

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ – UNIFEI

Mestrado Profissional em Engenharia Hídrica

Thayane Veiga Joanny

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E SOCIOECONÔMICA DE IMPLANTAÇÃO
DE SISTEMA CONDOMINIAL DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO EM ÁREA RURAL**

ITAJUBÁ

2020

Thayane Veiga Joanny

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E SOCIOECONÔMICA DE IMPLANTAÇÃO
DE SISTEMA CONDOMINIAL DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO EM ÁREA RURAL**

**Dissertação submetida ao Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Hídrica como
parte dos requisitos para obtenção do título
de mestre em Engenharia Hídrica**

**Área de Concentração: Gestão de Sistemas
Hídricos**

Orientadora: Dra. Marcia Viana Lisboa Martins

ITAJUBÁ

2020

*Para minha avó Dade que do céu olha
por mim.*

AGRADECIMENTOS

À Dra. Marcia Viana Lisboa Martins, orientadora deste trabalho, que construiu comigo este estudo, apontando o caminho a seguir, sempre presente me incentivando em todas as etapas, sempre buscando meu melhor, acreditando em mim e não me deixando desistir.

Aos colegas mestrandos, graduandos e técnicos do projeto “Águas do Pessegueiro”, que me ajudaram na coleta de dados e a encontrar a direção no campo em estudo, em especial ao meu amigo Alexandre Germano Marciano, que foi essencial para o projeto, aos companheiros de estudo, Felipe Mohallem, que esteve comigo no início desse estudo e ao Leonardo Marcelo de Souza Campos, que esteve comigo no final.

À Universidade Federal de Itajubá, aos professores e colegas do MPEH, por me ensinarem a temática do desenvolvimento e os passos da pesquisa acadêmica e por apoiarem este estudo desde o início.

Aos membros da Associação de Moradores do Bairro Pessegueiro e moradores do bairro, por aceitarem participar deste estudo e me ajudarem a desenvolver este trabalho.

Ao meu namorado Gustavo Henrique por sempre me apoiar, estando ao meu lado em todos os momentos, principalmente nos momentos mais difíceis.

À minha irmã, que mesmo a quilômetros de distância sempre torceu por mim e se fez presente.

Aos meus pais, meus maiores incentivadores, vocês são a razão de tudo que sou e faço, essa vitória é nossa!

À minha avó Dade que no início dessa caminhada esteve presente fisicamente, mas que no fim se fez presente em espírito, este trabalho é para você!

*Tudo que está no plano da realidade já foi
sonho um dia.*

Leonardo da Vinci

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Representação espacial do índice médio de atendimento urbano por rede coletora de esgotos.	9
Figura 2 - Distribuição da População Rural por Estado.....	10
Figura 3 - Percentagem de municípios brasileiros por tipo de esgotamento sanitário predominante e	11
Figura 4 - Variação geográfica das classes de esgotamento sanitário nos municípios do Brasil em 2010.	13
Figura 5 - Percentagem de domicílios rurais por tipo de esgotamento sanitário e Região Geográfica do Brasil em 2010.....	14
Figura 6 - Variação geográfica das classes de esgotamento sanitário nos domicílios do Brasil em 2010.	15
Figura 7 - Matriz tecnológica de soluções individuais para o esgotamento sanitário	18
Figura 8 - Matriz tecnológica de soluções coletivas para o esgotamento sanitário. ...	18
Figura 9 - Esquemática do sistema convencional.	23
Figura 10 - Esquemática do sistema condominial.....	23
Figura 11 - Localidades dos ramais do sistema condominial.	32
Figura 12 – Etapas da metodologia.....	36
Figura 13 - Localização da área de estudo na cidade de Itajubá.	40
Figura 14 – Classificação climática do município de Itajubá.	42
Figura 15 – Dados pluviométricos totais médios mensais dos postos na região do município de Itajubá (MG).	43
Figura 16 – Variação média mensal da temperatura da estação meteorológica automática localizada na Unifei.....	44
Figura 17 – Mapa geológico do município de Itajubá (MG).....	46
Figura 18 – Mapa geomorfológico do município de Itajubá (MG).....	47

Figura 19 - Foto da área de várzea ao longo do Ribeirão Pessegueiro.	48
Figura 20 – Mapa Planialtimétrico do município de Itajubá (MG).	48
Figura 21 - Mapa da vegetação do município de Itajubá (MG).....	49
Figura 22 – Foto da mata alguns trecho do Ribeirão.	50
Figura 23 – Mapa pedológico do município de Itajubá (MG).	51
Figura 24 – Mapa do uso e ocupação do solo no Bairro Pessegueiro.Fonte: Adaptado Imagem <i>Google Earth</i> , 2020.	52
Figura 25 – Configuração etária da população do bairro Pessegueiro.....	54
Figura 26 – Levantamento das profissões.	55
Figura 27 – Classe social dos moradores.	56
Figura 28 – Foto da Igreja Nossa Senhora de Fatima no Bairro pessegueiro.....	58
Figura 29 - Foto da topografia características do bairro Pessegueiro.	59
Figura 30 – Poço freático construído em uma das propriedades.	60
Figura 31 – Foto de nascente no bairro Pessegueiro.....	61
Figura 32 - Foto de valas abertas de esgoto no bairro Pessegueiro.	61
Figura 33 - Várzea em contato com o esgoto em uma das propriedades do bairro Pessegueiro.	62
Figura 34 - Foto das ruas do bairro Pessegueiro.	63
Figura 35 - Foto das vias pavimentadas no bairro Pessegueiro.....	63
Figura 36 - Foto da obra de drenagem no bairro Pessegueiro.....	64
Figura 37 – Hidrografia das Bacias Rio Sapucaí e Rio loureço Velho.....	65
Figura 38 – Traçado do córrego do pessegueiro e afluentes.	66
Figura 39 – Poço de abastecimento de água próximo ao chiqueiro.....	68
Figura 40 – Gráfico das Porcentagens de residências com contaminação por Coliformes Totais.....	69
Figura 41 – Gráfico das Porcentagens de residências com contaminação por	

Coliformes Fecais.....	69
Figura 42 – Trecho degradado do Ribeirão que corta o bairro Pessegueiro.....	70
Figura 43 – Trecho degradado do Ribeirão.....	71
Figura 44 - Lançamento de esgoto no Ribeirão.	71
Figura 45 – Identificação de um dos currais do bairro Pessegueiro.....	72
Figura 46 – Foto da caixa de passagem da rede coletora existente.	73
Figura 47 – Foto da caixa de passagem da rede coletora existente.	73
Figura 48 – Foto da tubulação de rede esgoto da rede existente quebrada.	74
Figura 49- Lançamento de esgoto em valas a céu aberto.	74
Figura 50 - Área de interesse do bairro Pessegueiro, área rural da cidade de Itajubá (MG).	75
Figura 51 - Levantamento Topográfico.	76
Figura 52 – Mapa com as edificações que serão atendidas pela rede de esgoto.	78
Figura 53 - Área de drenagem e rio principal.	80
Figura 54 - Rede coletora de esgoto existente.....	81
Figura 55 – Bacia de esgotamento Sanitário escoamento.	83
Figura 56 - Curva de ajuste da relação entre $Q.Q_p^{-1}$ e $y.D^{-1}$	88
Figura 57 - Curva de ajuste da relação entre $Q.Q_p^{-1}$ e $R_h.D^{-1}$	89
Figura 58 - Curva de ajuste da relação entre $Q.Q_p^{-1}$ e $v.v_p^{-1}$	90
Figura 59 - Custo da rede coletora de esgoto condominial e convencional.	92

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Agrupamento em classes dos tipos de esgotamento sanitário.	12
Quadro 2 - Partes constituintes dos sistemas de esgoto.	22
Quadro 3 - Etapas do estudo de concepção da rede coletora de esgoto.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Vazões notáveis para a declividade de 0,5% e tubos de até 200 mm e as condições de escoamento correspondentes.....	30
Tabela 2 – Declividades mínimas de projeto a partir das unidades residenciais.....	31
Tabela 3 - Recomendações técnicas para profundidade mínimas.....	33
Tabela 4 - Uso e ocupação do solo.....	52
Tabela 5 - Valores mensais pagos na conta de água da COPASA pelos moradores do bairro Pessegueiro.	57
Tabela 6 - Contribuição do Ramal a Montante (RM), Ramais Existentes (RE) e Ramais Futuros (RF).....	104

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVO	3
2.1. Objetivo geral.....	3
2. 2 Objetivos específicos.....	3
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
3.1 Aspectos legais do saneamento básico	4
3.2 Panorama do saneamento no país	8
3.2 O Sistema Condominial.....	19
3.3 Sistema Condominial x Sistema Convencional.....	22
3.4 Implantação do Sistema Condominial.....	26
3.5 Dimensionamento do Sistema Condominial	28
3.5.1 Dimensionamento hidráulico.....	28
3.6 Ramal de coleta de esgoto	31
3.7 Desempenho do Sistema Condominial	33
4 MATERAIS E MÉTODOS	36
5 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE PROJETO E DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL	40
5.1 Localização da área em estudo	40
5.2 Caracterização ambiental e socioeconômica	41
5.2.1 Caracterização ambiental.....	41
5.2.2 Caracterização socioeconômica	52
5.3 Caracterização topográfica da área.....	59
5.4 Caracterização da infraestrutura existente.....	59
5.5 Hidrografia.....	65
5.6 Dados demográficos.....	67
5.7 Condições sanitárias.....	67
5.8 Identificação de pontos geradores de cargas poluidoras	70
5.9 Diagnóstico do sistema de esgotamento sanitário existente	72
6 APRESENTAÇÃO E JUSTIFICATIVA DA CONCEPÇÃO ADOTADA	75
6.1 Delimitação da área do projeto	75
6.2 Levantamento topográfico da área do projeto	76
6.3 Análise dos aspectos ambientais e sociais.....	76

6.4 Estimativa populacional.....	77
6.5 Consumo médio per capita e vazões de dimensionamento.....	78
6.6 Caracterização do corpo receptor	80
6.7 Caracterização das unidades do sistema existente.....	81
6.8 Justificativa da concepção adotada.....	82
7 DIMENSIONAMENTO E ORÇAMENTO DA REDE COLETORA DE ESGOTO ...	83
7.1 Plano de escoamento.....	83
7.2 Traçado da rede coletora de esgoto.....	84
7.3 Vazões de contribuição.....	84
7.4 Dimensionamento hidráulico	85
7.5 Características dos dispositivos: rede auxiliar, poço de visita	91
7.6 Diâmetro, comprimentos, tipo de material.....	91
7.7. Orçamento das redes coletoras de esgoto.....	91
8 DISCUSSÕES.....	93
8.1 Análise socioambiental da implantação da rede coletora de esgoto em área rural.....	93
8.2 Comparação técnica e econômica dos sistemas convencional e condomínial.....	95
9 CONCLUSÃO	97
APÊNDICE 1 - Questionário Aplicado A População Em Estudo	98
APÊNDICE 2 - Consumo médio mensal de água das residências do bairro pessegueiros obtidas das contas de água paga a copasa.....	100
APÊNDICE 3 - Planta da rede condomínial	102
APÊNDICE 4 - Planta da rede convencional	103
APÊNDICE 5 - Tabela 6 - contribuição do ramal a montante (RM), ramais existentes (RE) e ramais futuros (RF)	104
APÊNDICE 6 - Planilha de dimensionamento – rede condomínial.....	106
APÊNDICE 7 - Planilha de dimensionamento – rede convencional.....	110
APÊNDICE 8 - Perfil da rede condomínial de coleta de esgoto sanitário.....	114
APÊNDICE 9 - Perfil da rede convencional de coleta de esgoto sanitário.....	115
APÊNDICE 10 - Orçamento rede condomínial de coleta de esgoto sanitário. Custo unitário obtido da tabela de insumos e composições sintético (mg) – não desonerado	116

APÊNDICE 11 - Orçamento rede convencional de coleta de esgoto sanitário. Custo unitário obtido da tabela de insumos e composições sintético (mg) – não desonerado	117
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	118
ANEXO A.....	125
ANEXO B.....	126

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo avaliar técnica e socioeconomicamente a implantação do sistema condominial de coleta de esgoto sanitário numa área rural. Como estudo de caso foi proposta a implantação de uma rede condominial para o bairro Pessegueiro, localizado na área rural do município de Itajubá, Minas Gerais. No estudo de concepção da rede coletora foi realizada uma caracterização ambiental da área que evidenciou a degradação do corpo hídrico que corta a região central do bairro, com o comprometimento da qualidade da água dos poços de abastecimento. Também foi realizada uma caracterização socioeconômica que mostrou que a população local tem um baixo poder aquisitivo, mas é uma comunidade organizada e preocupada com a melhoria das condições sanitárias, portanto com forte potencial para gerir o sistema condominial. Por fim, foi realizada a análise técnica e econômica comparando o dimensionamento e orçamento do sistema condominial com o sistema convencional de coleta de esgoto. Foi realizado o levantamento planialtimétrico da região em estudo e traçada a rede coletora de esgoto passando pelos fundos dos lotes e paralelo ao curso d'água existente. Esta concepção evitou o aprofundamento da rede coletora e possibilitou que o perfil da rede coletora se desenvolvesse paralelo ao terreno, resultando em menores custos. A diferença entre a rede condominial e a rede convencional foi o diâmetro da tubulação, 100 mm e 150 mm respectivamente. Outra diferença foi o uso de diferentes órgãos acessórios, no sistema condominial optou-se pelas caixas de inspeção e no sistema convencional os terminais de inspeção e limpeza. A rede condominial mostrou-se mais viável economicamente, visto que o orçamento resultou em 55% do orçamento da rede convencional. Ressalta-se que, para sucesso da implantação da rede condominial é necessário o envolvimento de toda a comunidade e do governo, inclusive com a proposição de mecanismo legais que permitam a gestão do sistema pela própria comunidade.

Palavras-chave: Rede condominial. Sistema simplificado de coleta de esgoto. Saneamento rural.

ABSTRACT

The present work aims to evaluate technically and socioeconomically the implementation of the condominium system for the collection of sanitary sewage in a rural area. As a case study, it was proposed to implement a condominium network for the Pessegueiro neighborhood, located in the rural area of the municipality of Itajubá, Minas Gerais. In the design study of the collection network, an environmental characterization of the area was carried out, which evidenced the degradation of the water body that cuts through the central region of the neighborhood, with the compromised water quality of the supply wells. A socioeconomic characterization was also carried out that showed that the local population has a low purchasing power, but it is an organized community and concerned with the improvement of sanitary conditions, therefore with strong potential to manage the condominium system. Finally, a technical and economic analysis was carried out comparing the dimensioning and budget of the condominium system with the conventional sewage collection system. The planialtimetric survey of the region under study was carried out and the sewage collection network was drawn through the back of the lots and parallel to the existing watercourse. This conception avoided the deepening of the collecting network and allowed the profile of the collecting network to develop parallel to the terrain, resulting in lower costs. The difference between the condominium network and the conventional network was the pipe diameter, 100 mm and 150 mm respectively. Another difference was the use of different accessory organs, in the condominium system, inspection boxes and the conventional system were used for inspection and cleaning terminals. The condominium network proved to be more economically viable, since the budget resulted in 55% of the budget of the conventional network. It is noteworthy that, for the successful implementation of the condominium network, it is necessary to involve the entire community and the government, including proposing legal mechanisms that allow the system to be managed by the community itself.

Keywords: Condominium network. Simplified sewage collection system. Rural sanitation.

1 INTRODUÇÃO

O saneamento básico está entre os mais importantes fatores sociais determinantes da saúde e do desenvolvimento da população. A implantação destes serviços é essencial para a promoção da saúde humana visto que muitas doenças podem se proliferar devido a inexistência destes serviços. A qualidade das águas e dos solos tende a se degradar em consequência do lançamento indiscriminado de esgotos sem tratamento nos corpos hídricos.

Segundo os dados do Ministério das Cidades (SNIS, 2019), 16,4% da população brasileira não é abastecida com água potável, mais de 46,8% da população não tem acesso à rede de coleta de esgotos sanitários e somente 46,3% dos esgotos gerados no País são tratados.

No âmbito municipal, os resultados do Plano Nacional de Saneamento Básico - Plansab, mostram que cerca de 3.000 mil municípios (55,2% dos municípios brasileiros) não possuem rede coletora de esgoto (Plansab, 2013). A ausência de rede coletora de esgoto atinge, principalmente, municípios com menos de 50 mil habitantes e predominantemente rurais.

No Brasil, cerca de 30 milhões de pessoas residem em localidades rurais, o que representa 8,1 milhões de domicílios (IBGE, 2010). Os serviços de saneamento prestados as localidades rurais apresentam déficit de cobertura ainda mais elevado que nas áreas urbanas, visto que na história do saneamento do País as áreas urbanas e economicamente desenvolvidas sempre receberam maior atenção do poder público do que as áreas menos desenvolvidas.

De acordo com o Programa Nacional Brasil Rural - PNB (BRASIL, 2019) 25,3% dos esgotos produzidos nas áreas rurais não são coletados e nem tratados, sendo o esgoto muitas vezes lançado em valas a céu aberto, 54,1% apresentam atendimento precário, e somente os 20,6% restantes apresentam atendimento adequado.

Na área rural a implantação de sistema de rede coletora de esgotamento sanitário é dificultada, entre outros, pela localização dispersa e de difícil acesso as

residências e pelo custo de transporte até a estação de tratamento de esgoto do município, pela ausência de políticas públicas de saneamento rural (LOBO, 2003). Para o atendimento às comunidades isoladas e rurais é preciso avaliar a implantação de sistemas descentralizados e que possam ser geridos pela própria comunidade, a fim de minimizar os seus custos.

No Brasil, a baixa cobertura dos serviços de esgotamento sanitário, agravada pela escassez de recursos financeiros, desperta a busca por tecnologias eficientes e de baixo custo, como é o caso dos sistemas condominiais, para a coleta e transporte dos esgotos (DIAS *et al.*, 2000).

O sistema condominial baseia-se, fundamentalmente, na combinação da participação comunitária com a tecnologia apropriada, e pode proporcionar uma economia de até 65% em relação ao sistema convencional de esgotos, uma vez, que exige menor extensão e profundidade da rede coletora (FUNASA, 1999). Entretanto, em comunidades que não estejam engajadas socialmente para o saneamento, o sistema pode não ter o êxito esperado, pois este depende das atitudes dos usuários para uso correto da rede coletora e para realização dos serviços de operação e manutenção.

No município de Itajubá, Minas Gerais, o índice de coleta de esgoto é igual a 73,2%, dos quais 85,41% são tratados (SNIS, 2018). A população não atendida pela coleta de esgoto tem, em sua maioria, a localização nas regiões rurais. Em uma dessas regiões se encontra o bairro rural Pessegueiro, área de estudo deste trabalho. O bairro Pessegueiro apresenta uma realidade que não difere da maioria das áreas rurais do País, onde o esgoto é lançado em fossas negras ou em valas “a céu aberto”, o que deixa em risco a saúde dos moradores e qualidade do meio ambiente. Portanto, considera-se necessário o desenvolvimento de um trabalho que apresente soluções para os problemas da comunidade de forma a melhorar a qualidade de vida dos moradores do local.

2 OBJETIVO

2.1. Objetivo geral

Analisar a viabilidade técnica e socioeconômica da implantação do sistema condominial de coleta de esgoto sanitário em área rural, tendo como estudo de caso o bairro Pessegueiro, localizado na área rural do município de Itajubá, Minas Gerais.

2. 2 Objetivos específicos

Para atingir o objetivo principal, os seguintes objetivos específicos foram propostos:

- Analisar as vantagens e desvantagens do sistema condominial de coleta de esgoto;
- Caracterização ambiental e socioeconômica da área em estudo;
- Dimensionar a rede coletora de esgoto sanitário pelo sistema convencional e pelo sistema condominial;
- Realizar o orçamento das redes coletoras de esgoto e comparar seus custos;
- Avaliar a capacidade organizacional da população local para gerir e operar o sistema de esgotamento sanitário.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Aspectos legais do saneamento básico

O Brasil ainda precisa avançar muito para oferecer à totalidade da sua população um serviço sanitário adequado. Para reverter esse quadro, foi criada em 2007 a Lei de Saneamento, Lei Federal nº 11.445 (BRASIL, 2007), que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico no País. No Brasil, o saneamento básico é um direito assegurado pela Constituição Federal de 1988.

De acordo com a Lei do Saneamento, saneamento básico é considerado como um conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de: abastecimento de água potável; esgotamento sanitário; limpeza urbana; drenagem e manejo das águas pluviais (BRASIL, 2007). O titular do serviço de saneamento é o município, fato que aproxima o poder público dos problemas da falta de saneamento, mas por outro lado, na maioria dos casos o município, não dispõe de equipe técnica nem de recursos para executar tais funções. As políticas nacionais, regulamentadas após a Constituição Federal de 1988, tendem a incentivar e valorizar a participação pública nos processos de gestão e planejamento, entretanto a capacitação, os espaços, abertura e momentos de participação pública são escassos (FERREIRA *et al*, 2019).

A instituição em 2007 do marco regulatório para o setor de saneamento proporcionou caminhos para superar o déficit e alcançar a universalização do abastecimento de água e serviços de esgotamento sanitário. Esses caminhos incluem a eficiência dos prestadores de serviço, que deve ser continuamente promovida pelos reguladores econômicos (CARVALHO e SAMPAIO, 2015). Entretanto, de acordo com estes autores os objetivos regulatórios ainda não foram alcançados, fenômeno que pode ser explicado pela atuação incipiente das autoridades regulatórias brasileiras.

Em Julho de 2020 foi aprovada a Lei Federal nº 14.026 (BRASIL, 2020) que atualiza o marco legal do saneamento básico, dentre outras alterações para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País. Acredita-se que

com a atualização do marco legal, que atribui à responsabilidade da agência reguladora a Agência Nacional de águas – ANA, esse cenário possa mudar e a universalização dos sistemas possa ser alcançada. Com o novo marco legal a ANA passa a ter autonomia administrativa, orçamentaria e financeira, assim como a independência decisória.

De acordo com a Lei Federal nº 14.026/2020 os serviços públicos de saneamento básico são prestados com base em alguns princípios fundamentais, sendo alguns deles: a universalização do acesso e efetiva prestação do serviço, a integralidade de todas as atividades e componentes de cada um dos serviços de saneamento básico, redução e controle das perdas de água, adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais, utilização de tecnologias apropriadas com soluções graduais e progressivas.

Na lei de Saneamento Básico, Lei 11.445/2007, em sua concepção original, tinha como uma de suas diretrizes a garantia de meios adequados para o atendimento da população rural dispersa, mediante a utilização de soluções compatíveis com suas características econômicas e sociais peculiares. Entretanto essas diretrizes foram revogadas.

Com a atualização do marco legal, Lei nº 11.445/2007, foi revogado o artigo 10 da lei 11.445 que possibilitava o contrato de programa, convênio, termo de parceria ou outros instrumentos para gestão de serviços de saneamento básico por associações ou cooperativas, organizações não governamentais, para localidades de pequeno porte predominantemente ocupadas por população de baixa renda. O novo marco legal só permite a prestação dos serviços públicos de saneamento básico por entidade que não integre a administração do titular mediante celebração de contrato de concessão, após prévia licitação, nos termos do art. 175 da Constituição Federal, portanto os instrumentos contratuais, contratos com comunidades, atualmente estão ilegais, impactando assim a implantação do saneamento nas áreas rurais, reforçando assim a importância de uma legislação própria e específica para o mesmo.

Ao longo do século XX, no Brasil, os investimentos públicos em ações de saneamento seguiram o curso das estratégias políticas de

cunho desenvolvimentista. Concentraram-se nos grandes centros urbanos, considerados os motores de uma economia que pretendia ganhar contornos industriais. As populações das áreas rurais e dos pequenos municípios permaneciam, e permanecem, à margem do Estado brasileiro, carecendo de ações e serviços públicos em todas as áreas fundamentais para o desenvolvimento humano (PNBR, 2019).

O Plano Nacional de Saneamento Básico - Plansab, previsto na Lei nº 11.445/2007, teve sua elaboração coordenada pelo Ministério das Cidades. O PNBR foi lançado em dezembro de 2019, é composto de diretrizes e estratégias para ações de saneamento básico em áreas rurais, objetivando a universalização do acesso em um horizonte de 20 anos. O Plansab determina a elaboração de três programas para sua operacionalização: Saneamento Básico Integrado; Saneamento Rural; e Saneamento Estruturante. De acordo com o Plansab, a coordenação do processo de elaboração e execução do Programa Nacional Brasil Rural - PNBR é responsabilidade do Ministério da Saúde por meio da Fundação Nacional de Saúde (Funasa).

As iniciativas de políticas públicas de saneamento que já foram, e as que vêm sendo realizadas, têm se mostrado distantes de apresentarem a resolutividade esperada para o rural, no que se refere à garantia universal de direitos (PNBR, 2019). De acordo com o PNBR (2019), com a necessidade de corrigir o histórico déficit de oferta dos serviços de saneamento, que atinge a população rural, levou o Plano Nacional de Saneamento Básico - Plansab (BRASIL, 2013), a prever a elaboração do Programa Nacional Brasil Rural (PNBR).

O Programa Nacional Brasil Rural aparece como forma fundamental na promulgação e incentivo para a integração de visão dos diferentes autores resgatando a relevância da educação e da participação social nos processos de planejamento e gestão dos serviços de saneamento básico, principalmente nas áreas rurais onde a presença do poder público é menor e cercada de incertezas, (FERREIRA *et al*, 2019)

O objetivo do Programa Nacional Brasil Rural é universalizar o acesso ao saneamento básico em áreas rurais, mas o grande desafio da operacionalização de

atendimento adequado e o déficit dos serviços está relacionado a insuficiência de informações para representa-los (PNBR, 2019) . Os dados do censo demográfico do IBGE, que caracterizam o saneamento domiciliar nas áreas rurais, não possibilitam evidenciar se as soluções aplicadas são adequadas, uma vez que não é possível obter os aspectos da qualidade da água e a existência de tratamento para os esgotos, por exemplo.

De acordo com o PNBR (2019) as estratégias para ao atendimento das demandas de saneamento básico nas áreas rurais no Brasil se apoiam na integração de três eixos: Gestão dos Serviços, Educação e Participação Social e Tecnologia, considerados como indissociáveis e necessários para o atendimento das demandas das populações rurais.

Segundo PNBR (2019, p. 113) a Gestão dos Serviços é relacionada às medidas estruturantes, uma vez que trata sobre o planejamento, regulação, fiscalização, prestação de serviços e controle social em conformidade com a Lei Federal nº 11.445/2007. A Educação e Participação Social também são consideradas como medidas estruturantes, pois promovem a sensibilidade dos usuários sobre os direitos e deveres, e viabilizam o apoio pedagógico e técnico qualificado aos operadores dos serviços, e também a qualificação dos gestores técnicos e administrativos. Por ultimo, o eixo tecnológico dá suporte às medidas estruturantes com a identificação de soluções para os serviços de saneamento básico.

O PNBR (2019) estabelece sete diretrizes para o esgotamento sanitário, em conformidade com os eixos estruturados, que são:

- Priorizar a implantação de serviços públicos de esgotamento sanitário de maior aceitabilidade e de fácil manejo pela população local;
- Garantir e fomentar a participação da população nas etapas de concepção, implantação, operação e manutenção do serviço;
- Garantir acessibilidade financeira para a perenidade do serviço público de esgotamento sanitário escolhido e implantado na comunidade;
- Garantir que a população tenha banheiro no domicílio, com vistas a propiciar maior conforto e segurança à família;

- Prever acessibilidade física às instalações sanitárias. Garantir a coleta, o transporte, o uso e/ou a disposição de águas residuárias e de lodo de forma adequada; e
- Fomentar e apoiar a utilização de energia solar fotovoltaica e energia eólica, para redução dos custos com energia elétrica em sistemas de esgotamento sanitário.

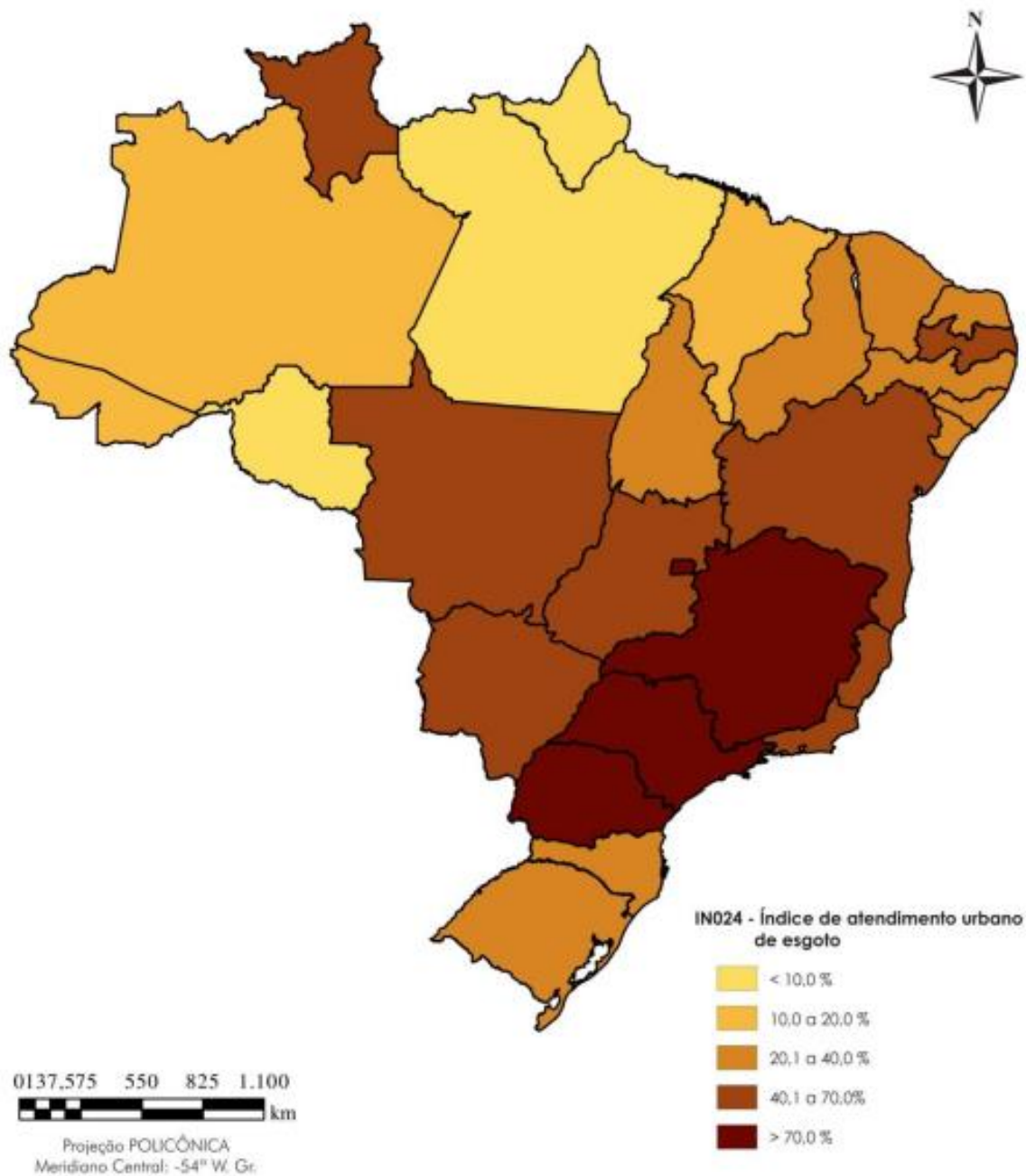
Diante deste cenário de desafio de provisão de serviços adequados de saneamento em comunidades rurais é primordial o desenvolvimento de técnicas e mecanismos gerenciais para capacitação dos técnicos municipais e moradores das comunidades, o apoio político e gerencial e a maior articulação entre os órgãos das três esferas de governo do país (FUNASA, 2020).

3.2 Panorama do saneamento no país

No que diz respeito ao abastecimento de água, o Brasil apresenta indicadores favoráveis, visto que o índice de atendimento de abastecimento de água nacional se situa por volta de 83,6%, de acordo com dados do SNIS (2018), porém, a situação do esgotamento sanitário pode ser considerada a mais precária dentre as quatro disciplinas componentes do saneamento ambiental.

De acordo com o diagnóstico de água e esgoto de 2018, realizado pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, em relação aos estados, o índice médio de atendimento urbano com rede coletora de esgotos aponta valores acima de 70% apenas no Distrito Federal e em três estados: São Paulo, Minas Gerais e Paraná. Na Figura 1 é apresentado o mapa com os índices médio de atendimento urbano por rede coletora de esgotos no Brasil.

Figura 1- Representação espacial do índice médio de atendimento urbano por rede coletora de esgotos.



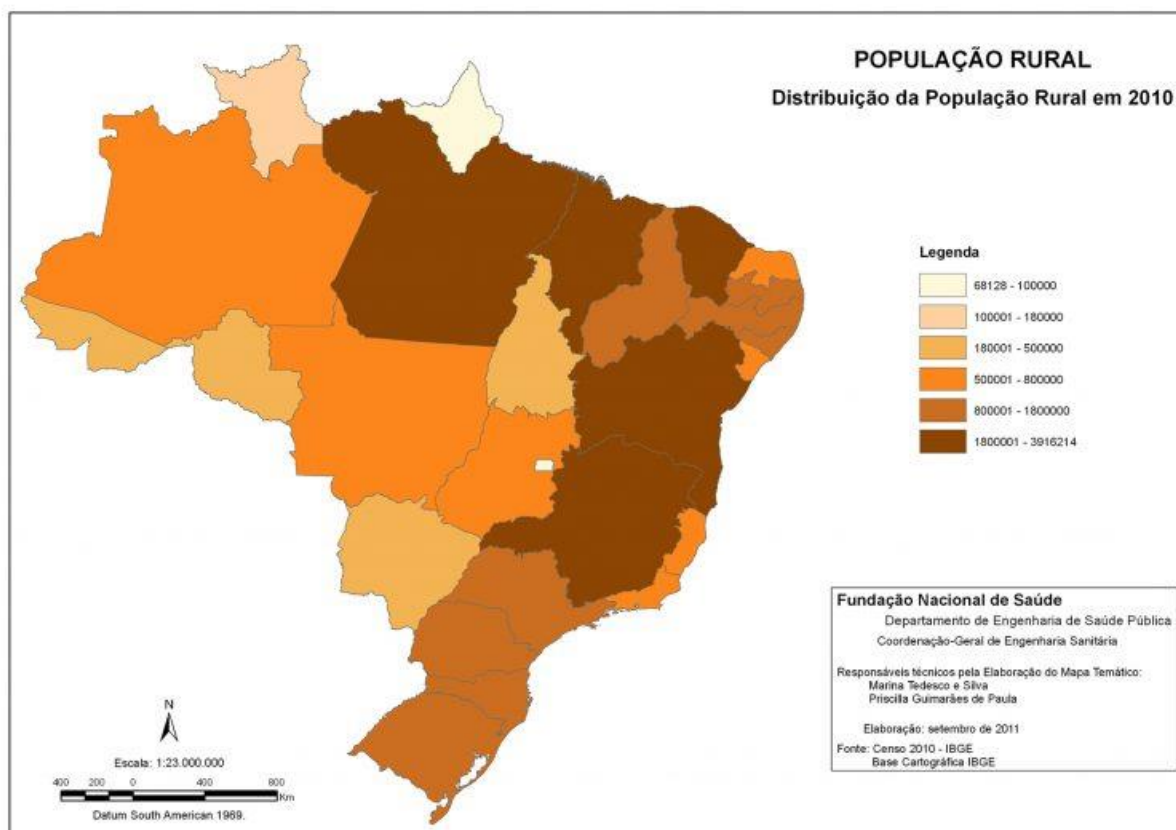
Fonte: SNIS, 2018.

Ainda de acordo com o SNIS (2018), os indicadores mostram que 35 milhões de brasileiros (16,4% da população – 207 milhões), ainda não é abastecida com água potável, mais de 100 milhões (46,8% da população) não tem coleta de esgotos

e somente 46,3% dos esgotos gerados no país são tratados.

Estima-se que apenas 25% da população rural do país teve acesso à rede de coleta ou ao tratamento de esgoto em 2010 (IBGE, 2010). Na Figura 2 é ilustrada a distribuição da população rural por estado, apresentando aqueles com maior população residente em áreas rurais. Por outro lado, a população assistida com água tratada na área rural corresponde a 84%. Ressalta-se ainda que, enquanto mais de 50% da população brasileira com renda acima de 10 salários mínimos possui coleta de esgoto, cerca de apenas 15% da população mais pobre o possui (IBGE, 2010).

Figura 2 - Distribuição da População Rural por Estado.



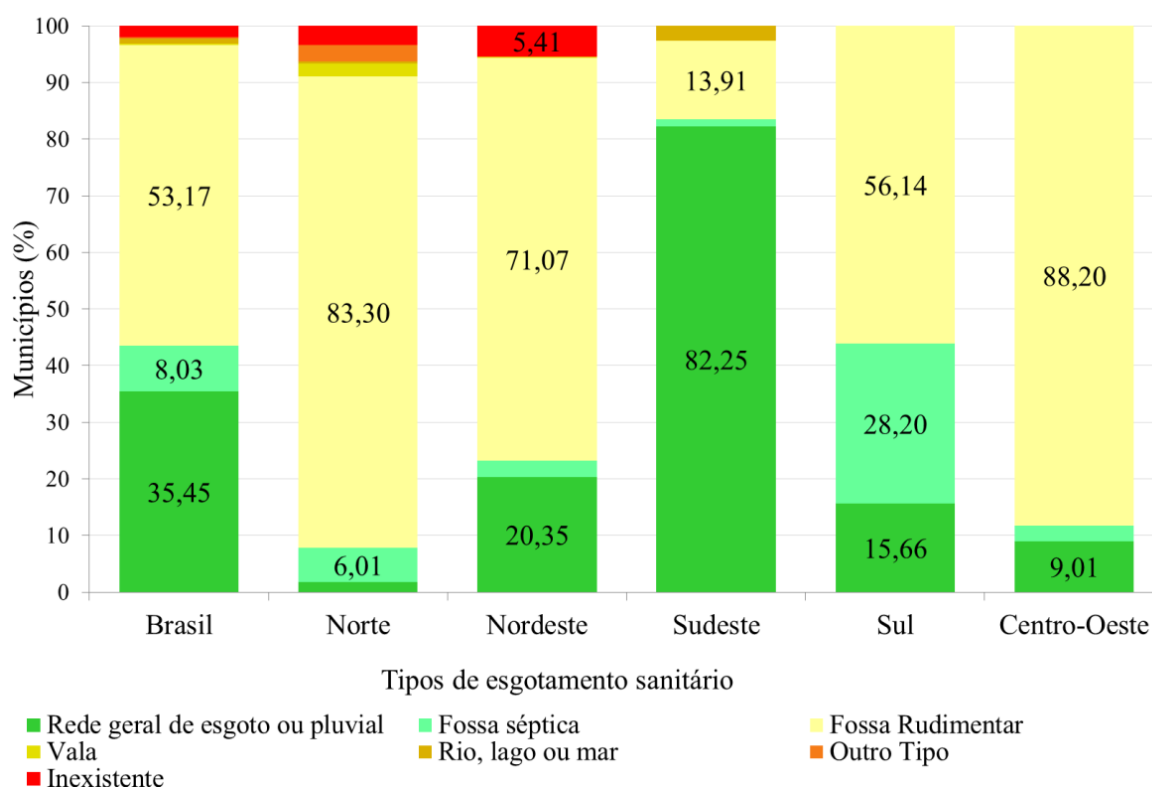
Fonte: Censo Demográfico - IBGE, 2010.

Apesar de os dados nacionais indicarem pequenos avanços no sentido da melhoria da situação de esgotamento sanitário na zona rural, segundo resultados do Plano Nacional de Saneamento Básico – Plansab e no intervalo entre os Censos Demográficos de 2000 e 2010, houve avanços na proporção de domicílios com

acesso à rede geral de esgoto nos últimos anos, que passou de 33,5% dos domicílios em 2000, para 44,0% em 2008 e 55,4% destes em 2010. Mas ainda é precária a situação na maioria das localidades e a universalização ainda é uma meta distante (LANDAU e MOURA, 2016). Como consequência, as comunidades rurais do Brasil, principalmente aquelas de regiões mais pobres, ainda são alvo de constantes riscos e vulnerabilidade social (TEIXEIRA, 2014).

De acordo com o censo demográfico de 2010, o tipo de esgotamento sanitário predominante por município em mais da metade dos municípios brasileiros era de (53,17%) predominante por “fossa rudimentar”, em 35,45% “rede geral de esgoto ou pluvial”, e, em 8,03%, “fossa séptica” (Figura 3), (LANDAU e MOURA, 2016). As fossas rudimentares e as fossas sépticas apresentam baixo custo de implantação, por isso se proliferam no Brasil, apesar do risco ao meio ambiente e às pessoas (FUNASA, 1999). Essa situação é mais comum em municípios e distritos de menor porte (menos de 50 000 habitantes), localidades preponderantemente rurais e com população mais dispersa (IBGE, 2010).

Figura 3 - Percentagem de municípios brasileiros por tipo de esgotamento sanitário predominante e Região Geográfica em 2010.



Fonte: LANDAU e MOURA, 2016 - Dados do Censo Demográfico - IBGE, 2010.

Landau e Moura, (2016) classificam os tipos de esgotamento sanitário em três classes: “Adequado”, “Inadequado” e “Sem esgotamento sanitário”, (Quadro 1). Em 2010, 75,30% dos domicílios urbanos possuíam esgotamento sanitário na classe considerada “adequado”, 24,11% na classe “inadequado” e 0,59% “sem esgotamento sanitário”.

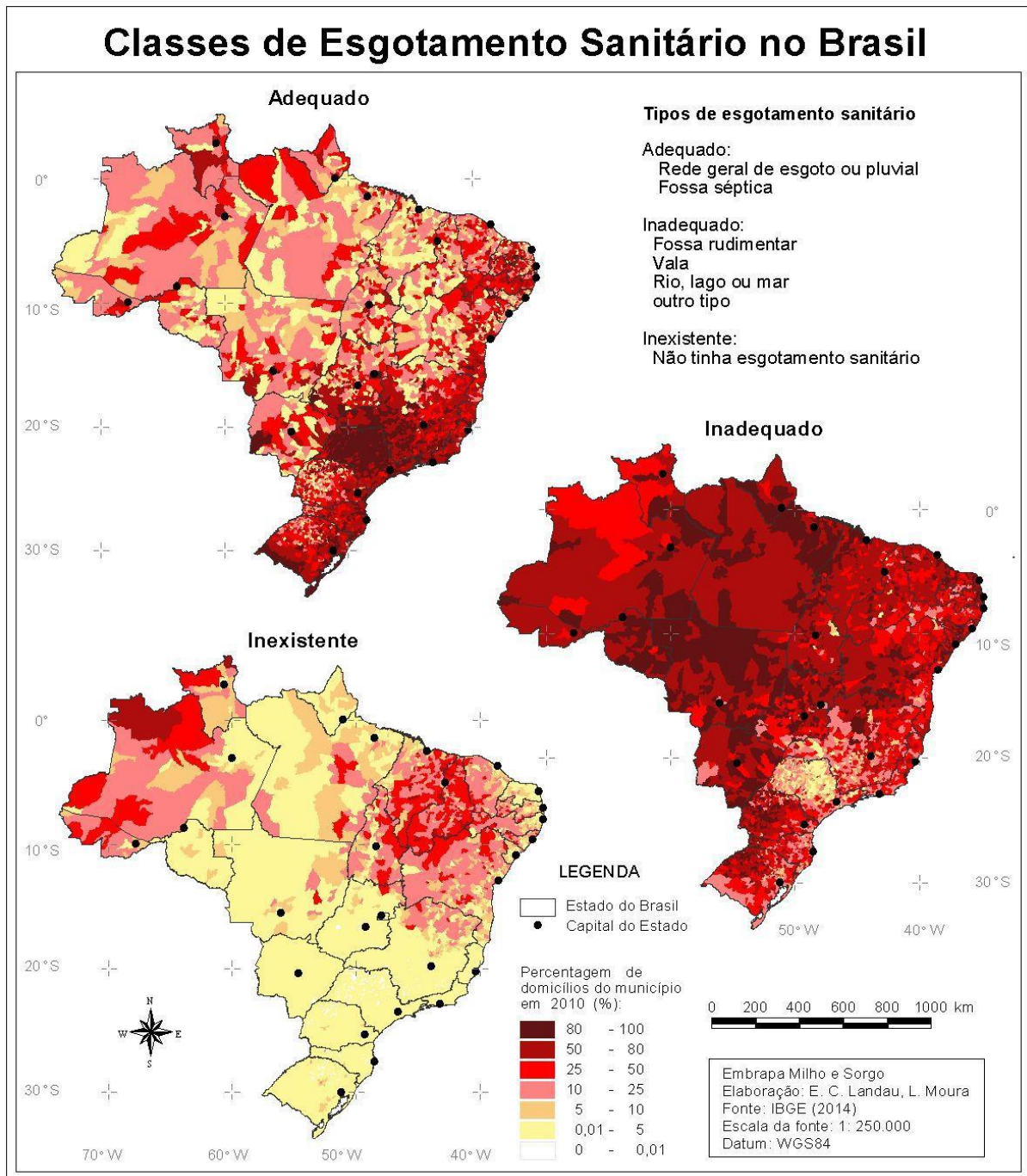
Quadro 1 - Agrupamento em classes dos tipos de esgotamento sanitário.

