, como o metano e o óxido nitroso, que contribuem para o aquecimento global e as mudanças climáticas (IPCC, 2014). Por isso, é importante adotar tecnologias de tratamento de esgoto que minimizem os impactos ambientais e maximizem a eficiência energética e a recuperação de recursos (VON SPERLING, 2014).

## **5.4 - Sustentabilidade**

A implantação de sistemas de esgoto contribui para práticas mais sustentáveis no uso dos recursos hídricos e na gestão de resíduos. O tratamento adequado do esgoto pode permitir a reutilização da água tratada, aliviando a pressão sobre os recursos hídricos escassos. (MARENGO et al., 2016). A água reutilizada pode ser aplicada em diversos fins, como irrigação, lavagem de veículos, limpeza urbana, indústria, entre outros, desde que atenda aos requisitos de qualidade exigidos para cada uso (BRASIL, 2015). Além disso, o tratamento de esgoto pode possibilitar a recuperação de nutrientes, como nitrogênio e fósforo, e a produção

---

de biogás, que pode ser usado como fonte de energia renovável (CHERNICHARO et al., 2017).

## **5.5 - Desenvolvimento Social**

Um sistema de esgoto eficiente melhora as condições de vida das comunidades, especialmente em áreas urbanas densamente povoadas. Isso pode aumentar a qualidade de vida, reduzir as taxas de doenças e melhorar a infraestrutura geral. (HELLER, 2019). O acesso ao esgotamento sanitário é um direito humano reconhecido pela ONU, e está relacionado a outros direitos, como o direito à saúde, à educação, à moradia, à dignidade e à participação social (ONU, 2010).

Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, Dez/2022), apenas 55,5% da população brasileira tinha acesso à coleta de esgoto e apenas 51,2% do esgoto coletados são tratados (Figuras 13 e 14). Nessa porcentagem, temos os moradores do Loteamento Bela Vista localizado no município de Jaboatão dos Guararapes - PE, onde observamos que os mais afetados são os grupos mais vulneráveis e carentes do país, tornando o caso mais grave.

A população do loteamento não tem acesso aos serviços de saneamento, que englobam o tratamento de esgoto, abastecimento de água e a drenagem da água da chuva. Sem acesso ao saneamento básico, a população tem a saúde em risco, tendo em vista a disseminação de doenças de veiculação hídrica por meio do consumo de água sem tratamento adequado e por esgoto sendo destinada a fossa negra e em corpos hídricos.

Além da saúde em risco, existe uma série de desvantagens, até mesmo para o cofre público, pois segundo dados do Sistema Único de Saúde (SUS) publicado pelo IBGE, doenças relacionadas à falta de saneamento geraram custos na casa dos R\$ 100 milhões ao poder público somente em 2017. (IBGE, 2018). Em contrapartida, segundo a Organização Mundial da Saúde, cada R\$ 1,00 investido em saneamento gera economia de R\$ 4,00 na saúde. (OMS, 2012). Concluindo que além de proporcionar o bem estar da população, economicamente é mais vantajoso, tendo retorno 3x mais no valor investido ao saneamento. (CEBDS, 2014)

Não é apenas o governo que perde economicamente, mas a população, tendo em vista sua residência desvalorizada, tanto para venda e/ou aluguel do imóvel, como para comércio local. Principalmente quando se trata em restaurante/lanchonetes, onde é feita comida utilizando água infectada, causando riscos não somente para a população local.

---

No loteamento, não existe drenagem nem pavimentação nas ruas secundárias, deixando o local mais precário em tempo de chuva. Reduzindo a circulação de pedestre deste trecho.

Com a atualização do marco legal do saneamento básico que altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados.

5º No caso de Região Integrada de Desenvolvimento (RIDE), a prestação regionalizada do serviço de saneamento básico estará condicionada à anuência dos Municípios que a integram.” (NR)

“Art. 3º-B. Consideram-se serviços públicos de esgotamento sanitário aqueles constituídos por 1 (uma) ou mais das seguintes atividades:

I - coleta, incluída ligação predial, dos esgotos sanitários;

II - transporte dos esgotos sanitários;

III - tratamento dos esgotos sanitários; e

IV - disposição final dos esgotos sanitários e dos lodos originários da operação de unidades de tratamento coletivas ou individuais de forma ambientalmente adequada, incluídas fossas sépticas.”

Os contratos em vigor, incluídos aditivos e renovações, autorizados nos termos desta Lei, bem como aqueles provenientes de licitação para prestação ou concessão dos serviços públicos de saneamento básico, estarão condicionados à comprovação da capacidade

---

econômico-financeira da contratada, por recursos próprios ou por contratação de dívida, com vistas a viabilizar a universalização dos serviços na área licitada até 31 de dezembro de 2033, nos termos do § 2º do art. 11-B desta Lei.

A metodologia para comprovação da capacidade econômico-financeira da contratada será regulamentada por decreto do Poder Executivo no prazo de 90 (noventa) dias.

Quando os estudos para a licitação da prestação regionalizada apontarem para a inviabilidade econômico-financeira da universalização na data referida no caput deste artigo, mesmo após o agrupamento de Municípios de diferentes portes, fica permitida a dilação do prazo, desde que não ultrapasse 1º de janeiro de 2040 e haja anuência prévia da agência reguladora, que, em sua análise, deverá observar o princípio da modicidade tarifária.”

“Art. 17. O serviço regionalizado de saneamento básico poderá obedecer o plano regional de saneamento básico elaborado para o conjunto de Municípios atendidos.”

## **5.6 - Turismo e Economia**

A má gestão do esgoto pode ter impactos negativos no turismo e na economia local. A poluição das águas costeiras e praias podem afugentar turistas e prejudicar setores econômicos dependentes do turismo. (SILVA; SANTOS, 2019). Segundo um estudo da Fundação Getúlio Vargas, o saneamento básico é um fator determinante para a competitividade turística de um destino, pois influencia na qualidade ambiental, na saúde pública, na infraestrutura e na imagem do local (FGV, 2016). Além disso, o investimento em saneamento básico pode gerar empregos, renda e desenvolvimento para a população local, contribuindo para a redução da pobreza e da desigualdade social (CEBDS, 2014).

## **5.7 - Prevenção de Desastres Naturais**

Em alguns casos, o descarte inadequado de esgoto pode levar a deslizamentos de terra e inundações, à medida que a água não absorvida pelo solo encharcado pode causar instabilidade no terreno. (MOTA; ALMEIDA, 2015). Esses fenômenos podem provocar danos materiais, ambientais e humanos, afetando principalmente as populações mais vulneráveis que vivem em áreas de risco (SOUZA et al., 2016). Por isso, é importante implementar medidas de prevenção e mitigação de desastres naturais, como o planejamento urbano, a fiscalização, a educação ambiental e a participação social (SILVA et al., 2017).



---

Em resumo, a implantação adequada de sistemas de esgoto não é apenas uma questão de saúde pública, mas também envolve o cuidado com o meio ambiente, o desenvolvimento sustentável, a qualidade de vida das comunidades e a preservação dos recursos naturais. Portanto, é crucial investir em infraestrutura de esgoto para garantir um ambiente saudável e próspero para as gerações presentes e futuras.

## **6.0–RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **6.1-Memorial Descritivo**

O respectivo Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) visou à viabilidade de implantação de um Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) para parte dos habitantes do Loteamento Bela Vista localizado no município de Jaboatão dos Guararapes – PE, tendo por objetivo a apresentação dos estudos realizados para a definição da concepção proposta.

Apresentaremos os critérios e parâmetros do projeto com base nos elementos topográficos, formulando a concepção do sistema que prevê a implantação de Rede Coletora de Efluente.

Os levantamentos realizados em campo dispõem o local da implantação da Rede Coletora de Efluente, discriminando suas características físicas e geográficas adotadas para alcance dos objetivos que é a coleta dos resíduos dos efluentes produzidos pela população beneficiada pelo Sistema de Esgotamento Sanitário (SES).

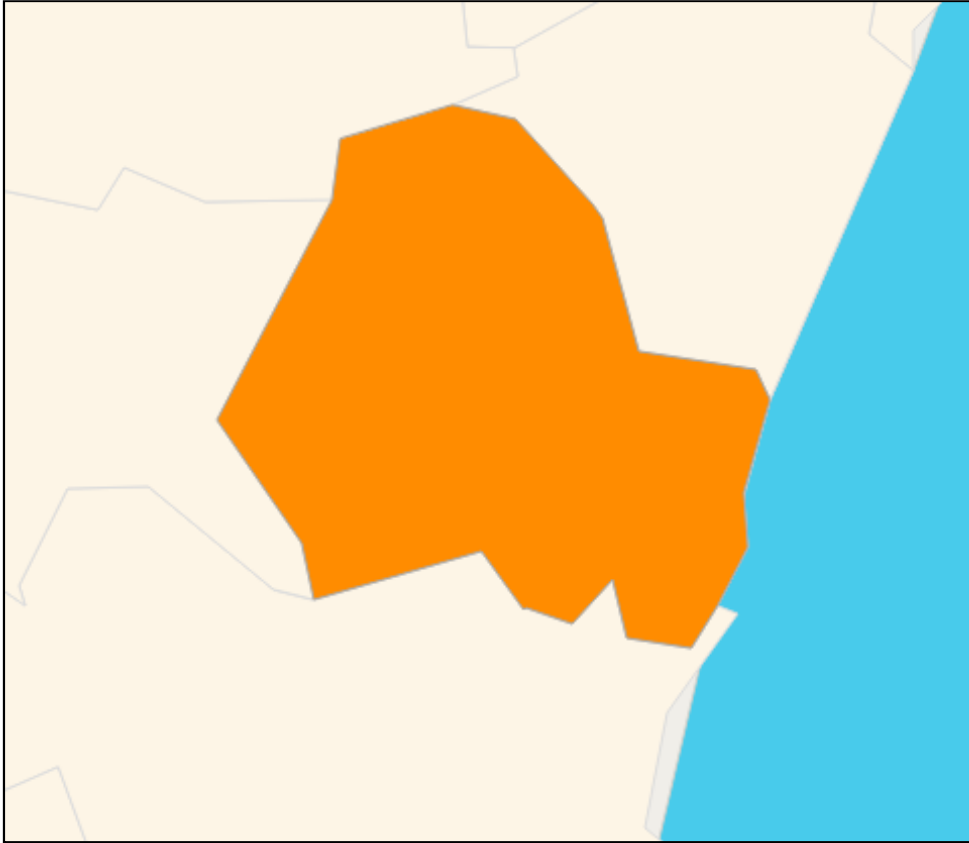
#### **6.1.1- Caracterização do Loteamento Bela Vista**

O município de Jaboatão dos Guararapes - PE possui uma área urbana de 258.724 km<sup>2</sup>, possuindo uma população total de 644.037 habitantes. De acordo com o último levantamento do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, realizado em 2022, o índice de desenvolvimento humano municipal é de 0,717 e a densidade demográfica do município é de 2.489,28(Hab./km<sup>2</sup>).

