

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA – UNIFOR - MG
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL
HERIKA NOGUEIRA SILVA

ANÁLISE DO PROJETO E EXEQUIBILIDADE DA REDE DE COLETA DE
ESGOTOS SANITÁRIOS DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DO
MUNICÍPIO DE BAMBUÍ, MINAS GERAIS

FORMIGA – MG

2018

HERIKA NOGUEIRA SILVA

ANÁLISE DO PROJETO E EXEQUIBILIDADE DA REDE DE COLETA DE ESGOTOS
SANITÁRIOS DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DO MUNICÍPIO DE
BAMBUÍ, MINAS GERAIS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Civil do UNIFOR-MG, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Kátia Daniela Ribeiro.

FORMIGA – MG

2018

S586 Silva, Herika Nogueira.
Análise do projeto e exequibilidade da rede de coleta de esgotos sanitários da estação de tratamento de esgotos do município de Bambuí, Minas Gerais / Herika Nogueira Silva. – 2018.
77 f.

Orientadora: Kátia Daniela Ribeiro.
Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil)-
Centro Universitário de Formiga-UNIFOR, Formiga, 2018.

1. Escoamento em condutos livres. 2. Saneamento básico. 3. Obras hidráulicas. I. Título.

CDD 628.3

Herika Nogueira Silva

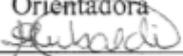
ANÁLISE DO PROJETO E EXEQUIBILIDADE DA REDE DE COLETA DE ESGOTOS
SANITÁRIOS DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DO MUNICÍPIO DE
BAMBUÍ, MINAS GERAIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Engenharia Civil do UNIFOR-
MG, como requisito parcial para obtenção do
título de bacharel em Engenharia Civil.

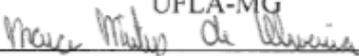
BANCA EXAMINADORA



Prof.ª. Dra. Kátia Daniela Ribeiro
Orientadora



Prof. Dr. Michael Silveira Thebaldi
UFLA-MG



Mara Mirty de Oliveira
Engenheira Civil

Formiga, 8 de novembro de 2018

RESUMO

Embora a relação entre saúde e qualidade de vida da população com o adequado modelo de saneamento ambiental seja um assunto de grande abordagem e preocupação, o Brasil apresenta uma situação de saneamento distante do ideal. Em destaque negativo, o esgotamento sanitário no país possui menor acessibilidade se comparado ao abastecimento de água. A coleta, afastamento e disposição final das águas servidas por meio de infraestrutura garante a melhoria das condições higiênicas locais e a consequente diminuição de enfermidades, promovendo o equilíbrio dos corpos hídricos. Atualmente, o município de Bambuí-MG tem seus esgotos lançados sem tratamento adequado nos córregos do Barreiro, dos Quartéis e das Almas. Além disso, o município possui problemas sistemáticos advindos de sistemas de coleta e interceptores existentes que não mais atendem à demanda dos esgotos gerados. A cidade possui um projeto detalhado para implantação do sistema de esgotamento sanitário no qual parte da obra já teve início. No entanto, a execução foi interrompida após verificar-se que em determinado trecho ocorre ineficiência hidráulica dos condutos livres. Sendo assim, não há possibilidade de as águas servidas escoarem por gravidade. Neste contexto, o presente trabalho propõe a solução necessária ao projeto de sistema de esgotamento sanitário no município de Bambuí-MG, de modo que a execução da infraestrutura possa ter continuidade de forma eficiente. Para tanto, objetiva-se analisar o projeto existente do sistema de esgotamento sanitário em Bambuí-MG, determinando sua real exequibilidade até a Estação de Tratamento de Esgotos do município. O projeto apresentou o dimensionamento e análise dos resultados, além de redes coletoras, interceptores, emissários, órgãos acessórios, e estações elevatórias. Com base nos estudos, concluiu-se que, para viabilizar o sistema de esgotamento sanitário dimensionado, é necessária a ampliação dos diâmetros dos coletores em trechos específicos e a implantação de estações elevatórias.

Palavras-chave: Escoamento em condutos livres. Obras hidráulicas. Saneamento básico.

ABSTRACT

An appropriate environmental sanitation model is essential for population health and its life quality. At Brazil, the situation of sanitation is far from ideal and sanitary sewage systems are less accessible than water supply systems. The adequate collection, removal and final disposal of wastewater improve local hygienic conditions, reducing diseases and promoting balance of rivers water quality. The municipality of Bambuí, Minas Gerais, Brazil, has its sewers launched without adequate treatment in the streams of Barreiro, Quartéis and Almas, facing problems with its sewer collection system. There is a detailed project for sewage system in which part of it has already begun. However, its execution was interrupted after verifying a hydraulic inefficiency of free conduits. In this context, this study proposes the necessary solution to the project of sanitary sewage system at municipality of Bambuí, Minas Gerais, Brazil, so that infrastructure execution can continue in an efficient way. The existing project was analyzed and a new dimensioning of it was done, proposing new dimensions for collecting networks, interceptors, emissaries, accessory, and lift stations. It was concluded that, in order to make feasible the sanitary sewage system dimensioned, it is necessary to increase the diameters of the collectors in specific stretches and to implant lift stations.

Keywords: Flow in free conduits. Hydraulic works. Basic sanitation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Poço de visita (corte).....	30
Figura 2 – Tubo de queda (corte)	31
Figura 3 – Tubo de Inspeção de limpeza (planta)	31
Figura 4 – Terminal de limpeza (planta)	32
Figura 5 – Caixa de passagem (corte)	32
Figura 6 – Sifão invertido (corte)	33
Figura 7 – Visão em foto aérea de Bambuí	38
Figura 8 – Locação do sistema de esgotamento sanitário projetado	40
Figura 9 - Locação dos trechos onde se constatou a necessidade de implantação da Estação Elevatória (EEE).....	54
Figura 10 - Modelo esquemático de uma Estação Elevatória de Esgoto.....	55
Gráfico 1 – Comparativo dos resultados obtidos na vazão de jusante em cada Bacia	49
Gráfico 2 – Comparativo entre os diâmetros adotados em cada bacia.....	51
Quadro 1 – Trechos onde não há incidência de coletores prediais.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Taxas de Infiltração em Redes Coletoras de Esgoto	26
Tabela 2 – Comparativo dos resultados obtidos para o comprimento total de cada bacia de contribuição	47
Tabela 3 – Resultados obtidos para cálculo da vazão de contribuição (Q_{con})	47
Tabela 4 – Trechos com comprimento superior a 100 m	53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AMT	Altura manométrica total
CP	Caixa de passagem
DN	Diâmetro nominal
DG	Degrau
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
EEE	Estações Elevatórias de Esgoto
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
NBR	Norma Brasileira
OMS	Organização Mundial da Saúde
PI	Poço de inspeção
PV	Poço de visita
RN	Referência de nivelamento
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
TIL	Tubo de inspeção de limpeza
TL	Terminal de limpeza
TQ	Tubo de queda

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 OBJETIVOS.....	11
2.1 Objetivo geral.....	11
2.2 Objetivos específicos.....	11
3 JUSTIFICATIVA.....	12
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
4.1 Saneamento básico.....	13
4.1.1 Coleta e tratamento de esgotos sanitários	13
4.2 Hidráulica de condutos livres	17
4.3 Redes de coleta de esgotos sanitários	18
4.3.1 Tipos de redes coletoras	20
4.3.2 Características e parâmetros de projeto	22
4.3.3 Dimensionamento das redes coletoras	25
4.3.4 Elementos constituintes e estruturas acessórias	29
4.3.5 Execução da obra.....	33
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	38
5.1 Caracterização do município e do estudo.....	38
5.1.1 Definição das áreas a serem contempladas	39
5.2 Concepção e justificativa do projeto.....	40
5.2.1 Topografia	41
5.2.2 Uso do solo.....	41
5.3 Metodologia de dimensionamento.....	41
5.3.1 Definição da população de projeto.....	42
5.3.2 Cálculo das vazões	43
5.3.3 Declividade mínima e declividade de projeto	44
5.3.4 Diâmetro de projeto e vazão à seção plena.....	44

5.4 Redes coletoras, interceptores, emissários e órgãos acessórios	45
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
6.1 Dimensionamento e análise dos resultados	46
6.2 Redes coletoras, interceptores, emissários e órgãos acessórios	52
6.2.1 Estação elevatória	54
7 CONCLUSÃO.....	57
REFERÊNCIAS	58
ANEXO A – Escoamento em condutos circulares operando a seção plena	61
ANEXO B – Dimensionamento do sistema de esgotamento sanitário de Bambuí-MG ...	65
ANEXO C – Projetos.....	77

1 INTRODUÇÃO

A coleta, afastamento e disposição final do esgoto por meio da prestação de serviços de saneamento básico tem por finalidade tornar o meio ambiente favorável à saúde humana, prevenindo doenças, melhorando a qualidade de vida da população facilitando a atividade econômica.

A Lei nº. 11.445/2007 tem como um de seus princípios fundamentais a universalização do acesso ao saneamento básico, ou seja, perante a lei, todos têm direito ao acesso ao abastecimento de água de qualidade e em quantidade suficiente às suas necessidades, esgotamento sanitário, limpeza urbana e destinação dos resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente, bem como ao manejo correto das águas pluviais.

Embora o saneamento básico seja garantido por lei, metade da população no Brasil ainda continua sem acesso a sistemas de esgotamento sanitário. De acordo com os dados de Diagnóstico dos Serviços de Águas e Esgotos pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), 17% da população não possui rede de abastecimento de água, sendo uma situação ainda mais crítica referente à coleta de esgoto sanitário, onde apenas 50,3% é atendida (PIRES, 2018).

A precariedade no saneamento básico tem por consequência diversas doenças, sendo que esta problemática afeta negativamente e principalmente, a população mais pobre.

De acordo com estudos da Organização Mundial da Saúde (OMS), em relatório de 2014 sobre o investimento em água e saneamento, os custos com saneamento básico podem ser considerados como *status* de investimento e não de despesas, uma vez que cerca de um dólar investido em saneamento básico e água, gera uma economia de quatro dólares em saúde no mundo. Portanto, investimento na destinação adequada dos esgotos poderá melhorar a qualidade de vida da população, e, conseqüentemente, diminuir os gastos do governo com saúde (OMS, 2014 apud PIRES, 2018).

Logo, a finalidade deste estudo é analisar o projeto existente para o sistema de esgotamento sanitário em Bambuí-MG, verificando sua viabilidade técnica de execução, a fim de verificar e solucionar os problemas que impossibilitaram a continuidade na execução da obra.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Analisar o projeto existente do sistema de esgotamento sanitário em Bambuí-MG, determinando sua real exequibilidade até a Estação de Tratamento de Esgotos do município.

2.2 Objetivos específicos

- Analisar a exequibilidade do projeto existente do sistema de esgotamento sanitário em Bambuí-MG;
- Redimensionar o sistema, com base em seus dados de entrada originais, e identificar trechos em inconformidade técnica operacional; e
- Verificar a capacidade de escoamento da rede a ser implantada, a partir de seu redimensionamento.

3 JUSTIFICATIVA

A cidade Bambuí-MG possui atualmente uma população de 23.757 habitantes. O esgoto produzido pela cidade é isento de tratamento adequado e necessário, sendo lançado diretamente nos córregos do Barreiro, dos Quartéis e das Almas, que cortam a sede do município (BAMBUÍ, 2018).

Em 2007, deu-se início à execução da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) e à implantação adequada de redes coletoras, interceptores e emissários de esgotos. No entanto, houve paralização das obras a partir de um determinado trecho da rede.

Assim, a análise do projeto executivo do sistema de esgotamento sanitário da cidade, que é a proposta do presente estudo, contribuirá para a identificação dos fatores que levaram à interrupção das obras da rede coletora de esgotos, propondo uma solução eficiente à continuidade da infraestrutura interrompida confirmando ou não sua viabilidade para o município.

A finalização da ETE na cidade de Bambuí-MG terá por consequência a eliminação do lançamento de esgotos *in natura* nos córregos do Barreiro, dos Quartéis e das Almas, sendo estes recuperados por condições naturais, propiciando o retorno da vida aquática, promovendo a recuperação ambiental destes ecossistemas.

Por fim, haverá melhorias nas condições sanitárias da população em geral da cidade, em especial daqueles que residem próximo aos cursos d'água afetados. Também como importante consequência, promover-se-á melhorias consideráveis no sistema de coleta de esgotos em regiões onde o sistema atual apresenta falhas por não mais atenderem à demanda dos esgotos produzidos pelo município.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Saneamento básico

A água é um recurso natural de grande importância para a sobrevivência humana. Assim, o acesso à água tratada e segura representa um importante indicador de qualidade de vida, gerando preocupações com a forma que esse recurso finito é administrado. O objetivo das atividades de saneamento básico é conservar os recursos naturais, afim de controlar e prevenir doenças, melhorando a qualidade de vida populacional, o aumento da produtividade e o desenvolvimento da atividade econômica desses indivíduos. Dessa forma, são componentes do saneamento básico os serviços de abastecimento de água, disposição de esgotos sanitários, acondicionamento, coleta, transporte e destinação do lixo (SOUZA et al., 2010).

A execução de um sistema público de abastecimento de água em comunidades civilizadas, aglomeradas em urbanizações, torna necessária a coleta, afastamento e disposição final do esgoto através de prestação de serviços de infraestrutura visando melhoria das condições higiênicas locais e a consequente diminuição de enfermidades. Ao lançar indiscriminadamente os líquidos ou dejetos nos corpos d'água, sem tratamento, as águas servidas acabam poluindo o solo, contaminando as águas superficiais e freáticas, e propagam focos de doenças ao escoar por valas e sarjetas nas regiões carentes de sistema de esgoto sanitário (AZEVEDO NETTO; FERNÁNDEZ, 2015).

A implantação de redes coletoras, interceptores e emissários de esgotos tem como principal finalidade a coleta e o encaminhamento dos esgotos para sua destinação final conservando e preservando recursos naturais (as águas em especial). As águas recuperadas por estas estações de tratamento podem ser aplicadas em diversos setores, contribuindo para a diminuição do uso de água potável, como por exemplo: irrigação de praças e campos esportivos, combate a incêndio, limpeza de ruas, utilização na construção civil, entre outros (LEONETI; PRADO; OLIVEIRA, 2011).

4.1.1 Coleta e tratamento de esgotos sanitários

Entende-se por esgoto a mistura de água e matéria orgânica. Os esgotos domésticos contém aproximadamente 99,9% de água e apenas 0,1% de sólidos, sendo o objetivo principal do tratamento de esgoto, desfazer essa mistura. É devido a essa fração de 0,1% de sólidos que ocorrem os principais problemas de poluição aquífera (COPASA, 2018).

As características dos esgotos gerados variam em função dos usos a que a água foi

submetida. Dessa forma, são fatores fundamentais para caracterizar o esgoto de uma comunidade o clima regional, os hábitos, a situação social e situação econômica da população envolvida (COPASA, 2018).

Em relação ao destino final dos esgotos e ao grau de tratamento, sua ação sobre o meio ambiente e a qualidade das águas, além de ser um assunto voltado aos engenheiros, especialistas e técnicos, chama a atenção igualmente das organizações ambientalistas e comunitárias, e da sociedade. O sistema de esgoto sanitário é o conjunto de obras onde os estudos, critérios, projetos, relativos ao tratamento e à disposição final das águas servidas, deverão anteceder de cuidados especiais que garantam adequação quanto ao afastamento dos esgotos, à manutenção sempre que necessária e à melhoria dos usos e da qualidade dos corpos receptores, preservando ao máximo o meio ambiente (JORDÃO; PESSÔA, 2009).

Os esgotos domésticos (gerados nas atividades residenciais e nas instalações hidráulico-sanitárias) e não domésticos (gerados nos processos produtivos de indústrias e de outros segmentos da atividade econômica) são coletados localmente sobre a responsabilidade do proprietário, por meio de ramais internos até o poço luminar localizado no passeio, sendo conduzidos para as ligações prediais que se interligam às redes coletoras por meio dos coletores secundários (COPASA, 2018).

De acordo com Macintyre (2010), o sistema público de esgoto que toda cidade possui (ou almeja possuir), pode ser realizado de três maneiras sendo:

- Sistema unitário: são conduzidas em uma mesma canalização ou galeria as águas pluviais, residuárias e de infiltração;
- Sistema separador absoluto: uma rede pública conduz apenas águas pluviais e outra rede conduz águas residuárias e de infiltração; e
- Sistema misto ou separador combinado: as águas de esgoto possuem canalizações próprias instaladas dentro das galerias de águas pluviais, recebendo parte dessas águas.

O esgoto coletado nas redes utiliza no máximo 75% do diâmetro da tubulação, que deve ser implantada com profundidades variadas e declividade necessária para garantir que o escoamento seja realizado com eficiência por gravidade, arrastando os sólidos contidos. Em sequência, o esgoto é conduzido através dos coletores secundários para os coletores tronco (coletor principal), direcionando os efluentes para um interceptor ou emissário. A função do interceptor é receber os coletores ao longo de sua extensão, não recebendo ligações prediais diretas. Já os emissários transportam os esgotos a um destino final (estação de tratamento, lançamento final, elevatória), não recebendo contribuições ao longo de sua extensão (COPASA,

2018).

A transferência dos esgotos de uma cota mais baixa para outra mais alta, ou a transposição de sub-bacias, é realizada através das estações elevatórias por meio de bombeamento. As outras unidades transportam os esgotos para a estação de tratamento, onde ocorrerá o processo de biodegradação ou depuração da matéria orgânica presente, possibilitando o retorno dos esgotos aos corpos d'água (COPASA, 2018).

O tratamento de esgoto sanitário pode ser realizado por diversos processos. A escolha do processo ideal é baseado na qualidade final do efluente para que seja compatível com a necessidade do corpo receptor, disponibilidade de implantação, em função da área disponível, custos, condicionantes ambientais relativas à locação da unidade, produção e disposição de lodos e dependência de insumos externos, ou seja, é necessário definir o que coletar, como transportar, em que local tratar e como destinar os subprodutos do tratamento (PEREIRA; SOARES, 2006).

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto é a unidade operacional do sistema de esgotamento sanitário que através de processos físicos, químicos ou biológicos removem as cargas poluentes do esgoto, devolvendo ao ambiente o produto final, efluente tratado, em conformidade com os padrões exigidos pela legislação ambiental (CASAN, 2011, p. 1, apud VIEIRA, 2012, p. 943).

Os métodos de tratamento são divididos em operações e processos unitários, e a união destes compõe os sistemas de tratamento, responsável pela remoção de substâncias indesejáveis ou pela transformação destas substâncias em outras de forma aceitável. De acordo com Metcalf e Eddy (1991), adota-se as seguintes definições para os métodos de tratamento de esgoto (METCALF; EDDY, 1991 apud VON SPERLING, 1996):

- Operações físicas unitárias: procedimento onde é predominante a aplicação de forças físicas de um sistema ou dispositivo de tratamento. Responsável por remover substâncias em suspensão no esgoto e fisicamente separáveis dos líquidos (exemplo: gradeamento, mistura, floculação, sedimentação, flotação, filtração);
- Processos químicos unitários: critério de tratamento onde a remoção ou conversão de contaminantes ocorre pela adição de produtos químicos ou devido a reações químicas. Deve ser utilizado quando o processo físico ou biológico não são eficientes para eliminação/ redução de substâncias desejadas, ou podem ter sua eficiência melhorada (exemplo: precipitação, adsorção, desinfecção); e
- Processos biológicos unitários: tratamento no qual a atividade biológica remove contaminantes (exemplo: remoção da matéria orgânica carbonácea, desnitrificação).

Em função da eficiência das unidades, é comum classificar as instalações de tratamento quanto ao grau de redução dos sólidos suspensos e da demanda bioquímica do oxigênio proveniente da eficiência de uma ou mais unidades de tratamento, sendo: tratamento preliminar, tratamento primário, tratamento secundário e tratamento terciário (JORDÃO; PESSÔA, 2011).

O tratamento preliminar destina-se principalmente à remoção de sólidos grosseiros, gorduras e areia através de mecanismos básicos de ordem física, como peneiramento e sedimentação. Além disso, há uma unidade para medição da vazão, usualmente constituída por uma calha de dimensão padronizada, em que o valor medido do nível do líquido pode ser correlacionado com a vazão. Embora sejam mais infrequentes, no caso de esgoto bruto, o medidor de vazão também pode ser adotado em forma de vertedores retangulares ou triangulares e mecanismos para medição em tubulações fechadas (VON SPERLING, 1996).

O tratamento primário tem por finalidade a remoção de sólidos em suspensão sedimentáveis e sólidos flutuantes. Mesmo após o tratamento preliminar, os esgotos ainda contêm sólidos em suspensão não grosseiros, podendo ser parcialmente removidos em unidades de sedimentação. A matéria orgânica representa uma parte significativa destes sólidos suspensos, sendo sua remoção pelo processo de sedimentação baseado na redução da carga de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), sendo então dirigida ao tratamento secundário (VON SPERLING, 1996).

A DBO indica a concentração de matéria orgânica presente em um volume de água, sendo um indicativo dos seus efeitos na poluição. Dessa forma, quanto maior a poluição por esgotos, maior a quantidade de matéria orgânica presente e maior será a demanda de oxigênio para estabilizá-la, sendo assim, à medida que ocorre a estabilização da matéria orgânica, a DBO vai diminuindo (MACINTYRE, 2008).

Enquanto que nos tratamentos preliminar e primário os mecanismos são de ordem física, no tratamento secundário a matéria orgânica do esgoto sanitário é removida por reações bioquímicas, sendo possível com esse tratamento, uma redução na taxa de coliformes de até 96% e na taxa da DBO entre 30 e 95%, conforme as características do projeto da estação de tratamento ou do sistema empregado. (MACINTYRE, 2010).

Por fim, o tratamento terciário remove os poluentes não retidos nos tratamentos primário e secundário, além de poluentes específicos (micronutrientes e patogênicos). Responsável por remover compostos como nitrogênio e fósforo, o tratamento terciário é utilizado quando há a necessidade de um tratamento de qualidade superior para os esgotos (COPASA, 2018).

4.2 Hidráulica de condutos livres

Os condutos livres estão sujeitos à pressão atmosférica, pelo menos em um ponto da sua seção do escoamento, sendo, pois, os cursos de água naturais o melhor exemplo de condutos livres. Também denominados canais, esses normalmente apresentam uma superfície livre, em contato com a atmosfera, com seção aberta ou fechada (o líquido não preenche totalmente a seção do canal). Além dos rios, funcionam como condutos livres de seção aberta as calhas dos telhados e canaletas e, como condutos fechados com escoamento livre, os coletores de esgotos, as galerias de águas pluviais, entre outros (AZEVEDO NETO; FERNÁNDEZ, 2015).

No caso do esgoto sanitário, o escoamento é realizado quase que exclusivamente por condutos fechados de seção circular, sendo os canais abertos utilizados apenas em estações elevatórias e estações de tratamento (NUVOLARI et al., 2011).

Os coletores de esgoto devem ser dimensionados como condutos com lâmina livre e em regime de escoamento permanente uniforme. Uma importante característica da hidráulica dos canais, além da superfície livre, é a deformidade desta. Nos condutos livres, a superfície pode variar no espaço e no tempo, variando também a profundidade de escoamento, vazão, sendo a inclinação do fundo e a inclinação da superfície caracterizadas como grandezas interdependentes (PEREIRA; SOARES, 2006).

Os escoamentos ou fluxos dos fluidos estão sujeitos a determinadas condições gerais, princípios e leis da dinâmica e à teoria da turbulência. Desse modo, os canais podem ser classificados em função do tempo (permanente e não permanente) e em função do espaço (uniforme e variado). Assim, conforme Carvalho e Oliveira (2014), tem-se:

- Permanente: as características do escoamento permanente são invariáveis em um ponto considerado. Sendo assim, em relação a esse ponto, os diversos parâmetros (superfície molhada, profundidade, vazão, entre outros) de uma seção molhada são constantes, porém independem do tempo. Desse modo, a corrente do fluido não perde e nem recebe líquido durante o trajeto, havendo continuidade da vazão entre as diversas seções do canal;
- Não permanente: no regime não permanente, a velocidade em um determinado ponto depende do tempo, havendo variação das características de escoamento. Nesse caso, em uma determinada seção, a vazão e a profundidade de escoamento são variáveis ao longo do tempo;
- Uniforme: sendo quase sempre de regime permanente, o movimento uniforme se caracteriza pela velocidade e profundidade da água constantes ao longo do

comprimento do conduto. Dessa forma, para um determinado tempo, a velocidade se mantém constante em qualquer ponto ao longo do escoamento; e

- Variado: o escoamento variado caracteriza-se pela variação da vazão e da profundidade do líquido ao longo da extensão do canal, sendo este, necessariamente, regime que se tem em canais não uniformes. Desse modo, existe variação da velocidade de escoamento entre uma seção e outra. O regime não uniforme pode ser gradualmente variado (onde em relação às dimensões do canal, os raios de curvatura das trajetórias das partículas são muito grandes) ou bruscamente variado (as trajetórias das partículas apresentam grandes curvaturas acentuadas).

O escoamento permanente uniforme não está presente na natureza, mesmo em se tratando de condutos artificiais com rugosidade, forma geométrica e declividade constantes, conforme são os coletores de esgoto sanitário. O regime poderá variar em consequência de mudanças de declividade, variação de seção e presença de obstáculos. Então, com o objetivo de descartar incógnitas e evitar a indeterminação de soluções, as deformidades são desprezadas devido à extensão desses condutos, com erros aceitáveis na engenharia real (NUVOLARI et al., 2011).

Quanto à forma dos condutos livres, além de abertos ou fechados, apresentam variedades de seções transversais. A forma circular, geralmente, está presente nos condutos de pequenas proporções. Os grandes aquedutos muitas vezes apresentam formas elípticas, semielípticas, parabólicas, enfim, que favoreçam a estrutura da construção, a distribuição dos esforços das cargas externas, entre outros, mantendo condições de autolimpeza nas vazões baixas (AZEVEDO NETO; FERNÁNDEZ, 2015).

Os canais escavados em terra apresentam comumente uma seção trapezoidal se aproximando da forma semi-hexagonal, no qual o talude das paredes laterais devem apresentar condições de estabilidade. Canais abertos em rocha possuem, aproximadamente, forma retangular, sendo a largura igual a cerca de duas vezes a altura. Por fim, as calhas de coleta de água de chuva de telhados ou de microdrenagem (aço, plástico ou concreto) são, em geral, retangulares ou semicirculares (AZEVEDO NETO et al., 1998).

4.3 Redes de coleta de esgotos sanitários

A rede coletora é o conjunto de tubulações composto por ligações prediais, coletores de esgoto, coletores-tronco e seus órgãos acessórios, com a função de receber as águas residuárias dos domicílios, prédios e comércio, afastando o esgoto sanitário coletado em direção aos

grandes canais de transporte (interceptores e emissários) para o local de tratamento e descarga final realizada em corpo hídrico receptor (NUVOLARI et al., 2011).

Águas residuárias domésticas são divididas em águas imundas ou negras e águas servidas. As águas imundas são águas residuárias contendo dejetos, matéria orgânica instável, putrescível, com grande quantidade de microrganismos. As águas servidas provêm das utilizações domésticas (limpeza de cozinha, banheiro e tanques). A parcela das águas do subsolo que penetra nas canalizações de esgotos na falta de estanqueidade das juntas das mesmas é chamada de águas de infiltração (MACINTYRE, 2008).

O ramal predial (ligação predial) é uma unidade normalmente executada por meio de solicitação do interessado no momento de execução da rede coletora ou quando a mesma já se encontra em funcionamento. Essa ligação caracteriza o final do coletor predial (propriedade particular), responsável por interliga-lo ao início da rede coletora pública, sendo instalado entre o limite do lote e o coletor público (RODRIGUES, 2006).

O coletor de esgoto recebe contribuições em qualquer ponto ao longo de seu comprimento através dos coletores ou ramais prediais. Dentro de uma mesma bacia de esgotamento, o coletor de maior extensão denomina-se coletor principal, sendo possível haver mais de um conforme o traçado da rede coletora. A tubulação de maior profundidade e diâmetro é, normalmente, o coletor-tronco, responsável por receber contribuições de esgotos apenas de outros coletores, onde são instalados poços de visita, uma vez que as ligações ao longo de seu comprimento são inviabilizados pela profundidade ou pelo material de que são feitos (concreto armado). Em geral, são construídos ao longo dos talwegues das bacias hidrográficas. Os demais são chamados de coletores secundários ou apenas coletores (NUVOLARI et al., 2011).

Ainda de acordo com o autor supracitado, os órgãos acessórios da rede coletora de esgoto são dispositivos fixos com ausência de equipamentos mecânicos, construídos em pontos determinados, afim de permitir a inspeção e a desobstrução das canalizações, além de garantir o escoamento livre ao facilitar a manutenção da pressão atmosférica nos tubos. Um exemplo é o sifão invertido, equipamento com ausência mecânica, que consiste em um trecho rebaixado com escoamento sob pressão, usado para transpor obstáculos ou interferências ao longo da canalização.

Já o interceptor é a tubulação responsável por recolher contribuições de uma série de coletores (com exceção das contribuições diretas de ligações prediais), evitando que estas desaguem em locais protegidos, sendo o emissário responsável por lançar o efluente na estação de tratamento ou corpo receptor após receber o esgoto em sua extremidade de montante (RODRIGUES, 2006).

Em determinados pontos da rede coletora, faz-se necessário a instalação de estações elevatórias de esgoto, que são responsáveis pela transposição do esgoto sanitário de um ponto de cota mais baixa até um ponto de cota mais elevada ou mais distante. Situado no meio da rede, possui a função de bombear o esgoto entre coletores localizados na mesma ou em bacias de esgotamento diferentes. Quando localizados no final da rede coletora, o esgoto é bombeado até o corpo receptor ou Estação de Tratamento de Esgoto. Sempre que possível, deve ser aproveitada a topografia do terreno para que o esgoto escoe por gravidade, sendo assim, por possuir permanente consumo de energia elétrica e necessitar de área para instalação, a estação elevatória deve ser utilizada apenas em casos extremos (PEREIRA; SOARES, 2006).

Por fim, a estação de tratamento de esgoto (ETE) é uma unidade (ou um conjunto de unidades) responsável por tratar o esgoto recolhido, dando a ele condições de ser devolvido à natureza, preservando ao máximo o meio ambiente, sendo necessário adotar tratamentos em níveis preliminares, primário, secundário ou terciário (RODRIGUES, 2006).

O lançamento do efluente deve respeitar a capacidade de assimilação do corpo receptor, não prejudicando a biota aquática. Deve-se garantir sua utilização até o ponto aceitável do corpo d'água. Assim, para a definição do ponto de lançamento do efluente, é necessário analisar as características do corpo receptor em termos de vazão e composição. A tubulação que transporta os esgotos da estação de tratamento ao corpo receptor é chamada de emissário final (PEREIRA; SOARES, 2006).

4.3.1 Tipos de redes coletoras

O traçado da rede coletora de esgoto está relacionado à localização da ETE, sendo necessário o estudo da topografia para a área de implantação, o custo de desapropriação para instalação das unidades de tratamento, local para destinação dos subprodutos (lodo e gases) do tratamento, as vertentes dos eventuais cursos de água urbanos, onde deve-se analisar a capacidade do corpo receptor para receber o efluente tratado. São previstos interceptores às margens deste e, posteriormente, são identificados os talvegues nas vertentes, sendo o talvegue a divisão de duas encostas por onde escoam águas naturais e então, são locados os coletores-tronco segundo o traçado das ruas (PEREIRA; SOARES, 2006).