CLASSES	TIPOS
Adequado	Rede geral de esgoto ou pluvial
	Fossa séptica
Inadequado	Fossa rudimentar
	Vala
	Rio, lago ou mar
	Outro tipo
Sem esgotamento sanitário	Domicílios que não tinham banheiro nem sanitário

Fonte: LANDAU e MOURA, 2016 - Dados do Censo Demográfico - IBGE, 2010.

Mas quando considerado o agrupamento de tipos de esgotamento sanitário em classes em termos municipais, o cenário apresentado é outro, em mais de 56% dos municípios brasileiros predominou a classe de esgotamento sanitário “inadequado”, a classe “adequado” predominou em torno de 42% e “sem esgotamento sanitário ou inexistente” em cerca de 1,5% (LANDAU e MOURA, 2016; IBGE, 2010). Na Figura 4 é apresentada essa variação geográfica das classes de esgotamento sanitário nos municípios do Brasil de acordo com o censo demográfico de 2010.

Figura 4 - Variação geográfica das classes de esgotamento sanitário nos municípios do Brasil em 2010.

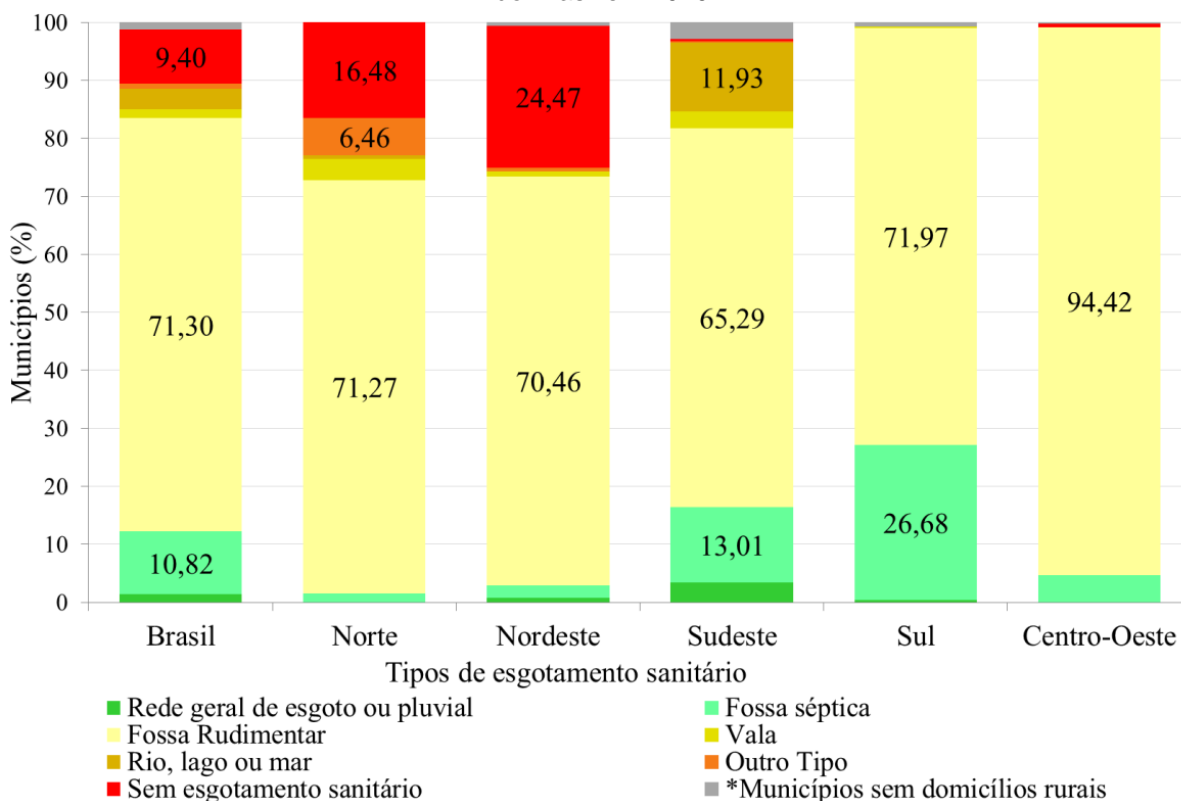


Fonte: LANDAU e MOURA, 2016 - Dados do Censo Demográfico - IBGE, 2010.

Se o cenário do esgotamento sanitário no Brasil, como um todo, já é preocupante ao se analisar mais especificamente o cenário rural, a situação ainda é mais alarmante.

Em 2010, de acordo com o censo demográfico do IBGE, em termos municipais, considerando apenas os domicílios rurais, o esgotamento sanitário por “fossa rudimentar” predominou em 71,30% dos municípios brasileiros (Figura 5). “Fossa séptica” predominou em 10,82% dos municípios e, “sem esgotamento sanitário”, em 9,40%. Em 7,26% dos municípios do País predominaram os demais tipos (LANDAU e MOURA, 2016).

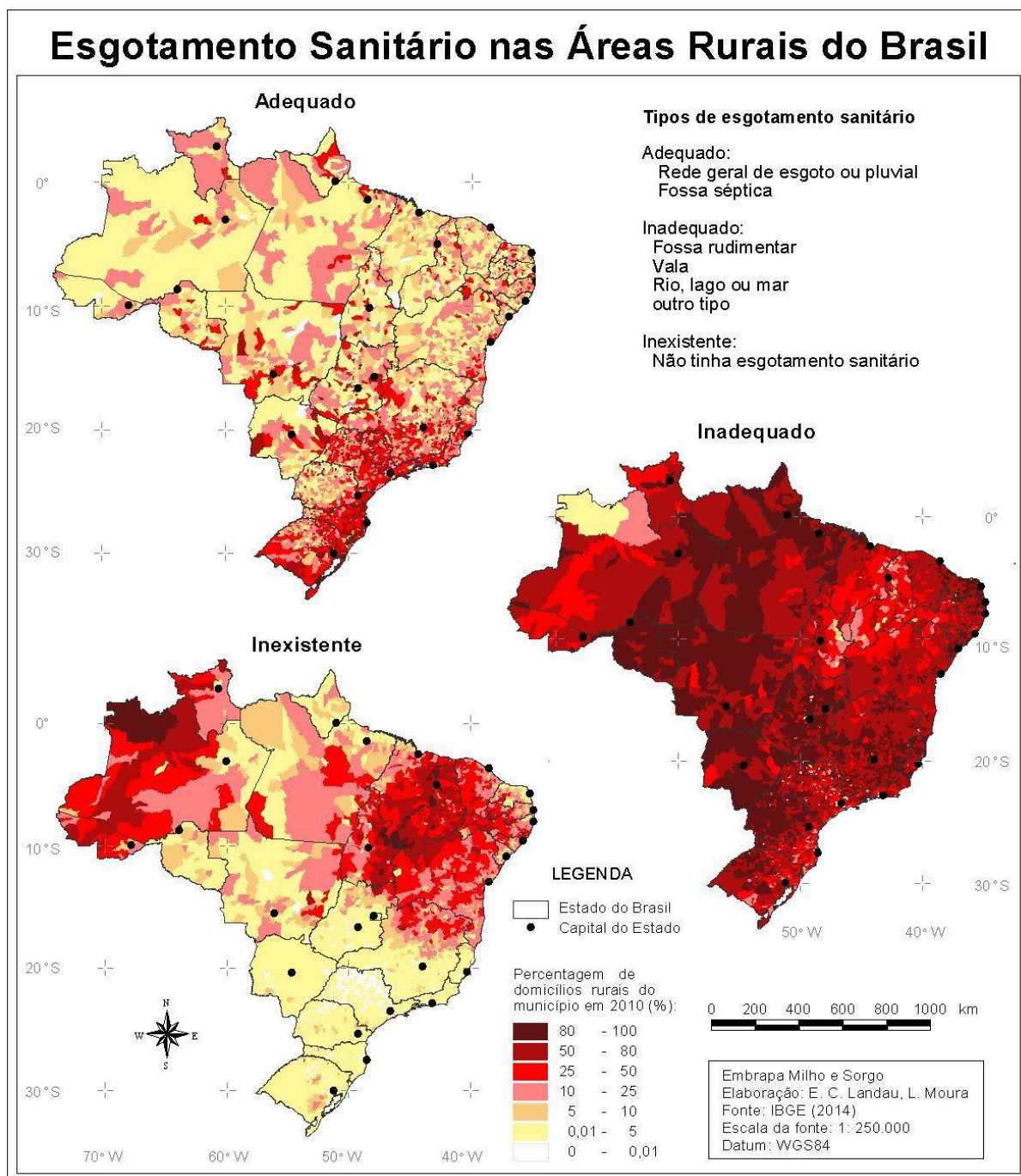
Figura 5 - Percentagem de domicílios rurais por tipo de esgotamento sanitário e Região Geográfica do Brasil em 2010.



Fonte: LANDAU e MOURA, 2016 - Dados do Censo Demográfico - IBGE, 2010.

Em termos municipais, considerando apenas os domicílios rurais, a classe de esgotamento sanitário “inadequado” foi a predominante em 81,44% dos municípios brasileiros, a classe “adequado” predominou em 10,46% e, “sem esgotamento sanitário”, em 6,88% (Figura 6).

Figura 6 - Variação geográfica das classes de esgotamento sanitário nos domicílios do Brasil em 2010.



Fonte: LANDAU e MOURA, 2016 - Dados do Censo Demográfico - IBGE, 2010.

Ao analisarmos os dados, fica claro que se no Brasil como um todo a universalização dos serviços de esgotamento sanitário ainda é uma meta distante, a situação das redes públicas nas comunidades isoladas é ainda mais grave.

Atualmente, cerca de 30 milhões de pessoas vivem na zona rural brasileira (IBGE 2010), apesar de representarem uma parcela relativamente pequena da população total, cerca de 16%, equivale à população de países como Peru, Venezuela ou Canadá. Esse número é bastante expressivo e pode ser até maior, conforme sugere à equipe do Programa Nacional Brasil Rural, se critérios diferentes forem utilizados para a definição rural/urbana feita pelo IBGE (RIGOTTI; HADAD, 2017).

A definição de comunidades isoladas consiste em loteamentos ou núcleos habitacionais localizados normalmente em áreas periféricas de cidades, ou comunidades, litorâneas ou não, de difícil acesso, cuja interligação aos sistemas principais de água e de esgotos do município sejam economicamente inviáveis e necessitem de soluções independentes desses serviços (RESENDE *et al.*, 2018).

De acordo com Resende *et al.* (2018), o saneamento rural centralizado no país torna-se uma realidade longe de ocorrer devido à complexidade da baixa concentração de pessoas em uma mesma área, o que torna inviável economicamente a construção das tradicionais redes de coleta e tratamento de esgoto e distribuição de água. Dessa forma, a adoção de sistemas de tratamento de esgoto descentralizados em países em desenvolvimento apresenta-se como uma mais confiável e a de custo mais efetivo (MASSOUD, 2008 apud SANTOS *et al.*, 2015).

Em geral, nas áreas rurais os domicílios estão dispersos, o que contribui para a não existência de rede coletora de esgotos. As áreas rurais por se situarem longe dos centros urbanos inviabilizam economicamente a ligação dos domicílios a rede coletora, pois o custo de transporte do esgoto até a estação de tratamento é inviável sendo preciso pensar em sistemas descentralizados e adequados para tal realidade (RESENDE *et al.*, 2018).

De acordo com o PNBR (2019), a falta de serviços adequados às populações rurais, é decorrente dos condicionantes específicos:

- Dispersão geográfica;

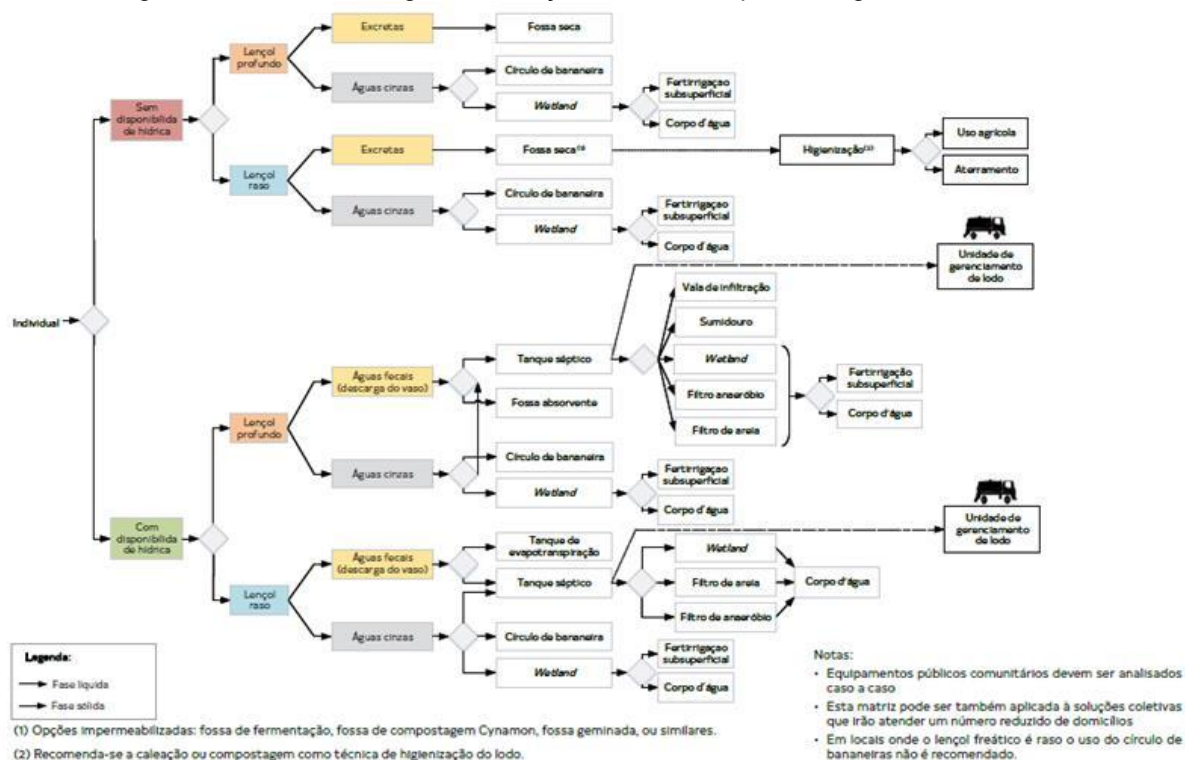
- Isolamento político e geográfico das localidades e seu distanciamento das sedes municipais;
- Localização em área de difícil acesso, seja por via terrestre ou fluvial;
- Limitação financeira ou de pessoal, por parte dos municípios, o que dificulta a execução dos serviços voltados para o saneamento;
- Ausência de estratégias que incentivem a participação social e o empoderamento dessas populações;
- Inexistência ou insuficiência de políticas públicas de saneamento rural, nas esferas municipais, estaduais ou federais.

A literatura afirma que os sistemas de saneamento no local não são apropriados para áreas de alta densidade, mas, como no caso de assentamentos não planejados, podem ser a única opção considerando outros fatores como a disponibilidade de água (SANTIAGO, 2008).

A consequência da falta de saneamento rural é a potencialização e os altos índices de doenças de transmissão hídrica como parasitoses intestinais e diarreia além de mortalidade, mortalidade infantil e morbidade (BRASIL, 2004). Outra consequência é a degradação dos recursos naturais, devido à exposição dos mananciais de abastecimento de água a fontes de contaminação pontuais e difusas (RESENDE *et al.*, 2018).

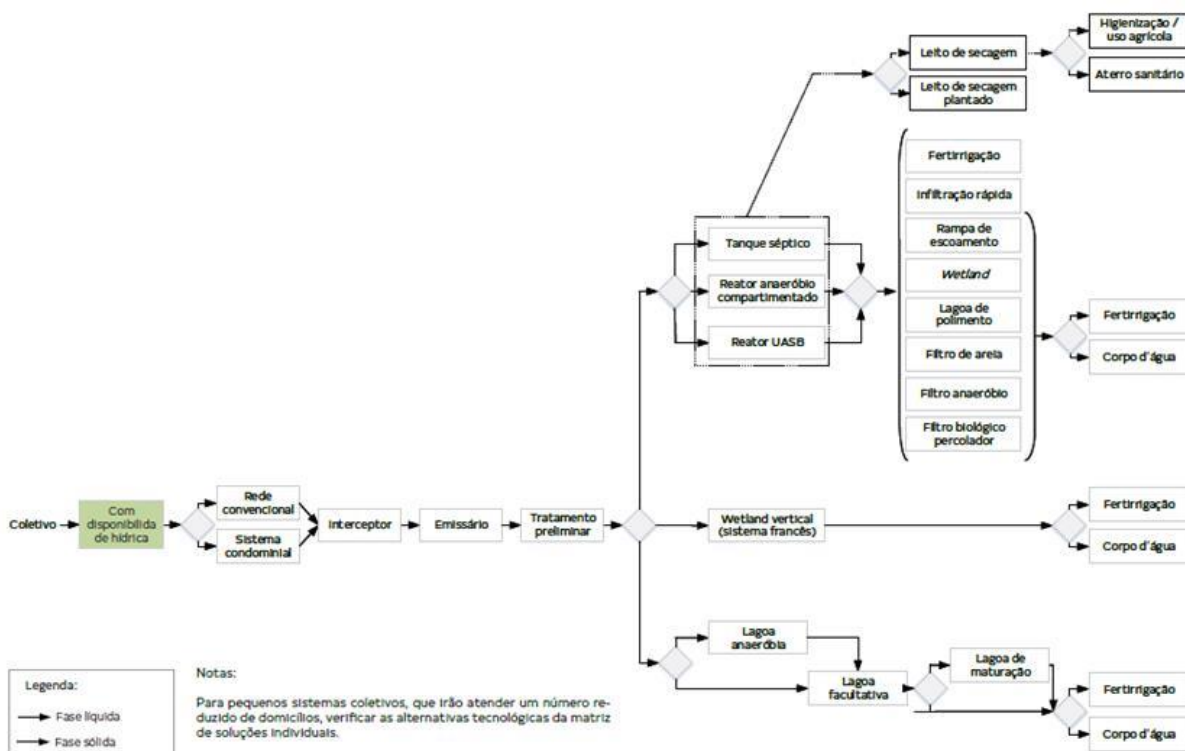
O PNBR (2019 p. 150) estabelece alternativas tecnológicas individuais e coletivas para o saneamento rural. Na categoria individual são previstas alternativas com e sem a existência de água canalizada no domicílio e dependendo da profundidade do lençol freático (Figura 7). A alternativa coletiva de esgotamento sanitário para localidades com disponibilidade hídrica são divididas em rede convencional e rede condominial (Figura 8).

Figura 7 - Matriz tecnológica de soluções individuais para o esgotamento sanitário



Fonte: PNBR, 2019.

Figura 8 - Matriz tecnológica de soluções coletivas para o esgotamento sanitário.



Fonte: PNBR, 2019.

Ultimamente o interesse em adotar tecnologias apropriadas para o esgotamento sanitário nas comunidades mais carentes vem crescendo, e sobressaindo o Sistema Condominial de Esgoto, entendendo como tecnologia apropriada aquela que melhor se adequa à realidade local. Esse sistema se destaca pelo menor custo de implantação e pela sua flexibilidade técnica, flexibilidade essa que adequa as diferentes realidades dos contextos urbanos e rurais do país (MORAES *et al.*, 2000). O motivo do desenvolvimento de novas soluções alternativas para resolver os problemas de esgoto é, francamente, o aumento avassalador do número de pessoas carentes de serviços de saneamento, visto que se deparam com o alto custo das soluções convencionais (TURKER, 2010).

O sistema condominial vem sendo considerado como uma tecnologia apropriada à realidade brasileira, devido ao seu baixo custo de implantação, sua adequação a tipologia habitacional e ocupacional, marcada por alta densidade populacional e topografia acidentada. (MORAES *et al.*, 2000).

3.2 O Sistema Condominial

Os sistemas condominiais conjugam economia e eficiência, com o intuito de criar condições para a universalização do acesso aos serviços de esgotamento sanitário (SOBRINHO *et al.*, 2000). Considerado uma inovação brasileira para reduzir os custos econômicos, estender a cobertura da rede e incorporar a participação social no processo de manutenção (RÊGO *et al.*, 2018).

A origem se deu no início do século XX com os trabalhos do engenheiro sanitário Francisco Saturnino Rodrigues de Brito, que propôs os “quarteirões salubres” para o plano de saneamento da cidade paulista de Santos. Baseado nas ideias do engenheiro Francisco Saturnino, Jose Melo (1985), desenvolveu e disseminou no Brasil e no mundo o Sistema Condominial de Esgoto, sendo implantado inicialmente em Natal, estado do Rio Grande do Norte, na década de 80. A partir daí, serviu de exemplo para outras cidades nordestinas a exemplo de Ilha de Santana em Olinda, Pernambuco (1985); Juazeiro, Bahia (1987); Camaçari, Bahia (1987); Itabuna, Bahia (1994) e Distrito Federal (1991) (MORAES *et al.*, 2000).

O sistema condominial de esgoto de hoje é reconhecido e aplicado em muitos Estados, sendo implantado em comunidades densamente povoadas, afastadas e com baixo poder aquisitivo, em razão da economia de custos que o caracteriza e de sua flexibilidade para adaptação às condições locais e sociais mais diversas (MARA *et al.*, 2001; MELO, 2008). O aumento da economia associada à instalação de sistemas condominiais oferece uma grande vantagem às comunidades mais pobres, uma vez que essa economia pode ser aplicada ao aumento da cobertura (HUBBARD *et al.*, 2011).

Mesmo o Banco Mundial, rigorosíssimo na aplicação de normas e padrões consagrados, para obras de infraestrutura urbana, passou a olhar com interesse as respostas positivas para superar a inviabilidade financeira da expansão do serviço convencional do saneamento às áreas pobres (LOBO, 2003).

Esse sistema permite que sua implantação seja descentralizada, à medida que são fornecidos os recursos financeiros, requer menor custo de operação e manutenção, além de possibilitar o envolvimento da população quanto às decisões no processo de implantação.

O sistema condominial de esgoto é ideal para locais que necessitam de adaptações, sejam elas pelo fator econômico ou topográfico, onde os sistemas informais são formados por vizinhos, sendo possível o assentamento dos ramais em lotes particulares (SOBRINHO *et al.*, 2000).

Atualmente o Sistema Condominial de Esgotamento Sanitário está mais presente, no Brasil, em cidades dos estados de Pernambuco, Rio Grande do Norte, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Bahia, Rio de Janeiro e Distrito Federal (RISSOLI, 2011). Esse sistema também é reconhecido e implantado em toda a América do Sul, como o caso de sucesso em Manuel Cardozo Dávila estabelecimento em Iquitos, Peru, sendo apontado como um projeto modelo para outras áreas periurbanas em todo o País. O sucesso crescente do projeto CARE Peru não só resultou na instalação da infraestrutura condominial de água e saneamento e melhorou a organização da comunidade, mas também ajudou as organizações locais a receberem mais apoio e reconhecimento por sua liderança (HUBBARD *et al.*, 2011).

A população das comunidades suburbanas da Louisiana nos Estados Unidos tem crescido rapidamente e apresenta como consequência o aumento do número de coliformes fecais despejados nos cursos d'água (TOLEDO, 2018). Na Louisiana, o terreno em geral é muito plano e requer muito bombeamento para transportar o esgoto, o que torna o custo da implantação de um sistema convencional de coleta de esgoto é inacessível. O emprego de sistema simplificado pode gerar grandes economias e fornecer saneamento adequado para sua população mais rapidamente do que usando o sistema convencional. Os cálculos apresentados por Toledo (2018) mostram projeções de economia para vários fatores ao usar o sistema simplificado.

O setor de saneamento no Brasil reconhece o sistema condominial em função de seus resultados alcançados e com isso muitas empresas o absorvem. Um exemplo do seu reconhecimento, por exemplo, foi a absorção do Modelo Condominial como Sistema Padrão indicado pelo Programa de Aceleração do Crescimento - PAC, do Ministério das Cidades, do Governo Brasileiro, na indicação de financiamento de sistema de esgoto sanitário (RISSOLI, 2011).

A concepção básica do sistema condominial está na coleta dos esgotos de um conjunto de residências unifamiliares, que pode ser quadra, interligada através de uma rede interna e encaminhada a rede pública em um único ponto apenas. A ideia dos condomínios está nos edifícios de apartamento, ou seja, na rede predial que permite o escoamento dos esgotos (MELO, 1994). Em contraste com os esgotos convencionais, os esgotos simplificados são colocados dentro do bloco habitacional (isso é conhecido como esgoto de condomínio) (CHINYAMA *et al.*, 2012).

O sistema condominial oferece uma alternativa mais econômica aos sistemas convencionais por vários motivos. A unidade de serviço é um bloco ou aglomerado de casas em vez de casas individuais. As residências são então conectadas a ramais dentro de cada bloco em vez de conectar todas as residências diretamente a uma linha principal (HUBBARD *et al.* 2011).

Entretanto, a adoção de um Sistema de Esgoto Condominial exige um conjunto de ações que possibilitem a mobilização, a educação, a organização e participação da população, que são imprescindíveis para o sucesso do sistema.

3.3 Sistema Condominial x Sistema Convencional

Quando comparado o Sistema Convencional com o sistema Condominial de coleta de esgotos pode-se observar que o sistema convencional requer maior quantidade de dispositivos que o sistema condominial (Quadro 2).

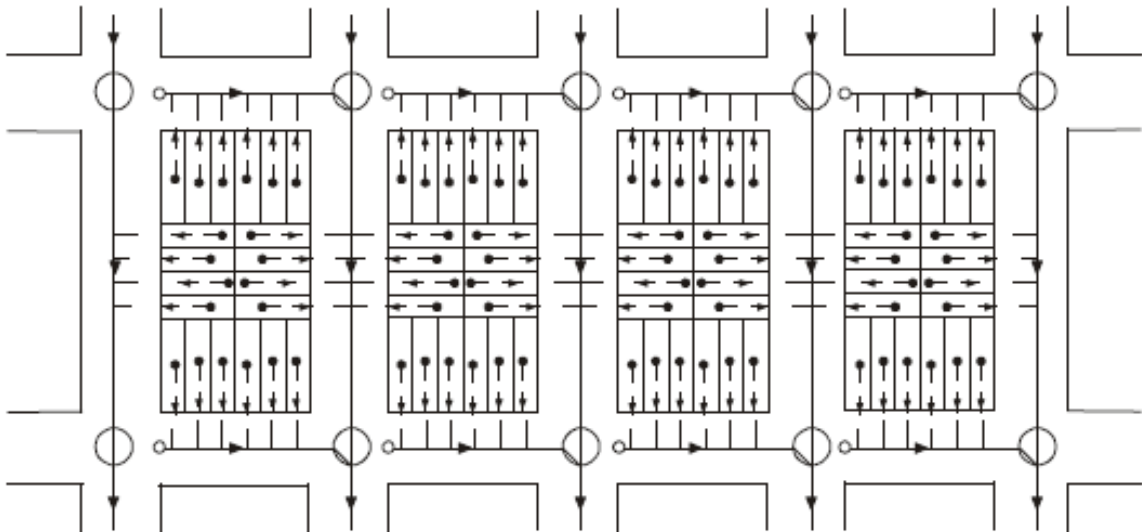
Quadro 2 - Partes constituintes dos sistemas de esgoto.

SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMA CONDOMINIAL
Ramal predial	Ramal condominial – de passeio (0,70m de distância do muro), de fundo de lote e de jardim
Coletor de esgotos	Rede básica
Coletor tronco	Poços de visita (PV)
Interceptor	ETE
Emissário	Disposição final
Poços de visita (PV)	-
Elevatória	-
ETE	-
Disposição Final	-

Fonte: FUNASA, 1999.

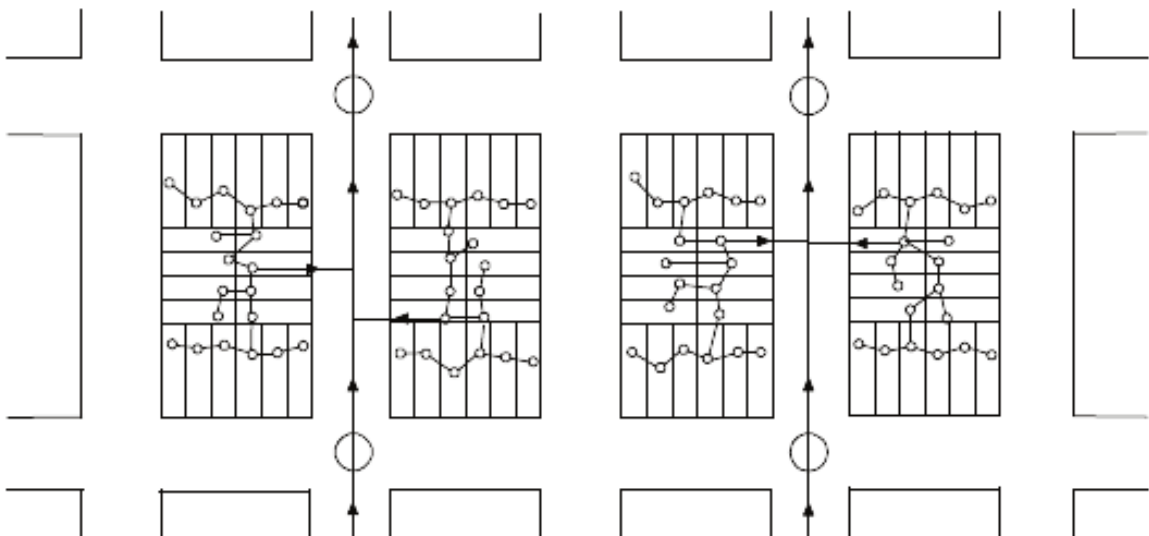
Na Figura 9 está apresentada a esquemática do sistema convencional, observa-se que para sua implantação o sistema irá precisar de cerca de 80 ligações prediais no coletor público para o atendimento das quadras, já na Figura 10, esquemática do sistema condominial, observa-se que para sua implantação o sistema irá precisar de apenas quatro ligações ao coletor público.

Figura 9 - Esquemática do sistema convencional.



Fonte: SOBRINHO *et al.*, 2000.

Figura 10 - Esquemática do sistema condominial.



Fonte: SOBRINHO *et al.*, 2000.

Como observado nas Figuras 9 e 10, o sistema condominial propõe uma significativa redução de custos de implantação devido a menor necessidade de quantidade de dispositivos para os ramais de ligação. Outro diferencial importante entre os sistemas se faz pelo traçado da rede coletora, sendo que para o sistema condominial a rede coletora pode passar no fundo do lote, nos jardins e passeios, já

para o sistema convencional a rede coletora se faz pelo eixo da rua (Melo, 2008). Especificamente o sistema condominial ainda apresenta a economia de recursos a serem aplicados quando da utilização de mão-de-obra local (SANTIAGO, 2008).

A vantagem da tecnologia de esgotamento sanitário condominial em relação ao esgoto convencional é que tubos de pequeno diâmetro em profundidades rasas e valas estreitas reduzem o custo (TURKER, 2010). Segundo Foster (2000), “em uma análise econômica é mostrado que uma conexão de esgoto condominial na Bolívia pode ser 30–40% mais barata do que um esgoto convencional” (apud TURKER, 2010).

De acordo com Mara (2002), “se o sistema simplificado for do tipo condominial o seu custo está em torno de US\$65 a US\$105 (referente ao ano de 1983) e no Nordeste brasileiro: US\$ 300 a US\$500 por domicílio (comparado com US\$ 1500 gastos por domicílio no sistema convencional)” (apud SANTIAGO, 2008).

O sistema de rede condominial requer da participação comunitária porque a conservação da rede é dos vizinhos. A rede convencional é tecnicamente mais complexa e precisa de técnicos qualificados para sua conservação (RÊGO *et al.*, 2018). De acordo com a concepção do sistema condominial, a mão-de-obra para instalação e manutenção deveria ser de responsabilidade da comunidade atendida, porém isso nem sempre acontece. Quando a manutenção do sistema fica por conta da companhia de saneamento, o seu custo é semelhante ao dos sistemas convencionais (SANTIAGO, 2008).

Vantagens operacionais significativas também existem com sistemas condominiais porque os problemas operacionais são isolados no nível do bloco ou cluster. A manutenção da infraestrutura de água e esgoto pela comunidade é aprimorada, pois quaisquer bloqueios ou outros problemas nos esgotos ou nas linhas de água afetam várias casas, ajudando a garantir que os reparos sejam feitos rapidamente (HUBBARD *et al.*, 2011).

Resumidamente, pode-se dizer que as principais vantagens do sistema condominial, são as descritas abaixo (SOBRINHO *et al.*, 2000).

- Menor extensão das ligações prediais e coletores públicos;
- Baixo custo de construção dos coletores;

- Utilização de menores diâmetros nas tubulações, tendo em vista que a maior parte da rede pode ser de 100 mm;
- Diminuição drástica dos volumes de escavação e reaterro, que equivalem à parte mais onerosa da obra;
- Apreciável redução de coletores e poços de visita, quando comparados com os sistemas convencionais;
- Permite a economia de redes com a centralização da coleta e a economia dos transportes com a descentralização dos tratamentos;
- Menor custo de operação;
- Maior participação dos usuários;
- Permite a geração de renda através da utilização da mão-de-obra local e a utilização de materiais locais, tais como, manilhas de fabricação manual;
- Permite a evolução do ramal com o aumento do condomínio;
- Se houver a necessidade de desmontar o ramal, isso constitui apenas um problema localizado que não interfere com o sistema de jusante;
- As ligações domiciliares ou desobstruções na linha podem ser feitas a qualquer tempo, sem a necessidade de quebrar o asfalto ou gerar tumulto no trânsito.

As principais desvantagens do sistema condominial referem-se às observações listadas a seguir (SOBRINHO *et al.*, 2000).

- A utilização indevida dos coletores de esgoto, tais como, lançamentos de águas pluviais e resíduos sólidos urbanos;
- A menor atenção na operação e manutenção dos coletores;
- A possibilidade de ocorrer dificuldade, para a empresa que operará o sistema, na inspeção, operação e manutenção dos coletores assentados em lotes particulares;

O êxito desse sistema depende, fundamentalmente, da atitude dos usuários, sendo imprescindíveis uma boa comunicação, explicação, persuasão e treinamento. A premissa fundamental do sistema condominial é a participação da população nas

diversas etapas do projeto do sistema de coleta e de transporte de esgoto, envolvendo desde a escolha do local de passagem das canalizações e a participação nos custos do sistema, até a participação em sua instalação e manutenção (SANTIAGO, 2008).

As principais causas que influenciam no desempenho do sistema condominial de esgoto são educação do usuário, o padrão habitacional, o poder político, a qualidade do projeto e da execução da obra. Ainda, pode-se destacar outros fatores importantes como, os sistemas locais de infraestrutura (drenagem, coleta de lixo) e a condição de operacionalidade do sistema. A eficiente operação-manutenção define o pleno funcionamento dos sistemas de esgotos, devendo ser delimitada a responsabilidade das partes, e o pagamento dos serviços através das tarifas (MELO, 2008).

As dificuldades de operação encontradas no sistema condominial se fazem pela utilização indevida dos coletores de esgoto, tais como, lançamentos de águas pluviais e resíduos sólidos urbanos; pela menor atenção na operação e manutenção dos coletores pela comunidade; dificuldade, para a empresa que operará o sistema, na inspeção, operação e manutenção dos coletores assentados em lotes particulares (SOBRINHO *et al.*, 2000).

Para o bom funcionamento do ramal condominial, é necessária a manutenção periódica das caixas de passagem e a sua boa vedação. Um dos problemas enfrentados nos locais com esse tipo de sistema é a má conservação e disposição de lixo nas caixas de passagem, ocasionando entupimentos e impedindo que o esgoto se dirija para a rede básica (RÊGO *et al.*, 2018).

3.4 Implantação do Sistema Condominial

A elaboração do projeto do sistema condominial prevê a elaboração de um croqui, reunião com a comunidade e levantamento topográficos (FUNASA, 1999).

De acordo com Melo (1994), a implantação dos sistemas condominiais segue as seguintes etapas:

- A oportunidade de realização dos trabalhos: Esta etapa representa o início dos trabalhos e envolve a caracterização dos agentes, recursos, pré-requisitos envolvidos e fatores favoráveis e desfavoráveis.
- O conhecimento da realidade local: Esta etapa envolve a elaboração do programa de esgotamento sanitário a nível local, se fazendo necessário o conhecimento da realidade local, do meio físico (clima, hidrografia, topografia e geomorfologia), dos assentamentos (urbanização, uso e ocupação do solo, habitação, sistemas de infraestrutura), e do ambiente sócio-econômicos (demográfica, nível de renda e sua distribuição, aparelho produtivo, organização social, educação, cultura e a relação destes fatores com a questão dos esgotos).
- Formação de alternativas e escolha de soluções: Nesta etapa acontece a escolha da melhor alternativa de implantação do tipo da rede coletora e suas devidas soluções.
- Primeiros entendimentos e pactos: Nesta etapa acontece a primeira mobilização de caráter geral e o processo se abre a participação popular. São definidas as estratégias regras e responsabilidades de cada um dos agentes envolvidos, assim como a estimativa real dos recursos a serem alocados de origem financeira.
- Definição e realização da experiência piloto: Esta etapa representa a informação, de divulgação, de teste, de correção, de aperfeiçoamento e demonstração do processo de implantação, sendo apresentados os tipos de soluções para os ramais, definição dos custos e respectivas tarifas.
- Generalização da solução: Esta etapa representa o momento de ajustamentos finais, seja no âmbito da engenharia e no âmbito social.
- Etapa Final: Nesta etapa tem-se o início da operação do sistema.

Além dessas etapas de implantação do sistema condominial deverão ser esclarecidos aos usuários os cuidados necessários para se obter uma manutenção adequada e conseqüentemente sua perfeita operação. O sucesso da implantação da rede condominial implantada em Manuel Cardozo Dávila estabelecimento em Iquitos, Peru, só foi possível graças a educação e participação da comunidade.

Foram dadas ênfases particulares à educação das famílias sobre o uso e manutenção adequados das instalações de saneamento e encanamentos internos para evitar bloqueios desnecessários (HUBBARD *et al.*, 2011).

3.5 Dimensionamento do Sistema Condominial

O sistema condominial de esgotamento sanitário é o padrão adotado pela CAEMA – Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão, visando a ampliação da estrutura de coleta de esgotos do estado, devido à constatação da inviabilidade econômica e financeira do modelo tradicional em apresentar solução a curto prazo para a universalização dos serviços. A seguir são descritos os parâmetros de dimensionamento empregados por CAEMA (2002), comparando com os parâmetros propostos por Melo (2008).

3.5.1 Dimensionamento hidráulico

Do ponto de vista do dimensionamento hidráulico e em relação aos parâmetros de projeto, não existem inovações na modalidade condominial, seu dimensionamento é realizado com por meio das mesmas formulas, critérios e parâmetros comumente empregados no projeto de redes convencionais, seguindo na essência o estabelecido nas normas brasileiras destinadas ao projeto de coletores de esgotos (MELO, 2008). A mudança está na concepção do projeto, que transfere para o interior do condomínio (quadra ou quarteirão urbano), a passagem dos ramais da rede, reduzindo bastante à extensão de tubulação necessária. O processo construtivo do sistema condominial é mais simples, os ramais são integrados por dois elementos apenas: a própria tubulação e as caixas de inspeção (CI).

Mesmo que o método de esgoto condominial seja conceitualmente o mesmo que o esgoto convencional, o fundamento da teoria do esgoto condominial elimina características de projeto conservadoras desnecessárias e adequa os padrões de projeto à situação local (TURKER, 2010; SOBRINHO 2018). Esgoto simplificado é

essencialmente esgoto convencional reduzido ao seu básico hidráulico, ou seja, sem qualquer uma das características de projeto conservadoras que se acumularam nos últimos 100 anos (MARA, 2008).

De acordo com Especificação técnica - ET 21/03 (CAEMA, 2002) e Melo (2008), as redes de esgoto devem seguir o que preconiza a norma NBR 9649 da ABNT (1986) e a norma NBR 14486 (2000). Os ramais condominiais deverão operar em regime hidráulico idêntico ao das redes convencionais, devendo, portanto, serem calculados para tal. Os coletores devem ser projetados para funcionar como condutos livres, admitindo-se o regime permanente e uniforme de escoamento. A tubulação deve trabalhar com seção parcialmente cheia, com a vazão e a velocidade média sendo consideradas constantes ao longo do trecho (MELO, 2008).

Os principais critérios e parâmetros recomendados para o dimensionamento hidráulico dos coletores apresentados por Melo (2008) e o adotado pela companhia de saneamento CAEMA (2002), são discutidos a seguir, comparados com a norma NBR 9649 (ABNT, 1986) - Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário, e a norma NBR 14486 (ABNT, 2000) - Sistemas enterrados para condução de esgoto sanitário - Projeto de redes coletoras com tubos de PVC:

- **Vazão mínima (Q_{min}):** Os coletores devem ser projetados para uma capacidade mínima de escoamento, representada por uma vazão mínima de $1,5 \text{ l.s}^{-1}$, segundo as Normas Brasileiras, valor que corresponde, teoricamente, ao que seria uma onda de vazão decorrente de uma descarga de um vaso sanitário típico.
- **Diâmetro mínimo (D_{min}):** O diâmetro mínimo mais frequentemente adotado no sistema convencional é de 150 mm a fim minimizar os problemas de entupimento, embora a norma NBR 9649 (ABNT, 1986) recomende o diâmetro mínimo de 100 mm. Assim como propõe Melo (2008), a companhia de saneamento CAEMA (2002), também segue o diâmetro mínimo de 100 mm recomendados pela NBR 9649 (ABNT, 1986). Para o sistema condominial recomenda-se a adoção do diâmetro mínimo de 100 mm com a finalidade de reduzir os custos de implantação (MELO, 2008).