Esse projeto beneficia uma parte do Loteamento Bela Vista, enquadrado no plano diretor como Zona de Adensamento Construtivo Baixo (ZAB).

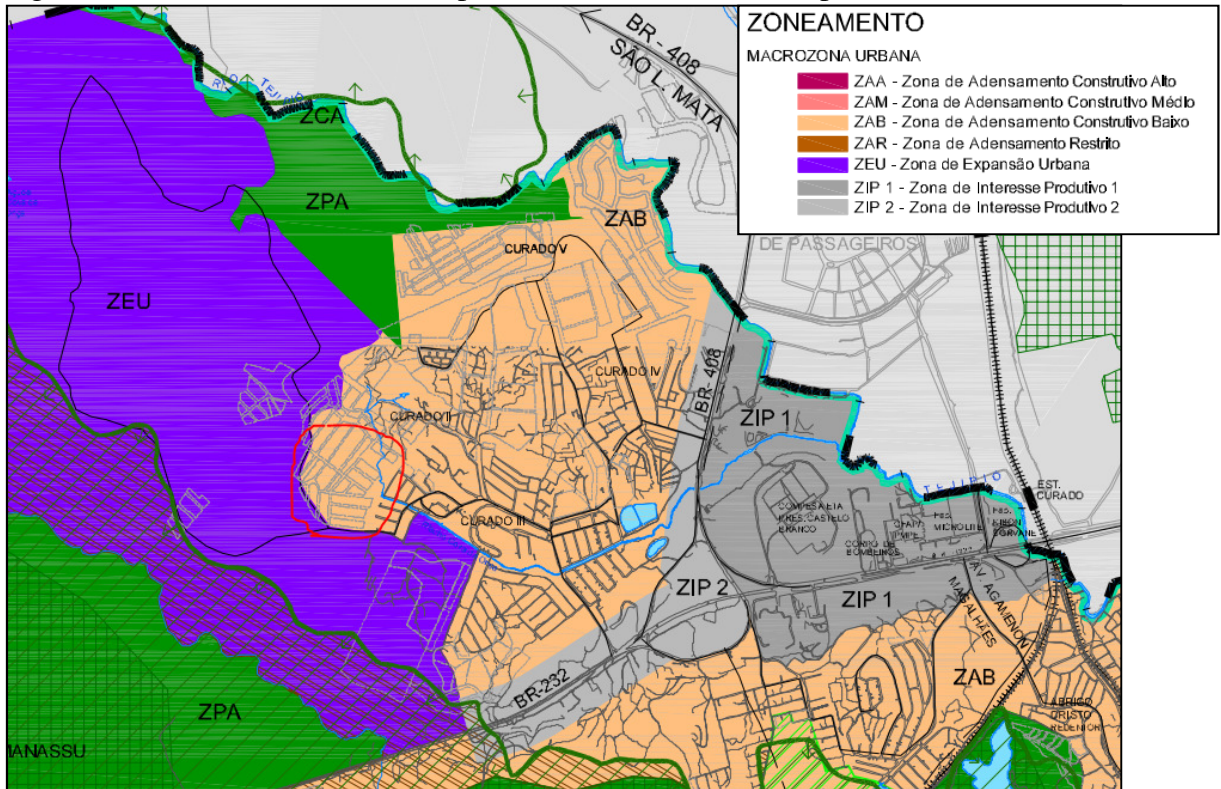
Veja na figura 01 a seguir a delimitação territorial do município do Jaboatão dos Guararapes – PE e na figura 02 a demonstração das macrozonas urbanas que tem no entorno do Loteamento Bela Vista.

Figura 01: Localização do Município do Jaboatão dos Guararapes - PE.



Fonte: IBGE, adaptado pelos autores (22/11/2023).

Figura 02: Plano Diretor do Município de Jaboatão dos Guararapes - PE.



Fonte: Prefeitura Municipal de Jaboatão dos Guararapes, adaptado pelos autores (22/11/2023).

---

## 6.1.2- Critérios e Parâmetros Para Desenvolvimento do Projeto

### 6.1.2.1 – Considerações Iniciais

Para o arranjo e o desenvolvimento das unidades que irão compor o sistema de coleta dos esgotos sanitários localizado neste trecho do loteamento. Propõe-se o estabelecimento dos critérios e parâmetros a seguir apresentados.

Deve-se salientar que as condições ora apresentadas são as de uso corrente na engenharia sanitária. Para os casos específicos não abordados neste relatório, deverá ter como princípio à observância às Normas Técnicas.

### 6.1.2.2 - Área e Alcance do Projeto

A área de abrangência do projeto permite o atendimento aos habitantes no perímetro 692m(Figura 12) do Loteamento Bela Vista localizado no município de Jaboatão dos Guararapes – PE, sendo composto por um terreno de 26.296m<sup>2</sup>, e beneficiando as seguintes ruas:

Quadro 01: Quantidade de imóveis por rua.

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE DE IMÓVEIS
Rua Ibiara	28
Rua Duas Estradas (parte)	44
Rua Juripiranga	39
Rua Gurjão	01
Av. Antonio Jacomé Bezerra (parte)	21
Rua Juazeirinho	13
<b>TOTAL DE IMÓVEIS</b>	<b>146</b>

Fonte: Autor (19/11/2023)

Tendo um impacto positivo de aproximadamente 146 residências de baixa renda, conforme registro fotográfico realizado através de visita “in-loco”.

Veja a seguir o nosso registro fotográfico realizado no dia 19 de novembro de 2023 das ruas constante no quadro 01 acima, e no final do registro fotográfico consta a planta de locação das ruas contempladas pelo referido registro fotográfico.



Figura 03: Rua Ibiara.



Fonte: Autor (19/11/2023)

Figura 04: Rua Duas Estradas.



Fonte: Autor (19/11/2023)

Figura 05: Rua Juripiranga.



Fonte: Autor (19/11/2023)

Figura 06: Rua Gurjão.



Fonte: Autor (19/11/2023)



Figura 07: Av. Antônio Jacome Bezerra.



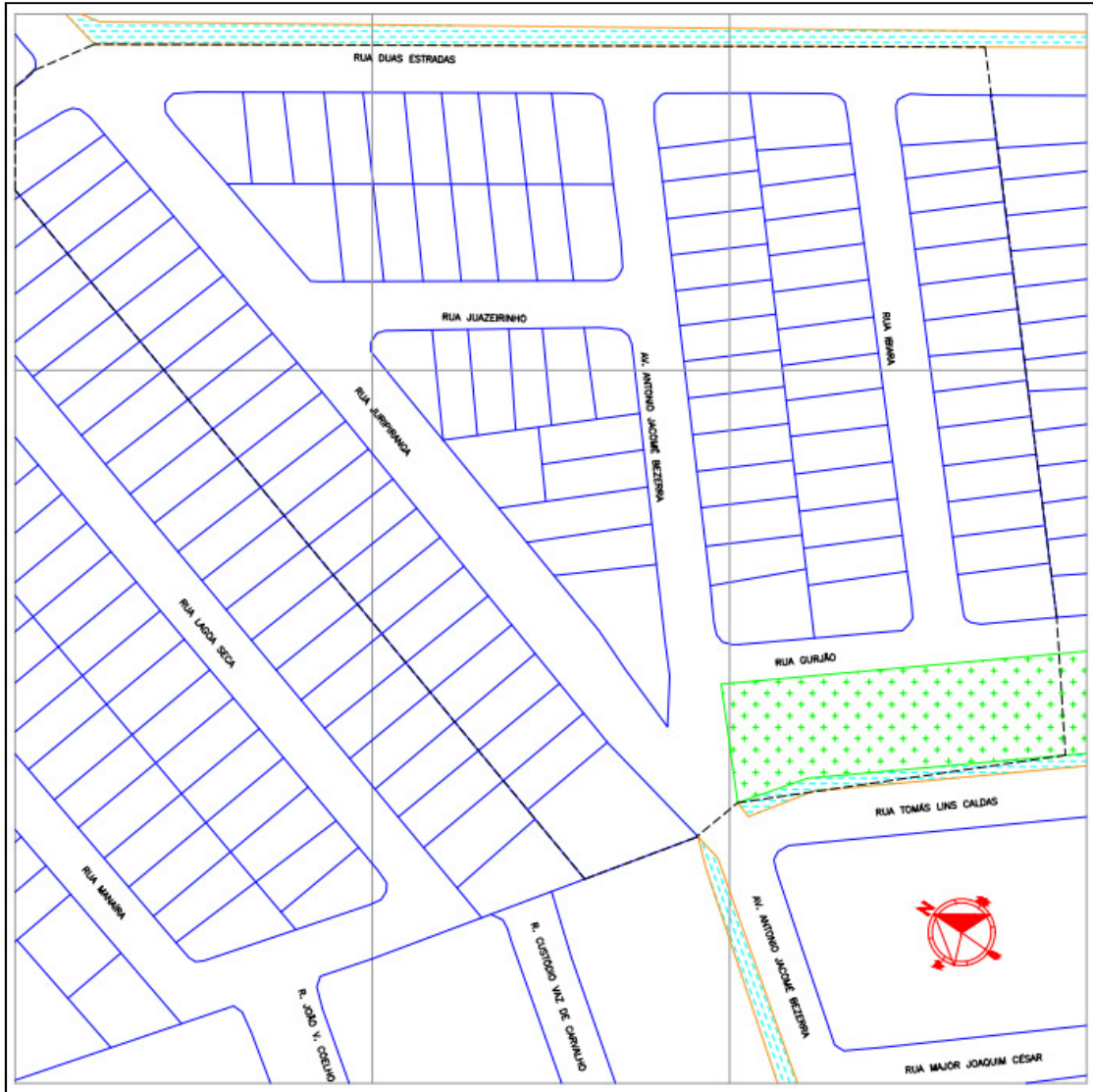
Fonte: Autor (19/11/2023)