As conformações do que se poderia chamar de rede principal, são (NUVOLARI, 2011):

- Perpendicular: quando os talvegues em direção ao corpo de água resultam em coletores-tronco de curta extensão por serem regularmente espaçados e relativamente próximos. Pode também ocorrer quando há indefinição nos talvegues (a vertente do

curso de água é mais regular, e os coletores-tronco dependem apenas do traçado viário);

- Longitudinal: caracterizado pelo desenvolvimento do núcleo urbano principalmente ao longo do curso de água, favorecendo, com o traçado viário, à implantação de condutos de maior extensão;
- Em leque: o traçado viário possui grandes declives devido à topografia irregular, resultando em diversas sub-bacias de esgotamento convergentes; e
- Distrital (radial): para evitar excessiva profundidade dos condutos referente à baixa declividade da topografia, a área de projeto é dividida em distritos, com pontos de concentração dotados de elevatórias que promovem o transporte do esgoto para o lançamento ou tratamento.

A seleção da melhor alternativa de traçado deve ser baseada no estudo detalhado da concepção do sistema de esgotamento, priorizando as condições topográficas da área afim de diminuir as profundidades dos coletores e, conseqüentemente, reduzir os recursos que serão investidos na execução do projeto. Dessa forma, o aproveitamento da topografia natural do terreno resultará em menor custo de construção, operação e manutenção da rede coletora (PEREIRA; SOARES, 2006).

Já as características da rede coletora de esgotos sanitários, quanto à posição do coletor na seção transversal de via pública tem-se (NUVOLARI et al., 2011):

- Rede simples/rede dupla: a rede simples consiste em uma única tubulação capaz de receber contribuição dos dois lados da rua, sendo mais econômica. No entanto, as vias de tráfego intenso, vias com largura entre alinhamentos superiores a 14 m, vias com interferências que inviabilizam a execução de ligações prediais ou do próprio coletor, quando o diâmetro do coletor é igual ou superior a 400 mm e são usados tubos de concreto que não recebem ligações prediais e em situações onde a profundidade do coletor excede 4 m, inviabilizando ligações prediais, faz-se necessário a adoção de rede dupla, visando ao menor custo das ligações prediais e à facilidade de manutenção e reparação;
- Profundidade mínima e máxima: a Norma Brasileira Regulamentadora - NBR 9649 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1986) limita a altura entre o nível da superfície e o da geratriz superior externa do tubo em no mínimo 0,65 m, quando o coletor é assentado no passeio, e em 0,90 m, para coletor assentado no leito de tráfego;

- Ramais coletivos (coletores auxiliares): devem ter comprimento máximo de 200 m. É um tipo de traçado alternativo com a finalidade de reduzir os custos de implantação. Conduz a rede principal apenas por algumas ruas; nas quadras contíguas são construídos os ramais coletivos nos passeios, com recobrimento de 0,65 m e diâmetro nominal – DN de 100 mm; e
- Rede condominial: trata-se também de um traçado alternativo, visando à economia na implantação da rede coletora. Consiste em se estabelecer um condomínio, formal ou informal, entre os moradores de uma mesma quadra e construir internamente aos lotes, na frente ou nos fundos, uma rede de ramais interligados, com caixas de inspeção em cada lote, onde são recebidas as contribuições domiciliares. Construída em locais protegidos, a rede condominial pode ter recobrimento bastante reduzido, até cerca de 0,30 m, resultando em custos de implantação também reduzidos.

Considerando o caso de não haver coletor público para a coleta dos esgotos prediais, é necessário proceder a uma depuração ou tratamento, viabilizando o lançamento do efluente tratado numa galeria de águas pluviais em valas de drenagem, rios, riachos ou lagoas (MACINTYRE, 2008), consistindo em uma solução particular de tratamento de esgotos.

4.3.2 Características e parâmetros de projeto

A fase inicial de um projeto corresponde aos estudos preliminares, onde deve-se analisar a quantificação das cargas poluidoras, tendo por base a quantidade e a qualidade dos esgotos a contribuir à futura estação, assim como os custos das diversas alternativas de tratamento passíveis de aplicação. O fluxograma de cada alternativa analisada deve ser concebido, de forma a orientar a etapa de pré-dimensionamento, apresentando as principais unidades e as linhas de fluxo (líquido, lodo, sobrenadantes e recirculações). Sendo assim, o sucesso técnico e a viabilidade econômica do nível de tratamento adotado dependem, em grande parte, desta análise inicial (VON SPERLING, 1996).

A unidade de coleta deve ser projetada para receber e transportar o esgoto sanitário durante um período de tempo determinado. No Brasil, normalmente, o período de projeto é de 20 a 30 anos, desse modo, é necessário que as tubulações de esgoto sejam capazes de coletar as contribuições ao longo dos anos, atendendo à vazão de esgoto sanitário durante todo o período de projeto (PEREIRA; SOARES, 2006).

O índice de atendimento deve ser determinado (condições atuais) ou estimado (condições futuras) de forma a subsidiar o cálculo da vazão de projeto, sendo necessário o

conhecimento da população de final de plano, bem como da sua evolução ao longo do tempo, para o estudo das etapas de implantação. Os principais métodos para as projeções populacionais são relacionados ao crescimento aritmético, crescimento geométrico, regressão multiplicativa, taxa decrescente de crescimento, curva logística, comparação gráfica entre cidades similares, método da razão e correlação, e previsão com base nos empregos (VON SPERLING, 1996).

O projetista deve conhecer as condicionantes físicas, geográficas ou topográficas da localidade, portanto, faz-se necessário o levantamento planialtimétrico do terreno. Sempre que possível, é conveniente o conhecimento prévio da urbanização por meio de inspeções preliminares e das características do solo, sendo realizadas através de sondagens (PEREIRA; SOARES, 2006).

Em suma, as atividades desenvolvidas pelo projetista da rede coletora de esgoto são (PEREIRA; SOARES, 2006):

- Identificação da área do projeto na planta: utilizada para identificar os aglomerados urbanos, as maiores vias, os equipamentos públicos, os corpos d'água entre outras informações que possam ser úteis na elaboração do projeto;
- Análise da topografia da área: parte fundamental para o desenvolvimento do projeto e dimensionamento dos coletores. Sempre que possível, deve-se utilizar informações complementares de nivelamento ao longo dos eixos das ruas, cruzamento de ruas, pontos de mudança de declividade, fundo de vales, córregos, rios, entre outras situações;
- Divisão da área do projeto em bacias e em sub-bacias: é essencial para o projetista definir a população contribuinte, localizar as demais unidades das estações elevatórias e de tratamento, e definir o traçado da rede coletora. As bacias ou sub-bacias devem estar compatíveis e ajustadas de acordo com o contexto global;
- Indicação da localização da ETE na planta: a localização da ETE é, normalmente, definida no estudo de concepção do sistema, cabendo ao projetista a localização exata da ETE na planta da área a ser esgotada. Sendo assim, a partir dessa etapa, o projetista tem conhecimento do sentido de escoamento do esgoto sanitário, auxiliando a elaboração de alternativas de traçado da rede coletora de esgoto;
- Desenho do traçado da rede coletora de esgoto: etapa onde são desenvolvidas e comparadas diferentes alternativas de traçado, buscando o caminho mais simples e direto da rede coletora de esgoto. Isso, além de facilitar a operação e a manutenção, reduz o custo construtivo ao evitar o assentamento de coletores com grandes

profundidades e, quando possível, evitar a utilização de estações elevatórias de esgoto;

- Numeração e medição do comprimento de cada trecho da rede coletora: a numeração dos trechos da rede coletora é realizada em sequência e na forma padronizada com numeração comum e específica a todos os trechos de determinado coletor. Após a numeração, o projetista deve medir o comprimento de cada trecho coletor, o que é realizado do eixo de montante até o eixo de jusante; e
- Lançamento das cotas do terreno de montante e jusante: baseado no levantamento planialtimétrico, o projetista deve inserir as cotas de montante e jusante nas singularidades de cada trecho. Os projetos com essas informações serão utilizados na elaboração da planilha de dimensionamento.

São destaques dentre os critérios e parâmetros de projeto o consumo per capita, o coeficientes de variação de vazão (k_1 , k_2 e k_3), coeficiente de contribuição industrial, coeficiente de retorno esgoto/água, taxa de infiltração, carga orgânica do despejo, níveis de atendimento e alcance do estudo. É necessário estabelecer parâmetros hidráulicos, afim de garantir o escoamento livre do esgoto, evitando a deposição de material sólido no fundo das canalizações (secundário, coletor-tronco, interceptor e emissário), rugosidade da tubulação, subdimensionamento das estações elevatórias e estações de tratamento de esgotos (SILVA, 2005).

Por meio de uma análise técnica, o nível de tratamento passível de aplicação deve ser relacionado à interação entre os impactos previstos no corpo receptor decorrentes do lançamento dos efluentes e os usos previstos para este corpo receptor. Ao identificar previamente os impactos, os analistas e projetistas podem adotar medidas de atenuação dos impactos negativos e de valorização dos positivos (NUVOLARI et al., 2011).

A Resolução CONAMA 01/86 considera como impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança, o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais (NUVOLARI et al., 2011, p.108).

A qualidade do projeto executivo é de fundamental importância já que o mesmo, antes de ser liberado para licitação da obra, deve ser submetido à análise pelos órgãos financiadores e ambientais. As obras podem ser projetadas para operar em alcances de longos anos, sendo assim, são geralmente subdivididos em etapas de projeto conforme a vida útil das estruturas e

dos equipamentos, as condições de financiamento da obra, a flexibilidade para futuras ampliações do sistema, entre outros fatores preponderantes (RODRIGUES, 2006).

4.3.3 Dimensionamento das redes coletoras

A vazão ou descarga de esgoto expressa a quantidade de esgoto transportado em um período de tempo (JORDÃO, PESSÔA, 2009). A quantificação do esgoto permite definir a capacidade do sistema de coleta.

Segundo Crespo (2001), a obtenção do cálculo de vazão se dá por meio das seguintes expressões:

- Vazão de montante (Q_{mon});
- Vazão de contribuição (Q_{con}); e
- Vazão de jusante (Q_{jus}).

Para a vazão de montante do trecho, conforme apresentado na Equação 1, considera-se, nas extremidades da rede de coleta, também chamadas pontas secas, que não há contribuição de esgoto. Portanto:

$$Q_{mon} = 0 \quad (1)$$

Nos trechos subsequentes, a vazão de montante do trecho será igual ao somatório de todas as descargas dos coletores afluentes ao poço de visita - PV.

Para a vazão de contribuição do trecho, deve ser identificada inicialmente a contribuição de esgoto por cada metro de canalização. Deve-se obter a vazão total de esgoto no final do horizonte de projeto (Q_e), a vazão total de infiltração (Q_i), a vazão total (Q) e a contribuição linear (q). Sendo assim, calcula-se a vazão total de esgoto no final do horizonte de projeto (Q_e), correspondente à área de atendimento, com base na população atendida e nos parâmetros de consumo per capita de água, coeficiente diário K_1 e horário K_2 . Então, conforme Equação 2:

$$Q_e \text{ (l/s)} = \text{população atendida} \times \text{contribuição per capita} \times k_1 \times k_2 / 86.400 \quad (2)$$

em que:

População atendida = população de final de projeto;

Contribuição *per capita* = 80% da vazão total da água consumida nas residências (L/hab. dia);

k_1 = coeficiente de máxima vazão diária (1,20);

k_2 = coeficiente de máxima vazão horária (1,50);

Em seguida, calcula-se a vazão total de infiltração (Q_i) (Equação 3):

$$Q_i (l/s) = \text{contribuição linear} \times L \quad (3)$$

onde:

L = comprimento da rede (km).

A TAB. 1 apresenta a taxa de infiltração em redes coletoras de esgoto. Esses acréscimos são caracterizados pelo ingresso permanente de águas estranhas no interior das canalizações através das passagens pelas juntas, tendo como origens os lençóis freáticos e percolação de água (pluvial ou fluvial) através de solos arenosos ou argilosos (CRESPO, 2001).

Tabela 1 – Taxas de Infiltração em Redes Coletoras de Esgoto

Rede de Coleta	Diâmetro do Coletor	Tipo de Junta	Nível do Lençol Freático	Tipo de Solo	Coefficiente a adotar (l/s x km)
Secundária	Até 400mm	Elástica	Abaixo do coletor	Baixa permeabilidade	0,05
				Permeável	0,10
			Acima do coletor	Baixa permeabilidade	0,15
				Permeável	0,30
Secundária	Até 400mm	Não elástica	Abaixo do coletor	Baixa permeabilidade	0,05
				Permeável	0,50
			Acima do coletor	Baixa permeabilidade	0,50
				Permeável	1,00
Coletor tronco	> 400mm	-	-	-	1,00

Fonte: Crespo (2001).

Sendo assim, nos casos em que não existem medições *in loco*, a contribuição da Equação 3 pode ser estabelecida com base na tabela supracitada.

Em seguida, calcula-se a vazão total (Q), a ser conduzida pelo sistema de coleta (Equação 4):

$$Q \text{ (l/s)} = Q_e + Q_i \quad (4)$$

em que:

Q_e = vazão total de esgoto no final do horizonte de projeto (l/s); e

Q_i = vazão total de infiltração (l/s).

A vazão total (Q) deve ser uniformemente distribuída em toda extensão da rede coletora. Portanto, conforme Equação 5, tem-se:

$$q \text{ (l/s x m)} = Q / L \quad (5)$$

em que:

Q = vazão total (l/s); e

L = comprimento total da rede de coleta (m).

Para, finalmente, determinar a vazão de contribuição (Q_{con}) do trecho, multiplica-se a contribuição linear pelo comprimento do trecho (Equação 6):

$$Q_{con} \text{ (l/s)} = q \times \text{comprimento do trecho} \quad (6)$$

em que:

q = contribuição linear (l/s x m); e

comprimento do trecho = (m)

O cálculo para vazão de jusante (Q_{jus}) do trecho, é obtido por meio da Equação 7:

$$Q_{jus} = Q_{mon} + Q_{con} \quad (7)$$

em que:

Q_{mon} = vazão de montante (l/s); e

Q_{con} = vazão de contribuição (l/s).

O dimensionamento dos trechos, para caracterização dos diâmetros, considera a vazão de jusante.

Ainda de acordo com Crespo (2001), a declividade mínima (I_0) está condicionada à tensão trativa exigida por norma. Nesse sentido, a declividade resultante da aplicação deste critério para coletores em geral pode ser observada pela Equação 8:

$$I_0 = 0,0055 Q_i^{-0,47} \quad (8)$$

em que:

Q_i = vazão inicial (l/s); e

I_0 = declividade mínima do coletor (m/m).

Para possibilitar a fixação mais realista da declividade, admite-se que a quantidade mínima de esgoto a circular nas extremidades do sistema seja igual à contribuição de uma válvula de descarga de um vaso sanitário. Assim, a vazão mínima para fixação da declividade é de 1,5 l/s, gerando, para este caso específico, uma declividade mínima de 0,455% (CRESPO, 2001).

Os critérios para definição da declividade de projeto são:

- Declividade mínima em obediência à tensão trativa; e
- Declividade acompanhando o greide da rua.

Em terrenos planos ou com pequena declividade, a declividade mínima em obediência à tensão trativa torna mínimo o custo da escavação. Nesses casos, portanto, sua aplicação é praticamente compulsória, exceto quando os coletores correrem paralelos às curvas de nível em terrenos de topografia acidentada, sendo necessário assumir uma declividade superior a mínima com o intuito de não aumentar o diâmetro do coletor. Por este motivo, assume-se uma declividade superior à mínima. Sendo assim, deverá ser feita uma comparação entre o acréscimo no custo da escavação e a redução de custo com a manutenção do diâmetro do coletor (CRESPO, 2001).

A tensão trativa é a grandeza física que promove o arraste do material sedimentado. É a força que promove a autolimpeza do conduto atuando junto à parede da tubulação na parcela correspondente ao perímetro molhado (AZEVEDO NETTO, 1998, apud PEREIRA; SOARES, 2006, p. 111).

No entanto, sempre que possível, deverá ser utilizada a declividade acompanhando o greide da rua. Essa solução minimiza o custo de escavação, fundamentalmente nos casos em que o coletor se situe à profundidade mínima. Há exceção nos casos em que o coletor se situe em profundidade superior à mínima sendo, para este caso, a declividade do trecho inferior ao

greide da rua até alcançar a profundidade mínima. Também se faz exceção quando o greide da rua é excessivo. Para isso, os trechos deverão manter a declividade mínima, objetivando dissipar a energia potencial (CRESPO, 2001).

A profundidade máxima da tubulação geralmente atinge de 4,0 a 4,5 m e a profundidade mais conveniente é de 1,5 a 2,5 m. Maiores profundidades são admitidas com justificativa técnica e econômica, já que acima de 4,0 m de profundidade é aconselhável que se projete coletores auxiliares para receber as ligações prediais, além disso, os custos com escoramentos correspondem a 38,8% dos custos totais de uma obra para execução de redes de esgotamento sanitário (TSUTIYA; SOBRINHO, 2000).

Deverá ser considerado para o diâmetro dos trechos da rede coletora de esgotos sanitário, um diâmetro que, operando a meia seção, permita conduzir a descarga concentrada prevista no poço de visita. Sendo assim, a vazão de jusante (Q_{jus}) do trecho não deve superar 50% da vazão a seção plena (Q_{ple}) (Equação 9). Sempre que a profundidade de escoamento superar a metade da seção circular, deve-se aumentar o diâmetro do coletor. Portanto:

$$Q_{jus} / Q_{ple} < 0,5 \quad (9)$$

em que:

Q_{jus} = vazão de jusante (l/s); e

Q_{ple} = vazão plena (l/s).

4.3.4 Elementos constituintes e estruturas acessórias

As estações de bombeamento ou estações elevatórias de esgoto (EEE) são obras civis destinadas à elevação dos esgotos do nível de chegada a um nível mais elevado (ou transpor obstáculos), acrescentando-lhes energia de posição por meio de instalações eletromecânicas (AZEVEDO NETO; FERNÁNDEZ, 2015).

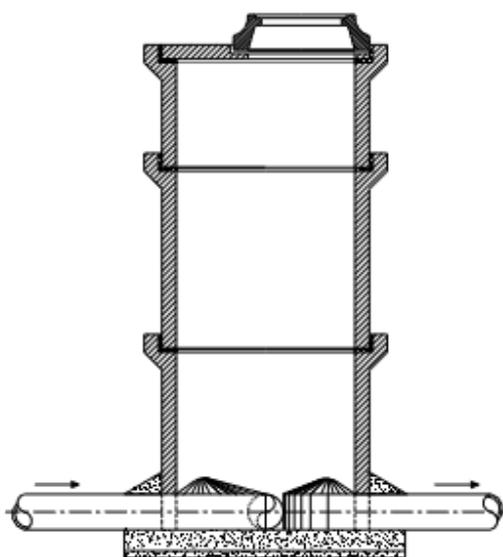
A entrada de esgoto na EEE ocorre no canal de acesso, construído em concreto no formato retangular, com área útil maior do que a do coletor efluente da última singularidade da rede coletora. Possui a função de direcionar o esgoto de forma mais uniforme, com velocidade reduzida, até o poço úmido (PEREIRA; SOARES, 2006).

Além destas, com a finalidade de permitir a inspeção e a desobstrução das canalizações, os órgãos acessórios são dispositivos fixos, que funcionam sem a atividade de equipamentos mecânicos, construídos em pontos singulares da rede de esgoto (NUVOLARI et al., 2011).

O degrau (DG) deve ser executado na chegada do coletor no poço de visita com diferença de cota inferior a 0,60 m, sendo assim, o coletor afluente lança seus esgotos diretamente no poço de visita. Pode-se aprofundar o coletor e eliminar o degrau, caso os desníveis sejam maiores ou iguais 0,20 m (RODRIGUES, 2006).

O poço de visita (PV), representado na FIG. 1, consiste em uma câmara visitável através de abertura existente em sua parte superior (com diâmetro mínimo de 0,60 m), destinada à execução de trabalhos de operação/ manutenção. Com dimensão mínima da câmara de 0,8 m, os poços de visita são obrigatórios quando há necessidade da instalação de um tubo de queda, na reunião com mais de três entradas, nas extremidades de sifão invertido, nas mudanças de direção, declividade, diâmetro ou material dos coletores, quando a profundidade for superior a 3,0 m ou quando o diâmetro dos coletores for igual ou superior a 400 mm (AZEVEDO NETO; FERNÁNDEZ, 2015).

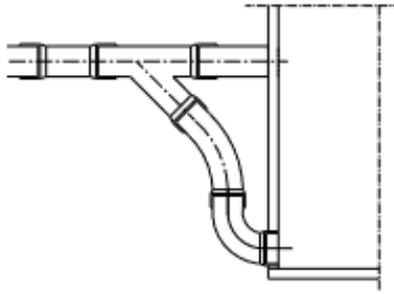
Figura 1 – Poço de visita (corte)



Fonte: Rodrigues, 2006, p.61.

O tubo de queda (TQ) é um dispositivo que só deve ser instalado quando a diferença entre cota de chegada do coletor e a cota de fundo do PV for maior ou igual a 0,50 m, evitando assim a ocorrência de respingos que prejudique os trabalhos de manutenção no poço. Como mostra a FIG. 2, o TQ é uma tubulação instalada na extremidade de jusante de um coletor, que se interliga um coletor afluente em cota mais alta do fundo de um PV (AZEVEDO NETO; FERNÁNDEZ, 2015).

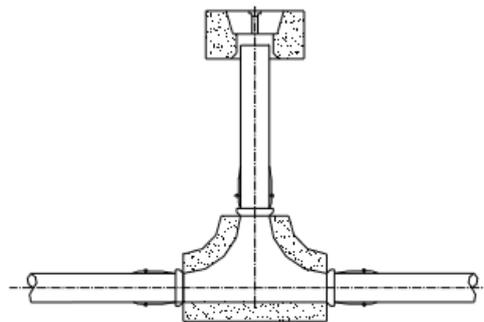
Figura 2 – Tubo de queda (corte)



Fonte: Rodrigues, 2006, p.65.

Segundo ABNT (1986), o tubo de inspeção e limpeza (TIL) ou poço de inspeção (PI), é um dispositivo não visitável que permite inspeção visual e introdução de equipamentos de limpeza. Esta singularidade pode ser inserida em trechos retos entre poços de visita, respeitando-se as distâncias máximas alcançadas pelos instrumentos de limpeza (FIG. 3). Por possuir baixo custo, pode ser usado em substituição ao PV na reunião de coletores (até três entradas e uma saída), nos pontos com degrau de altura inferior variando entre 0,50 a 0,60 m, a jusante de ligações prediais cuja contribuições podem acarretar problemas de manutenção e em profundidade de até 3m (RODRIGUES, 2006).

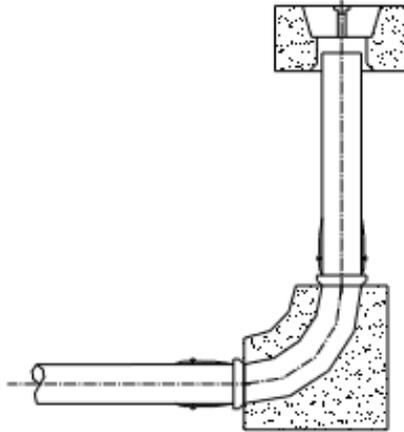
Figura 3 – Tubo de Inspeção de limpeza (planta)



Fonte: Rodrigues, 2006, p.61.

O terminal de limpeza (TL) é um dispositivo que permite a introdução de equipamentos de limpeza e descargas de água para a limpeza de trechos iniciais (FIG. 4). Pode ser usado em substituição ao PV no início dos coletores (AZEVEDO NETO; FERNÁNDEZ, 2015).

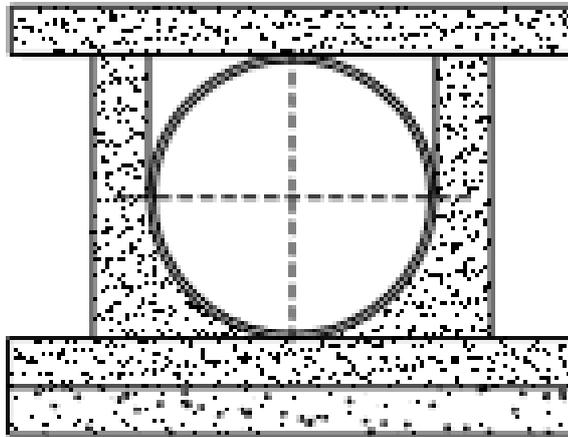
Figura 4 – Terminal de limpeza (planta)



Fonte: Rodrigues, 2006, p.64.

A FIG. 5 representa a caixa de passagem (CP). Segundo a ABNT (1986), a CP é uma câmara subterrânea sem acesso, situada em pontos singulares da rede coletora por necessidade construtiva. Podem ser acessadas por equipamentos de limpeza por jusante e/ou por montante (RODRIGUES, 2006).

Figura 5 – Caixa de passagem (corte)

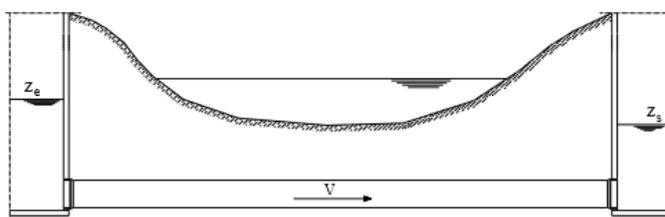


Fonte: Rodrigues, 2006, p.65.

O sifão invertido apresenta perfil similar a um “U” (FIG. 6). Consiste em um trecho rebaixado de coletor com escoamento sob pressão, com a finalidade de interromper o curso do escoamento livre do esgoto e também o fluxo da mistura de ar e gases que ocorre na lâmina livre do conduto. Dessa forma, ocorre uma descontinuidade indesejável ao funcionamento geral do complexo de tubulações que promovem a coleta e o transporte do esgoto sanitário. Seu funcionamento por gravidade independe de equipamentos mecânicos, sendo assim, constitui solução por vezes conveniente para superar obstáculos ou interferências ao caminhamento

normal da canalização (NUVOLARI et al., 2011).

Figura 6 – Sifão invertido (corte)



Fonte: Rodrigues, 2006, p.66.

4.3.5 Execução da obra

A execução da implantação da rede coletora depende de informações da concepção do sistema de esgoto, dimensionamento hidráulico, desenhos, especificações e orçamentos, previamente fornecidos em projeto executivo. As principais atividades envolvidas na implantação da rede coletora de esgoto são a elaboração da ordem de serviço, serviços preliminares, instalação da rede coletora e serviços complementares. O trabalho de execução pode ser realizada por meio de equipe de empresas especializadas ou da própria concessionária, sendo comum a contratação de equipes para gerenciamento e fiscalização da construção (PEREIRA; SOARES, 2006).

A execução de alguns serviços que causam vibrações provocadas pelo funcionamento de equipamentos podem acarretar em deformações do terreno, afetando estruturas existentes nas vizinhanças, sendo assim, é prudente que sejam realizadas vistorias prévias das edificações ou estruturas vizinhas. Essa vistoria, feita em conjunto com cada proprietário do imóvel, ou seu representante, deve resultar em um relatório técnico descritivo apontando as patologias existentes, sendo anexadas fotos comprobatórias. Esse relatório de vistoria deve ser registrado em cartório e é chamado *Vistoria Ad Perpetuam Rei Memoriam* (NUVOLARI et al., 2011).

Com o objetivo de evitar a realização de serviços indevidos, como escavação em local errado ou de vala com largura maior do que a necessária, faz-se necessário a locação exata da vala utilizando equipamentos topográficos na determinação do referencial de nivelamento (RN) e na implantação de RN's secundários e pontos de segurança em pontos notáveis do logradouro, sendo assim, torna mais confiável a definição dos piquetes, do eixo da vala e da posição das singularidades (PEREIRA; SOARES, 2006).

Segundo Nuvolari et al. (2011, p.115) “deverá ser providenciada a instalação de marcos topográficos de referência, para permitir a locação precisa da obra por meio de coordenadas, e

contendo também as referências de níveis”.

A sinalização, conjunto de equipamentos utilizados para indicar que a obra está sendo realizada em determinado logradouro, além de reduzir eventuais acidentes com a equipe de trabalho, pedestres e condutores de veículos, também reduz eventuais inconvenientes ao processo produtivo, como a presença de pessoas estranhas e animais (PEREIRA; SOARES, 2006).

A NR-18, da Lei 6514 de 22/12/77, e a Portaria 3214 de 08/06/78, do Ministério do Trabalho, especificam a obrigatoriedade da instalação de tapumes ou barreiras com altura mínima de 2,20 m sempre que se executarem atividades civis, com a finalidade de impedir o acesso de pessoas estranhas aos serviços. No entanto, em caso particular de construção de rede de canalização no leito da rua, poderão ser utilizados dispositivos portáteis com altura de 1 m em cada lado da vala (NUVOLARI et al., 2011).

Inicialmente, em relação aos serviços de execução de valas, serão escavadas segundo a linha de eixo, respeitando o alinhamento e as cotas indicadas no projeto, salvo eventuais modificações autorizadas pela fiscalização. Após o rompimento do pavimento, a escavação pode ser realizada manualmente ou com auxílio de equipamentos apropriados. Neste caso, a escavação mecânica deve se aproximar do greide da geratriz inferior da tubulação ou da galeria retangular, ficando por conta da escavação manual apenas o acerto dos taludes e o nivelamento do fundo da vala (FREIRE; SANTOS; MAGALHÃES NETO, 2009).

Conforme as características do terreno e a profundidade da vala, o construtor condicionado à aprovação prévia da fiscalização, pode optar por um dos diferentes tipos de escoramento, sendo eles (ABNT, 1987):

- Pontaleteamento: constituído de um par de tábuas de 0,027 m x 0,30 m dispostas verticalmente, espaçado de 1,35 m. Estas tábuas são travadas horizontalmente por estroncas distanciadas verticalmente de 1 m, devendo a mais profunda situar-se cerca de 0,50 m do fundo da vala e a mais rasa a 0,20 m do nível do terreno ou pavimentação;
- Descontínuo - constituído de tábuas de 0,027 m x 0,30 m, espaçados de 0,30 m dispostas na vertical, contidas por longarinas de 0,06 m x 0,16 m, colocadas horizontalmente e travadas por estroncas espaçadas de 1,35 m, a menos das extremidades de onde as estroncas ficam a 0,40 m. As longarinas devem ser espaçadas verticalmente de 1 m, devendo a mais profunda situar-se cerca de 0,50 m do fundo da vala e a mais rasa a 0,20 m do nível do terreno ou pavimentação;

- Contínuo - constituído de tábuas de 0,027 m x 0,30 m, colocadas verticalmente de modo a cobrir toda a parede da vala, contidas por longarinas de 0,06 m x 0,16 m, dispostas horizontalmente e travadas por estroncas espaçadas de 1,35 m, a menos das extremidades, de onde ficam a 0,40 m. As longarinas devem ser espaçadas verticalmente de 1 m, devendo a mais profunda situar-se cerca de 0,50 m do fundo da vala e a mais rasa a 0,20 m do nível do terreno ou pavimentação; e
- Especial - constituído de pranchas de 0,05 m x 0,16 m, do tipo macho e fêmea, colocadas verticalmente de modo a cobrir toda a parede da vala, contidas por longarinas de 0,08 m x 0,18 m, dispostas horizontalmente e travadas por estroncas espaçadas de 1,35 m, a menos das extremidades, de onde ficam a 0,40 m. As longarinas devem ser espaçadas verticalmente de 1 m, devendo a mais profunda situar-se cerca de 0,50 m do fundo da vala e a mais rasa, a 0,20 m do nível do terreno ou pavimentação.