- **Tensão trativa média (σ):** Para assegurar que elas sejam adequadas ao escoamento e autolimpeza do coletor, a tensão trativa média de cada trecho não deve ser inferior a 1,0 Pa, para coeficiente de Manning igual a 0,013, considerando-se a vazão máxima horária inicial de projeto (MELO, 2008), valor também recomendado pela NBR 9649 (ABNT, 1986). Para tubos de PVC, utilizados para o sistema condominial, recomenda-se que a tensão trativa média de cada trecho não deve ser inferior a 0,6 Pa conforme NBR 14486 (ABNT, 2000).
- **Lâmina molhada máxima ($y.D^{-1}$):** Recomenda-se lâmina máxima ($y.D^{-1}$) de 75% do diâmetro do coletor, seguindo as Normas. Porém, no caso do emprego de tubulações de 100 mm, a prática comum tem sido a de se adotar limites menores, geralmente da ordem de 50 ou 60% do diâmetro da tubulação. Qualquer que seja o critério, contudo, se busca geralmente uma folga operacional maior nos coletores de 100 mm (MELO, 2008).
- **Declividade mínima (I_{\min}):** Seguindo as normas a recomendação usual é pela adoção de declividades que atendam ao critério da tensão trativa média (σ), de modo a assegurar as condições para a autolimpeza do coletor. No caso de coletores de DN100, na prática adota-se declividade mínima de 0,005 m.m⁻¹, por segurança, existindo a possibilidade de uso de valores um pouco menores quando necessário (MELO, 2008). Na Tabela 1 é apresentada as vazões notáveis considerando a declividade de 0,005 m.m⁻¹:

Tabela 1 - Vazões notáveis para a declividade de 0,5% e tubos de até 200 mm e as condições de escoamento correspondentes.

Declividade de referência (m/m)	Diâmetro do coletor (mm)	Vazões Notáveis (l.s ⁻¹)	Condições de escoamento		
			Lâmina (%)	Tensão trativa (Pa)	Velocidade (m.s ⁻¹)
0,005	100	1,83	50	1,23	0,46
	100	3,33	75	1,48	0,53
	150	9,82	75	2,22	0,69
	200	21,15	75	2,96	0,84

Fonte: MELO, 2008.

Já a Especificação Técnica 21/03 (CAEMA, 2002) estabelece as declividades mínimas de projeto a partir de um número fixo de unidades residenciais (Tabela 2).

“Essa simplificação contribui para que seja dispensada, em hipótese confiável, a necessidade de se proceder ao dimensionamento hidráulico da rede, mantendo-se as declividades, sempre que possível, iguais à do terreno e, em qualquer caso, pelo menos igual à declividade mínima” (CAEMA, 2002).

Tabela 2 – Declividades mínimas de projeto a partir das unidades residenciais.

Unidades esgotadas	Declividade mínima requerida (m.m⁻¹)	Diâmetro mínimo (m.m⁻¹)
Até 265	0,0050	100
265 - 289	0,0060	100
290 - 337	0,0082	100
338 - 398	0,0114	100
399 - 470	0,0020	150
471 - 578	0,0030	150
579 - 735	0,0045	150

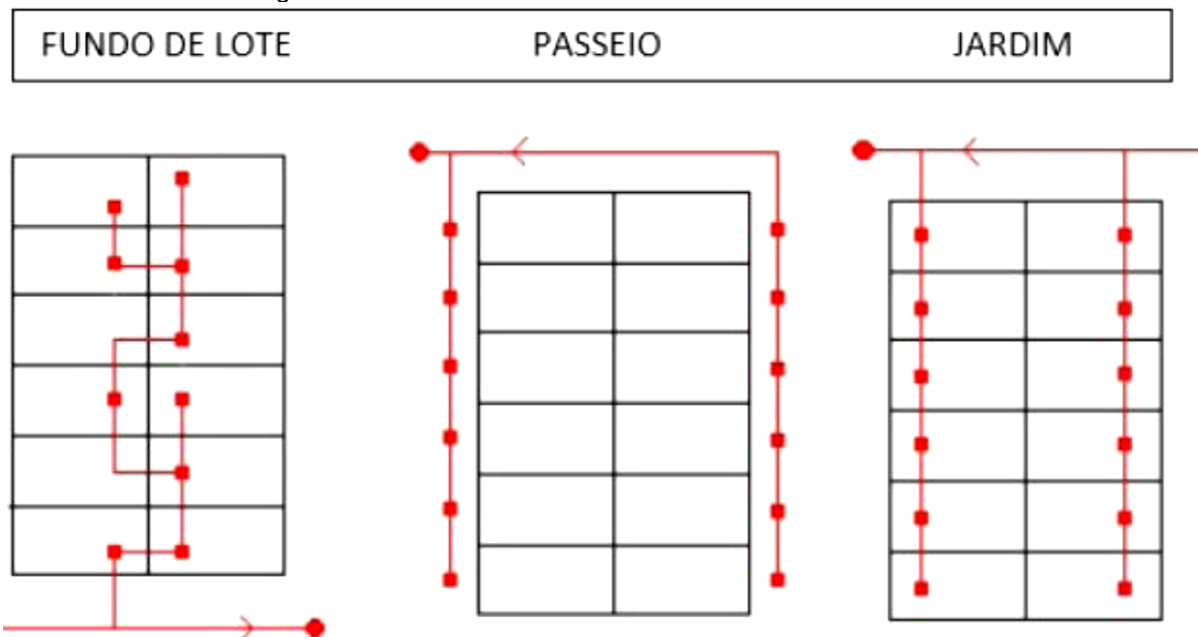
Fonte: CAEMA, 2002.

Quanto ao lançamento da rede condominial Melo (2008) e CAEMA (2002) apresentam a mesma concepção, deve-se objetivar assentá-la o menos profunda possível, como uma forma de diminuir os custos de escavação, escoramento e esgotamento, sem, contudo, pôr em risco a integridade da tubulação. Deve ser estudada a possibilidade de o escoamento acompanhar os talwegues naturais do local, independentemente da urbanização implantada (CAEMA, 2002).

3.6 Ramal de coleta de esgoto

A localização do ramal pode ser separada em três modalidades distintas: ramal de fundo de lote, ramal de jardim e ramal de passeio (Figura 11). A escolha da localização é decidida pelo usuário, do ponto de vista técnico a melhor escolha será a mais econômica e mais adequada para o local.

Figura 11 - Localidades dos ramais do sistema condominial.



Fonte: MELO,1994.

O ramal no fundo do lote é mais utilizado nas áreas de baixa renda, devido ao menor custo, causada pela menor extensão e menor profundidade necessária para implantação do sistema (MELO, 1994). A manutenção dos ramais é de responsabilidade dos usuários devido à localização ser no interior da casa.

O ramal no passeio é a alternativa de maior custo de implantação, causada pelas maiores sobrecargas e estar mais sujeito a falta de cuidados e manutenção dos usuários, não sendo recomendável nas áreas pouco urbanizadas e sem delimitação dos passeios (MELO, 1994). A manutenção dos ramais neste caso é de responsabilidade das concessionárias devido à localização ser pública.

O ramal no jardim permite uma implantação mais simples, porém apresenta uma redução nas vantagens do baixo custo e funcionamento, causada pela localização ser na frente e por dentro dos lotes (MELO, 1994). Neste caso a manutenção dos ramais também é de responsabilidade dos usuários devido à localização ser no interior da casa.

Para o sistema condominial não existem normas para o dimensionamento dos ramais, MELO (1994). As recomendações técnicas usuais para profundidade das redes coletoras de esgoto podem ser vistas na Tabela 3.

Tabela 3 - Recomendações técnicas para profundidade mínimas.

TIPO DE REDE	PROFUNDIDADE MÍNIMA (m)
Ramal condominial de passeio	0,70
Ramal condominial de jardim	0,40
Ramal condominial de lote	0,40
Rede pública no passeio	0,80
Rede pública na rua	0,90

Fonte: FUNASA, 1999.

Nos sistemas condominiais a profundidade dos ramais deverá ser a mínima possível. As redes deverão ser lançadas no passeio, ou seja, fora do tráfego de veículos e, com isso, será permitido obter uma redução do recobrimento das tubulações, minimizando os custos, sem oferecer riscos de possíveis rompimentos das mesmas e também respeitando as normas vigentes (FUNASA, 1999).

No sistema condominial a principal singularidade de ligação entre um ramal e outro é a caixa de passagem ou inspeção (CI), o que reduz o uso de poços de visitas (PV), conseqüentemente reduzindo significativamente o custo de implantação do sistema (FUNASA, 1999).

As caixas de inspeção devem ser bem projetadas para atender as funções básicas como profundidade, declividade mínima, localização dos ramais internos e externos e suas dimensões. Em geral, adotam-se caixa de inspeção com diâmetro ou largura de 0,40m ou 0,60m e poços de visita com diâmetro ou largura de 1,00m (FUNASA, 1999). As caixas de inspeção devem receber os efluentes das várias casas ligadas ao ramal, devem permitir o acesso para limpeza e desobstrução e viabilizar o escoamento hidráulico.

3.7 Desempenho do Sistema Condominial

As principais causas que influenciam no desempenho do sistema condominial de esgoto, são: educação do usuário, o padrão habitacional, tais como, instalações

hidrosanitárias adequadas, o poder político, a qualidade do projeto e da execução da obra, que define uma condição básica para o funcionamento do serviço. Ainda pode-se destacar outros fatores importantes como, os sistemas locais de infraestrutura (drenagem, sistema viário, coleta de lixo) e a condição de operacionalidade do sistema (MELO,1994).

De acordo com Melo (1994), os níveis alcançados estão em função dos requisitos de operação do sistema, conforme citado anteriormente, se fazendo necessário: Introduzir alguns ensinamentos para o uso e a manutenção adequados do serviço que ajudem na falta de educação básica; Melhorar a qualidade das informações, a fim estimular o controle social, e contribuir para o desenvolvimento do poder político local; Adotar a drenagem das águas pluviais ou recuperar o sistema, quando o problema for de uma má construção.

A base do sistema condominial se dá pela participação comunitária, constituindo elemento fundamental da metodologia de implantação desse tipo de solução, incorporando a população na solução coletiva dos problemas operacionais deste modelo de esgotamento sanitário (MELO,1994).

O sucesso do sistema condominial é resultado de um esforço da comunidade. Esse envolvimento exige um entendimento completo do sistema por todos os integrantes do projeto, seja a comunidade ou poder público. É importante que cada um tenha uma ideia precisa da sua importância no sistema e da contribuição que seu trabalho trará ao processo como um todo (NEDER, 1998 apud SOBRINHO, 2018).

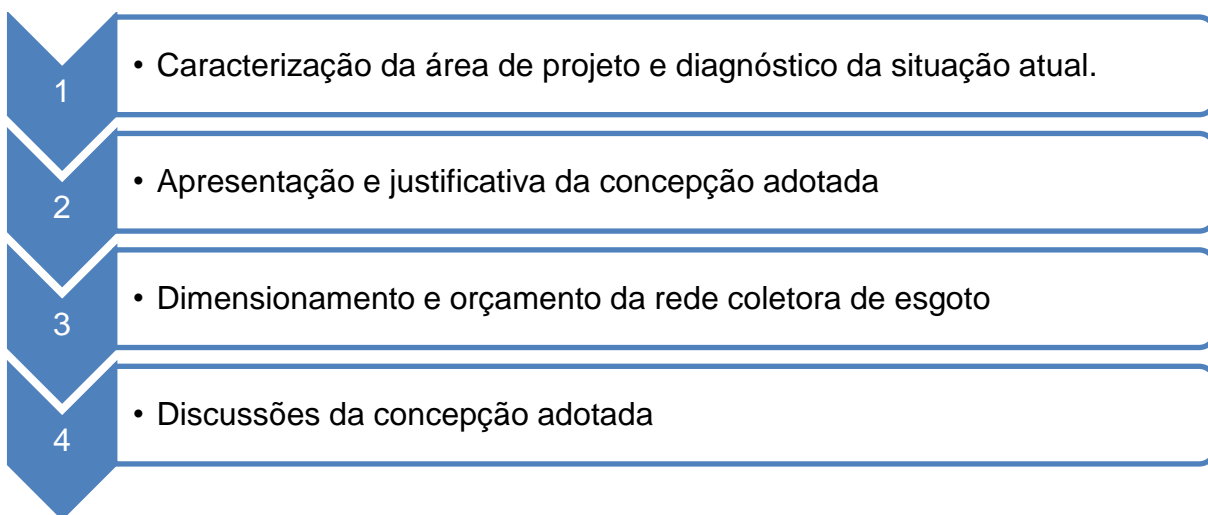
De acordo com Sobrinho (2018), é muito mais fácil encontrar financiamento para projetos devido aos custos reduzidos. Além disto, os sistemas condominiais podem ser iniciados de montante para jusante e, assim começarem a ser utilizados antes de sua finalização total, enquanto os sistemas convencionais não, tornando-os mais eficientes em termos de tempo e podendo ser ajustado às mudanças populacionais reais e não apenas às projeções.

Por fim, a implementação de sistemas de esgoto condominiais ou simplificados necessita de ter vizinhos cooperando uns com os outros, entretanto esta relação nem sempre é harmoniosa. O modelo simplificado só pode atingir a mesma finalidade que o modelo convencional se não houver complicações adicionais para manter o sistema funcionando devidamente. A população que se beneficia dele precisa entender a importância desse sistema e permitir a manutenção regular dentro dos limites de sua propriedade.

4 METOLOGIA

Para a concepção da rede coletora de esgoto sanitário a ser implementada em uma comunidade rural foram seguidas as orientações técnicas apresentadas no Manual de Orientações Técnicas para Elaboração e Apresentação de Propostas e Projetos para Sistemas de Esgotamento Sanitário – homologada na Portaria Funasa nº 526, de 6 de abril de 2017, e a norma NBR 9648:1986 - Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário – Procedimento (ABNT, 1986). O estudo de concepção foi realizado em 4 etapas, conforme apresentado na Figura 12.

Figura 12 – Etapas da metodologia.



Fonte: Autor, 2020.

Os itens que compõem cada etapa estão apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 - Etapas do estudo de concepção da rede coletora de esgoto.

I. Caracterização da área de projeto e diagnóstico da situação atual.	<ul style="list-style-type: none"> • Localização da área em estudo • Caracterização ambiental e socioeconômica • Caracterização topográfica da área • Caracterização da infraestrutura existente • Hidrografia • Dados demográficos • Condições sanitárias • Identificação de pontos geradores de cargas poluidoras • Diagnóstico do sistema de esgotamento sanitário existente.
II. Apresentação e justificativa da concepção adotada	<ul style="list-style-type: none"> • Delimitação da área do projeto • Levantamento topográfico da área do projeto • Análise dos aspectos ambientais e sociais • Estimativa populacional • Consumo médio per capita e vazões de dimensionamento • Caracterização do corpo receptor • Caracterização das unidades do sistema existente • Justificativa da concepção adotada
III. Dimensionamento e orçamento da rede coletora de esgoto	<ul style="list-style-type: none"> • Plano de escoamento • Traçado da rede coletora de esgoto • Vazões de contribuição • Dimensionamento hidráulico • Características dos dispositivos: rede auxiliar, poço de visita • Diâmetro, comprimentos, tipo de material • Orçamento das redes coletoras de esgoto
IV. Discussões da concepção adotada	<ul style="list-style-type: none"> • Análise socioambiental da implantação da rede coletora de esgoto em área rural • Comparação técnica e econômica dos sistemas convencional e condominial

Fonte: Autor, 2020.

Para todos os itens abordados foi realizado, inicialmente, um levantamento de dados secundários que incluiu a obtenção de informações bibliográficas e cartográficas em diversas instituições de pesquisa e estatística, tais como: Fundação IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas, INMET - Instituto Nacional de Meteorologia, entre outros. Também foram levantadas informações junto a Prefeitura Municipal de Itajubá e a Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA, entre outros. As informações obtidas

foram verificadas por meio de levantamentos de campo procurando-se conhecer, com mais detalhe, a área onde será implantado o empreendimento e seu entorno.

A caracterização ambiental (Clima, geologia, geomorfologia vegetação, pedologia etc) foi realizada com base nas informações disponíveis nos Planos Municipais Regional de Saneamento Básico dos Municípios Entes do Consórcio Cimasas (CIMASAS, 2016) e no Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí – PRH Sapucaí (CBH Sapucaí, 2010). Para caracterização de uso e ocupação do solo, primeiramente, foi verificada as diretrizes para o bairro Pessegueiro de acordo com a Lei Municipal Nº 3352/2019, que trata do Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado do Município de Itajubá e dá outras providências, na Lei Municipal nº 3353/2019, Lei de Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo - LPOUS, e completada com imagens de satélite e visitas a campo.

As características socioeconômicas da população foram baseadas nos dados levantados no estudo realizado por Raymundo (2020) e no projeto Águas do Pessegueiro (UNIFEI, 2019). No estudo foi aplicado um questionário (Apêndice 1) autorizado pela comissão de ética, processo n. 23088.008712/2018-97, publicado no DOU de 15 de junho de 2018, para obtenção de informações como: o número de moradores por residência; a fonte de abastecimento de água para consumo humano; a existência e o número de banheiros por residência; a existência de fossa séptica; Composição familiar (nome, sexo, idade, ocupação); tamanho da terra familiar; produção agrícola e criação animal entre outras. Também foram realizadas oficinas participativas e entrevistas com informantes chaves, constituídos por lideranças locais, como a presidente da associação de bairro e a coordenadora da paróquia do bairro.

A existência de infraestrutura urbana de saneamento, energia elétrica e transporte têm influencia direta sobre a qualidade de vida humana e refletem as condições sociais de vida da comunidade. Sendo assim, foi traçado um esboço da prestação de serviços, com base nas informações junto às prestadoras de serviço e a prefeitura municipal, e complementadas com visitas técnicas ao bairro.

Os critérios e parâmetros adotados para o dimensionamento das redes coletoras foram os constantes nas normas: NBR 9648 – Estudo de concepção de

sistemas de esgoto sanitário (ABNT, 1986); NBR 9649 – Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário (ABNT, 1986); NBR 9814 – Execução de rede coletora de esgoto sanitário (ABNT, 1987) e NBR 14486 – Sistemas enterrados para condução de esgoto sanitário – Projeto de redes coletoras com tubos de PVC (ABNT, 2000).

Por fim, foi realizada uma comparação entre a rede de coleta de esgoto sanitário convencional e condominial e discutida e avaliada a capacidade organizacional e financeira da população local de gerir e operar a rede de coleta de esgoto.

5 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE PROJETO E DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL

5.1 Localização da área em estudo

A área em estudo localiza-se no bairro rural no município de Itajubá, Minas Gerais. Esta área foi escolhida para implantação do sistema condominial de coleta de esgoto sanitário por ser uma área em processo de adensamento urbano, atendida pela rede de distribuição de água da companhia de saneamento, porém não é atendida pelo sistema de esgotamento sanitário.

Itajubá é um município brasileiro pertencente ao estado de Minas Gerais, localizando-se, mais precisamente, no sul mineiro, região Sudeste do país. O bairro Pessegueiro está localizado na região noroeste da cidade de Itajubá, na divisa com o município de Piranguinho, como pode ser visualizado na Figura 13.

Figura 13 - Localização da área de estudo na cidade de Itajubá.



Fonte: MACHADO *et al.*, 2018.

De acordo com o Censo realizado pelo IBGE (2010), Itajubá possui área de aproximadamente 300 km², com população estimada de 97.000 habitantes, sendo 7.894 habitantes correspondentes a população rural, ou seja, 8,71%. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDHM) de Itajubá é 0,787, em 2010, o que situa esse município na faixa de Desenvolvimento Humano Alto (IDHM entre 0,700 e 0,799).

O bairro Pessegueiro localiza-se na zona rural do município, possuindo uma população com cerca de 200 famílias espacialmente dividida em três bairros internos: Centro do Pessegueiro, Recanto dos Guimarães e Recanto dos Fernandes (RAYMUNDO, 2020). Abrange uma área de 248.368 m², situa-se entre a cota de 854 m e cota de 841 m, localizado a 9 km do centro da sede Municipal de Itajubá nas coordenadas: Latitude 22°23'45.87"S e Longitude de 45°30'6.53". A área de interesse deste estudo é a área central do bairro Pessegueiro (Setor 2), sendo a mais adensada.

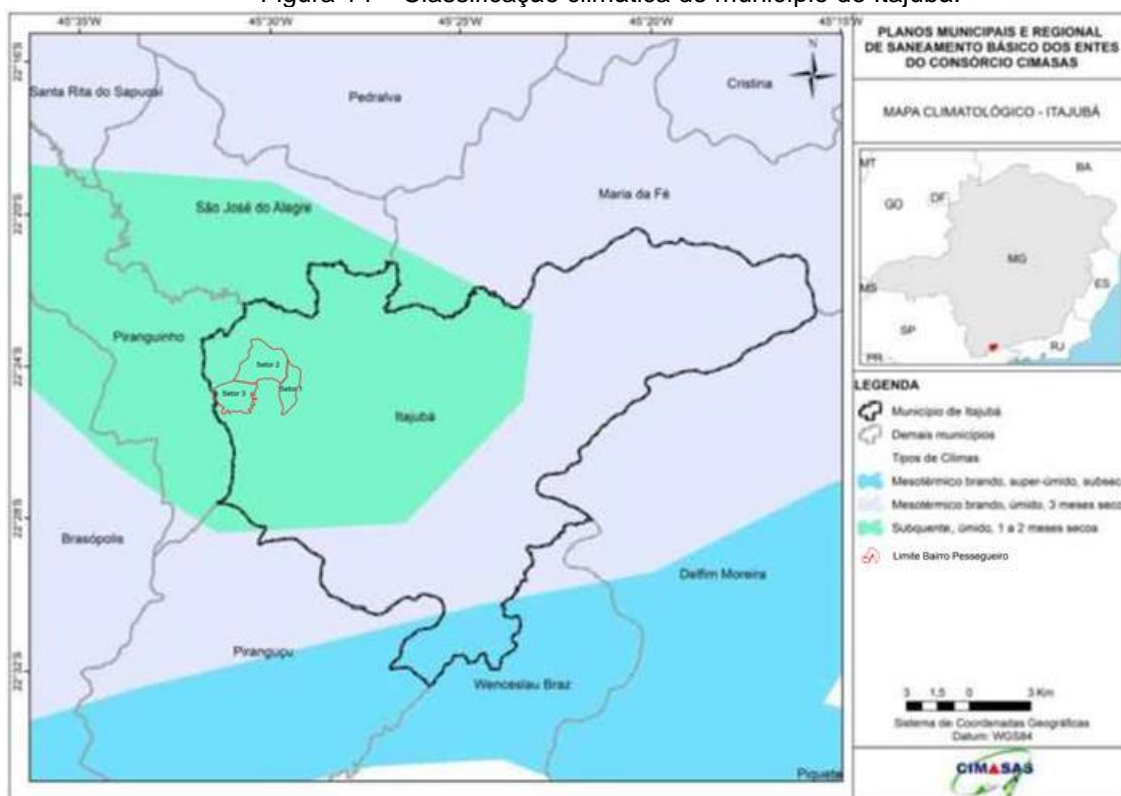
5.2 Caracterização ambiental e socioeconômica

5.2.1 Caracterização ambiental

- **Clima**

De acordo com a classificação proposta Nimer (1979) e apresentada por CIMASAS (2016), o município de Itajubá possui uma área menor com duas subclasses do Mesotérmico Brando (Superúmido com subseca; e o Úmido com 1 a 3 meses secos), e uma área mais abrangente na classe Subquente, úmido com 1 a 2 meses secos, a qual está inserido o bairro Pessegueiro (Figura 14).

Figura 14 – Classificação climática do município de Itajubá.

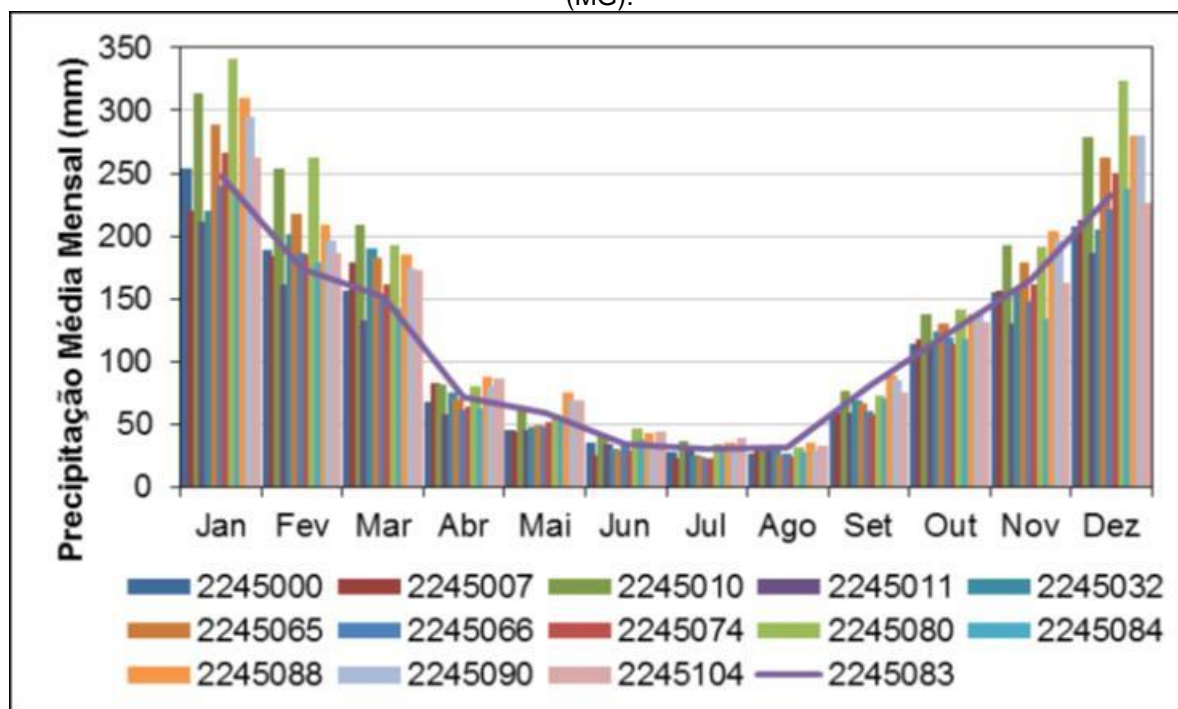


Fonte: Adaptado de CIMASAS, 2016.

• Pluviosidade

A pluviosidade da região foi obtida da análise mensal das precipitações médias, obtidas da análise de 16 postos pluviométricos inseridos na bacia do Rio Sapucaí, por CIMASAS (2016). Foi verificada uma distribuição irregular da disponibilidade hídrica durante o ano, apresentando dois períodos distintos: estação seca no período de abril a setembro com precipitações variando de 22,80 mm a 88,78 mm, e a chuvosa de outubro a setembro com variações de 111,57 mm a 341,16 mm (Figura 15).

Figura 15 – Dados pluviométricos totais médios mensais dos postos na região do município de Itajubá (MG).

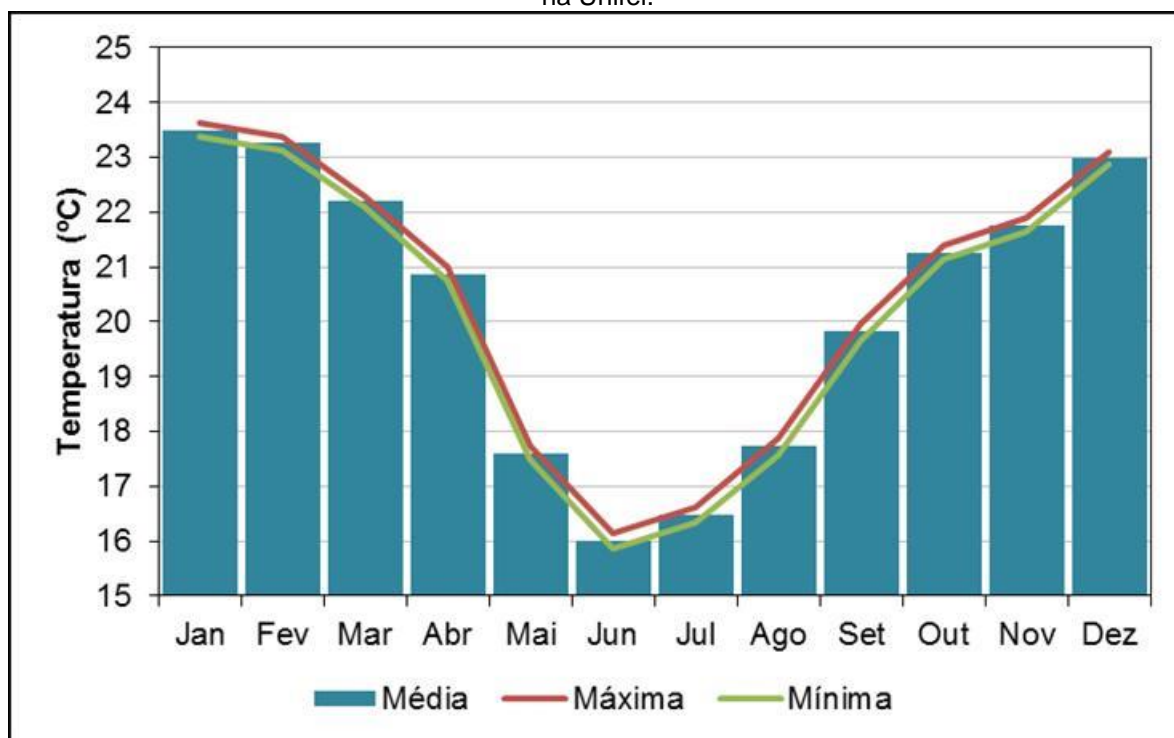


Fonte: CIMASAS, 2016.

- **Temperatura**

CIMASAS (2016) apresenta série histórica de dados obtida a partir da estação meteorológica localizada na Unifei que compreende o período de abril de 2010 a abril de 2015. A variação da temperatura média, máxima e mínima, quanto às análises temporais mensais e anuais, pode ser observada na Figura 16. Pode-se verificar que, a menor temperatura encontrada foi de 14,67°C em julho de 2011 e a maior de 24,42°C em janeiro de 2015. As temperaturas atingem os valores mais altos nos meses de janeiro e dezembro e as mínimas em junho e julho. Nos meses de setembro a março, predominam temperaturas mais ou menos elevadas, em torno de 20°C, e de maio a agosto, mais baixas, aproximando-se dos 17°C.

Figura 16 – Variação média mensal da temperatura da estação meteorológica automática localizada na Unifei.



Fonte: CIMASAS, 2016.

- **Qualidade da água**

O Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) realiza o monitoramento da qualidade das águas superficiais de Minas Gerais por meio do Programa Águas de Minas, desde 1997. O programa disponibiliza uma série histórica que permite avaliar a evolução da qualidade das águas no Estado e gera dados indispensáveis ao gerenciamento dos recursos hídricos.

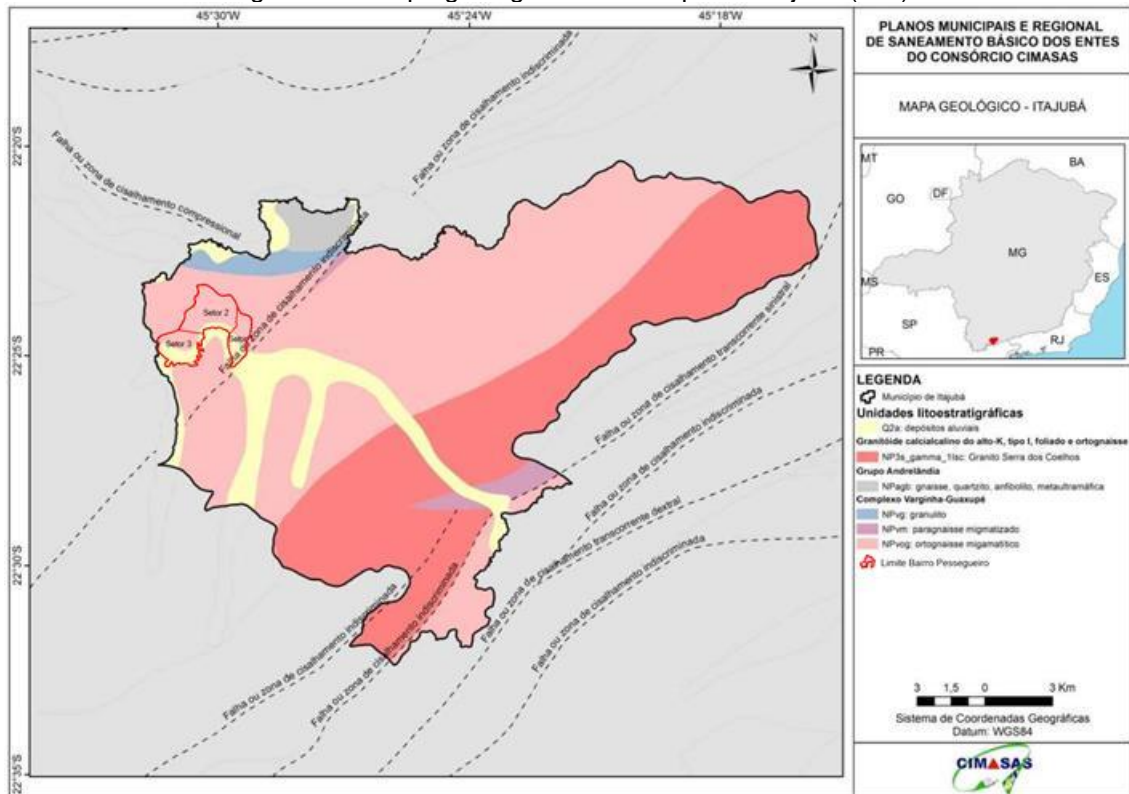
Apresenta-se aqui uma análise da Estação da estação BG041 localizada no rio Sapucaí, a jusante da confluência com o Rio Lourenço Velho e de onde deságua o Ribeirão Pessegueiro. Em 2015, o Índice de Qualidade de Água- IQA resultou igual a 50,8, a contaminação por tóxicos foi média e o Índice de Estado Trófico - IET igual 55,5. Os parâmetros que não atenderam o limite legal foi a contaminação fecal por *Escherichia Coli*, Enriquecimento Orgânico por Fósforo total e a cianeto livre, resultando em Não conformidade este trecho do Rio Sapucaí devido a Contaminação fecal, de acordo com dados do IGAM apresentados por CIMASAS (2016).

- **Geologia**

De acordo com CBH Sapucaí (2010), a geologia da região onde se insere a Bacia do Rio Sapucaí e, conseqüentemente, o bairro Pessegueiro, é amplamente afetada e condicionada por processos tectônicos e pelo comportamento estrutural dos maciços rochosos, sendo que as grandes falhas de transcorrências são responsáveis pela compartimentação dos conjuntos litológicos em diversos blocos estruturais. De maneira geral, a maior parte das rochas que ocorre na bacia é de embasamento cristalino datadas do pré-cambriano.

De acordo com o levantamento e estudo elaborado pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil, apresentado por CIMASAS (2016), o município de Itajubá situa-se em área constituída, principalmente, pelo Complexo Varginha-Guaxupé. O Complexo Varginha-Guaxupé é composto por gnaisses neoproterozóicos, de origem ígnea e sedimentar, e pode ser dividido em três unidades: Granulítica Basal, Ortognáissica Migmatítica Intermediária e Paragnáissica Migmatítica Superior. Dentre as unidades, o município de Itajubá é abrangido predominantemente pela Ortognáissica Migmatítica Intermediária, composta por Hornblenda biotita ortognaisses e Biotita ortognaisse, de composição granodiorítica a tonalítica, que possuem granulometria fina. Como minerais acessórios, ocorrem apatita, titanita, minerais opacos e zircão (TROUW, NUNES, CASTRO, TROUW, & MATOS, 2007 apud CIMASA, 2016). O bairro pessegueiro apresenta-se predominantemente na unidade Ortoganaisse Migamatitico (Figura 17).

Figura 17 – Mapa geológico do município de Itajubá (MG).



Fonte: Adaptado de CIMASAS, 2016.

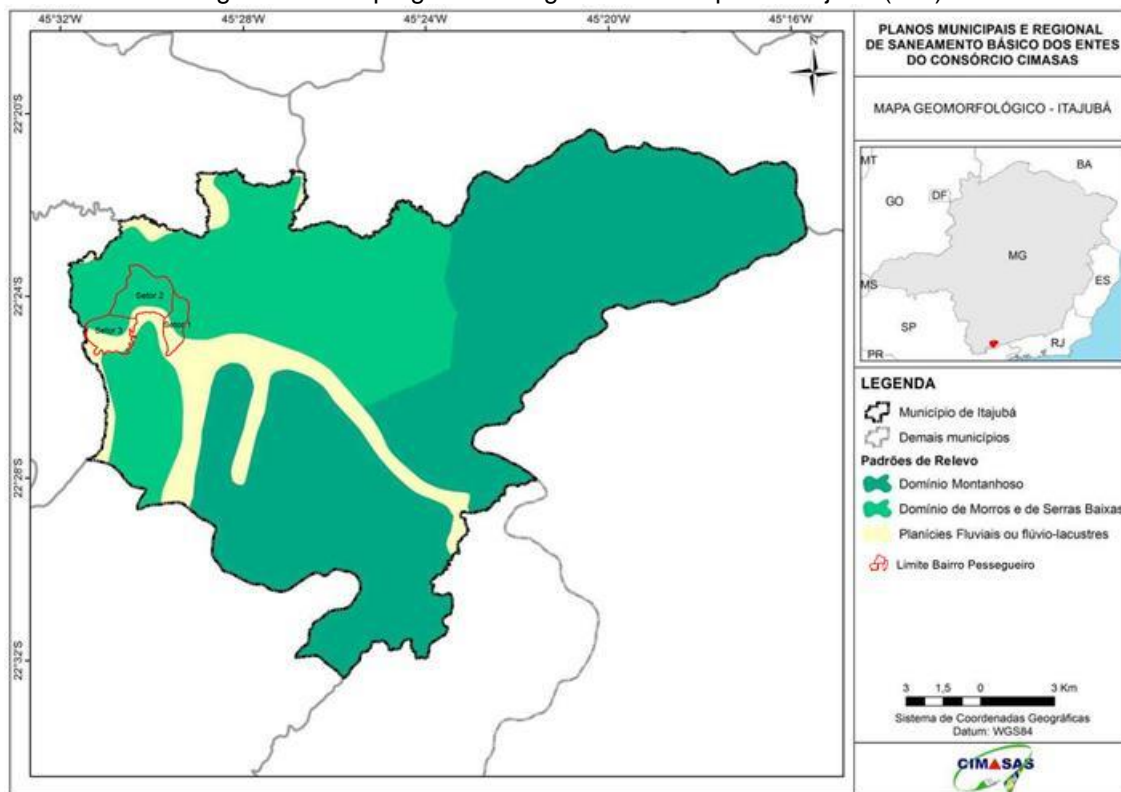
- **Geomorfologia**

No contexto geomorfológico, Itajubá situa-se no domínio tectônico do Escudo Brasileiro, com predomínio de rochas do embasamento cristalino. Em termos morfológicos, a região se inclui no domínio dos Planaltos do Sul de Minas, cujas elevações estão distribuídas em planaltos escalonados, a partir da Serra da Mantiqueira, basculados para NW em função dos pulsos tectônicos de soerguimento da mesma (CBH SAPUCAÍ, 2010). Segundo o Instituto Estadual de Florestas – IEF (2012, apud CBH Sapucaí, 2010), o relevo do sul de Minas Gerais apresenta movimentado relevo e foi mais afetado pelos eventos do Brasileiro, da separação da América do Sul com a África e da abertura do Grande Rife Continental Brasileiro, encontrando-se em área tectonicamente mais ativa.

Segundo os padrões de relevo de Minas Gerais mapeados pelo CPRM, apresentados por CIMASAS (2016), o município de Itajubá está inserido em maior proporção no domínio montanhoso, seguido do domínio de morros e de serras

baixas e, por último, das planícies fluviais (Figura 18). Verifica-se que no bairro Pessegueiro há predomínio de mares de morros.

Figura 18 – Mapa geomorfológico do município de Itajubá (MG).



Fonte: Adaptado de CIMASAS, 2016.

Em vistas a campo, verificou-se que há uma pequena planície fluvial ao longo do Ribeirão Pessegueiro coberta por *Hedychium coronarium*. Planta da família das *Zingiberaceae*, também conhecida como bastão-de-são-josé, (Figura 19).

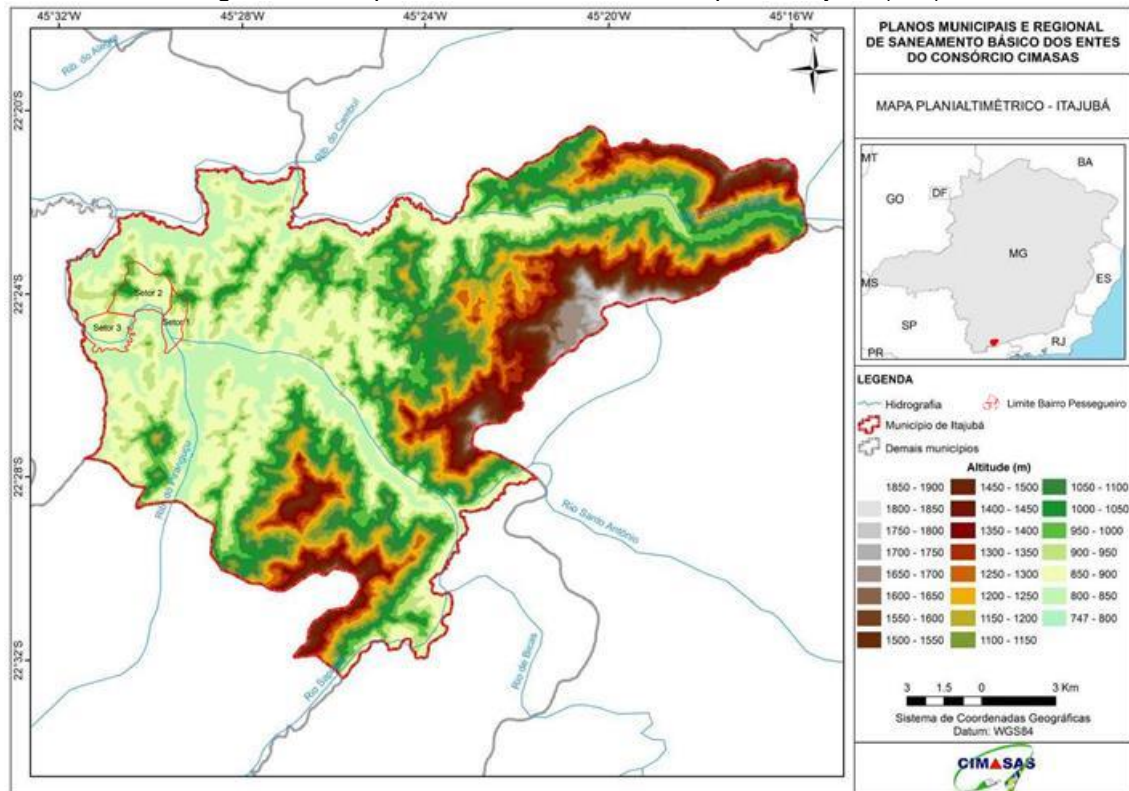
Figura 19 - Foto da área de várzea ao longo do Ribeirão Pessegueiro.



Fonte: Autor, 2019.