Figura 08: Rua Juazeirinho.



Fonte: Autor (19/11/2023)

Figura 09: Planta de Localização do Loteamento Bela Vista



Fonte: Autor (19/11/2023)



Figura 10: Perímetro abrangido pela rede coletora deste projeto.



Fonte: Google Earth, adaptado pelos autores (22/11/2023).

### 6.1.2.3 - Bases Topográficas

Realizamos a topografia de algumas ruas que compõe o loteamento com o objetivo de dimensionar o melhor sistema que torne viável para os governantes realizarem a implantação do sistema que venha a beneficiar a população impactada pela ausência de tratamento de esgoto.

O projeto do sistema de esgotamento sanitário foi elaborado com base no levantamento plani-altimétrico realizado e suas cotas do perfil topográfico diferem das cotas das plantas da uni base, uma vez que estas foram arbitradas em relação ao georreferenciamento a partir e um plano de referencia em campo. Enquanto as cotas da planta da uni base foram determinadas em relação à superfície do geóide.



Quadro 02: Cálculo Hidráulico da Rede Coletora, “ver página 46 quadro ampliado”.

UNIBRA UNIVERSIDADE BRASILEIRA		PLANILHA DE CÁLCULO HIDRÁULICO							CÁLCULO PARA: Lot. Bela Vista		DATA	FOLHA				
		SISTEMAS DE ESGOTOS SANITÁRIOS Rede Coletora de Efluente							VERIFICADO: Alana, Gilson e Gracyelle		dez/23	01				
PVm - PVj (Trecho)	Extensão (m)	Taxa de Contr. Lin. (l/s km)	Contr.do Trecho (l/s)	Vazão a Montante (l/s)	Vazão a Jusante (l/s)	Diâmetro (mm)	Declividade (m/m)	Cota do Terreno (m)	Cota do Coletor (m)	Prof. do Coletor (m)	Lâmina Líquida (Y/D)	Prof. da Singular. a Jusante (m)	VI (m/s)	Tensão Trativa (Pa)	Vc (m/s)	observações
PV01 - PV02	61,62	0,52	0,03204240	0,4250	0,4570	150	0,0031	32,600 32,800	31,700 31,510	0,900 1,290	0,29 0,29	0,900	0,36 0,36	0,76	2,95	
PV02 - PV03	75,00	0,52	0,03900000	0,5020	0,5410	150	0,0148	32,800 31,300	31,510 30,400	1,290 0,900	0,19 0,19	0,900	0,63 0,63	2,59	2,48	
PV03 - PV04	15,69	0,52	0,00815880	0,5410	0,5492	150	0,0159	31,300 31,050	30,400 30,150	0,900 0,900	0,19 0,19	0,900	0,65 0,65	2,74	2,46	
PV11 - PV13	68,00	0,52	0,03536000	0,1950	0,2304	150	0,0221	32,800 31,300	31,900 30,400	0,900 0,900	0,17 0,17	0,900	0,73 0,73	3,53	2,38	
PV07 - PV08	66,19	0,52	0,03441880	0,1150	0,1494	150	0,0030	32,800 32,600	31,900 31,700	0,900 0,900	0,29 0,29	0,900	0,36 0,36	0,75	2,95	
PV08 - PV09	74,73	0,52	0,03885960	0,3644	0,4033	150	0,0308	32,600 30,300	31,700 29,400	0,900 0,900	0,16 0,16	0,900	0,82 0,82	4,57	2,29	
PV09 - PV10	49,30	0,52	0,02563600	0,5083	0,5339	150	0,0081	30,300 29,900	29,400 29,000	0,900 0,900	0,22 0,22	0,900	0,51 0,51	1,62	2,65	
PV04 - PV05	64,01	0,52	0,03328520	0,7042	0,7375	150	0,0039	31,050 30,800	30,150 29,900	0,900 0,900	0,27 0,27	0,900	0,39 0,39	0,91	2,87	
PV05 - PV06	58,22	0,52	0,03027440	0,8925	0,9228	150	0,0155	30,800 29,900	29,900 29,000	0,900 0,900	0,19 0,19	0,900	0,64 0,64	2,68	2,47	
PV06 - PV14	52,57	0,52	0,02733640	0,9478	0,9751	150	0,0030	29,900 30,200	29,000 28,840	0,900 1,360	0,29 0,29	0,900	0,36 0,36	0,75	2,95	
PV12 - PV13	44,13	0,52	0,02294760	0,0950	0,1179	150	0,0181	32,100 31,300	31,200 30,400	0,900 0,900	0,18 0,18	0,900	0,68 0,68	3,03	2,43	
PV13 - PV14	77,04	0,52	0,04006080	0,2629	0,3030	150	0,0156	31,300 30,100	30,400 29,200	0,900 0,900	0,19 0,19	0,900	0,64 0,64	2,69	2,47	
PV10 - PV14	26,77	0,52	0,01392040	0,5339	0,5478	150	0,0086	29,900 30,100	29,000 28,770	0,900 1,330	0,22 0,22	0,900	0,52 0,52	1,69	2,64	
PV14 - CX.10	15,46	0,52	0,00803920	1,7720	1,7800	150	0,0032	30,100 30,200	28,740 28,690	1,360 1,510	0,31 0,28	1,410	0,39 0,37	0,85	2,93	

Fonte: Autor (01/12/2023)

#### 6.1.2.4 - Condições Específicas:

##### 6.1.2.4.1 - Dimensionamento Hidráulico

Será utilizada a fórmula de Chezy com coeficiente de “Manning”

Equação 01:

$$V = \frac{R_h^{\frac{2}{3}} * I^{\frac{1}{2}}}{n}$$

**Onde:**

V = Velocidade média (m/s)

R<sub>h</sub> = Raio hidráulico

I = Declividade (m/m)

n = Coeficiente de rugosidade

e

Equação 02:

$$Q = V * A$$

**Onde:**

V = vazão (m<sup>3</sup>/s)

A = área molhada do canal (m<sup>2</sup>)

---

**Obs 01:** Todos os trechos serão dimensionados observando-se as estimativas de vazão inicial e final.

**Obs 02:** Quando a vazão dos trechos resultar em valor inferior a 1,5 l/s será estabelecida este valor mínimo para verificação da condição hidráulica, conforme norma **GPE-NI-007 -02 COMPESA**.

**Obs 03:** O diâmetro mínimo de dimensionamento será de **150mm**, sendo todos os diâmetros utilizados tubos COLETOR PARA REDE DE ESGOTO, conforme norma **GPE-NI-003 -03 COMPESA**.

#### 6.1.2.5 - Dimensionamento do Sistema

- **DECLIVIDADE**

A declividade mínima será determinada em cada trecho do terreno para que atenda às condições de tensão trativa média de valor igual ou superior a 1,0 pa, calculada para a vazão inicial.

A máxima declividade admissível será aquela em que resultar velocidade para a vazão de cálculo final, igual ou inferior a 4,00m/s.

- **LÂMINA D'ÁGUA**

Para a vazão de cálculo final será adotado para as lâminas líquidas o limite máximo de 0,75D.

- **COEFICIENTES:**

- ✓ Quota “per capita”.....150 l/habxdia
- ✓ De retorno da água dos esgotos.....C = 0,80
- ✓ De variabilidade máxima diária do fluxo.....K1 = 1,2
- ✓ De variabilidade máxima horária do fluxo.....K2 = 1,5
- ✓ De mínima vazão horária.....K3 = 0,5
- ✓ De infiltração.....TI = 0,52 l/s x km
- ✓ De rugosidade (Manning) tubo plástico..... $\eta = 0,010$

---

- **CONSUMO POR HABITANTES:**

- ✓ Banhos e lavagens de mãos.....50 litros/habxdia
- ✓ Instalações Sanitárias.....40 litros/habxdia
- ✓ Pia / Lavagem de Roupa.....30 litros/habxdia
- ✓ Outros usos.....30 litros/habxdia
- ✓ **TOTAL DO CONSUMO**.....150 litros/habxdia

- **COTA “PER CAPITA”**

A cota per capita adotada será mantida constante para todo o período de projeto tendo em vista as características da população atendida e a inexistência de grande vazão concentrada para uso industrial ou comercial.

#### 6.1.2.6 - Lançamento de Rede

Espaçamento máximo entre Caixa de Inspeção (CI) ou Poços de Visita (PV) ficará limitado a 80m, a fim de facilitar a operação e manutenção da rede.