Quando a escavação atingir o lençol d'água, fato que poderá criar obstáculos à perfeita execução da obra, dever-se-á ter o cuidado de manter o terreno perfeitamente drenado evitando que a água escoe no interior da vala ou pelos tubos recém-assentados, pelo menos, até que o material que compõe a junta da tubulação atinja o ponto de estabilização. Para que possam ser implantadas medidas prévias e necessárias de proteção, o construtor e a fiscalização devem atentar quanto à possibilidade de abatimento das faixas laterais à vala que, por consequência, podem provocar danos em tubulações, galerias e dutos diversos (FREIRE; SANTOS; MAGALHÃES NETO, 2009).

Os tubos devem ser transportados cuidadosamente da superfície do terreno para o fundo da vala, que, em caso de necessidade, já deve estar devidamente escorada. A descida dos tubos pode ser realizada com o emprego de equipamento mecânico ou apenas com a força física de homens, sendo assentados sobre bases firmes, evitando que os tubos mudem de posição, danificando as juntas e colocando os tubos sob riscos de quebra. Os tubos podem ser de ferro fundido, manilha de barro ou grés cerâmico vitrificado, cloreto de polivinila, cimento amianto, poliplaster, concreto, concreto estrutural e polietileno de alta densidade. No caso de interrupção do assentamento, recomenda-se vedação da extremidade do coletor, bloqueando a entrada de materiais e animais de pequeno porte. (PEREIRA; SOARES, 2006).

Antes da execução de qualquer tipo de junta, deve ser verificado se as extremidades dos tubos e peças estão perfeitamente limpas. Quando se tratar de tubos de ponta e bolsa, após o encaixe, a ponta deve ficar centrada em relação à bolsa. A execução das juntas deve atender às normas específicas para cada material, além das recomendações

do fabricante. Quando a junta for executada com asfalto, piche ou chumbo derretidos, deve-se primeiro colocar um cordão de corda ou estopa alcatroada entre a ponta e a bolsa, utilizando-se ferramentas apropriadas e tendo-se o cuidado para evitar danos ao tubo. Depois de rebatido o cordão, prepara-se o “cachimbo de barro” para que o material derretido ocupe o espaço da junta. No caso de junta de chumbo, remove-se o barro e rebate-se o chumbo com ferramentas adequadas. Os tipos de juntas variam de acordo com o tipo de material do coletor [...] (NBR 9814, ABNT, 1987, p. 2).

O reaterro consiste no envolvimento do tudo e preenchimento da vala com o material escavado ou de empréstimo, com a função de proteger a tubulação e recompor o pavimento. A compactação do material do reaterro pode ser manual ou mecânica, sendo a compactação manual realizada como uso de socador ou maço, constituído de bloco prismático de base quadrada de madeira, ferro ou concreto, sustentado por um cabo. A compactação mecânica pode ser realizada por (PEREIRA; SOARES, 2006).

- Impacto: realizada com soquetes (sapos mecânicos) acionados por máquinas especiais;
- Pressão: rolos compressores de pequena largura que podem atuar dentro da vala; e
- Vibração: por meio de vibradores. Somente recomendado para solos inconsistentes, como a areia.

Os poços de visita devem ser construídos de acordo com as especificações do projeto. É importante que as canaletas ou calhas do PV estejam em dimensões compatíveis com o projeto e em concordância com os coletores afluentes e efluentes. Na construção do poço de visita, deve ser observado (PEREIRA; SOARES, 2006):

- Laje de fundo: pode ser construída em concreto simples ou armado, a qual, deve ser apoiada sobre lastro de brita ou de cascalho;
- Calhas ou canaletas: devem ser construídas sobre essa laje, em concordância com os coletores de chegada e de saída;
- Câmara de trabalho ou balão: as paredes podem ser assentadas sobre as laterais da base de fundo, com diâmetro interno de 0,60 m;
- Peça de transição: colocada sobre a parede de concreto da câmara de trabalho, com abertura de 0,60 m, voltada para a montante, de modo que o centro esteja localizado sobre o eixo do coletor principal;
- Câmara de acesso ou chaminé: pode ser executada em alvenaria de tijolos, em bloco de cimento, ou em anéis de concreto; e
- Tampão: na parte superior da câmara de acesso, deve ser colocado o tampão de concreto ou ferro fundido.

Antes do reenchimento da vala, porém, após o assentamento da tubulação e completado o envolvimento lateral, deve ser realizado o ensaio de estanqueidade das juntas, mediante teste hidrostático. Preferencialmente, o teste deve ser realizado entre dois poços de visita consecutivos. Após o fechamento da extremidade de jusante do trecho e as derivações ou extremidades dos ramais de ligação dos prédios, os testes são executados com água. Por meio do PV de montante, enche-se o coletor, eliminando todo o ar da tubulação e elevando a água até a borda superior do PV (NBR 9814, ABNT, 1987).

O construtor pode instalar a ligação predial após o assentamento do coletor, evitando assim, nova abertura da vala. Essas ligações devem possuir diâmetro mínimo de 100 mm e serem assentadas com 2% de declividade mínima. Quando o coletor predial possui material diferente do coletor público, faz-se necessário a utilização de adaptador ou peça de ligação (PEREIRA; SOARES, 2006).

A reconstrução da capa asfáltica, de concreto ou de outro tipo de pavimento removido durante a abertura da vala deve ser reconstruída o mais rápido possível, visando proteger o coletor assentado e evitar transtornos populacionais. Por fim, após a reposição da pavimentação, toda área afetada pela execução da obra deve ser devidamente limpa (PEREIRA; SOARES, 2006).

Ao final da obra, a fiscalização deve vistoriar toda a rede coletora executada, emitindo atestado de regularidades contratuais. Com base no atestado de execução, a administração contratante fará o recebimento da obra provisoriamente, durante o qual o construtor ficará encarregado de refazer tudo o que apresentar defeitos. Após o período de observação, uma nova vistoria é realizada. Estando a obra isenta de reparos deve ser procedido o Recebimento Definitivo, mediante termo de encerramento de contrato (NBR9814, ABNT, 1987).

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Caracterização do município e do estudo

O presente trabalho foi realizado no município de Bambuí (FIG. 7), localizado na região centro-oeste de Minas Gerais, a cerca de 49 km ao Norte-Oeste de Piumhi (maior cidade nos arredores), possuindo coordenadas geográficas: Latitude 20° 1' 17" Sul, Longitude 45° 57' 39" Oeste (CIDADE-BRASIL, 2018).

Figura 7 – Visão em foto aérea de Bambuí



Fonte: Cidade-Brasil (2018)

Com uma população de 23.757 habitantes e uma área de 1.520,96 km², os principais cursos d'água de Bambuí são o Rio Bambuí (principal), Rio São Francisco, Rio Ajudas, Rio Samburá e Rio Perdição, que fazem parte da Bacia do Rio São Francisco (CIDADE-BRASIL, 2018).

O salário médio dos trabalhadores formais é de dois salários mínimos mensais, sendo que a proporção de pessoas ocupadas em relação à população total é de 17,8%. Considerando domicílios com rendimentos mensais de até meio salário mínimo por pessoa a proporção é de 29,7% da população nessas condições. (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2018).

Com a implantação da Estação de Tratamento de Esgoto, o município promoverá a

eliminação de pontos de lançamento de esgotos *in natura* da rede coletora pública de esgotos nos cursos d'água que cortam a sede do município, além de promover melhorias consideráveis na coleta de esgotos em regiões onde atualmente o sistema vem provocando sistemáticas falhas e problemas para a prefeitura e para a população em geral do município.

Sendo assim, como principais consequências da implantação da Estação de Tratamento de Esgoto, devem ser ressaltadas as seguintes:

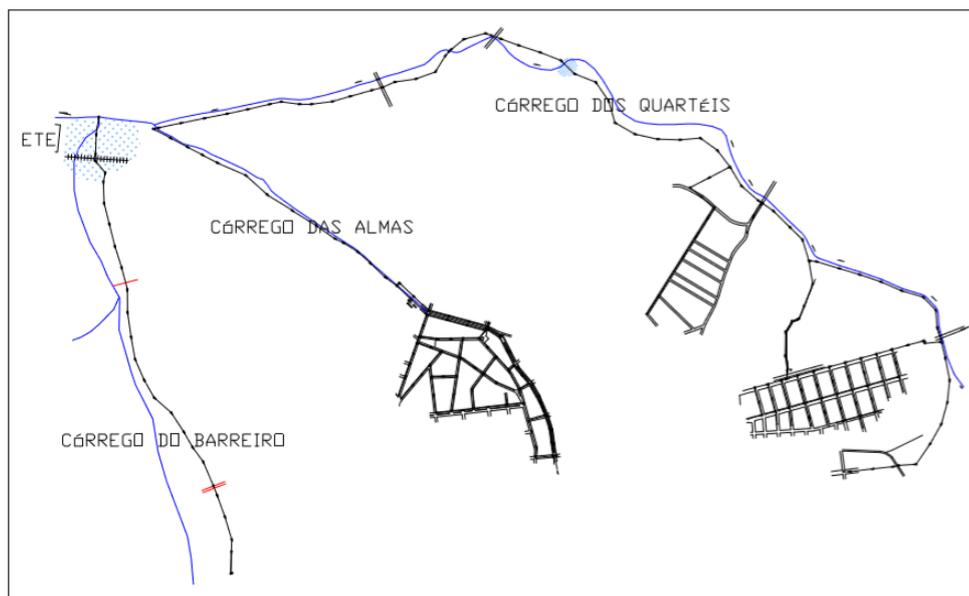
- Eliminação de esgotos *in natura* nos córregos do Barreiro, dos Quartéis e das Almas, que cortam a sede do município, tendo como consequência a total recuperação das condições naturais dos mesmos, principalmente, com o retorno da vida aquática;
- Melhorias nas condições sanitárias da população em geral da cidade, em especial das populações mais carentes que porventura morem próximo aos cursos d'água afetados;
- Interceptação da bacia dos córregos do Barreiro, dos Quartéis e das Almas de forma a se possibilitar o atendimento, a médio prazo, do serviço de coleta de esgotos em toda a cidade, através da implantação de novos trechos de redes coletoras de esgotos em locais onde ainda estas não foram implantadas, possibilitando o tratamento dos esgotos gerados na cidade de Bambuí, na ETE já projetada e que será implantada; e
- Eliminação de problemas sistemáticos advindos de sistemas de coleta e interceptores existentes que não mais atendem à demanda dos esgotos gerados, problemas estes que se apresentam na forma de remanso de esgotos, constantes entupimentos e vazamentos periódicos.

5.1.1 Definição das áreas a serem contempladas

Procurou-se a prefeitura municipal de Bambuí afim de se obter projetos e informações existentes sobre o dimensionamento da rede de esgotamento sanitário realizado no ano de 2007.

Desse modo, constatou-se que a sede do município de Bambuí encontra-se assentada à montante do ponto de encontro de três pequenas bacias hidrográficas dos córregos do Barreiro, dos Quartéis e das Almas. O local de implantação da Estação de Tratamento de Esgoto está situado no encontro dos três cursos d'água supracitados, como pode ser visualizado na FIG.8.

Figura 8 – Localização do sistema de esgotamento sanitário projetado



Fonte: A autora, 2018.

Este estudo abrangeu apenas a área urbana do município de Bambuí, tendo em vista a maior concentração de casas e arruamentos, o que possibilita uma concepção mais viável técnica e economicamente. Portanto, a porção da população rural do município deve possuir tratamento individual de esgoto sanitário em seus domicílios.

5.2 Concepção e justificativa do projeto

Todo o sistema de esgotamento sanitário, objeto do presente estudo, foi projetado adotando-se uma vida útil de 40 anos, ou seja, considerando o crescimento populacional da área urbana da sede do município desde o ano de 2007 até o ano de 2047.

Em resumo, os estudos e projetos foram elaborados afim de se prever a implantação dos seguintes equipamentos do sistema de esgotamento sanitário:

- Ações a serem realizadas na Bacia do Córrego do Barreiro: substituição do interceptor existente de forma a se promover a interligação dos lançamentos finais de esgotos da rede coletora existente na bacia com o novo interceptor de esgotos a ser implantado;
- Ações a serem realizadas na Bacia do Córrego dos Quartéis: substituição do interceptor existente, implantação de novos trechos de redes coletoras de esgotos de forma a se promover a interligação dos lançamentos finais de esgotos da rede coletora existente na bacia com o novo interceptor de esgoto a ser implantado e a implantação de ligações prediais de esgotos ao longo das redes coletoras implantadas; e

- Ações a serem realizadas na Bacia do Córrego das Almas: substituição de trechos da rede coletora de esgotos existente na região central da cidade que não está funcionando de forma adequada e eficiente, promovendo a interligação com o interceptor contemplado no projeto da ETE e a implantação de ligações prediais de esgotos ao longo das redes coletoras implantadas.

5.2.1 Topografia

Para fins de atualização, os projetos foram refeitos utilizando um *software* de desenho assistido por computador e, posteriormente, enviados para atualização dos níveis da cidade adotando o levantamento topográfico do município realizado em 2017 sobre os cuidados do responsável pelo mesmo, sendo respeitada a concepção estabelecida pelo projeto já dimensionado.

A nova rede foi traçada, evitando interferências com a existente, sendo locadas de forma a atender a todos ou, pelo menos, à maioria dos pontos de geração de esgotos do arruamento, buscando evitar traçados fora dos logradouros públicos.

Ainda de acordo com a análise dos projetos disponibilizados pela prefeitura, o lançamento das canalizações manteve o sentido de escoamento acompanhando a declividade natural do terreno, de modo a minimizar os volumes de escavação.

5.2.2 Uso do solo

As áreas de implantação das redes coletoras de esgoto possuem uso público, pois as mesmas serão implantadas somente em logradouros públicos, em ruas, avenidas e estradas municipais.

Já os interceptores de esgotos serão implantados em terrenos contíguos aos cursos d'água respectivos, em locais onde não existem edificações ou equipamentos a serem demolidos.

A prefeitura municipal desapropriou a área de interesse do projeto, áreas estas sabidamente, de pouco valor e de reduzida utilização por parte de seus proprietários.

5.3 Metodologia de dimensionamento

O dimensionamento do sistema de esgotamento sanitário deste trabalho foi realizado conforme metodologia descrita em Crespo (2001).

A partir da verificação dos traçados impostos pelo projeto de 2007, foram definidos os

elementos de cálculo para o dimensionamento da rede. Os coletores e os trechos mantiveram a numeração de montante para jusante conforme projeto em análise, assim como os comprimentos dos trechos, determinando-se então, as cotas topográficas de montante e jusante, contribuições, declividades e os diâmetros dos tubos compatíveis com a vazão de cada trecho de projeto.

5.3.1 Definição da população de projeto

O estudo populacional foi atualizado em relação ao projeto existente e baseou-se nos dados de setores censitários do IBGE, adotando-se uma vida útil de 29 anos para o empreendimento, ou seja, considerando o crescimento populacional da área urbana da sede do município desde o ano de 2018 até o ano de 2047. A previsão da população para 2047 foi calculada a partir da Equação 10:

$$P = P_0 (1 + y)^t \quad (10)$$

em que:

P_0 = População atual;

y = Taxa de crescimento populacional anual; e

t = Tempo considerado.

Para se obter a taxa de crescimento populacional anual (y), utilizou-se a Equação 11:

$$y = [(P_t / P_0)^{1/n} - 1] \times 100 \quad (11)$$

em que:

P_t = População final;

P_0 = População no começo do período considerado; e

n = número de anos no período.

Desse modo, a população de projeto a ser considerada foi de 37.325 habitantes, referente à população urbana. Sendo assim, o sistema projetado terá condições de atender uma população inicial de 23.757 habitantes, podendo chegar a até 37.325 habitantes no final do período de projeto, operando com utilização plena de sua capacidade.

5.3.2 Cálculo das vazões

Para o cálculo das vazões, foi necessária a obtenção da estimativa de comportamento populacional para o município, conforme tópico 5.3.1.

Além disso, foi necessário obter o valor referente ao consumo de água *per capita* da cidade de Bambuí, sendo esse valor informado pela concessionária local de abastecimento de água, a COPASA, que informou que a vazão média anual de água consumida, considerando perdas durante o abastecimento, é de 136 L / hab. dia. A vazão de esgoto, por sua vez, representa 80% desse valor, sendo 20% da água perdida por meio de evaporação, lavagem de carros e passeios, irrigação de jardins, entre outros (CRESPO, 2001). Então, foi calculada a contribuição *per capita* de esgoto doméstico no município de Bambuí, resultando em 109 L / hab. dia.

O comprimento da rede coletora foi determinado para cada bacia de contribuição, referindo-se ao somatório dos comprimentos dos trechos. As medidas levantadas para o projeto da rede coletora de esgoto são:

- Bacia Córrego do Barreiro = 2.212,88 m;
- Bacia Córrego das Almas = 7.015,13 m;
- Bacia Córrego dos Quarteis = 10.246,52 m; e
- Junção das bacias = 444,01 m.

De acordo com o projeto executivo em estudo, todo o sistema de esgotamento sanitário do município será implantado utilizando-se tubos condutores dotados de junta elástica. A partir do exposto na TAB. 1, as vazões de infiltração foram calculadas utilizando o coeficiente de 0,05 L/s km para a rede de coleta secundária, considerando locais com baixa permeabilidade do solo, e de 1,00 L/s km para o coletor tronco

De posse dos dados supracitados, foi possível fazer, trecho à trecho de cada bacia, o dimensionamento das vazões de montante (Equação 1), de contribuição (Equação 6) e de jusante (Equação 7).

Para os trechos de coletor tronco, onde não há instalação de ligações prediais, considerou-se como vazão de contribuição apenas o ingresso permanente de águas estranhas no interior das canalizações através das passagens pelas juntas (TAB. 1) adicionada ao somatório de todas as descargas dos coletores afluentes ao poço de visita resultando na vazão de jusante (Q_{jus}). Os trechos isentos de ligações prediais estão apresentados no QUADRO 1.

Quadro 1 – Trechos onde não há incidência de coletores prediais

Bacia	Trecho
Bacia Córrego do Barreiro	RAE.01 – IA.25
Bacia Córrego das Almas	IC.01 – IBC.02
Bacia Córrego dos Quartéis	PVE – IBB.01 IBB.01 – IBC. 01 PVE.01 – IBB.09
Junção das bacias	IBC.01 – IA.25 IA.25 – ETE

Fonte: A autora, 2018.

5.3.3 Declividade mínima e declividade de projeto

Dimensionou-se a declividade mínima (I_0) considerando a Equação 8, onde, para vazão inicial (Q_i), foi adotado o valor da vazão de montante (Q_{mon}) referente a cada trecho para as três bacias de contribuição, exceto onde o valor de vazão de montante foi inferior a 1,5 l/s. Para essas situações, admitiu-se que a quantidade mínima de esgoto a circular nas extremidades do sistema foi igual à contribuição de uma válvula de descarga de um vaso sanitário, adotando o valor para $Q_i = 1,5$ l/s.

O dimensionamento da declividade de projeto (I_t) foi realizado a partir da Equação 12:

$$I_t = \frac{CCM - CCJ}{L_t} \quad (12)$$

Em que:

CCM = Cota do coletor a montante (m);

CCJ = Cota do coletor a jusante (m); e

L_t = Comprimento do trecho (m).

5.3.4 Diâmetro de projeto e vazão à seção plena

Com o auxílio da Tabela de Manning (ANEXO A), foi adotado um diâmetro de coletor em que a vazão de jusante (Q_{jus}) do trecho se manteve inferior a 50% da vazão a seção plena (Q_{ple}). O critério exigido para verificação dos diâmetros corresponde à relação apresentada pela Equação 9.

5.4 Redes coletoras, interceptores, emissários e órgãos acessórios

Segundo projeto em análise, todo o sistema de esgotamento sanitário do município será implantado utilizando tubos condutores em PVC JE NBR-7362 ou em Ferro Fundido (FoFo), ambos dotados de junta elástica, com diâmetros nominais comerciais. Ainda de acordo com as informações obtidas, a presença de solo mole no fundo das valas implicará na execução de um leito drenante e reforço da base de assentamento dos coletores utilizando bica corrida de brita número 0, na espessura de 25 cm.

Os Poços de Visita (PV) serão executados em anéis pré-moldados de concreto armado com diâmetro de 1200 mm, assentados com argamassa impermeável e serão acessados através de um tampão de ferro fundido articulado e dotado de junta de estanqueidade com diâmetro de abertura igual a 600 mm.

Ainda de acordo com as informações obtidas, no início dos trechos da rede de coleta serão instalados Terminais de Limpeza (TL). Estes serão executados em tubos verticais em PVC JE, com diâmetro de 150 mm, interligados com o tubo coletor da rede coletora através de uma curva de 90°, sendo tanto o topo quanto a base do TL ancorados em concreto. Para fechamento superior dos TL's, foi proposta a utilização de um tampão quadrado de ferro fundido com dimensões de 300 x 300 mm também dotado de juntas de estanqueidade. Os referidos tampões terão como principais finalidades a viabilização de vistorias e manutenções periódicas na rede coletora.

5.5 Análise dos dados

Após o redimensionamento da rede coletora de esgotos para o município de Bambuí-MG, o novo projeto foi confrontado com o projeto dimensionado no ano de 2007 e as inconsistências detectadas foram devidamente discutidas.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Dimensionamento e análise dos resultados

Estimou-se o alcance de projeto do sistema de esgotamento sanitário em 29 anos. Logo, considerando o dimensionamento realizado em 2007, o número de habitantes para o final do período de projeto foi alterado, passando de 40.907 habitantes para 37.325 habitantes em 2047.

Segundo Pereira e Soares (2006), o período médio de projetos no Brasil é estimado em 20 à 30 anos. Isso pode ser justificado pela composição orçamentária dos sistemas de coleta em função dos custos de escavação, escoramento, instalação das canalizações, reaterro, compactação e recomposição do asfalto sobre o custo investido no aumento dos diâmetros das tubulações.

O consumo médio *per capita* é o volume diário médio anual de água utilizada por um habitante (PEREIRA; SOARES, 2006). Assim, desconsiderando-se as perdas que ocorrem desde o momento da captação da água no manancial até a distribuição pelos reservatórios e durante o consumo de água nas residências, a contribuição *per capita* utilizada para dimensionamento deste trabalho foi de 109 L / hab. dia.

Para o sistema de esgotamento sanitário em análise, a empresa responsável pelo dimensionamento em 2007 adotou o valor de consumo igual a 150 L / hab. dia. Esse valor é considerado, em condições normais de consumo, a média do Brasil (CRESPO, 2001). Em se tratando do dimensionamento de projetos, de um modo geral, deve-se sempre trabalhar com valores médios locais ou regionais, para que se evite o sub ou superdimensionamento que sempre podem ocorrer quando se adotam médias nacionais.

O comprimento total referente à cada bacia de contribuição foi obtido por meio do somatório dos comprimentos dos trechos, apresentados no ANEXO B. No entanto, os valores adotados pelo dimensionamento de 2007 e 2018 não foram compatíveis (TAB. 2).

Tabela 2 – Comparativo dos resultados obtidos para o comprimento total de cada bacia de contribuição

Bacia	Dimensionamento em 2007	Dimensionamento em 2018
Bacia Córrego do Barreiro	2.329,10 m	2.212,88 m
Bacia Córrego das Almas	5.980,60 m	7.015,13 m
Bacia Córrego dos Quartéis	10.622,95 m	10.246,52 m
Junção das bacias	439,95 m	444,01 m
TOTAL	19.372,60 m	19.918,54 m

Fonte: A autora, 2018.

A vazão de infiltração é estabelecida em função da extensão da rede de esgotamento sanitário, portanto, não tem nenhuma relação com a população atendida, vazões e suas variações. Na ausência de dados locais específicos, recomenda-se a faixa de valores entre 0,05 a 1,0 l/s por km de extensão da rede (JORDÃO; PESSOA, 2009).

Com base nas informações cedidas pela prefeitura do município, todo o sistema de esgotamento sanitário será implantado utilizando tubos condutores dotados de junta elástica. Assim, em conformidade com a TAB. 1, obteve-se os resultados conforme TAB. 3. Para o dimensionamento realizado em 2007, os valores de vazão de infiltração variaram entre 0,001 L/s km e 0,032 L/s km, valores abaixo dos recomendados por Jordão e Pessoa (2009) bem como daqueles apresentados na TAB. 1, indicando uma subestimativa das vazões de infiltração e, conseqüente, das vazões de contribuição dos trechos da rede.

Tabela 3 – Resultados obtidos para cálculo da vazão de contribuição (Q_{con})

Bacia	Coletor	Q_e (l/s)	Q_i (l/s)	Q (l/s)	q (l/s m)
Bacia Córrego das Almas	Coletor tronco	84,759	7,015	91,774	0,013
	Coletor secundário	84,759	0,351	85,110	0,012
Bacia Córrego dos Quartéis	Coletor tronco	84,759	10,247	94,005	0,009
	Coletor secundário	84,759	0,512	85,271	0,008
Bacia Córrego do Barreiro	Coletor tronco	Apenas ingresso permanente de águas estranhas.			
Junção das bacias	Coletor tronco	Apenas ingresso permanente de águas estranhas.			

Fonte: A autora, 2018

Por análise de concepção do projeto tem-se que o Trecho RAE.01 – IA.25, presente ao longo do Córrego do Barreiro, não atende mais sua finalidade, sendo necessário a substituição do interceptor. O Poço de Visita RAE.01, presente na bacia em questão, promove a interligação da rede de esgoto existente com a nova, então, conforme informações cedidas, a vazão de

montante para esse PV é de 5,820 l/s. Além disso, o Poço de Visita IA.05 e o Poço de Visita IA.08 também recebem contribuição da rede coletora existente da bacia sendo, 5,826 l/s e 5,822 l/s respectivamente.

A Bacia do Córrego das Almas faz parte da região central de Bambuí e, por se tratar de uma região antiga da cidade, constatou-se a necessidade de substituir a rede coletora existente por não mais atender seu desígnio. A implantação do Trecho IC.01 – IBC.02 promoverá a interligação com o novo interceptor do Córrego dos Quartéis.

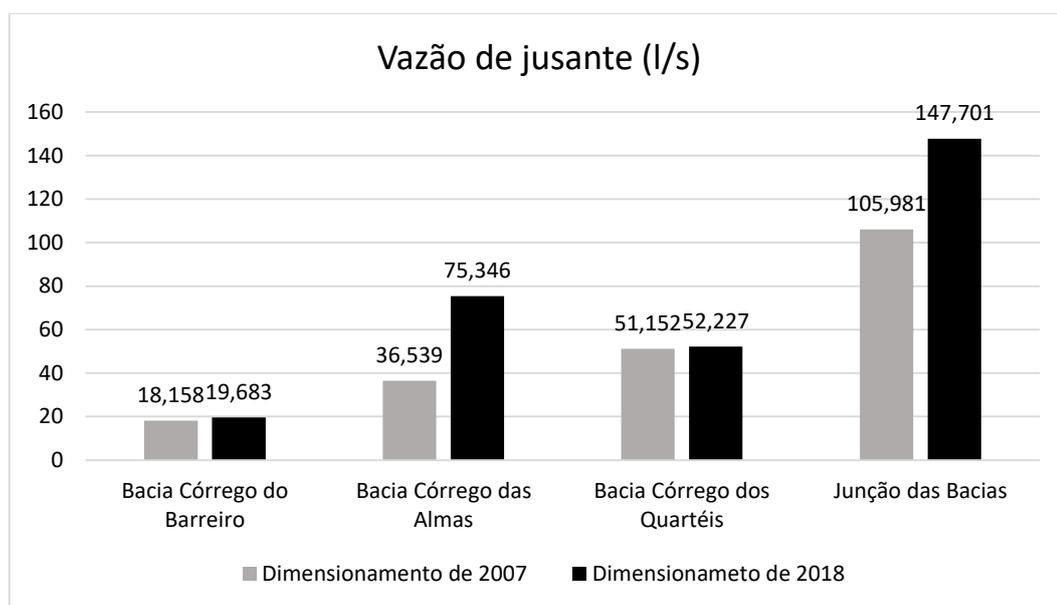
A Bacia do Córrego dos Quartéis contempla uma região nova da cidade, fazendo-se necessário a implantação de novos trechos coletores. O Poço de Visita PVE (Trecho PVE – IBB.01) promove a interligação da rede de esgoto existente com o novo interceptor do Córrego dos Quartéis, recebendo uma vazão advinda da rede anterior de 6,090 l/s e, conseqüentemente, foi prevista a substituição do Trecho IBB.01 – IBC. 01, trecho esse responsável por transportar o esgotamento até a montante do trecho final que antecede a ETE.

Por fim, dentro desse entorno, o Trecho IBC.01 – IA.25 foi projetado à montante do Trecho IA.25 – ETE, responsável pela união das três bacias. Todo o esgoto captado pelo sistema apresentado é direcionado à ETE por meio do Trecho IA.25 – ETE, sendo este trecho denominado emissário final.

A identificação dos trechos supracitados pode ser feita no ANEXO C.

Os resultados obtidos para a vazão de jusante no final de cada bacia e no encontro das mesmas até a ETE, considerando os dois cenários, estão representados no GRAF. 1.

Gráfico 1 – Comparativo dos resultados obtidos na vazão de jusante em cada Bacia



Fonte: A autora, 2018.

A partir da análise dos valores obtidos, tem-se que a vazão de jusante referente às Bacias do Córrego do Barreiro e do Córrego dos Quartéis tiveram um acréscimo pouco significativo nos valores atuais em comparação com o dimensionamento em análise. A variação observada para essas bacias, que foi uma variação discreta, pode ser justificada devido às alterações nos dados necessários para os cálculos das vazões.

No entanto, observa-se também que a vazão de jusante referente à Bacia do Córrego das Almas teve um aumento expressivo quando comparada com o dimensionamento realizado em 2007. Além disso, verifica-se que, embora o comprimento total da Bacia do Córrego dos Quartéis seja maior que o comprimento total da Bacia do Córrego das Almas, sua vazão final se manteve inferior quando comparadas.

A rede de esgotamento sanitário é responsável por receber o esgoto lançado pelas instalações prediais, sendo necessário que as tubulações de esgoto sejam capazes de coletar as contribuições ao longo dos anos, atendendo à vazão de esgoto sanitário durante todo o período de projeto (PEREIRA; SOARES, 2006).

Segundo Nuvolari (2009), no sistema de esgoto, a extensão integrada dos coletores prediais é muitas vezes maior do que a extensão total da rede de esgoto. Portanto, ao se comparar as duas bacias, foi possível verificar que apenas 45,51% da Bacia dos Quartéis recebe ramais domiciliares, totalizando 73 trechos com essa finalidade. Do mesmo modo, conclui-se que 84,62% da Bacia do Córrego das Almas recebe esgoto lançado pelas instalações prediais, sendo 94 trechos destinados a esse fim, justificando então, a vazão obtida.

Dimensionou-se a declividade mínima satisfazendo o critério de tensão trativa, sendo calculada em função da vazão de montante, assim como foi observado no dimensionamento já existente. Nos trechos onde a vazão de montante foi inferior à 1,5 l/s, adotou-se esse valor, admitindo-se que essa vazão é a quantidade mínima de esgoto a circular nas extremidades do sistema, gerando para estes casos específicos, uma declividade mínima de 0,455%.

A tensão trativa é definida como a componente tangencial do peso do líquido sobre a unidade de área da parede do coletor e que atua sobre o material sedimentado, promovendo seu arraste (NUCASE, 2008).