As superfícies de elevações do município estão apresentadas no mapa planialtimétrico (Figura 20), verifica-se que as altitudes no bairro Pessegueiro variam de 1.110m a 850m.

Figura 20 – Mapa Planialtimétrico do município de Itajubá (MG).

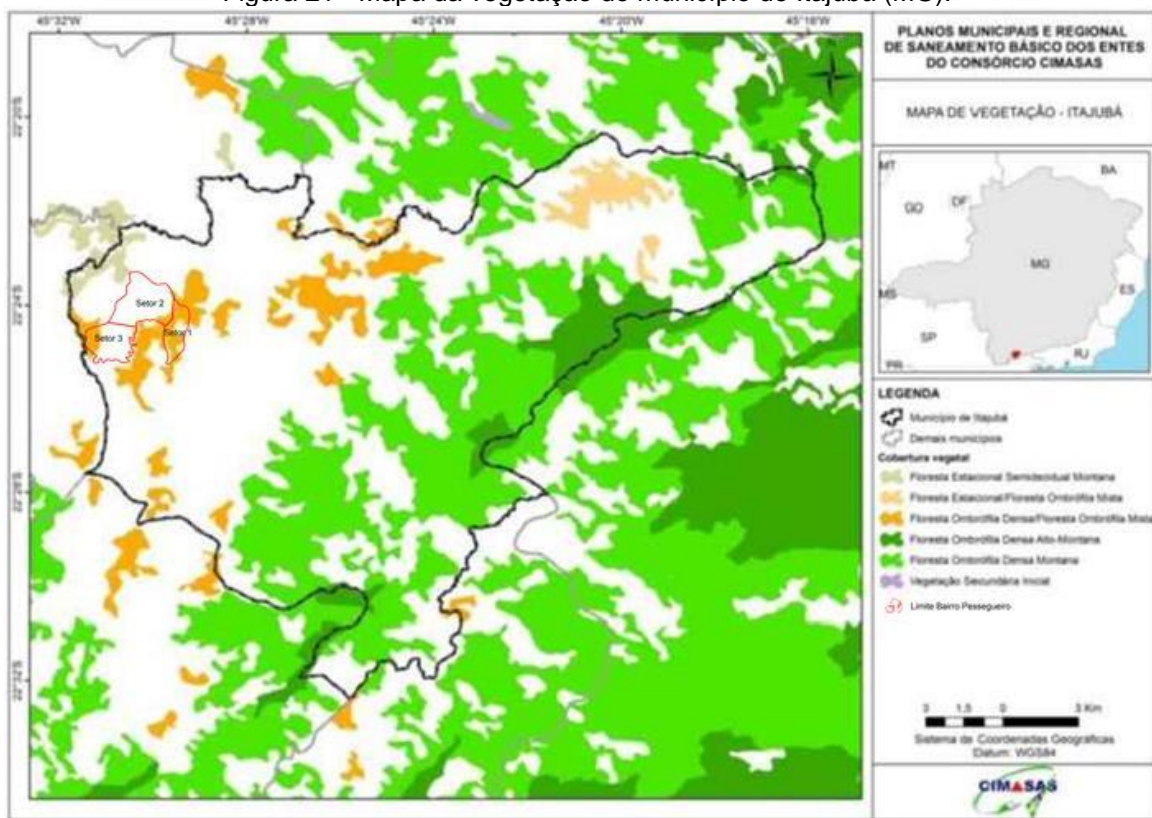


Fonte: Adaptado de CIMASAS, 2016.

- **Vegetação**

O mapeamento dos remanescentes da cobertura vegetal (ano base de 2002) na área de interesse, através da compilação de dados de vegetação fornecidos, em 60 escala 1:250.000, pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), por meio do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira – PROBIO é apresentado na Figura 21. A área em estudo se situa em uma área de ocorrência principalmente de Floresta Ombrófila Densa Montana e, secundariamente de Floresta Ombrófila Mista. Das diversas fisionomias vegetacionais que conformam o bioma Mata Atlântica. Entretanto, área esta bastante degradada pela ocupação principalmente de pastagens. Ressalta-se-que ainda, há alguns trechos do Ribeirão compostos por mata ciliar (Figura 22).

Figura 21 - Mapa da vegetação do município de Itajubá (MG).



Fonte: Adaptado de CIMASAS, 2016.

Figura 22 – Foto da mata alguns trecho do Ribeirão.

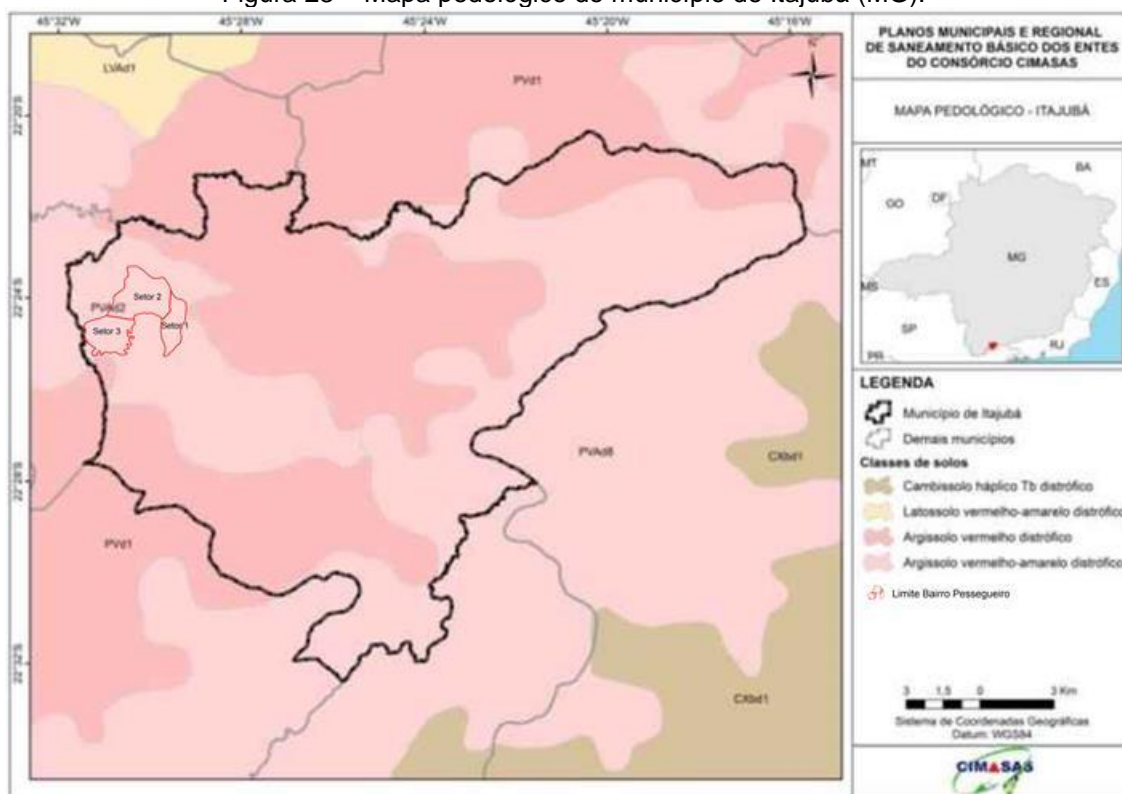


Fonte: Autor, 2019.

- **Pedologia**

Os solos que se destacam na Bacia do Sapucaí pertencem principalmente às classes dos Latossolos e Argissolos, que se distribuem por toda área da bacia (CBH SAPUCAÍ, 2010). Observando o mapa pedológico de Minas Gerais, elaborado pela (FEAM, 2010), foram identificados no município dois tipos de solos: Argissolo Vermelho e Argissolo Vermelho-Amarelo, e o mesmo se repete para a área em estudo (Figura 23).

Figura 23 – Mapa pedológico do município de Itajubá (MG).



Fonte: Adaptado de CIMASAS, 2016.

- **Uso e ocupação do solo**

De acordo com a Lei Municipal nº 3.352 de 2019, que trata do Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado do Município de Itajubá e dá outras providências, na Lei Nº 3353/2019, Lei de Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo - LPOUS o bairro Pessegueiro está inserido na Área Especial Rural (AERU), que compreende área localizada na Zona Rural e cuja ocupação apresenta características urbanas que justificam o interesse público de promover a regularização fundiária.

O uso e ocupação do solo da área em estudo são importantes para a compreensão da realidade local. O mapa do uso e ocupação do solo do bairro Pessegueiro é apresentado na Figura 24. Em relação à área total, a área urbanizada do bairro representa uma parcela muito pequena, apenas 5,% dela. A menor parcela se dá pela hidrografia presente, aproximadamente 0,01 km². Predominam na região a área de vegetação nativa e solo exposto que somadas apresentam

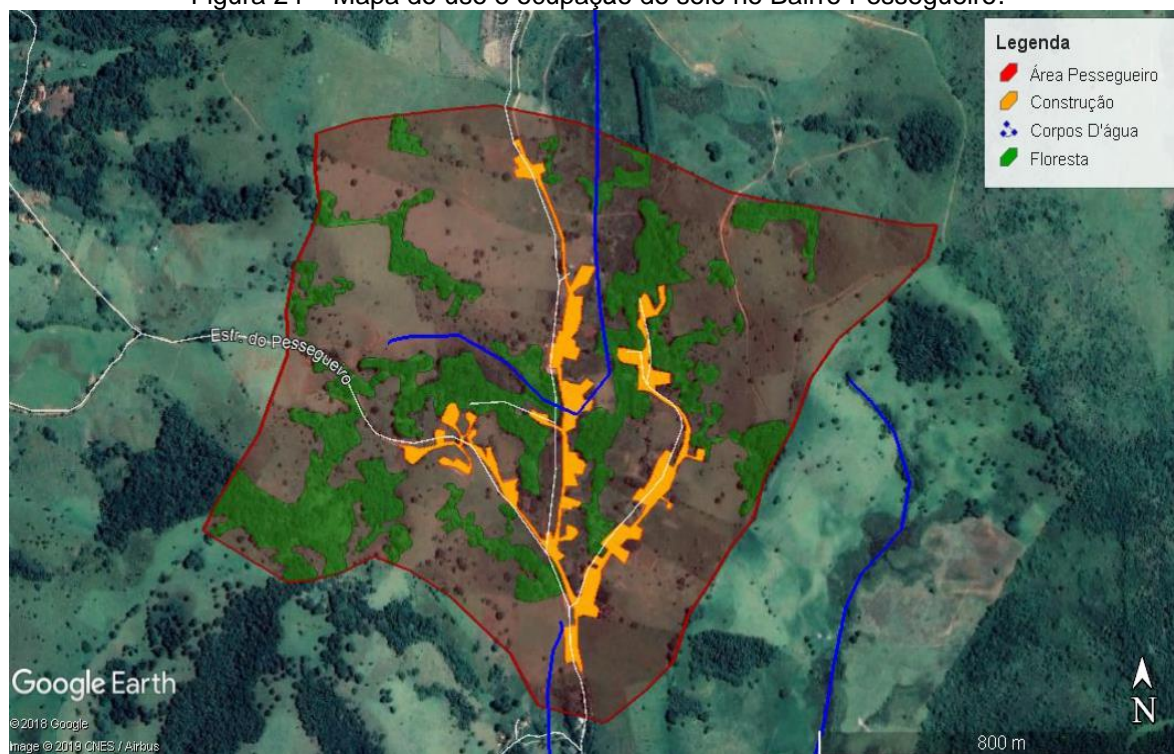
aproximadamente 94% do bairro. Na Tabela 4 é apresentado o uso e ocupação do solo dividida pela modalidade de uso.

Tabela 4 - Uso e ocupação do solo.

Modalidade de uso	Área (m ²)	% da área
Área total	1.158.461	100%
Hidrografia	10.000	1%
Área construída	60.000	5%
Vegetação nativa	251.363	22%
Solo exposto	847.098	72%

Fonte: Autor, 2020.

Figura 24 – Mapa do uso e ocupação do solo no Bairro Pessegueiro.



Fonte: Adaptado Imagem Google Earth, 2020.

5.2.2 Caracterização socioeconômica

Nos estudos realizados por Raymundo (2020), foi aplicado um questionário em 70 casas do bairro Pessegueiro para levantar informações sobre as condições

socioeconômicas dos moradores. A amostra constituída representa 90,9% das casas do bairro que possuem moradores, observados na região central do Pessegueiro, Recanto dos Fernandes e Recanto dos Guimarães. Apresentam-se aqui resultado e análise quantitativa dos dados obtidos, levando-se em consideração que essa ferramenta traz dados aproximados e representativos da realidade local.

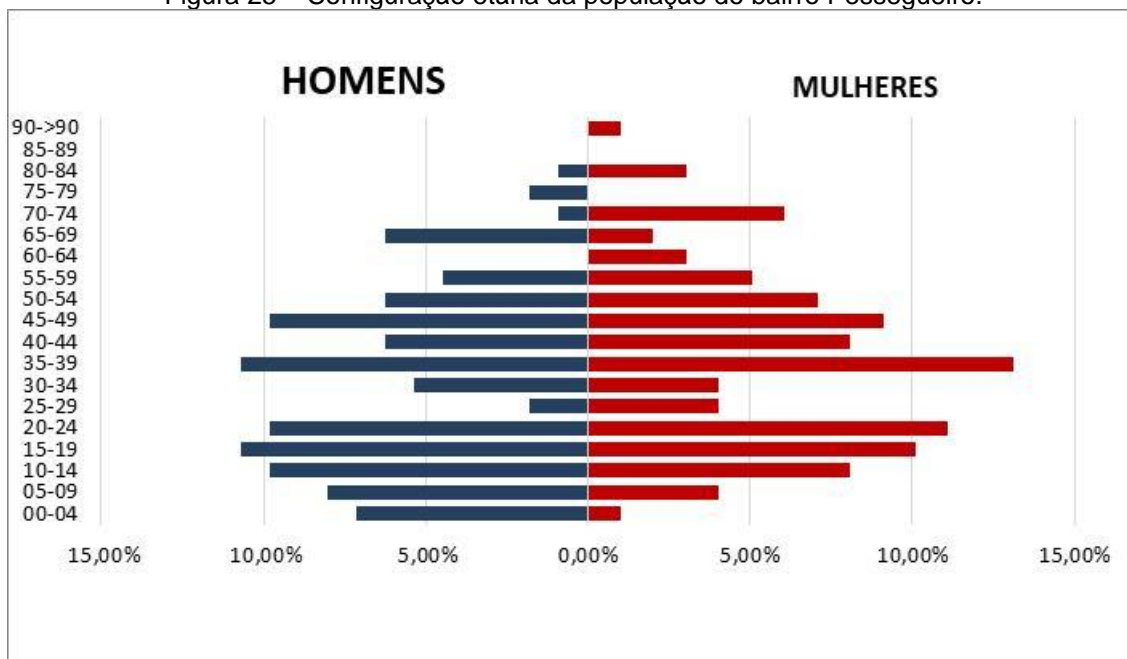
Sobre a ocupação do espaço territorial, percebe-se uma fragmentação na região central do bairro, com predominância de propriedades pequenas e médias, formando um conjunto de 41 propriedades de 200 m² a 2000 m², o que representa 58,57% das residências alcançadas pelo questionário (RAYMUNDO, 2020). A medida dessas propriedades não é exata, pois ela foi apresentada pelos moradores de modo espontâneo no questionário socioeconômico. Nas oficinas participativas e na observação do espaço geográfico do bairro, constatou-se a presença de fazendas para criação de gado de corte, que não foram alcançadas pelo questionário socioeconômico. Na observação realizada, não foi possível identificar o tamanho exato dessas propriedades, mas notou-se que elas são maiores que as pequenas e médias da região central e são referenciadas pelos moradores como “fazendas” e com o nome de seus proprietários.

Raymundo (2020) verificou que mais da metade das propriedades não têm vinculação com a agricultura, há poucas plantações no bairro, predominando o cultivo de hortaliças, com pequena variedade de outras plantações. Entre os poucos que se dedicam à agricultura, há poucas plantações grandes. Ademais, sobre a criação de animais, constatou-se a predominância de galinhas e vacas, e que podem ter finalidade para o consumo doméstico e/ou estimação dos moradores. Sobre a venda da produção rural, poucos moradores apresentaram a venda de leite e frangos (7,14% dos moradores).

Observando a configuração etária do bairro (Figura 25), percebe-se que a maioria da população é adulta, com destaque para a presença significativa de jovens e pequena de idosos: jovens (0 a 19 anos) 63 pessoas (29,85%); adultos (20-59 anos) 122 pessoas (57,83%); e idosos (60 anos ou mais) 26 pessoas (12,32%). A partir da divisão entre homens (112) e mulheres (99), apresentada acima, verifica-se

o seguinte. Entre os jovens, há 40 homens (35,74%) e 23 mulheres (23,23%). Entre os adultos, há a mesma quantidade: 61 homens (54,47%) e 61 mulheres (61,62%). Entre os idosos, há 11 homens (9,82%) e 15 mulheres (15,15%). A partir disso, considera-se que, entre os homens, a maioria é adulta, porém a parcela jovem de homens é expressiva. Entre as mulheres, a maior parte é também de adultos, com número de jovens e idosos quase próximos. A partir das categorias etárias, verifica-se que, entre os jovens, a maioria é masculina, havendo quase o dobro de homens do que de mulheres. Identifica-se a mesma quantidade de homens e mulheres adultos. Entre os idosos, há uma maior parte feminina do que masculina, com destaque para a presença no bairro de uma senhora com mais de 90 anos.

Figura 25 – Configuração etária da população do bairro Pessegueiro.

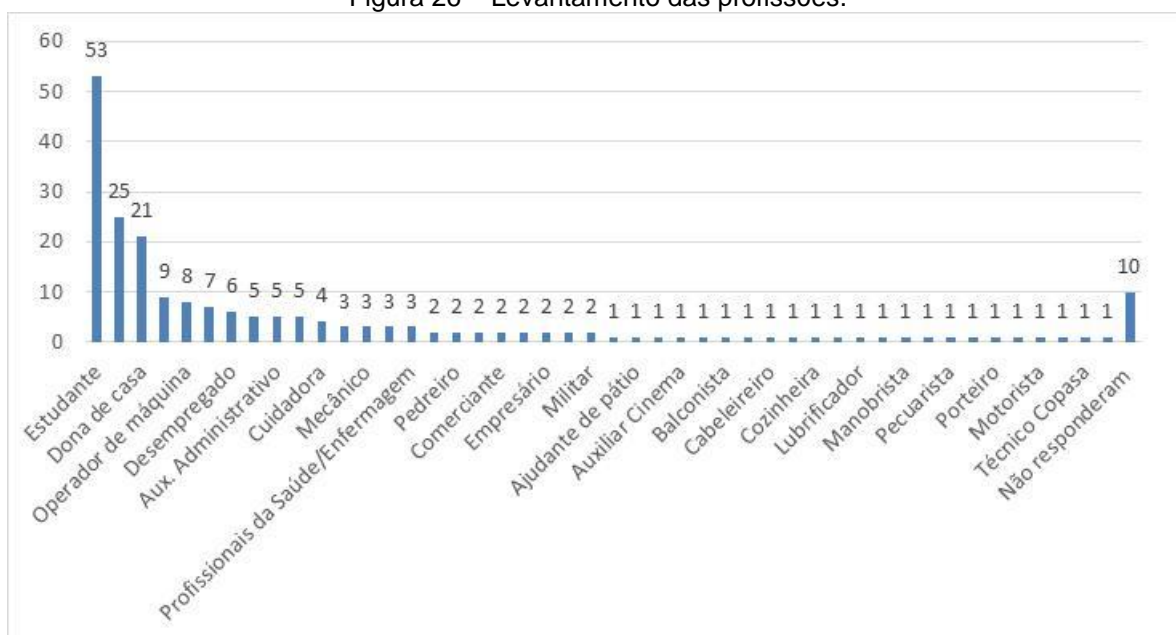


Fonte: RAYMUNDO, 2020.

A configuração das ocupações dos moradores do bairro é diversificada e pouco relacionada a atividades rurais (Figura 26). De acordo com Raymundo (2020), dos 211 moradores alcançados pelo questionário, destacam-se 53 estudantes, 25 aposentados, 21 donas de casa, demais ocupações fragmentadas e 7 desempregados. Percebe-se a pouca vinculação das respostas a ocupações relacionadas ao ambiente rural: 2 agricultores, 1 encarregado de fazenda e 1

pecuarista, o que representa 1,89% das respostas alcançadas. Observando os resultados obtidos, há 116 ativos (54,97%), 78 inativos (aposentados e estudantes) (36,96%), 7 desempregados (3,31%) e 10 não declarados (4,73%). Outra observação relevante é que, diante da pergunta se viaja para trabalhar, de 116 ativos, 80 pessoas responderam que não viajam e 36 responderam que viajam para trabalhar. Isso mostra que 68,96% das ocupações ocorrem no próprio bairro.

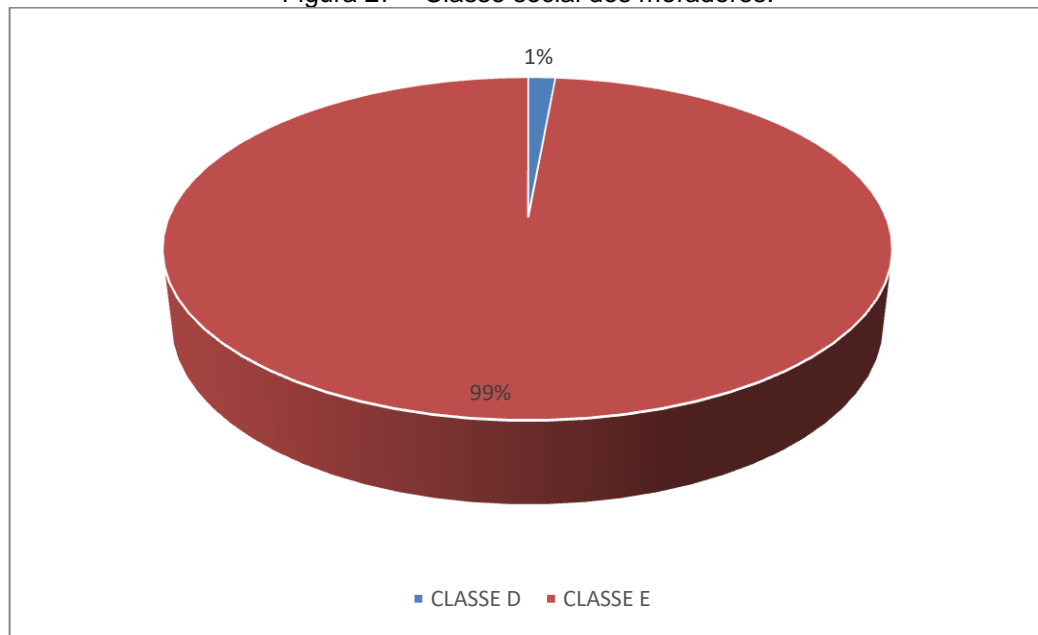
Figura 26 – Levantamento das profissões.



Fonte: RAYMUNDO, 2020.

A partir das profissões levantadas na pesquisa realizada por Raymundo (2020) foi possível estimar o salário base dos moradores. Assim, de acordo com o Critério por Faixa Salarial desenvolvido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que se restringe numa classificação baseada em faixas de salários mínimos (SM), foi possível fazer a classificação social do bairro (Figura 27). Sendo definido: Classe A - Acima de 20 SM (R\$ 20.900,01) ou mais; Classe B - 10 a 20 SM (R\$ 10.450,01 a 20.900,00); Classe C - 4 a 10 SM (R\$ 4.180,01, a 10.450,00); Classe D - 2 a 4 SM (R\$ 2.090,01 a 4.180,00); Classe E - Até 2 SM (R\$ 2.090,00). O bairro rural do Pessegueiro foi enquadrado como Classe D, ou seja, classe baixa com predominância de até 2 salários mínimos por habitação.

Figura 27 – Classe social dos moradores.



Fonte: Autor, 2020.

Na Tabela 5 é apresentado os valores pagos na conta de água em setembro de 2019, pelos moradores do Bairro Pessegueiro, que resulta na média de R\$36,17/mês. Considerando que a média renda média por habitação é de 2 salários mínimos por família, o valor da salário mínimo em 2019 era de R\$998,00 portanto a renda média da família era R\$1996,00, logo a conta de água representa um comprometimento em torno de 1,8% da renda média da população.

Tabela 5 - Valores mensais pagos na conta de água da COPASA pelos moradores do bairro Pessegueiro.

Residência	Valor mensal conta de água (R\$)
1	R\$ 21,51
2	R\$ 21,09
3	R\$ 45,02
4	R\$ 47,06
5	R\$ 20,28
6	R\$ 16,78
7	R\$ 28,72
8	R\$ 84,69
9	R\$ 51,65
10	R\$ 20,45
11	R\$ 17,55
12	R\$ 21,70
13	R\$ 40,30
14	R\$ 26,01
15	R\$ 21,09
16	R\$ 61,39
17	R\$ 60,70
18	R\$ 13,62
19	R\$ 19,12
20	R\$ 9,91
21	R\$ 53,55
22	R\$ 45,00
23	R\$ 11,93
24	R\$ 35,38
25	R\$ 58,27
26	R\$ 87,67
Média	R\$ 36,17

Fonte: Autor, 2010.

A Associação dos moradores do bairro Pessegueiro destaca-se como organismo relevante para o Pessegueiro. Nos estudos realizados por Raymundo (2020), foi possível verificar a existência de uma caminhada histórica do Pessegueiro de uma construção social relevante em torno da vinculação dos moradores com a terra, a educação, a religiosidade, a cultura e a organização social local.

Há no bairro uma Igreja pertencente a paróquia de São José Operário (Figura 28). A arquidiocese de Pouso de Alegre, no Convênio firmado entre a Paróquia São

José Operário/Itajubá, a Associação dos moradores do bairro Pessegueiro e o Instituto de Recursos Naturais - Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI, foram responsáveis por financiar, com verba do Fundo de Solidariedade da Campanha da Fraternidade de 2017 “Biomass brasileiros e defesa da vida – Cultivar e Guardar a criação”, o Projeto Águas do Pessegueiro, registro de número 23088.013648/2019-47. O objetivo foi diagnosticar a qualidade e quantidade de água e sua relação com uso e ocupação do solo em duas propriedades rurais no Bairro Pessegueiro/Itajubá/MG. Atualmente, o projeto encontra-se em segunda proposição “Elaboração de um projeto de Estação de Tratamento de Esgotos Domésticos na região central e implantação de sistemas descentralizadores em duas residências no Bairro Pessegueiro, zona rural, Itajubá/MG” aprovado no edital 01/2020/Unifei/Proex.

Figura 28 – Foto da Igreja Nossa Senhora de Fatima no Bairro pessegueiro.



Foto: Autor, 2019.

5.3 Caracterização topográfica da área

A topografia do município de Itajubá é do tipo ondulada-montanhosa, composto em sua maioria por terrenos montanhoso (78%), seguido de terrenos ondulado (12%) e plano (10%) (CIMASAS, 2016). A área em estudo está posicionada na região norte do município de Itajubá, em terrenos ondulados em sua maior parte (94%) e de uma pequena planície aluvial (6%). Apresenta-se com declividades íngremes, acima de 45% em quase metade da área (Figura 29). A variação altimétrica na área de estudo é de 13 m, sendo a menor cota é de 841 m e a maior 854 m.

Figura 29 - Foto da topografia características do bairro Pessegueiro.



Foto: Autor, 2019.

5.4 Caracterização da infraestrutura existente

A maioria da comunidade rural do Pessegueiro é abastecida com água proveniente da COPASA - Companhia de Saneamento de Minas Gerais. Apesar das residências serem atendidas pela rede pública, muitos moradores preferem utilizar, parcialmente ou totalmente, a água proveniente de cisternas (Figura 30) e nascentes

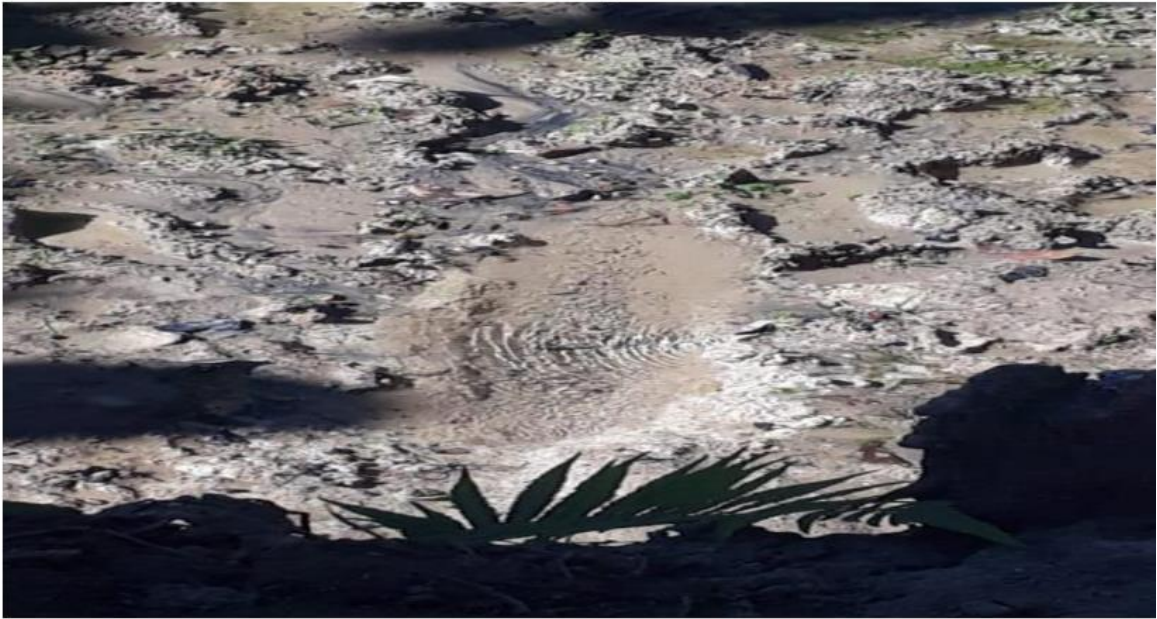
(Figura 31), devido à baixa condição socioeconômica. Além disto, há residências que não são atendidos pela COPASA por se situarem em cotas desfavoráveis ao abastecimento de água. De acordo com Raymundo (2020), 61,42% das casas são atendidas pela rede distribuição da COPASA e 51,42% das residências possuem poço para abastecimento da água.

Figura 30 – Poço freático construído em uma das propriedades.



Fonte: Autor, 2019.

Figura 31 – Foto de nascente no bairro Pessegueiro.



Fonte: Autor, 2019.

Não há rede pública de coleta de esgoto e este é lançado *in natura* através de tubulações ou em valas a céu aberto até atingirem o córrego que corta o bairro (Figura 32) ou em áreas de várzeas (Figura 33). Há apenas 4 casas possuem fossa séptica e todas estão localizadas no Recanto dos Fernandes. Como consequência tem-se a contaminação dos mananciais de abastecimento e a proliferação de doenças.

Figura 32 - Foto de valas abertas de esgoto no bairro Pessegueiro.



Fonte: Autor, 2019.

Figura 33 - Várzea em contato com o esgoto em uma das propriedades do bairro Pessegueiro.



Fonte: Projeto Águas do Pessegueiro, (UNIFEI, 2019).

Os resíduos sólidos são coletados pelo CIMASAS – Consórcio Intermunicipal dos Municípios da Microrregião do Alto do Sapucaí para Aterro Sanitário, com apoio do governo do Estado.

O bairro Pessegueiro apresenta pavimentação em apenas algumas ruas na região central do bairro, sendo majoritariamente composta por ruas não pavimentadas e algumas com calçamento em bloquete de cimento (Figura 34). Em setembro de 2019 a Prefeitura de Itajubá realizou cerca de 750 metros de pavimentação asfáltica no bairro (Figura 35). A pavimentação foi realizada em uma das vias principais do bairro, que dá acesso ao Aterro Sanitário CIMASAS.

Figura 34 - Foto das ruas do bairro Pessegueiro.



Fonte: Autor, 2019.

Figura 35 - Foto das vias pavimentadas no bairro Pessegueiro.



Fonte: Prefeitura de Itajubá, 2019.

Com a pavimentação foi realizada obras de drenagem para escoamento das águas pluviais (Figura 36). Entretanto, o sistema recém instalado é precário, com poucas bocas de lobo e a água coletada é lançada em terrenos próximos a estrada.

Figura 36 - Foto da obra de drenagem no bairro Pessegueiro.



Fonte: Prefeitura de Itajubá, 2019.

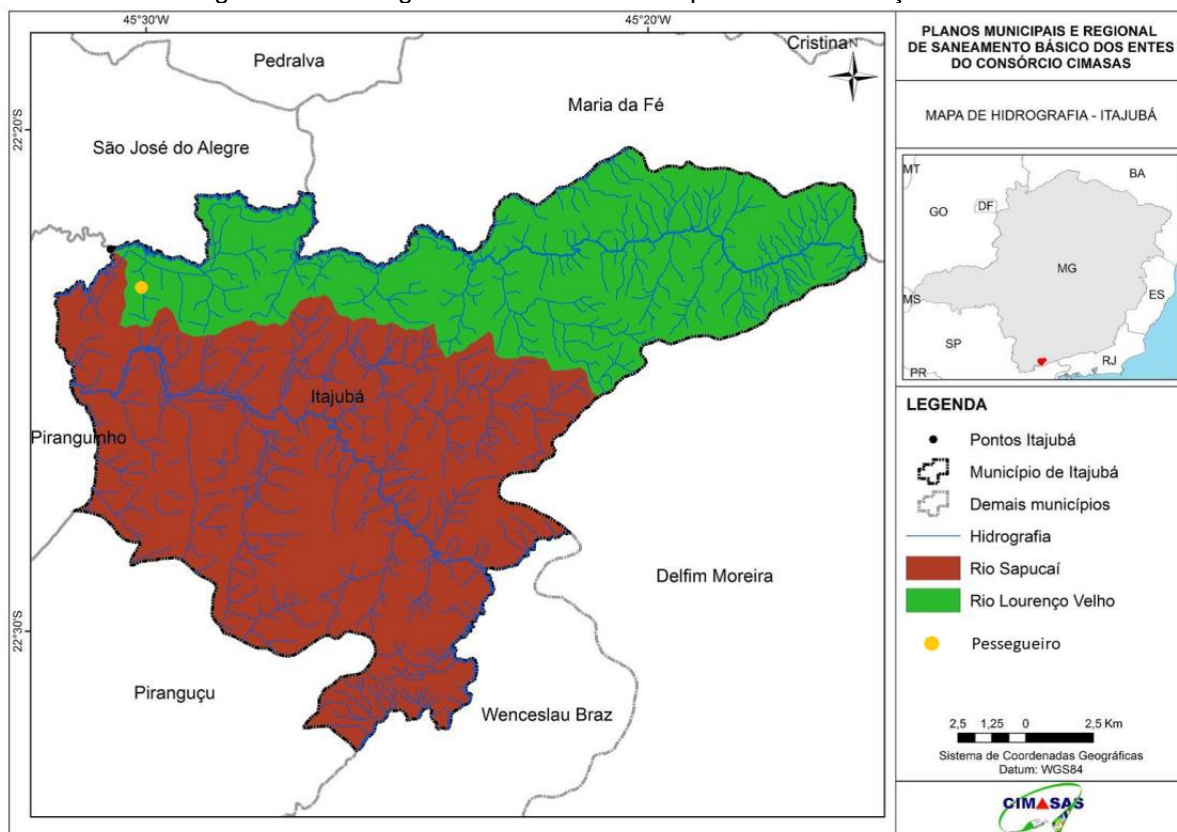
O bairro Pessegueiro conta os mais variados meios de transporte, desde carros até tração animal. O transporte público existente é disponibilizado pela prefeitura municipal de Itajubá com horários variados durante o dia, a linha 18 de ônibus (Sentido: Mercado / Rancho Grande) do Expresso Valônia começa a operar às 05:50 e termina às 17:30 nos dias úteis, aos sábados opera das 05:50 e termina às 12:00, aos domingos não apresenta operação. O bairro conta também com transporte especial escolar, já que não possui estruturas educacionais e de saúde pública própria.

A energia elétrica é disponibilizada pela CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais, atendendo a 100% das casas do bairro, além disto 7,14% das casas utilizam outras formas de energia (RAYMUNDO, 2020).

5.5 Hidrografia

O município de Itajubá está inserido na bacia hidrográfica do Rio Sapucaí, que integra a bacia do rio Grande, localizando-se na região sudeste e atravessando dois estados, São Paulo e Minas Gerais. A bacia do Rio Sapucaí engloba 51 municípios, sendo que 48 são mineiros e 3 são paulistas, com uma área de drenagem de 8.888km² (CBH Sapucaí, 2010). Dos vários afluentes do Rio Sapucaí, destaca-se o Rio Lourenço Velho, pelo fato da sub-bacia do Ribeirão do Pessegueiro estar localizada na confluência destes dois rios (Figura 37). A foz do Rio Lourenço Velho no Rio Sapucaí se dá no limite municipal com Piranguinho e São José do Alegre. Neste ponto, a porção da área de drenagem do Rio Sapucaí é de 1.195 km² e a do Lourenço Velho de 659 km².

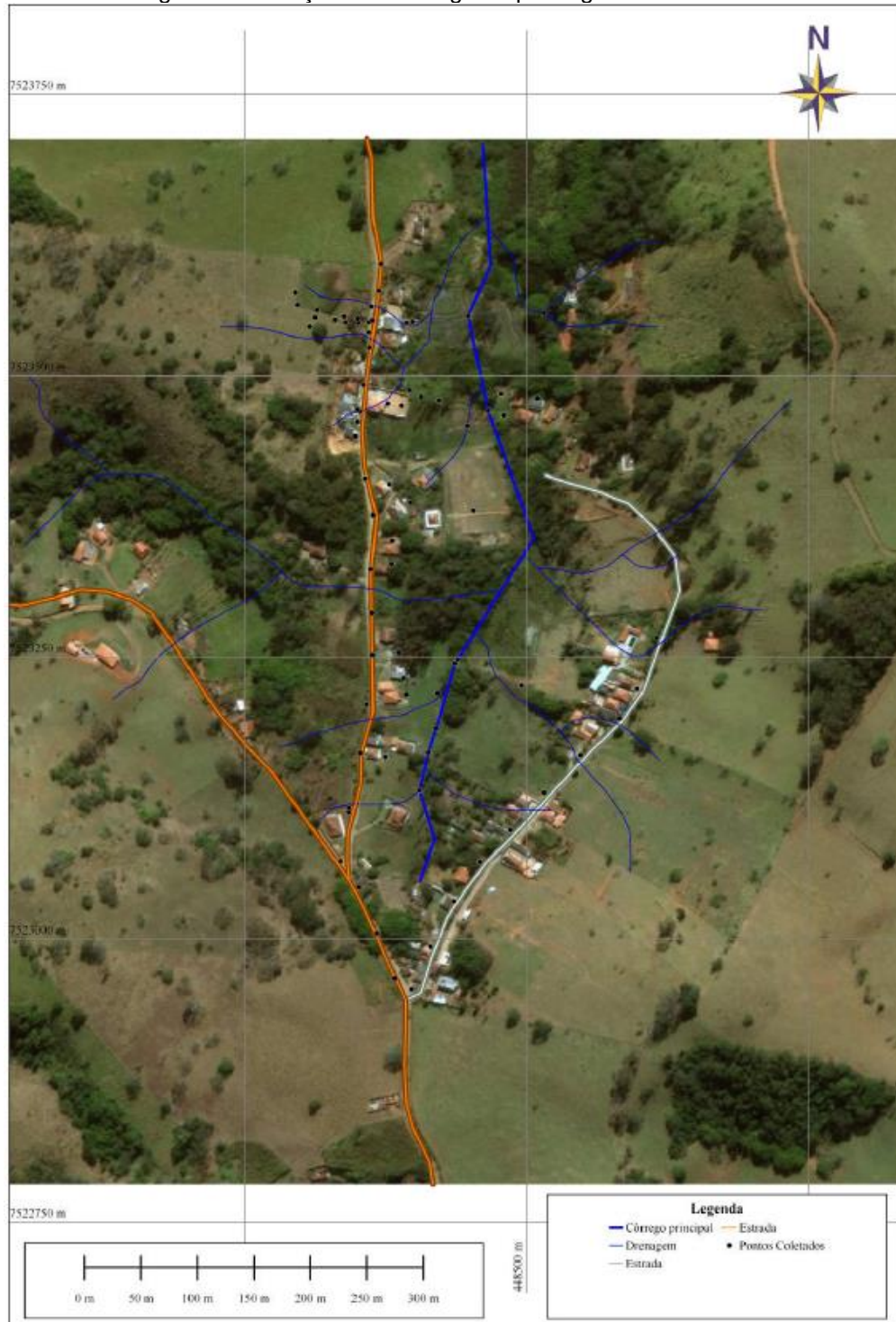
Figura 37 – Hidrografia das Bacias Rio Sapucaí e Rio lourenço Velho.



Fonte: adaptado de CIMASAS, 2016.

A área de drenagem da sub-bacia do Pessegueiro é de 1,916 km² e o ribeirão que corta o bairro é apresentado na Figura 38. A análise da área de drenagem permite localizar o direcionamento do escoamento superficial, tornando possíveis estudos de prováveis áreas para a instalação de uma ETE.

Figura 38 – Traçado do córrego do pessegueiro e afluentes.



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2020.

5.6 Dados demográficos

De acordo com Raymundo (2020), o número de habitantes do bairro alcançado no questionário socioeconômico é 211 pessoas. Nas oficinas participativas, foi apresentado pelos moradores número diferente desse valor: 386 moradores e 80 residências. Considerando que o questionário socioeconômico não alcançou 100% do bairro, o número de habitantes encontrado está dentro do observado pelos moradores e não extrapola a realidade do bairro. Além disso, considerando a amostra pesquisada de 90,9% das residências do bairro, pode-se estimar a população do Pessegueiro em 232 habitantes. Diante da população do município de Itajubá, estimada em 97.000 habitantes, o bairro Pessegueiro tem uma população estimada que corresponde a 0,23% da população municipal (IBGE, 2010).

A região central é a mais habitada, possuindo 64 casas e 178 moradores, resultando na média de habitantes por residência de 3,014 pessoas. O recanto dos Fernandes possui 7 casas e 13 habitantes. O recanto dos Guimarães tem 6 casas e 20 moradores. Diante da pergunta se os moradores permanecem a semana toda no bairro, 176 responderam que sim e 35 disseram que não, o que indica que 83,41% dos moradores do bairro têm residência permanente no Pessegueiro. Entre os habitantes, há 112 homens e 99 mulheres (RAYMUNDO, 2020).

5.7 Condições sanitárias

As edificações da área em estudo possuem pelo menos um banheiro e com as instalações hidrosanitárias adequadas, sendo que em muitas delas há separação das águas negras e cinza. Na porção a montante da sub-bacia que está inserido a área em estudo, o esgoto doméstico é coletado e conduzido através de tubulações até o ribeirão que corta a região central. As demais residências o esgoto é lançado em valas a céu aberto.

A ausência da coleta de esgoto e tratamento do efluente impacta diretamente na qualidade da água, uma vez que as captações da água para consumo e

atividades domésticas são feitas a partir de cisternas e nas nascentes locais, gerando problemas de saúde para a comunidade local. Os moradores relataram a presença rotineira de verminoses nas crianças moradoras do bairro, possivelmente pelo fato de brincarem em áreas insalubres (RAYMUNDO, 2020).

Muitos poços de abastecimento de água estão localizados muito próximos menos de 30 m e a jusante de estábulos, contrariando as boas práticas do saneamento básico. Na Figura 39 é mostrado um poço de abastecimento de água sem a proteção adequada e próxima ao chiqueiro de porcos.