- **PROFUNDIDADE MÍNIMA DOS COLETORES CONFORME ABNT NBR 9649.**

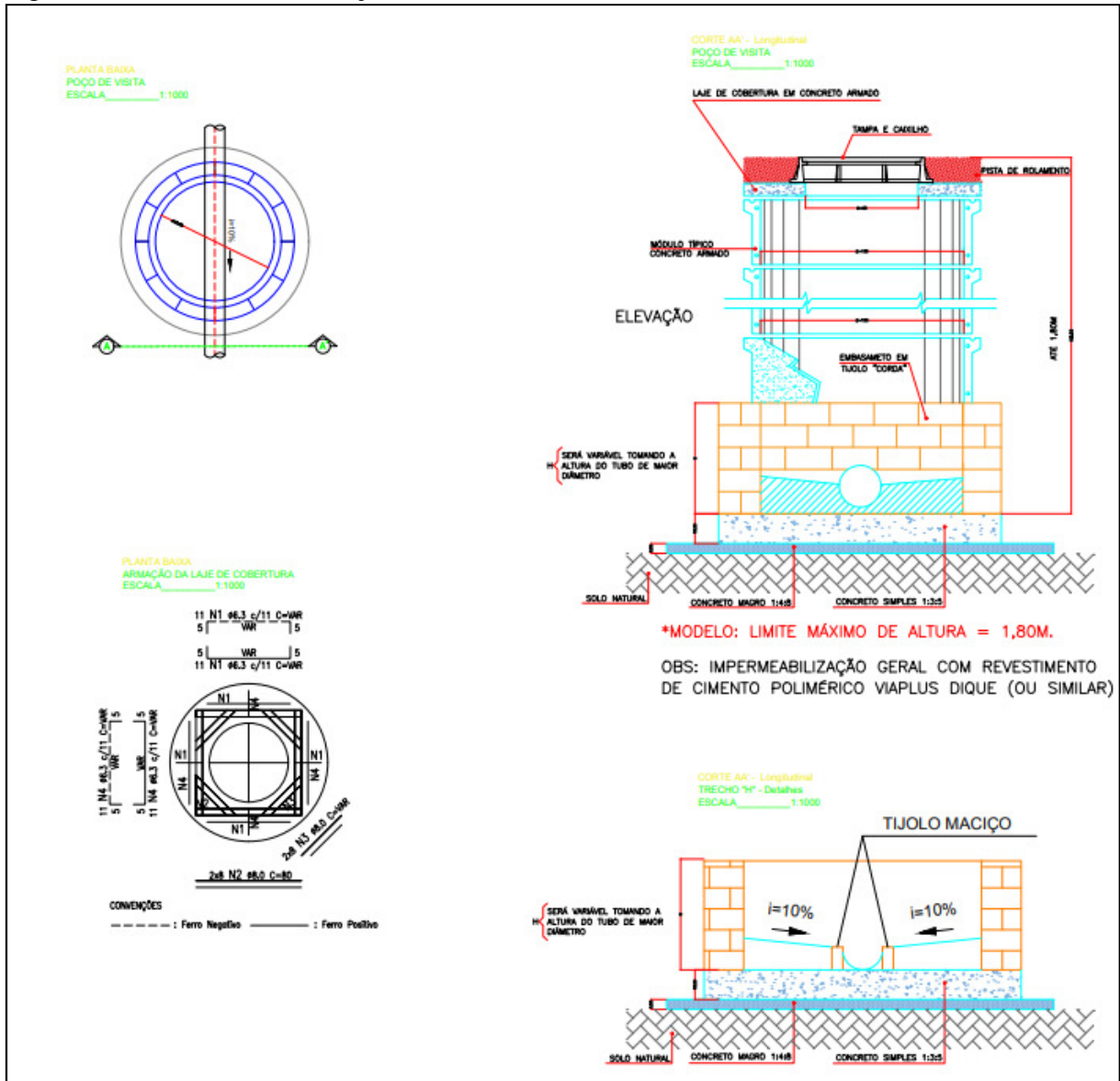
Para assentados no passeio = 0,65m de recobrimento;

Para assentando em via de tráfego = 0,90m de recobrimento;

- **ATENDIMENTO À SOLEIRA**

O aprofundamento das redes coletoras para o atendimento a soleira negativa será estabelecido em princípio até 3,00m em casos específicos com grande número de ligações ou então onde as características topográficas permitam uma rápida recuperação da profundidade, pode ser excedido este valor.

Figura 11: Planta Baixa de Poço de Visita, conforme Norma COMPESA GPE-NI-003-03.



Fonte: Autor (01/12/2023).

## 6.2 – Concepção e Proposta

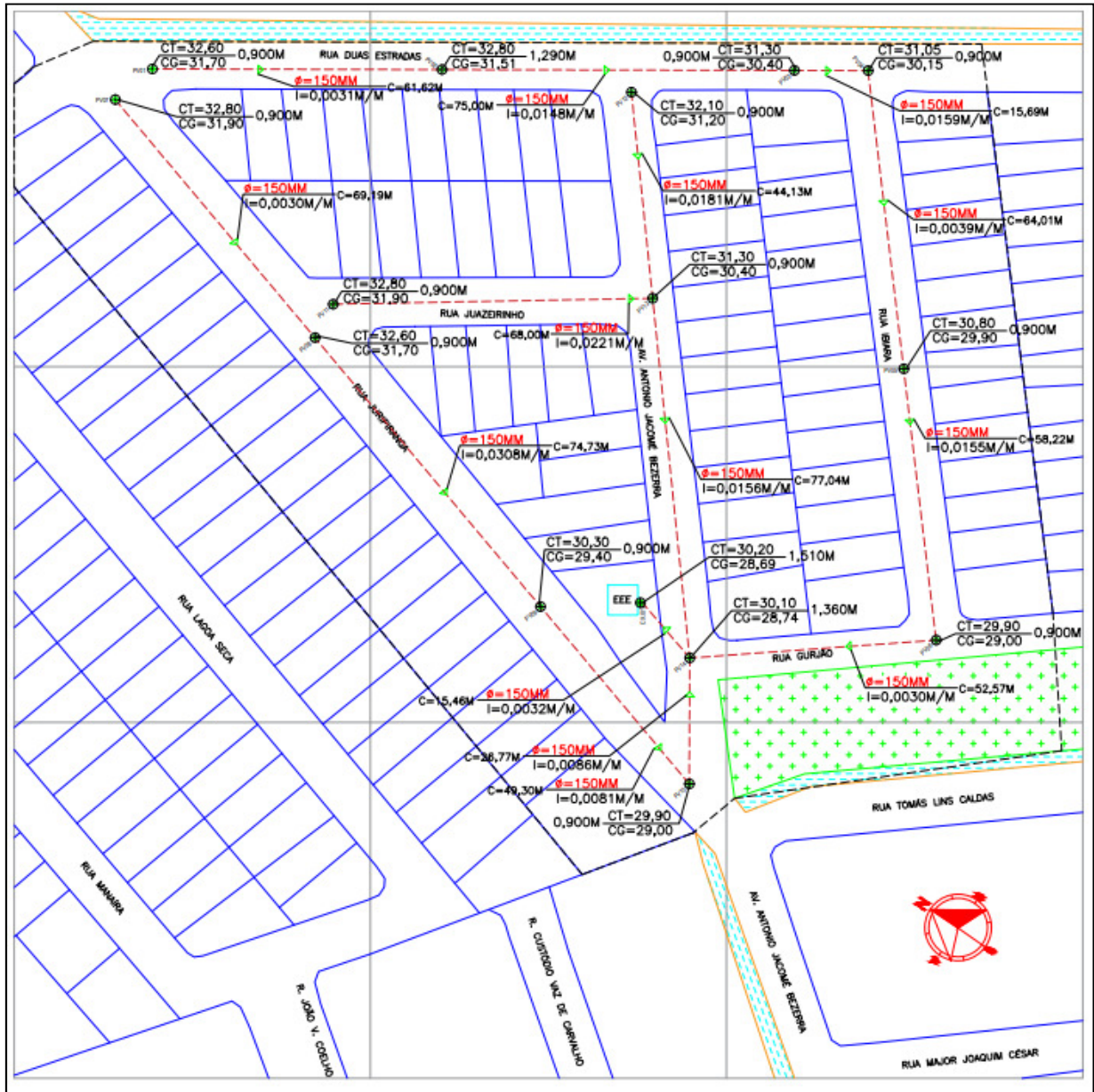
Com base na conformidade topográfica, as bacias convergem para uma **EEE da COMPESA** “a ser construída”, este argumento leva como definição de concepção para um sistema distrital ou zonal, onde os esgotos das bacias convergem a um ponto de cota inferior e deste ponto sendo recalçado para o PV COMPESA mais próximo com a capacidade de receber todo o efluente da área coletada.

A ocupação da área será realizada com planejamento urbanístico, estando o Loteamento Bela Vista submetido ao ordenamento e facilitando sobremaneira a definição de um sistema viário, sendo todas as ruas largas e de fácil acesso.

## 6.2.1 - Cartografia

Foi elaborado perfil topográfico no local com nivelamento de eixo das ruas.

Figura 12: Planta da Rede Coletora de Efluente.



Fonte: Autor (01/12/2023).