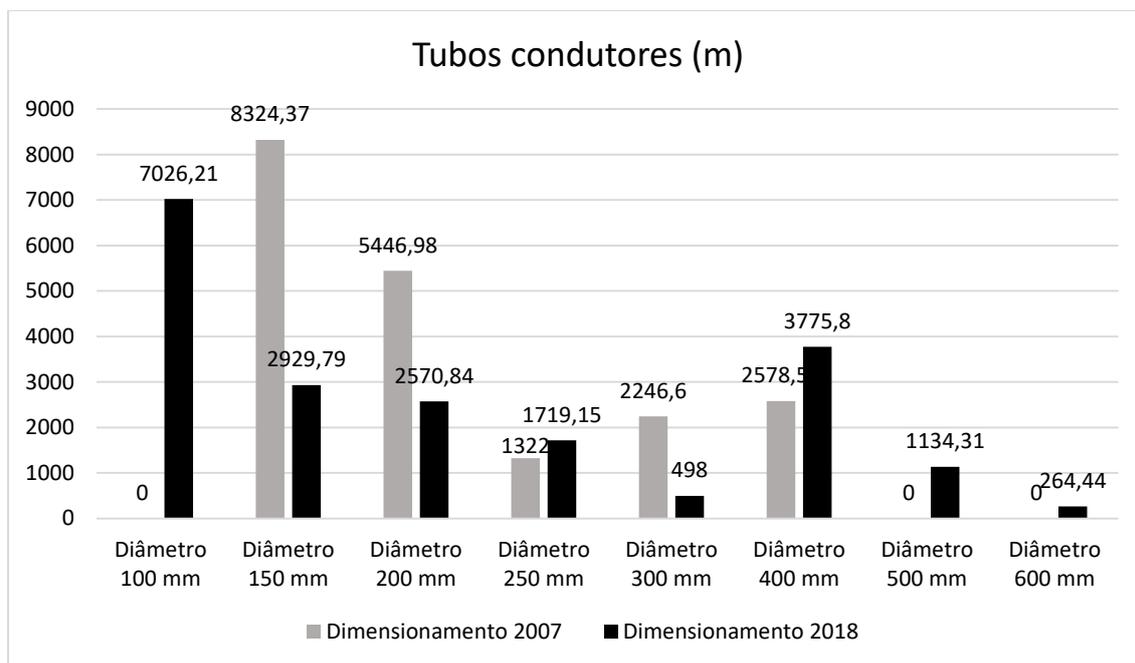
Conforme preconiza a NBR 9.649 (ABNT, 1986), a declividade de cada trecho da rede coletora não deve ser inferior à mínima admissível. A determinação da declividade está vinculada ao conceito de autolimpeza e à economia do investimento. Assim, os trechos onde a declividade de projeto foi inferior à declividade mínima, houve a necessidade de pequenos ajustes na profundidade do poço de visita a jusante, sendo posteriormente, ajustado o valor da declividade de projeto.

As características do projeto (ANEXO C), condicionadas pelo plano de escoamento, possibilitou a adoção de diâmetros entre 100 mm e 600 mm para o sistema de coleta. De acordo com a NBR 9.649 (ABNT, 1986), a maior lâmina admissível deve ser 50 % do diâmetro do coletor, assegurando-se a ventilação do trecho.

Nos casos em que a profundidade de escoamento superou a metade da seção circular, adotou-se o diâmetro imediatamente superior ou, sempre que possível, optou-se por aumentar a declividade ligeiramente possibilitando a manutenção do mesmo diâmetro. Sendo assim, entre as várias declividades oferecidas pela Tabela de Manning (ANEXO A), foi adotada a que permitiu alcançar menor custo.

Os resultados obtidos em função dos diâmetros adotados, considerando os dois cenários deste trabalho, estão representados no GRAF. 2.

Gráfico 2 – Comparativo entre os diâmetros adotados em cada bacia.



Fonte: A autora, 2018.

Ao se comparar o dimensionamento de 2007 com o dimensionamento de 2018, vê-se uma grande diferença em relação aos diâmetros, principalmente, nas tubulações referentes a 100 mm e 150 mm.

A NBR 9.649 (ABNT, 1986) admite o diâmetro de 100 mm (DN 100) como mínimo a ser utilizado em redes coletoras de esgoto sanitário. Entretanto, a adoção do diâmetro mínimo igual a 150 mm (DN 150) para o dimensionamento de 2007 pode estar relacionado a uma possível margem de segurança admitindo que o esgoto sanitário, além de substâncias orgânicas e minerais dissolvidos, leva também substâncias coloidais e sólidos de maior dimensão, podendo formar incrustações nas paredes e no fundo dos condutos, o que não é conveniente para o seu funcionamento hidráulico, ou seja, para o escoamento.

No dimensionamento de 2018, adotaram-se valores para diâmetros progressivos entre 100 mm e 600 mm. Ao comparar o GRAF. 1 com os resultados obtidos no GRAF. 2, nota-se que a vazão no dimensionamento de 2018 foi maior que a vazão referente ao dimensionamento de 2007 e, portanto, resultou na necessidade de coletores com diâmetros superiores ao dimensionamento anterior. A presença de coletores com diâmetro superior a 400 mm são evidenciados nos coletores tronco, em especial, próximo a instalação da ETE.

Os resultados obtidos no dimensionamento da rede de esgotamento sanitário estão presentes no ANEXO B.

6.2 Redes coletoras, interceptores, emissários e órgãos acessórios

Para a escolha adequada do material a ser utilizado no sistema de esgotamento sanitário, devem ser levados em consideração os aspectos referentes à caracterização do solo, características do esgoto, esforços a que estará sujeita a tubulação, diâmetros disponíveis no mercado e custos para implantação (NUCASE, 2008).

A definição pela utilização de tubos condutores em PVC JE NBR-7362 ou em Ferro Fundido (FoFo) dotados de junta elástica para todo o sistema de esgotamento sanitário pode ser justificada pelo fato de que a maior parte do sistema será implantado em áreas alagadas. A utilização da junta elástica minimizará a infiltração de água para dentro dos coletores. Além disso, os tubos de PVC têm como principal característica a alta resistência à corrosão, ou seja, em regiões alagadas, constitui-se na principal alternativa de utilização. Os coletores em FoFo são previstos apenas sob a ferrovia próxima à área da ETE.

Admitiu-se para os dois cenários, a altura mínima entre o nível da superfície e o da geratriz superior externa do tubo de 0,90 m em todo o traçado da rede coletora de esgotamento sanitário, em conformidade com NBR 9.649 (1986).

A presença de solo mole no fundo das valas implicará, segundo projeto, na execução de um leito drenante para reforço da base de assentamento dos coletores em bica corrida de brita número 0, na espessura de 25 cm. O leito drenante deve ser utilizado quando o solo no fundo da cava é de boa qualidade com o nível de água alto. Recomenda-se executar o lastro utilizando brita 3 e 4 (FONSECA et al., 2014).

Devido à presença de grande quantidade de sólidos nos esgotos, é necessário que as canalizações tenham órgãos acessórios. Estes são utilizados com a finalidade de evitar ou, pelo menos, minimizar entupimentos nos pontos singulares das tubulações, possibilitando ainda o acesso de pessoas ou equipamentos a esses pontos (NUCASE, 2008).

Em obediência à NBR 9.649 (1986), estão previstos Poços de Visita (PV) em todos os pontos singulares da rede coletora, tais como nas mudanças de direção, de declividade, de diâmetro e de material e na junção de coletores. Ainda em acordo com a norma, estão previstos Terminais de Limpeza (TL) em substituição a Poços de Visita (PV) no início de coletores.

Com base no projeto de 2007, verifica-se que a dimensão da câmara em planta para os poços de visita é de 1200 mm, assim, conclui-se que a dimensão estabelecida em 2007 atende à NBR 9.649 (ABNT, 1986) sendo, o mínimo a ser considerado, 800 mm de diâmetro. Além disso, estão previstos para os poços de visita tampão em ferro fundido articulado e dotado de junta de estanqueidade com diâmetro de 600 mm, sendo este considerado o diâmetro mínimo

pela norma. Salienta-se que os tampões deverão ficar acima da cota de enchente para minimizar o ingresso de águas.

O espaçamento entre órgãos acessórios consecutivos, ou seja, o comprimento de um trecho, deve ser limitado pelo alcance dos equipamentos de desobstrução adotando normalmente, a distância de 100m (NUCASE, 2008).

O comprimento dos trechos foram determinados do eixo da singularidade de montante até o eixo da singularidade de jusante, conforme projeto de 2007. No entanto, os trechos apresentados na TAB. 4 podem ser revisados com o intuito de se diminuir a quantidade de trechos com pequenos acréscimos nos comprimentos de 100 m e acrescentando tubo de inspeção e limpeza (TIL) ao longo dos comprimentos de maior extensão, permitindo a inspeção e introdução de equipamentos de limpeza, beneficiando a desobstrução dos tubos quando necessário.

Tabela 4 – Trechos com comprimento superior a 100 m

Bacia	Trechos	Comprimento (m)
Bacia Córrego do Barreiro	RAE.01 – IA.01	104,97
	IA.01 – IA.02	105,50
	IA.02 – IA.03	105,88
	IA.13 – IA.14	109,91
	IA.14 – IA.15	100,33
	15 – IA.16	100,56
	IA.17 – IA.18	100,99
Bacia Córrego das Almas	RCB.06 – RCB.07	102,20
Bacia Córrego dos Quartéis	RBE.11 – RBE.08	126,00
	RB.06 – RB.05	105,24
	RB.02 – RB.01	103,81
	RB.01 – IBB.09	104,56
	RB.11 – RB.12	101,41
	RB.06 – IBB.16	100,19
	IBA.05 – IBA.06	110,00
	IBB.07 – IBB.08	104,49
	IBB.11 – IBB.12	101,82
	IBB.20 – IBB.21	102,44
	IBB.22 – IBB.23	100,50
	IBB.24 – IBB.25	100,46
IBB.47 – IBB.48	101,51	
IBB.48 – IBB.49	104,00	
Junção das Bacias	-	-

Fonte: A autora, 2018.

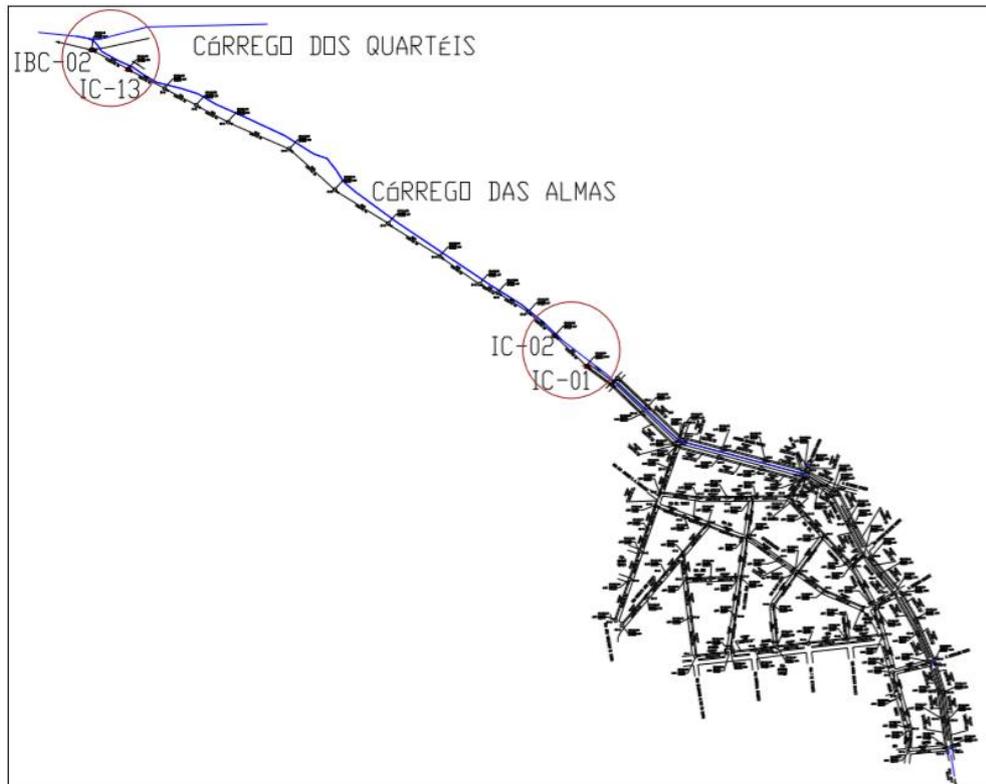
6.2.1 Estação elevatória

Todo escoamento da Bacia do Córrego do Barreiro e da Bacia do Córrego dos Quartéis foi realizado como condutos livres, sendo respeitados todos os critérios recomendados de declividade, tensão trativa e profundidade da rede.

Constatou-se no Trecho IC.01 – IC.02 e no Trecho IC.13 – IBC.02, inseridos na Bacia do Córrego das Almas, que as profundidades das tubulações ficaram em inconformidade com o sentido de escoamento para condutos livres, fazendo-se necessário bombear os esgotos para um nível mais elevado. A partir do ponto de elevação, os esgotos voltarão a fluir por gravidade.

A FIG. 9 representa o local em que os trechos supracitados estão inseridos dentro da Bacia do Córrego das Almas.

Figura 9 - Localização dos trechos onde se constatou a necessidade de implantação da Estação Elevatória (EEE)



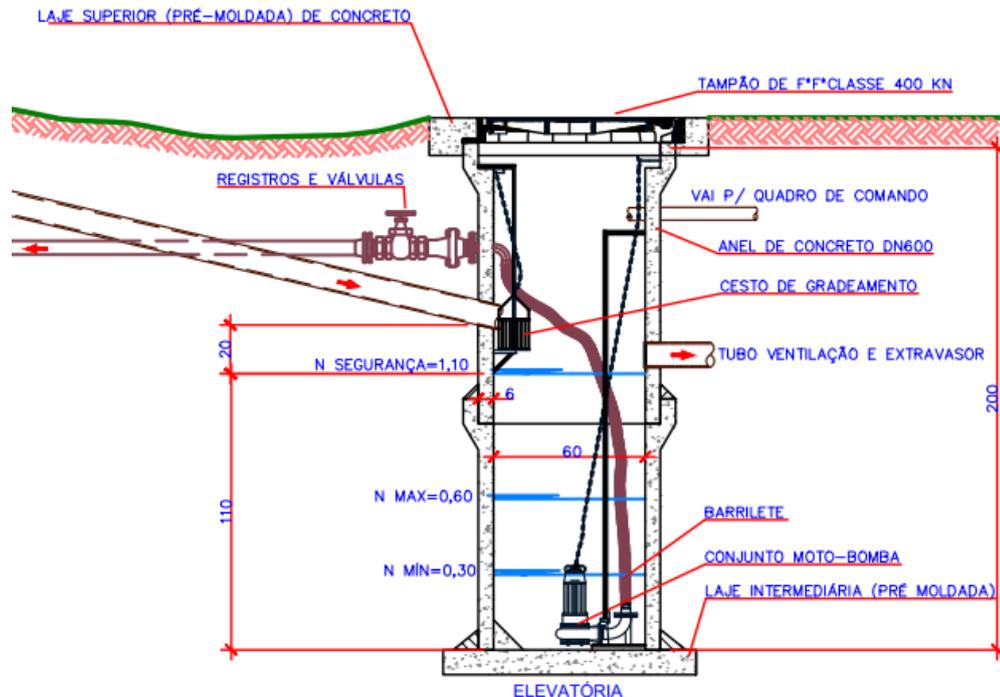
Fonte: A autora, 2018.

De acordo com a NBR 12208 (ABNT, 1992), a estação elevatória de esgoto sanitário é a instalação que se destina ao transporte do esgoto do nível do poço de sucção das bombas ao nível de descarga na saída do recalque, acompanhando aproximadamente as variações da vazão

afluente.

A FIG. 10 apresenta, de forma ilustrativa, um modelo de Estação Elevatória de Esgoto (EEE).

Figura 10 - Modelo esquemático de uma Estação Elevatória de Esgoto



Fonte: Santos (2014)

O escoamento forçado processa-se à seção plena em condutos fechados e sob pressão geralmente maior que a atmosférica (NUVOLARI, 2009).

Segundo Oliveira (2017), a altura de sucção é o desnível geométrico entre o nível dinâmico da captação e o bocal de sucção da bomba e, a altura de recalque, é o desnível geométrico entre o bocal de sucção da bomba e o ponto de maior elevação do fluido até o destino final da instalação.

O poço de sucção é uma estrutura de transição que recebe as contribuições dos esgotos afluentes e mantém o líquido armazenado de forma adequada para que ocorra o bombeamento.

A capacidade dos poços de sucção deve ser estabelecida de maneira a assegurar regularidade no trabalho das bombas (AZEVEDO NETTO et al, 2007).

A altura manométrica é a altura total (ou carga hidráulica total) exigida pelo sistema. A bomba deverá ceder energia suficiente ao fluido para que este alcance essa altura. São levados em consideração os desníveis geométricos de sucção e de recalque e as perdas de carga por atrito na tubulação (OLIVEIRA, 2017).

Ressalta-se que as estações elevatórias deverão ser constituídas de 2 (dois) conjuntos motor/bomba, sendo um operativo e o outro de reserva.

O traçado das redes coletoras de cada bacia de contribuição bem como o posicionamento das estações elevatórias, podem ser visualizados no ANEXO C deste estudo.

No dimensionamento realizado em 2007, não constam estações elevatórias, podendo-se, enfim, indicar esta problemática como a principal causa da interrupção e ineficácia no referido projeto.

7 CONCLUSÃO

Com base na análise dos projetos, pode-se concluir que, para viabilizar o sistema de esgotamento sanitário dimensionado em 2007, é necessário ampliar os diâmetros dos coletores, à partir do trecho IBB.39 – IBB.40, referente à Bacia do Córrego dos Quartéis, próximo à implantação da ETE e, por conseguinte, a ampliação dos diâmetros da junção das bacias. Além disso, conclui-se pelo redimensionamento do sistema e pela verificação da topografia, a necessidade de implantação de estações elevatórias nos Trechos IC.01 – IC.02 e IC.13 – IBC.02, situados na Bacia do Córrego das Almas.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9649**: projeto de redes coletoras de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1986.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9814**: execução de rede coletora de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1987.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12208**: projeto de Estação Elevatória de Esgoto Sanitário. Rio de Janeiro, 1992.
- AZEVEDO NETTO, A. et al. **Manual de Hidráulica**. 8. ed. São Paulo: Blücher, 1998.
- AZEVEDO NETTO, A.; FERNÁNDEZ, M. F. **Manual de Hidráulica**. 9. ed. São Paulo: Blücher, 2015.
- BAMBUÍ, Prefeitura Municipal. 2018. Disponível em <<http://www.bambui.mg.gov.br>> Acesso em: 18 out. 2018.
- BERNANRDO, Salassier; SOARES, Antônio Alves; MANTOVANI, Everardo Chartuni. **Manual de Irrigação**. 7.ed., Viçosa-MG: Editora UFV, 2005. 611p.
- CARVALHO, J. A.; OLIVEIRA, L. F. C. **Instalações de bombeamento para irrigação**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2014.
- CIDADE-BAMBUÍ. **Município de Bambuí**. 2018. Disponível em <<https://www.cidade-brasil.com.br/municipio-bambui.html>> Acesso em: 12 out. 2018.
- COPASA. Disponível em: <<http://www.copasa.com.br>>. Acesso em: 15 abr. 2018.
- COSTA, B. V. **Sistema de esgotamento sanitário - estudo de caso**: Treviso/SC. Monografia (Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina.Santa Catarina: UFSC, 2012. Disponível em <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/125163/TCC%20-%20Beatriz%20Veras.pdf?sequence=1>> Acesso em 27 set. 2018.
- CRESPO, P. G. **Sistema de esgotos**. Editora UFMG: Belo Horizonte, 2001.
- FONSECA, R. M. da C.; SARMENTO, A. P.; PAULA, H. M. de. **Práticas executivas de redes coletoras de esgoto sanitário**. Revista Eletrônica de Engenharia Civil, v. 9, n. 3, p. 61-69. Goiânia: UFG, 2014.
- FREIRE, A. E.; SANTOS, J. R. N.; MAGALÃES NETO, O. **Rede coletora de esgoto sanitário: simples ou dupla?**. 2009. 114 p. Monografia (Pós Graduação em Engenharia Civil) - PUC–Rio, Rio de Janeiro, 2009.
- GOES, Alex Sandro. **Rede coletora de esgoto sanitário**: estação elevatória de esgoto – projeto. 2012. Disponível em: <<https://www.pmerechim.rs.gov.br/download/33367>>. Acesso em 23 out. 2018.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 07 out. 2018.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 5. ed. Rio de Janeiro: Synergia, 2009.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 6. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: Synergia, 2011.

KSB Megaflo. **Bomba para efluentes e esgoto pré-gradeado**: Manual Técnico. Disponível em <<https://www.hidrocaven.com/productos/1196166871.pdf>> Acesso em 17 out. 2018.

LEONETI, A. B.; PRADO, E. L.; OLIVEIRA, S. V. W. B.; Saneamento básico no Brasil: Considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 45, n. 2, p. 331-348, mar./abr. 2011.

MACINTYRE, A. J. **Manual de Instalações Hidráulicas e Sanitárias**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

MACINTYRE, A. J. **Instalações Hidráulicas Prediais e Industriais**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

NUCASE, Núcleo Sudeste de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental. **Esgotamento sanitário**: Operação e manutenção de redes coletoras de esgotos: Guia do profissional em treinamento. Brasília: Ministério das Cidades, 2018. Disponível em <<http://nucase.desa.ufmg.br/wp-content/uploads/2013/07/ES-OMRC.pdf>> Acesso em: 12 out. 2018.

NUVOLARI, A. (Coord.); MARTINELLI, A. et al. **Esgoto Sanitário Coleta, Transporte, Tratamento e Reuso Agrícola**. 2. ed. São Paulo: Blücher, 2011.

OLIVEIRA, G. F. **Ensaio na bancada de bomba centrífuga do leener da UFJF visando a economia de energia**. Monografia (Curso de Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Juiz de Fora. UFJF: Juiz de Fora, 2017. Disponível em <http://www.ufjf.br/eletrica_energia/files/2016/11/TCC-Gustavo-Fernandes.pdf> Acesso em 07 out. 2018.

PEREIRA, J. A. R.; SOARES, J. M. **Rede Coletora de Esgoto Sanitário Projeto, Construção e Operação**. 21. ed. Belém: UFPA, 2006.

PIRES, F. M. B. **Sistema de esgotamento sanitário estudo de caso: Maré**. 2018. 157 p. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

RODRIGUES, G. P.W. **Computação Gráfica e Modelagem Computacional Aplicadas ao Traçado e Dimensionamento Hidráulico de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário**. 2006. 166 p. Dissertação (Mestrado em Saneamento Ambiental) - Universidade Federal do Ceará, Ceará, 2006.

SANTOS, P. F. dos. **Estudo de alternativas para concepção de sistemas de esgotamento sanitário em áreas isoladas, conforme metas 35, 36 e 37 e 38 do Plano de Saneamento Básico de Florianópolis/SC.** Monografia (Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina: UFSC, 2014. Disponível em <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/124716/TCC_IGOR_P_FLORIANO.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 07 out. 2018.

SILVA, V. M. **Plano Diretor Setorial do Sistema de Esgotamento Sanitário: Alternativas de Concepção Para a Área de Maior Adensamento Populacional do Município de Belém-PA.** 2005. 199 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) - Universidade Federal do Pará, Pará, 2005.

SOUZA et al. Saneamento Básico no Estado de Roraima: Situação Atual e Perspectivas. **Análise**, Porto Alegre, v.21, n. 2, p. 151-161, jul./dez. 2010.

VIEIRA, E. A. Análise de Projeto e Operação de Estação de Tratamento de Esgoto em Cravinhos (SP), Brasil. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, São Paulo, v. 5, n. 5, p. 940-949, jan. 2012.

VON SPERLING, M. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de esgotos.** 2. ed. rev. e atual. Belo Horizonte: Segrac, 1996.

ANEXO A – Escoamento em condutos circulares operando a seção plena

ESCOAMENTO EM CONDUTOS CIRCULARES OPERANDO A SEÇÃO PLENA						
(Manning n = 0,015)						
Declividade (m/100m)	D = 100mm		D = 150 mm		D = 200 mm	
	V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Q (l/s)
0,10	0,17	1,46	-	-	-	-
0,11	0,18	1,53	-	-	0,31	9,80
0,12	0,19	1,60	-	-	0,32	10,25
0,13	0,20	1,66	-	-	0,34	10,68
0,14	0,20	1,73	-	-	0,35	11,09
0,15	0,21	1,80	-	-	0,36	11,49
0,16	0,22	1,86	-	-	0,37	11,88
0,17	0,23	1,92	0,30	5,47	0,39	12,25
0,18	0,23	1,97	0,31	5,63	0,40	12,61
0,19	0,24	2,03	0,32	5,79	0,41	12,97
0,20	0,24	2,09	0,33	5,95	0,42	13,31
0,21	0,24	2,14	0,34	6,10	0,43	13,64
0,22	0,24	2,19	0,35	6,24	0,44	13,97
0,23	0,24	2,24	0,36	6,39	0,45	14,29
0,24	0,27	2,29	0,36	6,53	0,46	14,60
0,25	0,28	2,34	0,37	6,66	0,47	14,91
0,30	0,30	2,54	0,41	7,31	0,52	16,35
0,35	0,32	2,74	0,44	7,90	0,56	17,67
0,40	0,35	2,93	0,47	8,45	0,60	18,91
0,45	0,37	3,13	0,50	8,97	0,63	20,06
0,50	0,39	3,33	0,53	9,46	0,67	21,16
0,60	0,43	3,61	0,58	10,37	0,73	23,19
0,70	0,46	3,89	0,63	11,21	0,79	25,06
0,80	0,49	4,16	0,67	11,99	0,85	26,80
0,90	0,53	4,44	0,71	12,72	0,90	28,43
1,00	0,55	4,72	0,75	13,41	0,95	29,97
1,10	0,58	4,93	0,79	14,07	1,00	31,44
1,20	0,59	5,15	0,83	14,69	1,04	32,85
1,30	0,63	5,36	0,86	15,30	1,08	34,19
1,40	0,65	5,58	0,89	15,88	1,12	35,49
1,50	0,68	5,79	0,93	16,43	1,16	36,73
1,60	0,70	5,97	0,96	16,98	1,20	37,94
1,70	0,72	6,15	0,99	17,50	1,24	39,11
1,80	0,74	6,33	1,01	18,01	1,28	40,25
1,90	0,76	6,51	1,04	18,50	1,31	41,35
2,00	0,78	6,69	1,07	18,98	1,35	42,43
2,10	0,80	6,85	1,10	19,45	1,38	43,48
2,20	0,82	7,01	1,12	19,91	1,41	44,51
2,30	0,84	7,16	1,15	20,36	1,44	45,51

2,40	0,86	7,32	1,17	20,80	1,47	46,49
2,50	0,88	7,48	1,20	21,23	1,51	47,45
3,00	0,96	8,04	1,31	23,23	1,65	51,98
3,50	1,04	8,61	1,42	25,13	1,78	56,15
4,00	1,12	9,17	1,52	26,86	1,91	60,04
4,50	1,18	9,74	1,61	28,49	2,02	63,68
5,00	1,24	10,30	1,70	30,04	2,13	67,13
6,00	1,36	11,23	1,86	32,01	2,34	73,54
7,00	1,47	12,17	2,01	35,55	2,52	79,44
8,00	1,57	13,10	2,15	38,00	2,70	84,02
9,00	1,66	14,04	2,20	40,31	2,86	90,08
10,00	1,78	14,97	2,40	42,40	3,02	94,05
15,00	2,15	18,07	2,94	52,04	3,70	116,30
20,00	2,50	21,17	3,40	60,10	4,27	134,30

ESCOAMENTO EM CONDUTOS CIRCULARES OPERANDO A SEÇÃO PLENA
(Manning n = 0,015)

Declividade (m/100m)	D = 250mm		D = 300mm		D = 400mm	
	V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Q (l/s)
0,06	-	-	0,31	22,14	0,39	49,05
0,07	-	-	0,33	23,98	0,42	53,12
0,08	0,31	15,49	0,36	25,70	0,45	56,89
0,09	0,33	16,46	0,38	27,31	0,48	60,44
0,10	0,35	17,38	0,40	28,83	0,50	63,79
0,11	0,37	18,26	0,42	30,27	0,53	66,97
0,12	0,38	19,09	0,44	31,65	0,55	70,01
0,13	0,40	19,89	0,46	32,98	0,58	72,92
0,14	0,42	20,66	0,48	34,25	0,60	75,72
0,15	0,43	21,40	0,50	35,47	0,62	78,42
0,16	0,45	22,11	0,51	36,66	0,64	81,03
0,17	0,46	22,81	0,53	37,80	0,66	83,56
0,18	0,47	23,48	0,55	38,92	0,68	86,01
0,19	0,49	24,13	0,56	40,00	0,70	88,40
0,20	0,50	24,77	0,58	41,05	0,72	90,73
0,21	0,51	25,39	0,59	42,08	0,74	92,99
0,22	0,52	26,00	0,60	43,09	0,75	95,21
0,23	0,54	26,59	0,62	44,07	0,77	97,37
0,24	0,55	27,17	0,63	45,03	0,79	99,48
0,25	0,56	27,74	0,65	45,97	0,80	101,56
0,30	0,61	30,42	0,71	50,40	0,88	111,34
0,35	0,66	32,88	0,77	54,48	0,95	120,33
0,40	0,71	35,17	0,82	58,27	1,02	128,69
0,45	0,76	37,32	0,87	61,83	1,08	136,54
0,50	0,80	39,35	0,92	65,19	1,14	143,97
0,60	0,87	43,13	1,01	71,45	1,25	157,77

0,70	0,94	46,61	1,09	77,20	1,35	170,46
0,80	1,01	49,84	1,16	82,55	1,45	182,27
0,90	1,07	52,87	1,23	87,58	1,53	193,36
1,00	1,13	55,74	1,30	92,33	1,62	203,85
1,10	1,19	58,47	1,37	96,85	1,70	213,82
1,20	1,24	61,08	1,43	101,17	1,77	223,35
1,30	1,29	63,58	1,48	105,31	1,85	232,49
1,40	1,34	65,99	1,54	109,30	1,92	241,28
1,50	1,39	68,31	1,60	113,14	1,98	249,76
1,60	1,43	70,56	1,65	116,86	2,05	257,97
1,70	1,48	72,73	1,70	120,46	2,11	265,92
1,80	1,52	74,84	1,75	123,96	2,17	273,64
1,90	1,56	76,90	1,80	127,36	2,23	281,15
2,00	1,60	78,90	1,84	130,67	2,29	288,46
2,10	1,64	80,85	1,89	133,91	2,35	295,59
2,20	1,68	82,76	1,93	137,06	2,40	302,55
2,30	1,72	84,62	1,98	140,15	2,46	309,36
2,40	1,76	86,44	2,02	143,16	2,51	316,02
2,50	1,79	88,23	2,06	146,12	2,56	322,55
3,00	1,96	96,66	2,26	160,08	2,81	353,36
3,50	2,12	104,41	2,44	172,92	3,03	381,70
4,00	2,27	111,63	2,61	184,87	3,24	408,07
4,50	2,41	118,41	2,77	196,00	3,44	432,84
5,00	2,54	124,82	2,92	206,71	3,63	456,26
6,00	2,78	136,74	3,20	226,45	3,97	499,83
7,00	3,00	147,70	3,46	244,60	4,29	539,90
8,00	3,21	157,90	3,69	261,50	-	-
9,00	3,41	167,48	3,92	277,37	-	-
10,00	3,59	176,55	4,13	292,37	-	-