Figura 39 – Poço de abastecimento de água próximo ao chiqueiro.

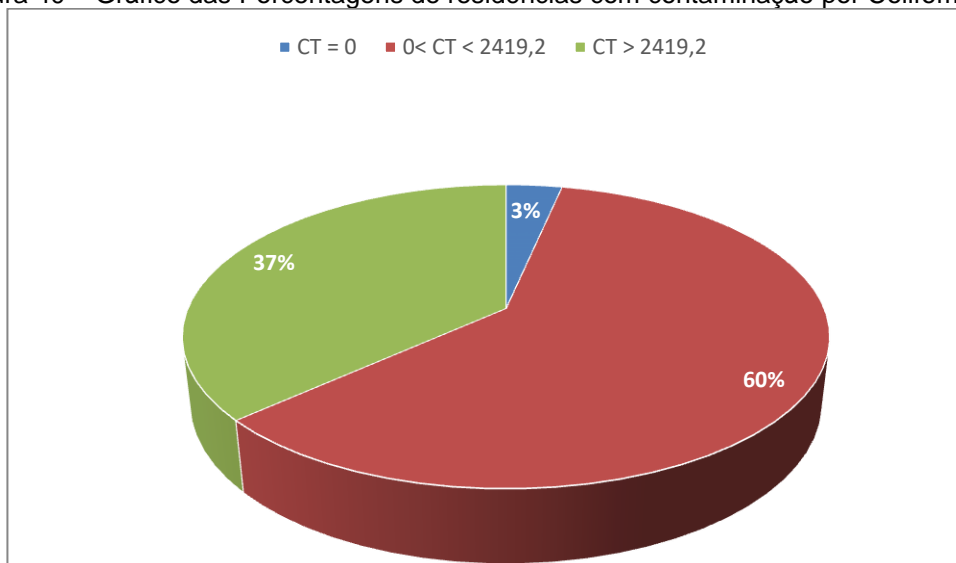


Fonte: Autor, 2019.

No projeto Águas do Pessegueiro (UNIFEI, 2019) foram coletadas amostras de água em 30 residências de torneiras localizadas no interior ou exterior das residências e de poços artesianos com objetivo de verificar da presença de coliformes totais e coliformes fecais nas amostras coletadas (Anexo A). A falta de saneamento básico para o bairro rural do Pessegueiro inferiu, as amostras de água,

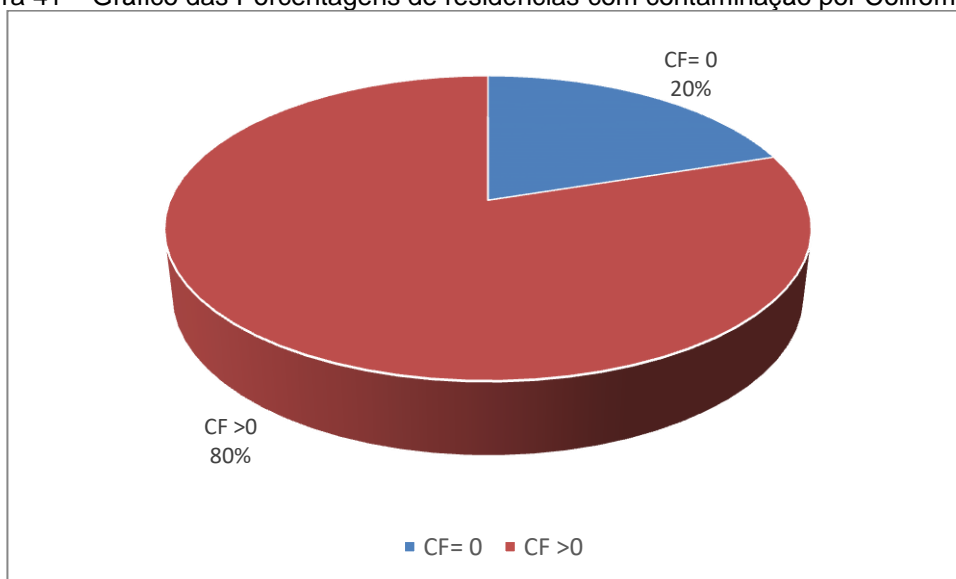
índices preocupantes de contaminação por coliformes totais e fecais. Em 87% das residências foi apresentada contaminação por Coliformes Totais, sendo que em 37% das residências o índice de contaminação foi que maior 2419 NMP/100 ml (Figura 40). E apenas, 20% das residências não apresentaram contaminação por Coliformes Fecais (Figura 41).

Figura 40 – Gráfico das Porcentagens de residências com contaminação por Coliformes Totais.



Fonte: Autor, 2020.

Figura 41 – Gráfico das Porcentagens de residências com contaminação por Coliformes Fecais.



Fonte: Autor, 2020.

5.8 Identificação de pontos geradores de cargas poluidoras

Como a área em estudo trata-se de uma área rural, as vazões de contribuição de esgoto provêm das residências e dos estábulos de animais. A exceção se faz do efluente da lagoa de tratamento do aterro sanitário implantado no Bairro.

Nas Figuras 42 e 43 é possível observar trechos degradados do Ribeirão que atravessa o bairro, devido ao lançamento de esgoto sem tratamento. No local há um ponto de lançamento de esgoto e apresenta odor forte e fétido, cheiro de ovo podre, característico de esgoto em decomposição anaeróbica. A Figura 44 mostra o lançamento de esgoto no Ribeirão.

Figura 42 – Trecho degradado do Ribeirão que corta o bairro Pessegueiro.



Fonte: Autor, 2019.

Figura 43 – Trecho degradado do Ribeirão.



Fonte: Autor, 2019.

Figura 44 - Lançamento de esgoto no Ribeirão.



Fonte: Autor, 2019.

Na área de estudo, outro pontos de contaminação também foram identificados, oriundas da construção de currais em canais de escoamento de águas pluviais (Figura 45), resultando na contaminação do solo por fezes de animais, atingindo o lençol freático e inviabilizando o uso de nascentes e corpos hídricos próximos.

Figura 45 – Identificação de um dos currais do bairro Pessegueiro.



Fonte: Autor, 2019.



5.9 Diagnóstico do sistema de esgotamento sanitário existente

No bairro não há um sistema de esgotamento sanitário, entretanto foi verificado que em algumas propriedades o esgoto foi canalizado e lançado próximo as edificações, no ribeirão que corta o bairro.

A primeira configuração do bairro se deu em torno das fazendas de café e rapadura. A partir da década de 1990, essa configuração cedeu lugar à fragmentação do espaço do bairro em pequenas propriedades, devido ao aumento populacional e às fortes relações de parentesco entre as famílias. Estas pequenas propriedades familiares eram caracterizadas por “quadrinhos”, resultado da divisão da terra entre os parentes com a finalidade mantê-los próximos a família (RAYMUNDO, 2020). Com o adensamento do bairro, um proprietário da maior parte

das terras, propôs aos demais moradores dividirem os custos da implantação de uma rede coletora para retirar o esgoto que era lançado em valas próximas as residências. Entretanto, apenas alguns moradores se dispuseram a comprar a tubulação e somente o trecho mais a montante foi realizado.

A tubulação da rede existente tem diâmetro de DN 100 mm, e em alguns pontos há caixas de passagem (Figura 46, Figura 47) que reúne o esgoto de várias residências para condução até o receptor por uma única tubulação. Algumas das tubulações estão quebradas e o esgoto é lançado em áreas de pasto (Figura 48 e 49).

Figura 46 – Foto da caixa de passagem da rede coletora existente.	Figura 47 – Foto da caixa de passagem da rede coletora existente.
	

Fonte: Autor, 2019.

Figura 48 – Foto da tubulação de rede esgoto da rede existente quebrada.



Fonte: Autor, 2019.

Figura 49- Lançamento de esgoto em valas a céu aberto.



Fonte: Autor, 2019.

6 APRESENTAÇÃO E JUSTIFICATIVA DA CONCEPÇÃO ADOTADA

6.1 Delimitação da área do projeto

Com base em imagens do *google Earth* e visitas a campo foi realizada a delimitação e caracterização da área em estudo, sendo escolhida a área central do bairro por ser a área mais adensada (Figura 50) . A execução de uma rede coletora em todo o bairro não seria viável economicamente em função das casas estarem muito distantes uma das outras.

Figura 50 - Área de interesse do bairro Pessegueiro, área rural da cidade de Itajubá (MG).

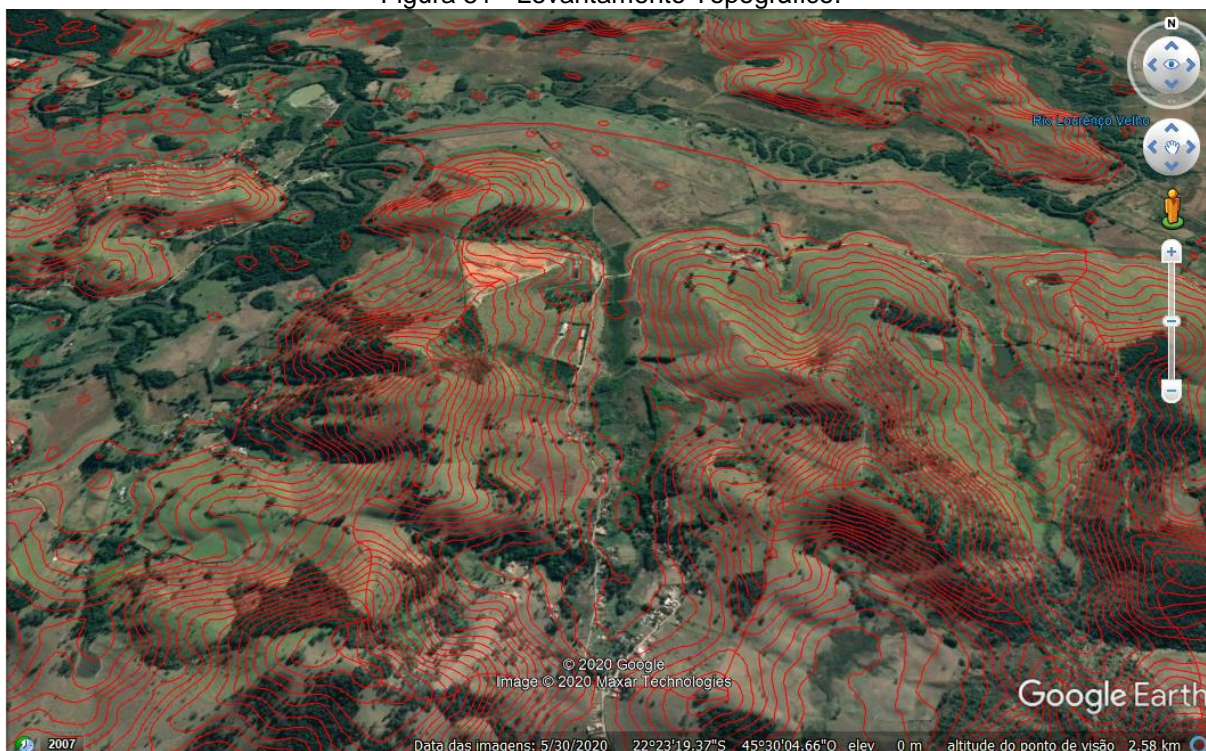


Fonte: Adaptado de Google Earth, 2020.

6.2 Levantamento topográfico da área do projeto

Os levantamentos topográficos seguiram os procedimentos feitos Marciano (2019), onde foram coletados pontos com coordenadas horizontais e verticais referenciadas ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) usando como referência Datum SIRGAS2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas). Os equipamentos utilizados foram dois receptores GNSS modelo Leica Cs09 e uma Estação Total modelo Leica TS02. Esses pontos foram processados no programa Leica Geo Office 7.0 e também foi feita a correção ortométrica no programa MapGeo 2015. Como resultado foi gerado o mapa com curvas de Nível de 1 e 1m (Figura 51).

Figura 51 - Levantamento Topográfico.



Fonte: Projeto Pessegueiro, 2019.

6.3 Análise dos aspectos ambientais e sociais

A qualidade da água do Ribeirão que corta a região central do Bairro encontra-se bastante degradada, uma vez que o esgoto doméstico é lançado diretamente sem nenhum tratamento. Ressalta-se que não há nenhum tipo de fossa

instalada. As captações de água para consumo e atividades domésticas feitas a partir de cisternas e nas nascentes locais, estão contaminadas devido a localização muito próxima entre os pontos de coletas de água e dos pontos de lançamento de esgotos e a disposição inadequada do esgoto.

Com base nos aspectos sociais e econômicos apresentados no item 4.2 é possível compreender conjuntura socioeconômica do bairro Pessegueiro. Este possui população pequena, em relação população de Itajubá/MG. Entre os sexos, há mais homens do que mulheres. A maior parte população do bairro é de adultos e jovens. Há destaque para a presença maior de homens do que mulheres entre os jovens. Entre os idosos, há mais mulheres do que homens. Entre os adultos, há a mesma quantidade de homens e mulheres. A população do bairro está distribuída em sua maioria em pequenas e médias propriedades na sua região central. Há também baixa vinculação dos moradores do bairro com a agricultura, principalmente em relação às profissões, plantações e criação de animais. Identifica-se também a presença de parcela relevante de moradores estudantes e aposentados, o que reforça o papel da população ativa no sustento das famílias.

Os moradores da região são muito unidos e apresentam uma forte e organizada associação, fato importante e decisivo para o sucesso da implantação do sistema condominial, visto que a organização da comunidade é fundamental importância para verificar a capacidade de gerir e operar o sistema de esgotamento sanitário.

6.4 Estimativa populacional

O projeto da rede coletora foi implementado considerado um período de alcance de 20 anos, seguindo as diretrizes do Plano Regional de Saneamento Básico dos Municípios entes do Consórcio Cimasas (CIMASAS, 2016).

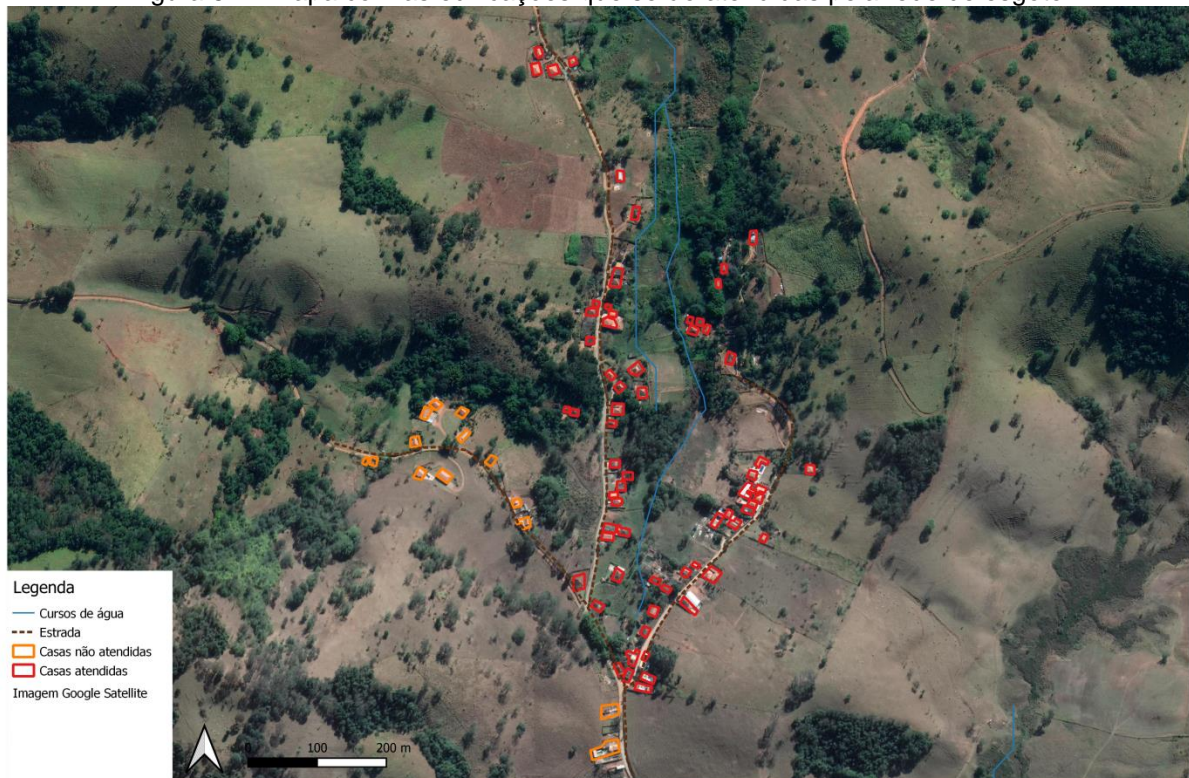
A população de início de plano foi estimada com base no número de edificações existentes, obtidas de imagens do *google Earth* e checadas com visitas realizadas a campo, e pela média de moradores por residência, levantados na questionário socioeconômico realizado por Raymundo (2020). Atualmente há 64

residências unifamiliares e a média é de 4 Habitantes por residência, resultando na população inicial de 256 Habitantes.

Para a população de fim de plano foi considerada a ocupação dos lotes vagos existentes, e no levantamento de informações junto a população sobre a implantação de loteamentos futuros previstos no bairro. Foram delimitados 64 lotes vagos, que resultou na população de fim de plano de 512 hab.

Com a utilização do GPS foi realizado o georrefenciamento das edificações existentes na área de estudo, identificação as edificações contempladas pelo projeto e as que não foram contempladas (Figura 52).

Figura 52 – Mapa com as edificações que serão atendidas pela rede de esgoto.



Fonte: Projeto Pessegueiro, 2019.

6.5 Consumo médio per capita e vazões de dimensionamento

Para o cálculo do consumo médio per capita de água foi realizada a média do consumo médio de água das residências existentes na área em estudo. A média de consumo em cada residência foi determinada dos valores obtidos das contas de

água no período de 12 meses, dividido pelo número de moradores da mesma. No Apêndice 2 apresenta-se os valores do consumo médio mensal para o período de 12 meses de 25 residências resultando na média de $9,89 \text{ m}^3.\text{mês}^{-1}$ por residência, ou $329,7 \text{ l.dia}^{-1}$ por residência, considerando 4 habitantes por residência obtém-se o consumo médio per capita de $82,4 \text{ l.hab}^{-1}.\text{dia}^{-1}$. Foi adotado o valor de $100 \text{ l.hab}^{-1}.\text{dia}^{-1}$, considerando a tendência de urbanização do bairro.

A partir dos dados populacionais e do consumo médio per capita foram aplicadas as Equações (1) e (2) para determinar a vazão doméstica máxima inicial (Q_{di}) e a vazão doméstica máxima final (Q_{df}) em L.s^{-1} , respectivamente.

$$Q_{di} = \frac{C.K_2.P_i.q}{86400} \quad \text{Equação (1)}$$

$$Q_{df} = \frac{C.K_1.K_2.P_f.q}{86400} \quad \text{Equação (2)}$$

Sendo:

- Q_{di} = Vazão doméstica máxima inicial, em L.dia^{-1} ;
- Q_{df} = Vazão doméstica máxima final, em L.dia^{-1} ;
- C = Coeficiente de retorno;
- K_1 = Coeficiente do dia de maior contribuição;
- K_2 = Coeficiente da hora de maior contribuição;
- P_i = População inicial, em hab;
- P_f = População final, em hab;
- q = Consumo per capita de água médio do local de estudo, em $\text{L.hab}^{-1}.\text{dia}$.

O coeficiente de retorno (C) normalmente apresenta valores 0,5 a 0,9. A norma NBR 14486 (ABNT, 2000) recomenda o valor de 0,8 na inexistência de valores locais. O coeficiente de reforço dia de maior contribuição foi considerado (K_1) igual a 1,2 e coeficiente de reforço hora de maior contribuição (K_2) igual 1,5 seguindo a orientação da norma NBR 14486 (ABNT, 2000).

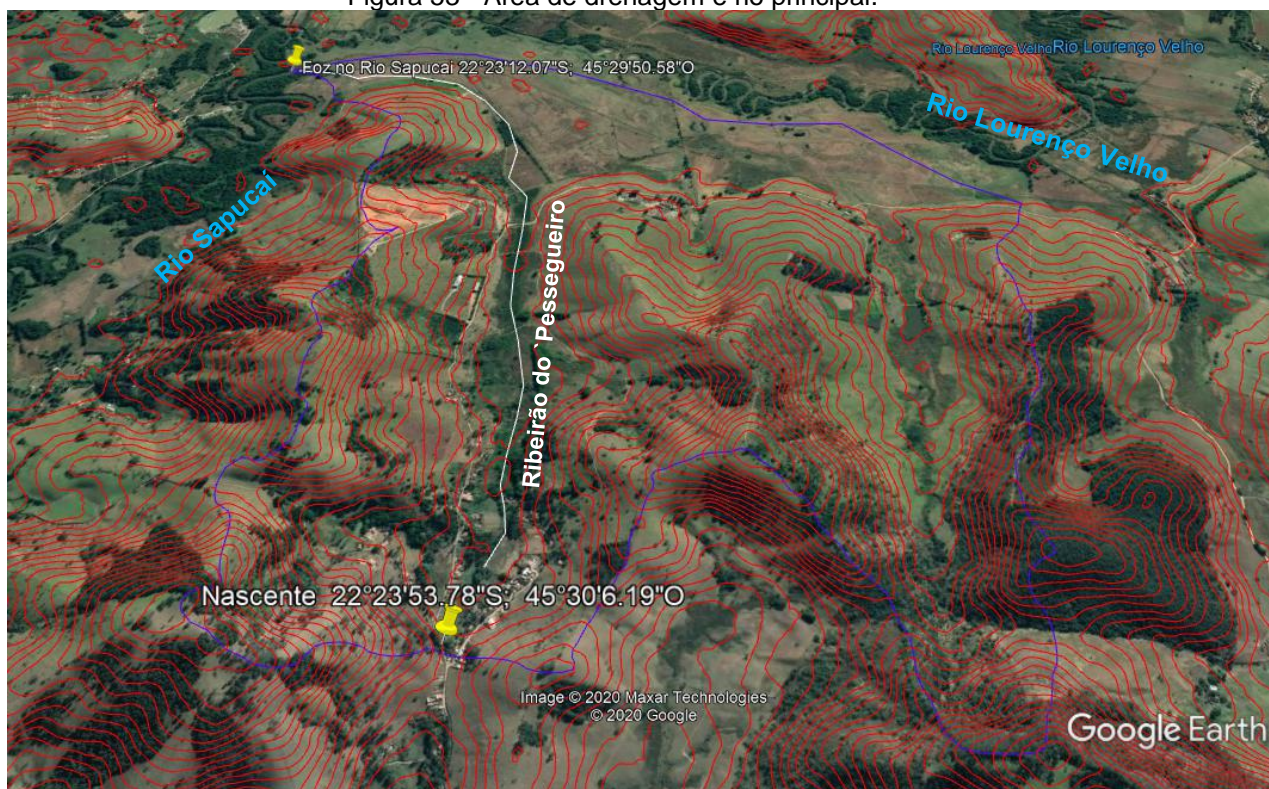
Considerando a população de início de plano (P_i) igual a 256 habitantes e consumo per capita de água (q) igual a $100,0 \text{ L.hab}^{-1}.\text{dia}$, obtém-se das Equações (1) e (2) que a vazão doméstica máxima de início de plano é de $0,36 \text{ L.s}^{-1}$ e a vazão

máxima de fim de plano é de 0,85 L.s⁻¹.

6.6 Caracterização do corpo receptor

A área de drenagem a qual o bairro está inserido é de 1,916 km² e o traçado do ribeirão que corta o bairro é apresentado na Figura 53. A análise da área de drenagem permite localizar o direcionamento do escoamento superficial, contribuindo para a determinação do traçado da rede de esgoto e localização do local para a instalação da Estação de Tratamento de Esgoto.

Figura 53 - Área de drenagem e rio principal.



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2020.

A caracterização da qualidade da água do ribeirão foi realizada com base análises dos seguintes parâmetros: Coliformes Totais, Coliformes fecais (NMP); Sólidos totais (ST), Sólidos Sedimentáveis (SS), Sólidos Fixos (SF), Sólidos Voláteis (SV), Turbidez, Óleos e Graxas, Nitrato (N), Fósforo (P), Demanda Biológica de

Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO), obtidas do Projeto Águas do Pessegueiro (UNIFEI, 2019) (Anexo B). Verifica-se que há contaminação por coliformes fecais e valores elevados de Nitrogênio e Fósforo característicos de poluição devido ao lançamento de esgoto no curso d'água.

6.7 Caracterização das unidades do sistema existente

A única unidade existente são os ramais de coleta de esgoto que conduzem os esgotos das residências até o corpo receptor. A tubulação da rede existente tem diâmetro de DN 100 mm, e as caixas de passagem possuem dimensão de 60x60cm, com profundidade variável. Na Figura 54 apresenta um esquema da rede existente.

Figura 54 - Rede coletora de esgoto existente.



Fonte: Projeto Águas do Pessegueiro (UNIFEI 2019).

6.8 Justificativa da concepção adotada

A implantação de uma rede coletora para atender a região central do bairro rural Pessegueiro atende aos anseios da comunidade de despoluir o curso d'água. Os problemas decorrentes do lançamento *in natura* dos esgotos no corpo receptor refletem na qualidade água dos poços de abastecimentos.

Na região central há um adensamento do bairro que tende a se intensificar conforme previsto no plano Diretor do Município, o que torna viável a implantação de uma rede coletora de esgoto ao invés da adoção de soluções individuais para o esgoto sanitário das residências, o que é bastante comum para as áreas rurais. A topografia da região favorece o escoamento por gravidade para todo o trecho da rede concebido, minimizando os gastos futuros com o sistema de operação e manutenção. O sistema de coleta de esgoto existente foi considerado com o aproveitamento da rede existente, apenas com a substituição da tubulação nos trechos danificados, também a fim de minimizar os custos.

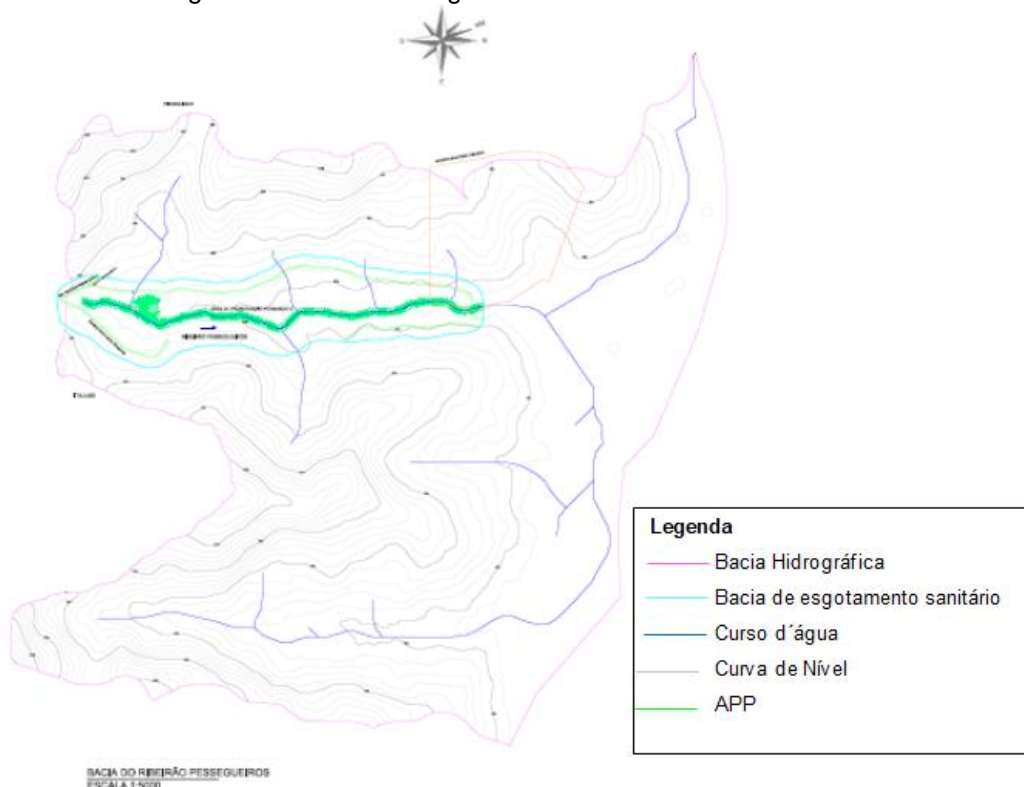
7 DIMENSIONAMENTO E ORÇAMENTO DA REDE COLETORA DE ESGOTO

7.1 Plano de escoamento

Com base no levantamento planialtimétrico da área em estudo foi feita a análise do plano de escoamento da água superficial e determinado o sentido do fluxo e o melhor traçado da rede coletora convencional e condominial, sempre com o objetivo de otimizar a extensão da rede, reduzindo o custo.

Na Figura 55 é apresentado o traçado da bacia sanitária em estudo, realizado com base nos divisores naturais e limites físicos, como a estrada de terra e asfalto. Para a localização da Estação de Tratamento de Esgoto – ETE, considerou-se, a priori, o local onde não havia mais casas aglomeradas. Também foi levado em consideração o Aterro Sanitário – CIMASAS instalado no bairro, na parte mais baixa da bacia de esgotamento sanitário. O Aterro possui uma área bastante ampla, e já foi levantada pela Associação de Moradores do Bairro a possibilidade da instalação da ETE no local.

Figura 55 – Bacia de esgotamento Sanitário escoamento.



Fonte: Autor, 2020.

7.2 Traçado da rede coletora de esgoto

A partir do levantamento planialtimétrico da área e da localização da ETE foi traçada a rede coletora de esgoto passando pelos fundos dos lotes e paralela ao curso d'água que corta a região, tanto para a rede convencional quanto para a condominial. Em geral, as redes convencionais de esgoto são traçadas no passeio ou nas vias de circulação, porém, para o local de estudo isto não foi possível, visto que muitas casas situam-se abaixo do nível da rua, o que ocasionaria redes muito profundas e onerando o seu custo. Desta forma, o traçado foi concebido considerando uma única rede coletora central que atendeu as casas das duas vias. Para minimizar os impactos da execução da rede de esgoto nas áreas de matas ciliares existentes alternou-se o traçado da rede coletora, entre a margem esquerda e direita do curso d'água. No trecho a montante da bacia sanitária onde a inclinação é maior e o terreno mais seco a rede coletora foi posicionada próxima ao curso d'água, na cota que atendesse as casas em ambas as ruas que cortam o bairro. Na parte mais a jusante, onde a área de várzea é mais ampla, optou-se afastar do curso d'água, procurando o terreno mais seco e mantendo o escoamento por gravidade. Desta forma, foi possível conduzir o esgoto até a ETE sem o uso de elevatória.

A planta da rede coletora condominial e convencional está apresentada nos Apêndices 3 e 4, respectivamente.

7.3 Vazões de contribuição

As contribuições de esgoto a rede coletora deu-se por meio somente dos ramais condominiais existentes (RE) e dos ramais condominiais futuros (RF), nas caixas de passagem ou poço de visita. Não foi considerada contribuição de esgoto ao longo da rede coletora, mas somente nos órgãos acessórios, a exceção da vazão de infiltração. A rede foi concebida desta forma de modo a preservar o sistema de esgotamento sanitário existente e a distribuição dos lotes.

Para determinar a vazão de contribuição de cada ramal existente e futuro foi levantado em campo a quantidade de casas atendidas por cada ramal e a extensão

do ramal e o número de caixas de passagem existentes. Com o número de casas, considerando o número de 4 moradores por edificação, determinou-se a população atendida. A vazão foi obtida por meio das equações 1 e 2 e utilizando, coeficiente de retorno (C) igual a 0,8, coeficiente de reforço dia de maior contribuição (K_1) igual a 1,2 e coeficiente de reforço hora de maior contribuição (K_2) igual a 1,5.

A vazão de infiltração foi obtida em função da taxa de infiltração e do comprimento da rede coletora. A taxa de contribuição de infiltração depende de condições locais, tais como: nível de água do lençol freático, natureza do solo, qualidade da execução da rede, material da tubulação e tipo de junta utilizada. A norma NBR 14486 (ABNT, 2000) recomenda valores entre 0,1 a 1,0 L. s^{-1} . Km^{-1} . Neste estudo foi adotado o valor da taxa de infiltração igual a 0,5 L. s^{-1} . Km^{-1} em razão do nível do lençol elevado, adoção do material da tubulação de PVC e junta elástica, solo argiloso, a qualidade de execução da execução razoável, visto que poderá ser executada pela população local.

A vazão sanitária em cada ramal de esgoto sanitário, vazão de contribuição doméstica mais vazão de infiltração, está apresentada na Tabela 6 do Apêndice 5.

A vazão sanitária ao longo da rede coletora foi obtida pela soma da vazão de contribuição dos ramais, por meio dos PV ou caixa de passagem, com a vazão de infiltração ao longo da rede.

7.4 Dimensionamento hidráulico

Para a ordenação e sistematização dos cálculos foi utilizada a planilha de cálculo, padrão COPASA Norma técnica T194/0 – Projeto de esgotamento sanitário para loteamento e conjuntos habitacionais (2002), para o dimensionamento da rede convencional e rede condominial. As planilhas de cálculo com o resultado do dimensionamento estão apresentadas no Apêndice 6 e 7, respectivamente, para rede coletora condominial e convencional.

O projeto da rede coletora de esgoto condominial e convencional estão apresentados nos Apêndices 3 e 4, respectivamente

– Diâmetro (DN)

O diâmetro (D) foi calculado a partir da Equação (3).

$$D = 0,3145 \cdot \left(\frac{Q_f}{I_0^{1/2}} \right)^{3/8} \quad \text{Equação (3)}$$

Sendo:

- I_0 = declividade de projeto, em $m.m^{-1}$;
- Q_f = Vazão sanitária máxima de final plano, em $L.dia^{-1}$.

Para a rede condominial foi considerado o diâmetro mínimo de DN 100 mm, de acordo com valores apresentados por Melo (2018) vide Tabela 1. Para a rede convencional foi considerado o diâmetro mínimo de DN 150 mm, valor usualmente adotado pela pelas companhias de saneamento, como é caso da COPASA, a fim de minimizar os problemas de entupimento. Foi considerado diâmetro menor para rede condominial, desde que atendendo os critérios hidráulicos, por se tratar da implantação da rede coletora em área rural onde o consumo de água é baixo e com a finalidade de reduzir os custos de implantação. Os diâmetros das tubulações a serem utilizadas foram aqueles previstos nas NBR 7362-1 - Sistemas enterrados para condução de esgoto (ABNT, 2007), NBR 7362-2 - Sistemas enterrados para condução de esgoto - Parte 2: Requisitos para tubos de PVC com parede maciça (ABNT, 1999), e NBR 7362-3 - Sistemas enterrados para condução de esgoto - Parte 3: Requisitos para tubos de PVC com dupla parede (ABNT, 2005).

– Declividade de projeto (I_p)

Para declividade de projeto procurou-se obter a declividade econômica, ou seja, aquela que resulta no menor volume de escavação. Para isto, a declividade de projeto deve ser igual ou maior que a declividade mínima e menor ou igual a declividade do terreno. De acordo com norma NBR 14486 (ABNT, 2000), deve-se garantir a tensão trativa superior a 0,6 Pa, para que haja autolimpeza da tubulação. Assim, considerando coeficiente de Manning (n) igual a 0,010 a declividade mínima admissível (I_{min}) da rede coletora. em cada trecho, pode ser determinada pela

Equação (4).

$$I_{min} = 0,0035 * Qi^{-0,47} \quad \text{Equação (4)}$$

Onde, Q_i é a Vazão sanitária máxima de início de plano, em $L.s^{-1}$.

Para rede coletora convencional e condominial foi possível manter a rede coletora paralela a declividade do terreno, resultando no menor volume de escavação. Na rede convencional a profundidade da rede coletora manteve-se a 1,0m e para rede condominial a profundidade manteve-se a 0,70 m. O perfil da rede coletora de esgoto condominial e convencional está apresentado nos Apêndices 8 e 9 respectivamente.

– Lâmina Líquida ($y.D^{-1}$)

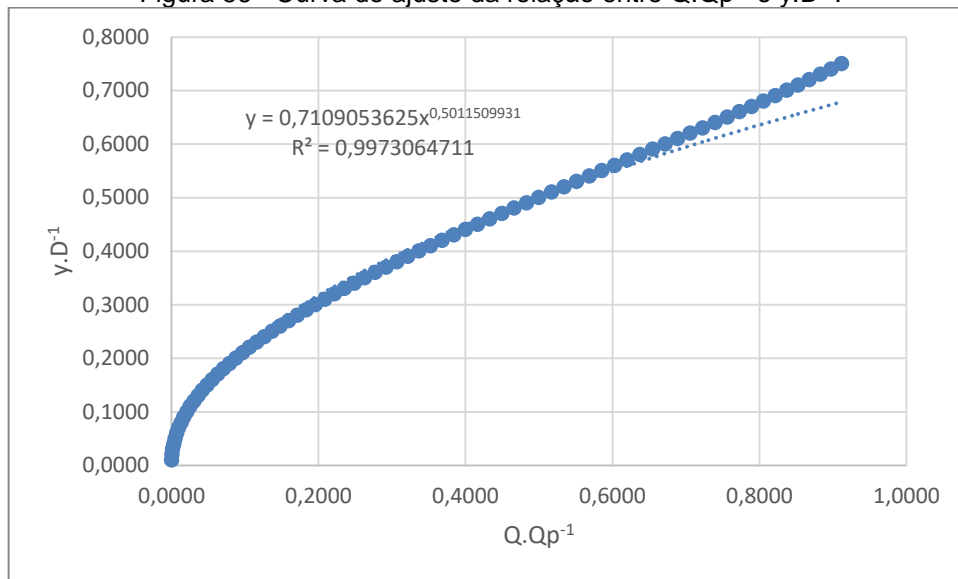
Para garantir o escoamento livre a altura da lâmina líquida ($y.D^{-1}$) não deve ser superior a 0,75. Para o cálculo da altura da lamina líquida foi utilizada a Tabela de condutos circulares parcialmente cheios, Tabela D.1 - Condutos circulares - Anexo D (informativo) - Condutos circulares da NBR 14446 – (ABNT, 2000), baseada nas relações da equação de Manning para velocidades e vazões parcialmente cheias, pelas velocidades e vazões de escoamento a seção plena, respectivamente, v_p e Q_p . A vazão a seção plena, Q_p , foi determinada pela equação (5).

$$Q_p = \frac{\pi \cdot D^2}{4 \cdot n} \cdot \left(\frac{D}{4}\right)^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \quad \text{Equação (5)}$$

Para facilitar os cálculos utilizando o Excel, os valores de $Q.Q_p^{-1}$ e $y.D^{-1}$ provenientes da Tab. D1 foram plotados, gráfico da Figura 56, e obtida a equação da curva de ajuste da relação $Q.Q_p^{-1}$ e $y.D^{-1}$, Equação (6), correlação $R^2=0,9973$.

$$\frac{y}{d} = 0,712 \cdot \left(\frac{Q}{Q_p}\right)^{0,501} \quad \text{Equação (6)}$$

Figura 56 - Curva de ajuste da relação entre $Q \cdot Qp^{-1}$ e $y \cdot D^{-1}$.



Fonte: Autor, 2020.

Para o sistema condominial a maior altura da lamina liquida encontrada foi de 0,64m e para o sistema convencional a maior altura da lamina liquida encontrada foi de 0,37m, vide Apêndices 6 e 7 respectivamente.

– Tensão trativa

A tensão trativa (σf) foi calculada em função do peso específico da água, do raio hidráulico inicial e da declividade de projeto, pela Equação (7).

$$\sigma = \gamma * Rh_i * Ip$$

Equação (7)

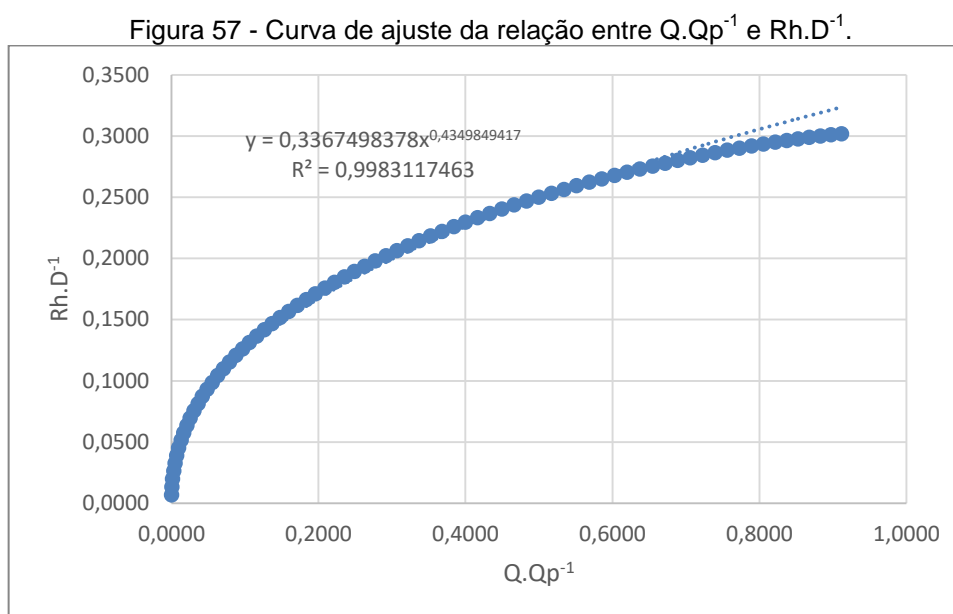
Sendo:

- γ = Peso específico da água, igual a $10.000 \text{ N.m}^{3(-1)}$;
- Rh_i = Raio hidráulico inicial, em m;
- Ip = Declividade de projeto, em m.m^{-1} .

Para facilitar os cálculos utilizando o Excel, os valores de $Q \cdot Qp^{-1}$ e $Rh \cdot D^{-1}$ provenientes da Tab. D1 também foram plotados, gráfico da Figura 57, e obtida a

equação da curva de ajuste da relação $Q \cdot Q_p^{-1}$ e $R_h \cdot D^{-1}$, Equação (8), correlação $R^2=0,9983$, e conhecido $Q \cdot Q_p^{-1}$ e o diâmetro obteve-se o valor do Raio Hidráulico.

$$\frac{R_h}{d} = 0,3367 \cdot \left(\frac{Q}{Q_p}\right)^{0,435} \quad \text{Equação (8)}$$



Fonte: Autor, 2020.

Para o sistema condominial o menor valor da tensão trativa foi 0,63 Pa, garantindo assim a autolimpeza da rede de coleta de esgoto (Apêndice 6). Para o sistema convencional o menor valor da tensão trativa foi 0,62 Pa, garantindo assim a autolimpeza da rede de coleta de esgoto (Apêndice 7).