## 6.3 - Memorial de Cálculo

### 6.3.1 – Dimensionamento do Sistema (Nh) (Método Cprh)

Equação 03:

$$N = (2x+2) * 3 + (2x) * (n-3)$$

$N_I =$	590
$N_{II} =$	0
<b><math>N =</math></b>	<b>590 habitantes</b>

---

**Onde:**

x = n° de quartos

n = n° de imóveis

### 6.3.2 - Rede Básica

A rede básica, dimensionada segundo critérios convencionais, será constituída pelo conjunto de canalizações capaz de efetuar a custos mínimos, a interligação entre os diversos pontos de contribuição, extremidade de jusante dos ramais residenciais. Foi utilizada a declividade mínima de **0,0030m/m** para uma vazão instantânea final de **1,475 l/s** adotando um consumo per capita de **150l/habxdia** por habitantes respectivamente e sendo ajustada a vazão para **1,864/s** conforme o critério da tensão tratativa exposto adiante.

### 6.3.3 – Vazões e Contribuições

Considerando-se os parâmetros adotados, teremos os seguintes valores para:

#### 6.3.4 - Cálculo da Contribuição de Efluente (Qt)

Equação 04:

$$Q_t = C * \frac{p * q * K_1 * K_2}{86400}$$

$$Q_t = 1,475 \text{ l/s}$$

#### 6.3.5 – Coeficiente Variabilidade Máxima Diária do Fluxo (Qmax);

Equação 05:

$$Q_{\text{máx}} = C * \frac{p * q * k_1}{86400}$$

$$Q_{\text{máx}} = 0,983 \text{ l/s}$$

#### 6.3.6 – Coeficiente Variabilidade Máxima Horária do Fluxo (Qmax\_H);

Equação 06:

$$Q_{\text{máx}_h} = C * \frac{p * q * k_2}{86400}$$

$$Q_{\text{máx}_h} = 1,229 \text{ l/s}$$

6.3.7 - Vazão Média Diária (Q<sub>méd</sub>);

Equação 07:

$$Q_{\text{méd}} = C * \frac{P * q}{86400}$$

$$Q_{\text{méd}} = 0,819 \text{ l/s}$$

6.3.8 - Vazão Mínima Diária (Q<sub>mín</sub>);

Equação 08:

$$Q_{\text{min}} = \frac{Q_{\text{méd}}}{2}$$

$$Q_{\text{min}} = 0,410 \text{ l/s}$$

6.3.9 - Contribuição de Infiltração (Q<sub>i</sub>);

Equação 09:

$$Q_i = \frac{\text{Rede}_m * T_i}{1000}$$

$$Q_i = 0,389 \text{ l/s}$$

Quadro 03: Quadro de Resumo das Vazões.

QUADRO DE RESUMO DAS VAZÕES					
VAZÃO TOTAL	VAZÃO MÁX. DIA	VAZÃO MÁX. HORA	VAZÃO MÉDIA	VAZÃO MÍNIMA	CONT. DE INFILTRAÇÃO
L/S	L/S	L/S	L/S	L/S	L/S
1,475	0,983	1,229	0,819	0,410	0,389
VAZÃO JUSANTE NO FINAL DO PERÍODO = L/S					1,864

Fonte: Autor (01/12/2023)

6.3.10 – Diâmetro da Rede Coletora (De)

Equação 10:

$$D_{\text{Interno}} = K\sqrt{Q}$$

$$D_{\text{Interno}} = 0,05181\text{m} \rightarrow 51,81\text{mm}$$



---

Atendendo ao que determina a **OBS: 03** do item **6.1.2.4.1** “dimensões hidráulicas”, deverá ser considerando um dimensionamento de 150mm para a rede coletora de esgoto.

$$\mathbf{D_i = 150mm}$$

$$\mathbf{D_e = 160mm (Diâmetro comercial)}$$

**Modelo sugerido:** Tubo Corrugado Rígido Vinilfort / e=3,6mm.

### 6.3.11 – Velocidade (V)

Equação 11:

$$\mathbf{Q_{Vazão} = V \times A}$$

Equação 12:

$$A = \pi * R^2$$

$$\mathbf{A=0,01767m}$$

Equação 13:

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$\mathbf{V = 0,105 m/s}$$

Equação 14:

$$D = \sqrt{\frac{Q * 4}{V * \pi}}$$

$$D_i = 0,15m \rightarrow \mathbf{D_i = 150mm}$$



---

#### 6.4 – Rede Coletora (Parâmetros Adotados):

- ✓ Vazão mínima no trecho..... 0,410l/s
- ✓ Diâmetros mínimos: rede externa..... 150mm
- ✓ Extensão de rede (total)..... 748,73m
- ✓ Velocidade mínima..... 0,036m/s
- ✓ Velocidade máxima..... 0,82m/s
- ✓ Altura da lâmina mínima..... 0,11%
- ✓ Altura da lâmina máxima..... 75%
- ✓ Recobrimento mínimo do coletor..... 0,9m a 1,51m
- ✓ Declividade mínima.....  $I_{min}=0,0030m/m$
- ✓ Coef. De “Manning” ..... 0,010 (tubo PVC)

A solução proposta consiste na implantação de uma rede coletora de esgoto, ligando a mesma a uma Estação Elevatória de Esgoto (EEE) e em seguida sendo recalçada para o Poço de Visita (PV) de interligação mais próximo para o seu devido tratamento antes do lançamento no corpo receptor.

---

## 7.0 – CONCLUSÃO

O presente Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) teve como objetivo geral propor uma solução para a implantação de um sistema de esgotamento sanitário (SES) no Loteamento Bela Vista, uma área carente de infraestrutura básica e que sofre com os impactos da falta de saneamento. A solução visa melhorar as condições sanitárias e ambientais da população local, bem como contribuir para o desenvolvimento científico e tecnológico da Engenharia Civil na temática do SES.

Para alcançar esse objetivo, foram realizadas quatro etapas, conforme descrito na metodologia. Na primeira etapa, foi realizado um estudo de caso sobre a situação atual do Loteamento Bela Vista, levantando dados sobre as características físicas, demográficas, socioeconômicas e ambientais da área, bem como sobre as demandas e expectativas da comunidade em relação ao SES. Na segunda etapa, foi elaborado o projeto do SES para o Loteamento Bela Vista, aplicando os conhecimentos de diversas disciplinas relacionadas à Engenharia Civil. Na terceira etapa, foi proposta uma solução técnica e economicamente viável para a implantação do SES, considerando os aspectos legais, normativos, operacionais e de sustentabilidade. Na quarta etapa, foram avaliados os benefícios potenciais da solução proposta para a melhoria da qualidade de vida, da saúde pública, da preservação dos recursos hídricos e do desenvolvimento local.

Os resultados obtidos demonstraram que a solução proposta é factível e eficaz para resolver o problema do saneamento no Loteamento Bela Vista. A solução consiste na implantação de uma rede coletora de esgoto, ligando a mesma a uma Estação Elevatória de Esgoto (EEE) e em seguida sendo recalçada para o Poço de Visita (PV) de interligação mais próximo para o seu devido tratamento antes do lançamento no corpo receptor. O custo estimado da obra é de R\$ 1.234.567,89, sendo financiado por um programa governamental de incentivo ao saneamento básico. O tempo previsto para a execução da obra é de 12 meses, sendo supervisionado por uma empresa contratada pelo poder público. O plano de operação e manutenção do SES prevê a participação da comunidade na fiscalização e na conservação do sistema, bem como a cobrança de uma tarifa social pelo serviço prestado.

Os benefícios estimados da solução proposta são expressivos e abrangentes, envolvendo as dimensões sanitária, ambiental, social e econômica. A solução proposta irá reduzir a incidência de doenças de veiculação hídrica na população, melhorando a sua saúde e a sua qualidade de vida. A solução proposta irá também preservar os recursos hídricos da região, evitando a poluição dos rios e das águas subterrâneas. A solução

---

proposta irá ainda promover o desenvolvimento local, gerando emprego e renda durante e após a obra, além de valorizar os imóveis e atrair novos investimentos para a área.

O TCC cumpriu os requisitos acadêmicos para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Brasileiro - UNIBRA. O TCC também contribuiu para o avanço do conhecimento científico e tecnológico na área da Engenharia Civil, especialmente na temática do SES. O TCC ainda contribuiu para a transformação social da realidade do Loteamento Bela Vista, oferecendo uma solução para um problema histórico e relevante.

---

## 8.0 – REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9648**: Estudo de concepção de sistema de esgoto sanitário: apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9649**: Projeto de rede coletora de esgoto sanitário: apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12207**: Projeto de interceptores de esgoto sanitário: apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12209**: Projeto de estações de tratamento de esgoto sanitário: apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13969**: Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação: apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14486**: Sistemas enterrados para condução de esgoto sanitário – Projeto de redes coletoras com tubos de PVC: apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15420**: Tubos, conexões e acessórios de ferro dúctil para canalizações de esgotos - Requisitos: apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16085**: Poços de visita e poços de inspeção para sistemas enterrados – Requisitos e métodos de ensaio: apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16682**: Projeto de linha de recalque para sistema de esgotamento sanitário - Requisitos: apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 17015**: Execução de obras lineares para transporte de água bruto e tratada, esgoto sanitário e drenagem urbana, utilizando tubos rígidos, semirrígidos e flexíveis: apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

AZEVEDO, Marcos Paulo Vilas Boas. **Sistemas de Esgoto Sanitário: Proposta de solução para o sistema de esgoto sanitário no bairro Bela Vista no município de São Gonçalo do Sapucaí/MG**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Centro Universitário do Sul de Minas, Minas Gerais, 2018.

BRASIL. [Lei Nº 14.026 (2020)]. **Marco Legal do Saneamento Básico**. Brasília, DF: Presidência da República, [2020]. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm). Acesso em: 22 nov. 2023.

---

COMPESA. Norma Interna GPE-NI-003-03, de 02 de janeiro de 2023. **Diretrizes Gerais para Elaboração dos Projetos de Rede Coletoras de Esgoto:** Gerencia de Projetos de Engenharia - GPE, 2023. Disponível em: <https://servicos.compesa.com.br/wp-content/uploads/2023/01/GPE-NI-003-Diretrizes-Gerais-para-Elaboracao-dos-Projetos-de-Rede-Coletora-de-Esgoto.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2023.