ESCOAMENTO EM CONDUTOS CIRCULARES OPERANDO A SEÇÃO PLENA

(Manning n = 0,015)

Declividade (m/100m)	D = 500mm		D = 600mm		D = 700mm	
	V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Q (l/s)
0,08	0,47	92,56	0,53	150,51	0,59	227,04
0,09	0,50	98,17	0,56	159,64	0,63	240,81
0,10	0,53	103,49	0,60	168,28	0,66	253,84
0,11	0,55	108,54	0,62	176,49	0,69	266,23
0,12	0,58	113,36	0,65	184,34	0,72	278,06
0,13	0,60	117,99	0,68	191,87	0,75	289,42
0,14	0,62	122,45	0,70	199,11	0,78	300,34
0,15	0,65	126,74	0,73	206,10	0,81	310,88
0,16	0,67	130,90	0,75	212,86	0,83	321,08
0,17	0,69	134,93	0,78	219,41	0,86	330,96
0,18	0,71	138,84	0,80	225,77	0,88	340,56

0,19	0,73	142,64	0,82	231,96	0,91	349,89
0,20	0,75	146,35	0,84	237,98	0,93	358,98
0,21	0,76	149,96	0,86	243,86	0,96	367,84
0,22	0,78	153,49	0,88	249,60	0,98	376,50
0,23	0,80	156,94	0,90	255,21	1,00	384,96
0,24	0,82	160,32	0,92	260,70	1,02	393,24
0,25	0,83	163,62	0,94	266,07	1,04	401,35
0,30	0,91	179,24	1,03	291,47	1,14	439,66
0,35	0,99	193,60	1,11	314,82	1,23	474,88
0,40	1,05	206,97	1,19	336,56	1,32	507,67
0,45	1,12	219,53	1,26	356,97	1,40	538,47
0,50	1,18	231,40	1,33	376,28	1,47	567,59
0,60	1,29	253,49	1,46	412,20	1,62	621,77
0,70	1,39	273,80	1,57	445,22	1,75	671,59
0,80	1,49	292,70	1,68	475,96	1,87	717,96
0,90	1,58	310,46	1,79	504,84	1,98	761,51
1,00	1,67	327,25	1,88	532,14	2,09	802,70
1,10	1,75	343,22	1,97	558,12	2,19	841,88
1,20	1,83	358,48	2,06	582,93	2,28	879,31
1,30	1,90	373,12	2,15	606,74	2,38	915,22
1,40	1,97	387,21	2,23	629,64	2,47	949,77
1,50	2,04	400,80	2,31	651,74	2,55	983,10
1,60	2,11	413,94	2,38	673,11	2,64	1015,34
1,70	2,17	426,68	2,45	693,83	2,72	1046,59
1,80	2,24	439,05	2,53	713,95	2,80	1076,94
1,90	2,30	451,08	2,59	733,51	2,88	1106,45
2,00	2,36	462,80	2,66	752,56	2,95	1135,19
2,10	2,42	474,23	2,73	771,15	3,02	1163,22
2,20	2,47	485,39	2,79	789,30	3,09	1190,60
2,30	2,53	496,30	2,85	807,04	3,16	1217,36
2,40	2,58	506,97	2,92	824,39	3,23	1243,54
2,50	2,64	517,43	2,98	841,39	3,30	1269,18
3,00	2,89	566,81	3,26	921,70	3,61	1390,32
3,50	3,12	612,23	3,52	995,55	3,90	1501,71
4,00	3,33	654,50	3,76	1064,29	4,17	1605,40
4,50	3,54	694,20	3,99	1128,85	4,42	1702,78
5,00	3,73	731,75	4,21	1189,91	4,66	1794,89
5,50	3,91	767,47	4,41	1247,99	4,89	1882,50
6,00	4,08	801,59	4,61	1303,48	5,11	1966,21
6,50	4,25	834,33	4,80	1356,70	5,32	2046,49
7,00	4,41	865,82	4,98	1407,92	5,52	2123,75

ANEXO B – Dimensionamento do sistema de esgotamento sanitário de Bambuí-MG

DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE BAMBUÍ - MG																	
BACIA DE CONTRIBUIÇÃO DE ESGOTOS DO CÓRREGO DO BARREIRO																	
ÍTEM	POÇO DE VISITA		COMP. TRECHO	COTAS DO POÇO DE VISITA MONTANTE			COTAS DO POÇO DE VISITA JUSANTE			VAZÕES (l/s)			DECLIVIDADE (m/100m)		DIA M.	QPLE (l/s)	Q/ QPLE
	Mont.	Jusan	(m)	Terre.	Colet.	Prof	Terre.	Colet.	Prof.	Qmon	Qcon	Qjus	Mín.	Proj.	(mm)		
TRECHO RAE.01 – IA.25 (A SER SUBSTITUÍDO)																	
1	RAE.01	IA.01	104,97	711,840	710,340	1,50	709,640	708,060	1,58	5,820	0,105	5,925	0,240	2,20	150	19,91	0,298
2	IA.01	IA.02	105,50	709,640	708,060	1,58	708,447	706,847	1,60	5,925	0,106	6,031	0,238	1,20	150	14,69	0,411
3	IA.02	IA.03	105,88	708,447	706,847	1,60	703,960	702,560	1,40	6,031	0,106	6,137	0,236	4,00	150	26,86	0,228
4	IA.03	IA.04	99,96	703,960	702,560	1,40	701,896	700,056	1,84	6,137	0,100	6,237	0,234	2,50	150	21,23	0,294
5	IA.04	IA.05	61,00	701,896	700,056	1,84	700,733	699,143	1,59	6,237	0,061	6,298	0,233	1,50	150	16,43	0,383
6	IA.05	IA.06	85,70	700,733	699,143	1,59	699,313	697,313	2,50	12,124	0,086	12,210	0,170	2,10	200	43,47	0,281
7	IA.06	IA.07	79,98	699,313	697,313	2,50	697,248	695,858	1,39	12,210	0,080	12,290	0,170	1,80	200	40,25	0,305
8	IA.07	IA.08	78,00	697,248	695,858	1,39	696,740	694,640	2,10	12,290	0,078	12,368	0,169	1,60	200	37,94	0,326
9	IA.08	IA.09	99,95	696,740	694,640	2,10	694,380	692,750	1,63	18,190	0,100	18,290	0,141	1,90	200	41,35	0,442
10	IA.09	IA.10	99,85	694,380	692,750	1,63	693,510	691,010	2,50	18,290	0,100	18,390	0,140	1,70	200	39,11	0,470
11	IA.10	IA.11	89,96	693,510	691,010	2,50	691,690	689,490	2,20	18,390	0,090	18,480	0,140	1,70	200	39,11	0,470
12	IA.11	IA.12	99,92	691,690	689,490	2,20	688,715	687,575	1,14	18,480	0,100	18,580	0,140	1,90	200	41,35	0,449
13	IA.12	IA.13	99,92	688,715	687,575	1,14	684,906	683,606	1,30	18,580	0,100	18,680	0,139	4,00	200	60,04	0,311
14	IA.13	IA.14	109,91	684,906	683,606	1,30	681,966	680,376	1,59	18,680	0,110	18,790	0,139	3,00	200	51,98	0,361
15	IA.14	IA.15	100,33	681,966	680,376	1,59	681,486	678,686	2,80	18,790	0,100	18,890	0,139	1,70	200	39,11	0,483
16	IA.15	IA.16	100,56	681,486	678,686	2,80	679,758	676,958	2,80	18,890	0,101	18,991	0,138	1,70	200	39,11	0,486
17	IA.16	IA.17	98,79	679,758	676,958	2,80	679,228	676,222	3,00	18,991	0,099	19,090	0,138	0,70	250	46,61	0,410
18	IA.17	IA.18	100,99	679,228	676,222	3,00	678,611	675,611	3,00	19,090	0,101	19,191	0,138	0,60	250	43,13	0,445
19	IA.18	IA.19	93,97	678,611	675,611	3,00	677,563	675,063	2,50	19,191	0,094	19,285	0,137	0,60	250	43,13	0,447
20	IA.19	IA.20	94,30	677,563	675,063	2,50	675,820	674,060	1,76	19,285	0,094	19,379	0,137	1,10	250	58,47	0,331
21	IA.20	IA.21	40,78	675,820	674,060	1,76	675,570	673,940	1,63	19,379	0,041	19,420	0,137	0,30	300	50,40	0,385
22	IA.21	IA.22	67,53	675,570	673,940	1,63	675,050	673,720	1,33	19,420	0,068	19,488	0,136	0,30	300	50,40	0,387
23	IA.22	IA.23	31,84	675,050	673,720	1,33	674,530	673,530	1,00	19,488	0,032	19,520	0,136	0,60	300	71,45	0,273
24	IA.23	IA.24	87,03	674,530	673,530	1,00	674,610	673,210	1,40	19,520	0,087	19,607	0,136	0,40	300	58,27	0,336
25	IA.24	IA.25	76,26	674,610	673,210	1,40	675,080	671,920	3,16	19,607	0,076	19,683	0,136	1,70	300	120,46	0,163

OBS: O poço de visita RAE.01 promove a interligação da rede de esgoto existente com o novo interceptor do Córrego do Barreiro, recebendo uma vazão de 5,820 l/s.

O poço de visita IA.05 recebe uma vazão de 5,826 l/s (rede existente do município), além do trecho anterior a ele.

O poço de visita IA.08 recebe uma vazão de 5,822 l/s (rede existente do município), além do trecho anterior a ele.

DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE BAMBUÍ – MG

BACIA DE CONTRIBUIÇÃO DE ESGOTOS DO CÓRREGO DAS ALMAS

ÍTEM	POÇO DE VISITA		COMP. TREC HO	COTAS DO POÇO DE VISITA MONTANTE			COTAS DO POÇO DE VISITA JUSANTE			VAZÕES (l/s)			DECLIVIDADE (m/100m)		DIAM. (mm)	QPLE (l/s)	Q/QPLE
	Mont.	Jusan.	(m)	Terre.	Colet.	Prof.	Terre.	Colet.	Prof.	Qmon	Qcon	Qjus	Mín.	Proj.			E
TRECHO RCAE.01 – RCA.01																	
1	RCAE.01	RCA.01	8,50	685,801	684,301	1,50	685,756	684,256	1,50	0	0,111	0,111	0,455	0,50	100	3,33	0,033
TRECHO RC.01 – RCA.15																	
1	RC.01	RC.02	89,95	683,149	681,949	1,20	679,732	678,832	0,90	0	1,091	1,091	0,455	3,50	100	8,61	0,127
2	RC.02	RC.03	61,70	679,732	678,832	0,90	677,291	676,041	1,25	1,091	0,749	1,840	0,455	4,50	100	9,74	0,189
3	RC.03	RC.04	50,00	677,291	676,041	1,25	675,717	674,267	1,45	1,840	0,607	2,447	0,413	3,50	100	8,61	0,284
4	RC.04	RC.05	50,07	675,717	674,267	1,45	674,211	671,211	3,00	2,447	0,607	3,054	0,361	6,00	100	11,23	0,272
5	RC.05	RC.06	28,13	674,211	671,211	3,00	673,598	670,598	3,00	13,295	0,341	13,636	0,163	2,20	200	44,51	0,306
6	RC.06	IBC.02	52,49	673,598	670,598	3,00	672,261	669,461	2,80	21,256	0,637	21,893	0,131	2,20	200	44,51	0,492
7	IBC.02	RCA.15	49,91	672,261	669,461	2,80	671,363	668,163	3,20	21,893	0,606	22,499	0,129	2,50	250	88,23	0,255
OBS: O poço de visita RC.5 recebe uma vazão de 10,241 l/s (referente ao TRECHO RC.08 – RC.05), além do trecho anterior a ele.																	
O poço de visita RC.6 recebe uma vazão de 7,620 l/s (referente ao TRECHO TLC.05 – RC.06), além do trecho anterior a ele.																	
TRECHO RC.08 – RC.05																	
1	RC.08	RC.09	79,90	682,699	679,699	3,00	678,138	675,638	2,50	0	0,970	0,970	0,455	5,00	100	10,30	0,094
2	RC.09	RC.10	60,00	678,138	675,638	2,50	677,576	674,776	2,80	0,970	0,728	1,698	0,455	1,40	100	5,58	0,304
3	RC.10	RC.11	55,00	677,576	674,776	2,80	677,406	674,406	3,00	1,698	0,667	2,365	0,429	0,70	150	11,21	0,211
4	RC.11	RC.12	80,00	677,406	674,406	3,00	676,349	673,149	3,20	6,993	0,971	7,964	0,220	1,60	150	16,98	0,469
5	RC.12	RC.13	48,65	676,349	673,149	3,20	674,220	671,620	2,60	8,885	0,590	9,475	0,197	2,50	150	21,23	0,446
6	RC.13	RC.05	63,10	674,220	671,620	2,60	674,211	671,211	3,00	9,475	0,766	10,241	0,191	0,60	200	23,19	0,442
OBS: O poço de visita RC.11 recebe uma vazão de 4,628 l/s (referente ao TRECHO TLC.02 – RC.11), além do trecho anterior a ele.																	
O poço de visita RC.12 recebe uma vazão de 0,921 l/s (referente ao TRECHO TLC.01 – RC.12), além do trecho anterior a ele.																	
TRECHO TLC.01 – RC.12																	
1	TLC.01	RC.12	75,90	681,484	679,98	1,50	676,349	673,149	3,20	0	0,921	0,921	0,455	9,00	100	14,04	0,066
TRECHO TLC.02 – RC.11																	
1	TLC.02	RC.14	67,20	696,814	695,314	1,50	690,819	689,319	1,50	0	0,815	0,815	0,455	9,00	100	14,04	0,058
2	RC.14	RC.15	80,80	690,819	689,319	1,50	689,042	687,842	1,20	0,815	0,980	1,795	0,455	1,80	100	6,33	0,284
3	RC.15	RC.16	80,00	689,042	687,842	1,20	682,150	680,950	1,20	1,795	0,971	2,766	0,418	9,00	100	14,04	0,197
4	RC.16	RC.11	53,60	682,150	680,950	1,20	677,406	674,406	3,00	3,978	0,650	4,628	0,287	15,00	100	18,07	0,256
OBS: O poço de visita RC.16 recebe uma vazão de 1,212 l/s (referente ao TRECHO TLC.03 – RC.16), além do trecho anterior a ele.																	
TRECHO TLC.03 – RC.16																	
1	TLC.03	RC.17	49,90	686,939	685,739	1,20	684,346	683,246	1,10	0	0,605	0,605	0,455	5,00	100	10,30	0,059
2	RC.17	RC.16	50,00	684,346	683,246	1,10	682,150	680,950	1,20	0,605	0,607	1,212	0,455	4,50	100	9,74	0,124
TRECHO TLC.05 – RC.06																	

1	TLC.05	RC.18	71,90	696,793	695,593	1,20	692,294	691,244	1,05	0	0,872	0,872	0,455	6,00	100	11,23	0,078
2	RC.18	RC.19	80,15	692,294	691,244	1,05	687,007	685,557	1,45	0,872	0,972	1,844	0,455	7,00	100	12,17	0,152
3	RC.19	RC.20	84,60	687,007	685,557	1,45	681,603	680,403	1,20	1,844	1,026	2,870	0,413	6,00	100	11,23	0,256
4	RC.20	RC.21	82,90	681,603	680,403	1,20	674,813	672,913	1,90	4,318	1,006	5,324	0,277	9,00	100	14,04	0,379
5	RC.21	RC.22	53,25	674,813	672,913	1,90	674,430	672,030	2,40	5,324	0,646	5,970	0,251	1,70	150	17,50	0,341
6	RC.22	RC.23	60,00	674,430	672,030	2,40	673,670	671,270	2,40	5,970	0,728	6,698	0,237	1,30	150	15,30	0,438
7	RC.23	RC.06	76,00	673,670	671,270	2,40	673,598	670,598	3,00	6,698	0,922	7,620	0,225	0,90	200	28,43	0,268

OBS: O poço de visita RC.20 recebe uma vazão de 1,448 l/s (referente ao TRECHO TLC.06 – RC.20), além do trecho anterior a ele.

TRECHO TLC.06 – RC.20

1	TLC.06	RC.24	39,30	685,166	683,966	1,20	684,086	683,086	1,00	0	0,477	0,477	0,455	2,20	100	7,01	0,068
2	RC.24	RC.20	80,00	684,086	683,086	1,00	681,603	680,403	1,20	0,477	0,971	1,448	0,455	3,00	100	8,04	0,180

TRECHO TLC.07 – RCA.12

1	TLC.07	RC.25	79,20	694,079	692,879	1,20	691,723	690,823	0,90	0	0,961	0,961	0,455	2,50	100	7,48	0,128
2	RC.25	RC.26	86,50	691,723	690,823	0,90	685,196	683,896	1,30	0,961	1,049	2,010	0,455	8,00	100	13,10	0,153
3	RC.26	RC.27	92,40	685,196	683,896	1,30	676,696	675,496	1,20	3,944	1,121	5,065	0,289	9,00	100	14,04	0,361
4	RC.27	RC.28	56,80	676,696	675,496	1,20	675,126	673,226	1,90	5,983	0,689	6,672	0,237	4,00	150	26,86	0,248
5	RC.28	RC.29	50,00	675,126	673,226	1,90	674,090	672,590	1,50	6,672	0,607	7,279	0,225	1,30	150	15,30	0,476
6	RC.29	RCA.12	47,90	674,090	672,590	1,50	673,877	670,877	3,00	8,038	0,581	8,619	0,207	3,50	150	25,13	0,343

OBS: O poço de visita RC.26 recebe uma vazão de 1,934 l/s (referente ao TRECHO TLC.08 – RC.26), além do trecho anterior a ele.

O poço de visita RC.27 recebe uma vazão de 0,918 l/s (referente ao TRECHO TLC.09 – RC.27), além do trecho anterior a ele.

O poço de visita RC.29 recebe uma vazão de 0,759 l/s (referente ao TRECHO TLC.10 – RC.29), além do trecho anterior a ele.

TRECHO TLC.08 – RC.26

1	TLC.08	RC.30	91,90	686,896	685,996	0,90	686,230	685,330	0,90	0	1,115	1,115	0,455	0,70	100	3,89	0,287
2	RC.30	RC.26	67,50	686,230	685,330	0,90	685,196	683,896	1,30	1,115	0,819	1,934	0,455	2,10	100	6,85	0,282

TRECHO TLC.09 – RC.27

1	TLC.09	RC.27	75,70	679,116	677,916	1,20	676,696	675,496	1,20	0	0,918	0,918	0,455	3,00	100	8,04	0,114
---	--------	-------	-------	---------	---------	------	---------	---------	------	---	-------	-------	-------	------	-----	------	-------

TRECHO TLC.10 – RC.29

1	TLC.10	RC.29	62,60	674,697	673,497	1,20	674,090	672,590	1,50	0	0,759	0,759	0,455	1,40	100	5,58	0,136
---	--------	-------	-------	---------	---------	------	---------	---------	------	---	-------	-------	-------	------	-----	------	-------

TRECHO TLC.14 – RCA.08

1	TLC.14	RC.31	92,80	686,160	684,660	1,50	679,347	678,147	1,20	0	1,126	1,126	0,455	7,00	100	12,17	0,093
2	RC.31	RCA.08	40,00	679,347	678,147	1,20	678,585	675,685	2,90	1,126	0,485	1,611	0,455	6,00	100	11,23	0,143

TRECHO TLC.11 – RCA.06

1	TLC.11	RC.32	49,20	696,985	695,485	1,50	696,305	694,805	1,50	0	0,597	0,597	0,455	1,40	100	5,58	0,107
2	RC.32	RC.33	45,10	696,305	694,805	1,50	694,164	692,964	1,20	0,597	0,547	1,144	0,455	4,00	100	9,17	0,125
3	RC.33	RC.34	65,00	694,164	692,964	1,20	693,237	691,737	1,50	1,144	0,789	1,933	0,455	1,90	100	6,51	0,297
4	RC.34	RC.35	79,80	693,237	691,737	1,50	692,727	690,327	2,40	1,933	0,968	2,901	0,403	1,80	100	6,33	0,458
5	RC.35	RC.36	73,60	692,727	690,327	2,40	688,317	686,967	1,35	3,525	0,893	4,418	0,304	4,50	100	9,74	0,454
6	RC.36	RC.37	65,20	688,317	686,967	1,35	686,319	684,669	1,65	5,261	0,791	6,052	0,252	3,50	150	25,13	0,241

7	RC.37	RCA.06	49,10	686,319	684,669	1,65	681,106	680,206	0,90	6,052	0,596	6,648	0,236	9,00	150	40,31	0,165
---	-------	--------	-------	---------	---------	------	---------	---------	------	-------	-------	-------	-------	------	-----	-------	-------

OBS: O poço de visita RC.35 recebe uma vazão de 0,624 l/s (referente ao TRECHO TLC.12 – RC.35), além do trecho anterior a ele.

O poço de visita RC.36 recebe uma vazão de 0,843 l/s (referente ao TRECHO TLC.13 – RC.36), além do trecho anterior a ele.

TRECHO TLC.12 – RC.35																	
1	TLC.12	RC.35	51,40	691,669	690,669	1,00	692,727	690,327	2,40	0	0,624	0,624	0,455	0,70	100	3,89	0,160

TRECHO TLC.13 – RC.36																	
1	TLC.13	RC.36	69,50	688,554	687,354	1,20	688,317	686,967	1,35	0	0,843	0,843	0,455	0,60	100	3,61	0,234

TRECHO TLC.15 – RCA.04																	
1	TLC.15	RC.38	67,10	688,786	687,286	1,50	688,670	686,670	2,00	0	0,814	0,814	0,455	0,90	100	4,44	0,183
2	RC.38	RC.39	50,00	688,670	686,670	2,00	688,584	686,184	2,40	0,814	0,607	1,421	0,455	1,00	100	4,72	0,301
3	RC.39	RCA.04	76,75	688,584	686,184	2,40	683,629	682,229	1,40	1,421	0,931	2,352	0,455	5,00	100	10,30	0,228

TRECHO RC.40 – RCA.01																	
1	RC.40	RC.41	46,60	688,751	687,251	1,50	688,597	686,797	1,80	0	0,565	0,565	0,455	1,00	100	4,72	0,120
2	RC.41	RCA.01	80,00	688,597	686,797	1,80	685,756	684,256	1,50	0,565	0,971	1,536	0,455	3,00	100	8,04	0,191

TRECHO RCA.01 – IC.01																	
1	RCA.01	RCA.02	61,10	685,756	684,256	1,50	684,877	683,477	1,40	1,647	0,799	2,446	0,435	1,30	100	5,36	0,456
2	RCA.02	RCA.03	60,00	684,877	683,477	1,40	684,207	682,807	1,40	2,446	0,785	3,231	0,361	1,10	150	14,07	0,230
3	RCA.03	RCA.04	60,50	684,207	682,807	1,40	683,629	682,229	1,40	3,231	0,791	4,022	0,317	1,00	150	13,41	0,300
4	RCA.04	RCA.05	65,80	683,629	682,229	1,40	682,540	681,140	1,40	6,374	0,861	7,235	0,230	1,70	150	17,50	0,413
5	RCA.05	RCA.06	93,60	682,540	681,140	1,40	681,106	680,206	0,90	7,235	1,225	8,460	0,217	1,00	200	29,97	0,282
6	RCA.06	RCA.07	50,00	681,106	680,206	0,90	679,641	678,241	1,40	15,108	0,654	15,762	0,154	4,00	200	60,04	0,263
7	RCA.07	RCA.08	54,00	679,641	678,241	1,40	678,585	676,085	2,50	15,762	0,706	16,468	0,150	4,00	200	60,04	0,274
8	RCA.08	RCA.09	70,60	678,585	676,085	2,50	676,751	675,351	1,40	18,079	0,924	19,003	0,141	1,00	250	55,74	0,341
9	RCA.09	RCA.10	70,00	676,751	675,351	1,40	676,006	674,606	1,40	19,003	0,916	19,919	0,138	1,10	250	58,47	0,341
10	RCA.10	RCA.10A	30,20	676,006	674,606	1,40	674,924	674,024	0,90	19,919	0,395	20,314	0,135	1,90	250	76,90	0,264
11	RCA.10A	RCA.11	43,15	674,924	674,024	0,90	674,500	673,100	1,40	20,314	0,565	20,879	0,134	2,10	250	80,85	0,258
12	RCA.11	RCA.12	8,50	674,500	673,100	1,40	673,877	672,977	0,90	20,879	0,111	20,990	0,132	1,40	250	65,99	0,318
13	RCA.12	RCA.13	86,10	673,877	672,977	0,90	672,326	669,926	2,40	29,609	1,126	30,735	0,112	3,50	250	104,41	0,294
14	RCA.13	RCA.14	90,00	672,326	669,926	2,40	671,668	668,668	3,00	30,735	1,177	31,912	0,110	1,40	250	65,99	0,484
15	RCA.14	RCA.15	90,00	671,668	668,668	3,00	671,363	668,163	3,20	31,912	1,177	33,089	0,108	0,60	300	71,45	0,463
16	RCA.15	RCA.15A	6,00	671,363	668,163	3,20	671,299	668,099	3,20	55,588	0,078	55,666	0,083	1,10	400	213,82	0,260
17	RCA.15A	RCA.16	91,80	671,299	668,099	3,20	670,322	667,722	2,60	55,666	1,201	56,867	0,083	0,40	400	128,69	0,442
18	RCA.16	RCA.17	85,00	670,322	667,722	2,60	669,803	667,303	2,50	56,867	1,112	57,979	0,082	0,50	400	143,97	0,403
19	RCA.17	IC.01	66,30	669,803	667,303	2,50	669,174	666,344	2,83	73,399	0,867	74,266	0,073	1,40	400	241,28	0,308

OBS: O poço de visita RCA.01 recebe uma vazão de 1,536 l/s (referente ao TRECHO RC.40 – RCA.01) e uma vazão de 0,111 l/s (referente ao TRECHO RCAE.01 – RCA.01).

O poço de visita RCA.04 recebe uma vazão de 2,352 l/s (referente ao TRECHO TLC.15 – RCA.04), além do trecho anterior a ele.

O poço de visita RCA.06 recebe uma vazão de 6,648 l/s (referente ao TRECHO TLC.11 – RCA.06), além do trecho anterior a ele.

O poço de visita RCA.08 recebe uma vazão de 1,611 l/s (referente ao TRECHO TLC.14 – RCA.08), além do trecho anterior a ele.

O poço de visita RCA.12 recebe uma vazão de 8,619 l/s (referente ao TRECHO TLC.07 – RCA.12), além do trecho anterior a ele.

O poço de visita RCA.15 recebe uma vazão de 22,499 l/s (referente ao TRECHO RC.01 – RCA.15), além do trecho anterior a ele.

O poço de visita RCA.17 recebe uma vazão de 15,420 l/s (referente ao TRECHO “RCB”), além do trecho anterior a ele.

TRECHO RCBE.01 – RCB.01

1	RCBE.01	RCB.01	5,90	685,988	684,516	1,47	685,887	684,487	1,40	0	0,077	0,077	0,455	0,50	100	3,33	0,023
---	---------	--------	------	---------	---------	------	---------	---------	------	---	-------	-------	-------	------	-----	------	-------

TRECHO RCBE.02 – RCB.04

1	RCBE.02	RCB.04	6,50	683,042	681,742	1,30	683,635	681,635	2,00	0	0,085	0,085	0,455	1,60	100	5,97	0,014
---	---------	--------	------	---------	---------	------	---------	---------	------	---	-------	-------	-------	------	-----	------	-------

TRECHO RCBE.03 – RCB.10

1	RCBE.03	RCB.10	14,00	674,000	673,100	0,90	673,866	672,966	0,90	0	0,183	0,183	0,455	1,00	100	4,72	0,039
---	---------	--------	-------	---------	---------	------	---------	---------	------	---	-------	-------	-------	------	-----	------	-------

TRECHO RCBE.04 – RCB.13

1	RCBE.04	RCB.13	29,10	671,477	670,577	0,90	671,504	669,704	1,80	0	0,381	0,381	0,455	3,00	100	7,48	0,051
---	---------	--------	-------	---------	---------	------	---------	---------	------	---	-------	-------	-------	------	-----	------	-------

TRECHO RCB.01 – RCA.17

1	RCB.01	RCB.02	56,40	685,887	684,487	1,40	685,057	683,757	1,30	0,077	0,738	0,815	0,455	1,30	100	8,04	0,101
2	RCB.02	RCB.03	59,90	685,057	683,757	1,30	684,442	683,142	1,30	0,815	0,784	1,599	0,455	1,00	100	4,72	0,339
3	RCB.03	RCB.04	68,80	684,442	683,142	1,30	683,635	681,635	2,00	1,599	0,900	2,499	0,441	2,10	100	6,85	0,365
4	RCB.04	RCB.05	96,50	683,635	681,635	2,00	682,143	680,743	1,40	2,584	1,262	3,846	0,352	0,90	150	12,72	0,302
5	RCB.05	RCB.06	60,00	682,143	680,743	1,40	681,130	678,630	2,50	3,846	0,785	4,631	0,292	3,50	150	25,13	0,184
6	RCB.06	RCB.07	102,20	681,130	678,630	2,50	678,760	677,360	1,40	4,631	1,337	5,968	0,268	1,20	150	14,69	0,406
7	RCB.07	RCB.08	70,30	678,760	677,360	1,40	677,075	675,775	1,30	5,968	0,920	6,888	0,238	2,30	150	20,36	0,338
8	RCB.08	RCB.09	79,90	677,075	675,775	1,30	677,575	674,575	3,00	6,888	1,045	7,933	0,222	1,50	150	16,43	0,483
9	RCB.09	RCB.10	73,90	677,575	674,575	3,00	673,866	672,966	0,90	7,933	0,967	8,900	0,208	2,20	150	19,91	0,447
10	RCB.10	RCB.11	85,10	673,866	672,966	0,90	672,790	671,390	1,40	9,083	1,113	10,196	0,195	1,90	200	41,35	0,247
11	RCB.11	RCB.12	89,80	672,790	671,390	1,40	671,691	670,291	1,40	10,196	1,175	11,371	0,185	1,20	200	32,85	0,346
12	RCB.12	RCB.13	90,00	671,691	670,291	1,40	671,504	669,704	1,80	11,371	1,177	12,548	0,175	0,70	200	25,06	0,500
13	RCB.13	RCB.14	91,30	671,504	669,704	1,80	670,799	668,799	2,00	12,929	1,194	14,123	0,165	1,00	200	29,97	0,471
14	RCB.14	RCB.15	85,80	670,799	668,799	2,00	670,166	667,566	2,60	14,123	1,122	15,245	0,158	1,40	200	35,49	0,430
15	RCB.15	RCA.17	13,40	670,166	667,566	2,60	669,803	667,303	2,50	15,245	0,175	15,420	0,153	2,00	200	42,43	0,363

OBS: O poço de visita RCB.01 recebe uma vazão de 0,077 l/s (referente ao TRECHO RCBE.01 – RCB.01).

O poço de visita RCB.04 recebe uma vazão de 0,085 l/s (referente ao TRECHO RCBE.02 – RCB.04), além do trecho anterior a ele.

O poço de visita RCB.10 recebe uma vazão de 0,183 l/s (referente ao TRECHO RCBE.03 – RCB.10), além do trecho anterior a ele.

O poço de visita RCB.13 recebe uma vazão de 0,381 l/s (referente ao TRECHO RCBE.04 – RCB.13), além do trecho anterior a ele.