– Velocidade crítica (v_c)

Ao final do dimensionamento das redes coletoras de esgoto, convencional e condominial, foi verificado se velocidade final era menor que a velocidade crítica, Equação (9). Caso a velocidade final resulte em valores superiores a velocidade crítica, deve-se verificar se a lâmina líquida é inferior a 50% do diâmetro de modo a assegurar ventilação do trecho.

$$V_c = 6 * (\sqrt{g * Rh_f})^{\frac{1}{2}}$$

Equação (9)

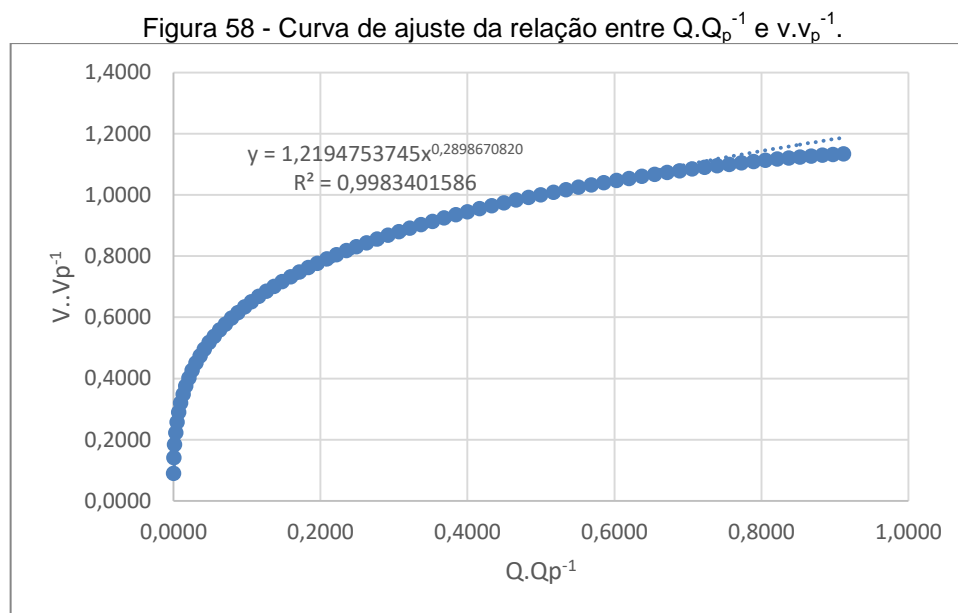
Sendo:

- g = Aceleração da gravidade, em $m.s^{-1}$;
- Rh_f = Raio hidráulico final, em m.

O raio hidráulico final foi determinado da Equação (9), dada em função dos valores do diâmetro e da relação $Q.Q_p^{-1}$ para as condições de vazão de fim de plano. A velocidade final foi obtida da Equação (9), proveniente da equação da curva de ajuste da relação $Q.Q_p^{-1}$ e $v.v_p^{-1}$, obtidos dos valores plotados da Tab. D1 também foram plotados, gráfico da Figura 58, e correlação $R^2=0,9983$. Assim, conhecido $Q.Q_p^{-1}$ e o a velocidade a seção plena (Equação 10) obteve-se o a velocidade final.

$$\frac{v}{v_p} = 1,219 \cdot \left(\frac{Q}{Q_p}\right)^{0,289}$$

Equação (10)



Para o sistema condominial e para o sistema convencional verificou-se que todas as velocidades finais estiveram abaixo da velocidade crítica.

7.5 Características dos dispositivos: rede auxiliar, poço de visita

Os ramais condominiais existentes foram incorporadas ao projeto da rede de coletora, e considerada a implantação de novos ramais similares na ocupação futura dos lotes. A contribuição de esgoto desta rede auxiliar a rede coletora condominial e convencional foi considerada somente por meio dos órgãos acessórios, caixa de passagem para a rede condominial e terminal de inspeção e limpeza para rede convencional. Todas as caixas de passagem foram de concreto com 0,60 m de profundidade e os terminais de inspeção e limpeza com profundidade de 1,0m, ambas.

7.6 Diâmetro, comprimentos, tipo de material

O diâmetro da condominial resultou em igual DN 100 em toda sua extensão. A extensão da rede condominial resultou em 1494,40 m, em tubulação de PVC e com diâmetro DN 100 mm. Foi adotado um recobrimento mínimo de 60cm. Foram projetadas caixas de inspeção em todos os pontos de junção do ramal com a rede. As caixas de inspeção são de concreto armado, sendo adotadas as CI's com $\varnothing=600$ mm; H= 0,60 m, com um total de 36 unidades. Somente na chegada da ETE é que foi proposto a instalação de poço de visita.

A extensão total de rede coletora convencional também foi de 1494,40 m, em tubulação de PVC, porém com DN 150 mm e recobrimento mínimo de 1,00m. Foram projetados com terminais de limpeza e inspeção (TIL) em todos os pontos de junção, mudanças de direção, mudanças de declividade, em trechos retilíneos longos, com distância máxima entre poços de visita de 50,0 m. Foram adotados PV's com $\varnothing=600$ mm; H= 1,00 m, com um total de 36 unidades.

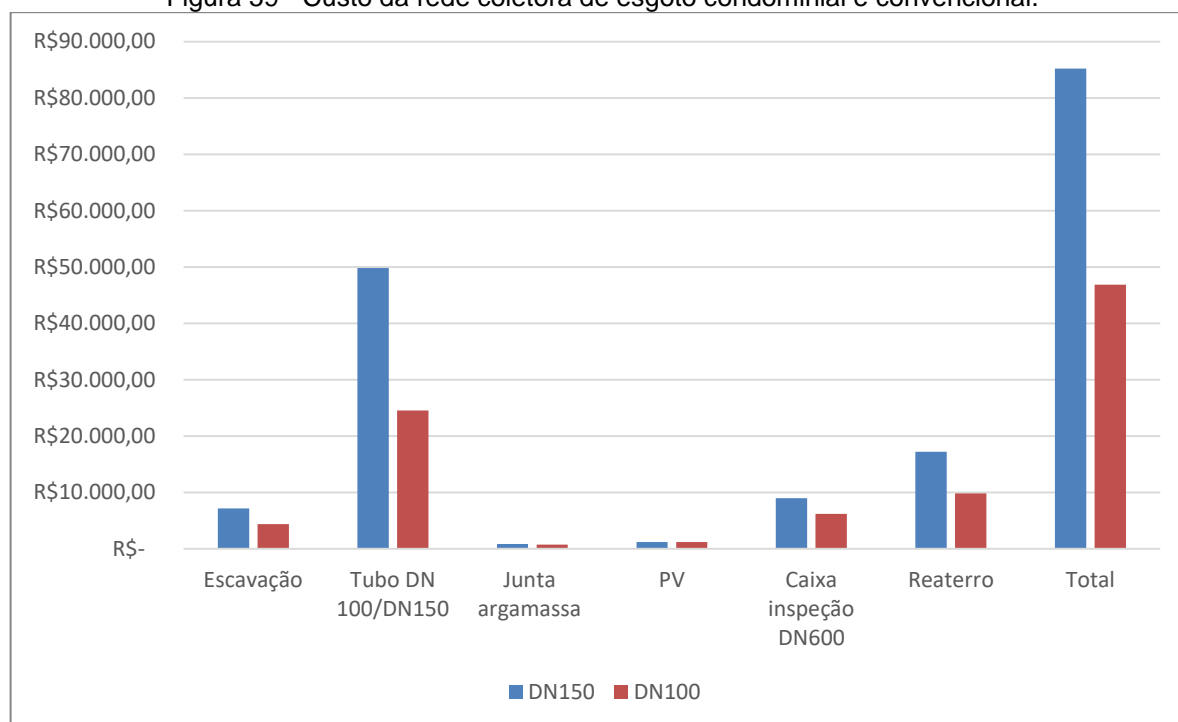
7.7. Orçamento das redes coletoras de esgoto

Para o orçamento das redes coletoras de esgoto, convencional e condominial, foram considerados os seguintes itens: extensão da rede coletora, diâmetros

utilizados, quantidade de órgãos acessórios (PV e CI), profundidade da rede coletora, volume de escavação e volume de reaterro.

O orçamento para cada rede coletora de esgoto foi realizado através do levantamento quantitativo dos materiais utilizados. Para a estimativa de custos foi utilizado as Tabelas SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custo de Índices da Construção Civil). Para custos unitários, utilizou-se a Tabela de Agosto de 2020. O orçamento da rede condominial foi estimado em R\$46.839,63 (Apêndice 10) e da rede convencional em R\$85.200,95 (Apêndice 11), portanto o custo da rede condominial é 55% menor que o da rede convencional. Os custos de cada item da rede coletora de esgoto estão apresentados no gráfico da Figura 59, respectivamente para rede condominial e rede convencional. Verifica-se que a tubulação representa o maior custo da rede, para a rede condominial representa 52% do total e da rede convencional 58% do total.

Figura 59 - Custo da rede coletora de esgoto condominial e convencional.



Fonte: Autor, 2020.

8 DISCUSSÕES

8.1 Análise socioambiental da implantação da rede coletora de esgoto em área rural

A área rural em estudo apresenta diversos problemas de degradação do corpo hídrico decorrentes do lançamento de esgoto sem tratamento, com consequências na qualidade da água das fontes de abastecimento utilizadas pela população local. Portanto, faz-se necessário a implantação do sistema de esgotamento sanitário para minimizar os problemas existentes. Neste trabalho foi estudada a implantação da rede coletora, com benefício para cerca de 64 famílias.

O ribeirão do Pessegueiro apresenta uma qualidade de água deteriorada devida ao lançamento de esgotos domésticos e de animais *in natura*. Este ribeirão desagua no Rio Sapucaí que já apresenta valores de contaminação fecal acima dos limites permitidos.

A topografia acidentada, com porcentagem de terrenos com declividade elevada (>45°), favorece a ocupação somente na área central do bairro e a implantação de uma única rede próxima ao curso d'água.

A cobertura vegetal em sua maior parte foi suprimida por pastagens, entretanto há alguns trechos de mata ciliar preservada e também reflorestada que devem ser preservados. Assim, procurou-se transpor a rede de esgoto de uma margem a outra do Ribeirão, de forma subterrânea acompanhando a profundidade das redes, uma vez que o córrego não apresenta profundidade elevada, de modo a minimizar os impactos nestes remanescentes.

As população local tem baixo poder aquisitivo, com renda média de cerca de 2 salários mínimos. A conta de água paga atualmente onera em aproximadamente 2% da renda familiar, fazendo que muitos utilizem a água de poço para reduzir os custos com a conta de água. Diante deste cenário foi necessário propor um sistema de esgotamento de baixo custo de implantação e facilidade de operação e manutenção como o sistema condominial. O grande obstáculo é a necessidade de

organização social atuante que seja capaz de gerir o sistema. Verificou-se que a Associação dos Moradores do Bairro Pessegueiro apresenta forte potencial, visto que já vem atuando na busca de soluções para os problemas sanitários existentes, como a colaboração na instalação e manutenção de cloradores instalados pelo projeto Águas do Pessegueiro (UNIFEI, 2019).

Na Lei de Saneamento Básico, Lei 11.445/2007, artigo 10 parágrafo primeiro alínea b, era permitido a realização de contratos para prestação de serviços públicos de saneamento básico por entidade que não integrava a administração do titular, desde que fossem consideradas de pequeno porte, predominantemente ocupada por população de baixa renda, onde outras formas de prestação apresentem custos de operação e manutenção incompatíveis com a capacidade de pagamento dos usuários. Entretanto com a atualização do marco legal do saneamento (Lei Federal 14.445/2020) foi revogado o artigo 10 parágrafo primeiro alínea b, impossibilitando a realização de contratos de programa, convênio, termo de parceria ou outros instrumentos de natureza precária. O que deixa na ilegalidade como os contratos com entidades da Organização da Sociedade Civil de Interesse Público. Na legislação atual a prestação dos serviços públicos de saneamento básico por entidade que não integre a administração do titular depende da celebração de contrato de concessão, mediante prévia licitação.

Diante da dificuldade para implementação de soluções descentralizadas para área rural devido às alterações do marco legal do saneamento (Lei Federal 14.445/2020) que revoga o artigo 10 parágrafo primeiro alínea b que possibilitava a realização de contratos com localidades de pequeno porte, ocupada por população de baixa renda, fica vedada a realização de contratos de programa, convênio, termo de parceria ou outros instrumentos de natureza precária. O que deixa na irregularidade qualquer contrato com a associação local. Entretanto, se o objetivo é alcançar a universalização do serviço de saneamento básico no País, uma proposta específica para o saneamento rural que atenda as condições socioeconômicas desta população que sempre foi posta a margem do desenvolvimento terá de ser apresentada, pois de acordo com o PNBR (2019), são mais 10 milhões de brasileiros sem atendimento dos serviços de esgotamento sanitário.

8.2 Comparação técnica e econômica dos sistemas convencional e condominial

Realizado o dimensionamento da rede condominial e da rede convencional e seus respectivos orçamentos foi possível fazer uma análise comparativa técnica e econômica, entre ambos os sistemas coletores de esgoto.

A rede condominial e a rede convencional foram concebidas visando o menor custo de implantação, dadas as condições socioeconômicas da população local. Assim, o traçado de ambas as redes foi escolhido para passar pelo fundo dos lotes, como é comum a rede condominial. Pois, caso o traçado fosse pelas vias que cortam o bairro, a rede resultaria em profundidade elevadas, devido as muitas casas se situarem na cota abaixo do greide da rua.

A contribuição de esgoto a rede coletora condominial e convencional se deram por meio dos órgãos acessórios, caixa de passagem para a rede condominial e terminal de inspeção e limpeza para rede convencional, em razão da necessidade de aproveitamento dos ramais condominiais já existentes. As caixas de passagem foram de 0,60 m de profundidade e os terminais de inspeção e limpeza com profundidade de 1 m. Ao comparar as singularidades verificou-se que um terminal de inspeção e limpeza (TIL) custa cerca 69% a mais que uma Caixa de inspeção (CI). A adoção de profundidade maior para rede convencional também impactou no volume de aterro e reaterro. Observou-se que para o sistema convencional foi preciso cerca de 59% a mais de escavação e reaterro do que o necessário para o sistema condominial.

Na rede condominial foi adotado o diâmetro mínimo igual a 100 mm e para rede convencional 150 mm, sendo que o diâmetro de 150 mm é mais usualmente utilizado pelas companhias de saneamento com a finalidade de minimizar os problemas de entupimento, entretanto tem um custo mais elevado que o diâmetro de 100 mm. Ao comparar os custos das tubulações em PVC ficou evidente a diferença no orçamento final entre uma tubulação de DN 100 mm e de DN 150 mm. A

tubulação de PVC DN 150 mm custa cerca de 55% mais caro que a tubulação de PVC DN 100 mm (Vide Apêndice 10 e 11).

Portanto verificou-se que o sistema condominial resultou em cerca de 55% do custo do sistema convencional.

9 CONCLUSÃO

Neste trabalho foi realizada a viabilidade técnica e socioeconômica da implantação do sistema condominial de coleta de esgoto sanitário em uma área rural. Como estudo de caso foi escolhido o bairro Pessegueiro, localizado na área rural do município de Itajubá, Minas Gerais. Foi realizada uma caracterização ambiental da área, onde ficou evidenciada a necessidade da implantação da rede coletora de esgoto nas residências para minimizar os problemas sanitários. O levantamento socioeconômico da população possibilitou verificar que a maioria da população pertence a classe média baixa, com dificuldades de pagamento da conta de água. Portanto a implantação de uma rede convencional de coleta de esgoto sanitário seria inviável econômico-financeira havendo necessidade de um sistema alternativo, como o sistema condominial, que gerido pela própria população, teria seus custos de operação e manutenção reduzidos. Verificou-se que a associação de moradores do bairro, apresenta forte potencial para gerir o sistema em razão de sua atuação para sanar os problemas do bairro, mas os entraves com a atualização do marco legal do saneamento dificulta esta proposição. Foi realizado o dimensionamento de uma rede coletora de esgoto sanitário pelo sistema condominial e pelo sistema convencional com a finalidade de comparar as vantagens técnicas e econômicas entre os dois sistemas. Para ambos os sistemas foi adotado o mesmo traçado da rede coletora, passando pela região central e paralelo ao curso d'água, evitando o aprofundamento da rede. Verificou-se que o orçamento da rede condominial resultou cerca de 55% do orçamento da rede convencional.

É importante ressaltar que o êxito do sistema condominial depende fundamentalmente do envolvimento não só dos usuários, mas também do governo, sendo imprescindíveis uma boa comunicação, explicação e treinamento de todos envolvidos.

Assim, sugere-se que em trabalhos futuros seja estudado os mecanismos legais que permitam a realização de contrato que possibilite a gestão e operação do sistema de esgotamento sanitário pela comunidade, pois com a atualização do marco legal do saneamento esta forma de contrato está inviabilizada.

APÊNDICE 1 - Questionário Aplicado A População Em Estudo

Projeto Águas do Pessegueiro
Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI



Levantamento de dados – Centro do Pessegueiro

Proprietário: _____

Nº da casa: _____

Coordenadas: _____

1 - Qual é a fonte de abastecimento de água para consumo humano? Poço COPASA
Poço e COPASA

2 - Se for da COPASA, qual o volume médio mensal? (Se possível, tirar uma foto da conta de água)

3 - Quantos banheiros tem a residência? _____

4 - O esgoto da pia da cozinha é junto com o esgoto do banheiro? Sim Não

5 - O esgoto do vaso sanitário é junto com o lavatório do banheiro? Sim Não

6 - Tem fossa séptica? Sim Não

7 - Já fez a limpeza da fossa alguma vez? Sim Não

8 - Coordenadas do ponto de lançamento de esgoto (latitude, longitude e altitude)

Levantamento socioeconômico – Centro do Pessegueiro

1 – Composição da família residente no domicílio:

Nome	Sexo	Idade	Ocupação	Aposentado S ou N	Costuma viajar para trabalhar fora? S ou N

- 12 - As pessoas que moram nessa casa passam a semana toda aqui? Sim Não
- 13 - Qual o tamanho da terra que a família tem para viver e trabalhar? _____
- 14 - A terra está reunida numa só? Sim Não. Fica toda aqui nessa comunidade? Sim Não
- 15 - O Sr (a) faz lavoura todo ano? Sim Não
- 16 - O que costuma plantar? _____
- 17 - Qual é aproximadamente a área plantada? _____
- 18 - A família cria animais e gado? Sim Finalidade _____ Quantos _____ Não
- 19 - Vocês vendem a produção do terreno? Sim Não
- 20 - Produção agrícola: onde? _____ Com qual frequência? _____
- 21 - Produção animal: onde? _____ Com qual frequência? _____
- 22 - Quais são as fontes de água que a família tem neste terreno
Para uso na produção agrícola: _____
Para uso dos animais e gado: _____
Para uso na casa: _____
- 23 - Quais as principais fontes de energia existentes e utilizadas no terreno (lenha, gasolina, elétrica, outras)?

- 24 - Quais as principais atividades de produção que gastam/exigem energia?

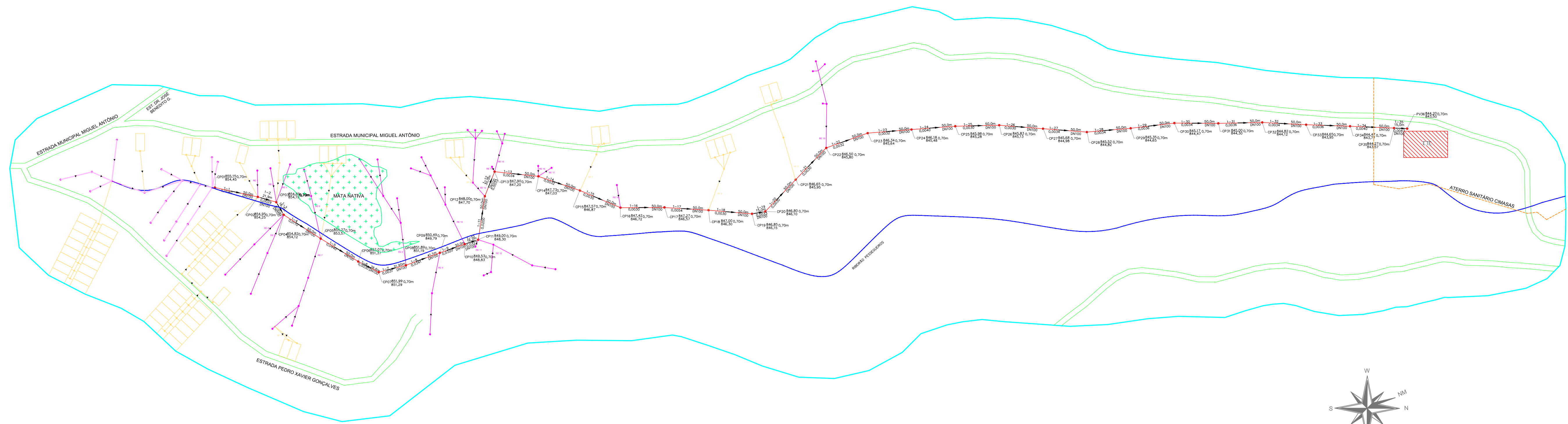
-

APÊNDICE 2 - Consumo médio mensal de Água das Residências do Bairro Pessegueiros obtidas das contas de água paga a Copasa.

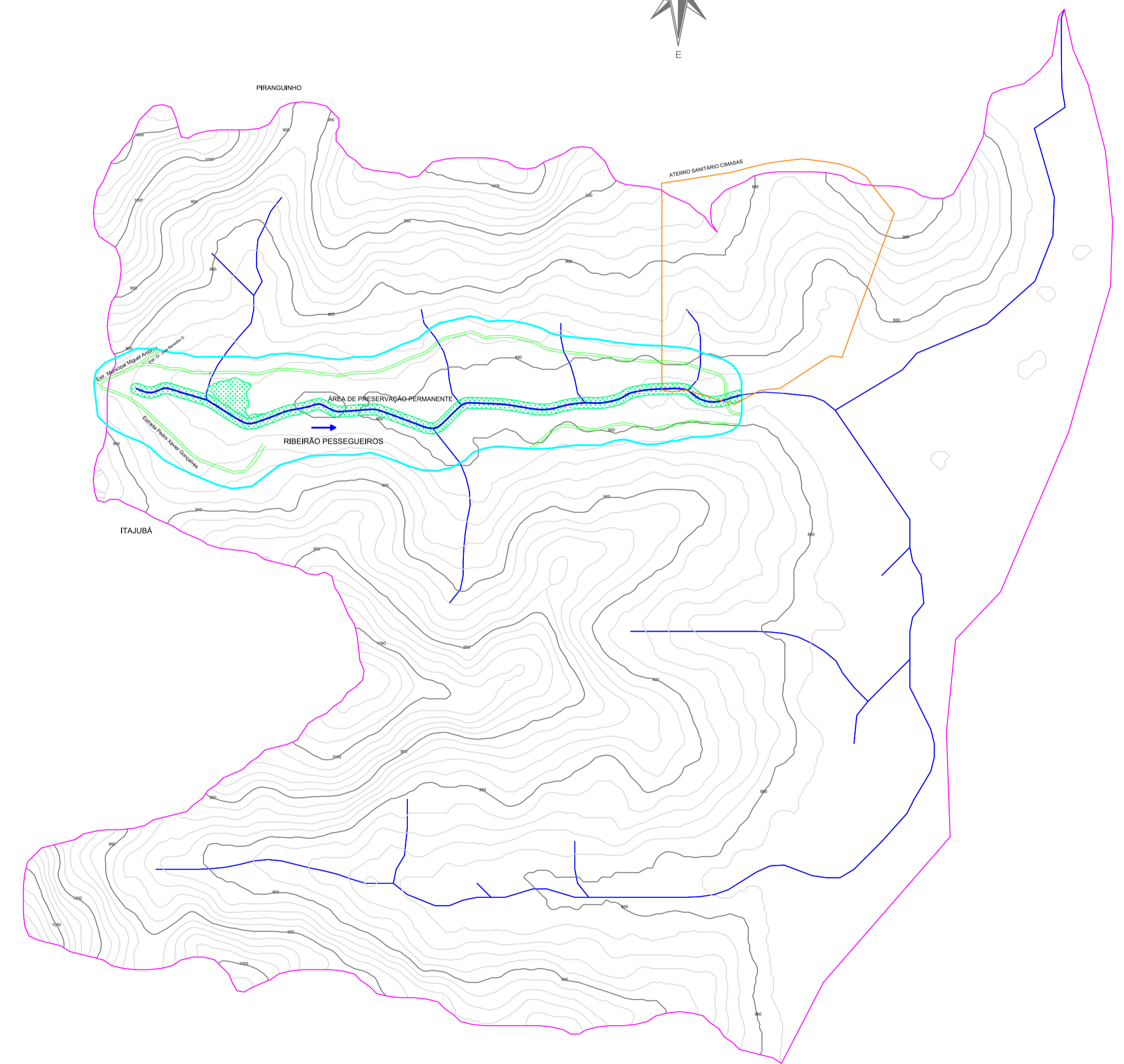
Localização da Residência	Histórico de Consumo (m ³)												
	Set, 2018	Out, 2018	Nov, 2018	Dez, 2018	Jan, 2019	Fev, 2019	Mar, 2019	Abr, 2019	Mai, 2019	Jun, 2019	Jul, 2019	Ago, 2019	Média (m ³ .mês ⁻¹)
Rua da Igreja, 81	5	5	6	4	5	4	5	5	6	3	4	4	4,7
Rua da Igreja, 100	17	5	3	4	5	5	3	3	3	2	3	4	4,8
Rua da Igreja, 115	13	15	13	13	15	12	14	13	15	13	16	11	13,6
Rua da Igreja, 125	15	18	18	18	19	17	21	16	18	15	17	18	17,5
Rua da Igreja, 135	4	3	3	4	3	4	5	4	7	4	3	3	3,9
Rua da Igreja, 145	8	8	8	8	9	9	9	8	7	8	9	8	8,3
Rua da Igreja, 165	4	6	4	7	6	9	3	9	5	6	8	7	6,2
Rua da Igreja, 525	18	21	27	27	28	23	26	27	24	22	27	24	24,5
Estrada Rancho Grande, 531	9	11	10	10	12	6	12	13	10	13	14	12	11,0
Estrada Rancho Grande, 30	5	6	6	6	6	4	4	2	3	2	3	1	4,0
Estrada Rancho Grande, 220	11	11	12	13	15	12	15	12	12	12	13	11	12,4
Estrada Rancho Grande, 250	13	12	10	12	12	12	13	18	14	11	18	10	12,9
Estrada Rancho Grande, 270	5	4	5	8	7	12	11	6	6	6	5	6	6,8
Estrada Rancho Grande, 280	4	5	5	6	6	6	6	5	5	3	5	4	5,0
Estrada Rancho Grande, 300	10	14	12	12	15	11	14	13	17	12	13	13	13,0

Localização da Residência	Histórico de Consumo (m³)												
	Set, 2018	Out, 2018	Nov, 2018	Dez, 2018	Jan, 2019	Fev, 2019	Mar, 2019	Abr, 2019	Mai, 2019	Jun, 2019	Jul, 2019	Ago, 2019	Média (m³.mês ⁻¹)
Estrada Rancho Grande, 450	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6,0
Estrada Rancho Grande, 454	8	9	9	8	12	9	12	8	11	9	9	7	9,3
Estrada Rancho Grande, 464	5	4	3	2	2	4	2	1	4	3	3	2	2,9
Estrada Rancho Grande, 474	5	5	4	3	7	4	5	4	4	3	5	4	4,4
Estrada Rancho Grande, 480	1	2	10	11	11	14	10	8	9	8	13	12	9,1
Estrada Rancho Grande, 485	12	15	14	14	10	13	14	16	12	13	12	13	13,2
Estrada Rancho Grande, 515	7	7	8	8	11	9	10	8	7	6	8	6	7,9
Estrada Rancho Grande, 521	24	30	25	19	22	19	10	15	11	7	6	9	16,4
Estrada Rancho Grande, 549	14	17	13	14	14	11	15	13	13	10	11	13	13,2
Estrada Rancho Grande, 555	15	13	11	15	23	17	19	17	17	15	19	17	16,5

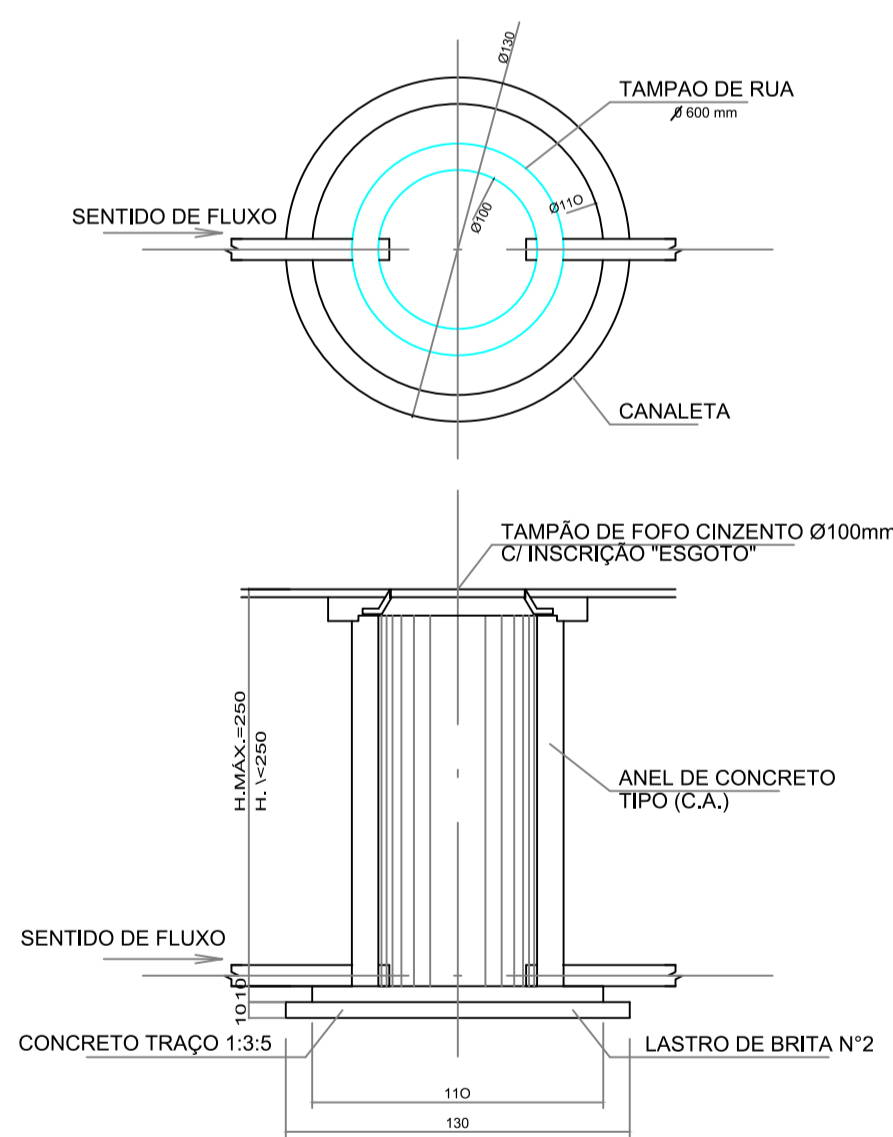
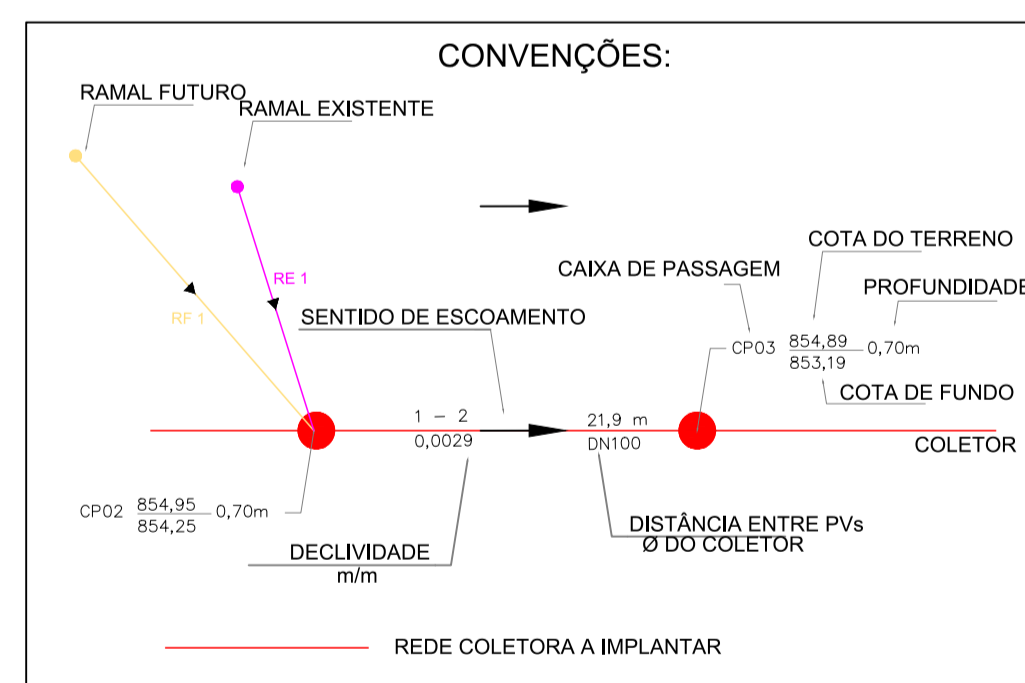
APÊNDICE 3 - Planta da rede condominial



PLANTA DE LOCAÇÃO DA REDE COLETORA DOS ESGOTOS
ESCALA 1:2500



BACIA DO RIBEIRÃO PESSEGUIEROS
ESCALA 1:5000



POÇO TUBULAR EM ANÉIS DE CONCRETO
SEM ESCALA

NOTAS:
1. TODA REDE COLETORA SERÁ EM TUBOS PVC ESGOTO DN 100mm.

LEGENDA:		CÓRREGO PESSEGUIERO	
—	RAMAL EXISTENTE	—	ESTRADA
—	RAMAL FUTURO	—	LOTES VAGOS
—	RAMAL MONTANTE	—	ATERRO SANITÁRIO CISMASA
—	REDE PROJETADA		
●	CAIXA DE PASSAGEM (CP)		

AUTOR LEONARDO MARCELO DE SOUZA CAMPOS	VISTO MATR.
PROJ.	APROV. MATR.
DES.	DATA

ESCALA
INDICADA

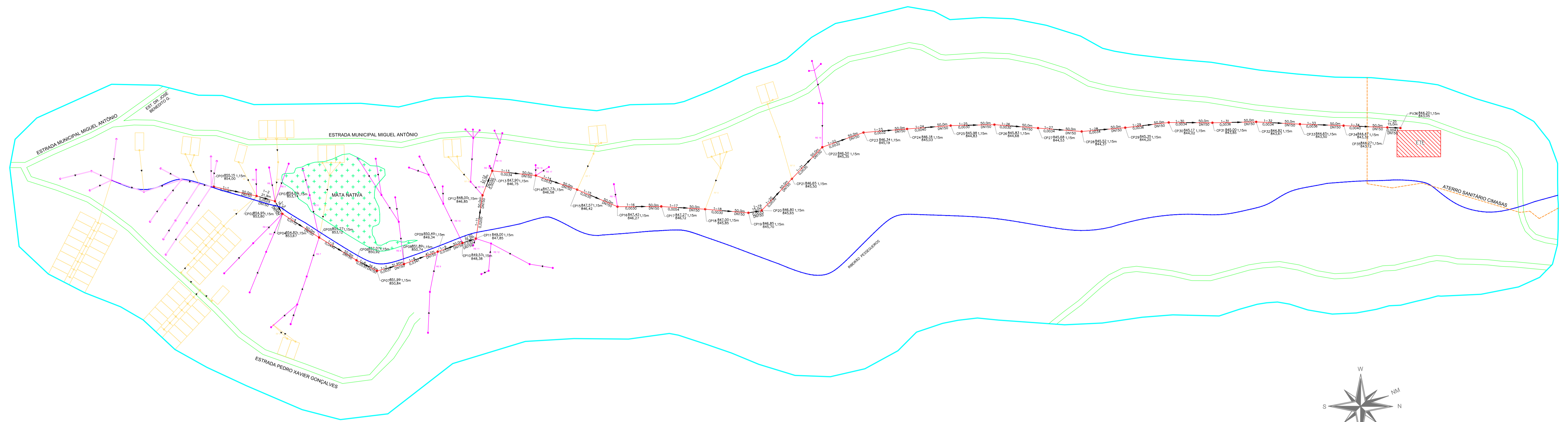
FORM.
A1

BAIRRO PESSEGUIERO
SISTEMA DE COLETA DOS ESGOTOS SANITÁRIOS
PLANTAS DE LOCALIZAÇÃO E DE LOCAÇÃO DA REDE,
DETALHES E CONVENÇÕES

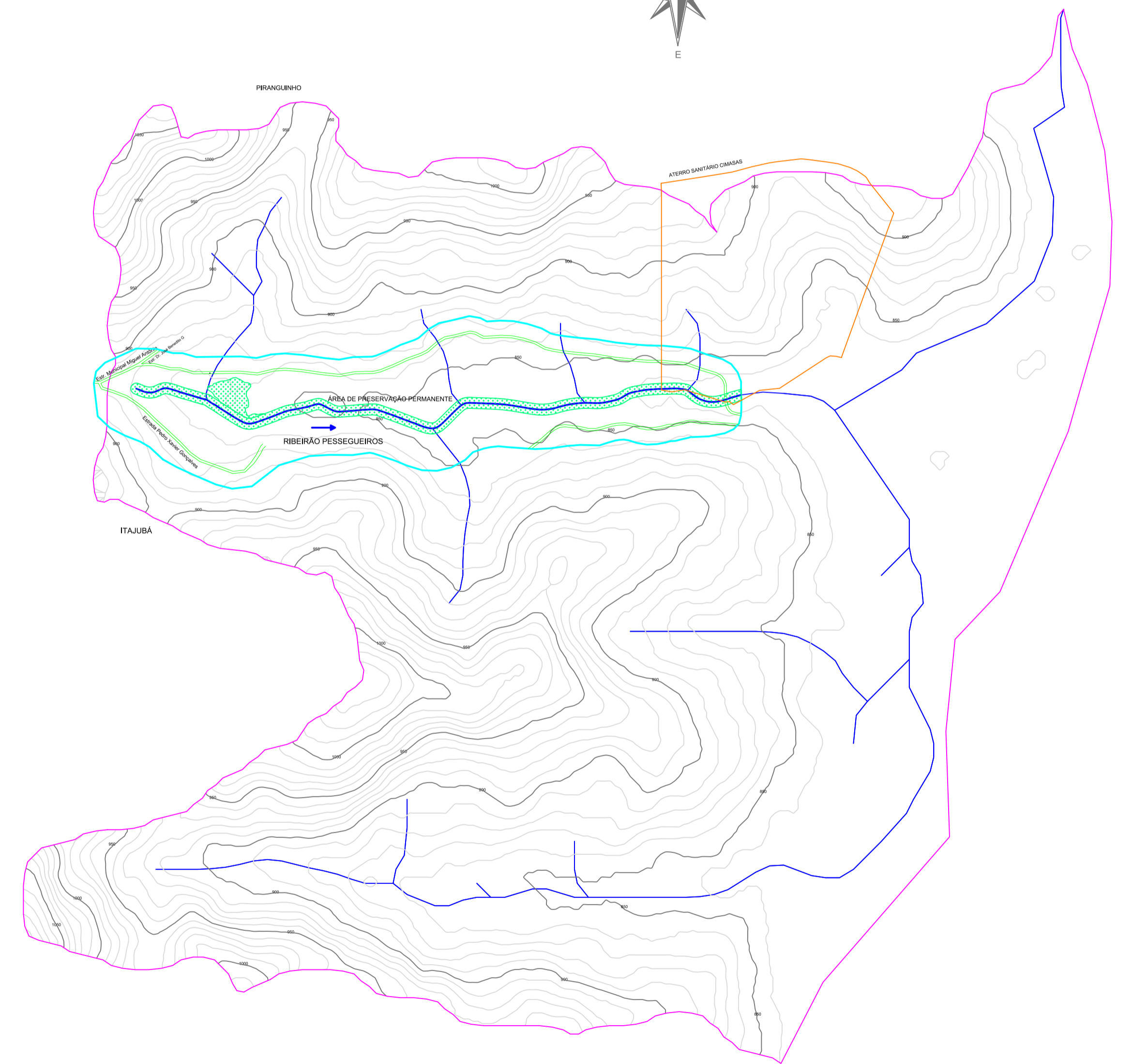
FOLHA	01	DE	01	ARO.
-------	----	----	----	------

b				
c				
DATA	EXECUT.	VISTO	APROV.	
ALTERAÇÕES				

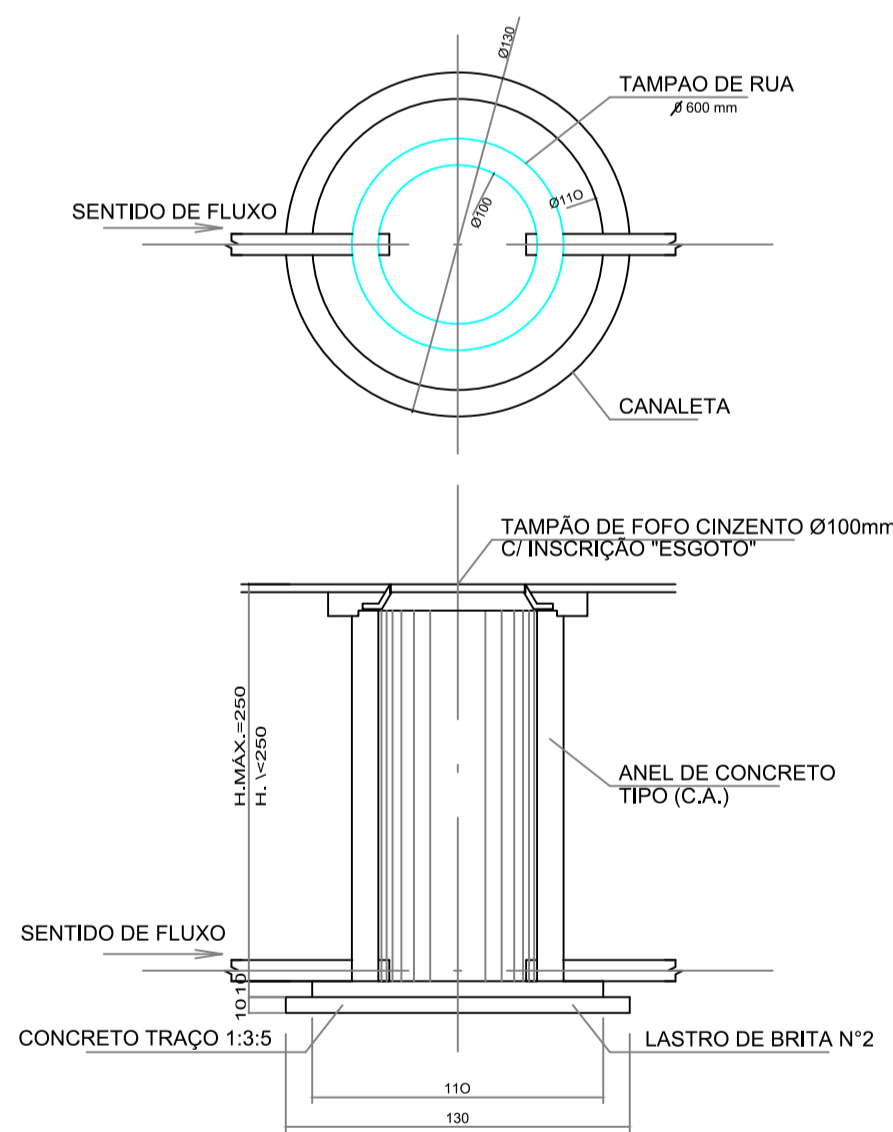
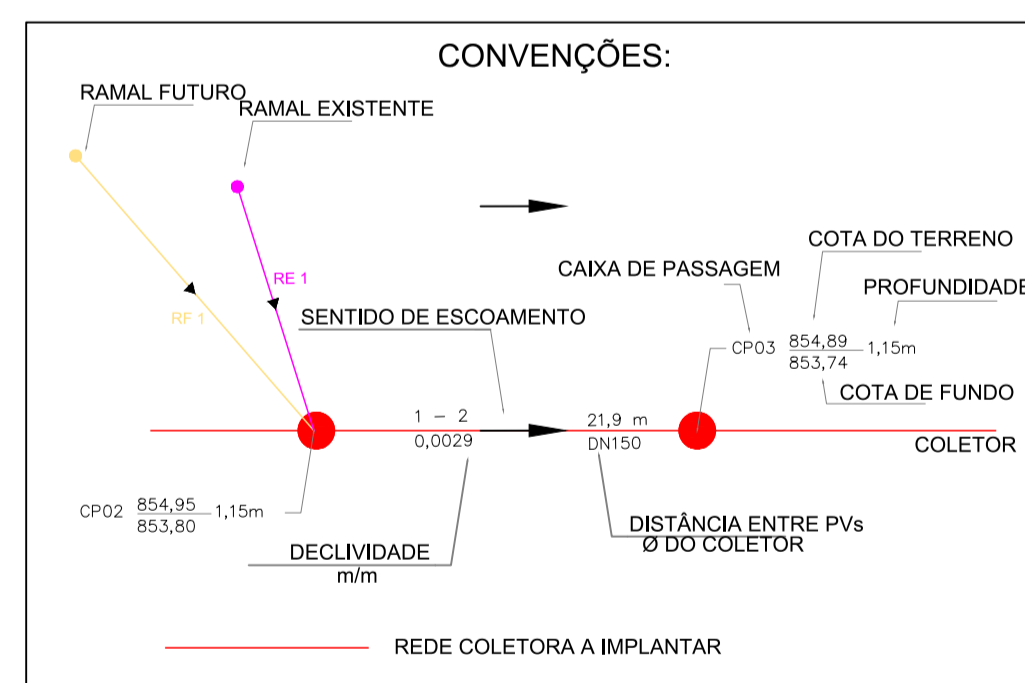
APÊNDICE 4 - Planta da rede convencional



PLANTA DE LOCAÇÃO DA REDE COLETORA DOS ESGOTOS
ESCALA 1:2500



BACIA DO RIBEIRÃO PESSEQUEIROS
ESCALA 1:5000



POÇO TUBULAR EM ANÉIS DE CONCRETO
SEM ESCALA

NOTAS:
1. TODA REDE COLETORA SERÁ EM TUBOS PVC ESGOTO DN 100mm.