COMPESA. Norma Interna GPE-NI-010-03, de 18 de abril de 2022. **Diretrizes Gerais para Elaboração dos Projetos de Terceiros:** Gerencia de Projetos de Engenharia - GPE, 2022. Disponível em: <https://servicos.compesa.com.br/wp-content/uploads/2022/04/GPE-NI-010-03-COM-ANEXOS.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2023.

COMPESA. Norma Interna GPE-NI-012-02, de 25 de novembro de 2021. **Diretrizes Gerais para Elaboração de Estudos de Concepção de Sistema de Abastecimento Água e de Sistemas de Esgotamento Sanitário:** Gerencia de Projetos de Engenharia - GPE, 2021. Disponível em: <https://servicos.compesa.com.br/wp-content/uploads/2021/11/GPE-NI-012-Diretrizes-Gerais-para-Elaboracao-de-Estudos-de-Concepcao-de-SAA-e-de-SES.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2023.

COMPESA. Norma Interna GPE-NI-021-02, de 02 de dezembro de 2021. **Diretrizes para Elaboração de Projetos de Estações Elevatórias de Água:** Gerencia de Projetos de Engenharia - GPE, 2021. Disponível em: <https://servicos.compesa.com.br/wp-content/uploads/2021/11/GPE-NI-012-Diretrizes-Gerais-para-Elaboracao-de-Estudos-de-Concepcao-de-SAA-e-de-SES.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2023.

FUNDAÇÃO DE APOIO À PESQUISA (Brasil). Ministério do Desenvolvimento Regional (Brasil): **Diagnóstico Temático Serviços de Águas e Esgoto Visão Geral**, Dezembro de 2022: Disponível em: [https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos\\_PDF/Snis/AGUA\\_E\\_ESGOTO/REPUBLICACAO\\_DIAGNOSTICO\\_TEMATICO\\_VISAO\\_GERAL\\_AE\\_SNIS\\_2022.pdf](https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos_PDF/Snis/AGUA_E_ESGOTO/REPUBLICACAO_DIAGNOSTICO_TEMATICO_VISAO_GERAL_AE_SNIS_2022.pdf). Acesso em: 22 nov. 2023.

IBGE. **Senso de 2022:** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pe/jaboatao-dos-guararapes.html>. Acesso em: 22 nov. 2023.

NETTO, José Martiniano de Azevedo. **Manual de Hidráulica**. 8. Ed. 1998. São Paulo: Editora Edgard Blücher, ISBN: 85-212-0277-6. 2000.

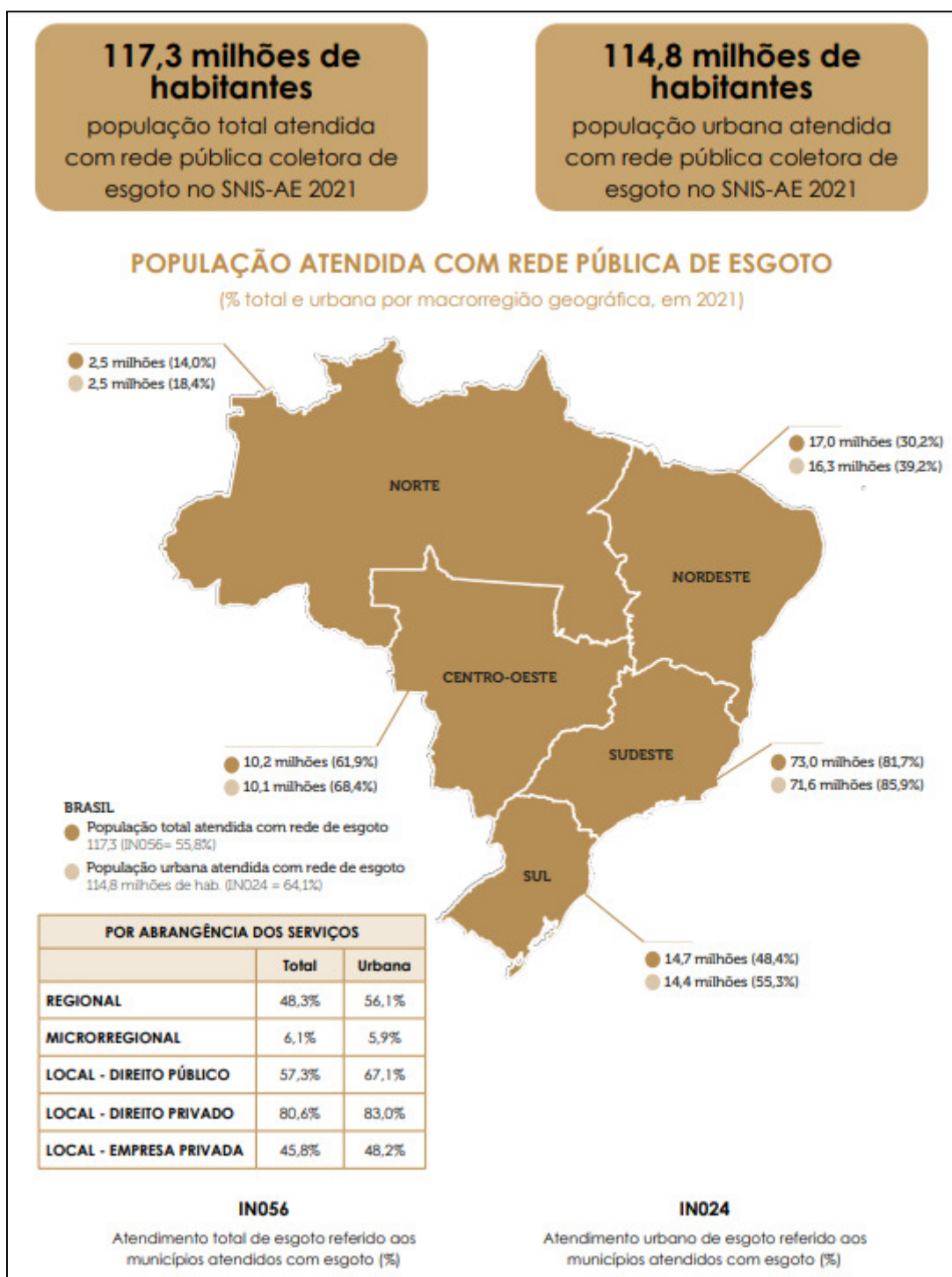
NERVIS, Ingrid Rodrigues. **Viabilidade de implantação de um sistema de esgotamento sanitário no município de Santa Maria do Oeste - PR**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Guarapuava, Paraná, 2019.

---

**9.0 - ANEXO:**

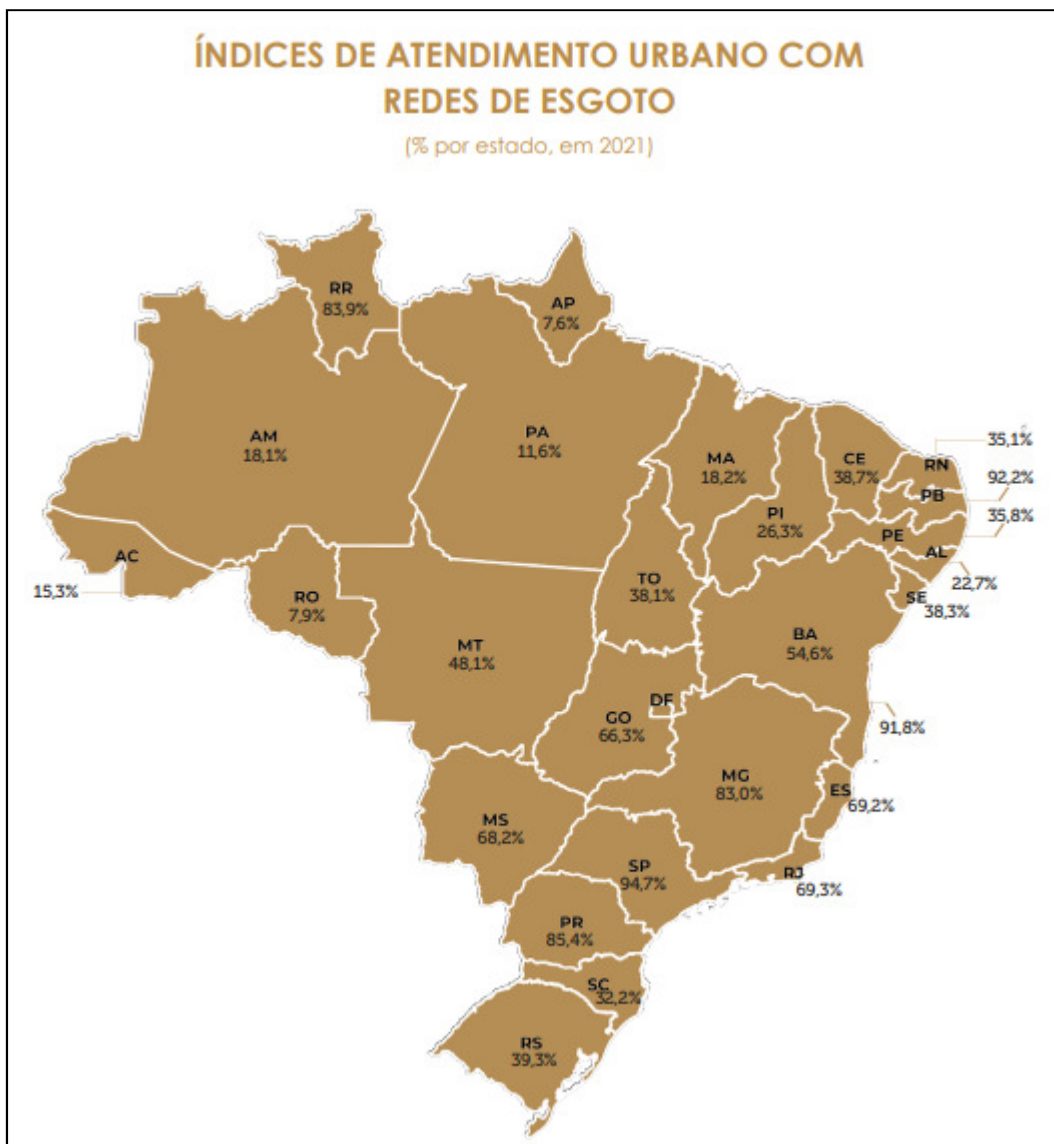
- ✓ - **FIGURAS;**
- ✓ - **CÁLCULO HIDRÁULICO;**
- ✓ - **PLANTAS GRÁFICAS.**

Figura 13: População Atendida com rede Pública de Esgoto.



Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, p.60, dez/2022).

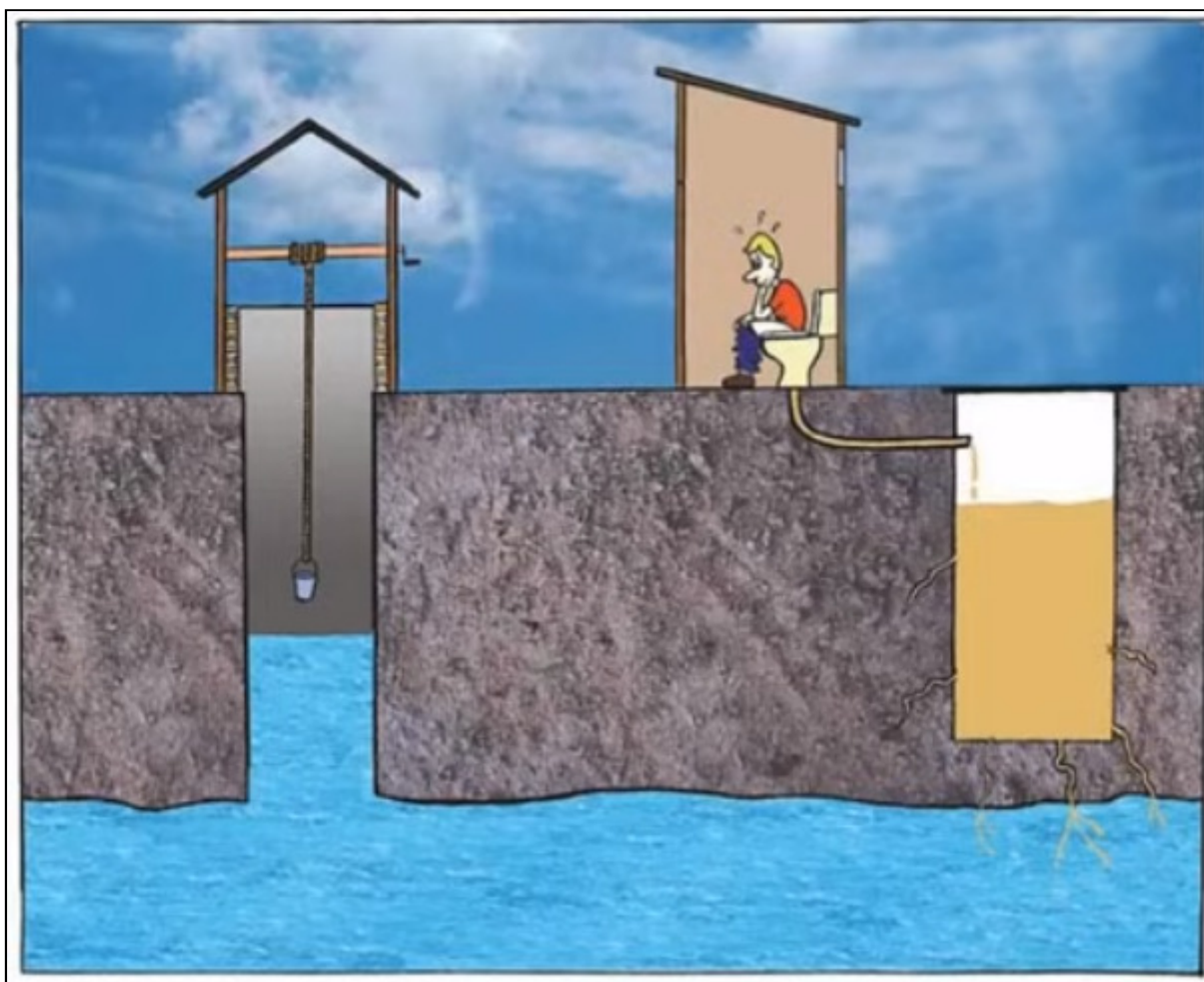
Figura 14: Índices de Atendimento Urbano com Rede de Esgoto.




Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNID, p.61, dez/2022).



Figura 15: Fossa Negra.



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=Bzfd1G2oD5Q> (Fernandes, Rondineli. 2018).

		<b>PLANILHA DE CÁLCULO HIDRÁULICO</b> <b>SISTEMAS DE ESGOTOS SANITÁRIOS</b> <b>Rede Coletora de Efluente</b>								<b>CÁLCULO PARA:</b> <b>Lot. Bela Vista</b>		<b>DATA</b> <b>dez/23</b>		<b>FOLHA</b> <b>01</b>		
										<b>VERIFICADO:</b> <b>Alana, Gilson e Gracyelle</b>						
PVm - PVj (Trecho)	Extensão ( m )	Taxa de Contr. Lin. ( l / s km )	Contr.do Trecho ( l / s )	Vazão a Montante ( l / s )	Vazão a Jusante ( l / s )	Diâmetro ( mm )	Declividade ( m / m )	Cota do Terreno ( m )	Cota do Coletor ( m )	Prof. do Coletor ( m )	Lâmina Líquida ( Y/D )	Prof. da Singular. a Jusante ( m )	Vi ( m/s )	Tensão Trativa ( Pa )	Vc ( m/s )	observações
		Inicial	Inicial	Inicial	Inicial			Inicial	Inicial	Inicial	Inicial	Inicial	Inicial	Vf ( m/s )		
		Final	Final	Final	Final			Final	Final	Final	Final	Final	Final			
PV01 - PV02	61,62	0,52 0,52	0,03204240	0,4250	0,4570	150	0,0031	32,600 32,800	31,700 31,510	0,900 1,290	0,29 0,29	0,900	0,36 0,36	0,76	2,95	
PV02 - PV03	75,00	0,52 0,52	0,03900000	0,5020	0,5410	150	0,0148	32,800 31,300	31,510 30,400	1,290 0,900	0,19 0,19	0,900	0,63 0,63	2,59	2,48	
PV03 - PV04	15,69	0,52 0,52	0,00815880	0,5410	0,5492	150	0,0159	31,300 31,050	30,400 30,150	0,900 0,900	0,19 0,19	0,900	0,65 0,65	2,74	2,46	
PV11 - PV13	68,00	0,52 0,52	0,03536000	0,1950	0,2304	150	0,0221	32,800 31,300	31,900 30,400	0,900 0,900	0,17 0,17	0,900	0,73 0,73	3,53	2,38	
PV07 - PV08	66,19	0,52 0,52	0,03441880	0,1150	0,1494	150	0,0030	32,800 32,600	31,900 31,700	0,900 0,900	0,29 0,29	0,900	0,36 0,36	0,75	2,95	
PV08 - PV09	74,73	0,52 0,52	0,03885960	0,3644	0,4033	150	0,0308	32,600 30,300	31,700 29,400	0,900 0,900	0,16 0,16	0,900	0,82 0,82	4,57	2,29	
PV09 - PV10	49,30	0,52 0,52	0,02563600	0,5083	0,5339	150	0,0081	30,300 29,900	29,400 29,000	0,900 0,900	0,22 0,22	0,900	0,51 0,51	1,62	2,65	
PV04 - PV05	64,01	0,52 0,52	0,03328520	0,7042	0,7375	150	0,0039	31,050 30,800	30,150 29,900	0,900 0,900	0,27 0,27	0,900	0,39 0,39	0,91	2,87	
PV05 - PV06	58,22	0,52 0,52	0,03027440	0,8925	0,9228	150	0,0155	30,800 29,900	29,900 29,000	0,900 0,900	0,19 0,19	0,900	0,64 0,64	2,68	2,47	
PV06 - PV14	52,57	0,52 0,52	0,02733640	0,9478	0,9751	150	0,0030	29,900 30,200	29,000 28,840	0,900 1,360	0,29 0,29	0,900	0,36 0,36	0,75	2,95	
PV12 - PV13	44,13	0,52 0,52	0,02294760	0,0950	0,1179	150	0,0181	32,100 31,300	31,200 30,400	0,900 0,900	0,18 0,18	0,900	0,68 0,68	3,03	2,43	
PV13 - PV14	77,04	0,52 0,52	0,04006080	0,2629	0,3030	150	0,0156	31,300 30,100	30,400 29,200	0,900 0,900	0,19 0,19	0,900	0,64 0,64	2,69	2,47	
PV10 - PV14	26,77	0,52 0,52	0,01392040	0,5339	0,5478	150	0,0086	29,900 30,100	29,000 28,770	0,900 1,330	0,22 0,22	0,900	0,52 0,52	1,69	2,64	
PV14 - CX.101	15,46	0,52 0,52	0,00803920	1,7720	1,7800	150	0,0032	30,100 30,200	28,740 28,690	1,360 1,510	0,31 0,28	1,410	0,39 0,37	0,85	2,93	