TRECHO IC.01 – IBC.02 (EXISTENTE – REDIMENSIONADO PARA VIDA ÚTIL = 40 ANOS)

1	IC.01	IC.02	91,71	669,174	666,344	2,83	676,715	674,715	2,00	74,266	0,092	74,358	0,073	-9,13	400		
2	IC.02	IC.03	73,76	676,715	674,715	2,00	675,950	674,150	1,80	74,358	0,074	74,432	0,073	0,80	400	182,27	0,408
3	IC.03	IC.04	73,76	675,950	674,150	1,80	675,230	674,030	1,20	74,432	0,074	74,506	0,073	0,90	400	193,36	0,385
4	IC.04	IC.05	41,36	675,230	674,030	1,20	675,100	673,600	1,50	74,506	0,041	74,547	0,073	1,00	400	203,85	0,366
5	IC.05	IC.06	81,22	675,100	673,600	1,50	675,050	673,150	1,90	74,547	0,081	74,628	0,072	0,60	400	157,77	0,473
6	IC.06	IC.07	100,00	675,050	673,150	1,90	674,628	672,428	2,20	74,628	0,100	74,728	0,072	0,70	400	170,46	0,438

7	IC.07	IC.08	100,00	674,628	672,428	2,20	673,721	671,721	2,00	74,728	0,100	74,828	0,072	0,70	400	170,46	0,439
8	IC.08	IC.09	100,00	673,721	671,721	2,00	673,530	670,530	3,00	74,828	0,100	74,928	0,072	1,20	400	223,35	0,335
9	IC.09	IC.10	100,00	673,530	670,530	3,00	672,438	669,438	3,00	74,928	0,100	75,028	0,072	1,10	400	213,82	0,351
10	IC.10	IC.11	73,91	672,438	669,438	3,00	672,332	668,832	3,50	75,028	0,074	75,102	0,072	0,80	400	182,27	0,412
11	IC.11	IC.12	73,91	672,332	668,832	3,50	671,490	668,290	3,20	75,102	0,074	75,176	0,072	0,70	400	170,46	0,441
12	IC.12	IC.13	84,75	671,490	668,290	3,20	671,320	667,820	3,50	75,176	0,085	75,261	0,072	0,60	400	157,77	0,477
13	IC.13	IBC.02	84,75	671,320	667,820	3,50	676,611	674,171	2,44	75,261	0,085	75,346	0,072	-7,49	400		

OBS: O poço de visita IC.01 recebe uma vazão de 74,266 l/s (referente ao TRECHO "RCA").

DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE BAMBUÍ – MG

BACIA DE CONTRIBUIÇÃO DE ESGOTOS DO CÓRREGO DOS QUARTÉIS

ÍTEM	POÇO DE VISITA		COMP.	COTAS DO POÇO DE			COTAS DO POÇO DE			VAZÕES			DECLIVIDADE		DIA	QPLE	Q/ QPL E
	Mont.	Jusan.	TRECHO	VISITA	MONTANTE	Prof.	Terre.	Colet.	Prof.	Qmon	Qcon	Qjus	Mín.	Proj.	M.	(l/s)	
	(m)			Terre.	Colet.										(mm)		
TRECHO TL.01 – RBE.07																	
1	TL.01	RB.27	74,80	731,958	729,658	2,30	727,563	726,663	0,90	0	0,622	0,622	0,455	4,00	100	9,17	0,068
2	RB.27	RB.28	62,34	727,563	726,663	0,90	721,983	721,083	0,90	0,622	0,519	1,141	0,455	9,00	100	14,04	0,081
3	RB.28	RB.29	62,75	721,983	721,083	0,90	720,953	720,053	0,90	1,141	0,522	1,663	0,455	1,60	100	5,97	0,279
4	RB.29	RB.30	72,00	720,953	720,053	0,90	715,373	712,173	3,20	1,663	0,668	2,331	0,433	10,00	100	14,97	0,156
5	RB.30	RB.31	71,01	715,373	712,173	3,20	715,453	711,953	3,50	5,573	0,658	6,231	0,245	0,30	200	16,35	0,381
6	RB.31	RB.32	71,99	715,453	711,953	3,50	714,693	711,393	3,30	9,222	0,667	9,889	0,194	0,80	200	26,80	0,369
7	RB.32	RB.33	72,20	714,693	711,393	3,30	714,683	711,183	3,50	13,240	0,669	13,909	0,163	0,30	250	30,42	0,457
8	RB.33	RB.34	73,00	714,683	711,183	3,50	713,553	710,553	3,00	16,492	0,677	17,169	0,147	0,90	250	52,87	0,325
9	RB.34	RBE.07	48,20	713,553	710,553	3,00	712,933	710,133	2,80	20,07	0,477	20,547	0,134	0,80	250	49,84	0,412

OBS: O poço de visita RB.30 recebe uma vazão de 3,242 l/s (referente ao TRECHO TL.02 – RB.30), além do trecho anterior a ele.

O poço de visita RB.31 recebe uma vazão de 2,991 l/s (referente ao TRECHO TL.05 – RB.31), além do trecho anterior a ele.

O poço de visita RB.32 recebe uma vazão de 3,351 l/s (referente ao TRECHO TL.07 – RB.32), além do trecho anterior a ele.

O poço de visita RB.33 recebe uma vazão de 2,583 l/s (referente ao TRECHO TL.10 – RB.33), além do trecho anterior a ele.

O poço de visita RB.34 recebe uma vazão de 2,901 l/s (referente ao TRECHO TL.12 – RB.34), além do trecho anterior a ele.

TRECHO TL.02 – RB.30

1	TL.02	RB.35	20,80	736,168	734,758	1,41	735,813	734,343	1,47	0	0,173	0,173	0,455	2,00	100	6,69	0,026
2	RB.35	RB.36	61,92	735,813	734,343	1,47	732,213	731,213	1,00	0,173	0,515	0,688	0,455	5,00	100	10,30	0,067
3	RB.36	RB.37	59,69	732,213	731,213	1,00	727,573	726,423	1,15	0,688	0,497	1,185	0,455	8,00	100	13,10	0,090
4	RB.37	RB.38	61,66	727,573	726,423	1,15	721,933	721,033	0,90	2,205	0,513	2,718	0,379	9,00	100	14,04	0,194
5	RB.38	RB.30	63,01	721,933	721,033	0,90	715,373	712,173	3,20	2,718	0,524	3,242	0,344	15,0	100	18,07	0,179

OBS: O poço de visita RB.37 recebe uma vazão de 0,512 l/s (referente ao TRECHO TL.03 – RB.37) e 0,508 l/s (referente ao TRECHO TL.04 – RB.37), além do trecho anterior a ele.

TRECHO TL.03 – RB.37

1	TL.3	RB.37	61,50	728,563	727,063	1,50	727,573	726,423	1,15	0	0,512	0,512	0,455	1,00	100	4,72	0,108
TRECHO TL.04 – RB.37																	
1	TL.4	RB.37	61,00	728,863	727,363	1,50	727,573	726,423	1,50	0	0,508	0,508	0,455	1,50	100	5,79	0,088
TRECHO TL.05 – RB.31																	
1	TL.05	RB.39	52,10	740,453	738,813	1,64	736,953	735,153	1,80	0	0,434	0,434	0,455	7,00	100	12,17	0,036
2	RB.39	RB.40	61,63	736,953	735,153	1,80	732,463	731,463	1,00	0,943	0,513	1,456	0,455	6,00	100	11,23	0,130
3	RB.40	RB.41	59,61	732,463	731,463	1,00	727,412	725,512	1,90	1,456	0,496	1,952	0,455	10,00	100	14,97	0,130
4	RB.41	RB.42	62,62	727,412	725,512	1,90	721,723	718,723	3,00	1,952	0,521	2,473	0,402	10,00	100	14,97	0,165
5	RB.42	RB.31	62,23	721,723	718,723	3,00	715,453	711,953	3,50	2,473	0,518	2,991	0,359	10,00	100	14,97	0,200
OBS: O poço de visita RB.39 recebe uma vazão de 0,509 l/s (referente ao TRECHO TL.06 – RB.39), além do trecho anterior a ele.																	
TRECHO TL.06 – RB.39																	
1	TL.06	RB.39	61,20	737,433	736,383	1,05	736,953	735,153	1,80	0	0,509	0,509	0,455	2,00	100	6,69	0,076
TRECHO TL.07 – RB.32																	
1	TL.07	RB.43	36,00	736,206	734,006	2,20	736,373	733,373	3,00	0	0,300	0,300	0,455	1,80	100	6,33	0,047
2	RB.43	RB.44	58,89	736,373	733,373	3,00	731,943	730,993	0,95	0,804	0,490	1,294	0,455	4,00	100	9,17	0,141
3	RB.44	RB.45	62,11	731,943	730,993	0,95	727,383	725,983	1,40	1,294	0,517	1,811	0,455	8,00	100	13,10	0,138
4	RB.45	RB.46	61,56	727,383	725,983	1,40	722,463	721,063	1,40	2,306	0,512	2,818	0,371	8,00	100	13,10	0,215
5	RB.46	RB.32	64,02	722,463	721,063	1,40	714,693	711,393	3,30	2,818	0,533	3,351	0,338	15,00	100	18,07	0,185
OBS: O poço de visita RB.43 recebe uma vazão de 0,504 l/s (referente ao TRECHO TL.08 – RB.43), além do trecho anterior a ele. O poço de visita RB.45 recebe uma vazão de 0,495 l/s (referente ao TRECHO TL.09 – RB.45), além do trecho anterior a ele.																	
TRECHO TL.08 – RB.43																	
1	TL.08	RB.43	60,56	737,013	735,813	1,20	736,373	733,373	3,00	0	0,504	0,504	0,455	4,00	100	9,17	0,055
TRECHO TL.09 – RB.45																	
1	TL.09	RB.45	59,50	727,463	726,563	0,90	727,383	725,983	1,40	0	0,495	0,495	0,455	1,00	100	4,72	0,105
TRECHO TL.10 – RB.33																	
1	TL.10	RB.47	63,00	735,306	733,686	1,62	729,723	728,623	1,10	0	0,524	0,524	0,455	8,00	100	13,10	0,040
2	RB.47	RB.48	62,74	729,723	728,623	1,10	724,973	723,573	1,40	0,524	0,522	1,046	0,455	8,00	100	13,10	0,080
3	RB.48	RB.49	62,95	724,973	723,573	1,40	719,913	717,913	2,00	1,541	0,524	2,065	0,449	9,00	100	14,04	0,147
4	RB.49	RB.33	62,28	719,913	717,913	2,00	714,683	711,183	3,50	2,065	0,518	2,583	0,391	10,00	100	14,97	0,173
OBS: O poço de visita RB.48 recebe uma vazão de 0,495 l/s (referente ao TRECHO TL.11 – RB.48), além do trecho anterior a ele.																	
TRECHO TL.11 – RB.48																	
1	TL.11	RB.48	59,53	727,183	725,903	1,28	724,973	723,573	1,40	0	0,495	0,495	0,455	4,00	100	9,17	0,054
TRECHO TL.12 – RB.34																	
1	TL.12	RB.50	40,00	732,008	730,558	1,45	728,533	727,333	1,20	0	0,333	0,333	0,455	8,00	100	13,10	0,025
2	RB.50	RB.51	62,59	728,533	727,333	1,20	722,773	721,673	1,10	0,333	0,521	0,854	0,455	9,00	100	14,04	0,061
3	RB.51	RB.52	63,41	722,773	721,673	1,10	717,603	716,603	1,00	1,850	0,528	2,378	0,412	8,00	100	13,10	0,182

4	RB.52	RB.34	62,83	717,603	716,603	1,00	713,553	710,553	3,00	2,378	0,523	2,901	0,366	10,00	100	14,97	0,194
---	-------	-------	-------	---------	---------	------	---------	---------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-----	-------	-------

OBS: O poço de visita RB.51 recebe uma vazão de 0,494 l/s (referente ao TRECHO TL.13 – RB.51) e 0,502 l/s (referente ao TRECHO TL.14 – RB.51), além do trecho anterior a ele.

TRECHO TL.13 – RB.51

1	TL.13	RB.51	59,42	723,043	722,143	0,90	722,773	721,673	1,10	0	0,494	0,494	0,455	0,80	100	4,16	0,119
---	-------	-------	-------	---------	---------	------	---------	---------	------	---	-------	-------	-------	------	-----	------	-------

TRECHO TL.14 – RB.51

1	TL.14	RB.51	60,28	724,618	723,208	1,41	722,773	721,673	1,10	0	0,502	0,502	0,455	2,50	100	7,48	0,067
---	-------	-------	-------	---------	---------	------	---------	---------	------	---	-------	-------	-------	------	-----	------	-------

TRECHO TL.15 – RBE.08

1	TL.15	RBE.11	49,82	723,580	721,980	1,60	723,103	721,603	1,50	0	0,415	0,415	0,455	0,80	100	4,16	0,100
---	-------	--------	-------	---------	---------	------	---------	---------	------	---	-------	-------	-------	------	-----	------	-------

2	RBE.11	RBE.08	126,00	723,103	721,603	1,50	712,420	711,420	1,10	0,415	1,049	1,464	0,455	8,00	100	13,10	0,112
---	--------	--------	--------	---------	---------	------	---------	---------	------	-------	-------	-------	-------	------	-----	-------	-------

TRECHO TL.16 – RBE.09

1	TL.16	RB.53	57,30	730,643	727,643	3,00	723,943	723,043	0,90	0	0,477	0,477	0,455	0,80	100	13,10	0,036
---	-------	-------	-------	---------	---------	------	---------	---------	------	---	-------	-------	-------	------	-----	-------	-------

2	RB.53	RB.54	58,84	723,943	723,043	0,90	717,693	716,793	0,90	0,874	0,490	1,364	0,455	10,00	100	14,97	0,091
---	-------	-------	-------	---------	---------	------	---------	---------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-----	-------	-------

3	RB.54	RBE.09	66,20	717,693	716,793	0,90	713,011	712,111	0,90	1,364	0,551	1,915	0,455	7,00	100	12,17	0,157
---	-------	--------	-------	---------	---------	------	---------	---------	------	-------	-------	-------	-------	------	-----	-------	-------

OBS: O poço de visita RB.53 recebe uma vazão de 0,397 l/s (referente ao TRECHO TL.17 – RB.53), além do trecho anterior a ele.

TRECHO TL.17 – RB.53

1	TL.17	RB.53	47,71	726,843	724,043	2,80	723,943	723,043	0,90	0	0,397	0,397	0,455	2,10	100	6,85	0,058
---	-------	-------	-------	---------	---------	------	---------	---------	------	---	-------	-------	-------	------	-----	------	-------

TRECHO TL.18 – RBE.10

1	TL.18	RB.55	66,00	727,663	724,463	3,20	725,033	721,783	3,25	0	0,550	0,550	0,455	4,00	100	9,17	0,060
---	-------	-------	-------	---------	---------	------	---------	---------	------	---	-------	-------	-------	------	-----	------	-------

2	RB.55	RB.56	59,36	725,033	721,783	3,25	717,823	716,423	1,40	0,550	0,494	1,044	0,455	9,00	100	14,04	0,074
---	-------	-------	-------	---------	---------	------	---------	---------	------	-------	-------	-------	-------	------	-----	-------	-------

3	RB.56	RBE.10	66,18	717,823	716,423	1,40	713,903	713,003	0,90	1,044	0,551	1,595	0,455	5,00	100	10,30	0,155
---	-------	--------	-------	---------	---------	------	---------	---------	------	-------	-------	-------	-------	------	-----	-------	-------

TRECHO RBE.10 – RBE.07

1	RBE.10	RBE.09	60,64	713,903	713,003	0,90	713,011	712,111	0,90	1,595	0,562	2,157	0,442	1,50	100	5,79	0,373
---	--------	--------	-------	---------	---------	------	---------	---------	------	-------	-------	-------	-------	------	-----	------	-------

2	RBE.09	RBE.08	60,00	713,011	712,111	0,90	712,420	711,420	1,00	4,072	0,556	4,628	0,284	1,20	150	14,69	0,315
---	--------	--------	-------	---------	---------	------	---------	---------	------	-------	-------	-------	-------	------	-----	-------	-------

3	RBE.08	RBE.07	25,90	712,420	711,420	1,00	712,933	710,133	2,80	6,092	0,240	6,332	0,235	5,00	150	30,04	0,211
---	--------	--------	-------	---------	---------	------	---------	---------	------	-------	-------	-------	-------	------	-----	-------	-------

OBS: O poço de visita RBE.10 recebe uma vazão de 1,595 l/s (referente ao TRECHO TL.18 – RBE.10).

O poço de visita RBE.09 recebe uma vazão de 1,915 l/s (referente ao TRECHO TL.16 – RBE.09), além do trecho anterior a ele.

O poço de visita RBE.08 recebe uma vazão de 1,464 l/s (referente ao TRECHO TL.15 – RBE.08), além do trecho anterior a ele.

TRECHO RBE.07 – PVE

1	RBE.07	PVE	25,00	712,933	710,133	2,80	711,500	709,500	2,00	26,879	0,232	27,111	0,117	2,50	250	88,23	0,307
---	--------	-----	-------	---------	---------	------	---------	---------	------	--------	-------	--------	-------	------	-----	-------	-------

OBS: O poço de visita RBE.07 recebe uma vazão de 6,332 l/s (referente ao TRECHO RBE.10 – RBE.07) e uma vazão de 20,547 l/s (referente ao TRECHO TL.01 – RBE.07).

TRECHO TL.19 – RB.59

1	TL.19	RB.57	66,50	726,548	724,798	1,75	723,573	722,143	1,43	0	0,553	0,553	0,455	4,00	100	9,17	0,060
---	-------	-------	-------	---------	---------	------	---------	---------	------	---	-------	-------	-------	------	-----	------	-------

2	RB.57	RB.58	65,14	723,573	722,143	1,43	720,773	719,223	1,55	1,046	0,542	1,588	0,455	4,50	100	9,74	0,163
---	-------	-------	-------	---------	---------	------	---------	---------	------	-------	-------	-------	-------	------	-----	------	-------

3	RB.58	RB.59	59,17	720,773	719,223	1,55	713,900	713,000	0,90	1,588	0,492	2,080	0,443	10,00	100	14,97	0,139
---	-------	-------	-------	---------	---------	------	---------	---------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-----	-------	-------

OBS: O poço de visita RB.57 recebe uma vazão de 0,493 l/s (referente ao TRECHO TL.20 – RB.57), além do trecho anterior a ele.

TRECHO TL.20 – RB.57

1	TL.20	RB.57	59,28	727,533	725,683	1,85	723,573	722,143	1,43	0	0,493	0,493	0,455	6,00	100	11,23	0,044
---	-------	-------	-------	---------	---------	------	---------	---------	------	---	-------	-------	-------	------	-----	-------	-------

TRECHO TL.21 – IBA.11

1	TL.21	RB.59	60,09	714,808	713,278	1,53	713,900	713,000	0,90	0	0,557	0,557	0,455	0,50	100	10,30	0,054
2	RB.59	RB.23	73,88	713,900	713,000	0,90	710,361	708,561	1,80	2,637	0,685	3,322	0,349	6,00	100	11,23	0,296
3	RB.23	RB.24	70,90	710,361	708,561	1,80	707,643	706,093	1,55	3,322	0,657	3,979	0,313	3,50	100	8,61	0,462
4	RB.24	RB.25	11,70	707,643	706,093	1,55	706,471	705,571	0,90	3,979	0,108	4,087	0,287	4,50	100	9,74	0,420
5	RB.25	IBA.11	72,95	706,471	705,571	0,90	699,181	698,281	0,90	4,087	0,676	4,763	0,284	10,00	100	14,97	0,318

OBS: O poço de visita RB.59 recebe uma vazão de 2,080 l/s (referente ao TRECHO TL.19 – RB.59), além do trecho anterior a ele.

TRECHO PVE.01 – IBB.09

1	PVE.01	RB.06A	15,97	711,500	709,500	2,00	711,531	708,531	3,00	27,111	0,016	27,127	0,117	6,00	250	136,74	0,198
2	RB.06A	RB.06	64,78	711,531	708,531	3,00	706,411	705,261	1,15	27,127	0,065	27,192	0,117	5,00	250	124,82	0,218
3	RB.06	RB.05	105,24	706,411	705,261	1,15	701,171	699,971	1,20	27,192	0,105	27,297	0,116	5,00	250	124,82	0,219
4	RB.05	RB.04	55,23	701,171	699,971	1,20	699,891	698,761	1,13	27,297	0,055	27,352	0,116	2,20	250	82,76	0,333
5	RB.04	RB.03	30,78	699,891	698,761	1,13	698,191	697,211	0,98	27,352	0,031	27,383	0,116	5,00	250	124,82	0,219
6	RB.03	RB.02	58,96	698,191	697,211	0,98	695,851	694,801	1,05	27,383	0,059	27,442	0,116	4,00	250	111,63	0,246
7	RB.02	RB.01	103,81	695,851	694,801	1,05	692,281	691,181	1,10	27,442	0,104	27,546	0,116	3,50	250	104,41	0,264
8	RB.01	IBB.09	104,56	692,281	691,181	1,10	692,041	690,431	1,61	27,546	0,105	27,651	0,116	0,70	300	77,20	0,358

OBS: O poço de visita PVE recebe uma vazão de 27,111 l/s (referente ao TRECHO RBE.07 – PVE).

TRECHO RB.07 – IBB.16

1	RB.07	RB.08	97,00	712,060	711,160	0,90	712,351	710,701	1,65	0	0,899	0,899	0,455	0,50	100	3,33	0,270
2	RB.08	RB.10	97,00	712,351	710,701	1,65	711,840	709,840	2,00	0,899	0,899	1,798	0,455	0,90	100	4,44	0,405
3	RB.10	RB.11	98,69	711,840	709,840	2,00	703,321	700,921	2,40	1,798	0,915	2,713	0,417	9,00	100	14,04	0,193
4	RB.11	RB.12	101,41	703,321	700,921	2,40	701,551	698,351	3,20	2,713	0,940	3,653	0,344	2,50	100	7,48	0,488
5	RB.12	RB.13	54,97	701,551	698,351	3,20	697,311	696,111	1,20	3,653	0,510	4,163	0,299	4,00	100	9,17	0,454
6	RB.13	RB.14	74,75	697,311	696,111	1,20	693,331	692,331	1,00	4,163	0,693	4,856	0,281	5,00	100	10,30	0,471
7	RB.14	RB.05	64,24	693,331	692,331	1,00	692,501	690,401	2,10	4,856	0,596	5,452	0,262	3,00	150	23,26	0,234
8	RB.05	RB.06	97,95	692,501	690,401	2,10	691,471	688,921	2,55	5,452	0,908	6,360	0,248	1,50	150	16,43	0,387
9	RB.06	IBB.16	100,19	691,471	688,921	2,55	689,911	687,391	2,52	6,360	0,929	7,289	0,231	1,50	150	16,43	0,444

TRECHO TL – IBB.13

1	TL	PV	80,53	703,581	700,931	2,65	694,831	693,701	1,13	0	0,747	0,747	0,455	9,00	100	14,04	0,053
2	PV	IBB.13	68,97	694,831	693,701	1,13	691,141	689,541	1,60	0,747	0,639	1,386	0,455	6,00	100	11,23	0,123

TRECHO PVE – IBB.01

1	PVE	IBA.01	31,98	742,393	741,493	0,90	740,913	738,933	1,98	6,090	0,032	6,122	0,235	8,00	100	13,10	0,467
2	IBA.01	IBA.02	99,76	740,913	738,933	1,98	735,103	731,903	3,20	6,122	0,100	6,222	0,235	7,00	150	35,55	0,175
3	IBA.02	IBA.03	89,39	735,103	731,903	3,20	728,123	726,523	1,60	6,222	0,089	6,311	0,233	6,00	150	32,01	0,197
4	IBA.03	IBA.04	24,06	728,123	726,523	1,60	724,853	723,953	0,90	6,311	0,024	6,335	0,231	10,00	150	42,40	0,149

5	IBA.04	IBA.05	75,44	724,853	723,953	0,90	711,643	708,843	2,80	6,335	0,075	6,410	0,231	20,00	150	60,10	0,107
6	IBA.05	IBA.06	110,00	711,643	708,843	2,80	709,783	707,183	2,60	6,410	0,110	6,520	0,230	1,50	150	16,43	0,397
7	IBA.06	IBA.07	99,82	709,783	707,183	2,60	704,903	703,653	1,25	6,520	0,100	6,620	0,228	3,50	150	25,13	0,263
8	IBA.07	IBA.08	99,56	704,903	703,653	1,25	702,443	701,343	1,10	6,620	0,100	6,720	0,226	2,30	150	20,36	0,330
9	IBA.08	IBA.09	98,51	702,443	701,343	1,10	701,478	699,838	1,64	6,720	0,099	6,819	0,225	1,50	150	16,43	0,415
10	IBA.09	IBA.10	99,67	701,478	699,838	1,64	699,911	698,331	1,58	6,819	0,100	6,919	0,223	1,50	150	16,43	0,421
11	IBA.10	IBA.11	72,99	699,911	698,331	1,58	698,701	697,181	1,52	6,919	0,073	6,992	0,222	1,60	150	16,98	0,412
12	IBA.11	IBB.01	66,22	698,701	697,181	1,52	698,771	696,671	2,10	11,755	0,066	11,821	0,173	0,80	200	26,80	0,441

OBS: O poço de visita PVE promove a interligação da rede de esgoto existente com o novo interceptor do Córrego dos Quartéis, recebendo uma vazão de 6,090 l/s.

O poço de visita IBA.11 recebe uma vazão de 4,763 l/s (referente ao TRECHO TL.21 – IBA.11), além do trecho anterior a ele.

TRECHO IBB.01 – IBC. 01 (À SER SUBSTITUÍDO)

1	IBB.01	IBB.02	75,88	698,771	696,671	2,10	696,411	694,841	1,57	11,821	0,076	11,897	0,172	2,40	200	46,49	0,256
2	IBB.02	IBB.03	70,60	696,411	694,841	1,57	696,051	693,951	2,10	11,897	0,071	11,968	0,172	1,30	200	34,19	0,350
3	IBB.03	IBB.04	99,78	696,051	693,951	2,10	695,151	692,851	2,30	11,968	0,100	12,068	0,171	1,10	200	31,44	0,384
4	IBB.04	IBB.05	98,84	695,151	692,851	2,30	693,701	692,061	1,64	12,068	0,099	12,167	0,171	0,80	200	26,80	0,454
5	IBB.05	IBB.06	99,72	693,701	692,061	1,64	692,761	691,181	1,58	12,167	0,100	12,267	0,170	0,90	200	28,43	0,431
6	IBB.06	IBB.07	93,06	692,761	691,181	1,58	692,161	690,811	1,35	12,267	0,093	12,360	0,169	0,40	250	35,17	0,351
7	IBB.07	IBB.08	104,49	692,161	690,811	1,35	691,201	690,301	0,90	12,360	0,104	12,464	0,169	0,50	250	39,35	0,317
8	IBB.08	IBB.09	31,92	691,201	690,301	0,90	692,041	690,231	1,61	12,464	0,032	12,496	0,168	0,20	250	24,77	0,50
9	IBB.09	IBB.10	96,53	692,041	690,231	1,61	691,291	689,791	1,50	40,147	0,097	40,244	0,097	0,50	400	143,97	0,280
10	IBB.10	IBB.11	78,97	691,291	689,791	1,50	692,871	689,671	3,20	40,244	0,079	40,323	0,097	0,20	400	90,73	0,444
11	IBB.11	IBB.12	101,82	692,871	689,671	3,20	690,771	689,271	1,50	40,323	0,102	40,425	0,097	0,40	400	128,69	0,314
12	IBB.12	IBB.13	60,58	690,771	689,271	1,50	691,141	689,141	2,00	40,425	0,061	40,486	0,097	0,20	400	90,73	0,446
13	IBB.13	IBB.14	20,40	691,141	689,141	2,00	690,981	688,981	2,00	41,872	0,020	41,892	0,095	0,80	400	182,27	0,230
14	IBB.14	IBB.15	97,54	690,981	688,981	2,00	690,531	687,981	2,55	41,892	0,098	41,990	0,095	1,00	400	203,85	0,206
15	IBB.15	IBB.16	97,00	690,531	687,981	2,55	689,911	687,391	2,52	41,990	0,097	42,087	0,095	0,60	400	157,77	0,267
16	IBB.16	IBB.17	91,94	689,911	687,391	2,52	688,261	686,161	2,10	49,376	0,092	49,468	0,088	1,30	400	232,49	0,213
17	IBB.17	IBB.18	91,92	688,261	686,161	2,10	688,081	685,031	3,05	49,468	0,092	49,560	0,088	1,20	400	223,35	0,222
18	IBB.18	IBB.19	90,22	688,081	685,031	3,05	688,581	684,081	4,50	49,560	0,090	49,650	0,088	1,10	400	213,82	0,232
19	IBB.19	IBB.20	98,08	688,581	684,081	4,50	685,791	683,711	2,08	49,650	0,098	49,748	0,088	0,40	400	128,69	0,387
20	IBB.20	IBB.21	102,44	685,791	683,711	2,08	685,101	683,301	1,80	49,748	0,102	49,850	0,088	0,40	400	128,69	0,387
21	IBB.21	IBB.22	100,00	685,101	683,301	1,80	684,951	682,851	2,10	49,850	0,100	49,950	0,088	0,50	400	143,97	0,347
22	IBB.22	IBB.23	100,50	684,951	682,851	2,10	686,051	682,551	3,50	49,950	0,101	50,051	0,088	0,30	400	111,34	0,450
23	IBB.23	IBB.24	99,65	686,051	682,551	3,50	685,501	681,951	3,55	50,051	0,100	50,151	0,087	0,60	400	157,77	0,318
24	IBB.24	IBB.25	100,46	685,501	681,951	3,55	683,751	681,651	2,10	50,151	0,100	50,251	0,087	0,30	400	111,34	0,451
25	IBB.25	IBB.26	83,67	683,751	681,651	2,10	682,721	681,141	1,58	50,251	0,084	50,335	0,087	0,60	400	157,77	0,319
26	IBB.26	IBB.27	99,09	682,721	681,141	1,58	682,371	680,851	1,52	50,335	0,099	50,434	0,087	0,30	400	111,34	0,453

27	IBB.27	IBB.28	99,85	682,371	680,851	1,52	681,801	680,171	1,63	50,434	0,100	50,534	0,087	0,70	400	170,46	0,296
28	IBB.28	IBB.29	82,90	681,801	680,171	1,63	681,631	679,831	1,80	50,534	0,083	50,617	0,087	0,40	400	128,69	0,393
29	IBB.29	IBB.29A	43,46	681,631	679,831	1,80	681,003	679,703	1,30	50,617	0,043	50,660	0,087	0,30	400	111,34	0,455
30	IBB.29A	IBB.30	26,60	681,003	679,703	1,30	680,881	679,581	1,30	50,660	0,027	50,687	0,087	0,50	400	143,97	0,352
31	IBB.30	IBB.31	99,00	680,881	679,581	1,30	680,491	678,891	1,60	50,687	0,099	50,786	0,087	0,70	400	170,46	0,298
32	IBB.31	IBB.32	72,93	680,491	678,891	1,60	680,371	678,571	1,80	50,786	0,073	50,859	0,087	0,40	400	128,69	0,395
33	IBB.32	IBB.33	12,00	680,371	678,571	1,80	680,091	678,491	1,60	50,859	0,012	50,871	0,087	0,70	400	170,46	0,298
34	IBB.33	IBB.34	25,44	680,091	678,491	1,60	680,021	678,221	1,80	50,871	0,025	50,896	0,087	1,10	400	213,82	0,238
35	IBB.34	IBB.35	81,26	680,021	678,221	1,80	679,671	677,871	1,80	50,896	0,081	50,977	0,087	0,40	400	128,69	0,396
36	IBB.35	IBB.36	91,75	679,671	677,871	1,80	679,111	677,551	1,56	50,977	0,092	51,069	0,087	0,30	400	111,34	0,459
37	IBB.36	IBB.37	93,99	679,111	677,551	1,56	678,491	677,241	1,25	51,069	0,094	51,163	0,087	0,30	400	111,34	0,460
38	IBB.37	IBB.38	59,61	678,491	677,241	1,25	680,291	677,091	3,20	51,163	0,060	51,223	0,087	0,30	400	111,34	0,460
39	IBB.38	IBB.39	47,97	680,291	677,091	3,20	678,951	675,921	3,03	51,223	0,048	51,271	0,086	2,40	400	316,02	0,162
40	IBB.39	IBB.40	99,26	678,951	675,921	3,03	677,471	675,821	1,65	51,271	0,099	51,370	0,086	0,10	500	103,49	0,496
41	IBB.40	IBB.41	79,99	677,471	675,821	1,65	677,291	675,731	1,56	51,370	0,080	51,450	0,086	0,10	500	103,49	0,497
42	IBB.41	IBB.42	93,02	677,291	675,731	1,56	677,011	675,431	1,58	51,450	0,093	51,543	0,086	0,30	500	179,24	0,288
43	IBB.42	IBB.43	52,79	677,011	675,431	1,58	676,931	675,331	1,60	51,543	0,053	51,596	0,086	0,19	500	142,64	0,362
44	IBB.43	IBB.44	80,47	676,931	675,331	1,60	676,821	675,201	1,62	51,596	0,080	51,676	0,086	0,16	500	130,90	0,395
45	IBB.44	IBB.45	52,50	676,821	675,201	1,62	677,211	675,111	2,10	51,676	0,053	51,729	0,086	0,17	500	134,93	0,383
46	IBB.45	IBB.46	98,70	677,211	675,111	2,10	676,801	674,801	2,00	51,729	0,099	51,828	0,086	0,30	500	179,24	0,289
47	IBB.46	IBB.47	92,50	676,801	674,801	2,00	676,761	674,661	2,10	51,828	0,093	51,921	0,086	0,15	500	126,74	0,410
48	IBB.47	IBB.48	101,51	676,761	674,661	2,10	676,191	674,511	1,68	51,921	0,102	52,023	0,086	0,15	500	126,74	0,410
49	IBB.48	IBB.49	104,00	676,191	674,511	1,68	676,461	674,361	2,10	52,023	0,104	52,127	0,086	0,14	500	122,45	0,426
50	IBB.49	IBC.01	100,00	676,461	674,361	2,10	677,095	674,195	2,90	52,127	0,100	52,227	0,086	0,17	500	134,93	0,387

OBS: O poço de visita IBB.01 recebe uma vazão de 11,821 l/s (referente ao TRECHO PVE – IBB.01).