LEGENDA:
RAMAL EXISTENTE
RAMAL FUTURO
RAMAL MONTANTE
REDE PROJETADA
CAIXA DE PASSAGEM (CP)

CÓRREGO PESSEQUEIRO
ESTRADA
LOTES VAGOS
ATERRO SANITÁRIO CISMASA

AUTOR LEONARDO MARCELO DE SOUZA CAMPOS	VISTO MATR.
PROJ.	APROV. MATR.
DES.	DATA

ESCALA
INDICADA

FORM.
A1

BAIRO PESSEQUEIRO
SISTEMA DE COLETA DOS ESGOTOS SANITÁRIOS
PLANTAS DE LOCALIZAÇÃO E DE LOCAÇÃO DA REDE,
DETALHES E CONVENÇÕES

FOLHA 01 DE 01

DATA	EXECUT.	VISTO	APROV.
ALTERAÇÕES			

APÊNDICE 5 - Tabela 6 - Contribuição do Ramal a Montante (RM), Ramais

Existentes (RE) e Ramais Futuros (RF)

Ramal	Casas atendidas	População atendida	Extensão (m)	Vazão sanitária (L.s ⁻¹)
	Inicial	Inicial	Inicial	Inicial
	Final	Final	Final	Final
RM	18	72	578,46	0,39
	37	148	816,46	0,65
RF1	0	0	0	0,00
	1	4	43,8	0,03
RF2	0	0	0	0,00
	26	104	237,05	0,29
RE1	1	4	30,05	0,02
	1	4	30,05	0,02
RE2	1	4	39,1	0,03
	1	4	39,1	0,03
RF3	0	0	0	0,00
	4	16	95,3	0,07
RE3	1	4	45,6	0,03
	1	4	45,6	0,03
RE4	1	4	95,1	0,05
	1	4	95,1	0,05
RE5	8	32	97,3	0,09
	8	32	97,3	0,10
RE6	1	4	80,7	0,05
	1	4	80,7	0,05
RE7	3	12	143,8	0,09
	3	12	143,8	0,09
RF4	0	0	0	0,00
	3	12	121,7	0,08
RF5	0	0	0	0,00
	2	8	53,5	0,04
RE8	3	12	205,2	0,12
	3	12	205,2	0,12
RE9	4	16	93,6	0,07
	4	16	93,6	0,07
RE10	4	16	154	0,10
	4	16	154	0,10
RE11	1	4	8,5	0,01
	1	4	8,5	0,01

Ramal	Casas atendidas	População atendida	Extensão (m)	Vazão sanitária (L.s ⁻¹)
	Inicial	Inicial	Inicial	Inicial
	Final	Final	Final	Final
RE12	3	12	135,3	0,08
	3	12	135,3	0,09
RF6	0	0	0	0,00
	2	8	52,9	0,04
RE13	3	12	105,1	0,07
	3	12	105,1	0,07
RE14	1	4	6,3	0,01
	1	4	6,3	0,01
RE15	4	16	59,8	0,05
	4	16	59,8	0,06
RE16	1	4	11,8	0,01
	1	4	11,8	0,01
RE17	1	4	18	0,01
	1	4	18	0,02
RF7	0	0	0	0,00
	2	8	61,6	0,04
RE18	1	4	18	0,01
	1	4	18	0,02
RF8	0	0	0	0,00
	3	12	102,7	0,07
RF9	0	0	0	0,00
	2	8	90,5	0,06
RE19	4	16	18	0,03
	4	16	18	0,04
Total	64	256	1943,71	1,33
	128	512	3040,76	2,37

APÊNDICE 6 - Planilha de dimensionamento – Rede condominial

Trecho	Comprimento	Vazão de montante (L.s ⁻¹)	Infiltração no trecho	Vazão de jusante (L.s ⁻¹)	Qprojeto (L.s ⁻¹)	Cota do terreno (m)	Declividade Adotada	DN (mm)	Cota do Coletor (m)	Profundidade do coletor (m)	Profund. Singulardade (m)	Lâmina líquida y.D ⁻¹	Veloc. (m.s ⁻¹)	Tensão tratativa	Velocidade crítica
		Inicial		Inicial								Inicial			
	(m)	Final	(L.s ⁻¹)	Final	Final	Mon Jus	m.m ⁻¹		Mon Jus	Mon Jus		Final	Final	(Pa)	(m.s ⁻¹)
1 - 1	50	0,39	0,03	0,41	1,5	855,15	0,004	100	854,45	0,7	0,7	0,42	0,488	0,86	8,69
		0,65		0,68		854,95			854,25	0,7		0,42	0,488		
1 - 2	21,9	0,43	0,01	0,45	1,5	854,95	0,0029	100	854,25	0,7	0,7	0,46	0,435	0,66	9,01
		1,02		1,03		854,89			854,19	0,7		0,46	0,438		
1 - 3	16,7	0,5	0,01	0,51	1,5	854,89	0,0042	100	854,19	0,7	0,7	0,42	0,496	0,89	8,65
		1,16		1,17		854,82			854,12	0,7		0,42	0,502		
1 - 4	50	0,65	0,03	0,68	1,5	854,82	0,011	100	854,12	0,7	0,7	0,33	0,698	1,89	7,79
		1,33		1,35		854,27			853,57	0,7		0,33	0,712		
1 - 5	50	0,81	0,03	0,84	1,5	854,27	0,044	100	853,57	0,7	0,7	0,23	1,143	5,59	6,83
		1,61		1,64		852,07			851,37	0,7		0,24	1,203		
1 - 6	26,6	0,84	0,01	0,85	1,5	852,07	0,003	100	851,37	0,7	0,7	0,45	0,441	0,69	9,16
		1,64		1,65		851,99			851,29	0,7		0,48	0,468		
1 - 7	31,9	0,85	0,02	0,87	1,5	851,99	0,0031	100	851,29	0,7	0,7	0,45	0,447	0,71	9,13
		1,65		1,67		851,89			851,19	0,7		0,47	0,479		
1 - 8	41,1	0,99	0,02	1,01	1,5	851,89	0,0341	100	851,19	0,7	0,7	0,25	1,044	4,58	7,17
		1,79		1,81		850,49			849,79	0,7		0,27	1,153		

Trecho	Comprimento (m)	Vazão de montante (L.s ⁻¹)	Infiltração no trecho (L.s ⁻¹)	Vazão de jusante (L.s ⁻¹)	Qprojeto (L.s ⁻¹)	Cota do terreno (m)	Declividade Adotada m.m ⁻¹	DN (mm)	Cota do Coletor (m)	Profundidade do coletor (m)	Profundidade Singulare (m)	Lâmina líquida y.D ⁻¹	Veloc. (m.s ⁻¹)	Tensão ativa (Pa)	Velocidade crítica (m.s ⁻¹)
		Inicial		Inicial	Inicial	Mon			Mon	Inicial		Inicial			
		Final		Final	Final	Jus			Jus	Final		Final			
1 – 9	30	1,08	0,02	1,09	1,5	850,49	0,032	100	849,79	0,7	0,7	0,25	1,02	4,36	7,3
		1,88		1,9	1,9	849,53			848,83	0,7		0,28	1,15		
1 – 10	16,2	1,19	0,01	1,2	1,5	849,53	0,0327	100	848,83	0,7	0,7	0,25	1,029	4,44	7,37
		2		2,01	2,01	849			848,3	0,7		0,29	1,186		
1 – 11	50	1,29	0,03	1,32	1,5	849	0,02	100	848,3	0,7	0,7	0,28	0,864	3,02	7,88
		2,11		2,13	2,13	848			847,3	0,7		0,34	1,019		
1 – 12	30	1,39	0,02	1,4	1,5	848	0,0033	100	847,3	0,7	0,7	0,44	0,457	0,74	9,7
		2,25		2,26	2,26	847,9			847,2	0,7		0,54	0,552		
1 – 13	50	1,46	0,03	1,49	1,5	847,9	0,0034	100	847,2	0,7	0,7	0,44	0,46	0,75	9,76
		2,33		2,35	2,35	847,73			847,03	0,7		0,55	0,566		
1 – 14	50	1,51	0,03	1,54	1,54	847,73	0,0032	100	847,03	0,7	0,7	0,45	0,454	0,73	9,87
		2,38		2,41	2,41	847,57			846,87	0,7		0,57	0,561		
1 – 15	50	1,54	0,03	1,56	1,56	847,57	0,003	100	846,87	0,7	0,7	0,46	0,446	0,7	10
		2,45		2,47	2,47	847,42			846,72	0,7		0,58	0,556		
1 – 16	50	1,58	0,03	1,6	1,6	847,42	0,003	100	846,72	0,7	0,7	0,47	0,449	0,7	10,04
		2,49		2,52	2,52	847,27			846,57	0,7		0,59	0,561		
1 – 17	50	1,6	0,03	1,63	1,63	847,27	0,0054	100	846,57	0,7	0,7	0,41	0,556	1,12	9,44
		2,52		2,54	2,54	847			846,3	0,7		0,51	0,698		
1 - 18	50	1,63	0,03	1,65	1,65	847	0,003	100	846,3	0,7	0,7	0,48	0,453	0,71	10,14
		2,61		2,64	2,64	846,85			846,15	0,7		0,6	0,576		

Trecho	Comprimento (m)	Vazão de montante (L.s ⁻¹)	Infiltração no trecho (L.s ⁻¹)	Vazão de jusante (L.s ⁻¹)	Qprojeto (L.s ⁻¹)	Cota do terreno (m)	Declividade Adotada m.m ⁻¹	DN (mm)	Cota do Coletor (m)	Profundidade do coletor (m)	Profundidade Singulare (m)	Lâmina líquida y.D ⁻¹	Veloc. (m.s ⁻¹)	Tensão ativa (Pa)	Velocidade crítica (m.s ⁻¹)
		Inicial		Inicial	Inicial	Mon			Mon	Inicial		Inicial			
		Final		Final	Final	Jus			Jus	Final		Final			
1 – 19	15	1,65	0,01	1,66	1,66	846,85	0,0033	100	846,15	0,7	0,7	0,46	0,471	0,78	10,03
		2,64		2,64	2,64	846,8			846,1	0,7		0,59	0,602		
1 – 20	50	1,66	0,03	1,69	1,69	846,8	0,003	100	846,1	0,7	0,7	0,48	0,456	0,72	10,17
		2,64		2,67	2,67	846,65			845,95	0,7		0,61	0,584		
1 – 21	50	1,69	0,03	1,71	1,71	846,65	0,003	100	845,95	0,7	0,7	0,48	0,457	0,72	10,24
		2,73		2,75	2,75	846,5			845,8	0,7		0,61	0,593		
1 – 22	50	1,74	0,03	1,77	1,77	846,5	0,0032	100	845,8	0,7	0,7	0,48	0,472	0,77	10,21
		2,79		2,81	2,81	846,34			845,64	0,7		0,61	0,614		
1 – 23	50	1,77	0,03	1,79	1,79	846,34	0,0032	100	845,64	0,7	0,7	0,49	0,474	0,78	10,23
		2,81		2,84	2,84	846,18			845,48	0,7		0,61	0,619		
1 – 24	50	1,79	0,03	1,82	1,82	846,18	0,004	100	845,48	0,7	0,7	0,46	0,516	0,93	10,01
		2,84		2,86	2,86	845,98			845,28	0,7		0,58	0,675		
1 – 25	50	1,82	0,03	1,84	1,84	845,98	0,003	100	845,28	0,7	0,7	0,5	0,467	0,75	10,34
		2,86		2,89	2,89	845,83			845,13	0,7		0,63	0,615		
1 – 26	50	1,84	0,03	1,87	1,87	845,83	0,003	100	845,13	0,7	0,7	0,51	0,469	0,75	10,36
		2,89		2,91	2,91	845,68			844,98	0,7		0,63	0,619		
1 – 27	50	1,87	0,03	1,89	1,89	845,68	0,0032	100	844,98	0,7	0,7	0,5	0,482	0,8	10,31
		2,91		2,94	2,94	845,52			844,82	0,7		0,63	0,639		
1 - 28	50	1,89	0,03	1,92	1,92	845,52	0,0034	100	844,82	0,7	0,7	0,5	0,494	0,84	10,26
		2,94		2,96	2,96	845,35			844,65	0,7		0,62	0,658		

Trecho	Comprimento (m)	Vazão de montante (L.s ⁻¹)	Infiltração no trecho (L.s ⁻¹)	Vazão de jusante (L.s ⁻¹)	Qprojeto (L.s ⁻¹)	Cota do terreno (m)	Declividade Adotada m.m ⁻¹	DN (mm)	Cota do Coletor (m)	Profundidade do coletor (m)	Profund. Singulardade (m)	Lâmina líquida y.D ⁻¹	Veloc. (m.s ⁻¹)	Tensão trativa (Pa)	Velocidade crítica (m.s ⁻¹)
		Inicial		Inicial	Mon	Mon			Inicial	Inicial					
		Final		Final	Jus	Jus			Final	Final					
1 – 29	50	1,92	0,03	1,94	1,94	845,35	0,0036	100	844,65	0,7	0,7	0,49	0,506	0,88	10,22
		2,96		2,99	2,99	845,17			844,47	0,7		0,61	0,676		
1 – 30	50	1,94	0,03	1,97	1,97	845,17	0,0034	100	844,47	0,7	0,7	0,5	0,498	0,85	10,3
		2,99		3,01	3,01	845			844,3	0,7		0,62	0,668		
1 – 31	50	1,97	0,03	1,99	1,99	845	0,0036	100	844,3	0,7	0,7	0,5	0,51	0,89	10,25
		3,01		3,04	3,04	844,82			844,12	0,7		0,62	0,687		
1 – 32	50	1,99	0,03	2,02	2,02	844,82	0,0034	100	844,12	0,7	0,7	0,51	0,502	0,86	10,34
		3,04		3,06	3,06	844,65			843,95	0,7		0,63	0,678		
1 – 33	50	2,02	0,03	2,04	2,04	844,65	0,0036	100	843,95	0,7	0,7	0,51	0,514	0,9	10,29
		3,06		3,09	3,09	844,47			843,77	0,7		0,62	0,697		
1 – 34	50	2,04	0,03	2,07	2,07	844,47	0,004	100	843,77	0,7	0,7	0,5	0,535	0,98	10,19
		3,09		3,11	3,11	844,27			843,57	0,7		0,61	0,729		
1 - 35	15	2,07	0,01	2,07	2,07	844,27	0,0047	100	843,57	0,7	0,7	0,48	0,566	1,11	10,03
		3,11		3,12	3,12	844,2			843,5	0,7		0,59	0,774		

APÊNDICE 7 - Planilha de dimensionamento – rede convencional

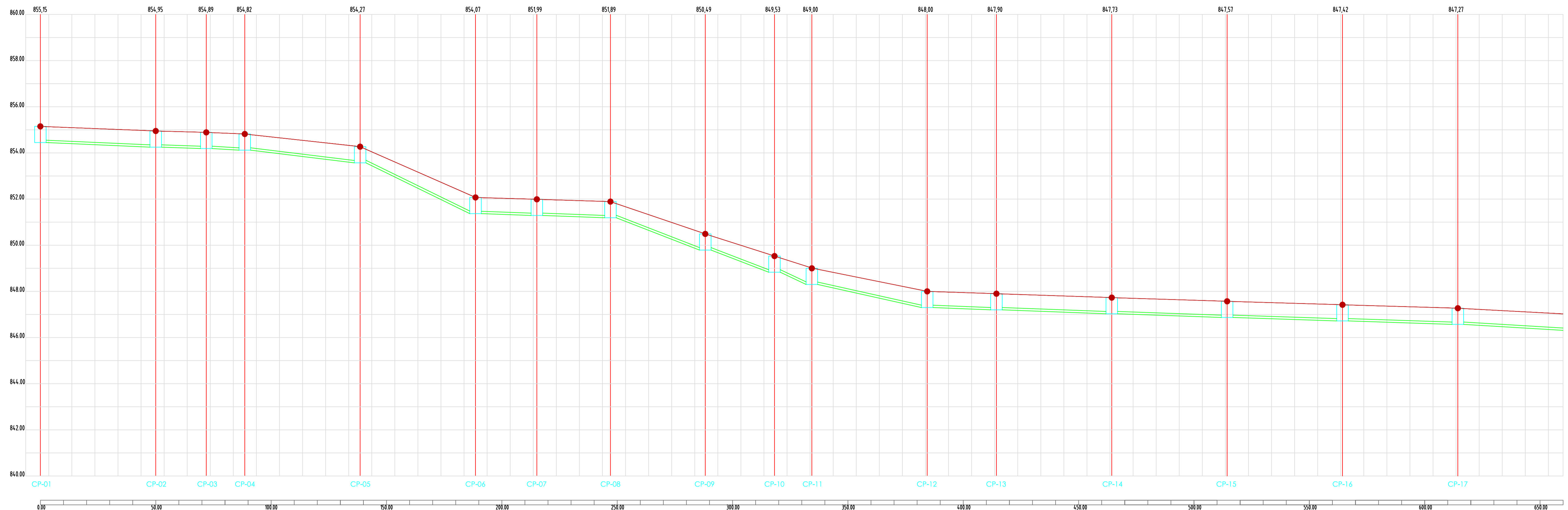
Trecho	Comprimento (m)	Vazão de montante (L.s ⁻¹)		Infiltração no trecho (L.s ⁻¹)	Vazão de jusante (L.s ⁻¹)		Qprojeto (L.s ⁻¹)	Cota do terreno (m)	Declividade Adotada m.m ⁻¹	DN (mm)	Cota do Coletor (m)		Profundidade do coletor (m)	Profund. Singularidade (m)	Lâmina líquida y.D ⁻¹		Veloc. (m.s ⁻¹)	Tensão tratativa (Pa)	Velocidade crítica (m.s ⁻¹)
		Inicial	Final		Inicial	Final					Mon	Jus			Mon	Jus			
1 - 1	50	0,39	0,65	0,03	0,41	1,5	855,15	0,004	150	854	1,15	1,15	0,25	0,467	0,8	6,87			
		0,65			0,68	1,5	854,95			853,8	1,15		0,25	0,356					
1 - 2	21,9	0,43	1,02	0,01	0,45	1,5	854,95	0,0029	150	853,8	1,15	1,15	0,27	0,416	0,62	7,12			
		1,02			1,03	1,5	854,89			853,74	1,15		0,27	0,32					
1 - 3	16,7	0,5	1,16	0,01	0,51	1,5	854,89	0,0042	150	853,74	1,15	1,15	0,24	0,475	0,83	6,84			
		1,16			1,17	1,5	854,82			853,67	1,15		0,24	0,367					
1 - 4	50	0,65	1,33	0,03	0,68	1,5	854,82	0,011	150	853,67	1,15	1,15	0,19	0,669	1,77	6,16			
		1,33			1,35	1,5	854,27			853,12	1,15		0,19	0,521					
1 - 5	50	0,81	1,61	0,03	0,84	1,5	854,27	0,044	150	853,12	1,15	1,15	0,13	1,094	5,24	5,4			
		1,61			1,64	1,64	852,07			850,92	1,15		0,14	0,879					
1 - 6	26,6	0,84	1,64	0,01	0,85	1,5	852,07	0,003	150	850,92	1,15	1,15	0,26	0,422	0,64	7,24			
		1,64			1,65	1,65	851,99			850,84	1,15		0,28	0,342					
1 - 7	31,9	0,85	1,65	0,02	0,87	1,5	851,99	0,0031	150	850,84	1,15	1,15	0,26	0,428	0,66	7,22			
		1,65			1,67	1,67	851,89			850,74	1,15		0,28	0,35					
1 - 8	41,1	0,99	1,79	0,02	1,01	1,5	851,89	0,0341	150	850,74	1,15	1,15	0,14	1	4,29	5,67			
		1,79			1,81	1,81	850,49			849,34	1,15		0,16	0,843					
1 - 9	30	1,08	1,88	0,02	1,09	1,5	850,49	0,032	150	849,34	1,15	1,15	0,15	0,977	4,09	5,77			
		1,88			1,9	1,9	849,53			848,38	1,15		0,16	0,841					
1 - 10	16,2	1,19	2,00	0,01	1,2	1,5	849,53	0,0327	150	848,38	1,15	1,15	0,14	0,985	4,16	5,83			
		2,00			2,01	2,01	849			847,85	1,15		0,17	0,867					

Trecho	Comprimento (m)	Vazão de montante (L.s ⁻¹)		Infiltração no trecho (L.s ⁻¹)	Vazão de jusante (L.s ⁻¹)		Qprojeto (L.s ⁻¹)	Cota do terreno (m)	Declividade Adotada m.m ⁻¹	DN (mm)	Cota do Coletor (m)		Profundidade do coletor (m)	Profund. Singularidade (m)	Lâmina líquida y.D ⁻¹		Veloc. (m.s ⁻¹)	Tensão tratativa (Pa)	Velocidade crítica (m.s ⁻¹)
		Inicial	Final		Inicial	Inicial					Mon	Mon			Inicial	Inicial			
		Final	Final		Final	Final					Jus	Jus			Final	Final			
1 - 11	50	1,29	2,11	0,03	1,32	1,5	849	849	0,02	150	847,85	1,15	1,15	0,16	0,827	2,83	6,23		
		2,11			2,13	2,13					848	846,85		1,15	0,2				
1 - 12	30	1,39	2,25	0,02	1,4	1,5	848	848	0,0033	150	846,85	1,15	1,15	0,26	0,438	0,7	7,66		
		2,25			2,26	2,26					847,9	846,75		1,15	0,32				
1 - 13	50	1,46	2,33	0,03	1,49	1,5	847,9	847,9	0,0034	150	846,75	1,15	1,15	0,26	0,441	0,71	7,71		
		2,33			2,35	2,35					847,73	846,58		1,15	0,32				
1 - 14	50	1,51	2,38	0,03	1,54	1,54	847,73	847,73	0,0032	150	846,58	1,15	1,15	0,26	0,435	0,68	7,8		
		2,38			2,41	2,41					847,57	846,42		1,15	0,33				
1 - 15	50	1,54	2,45	0,03	1,56	1,56	847,57	847,57	0,003	150	846,42	1,15	1,15	0,27	0,427	0,65	7,91		
		2,45			2,47	2,47					847,42	846,27		1,15	0,34				
1 - 16	50	1,58	2,49	0,03	1,6	1,6	847,42	847,42	0,003	150	846,27	1,15	1,15	0,27	0,43	0,66	7,93		
		2,49			2,52	2,52					847,27	846,12		1,15	0,34				
1 - 17	50	1,6	2,52	0,03	1,63	1,63	847,27	847,27	0,0054	150	846,12	1,15	1,15	0,24	0,532	1,05	7,46		
		2,52			2,54	2,54					847	845,85		1,15	0,3				
1 - 18	50	1,63	2,61	0,03	1,65	1,65	847	847	0,003	150	845,85	1,15	1,15	0,28	0,434	0,67	8,02		
		2,61			2,64	2,64					846,85	845,7		1,15	0,35				
1 - 19	15	1,65	2,64	0,01	1,66	1,66	846,85	846,85	0,0033	150	845,7	1,15	1,15	0,27	0,451	0,73	7,93		
		2,64			2,64	2,64					846,8	845,65		1,15	0,34				
1 - 20	50	1,66	2,64	0,03	1,69	1,69	846,8	846,8	0,003	150	845,65	1,15	1,15	0,28	0,436	0,67	8,04		
		2,64			2,67	2,67					846,65	845,5		1,15	0,35				
1 - 21	50	1,69	2,73	0,03	1,71	1,71	846,65	846,65	0,003	150	845,5	1,15	1,15	0,28	0,438	0,68	8,09		
		2,73			2,75	2,75					846,5	845,35		1,15	0,36				

Trecho	Comprimento (m)	Vazão de montante (L.s ⁻¹)		Infiltração no trecho (L.s ⁻¹)	Vazão de jusante (L.s ⁻¹)		Qprojeto (L.s ⁻¹)	Cota do terreno (m)	Declividade Adotada m.m ⁻¹	DN (mm)	Cota do Coletor (m)		Profundidade do coletor (m)	Profund. Singularidade (m)	Lâmina líquida y.D ⁻¹		Veloc. (m.s ⁻¹)	Tensão ativa (Pa)	Velocidade crítica (m.s ⁻¹)		
		Inicial	Final		Inicial	Final					Mon	Jus			Mon	Jus				Inicial	Final
1 – 22	50	1,74	0,03	1,77	1,77	846,5	0,0032	150	845,35	1,15	1,15	0,28	0,453	0,72	8,07						
		2,79		2,81	2,81	846,34			845,19	1,15		0,36	0,449								
1 – 23	50	1,77	0,03	1,79	1,79	846,34	0,0032	150	845,19	1,15	1,15	0,28	0,454	0,73	8,09						
		2,81		2,84	2,84	846,18			845,03	1,15		0,36	0,452								
1 – 24	50	1,79	0,03	1,82	1,82	846,18	0,004	150	845,03	1,15	1,15	0,27	0,494	0,87	7,91						
		2,84		2,86	2,86	845,98			844,83	1,15		0,34	0,494								
1 – 25	50	1,82	0,03	1,84	1,84	845,98	0,003	150	844,83	1,15	1,15	0,29	0,448	0,7	8,18						
		2,86		2,89	2,89	845,83			844,68	1,15		0,37	0,449								
1 – 26	50	1,84	0,03	1,87	1,87	845,83	0,003	150	844,68	1,15	1,15	0,29	0,449	0,7	8,19						
		2,89		2,91	2,91	845,68			844,53	1,15		0,37	0,453								
1 – 27	50	1,87	0,03	1,89	1,89	845,68	0,0032	150	844,53	1,15	1,15	0,29	0,462	0,75	8,15						
		2,91		2,94	2,94	845,52			844,37	1,15		0,36	0,467								
1 – 28	50	1,89	0,03	1,92	1,92	845,52	0,0034	150	844,37	1,15	1,15	0,29	0,473	0,79	8,11						
		2,94		2,96	2,96	845,35			844,2	1,15		0,36	0,481								
1 – 29	50	1,92	0,03	1,94	1,94	845,35	0,0036	150	844,2	1,15	1,15	0,29	0,485	0,83	8,08						
		2,96		2,99	2,99	845,17			844,02	1,15		0,36	0,494								
1 – 30	50	1,94	0,03	1,97	1,97	845,17	0,0034	150	844,02	1,15	1,15	0,29	0,477	0,8	8,14						
		2,99		3,01	3,01	845			843,85	1,15		0,36	0,488								
1 – 31	50	1,97	0,03	1,99	1,99	845	0,0036	150	843,85	1,15	1,15	0,29	0,489	0,84	8,11						
		3,01		3,04	3,04	844,82			843,67	1,15		0,36	0,502								
1 - 32	50	1,99	0,03	2,02	2,02	844,82	0,0034	150	843,67	1,15	1,15	0,3	0,48	0,8	8,17						
		3,04		3,06	3,06	844,65			843,5	1,15		0,37	0,495								

Trecho	Comprimento (m)	Vazão de montante (L.s ⁻¹)		Infiltração no trecho (L.s ⁻¹)	Vazão de jusante (L.s ⁻¹)		Qprojeto (L.s ⁻¹)	Cota do terreno (m)	Declividade Adotada m.m ⁻¹	DN (mm)	Cota do Coletor (m)		Profundidade do coletor (m)	Profund. Singularidade (m)	Lâmina líquida y.D ⁻¹		Veloc. (m.s ⁻¹)	Tensão trativa (Pa)	Velocidade crítica (m.s ⁻¹)
		Inicial	Final		Inicial	Final					Mon	Jus			Mon	Jus			
1 – 33	50	2,02	0,03	2,04	2,04	844,65	0,0036	150	843,5	1,15	1,15	0,29	0,492	0,85	8,13				
		3,06		3,09	3,09	844,47			843,32	1,15		0,36	0,509						
1 – 34	50	2,04	0,03	2,07	2,07	844,47	0,004	150	843,32	1,15	1,15	0,29	0,513	0,92	8,06				
		3,09		3,11	3,11	844,27			843,12	1,15		0,35	0,533						
1 - 35	15	2,07	0,01	2,07	2,07	844,27	0,0047	150	843,12	1,15	1,15	0,28	0,542	1,04	7,93				
		3,11		3,12	3,12	844,2			843,05	1,15		0,34	0,566						

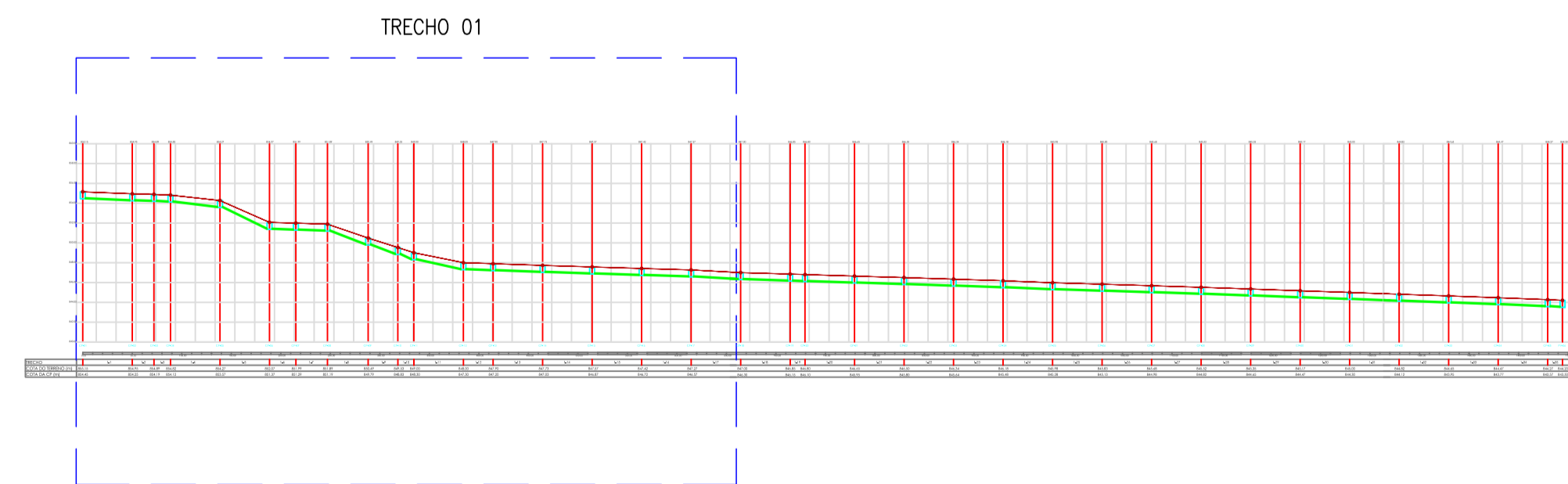
APÊNDICE 8 – Perfil da rede condominial de coleta de esgoto sanitário



TRECHO		1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-8	1-9	1-10	1-11	1-12	1-13	1-14	1-15	1-16	1-17
COTA DO TERRENO (m)	855.15	854.95	854.89	854.82	854.27	852.07	851.99	851.89	850.49	849.53	849.00	848.00	847.90	847.73	847.57	847.42	847.27	
COTA DA CP (m)	854.45	854.25	854.19	854.12	853.57	851.37	851.29	851.19	849.79	848.83	848.30	847.30	847.20	847.03	846.87	846.72	846.57	
DIÂMETRO NO TRECHO (mm)		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
DECLIVIDADE NO TRECHO (m/m)		I = 0,0040	I = 0,0029	0,0042	I = 0,0110	I = 0,0440	I = 0,0030	I = 0,0031	I = 0,0341	I = 0,0320	I = 0,0327	I = 0,0200	I = 0,0033	I = 0,034	I = 0,0032	I = 0,0030	I = 0,0030	I = 0,0054
COMPRIMENTO DO TRECHO (m)		50,0	21,9	16,7	50,0	50,0	26,6	31,9	41,1	30,0	16,2	50,0	30,0	50,0	50,0	50,0	50,0	
COMPRIMENTO TOTAL (m)		1.494,4																

PERFIL DO COLETOR PRINCIPAL

ESCALA HORIZONTAL --- 1/1000
 ESCALA VERTICAL -----1/100



NOTAS:
 1. TODA REDE COLETOIRA SERÁ EM TUBOS PVC ESGOTO DN 100mm.

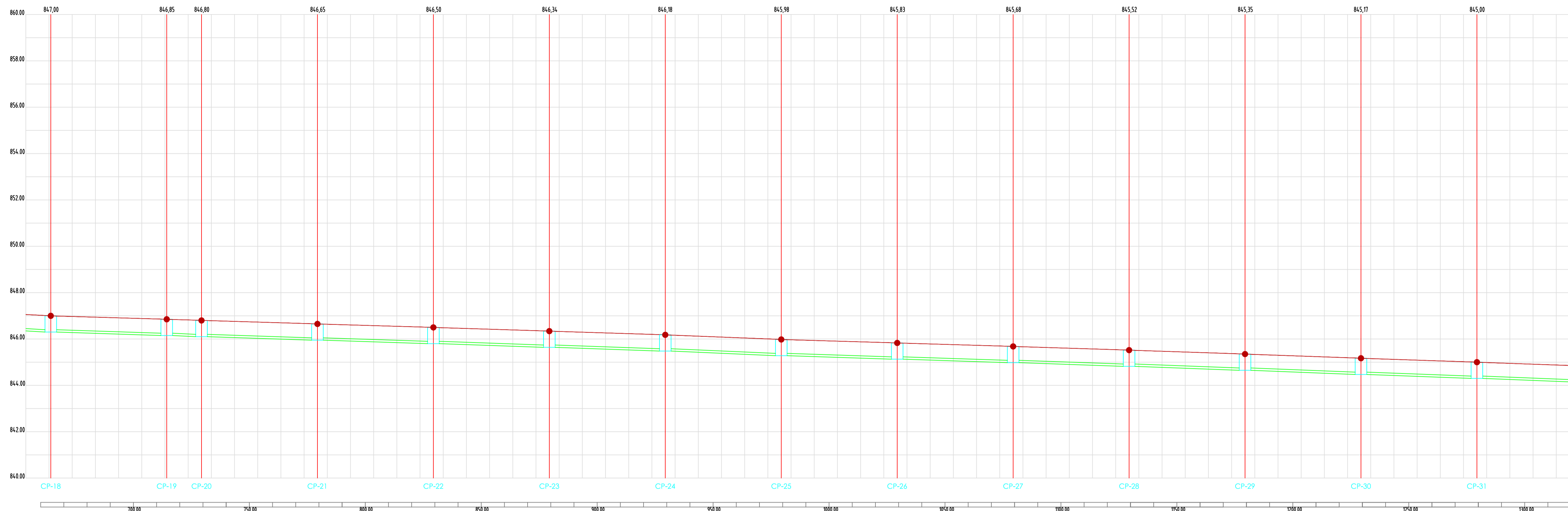
LEGENDA:
 --- PERFIL DO TERRENO
 --- PERFIL DO COLETOR
 □ CAIXA DE PASSAGEM (CP)

AUTOR: LEONARDO MARCELO DE SOUZA CAMPOS
 PROJ.:
 DES.:
 VISTO: MATR.:
 APROV.: MATR.:
 DATA: DATA:

BAIRRO PESSEGUIERO
 SISTEMA DE COLETA DOS ESGOTOS SANITÁRIOS
 PERFIL DE REDE DE ESGOTO CONDOMINIAL

ESCALA INDICADA
 FORM. A1
 FOLHA 01 DE 03

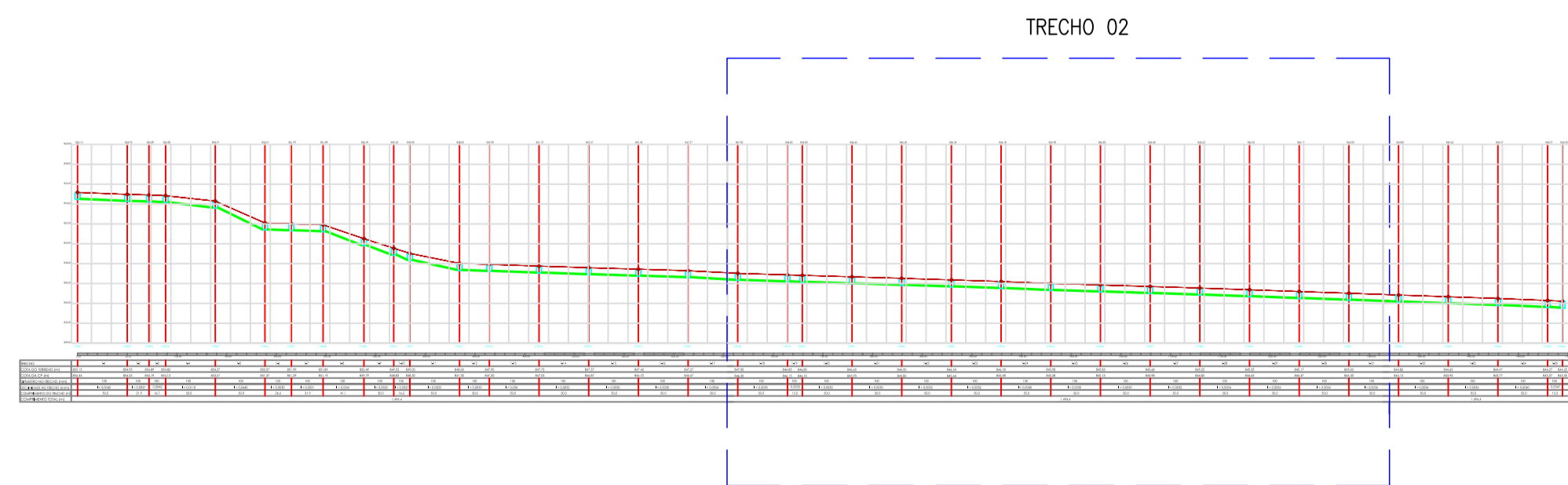
b				
a				
	DATA	EXECUT.	VISTO	APROV.
ALTERAÇÕES				



TRECHO	1-18	1-19	1-20	1-21	1-22	1-23	1-24	1-25	1-26	1-27	1-28	1-29	1-30	1-31
COTA DO TERRENO (m)	847.00	846.85	846.80	846.65	846.50	846.34	846.18	845.98	845.83	845.68	845.52	845.35	845.17	845.00
COTA DA CP (m)	846.30	846.15	846.10	845.95	845.80	845.64	845.48	845.28	845.13	844.98	844.82	844.65	844.47	844.30
DIÂMETRO NO TRECHO (mm)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
DECLIVIDADE NO TRECHO (m/m)	I = 0,0030	0,0033	I = 0,0030	I = 0,0030	I = 0,0032	I = 0,0032	I = 0,0040	I = 0,0030	I = 0,0030	I = 0,0032	I = 0,0034	I = 0,0036	I = 0,0034	I = 0,0036
COMPRIMENTO DO TRECHO (m)	50,0	15,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
COMPRIMENTO TOTAL (m)	1.494,4													

PERFIL DO COLETOR PRINCIPAL

ESCALA HORIZONTAL --- 1/1000
 ESCALA VERTICAL -----1/100



b				
a				
	DATA	EXECUT.	VISTO	APROV.
ALTERAÇÕES				

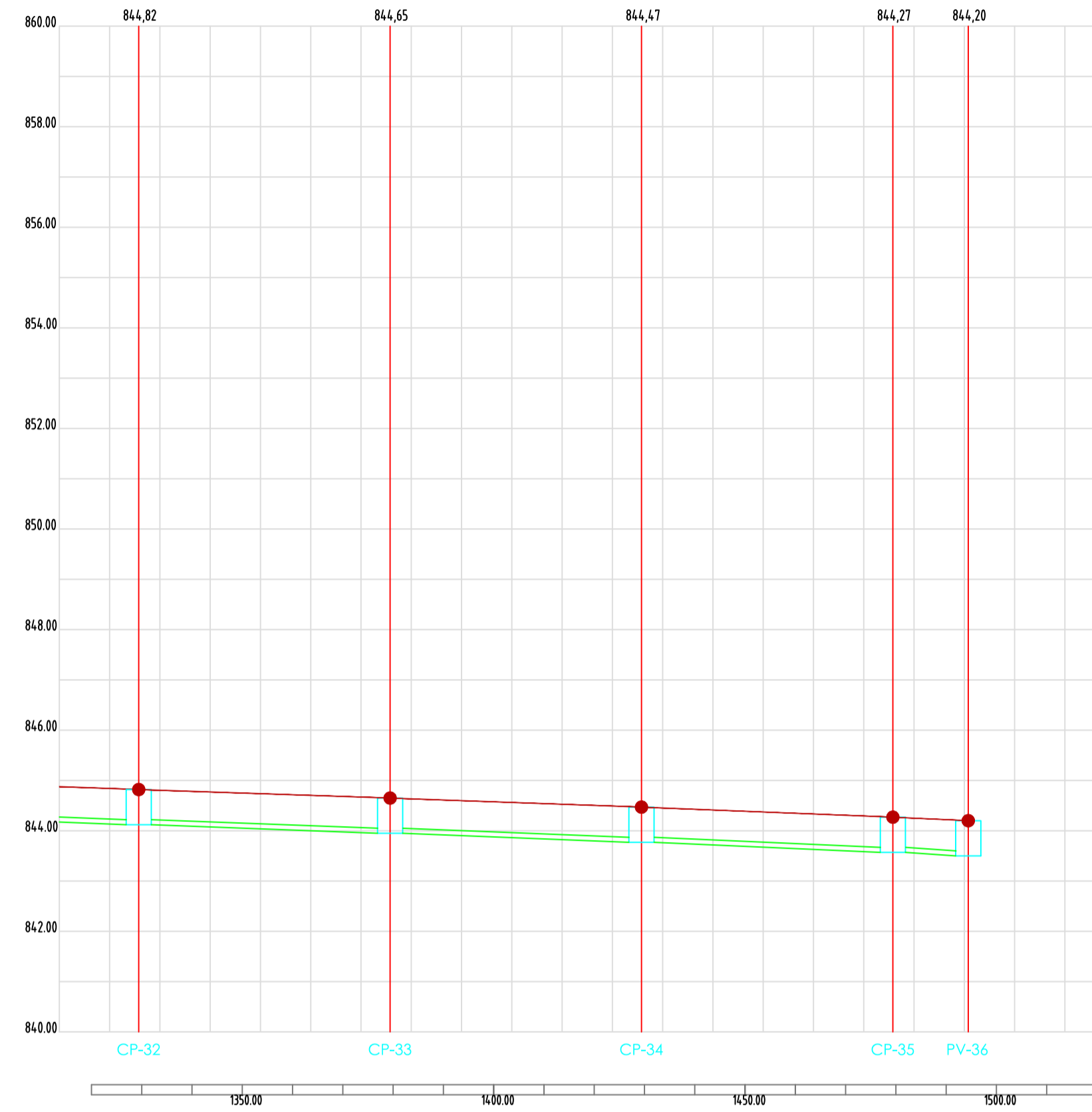
NOTAS:
 1. TODA REDE COLETOIRA SERÁ EM TUBOS PVC ESGOTO DN 100mm.