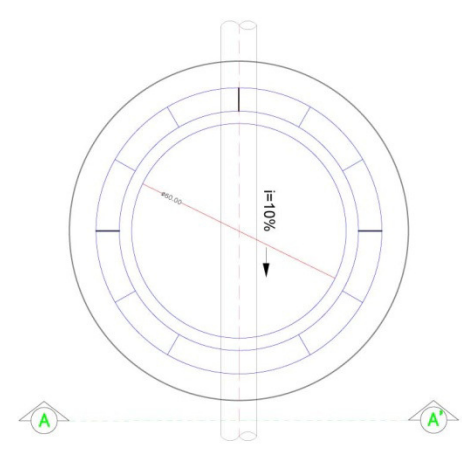




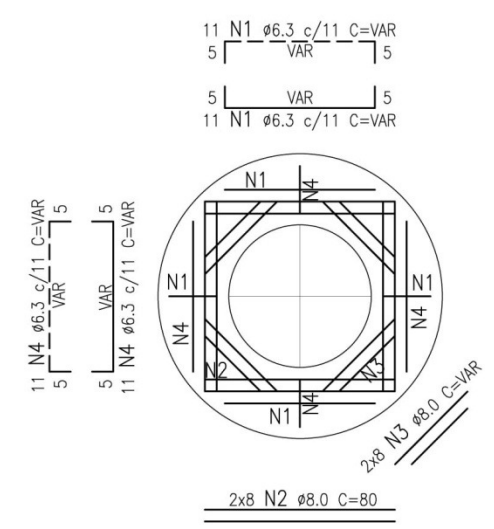


O CONTEÚDO DESTES DOCUMENTOS É DE PROPRIEDADE EXCLUSIVA DO SEU AUTOR / RESPONSÁVEL TÉCNICO, DEVENDO SER IDENTIFICADO NO CAMPO QUE AUTORIZA SEU USO. A REPRODUÇÃO, TOTAL OU PARCIAL, DE QUALQUER MODO, SEM A AUTORIZAÇÃO DA UNIBRA, TERCEIRAS E A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE DOCUMENTO EM OUTRAS FERRAMENTAS, SÃO PROIBIDAS, SALVO POR AUTORIZAÇÃO EXPRESSA. OS IMPRINTOS E RESPONSABILIDADES SÃO DE SEUS PROPRIETÁRIOS E TERCEIROS.

PLANTA BAIXA  
POÇO DE VISITA  
ESCALA 1:1000

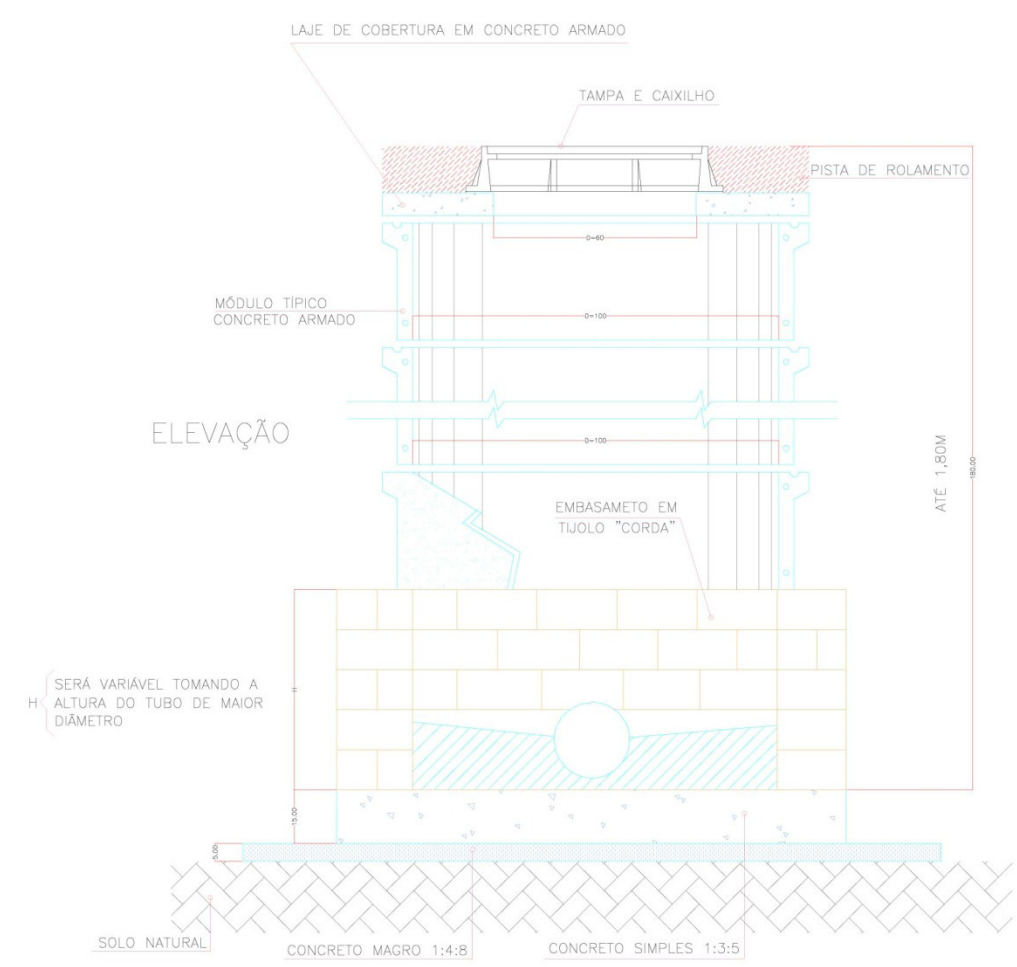


PLANTA BAIXA  
ARMAÇÃO DA LAJE DE COBERTURA  
ESCALA 1:1000



CONVENÇÕES  
- - - - - : Ferro Negativo      ———— : Ferro Positivo

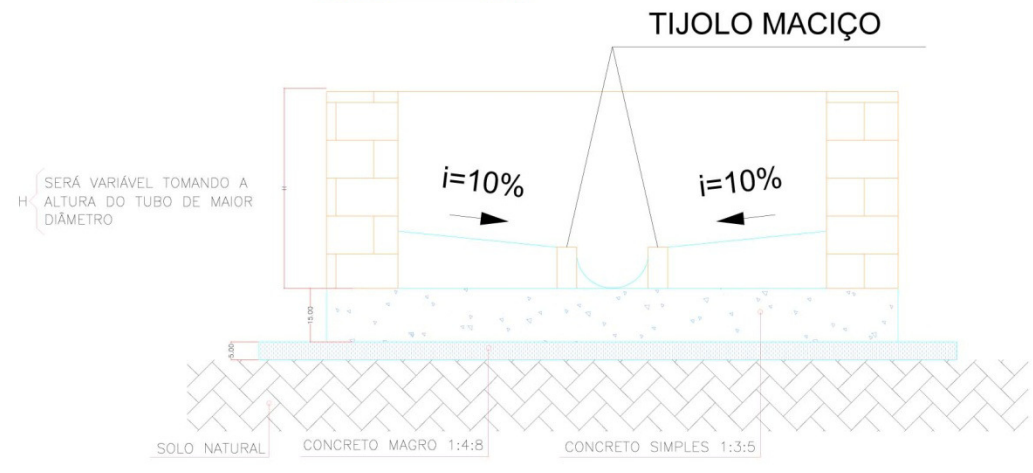
CORTE AA' - Longitudinal  
POÇO DE VISITA  
ESCALA 1:1000



\*MODELO: LIMITE MÁXIMO DE ALTURA = 1,80M.

OBS: IMPERMEABILIZAÇÃO GERAL COM REVESTIMENTO DE CIMENTO POLIMÉRICO VIAPLUS DIQUE (OU SIMILAR)

CORTE AA' - Longitudinal  
TRECHO "H" - Detalhes  
ESCALA 1:1000



LEGENDA DAS HACHURAS

	Nivelamento da Via
	Solo Natural
	Concreto Simples 1:3:5
	Concreto Magro 1:4:8

UNIDADE DE MEDIDA USADA = cm  
PLOTAGEM - A3

PROPRIETÁRIO: Trabalho de Conclusão de Curso - TCC

RESPONSÁVEL TÉCNICO PELO PROJETO: - Alana Kellen Moury Fernandes de Moraes - Matrícula: 2019103889  
- Gilson Romão Pereira da Silva - Matrícula: 2019104057  
- Gracyelle Maria Miranda Matos - Matrícula: 2019107565

CONTROLE DE REVISÕES			
REVISÃO N°	DATA	DESCRIÇÃO	SUMÁRIA
VERSÃO N°1	NOV/2023	ELABORAÇÃO DO PROJETO	

**UNIBRA** - Centro Universitário Brasileiro  
Rua Padre Inglês, 257 - Boa Vista - Recife - PE  
CEP 50.050-230 - Campus 03  
FONE: (81) 3036-0001  
E-MAIL: carolina.franca@grupounibra.com

PROJETO REDE COLETORA DE EFLUENTE

OBRA: REDE COLETORA  
LOCAL: Loteamento Bela Vista - Jaboatão dos Guararapes - PE

DESENHO: <b>TURMA ENGC10NA</b>	ESCALA: <b>1:1000</b>	DATA: <b>NOVEMBRO/2023</b>
TÍTULO/DESCRIÇÃO: <b>PLANTA BAIXA E DETALHES DO POÇO DE VISITA</b>		PRANCHA: <b>03/03</b>
ELABORADOR DO PROJETO: <b>TURMA ENGC10NA</b>		