- LEGENDA:
- PERFIL DO TERRENO
 - PERFIL DO COLETOR
 - CAIXA DE PASSAGEM (CP)

AUTOR LEONARDO MARCELO DE SOUZA CAMPOS	VISTO MATR.
PROJ.	APROV. MATR.
DES.	DATA

BAIRRO PESSEGUIERO
SISTEMA DE COLETA DOS ESGOTOS SANITÁRIOS
PERFIL DE REDE DE ESGOTO CONDOMINIAL

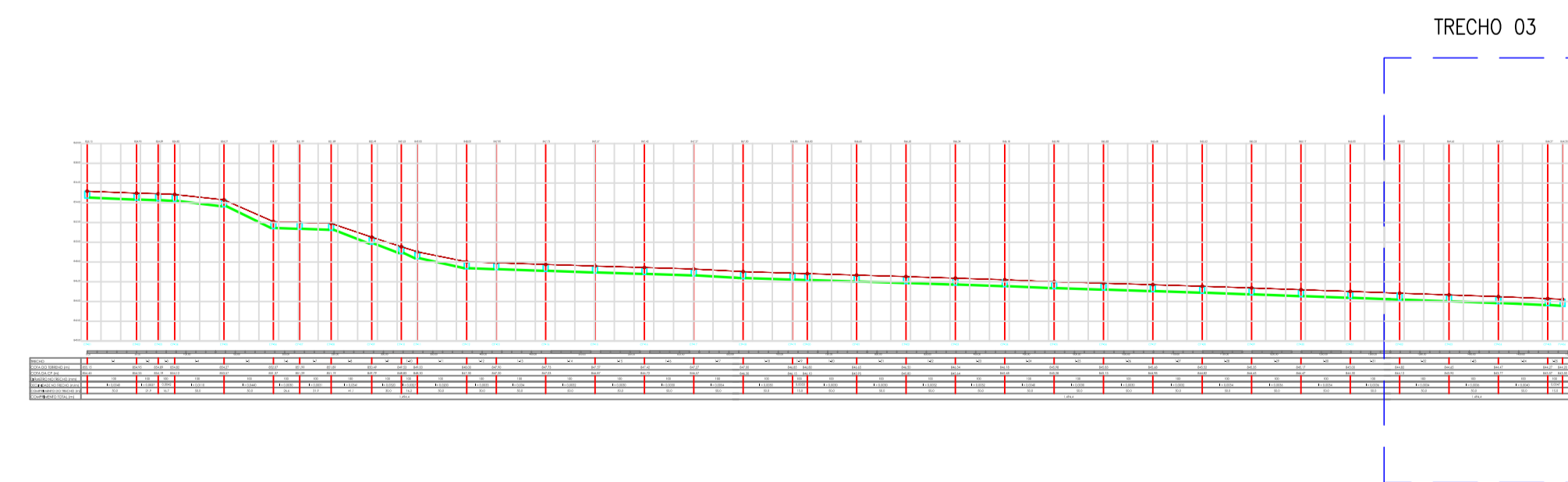
ESCALA INDICADA	FORM. A1
FOLHA 02	DE 03



TRECHO	1-32	1-33	1-34	1-35
COTA DO TERRENO (m)	844.82	844.65	844.47	844.27
COTA DA CP (m)	844.12	843.95	843.77	843.57
DIÂMETRO NO TRECHO (mm)	100	100	100	100
DECLIVIDADE NO TRECHO (m/m)	I = 0.0034		I = 0.0036	I = 0.0040
COMPRIMENTO DO TRECHO (m)	50.0	50.0	50.0	15.0
COMPRIMENTO TOTAL (m)	1.494.4			

PERFIL DO COLETOR PRINCIPAL

ESCALA HORIZONTAL --- 1/1000
 ESCALA VERTICAL -----1/100



b				
a				
	DATA	EXECUT.	VISTO	APROV.
ALTERAÇÕES				

NOTAS:
 1. TODA REDE COLETOIRA SERÁ EM TUBOS PVC ESGOTO DN 100mm.

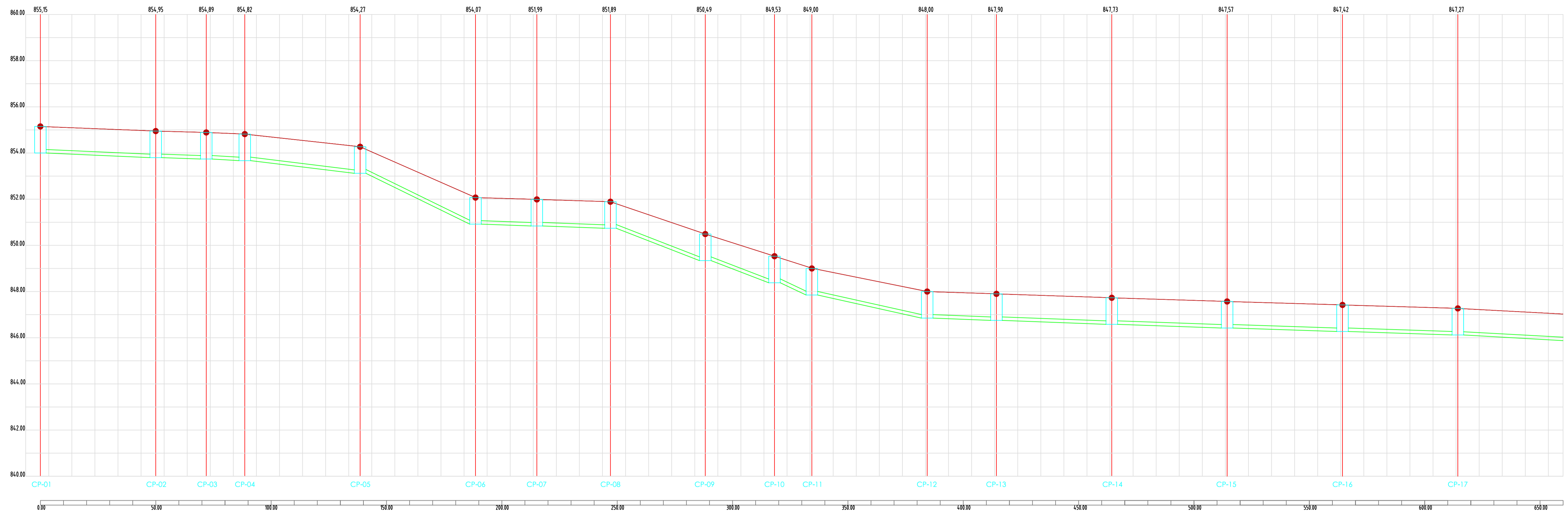
LEGENDA:
 — PERFIL DO TERRENO
 — PERFIL DO COLETOR
 □ CAIXA DE PASSAGEM (CP)

AUTOR LEONARDO MARCELO DE SOUZA CAMPOS	VISTO MATR.
PROJ.	APROV. MATR.
DES.	DATA

BAIRRO PESSEGUEIRO
 SISTEMA DE COLETA DOS ESGOTOS SANITÁRIOS
 PERFIL DE REDE DE ESGOTO CONDOMINIAL

ESCALA INDICADA	FORM. A1
FOLHA 03	DE 03

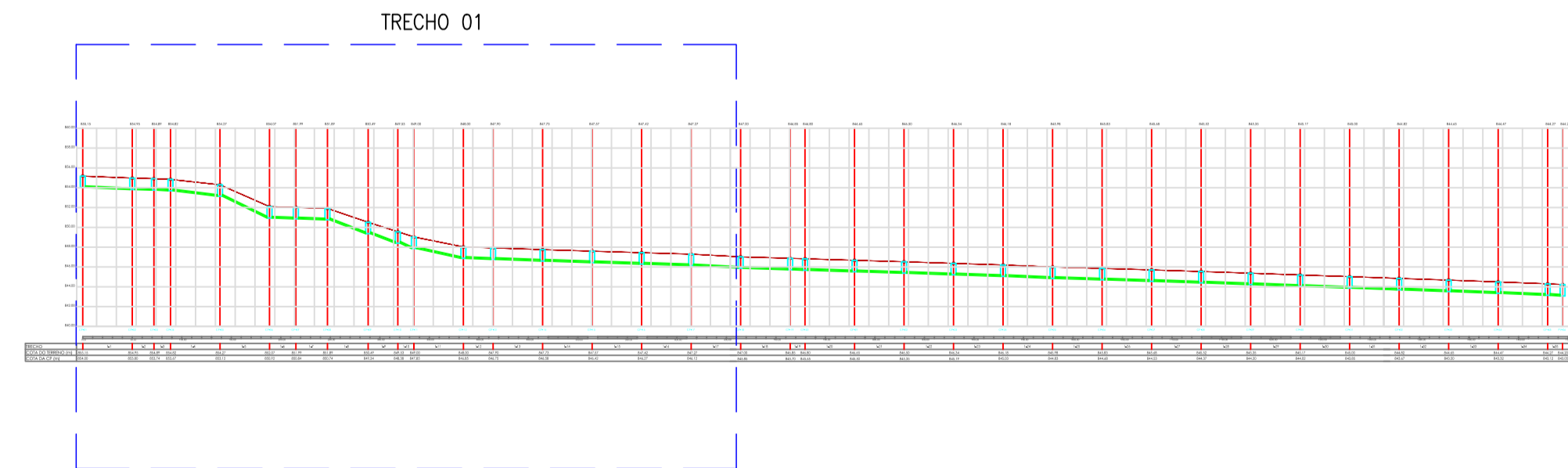
APÊNDICE 9 – Perfil da rede da rede convencional de coleta de esgoto sanitário



TRECHO	0.00	50.00	100.00	150.00	200.00	250.00	300.00	350.00	400.00	450.00	500.00	550.00	600.00	650.00			
COTA DO TERRENO (m)	855.15	854.95	854.89	854.82	854.27	852.07	851.99	851.89	850.49	849.53	849.00	848.00	847.90	847.73	847.57	847.42	847.27
COTA DA CP (m)	854.00	853.80	853.74	853.67	853.12	850.92	850.84	850.74	849.34	848.38	847.85	846.85	846.75	846.58	846.42	846.27	846.12
DIÂMETRO NO TRECHO (mm)	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
DECLIVIDADE NO TRECHO (m/m)	I = 0,0040	I = 0,0029	0,0042	I = 0,0110	I = 0,0440	I = 0,0030	I = 0,0031	I = 0,0341	I = 0,0320	I = 0,0327	I = 0,0200	I = 0,0033	I = 0,034	I = 0,0032	I = 0,0030	I = 0,0030	I = 0,0054
COMPRIMENTO DO TRECHO (m)	50,0	21,9	16,7	50,0	50,0	26,6	31,9	41,1	30,0	16,2	50,0	30,0	50,0	50,0	50,0	50,0	
COMPRIMENTO TOTAL (m)	1.494,4																

PERFIL DO COLETOR PRINCIPAL

ESCALA HORIZONTAL --- 1/1000
 ESCALA VERTICAL -----1/100



NOTAS:
 1. TODA REDE COLETOIRA SERÁ EM TUBOS PVC ESGOTO DN 150mm.

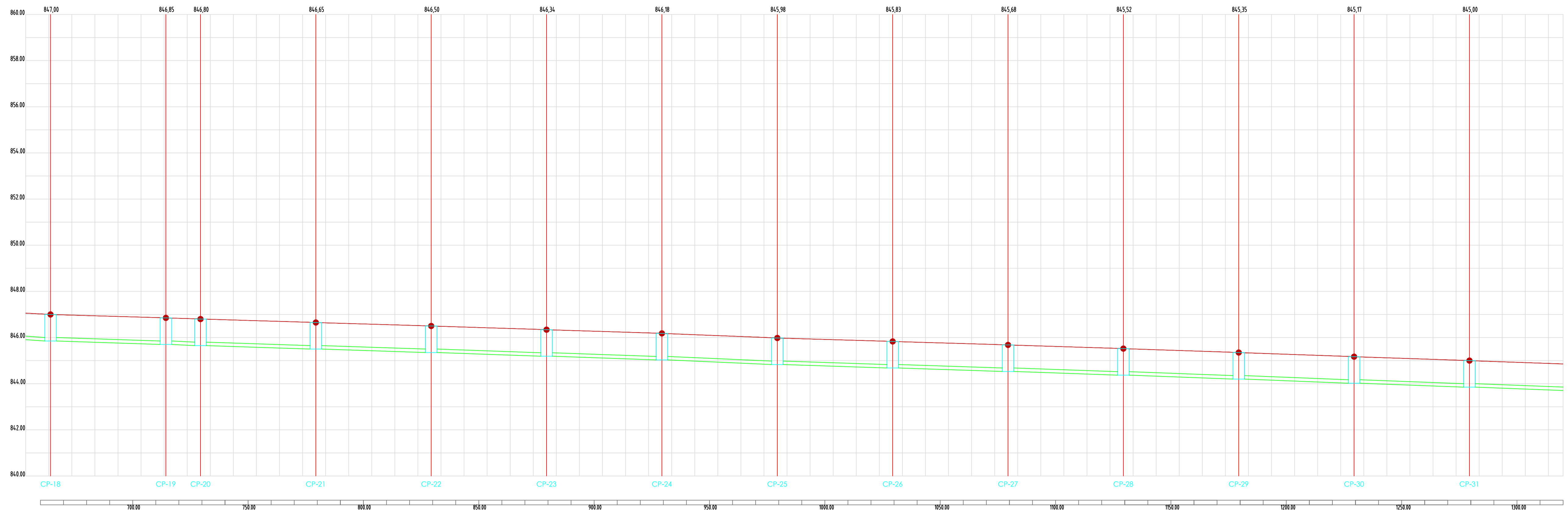
LEGENDA:
 --- PERFIL DO TERRENO
 --- PERFIL DO COLETOR
 □ CAIXA DE PASSAGEM (CP)

AUTOR: LEONARDO MARCELO DE SOUZA CAMPOS
 PROJ.:
 DES.:
 APROV.:
 DATA:

VISTO: MATR.
 APROV.: MATR.
 DATA:
BAIRRO PESSEGUIERO
SISTEMA DE COLETA DOS ESGOTOS SANITÁRIOS
PERFIL DE REDE DE ESGOTO CONDOMINIAL

ESCALA INDICADA
 FORM. A1
 FOLHA 01 DE 03

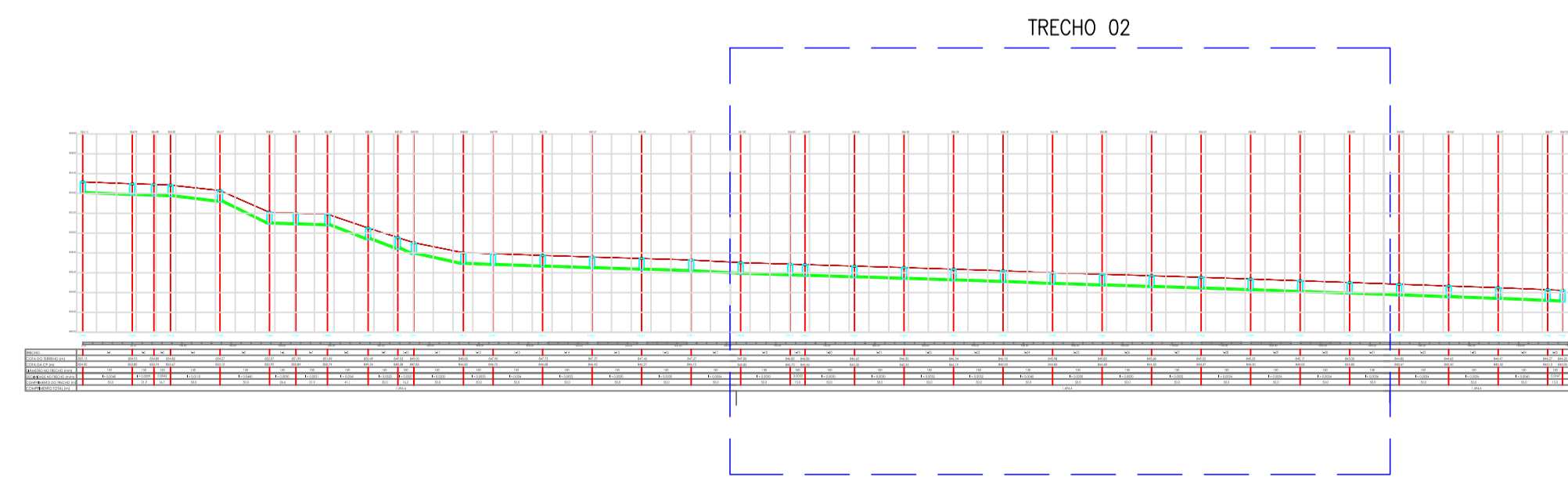
b				
a				
	DATA	EXECUT.	VISTO	APROV.
ALTERAÇÕES				



TRECHO	1-18	1-19	1-20	1-21	1-22	1-23	1-24	1-25	1-26	1-27	1-28	1-29	1-30	1-31
COTA DO TERRENO (m)	847.00	846.85	846.80	846.65	846.50	846.34	846.18	845.98	845.83	845.68	845.52	845.35	845.17	845.00
COTA DA CP (m)	845.85	845.70	845.65	845.50	845.35	845.19	845.03	844.83	844.68	844.53	844.37	844.20	844.02	843.85
DIÂMETRO NO TRECHO (mm)	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
DECLIVIDADE NO TRECHO (m/m)	I = 0,0030	0,0033	I = 0,0030	I = 0,0030	I = 0,0032	I = 0,0032	I = 0,0040	I = 0,0030	I = 0,0030	I = 0,0032	I = 0,0034	I = 0,0036	I = 0,0034	I = 0,0036
COMPRIMENTO DO TRECHO (m)	50,0	15,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
COMPRIMENTO TOTAL (m)	1.494,4													

PERFIL DO COLETOR PRINCIPAL

ESCALA HORIZONTAL --- 1/1000
 ESCALA VERTICAL -----1/100



b				
a				
	DATA	EXECUT.	VISTO	APROV.
ALTERAÇÕES				

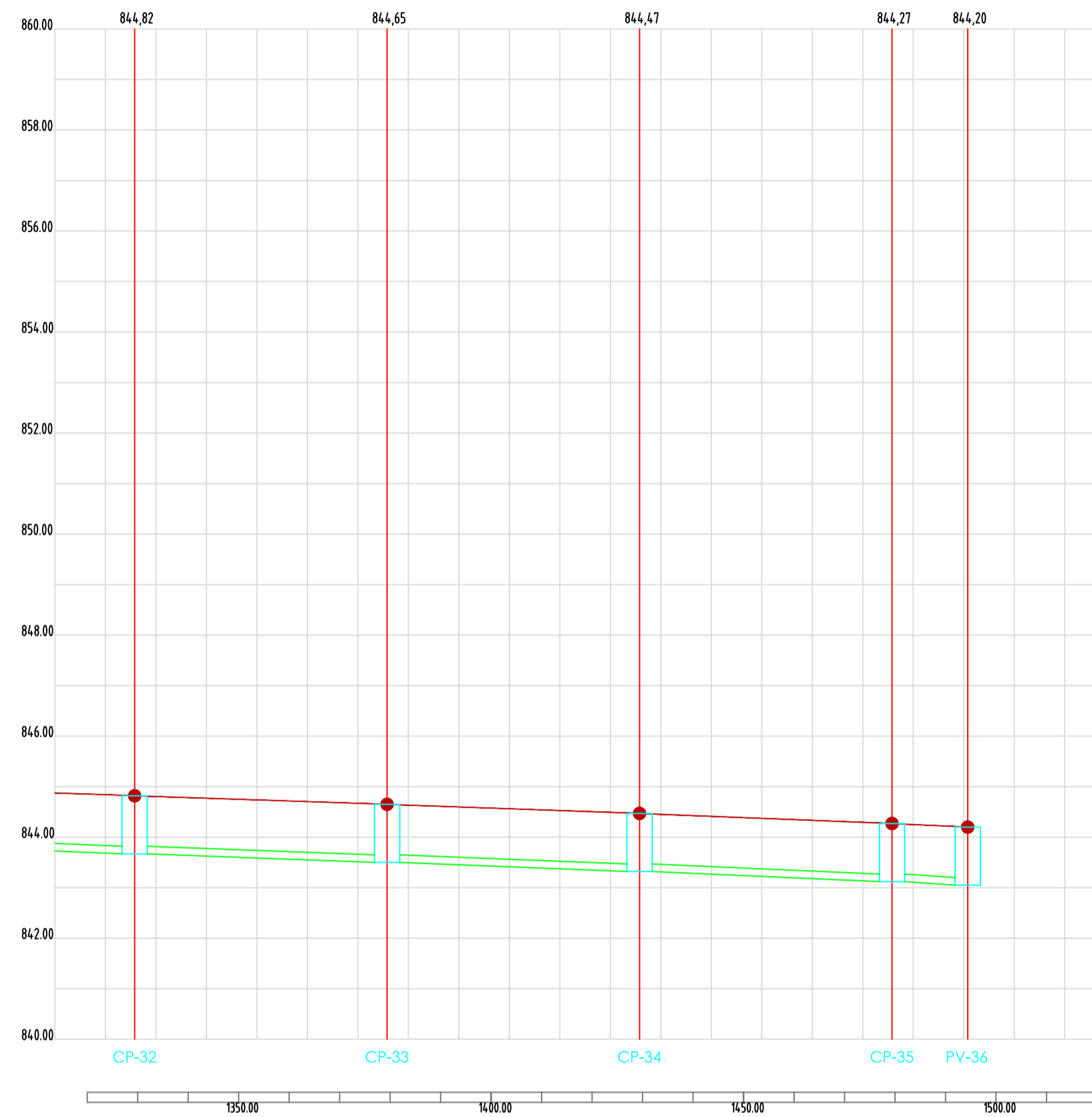
NOTAS:
 1. TODA REDE COLETOIRA SERÁ EM TUBOS PVC ESGOTO DN 150mm.

- LEGENDA:
- PERFIL DO TERRENO
 - PERFIL DO COLETOR
 - CAIXA DE PASSAGEM (CP)

AUTOR LEONARDO MARCELO DE SOUZA CAMPOS	VISTO MATR.
PROJ.	APROV. MATR.
DES.	DATA

BAIRRO PESSEGUIERO
 SISTEMA DE COLETA DOS ESGOTOS SANITÁRIOS
 PERFIL DE REDE DE ESGOTO CONDOMINIAL

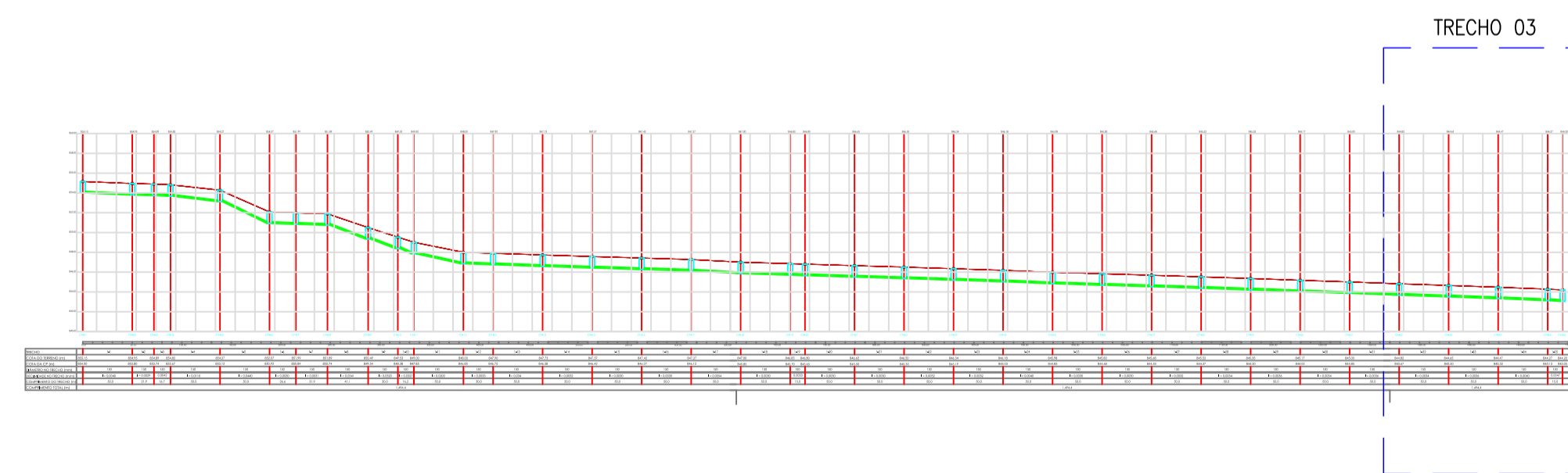
ESCALA INDICADA	FORM. A1
FOLHA 02	DE 03



TRECHO	1-32	1-33	1-34	1-35	
COTA DO TERRENO (m)	844.82	844.65	844.47	844.27	844.20
COTA DA CP (m)	843.67	843.50	843.32	843.12	843.05
DIÂMETRO NO TRECHO (mm)	150	150	150	150	
DECLIVIDADE NO TRECHO (m/m)	I = 0.0034		I = 0.0036		I = 0.0040
COMPRIMENTO DO TRECHO (m)	50.0	50.0	50.0	15.0	
COMPRIMENTO TOTAL (m)	1.494.4				

PERFIL DO COLETOR PRINCIPAL

ESCALA HORIZONTAL --- 1/1000
 ESCALA VERTICAL -----1/100



NOTAS:

1. TODA REDE COLETOIRA SERÁ EM TUBOS PVC ESGOTO DN 150mm.

LEGENDA:

- PERFIL DO TERRENO
- PERFIL DO COLETOR
- CAIXA DE PASSAGEM (CP)

AUTOR LEONARDO MARCELO DE SOUZA CAMPOS	VISTO MATR.
PROJ.	APROV. APROV.
DES.	DATA DATA

BAIRRO PESSEGUEIRO
 SISTEMA DE COLETA DOS ESGOTOS SANITÁRIOS
 PERFIL DE REDE DE ESGOTO CONDOMINIAL

ESCALA INDICADA	FORM. A1
FOLHA 03	DE 03

b				
a				
	DATA	EXECUT.	VISTO	APROV.
ALTERAÇÕES				

APÊNDICE 10 – Orçamento Rede Condominial de coleta de esgoto sanitário. Custo unitário obtido da Tabela de Insumos e Composições sintético (MG) – NÃO DESONERADO

Código	Descrição da Composição	Unidade	Custo por unidade	Quantidade	Custo Total
90106	Escavação mecanizada de vala com profundidade até 1,5 m (média entre montante e jusante/uma composição por trecho) com retroescavadeira (capacidade da caçamba da retro: 0,26 m ³ / potência: 88 hp), largura de 0,8 m a 1,5 m, em solo de 1ª categoria, locais com baixo nível de interferência.	m ³	5,22	836,9	4.368,43
90694	Tubo de pvc para rede coletora de esgoto de parede maciça, dn 100 mm, junta elástica, instalado em local com nível baixo de interferências - fornecimento e assentamento.	m	16,43	1.494,4	24.552,17
90724	Junta argamassada entre tubo dn 100 mm e o poço de visita/ caixa de concreto ou alvenaria em redes de esgoto.	un	19,65	36	707,40
98420	Poço de visita circular para esgoto, em concreto pré- moldado, diâmetro interno = 1,0 m, profundidade até 1,50 m, incluindo tampão de ferro fundido, diâmetro de 60 cm.	un	1.183,68	1	1.183,68
74166/002*	Caixa de inspecao em anel de concreto pre moldado, com 700mm de altura total. aneis com esp=50mm, diam.=600mm. exclusive tampao e escavacao - fornecimento e instalacao	un	177,37	35	6.207,95
93379	Reaterro mecanizado de vala com retroescavadeira (capacidade da caçamba da retro: 0,26 m ³ / potência: 88 hp), largura de 0,8 a 1,5 m, profundidade até 1,5 m, com solo (sem substituição) de 1ª categoria em locais com baixo nível de interferência.	m ³	13,69	717,3	9.820,00
TOTAL					46.839,63

Fonte: SINAPI, 2020.

APÊNDICE 11 – Orçamento Rede Convencional de coleta de esgoto sanitário. Custo unitário obtido da Tabela de Insumos e Composições sintético (MG) – NÃO DESONERADO

Código	Descrição da Composição	Unidade	Custo por unidade	Quantidade	Custo Total
90106	Escavação mecanizada de vala com profundidade até 1,5 m (média entre montante e jusante/uma composição por trecho) com retroescavadeira (capacidade da caçamba da retro: 0,26 m ³ / potência: 88 hp), largura de 0,8 m a 1,5 m, em solo de 1a categoria, locais com baixo nível de interferência.	m ³	5,22	1.374,8	7.176,71
90695	Tubo de pvc para rede coletora de esgoto de parede maciça, dn 150 mm, junta elástica, instalado em local com nível baixo de interferências - fornecimento e assentamento.	m	33,32	1.494,4	49.791,74
90725	Junta argamassada entre tubo dn 150 mm e o poço de visita/ caixa de concreto ou alvenaria em redes de esgoto.	un	24,27	36	873,72
98420	Poço de visita circular para esgoto, em concreto pré- moldado, diâmetro interno = 1,0 m, profundidade até 1,50 m, incluindo tampão de ferro fundido, diâmetro de 60 cm.	un	1183,68	1	1.183,68
74166/002*	Caixa de inspecao em anel de concreto pre moldado, com 1150mm de altura total. aneis com esp=50mm, diam.=600mm. exclusive tampao e escavacao - fornecimento e instalacao	un	256,86	35	8.990,10
93379	Reaterro mecanizado de vala com retroescavadeira (capacidade da caçamba da retro: 0,26 m ³ / potência: 88 hp), largura de 0,8 a 1,5 m, profundidade até 1,5 m, com solo (sem substituição) de 1ª categoria em locais com baixo nível de interferência.	m ³	13,69	1.255,3	17.185,00
TOTAL					85.200,95

Fonte: SINAPI, 2020.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 7362-1 - Sistemas enterrados para condução de esgoto.** Rio de Janeiro: ABNT, 2007, 15.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 7362-2 - Sistemas enterrados para condução de esgoto - Parte 2: Requisitos para tubos de PVC com parede maciça.** Rio de Janeiro: ABNT, 1999, 2p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 7362-3. Requisitos para tubos de PVC com dupla parede.** Rio de Janeiro: ABNT, 2005, 1p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 9648 Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário.** Rio de Janeiro: ABNT, 1986, 1p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 9649 Projetos de redes coletoras de esgotos sanitários.** Rio de Janeiro: ABNT, 1986, 2p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 9814 Execução de rede coletora de esgoto sanitário.** Rio de Janeiro: ABNT, 1987, 3p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 14486 – Sistemas enterrados para condução de esgoto sanitário – Projeto de redes coletoras com tubos de PVC.** Rio de Janeiro: ABNT, 2000, 19p.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de Janeiro de 2007.** Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Diário oficial da união, Brasília, DF, 5 jan. 2007,

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de Julho de 2020.** Atualiza o marco legal do saneamento básico e 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. *Diário oficial da união*, Brasília, DF, 15 jul. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação nacional de saúde. **Caderno Didático /Técnico para Curso de Gestão de Sistemas de Esgotamento Sanitário em áreas rurais do Brasil**. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. Brasília: Funasa, 2020. 53p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação nacional de saúde. **Manual de Orientações Técnicas para Elaboração e Apresentação de Propostas e Projetos para Sistemas de Esgotamento Sanitário**. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. Brasília: Funasa, 2017. 39p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação nacional de saúde. **Manual de Saneamento**. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. 5a edição. Brasília: Funasa, 2019. Disponível em: http://www.funasa.gov.br/documents/20182/38564/Manual_de_Saneamento_Funasa_5a_Edicao.pdf/278113a8-2cda-4b9f-8611-9087912c9dff.

BRASIL. Ministério das Cidades Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **PLANSAB – Plano Nacional de Saneamento Básico**. Plano Nacional de Saneamento Básico: mais saúde com qualidade de vida e cidadania. Brasília: Ministério das cidades, 2013. 173p.

BRASIL; Ministério da saúde; Fundação Nacional de Saúde. **PNBR - Programa Nacional Brasil Rural**. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. Brasília: Funasa, 2019. 260p.

CARVALHO, A. E. C; SAMPAIO, L.M.B. **Paths to universalize water and sewage services in Brazil: The role of regulatory authorities in promoting efficient servisse**. In: Utilities Policy. Elsevier Science Publishers. 2015, 10p.

CBH SAPUCAÍ. Comitê da Bacia Hidrográfica do Sapucaí. **Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí - Diagnóstico e Prognóstico**. Belo Horizonte, 2010.

CHINYAMA, A; CHIPATO, T. P; MANGORE, E. **Sustainable sanitation systems for low income urban áreas – A case of the city of Bulawayo, Zimbabwe**. In: Physics and Chemistry of the Earth. Elsevier Science Publishers. 2012, 6p.

CIMASAS - Consórcio Intermunicipal dos Municípios da Microrregião do Alto Sapucaí para Aterro Sanitário. **Planos Municipais Regional de Saneamento Básico dos Municípios Entes do Consórcio CIMASAS**. 2016.

COMPANHIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO MARANHÃO – CAEMA. **Especificações técnicas – ET 21/03. Grupo 210000 – Ligações prediais de esgoto – Subgrupo 210300 – Sistema condominial**. Maranhão: 2002, 19p.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS - COPASA. **Norma Técnica T.194/0: Projeto de esgotamento sanitário para loteamentos e conjuntos habitacionais**. Varginha: Sinort, 2002. 11 p.

DIAS, L; NAKAZATO, C; CUNHA, F. **Novos conceitos e tecnologias em esgotamento sanitário**. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27, 2000. Anais do 27o Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Alegre. ABES, 2000. I-092. p1 a 12.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed, Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306p.

FEAM. Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Mapa de solos do Estado de Minas Gerais**, Belo Horizonte, Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010. 49p, Disponível em: <http://www.feam.br/noticias/1/949-mapas-de-solo-do-estado-de-minas-gerais>. Acesso em: 21 de Setembro de 2020.

FERREIRA *et al.* **Saneamento rural no planejamento municipal: lições a partir do Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR)**. Revista DAE | núm. 220 | vol. 67 | São Paulo | Edição Especial - Novembro 2019.

HUBBARD, B; SARISKY, J; GELTING, R; BAFFIGO, V; SEMINARIO, R; CENTURION, C. **A community demand-driven approach toward sustainable water and sanitation infrastructure development**. In: International Journal of Hygiene and Environmental Health. Elsevier Science Publishers. 2011, 9p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo demográfico 2010**. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em 06 de junho de 2019.

ITAJUBÁ. **Lei nº 3352, de 19 Dezembro de 2019**. Plano diretor de Desenvolvimento Integrado do Município de Itajubá e dá outras providências. Itajubá: Prefeitura Municipal de Itajubá. Disponível em: <http://www.itajuba.mg.gov.br/secretariaspmi/semup/plano-diretor/>. Acesso em: 8 set. 2020.

ITAJUBÁ. **Lei nº 3353, de 17 Dezembro de 2019**. Lei de Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo – LPOUS. Itajubá: Prefeitura Municipal de Itajubá. Disponível em: <http://www.itajuba.mg.gov.br/secretariaspmi/semup/plano-diretor/>. Acesso em: 8 set. 2020.

LANDAU, E. C.; MOURA, L. (Ed.). **Variação geográfica do saneamento básico no Brasil em 2010: domicílios urbanos e rurais**. Brasília: Embrapa, 2016. 975 p.

LOBO, L. **Saneamento básico: em busca da universalização**. Luiz Lobo sp. Brasília: Ed. do Autor. 2003. 228p.

MACHADO, G. O. *et al.* **Diagnóstico preliminar do uso e ocupação do solo como subsídio para selecionar pontos de amostragem da água de nascentes, poços e cisternas no bairro Pessegueiro, Itajubá – MG.** XIII – Seminário de Meio Ambiente e Energias Renováveis. UNIFEI, 2018.

MARA, D.D. **Sanitation options in rural and urban areas: best practices.** In: International Conference on the Millennium. Development Goals on Sanitation. Amsterdam, Netherlands, 2008. 5p.

MARA, D; SLEIGH, A; TAYLER, K. **PC-based Simplified Sewer Design.** Department for International Development – DFID. University of Leeds. England. 2001. 121p.

MARCIANO, A. G. **Modelagem Hidrodinâmica com a integração do mapeamento das inundações do rio Sapucaí do município de Itajubá/MG.** Dissertação de mestrado em Engenharia Hídrica – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2019.

MELO, J. C. . **Sistema Condominial de Esgotos Razões, Teoria e Prática.** Recife: Caixa Econômica Federal, 1994. 140p.

MELO, J. C. **Sistema Condominial: uma resposta ao desafio da universalização do saneamento.** Brasília: CEF, 2008.

MORAES, L.; BORJA, P.; SANTOS, R. **Avaliação do uso e funcionamento do sistema condominial de esgotos em área periurbana de Salvador.** In: XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Brasil, 2000.

RAYMUNDO, T. O. **Desenvolvimento, Gestão Social e racionalidade comunicativa habermasiana: uma relação teórico-prática.** 2020. 140f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento, Tecnologias e Sociedade) – Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento, Tecnologias e Sociedade, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá.

RÊGO, F. C. R; KILLINGER, L. C; BARRETO, L. M. **Impacto de um programa de saneamento ambiental na saúde fundamentos teórico-metodológicos e**

resultados de pesquisa interdisciplinar. Salvador: Editora da Universidade Federal da Bahia - EDUFBA, 2018. 496p.

RESENDE, G. R.; FERREIRA, S.; FERNANDES, R.F.L. **O saneamento rural no contexto brasileiro.** Revista Agrogeoambiental, Pouso Alegre, v. 10, n. 1, mar. 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n120181027>. Acesso em: 19 Julho 2020.

RIGOTTI, J. I. R.; HADAD, R. **A definição de áreas rurais no Brasil:** Belo Horizonte: Ufmg/puc, 2017. 31 slides, color.

RISSOLI, C. A. *et al.* **Sistemas condominiais de esgotamento sanitário uma visão geral do processo.** CAESB / Brasília, 2011. 72 p.

SANTOS, R. F.; IRAZUSTRA, S. P.; TEIXEIRA; E. P. DEGASPERI, F. T. **Abordagem descentralizada para concepção de sistemas de tratamento de esgoto doméstico.** Dossiê Estratégias Globais e Sistemas Produtivos Brasileiros. RETC - Revista Eletrônica de Tecnologia e Cultura Edição 16ª, abril de 2015

SANTIAGO, F. A. **Sistema condominial de coleta de esgoto e tratamento em decanto-digestor seguido de alagados construídos. Estudo de caso: município de Nova Redenção-BA.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento) Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO - SNIS. Ministério das Cidades. **Diagnósticos dos Serviços de Água e Esgoto.** Brasília. 2018.

SOBRINHO, A. P.; TSUTIYA. T.M. **Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário.** São Paulo: WinnerGraph. São Paulo, 2000.

SOBRINHO, T. H. **Simplified Sewerage Systems and Potential Application to Rural Louisiana Communities.** Tese (Doutorado em Engenharia civil) University of New Orleans, EUA. 2018. Disponível em: https://scholarworks.uno.edu/honors_theses/100. Acesso em: 19 Julho 2020.

TEIXEIRA, J. B; REZENDE, S. C. **Panorama do saneamento básico no Brasil: Cadernos temáticos para o panorama do saneamento básico no Brasil** - Volume VII. Brasília: Ministério das Cidades, 2014. Cap. 6. p. 220-279.

TURKER, U. **Alternative sewerage solution: Condominial method and its application**. In: Physics and Chemistry of the Earth. Elsevier Science Publishers. 2010, 8p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ – UNIFEI. **Projeto Águas do Pessegueiro**. Convênio entre Arquidiocese de Pouso de Alegre e UNIFEI. Itajubá. Projeto Águas do Pessegueiro, N^o de registro 23088.013648/2019-47. 2019.

ANEXO A

Resultado das análises da determinação do número de coliforme totais e fecais em 30 residências do bairro Pessegueiro.

Residência	Coliformes Totais	Coliformes Fecais
R1	7,4	0
R2	>2419,2	83.6
R3	>2419,2	66.9
R4	>2419,2	1413.6
R5	>2419,2	190.4
R6	>2419,2	0
R7	>2419,2	>2419.2
R8	387,3	36.4
R9	>2419,2	>2419.2
R10	151,5	0
R11	860,4	21.3
R12	104,6	4.1
R13	228,2	2
R14	>2419,2	111.2
R15	>2419,2	35.9
R16	1732,87	41.3
R17	2419,2	488.4
R18	0	0
R19	>2419,2	60.1
R20	290,9	1
R21	1413,6	2
R22	123,6	21.8
R23	33,6	0
R24	1986,28	21.8
	866,4	3.1
R25	1732,87	3.1
R26	648,8	115.3
R27	461,1	17.3
R28	248,1	3.1
R29	209,8	0

ANEXO B

Valores de variáveis físicas e químicas em amostras de água obtidas na rede de drenagem no Bairro Pessegueiro/Itajubá/MG.

Outubro de 2019. Fonte: Projeto Águas do Pessegueiro.

Pontos de Amostragem	Variáveis											
	Coliformes Totais (NMP)	Coliformes fecais (NMP)	Sólidos Sedimentáveis ml.L ⁻¹	Nitrato ug.L ⁻¹	Fósforo Total ug.L ⁻¹	DQO mg.L ⁻¹	BOm g.L ⁻¹	Turbidez NTU	Sólidos Totais mg.L ⁻¹	Sólidos Fixos mg.L ⁻¹	Sólidos Voláteis mg.L ⁻¹	Óleos e Graxas mg.L ⁻¹
1	> 2419,2	0	0,1	210	18	13	2	0,7	153,33	21,67	131,67	0,048
2	> 2419,2	160,7	8	1826	4,3	36	0	47	250,00	80,00	170,00	0,045
3	1553,07	4,1	7	1656	81	25	7	15	166,67	-8,33	175,00	0,049
4	1413,6	49,6	0	2043	41	49	7	17,3	143,33	-30,00	173,33	0,323
5	> 2419,2	1986,28	0,1	2033	21	19	6	21,5	193,33	16,67	176,67	0,399