O poço de visita IBB.09 recebe uma vazão de 27,651 l/s (referente ao TRECHO PVE – IBB.09), além do trecho anterior a ele.

O poço de visita IBB.13 recebe uma vazão de 1,386 l/s (referente ao TRECHO TL – IBB.13), além do trecho anterior a ele.

O poço de visita IBB.16 recebe uma vazão de 7,289 l/s (referente ao TRECHO RB.07 – IBB.16), além do trecho anterior a ele.

JUNÇÃO

ÍTEM	POÇO DE VISITA		COMP. TREC HO	COTAS DO POÇO DE VISITA MONTANTE			COTAS DO POÇO DE VISITA JUSANTE			VAZÕES (l/s)			DECLIVIDADE (m/100m)		DIAM. (mm)	QPLE (l/s)	Q/ QPLE
	Mont.	Jusan.	(m)	Terre.	Colet.	Prof.	Terre.	Colet.	Prof.	Qmon	Qcon	Qjus	Mín.	Proj.			
TRECHO IBC.01 – IA.25																	
1	IBC.01	IBC.02	24,01	677,095	674,195	2,90	676,611	674,171	2,44	52,227	0,024	52,251	0,086	0,10	500	103,49	0,504
2	IBC.02	IBC.03	77,78	676,611	674,171	2,44	675,557	673,117	2,44	127,597	0,078	127,675	0,056	1,40	500	387,21	0,330
3	IBC.03	IBC.04	77,78	675,557	673,117	2,44	675,355	672,455	2,90	127,675	0,078	127,753	0,056	0,90	500	310,46	0,411
4	IBC.04	IBC.05	77,78	675,355	672,455	2,90	675,153	672,153	3,00	127,753	0,078	127,831	0,056	0,40	600	336,56	0,380
5	IBC.05	IA.25	60,00	675,153	672,153	3,00	675,080	671,920	3,16	127,831	0,060	127,891	0,056	0,40	600	336,56	0,380

OBS: O poço de visita IBC.01 recebe uma vazão de 52,227 l/s (referente ao TRECHO “IBB”).

O poço de visita IBC.02 recebe uma vazão de 75,346 l/s (referente ao TRECHO “IC”), além do trecho anterior a ele.

EMISSÁRIO FINAL

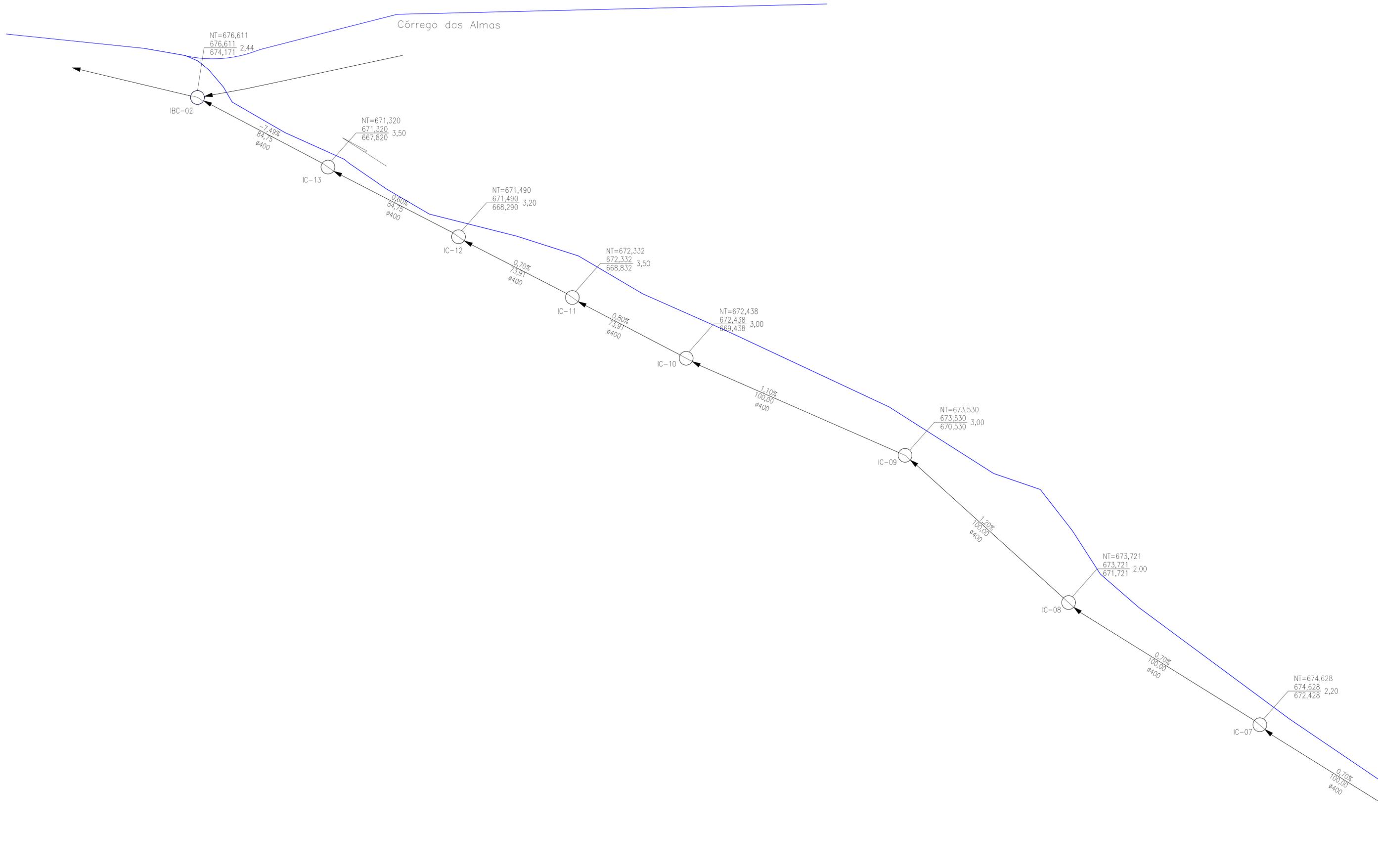
TRECHO IA.25 – ETE (EXISTENTE – REDIMENSIONADO PARA VIDA ÚTIL = 29 ANOS)

1	IA.25	E.02	60,00	675,080	671,920	3,16	674,841	671,381	3,46	147,574	0,060	147,634	0,053	0,90	600	504,84	0,292
2	E.02	ETE	66,66	674,841	671,381	3,46	676,965	669,565	7,40	147,634	0,067	147,701	0,053	3,00	600	921,70	0,160

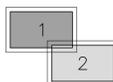
OBS: O poço de visita IA.25 recebe uma vazão de 19,683 l/s (referente ao TRECHO “IA”) e a vazão de 127,891 l/s (referente ao TRECHO “IBC”).

ANEXO C – Projetos

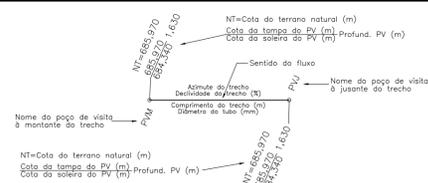
Córrego das Almas



ARTICULAÇÃO DAS PRANCHAS:



LEGENDA:



PROJETO:

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE BAMBUI - MG

REFERÊNCIA:

REDE DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA BACIA DO CÓRREGO DAS ALMAS

COMPRIMENTO TOTAL DA REDE:

7.015.13m

ESCALA:

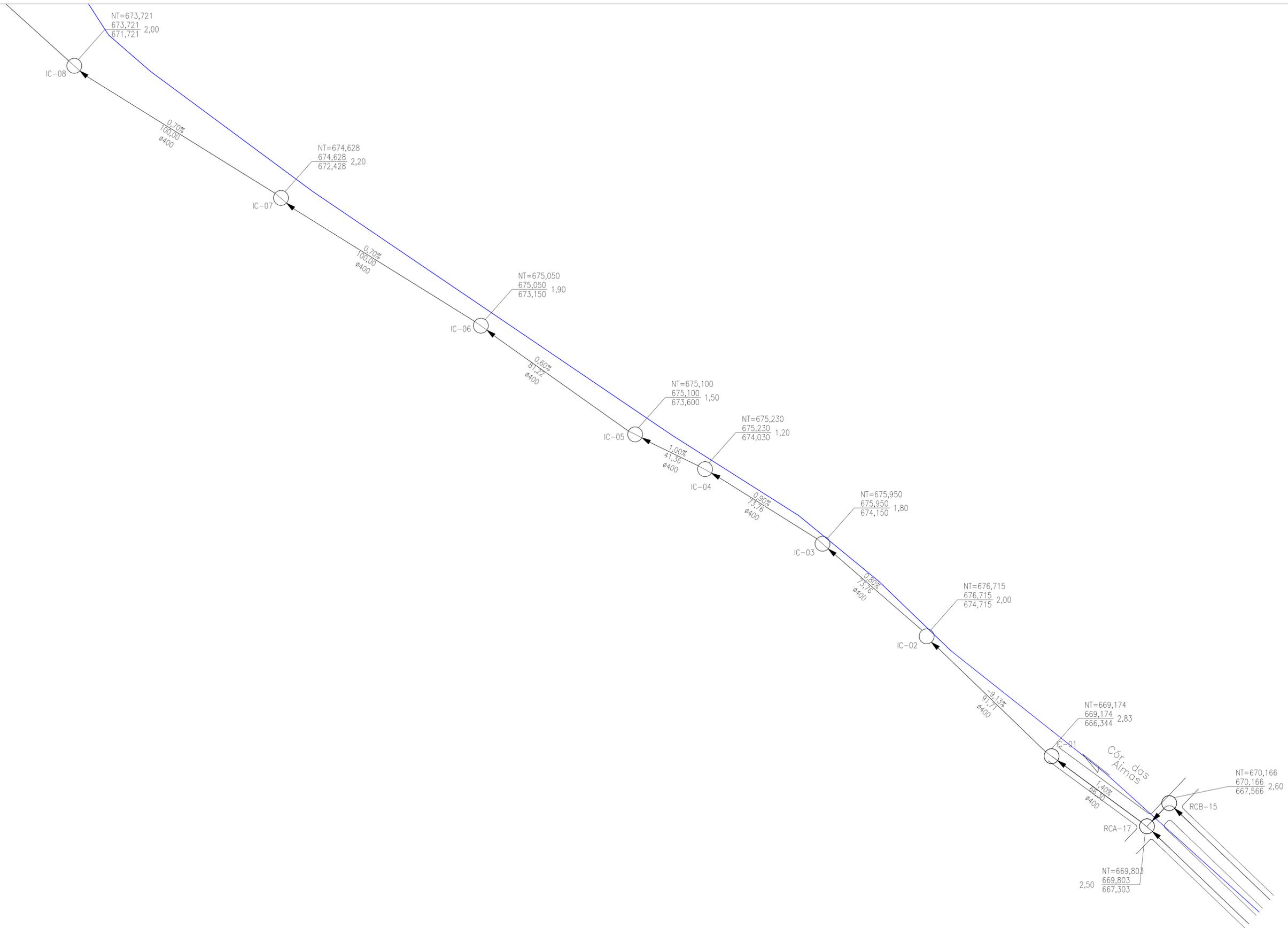
1/1000

DESENHO:

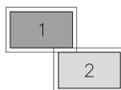
HERIKA NOGUEIRA SILVA

FOLHA:

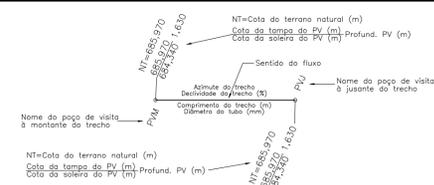
01/02



ARTICULAÇÃO DAS PRANCHAS:



LEGENDA:



PROJETO:

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE BAMBUI - MG

REFERÊNCIA:

REDE DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA BACIA DO CÓRREGO DAS ALMAS

COMPRIMENTO TOTAL DA REDE:

7.015.13m

ESCALA:

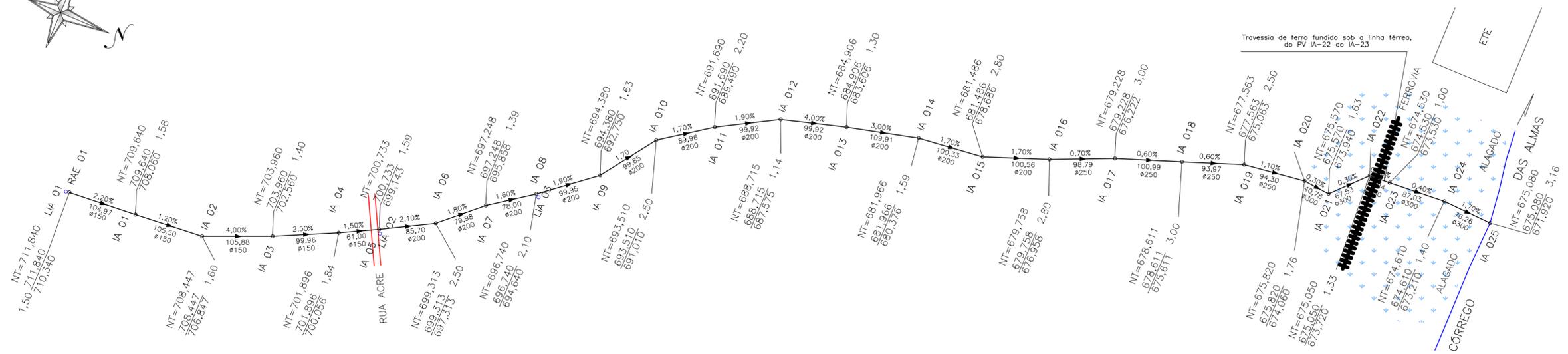
1/1000

DESENHO:

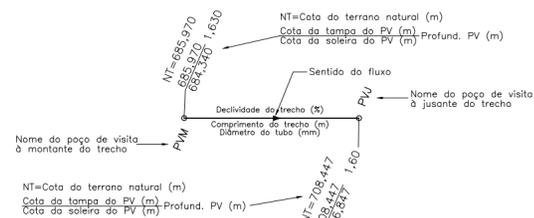
HERIKA NOGUEIRA SILVA

FOLHA:

02/02



LEGENDA:



PROJETO:

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE BAMBUÍ - MG

REFERÊNCIA:

REDE DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA BACIA DO CÓRREGO DO BARREIRO

COMPRIMENTO TOTAL DA REDE:

2.212,88m

ESCALA:

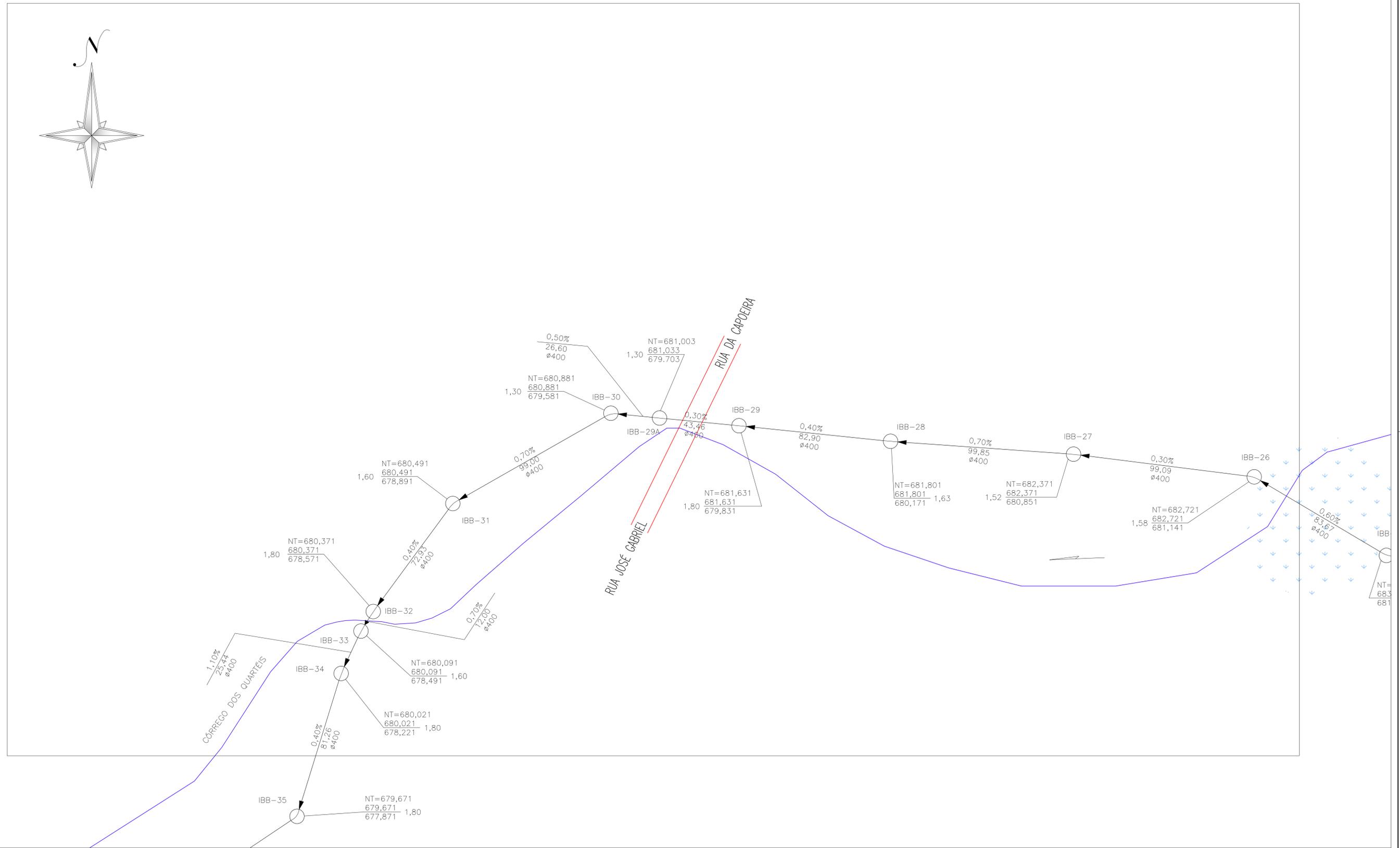
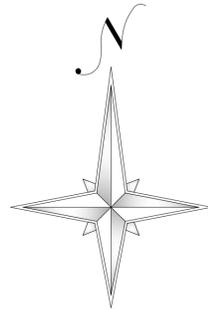
1/5000

DESENHO:

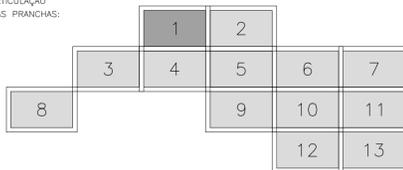
HERIKA NOGUEIRA SILVA

FOLHA:

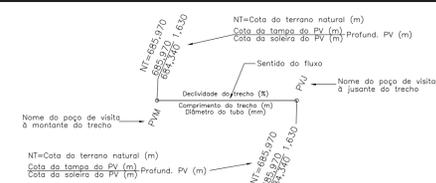
01/01



ARTICULAÇÃO DAS PRANCHAS:



LEGENDA:



PROJETO:

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE BAMBUI - MG

REFERÊNCIA:

REDE DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA BACIA DO CÓRREGO DOS QUARTEIS

COMPRIMENTO TOTAL DA REDE:

10.246,52m

ESCALA:

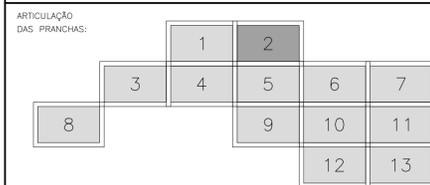
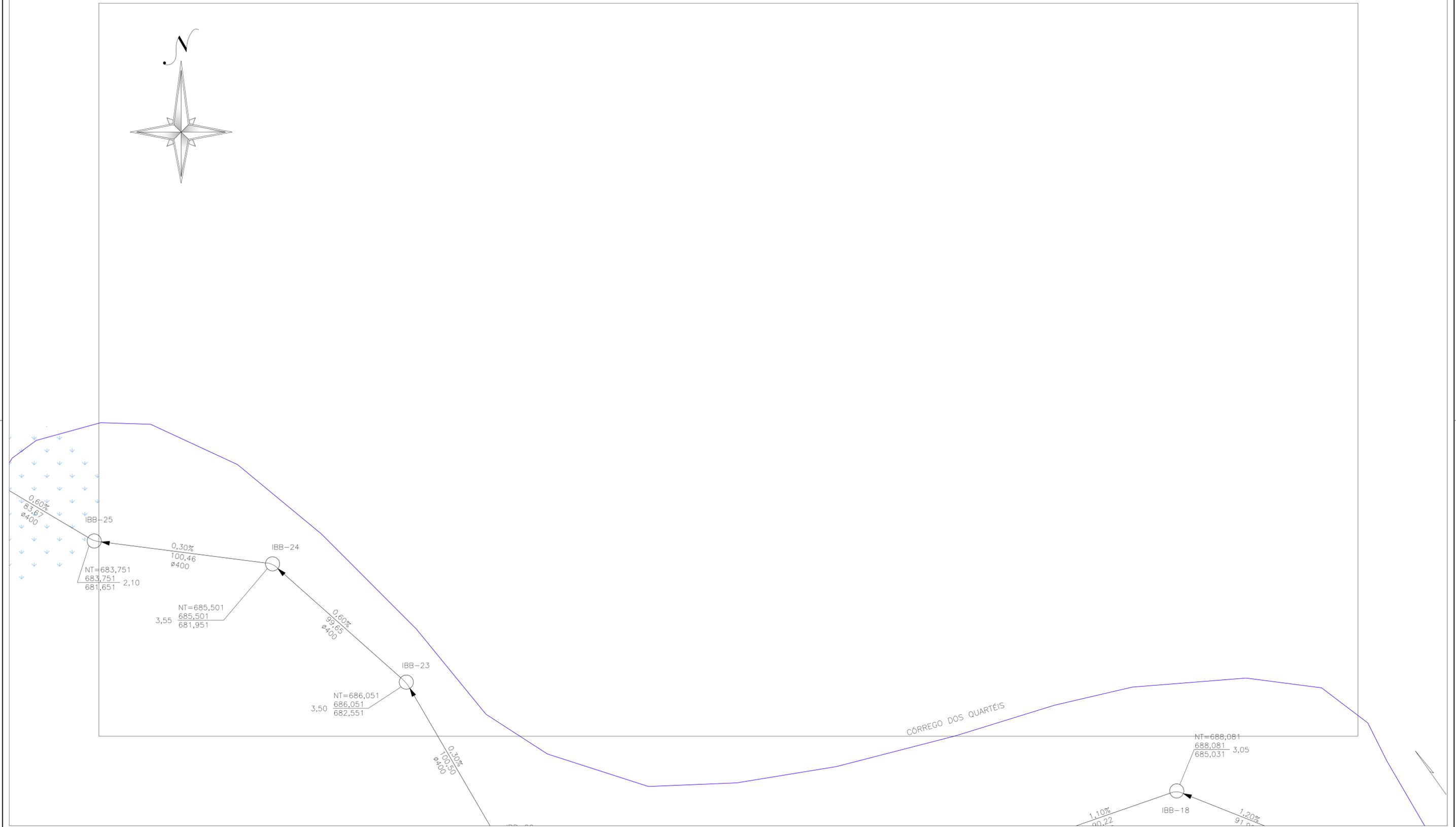
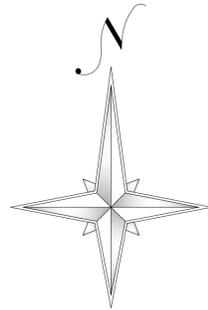
1/1000

DESENHO:

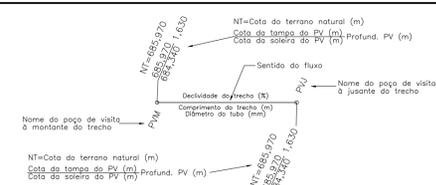
HERIKA NOGUEIRA SILVA

FOLHA:

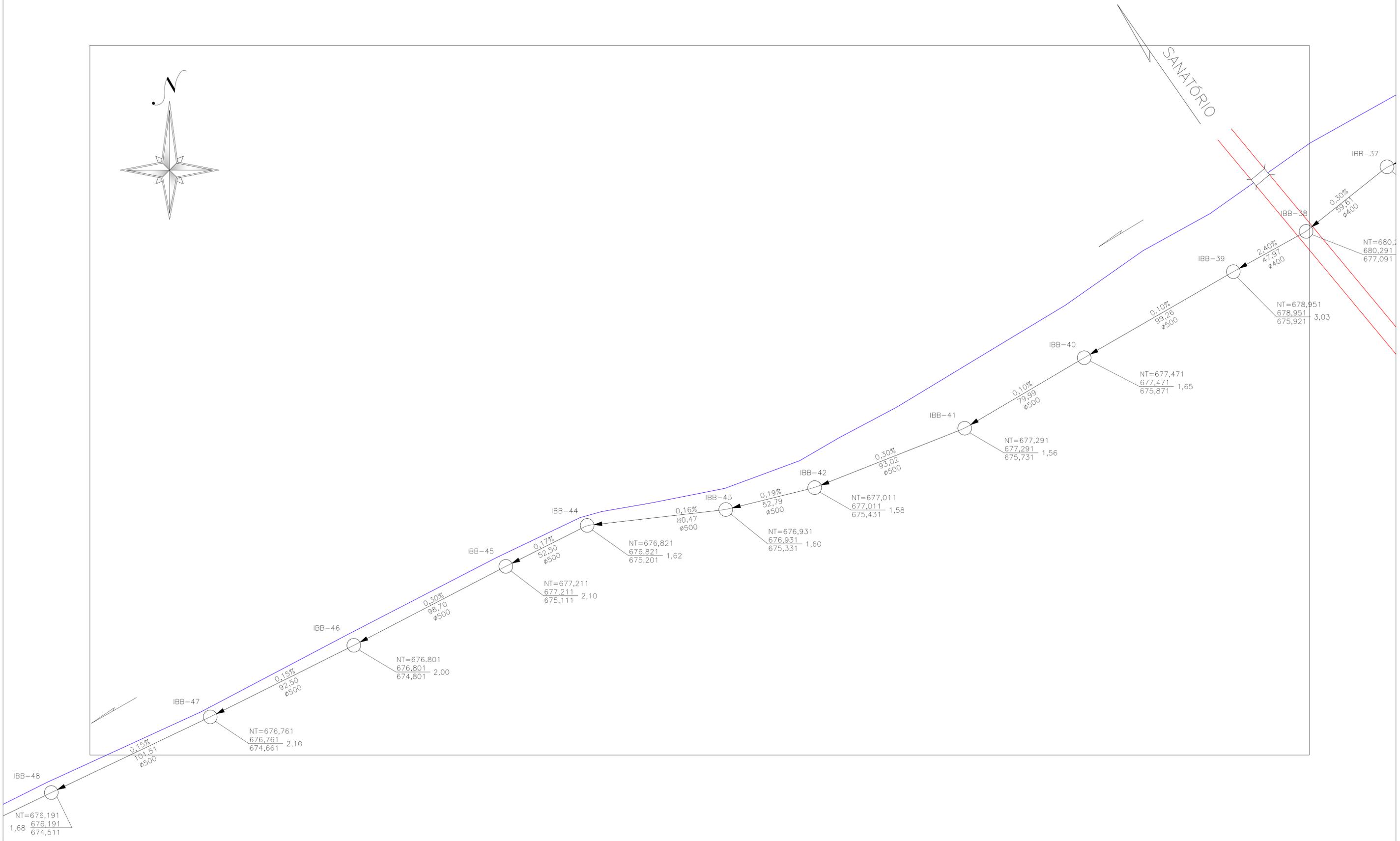
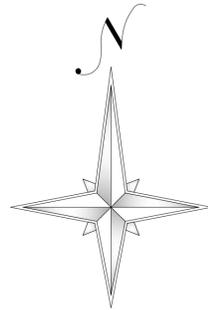
01/13



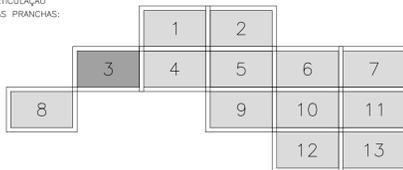
LEGENDA:



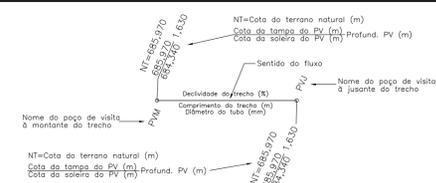
PROJETO: SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE BAMBUI - MG		
REFERÊNCIA: REDE DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA BACIA DO CÓRREGO DOS QUARTÉIS	COMPRIMENTO TOTAL DA REDE: 10.246,52m	ESCALA: 1/1000
DESENHO: HERIKA NOGUEIRA SILVA		FOLHA: 02/13



ARTICULAÇÃO DAS PRANCHAS:



LEGENDA:



PROJETO:

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE BAMBUI - MG

REFERÊNCIA:

REDE DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA BACIA DO CÓRREGO DOS QUARTEIS

COMPRIMENTO TOTAL DA REDE:

10.246,52m

ESCALA:

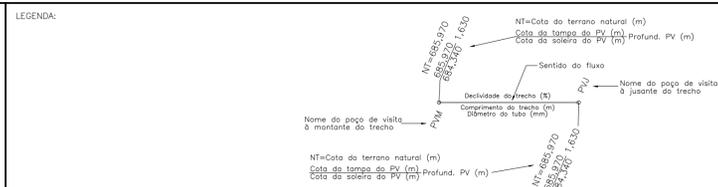
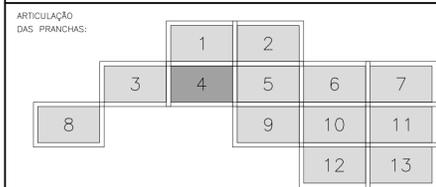
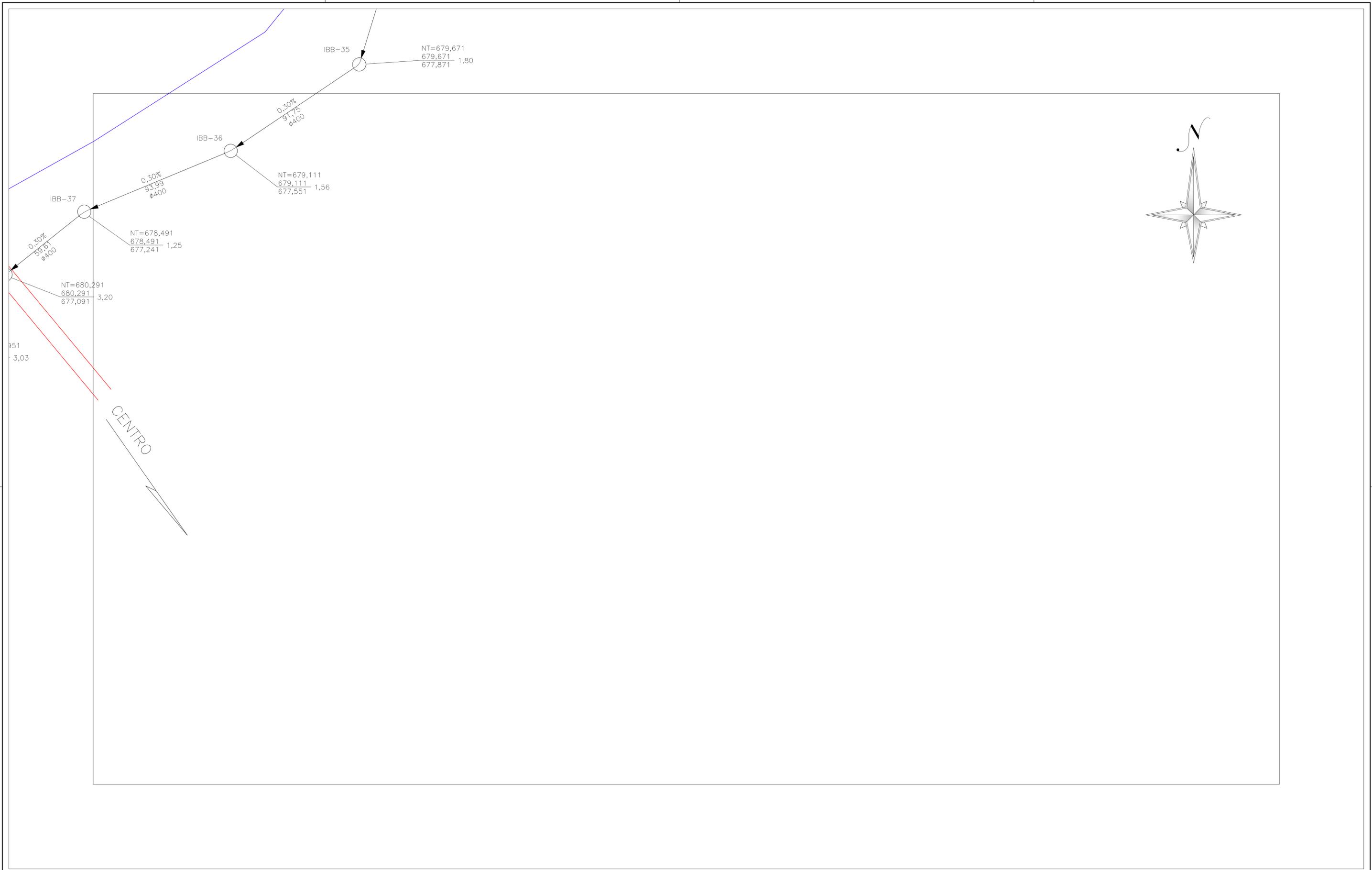
1/1000

DESENHO:

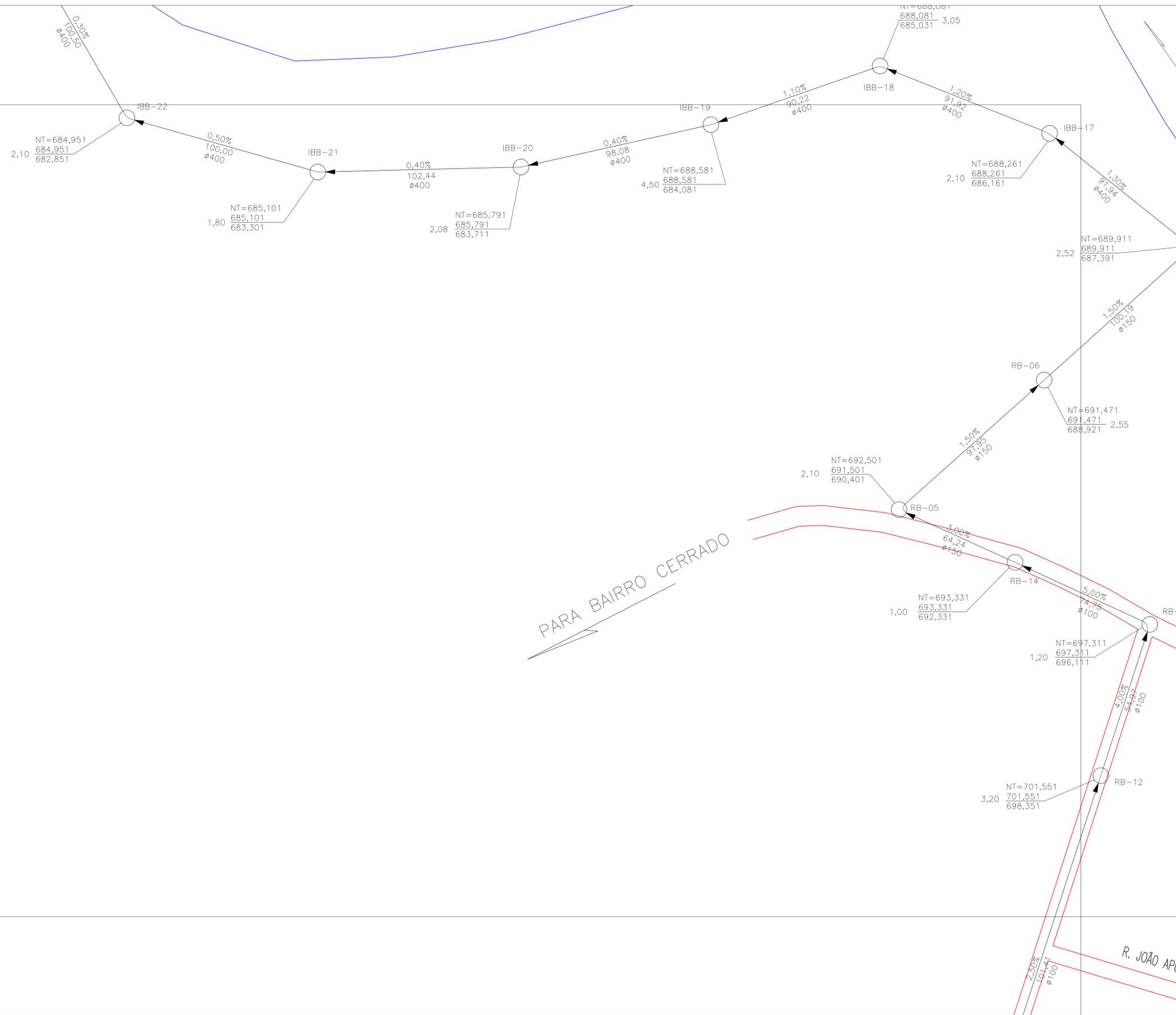
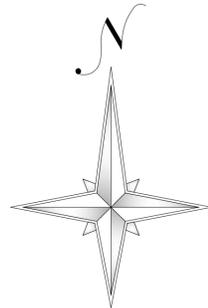
HERIKA NOGUEIRA SILVA

FOLHA:

03/13

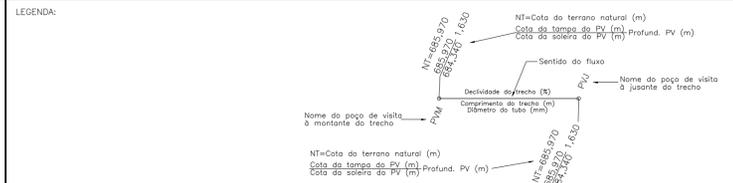
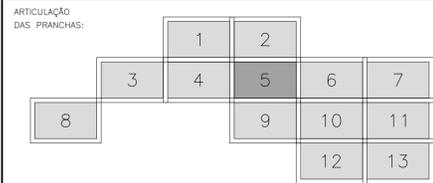


PROJETO: SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE BAMBUI – MG		
REFERÊNCIA: REDE DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA BACIA DO CÓRREGO DOS QUARTÉIS	COMPRIMENTO TOTAL DA REDE: 10.246,52m	ESCALA: 1/1000
DESENHO: HERIKA NOGUEIRA SILVA		FOLHA: 04/13

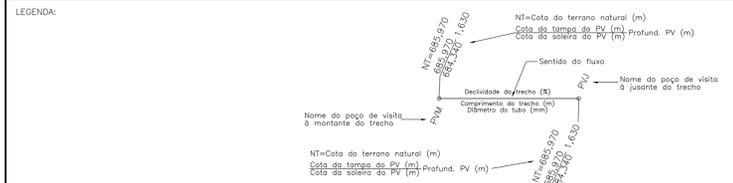
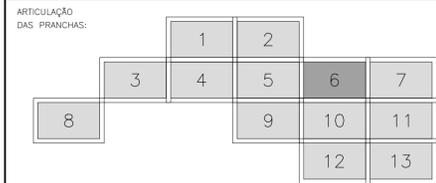
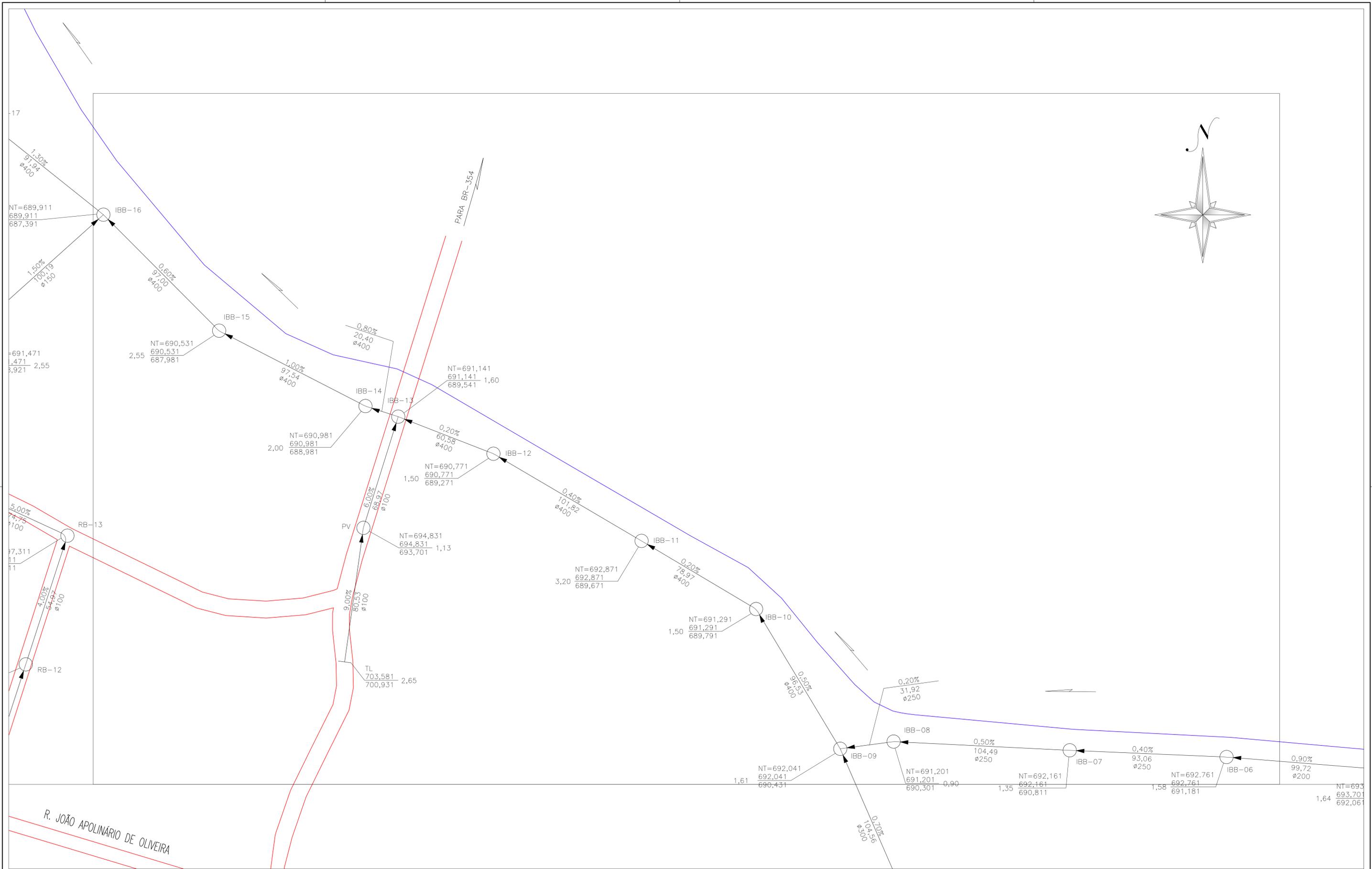


PARA BAIRRO CERRADO

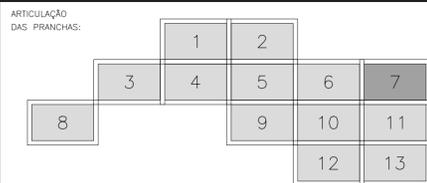
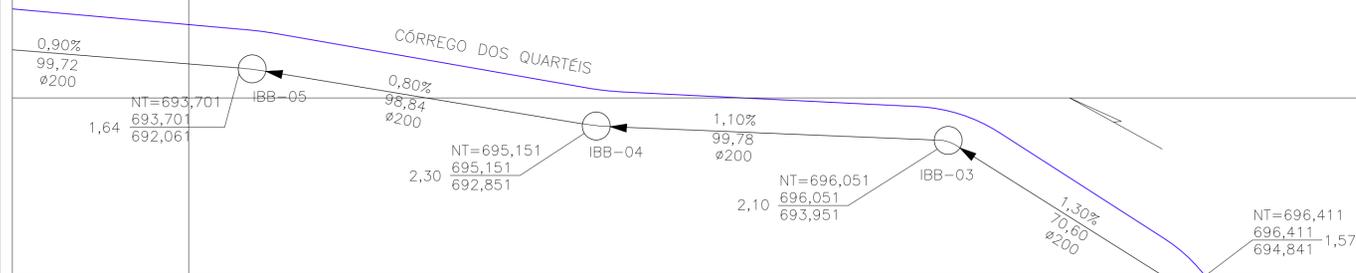
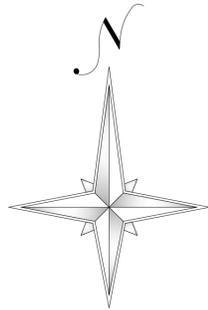
R. JOÃO APO



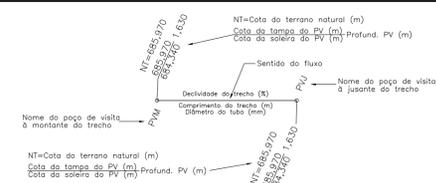
PROJETO: SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE BAMBUI – MG		
REFERÊNCIA: REDE DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA BACIA DO CÓRREGO DOS QUARTÉIS	COMPRIMENTO TOTAL DA REDE: 10.246,52m	ESCALA: 1/1000
DESENHO: HERIKA NOGUEIRA SILVA		FOLHA: 05/13



PROJETO:		
SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE BAMBUI - MG		
REFERÊNCIA:	COMPRIMENTO TOTAL DA REDE:	ESCALA:
REDE DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA BACIA DO CÓRREGO DOS QUARTÉIS	10.246,52m	1/1000
DESENHO:	FOLHA:	
HERIKA NOGUEIRA SILVA	06/13	



LEGENDA:



PROJETO:

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE BAMBUI – MG

REFERÊNCIA:

REDE DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA BACIA DO CÓRREGO DOS QUARTÉIS

COMPRIMENTO TOTAL DA REDE:

10.246,52m

ESCALA:

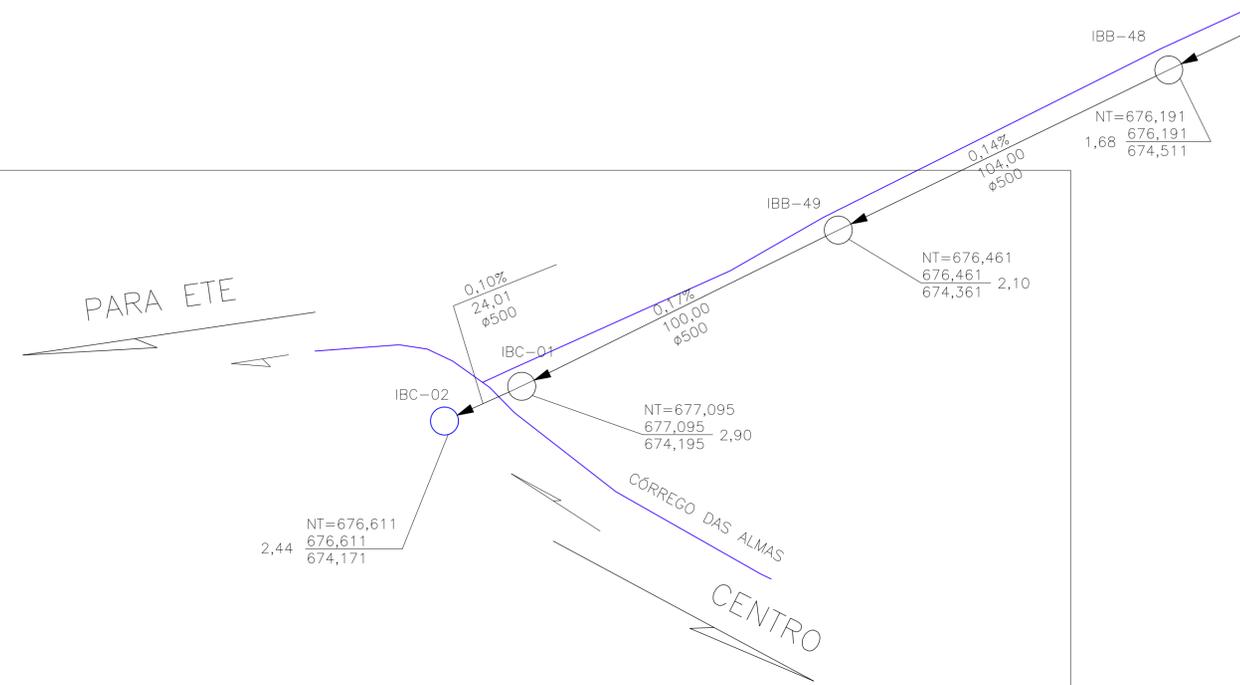
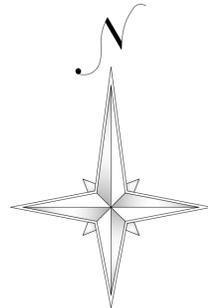
1/1000

DESENHO:

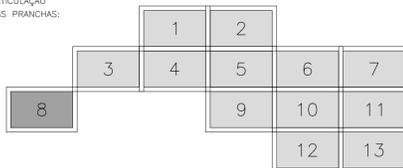
HERIKA NOGUEIRA SILVA

FOLHA:

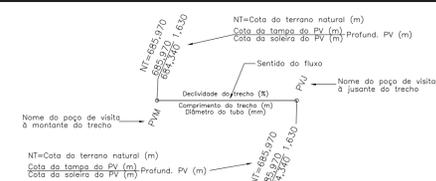
07/13



ARTICULAÇÃO DAS PRANCHAS:



LEGENDA:



PROJETO:

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE BAMBUI - MG

REFERÊNCIA:

REDE DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA BACIA DO CÓRREGO DOS QUARTÉIS

COMPRIMENTO TOTAL DA REDE:

10.246,52m

ESCALA:

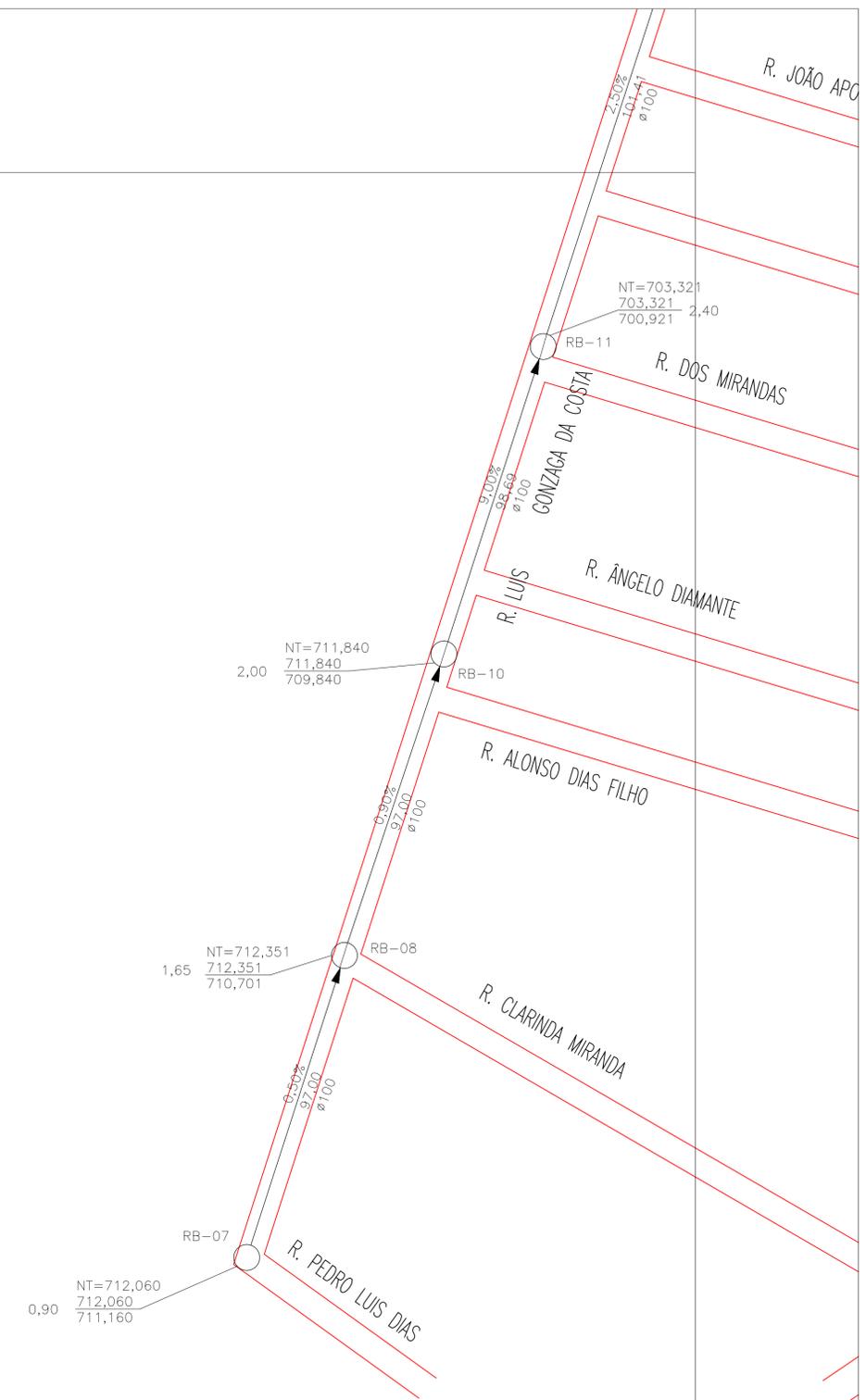
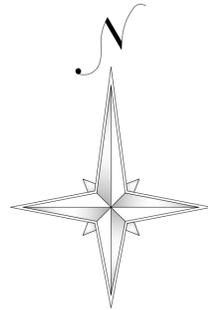
1/1000

DESENHO:

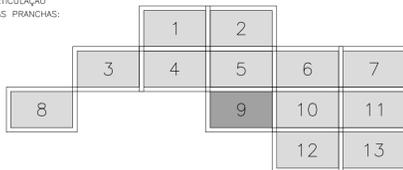
HERIKA NOGUEIRA SILVA

FOLHA:

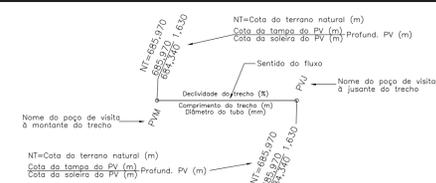
08/13



ARTICULAÇÃO DAS PRANCHAS:



LEGENDA:



PROJETO:

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE BAMBUI - MG

REFERÊNCIA:

REDE DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA BACIA DO CÓRREGO DOS QUARTÉIS

COMPRIMENTO TOTAL DA REDE:

10.246,52m

ESCALA:

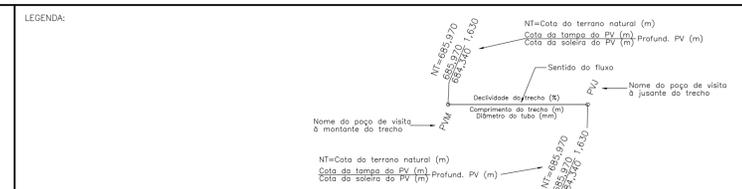
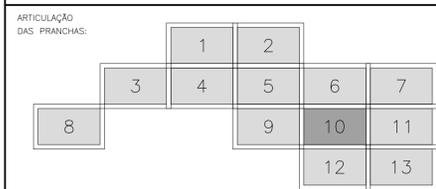
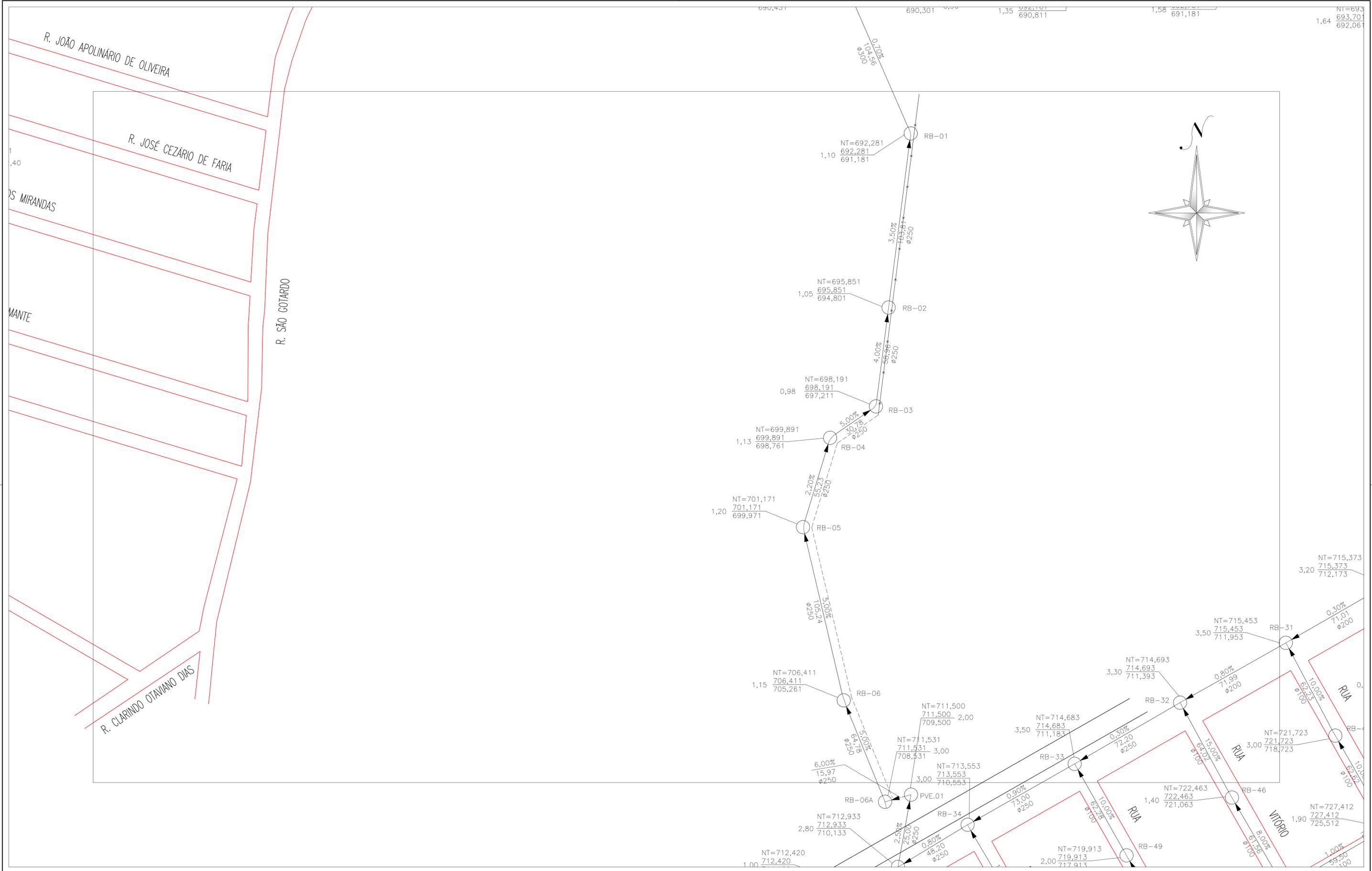
1/1000

DESENHO:

HERIKA NOGUEIRA SILVA

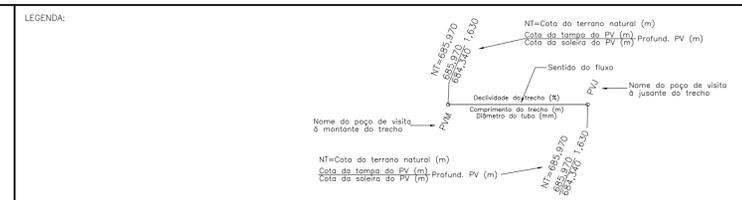
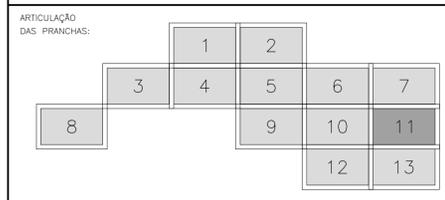
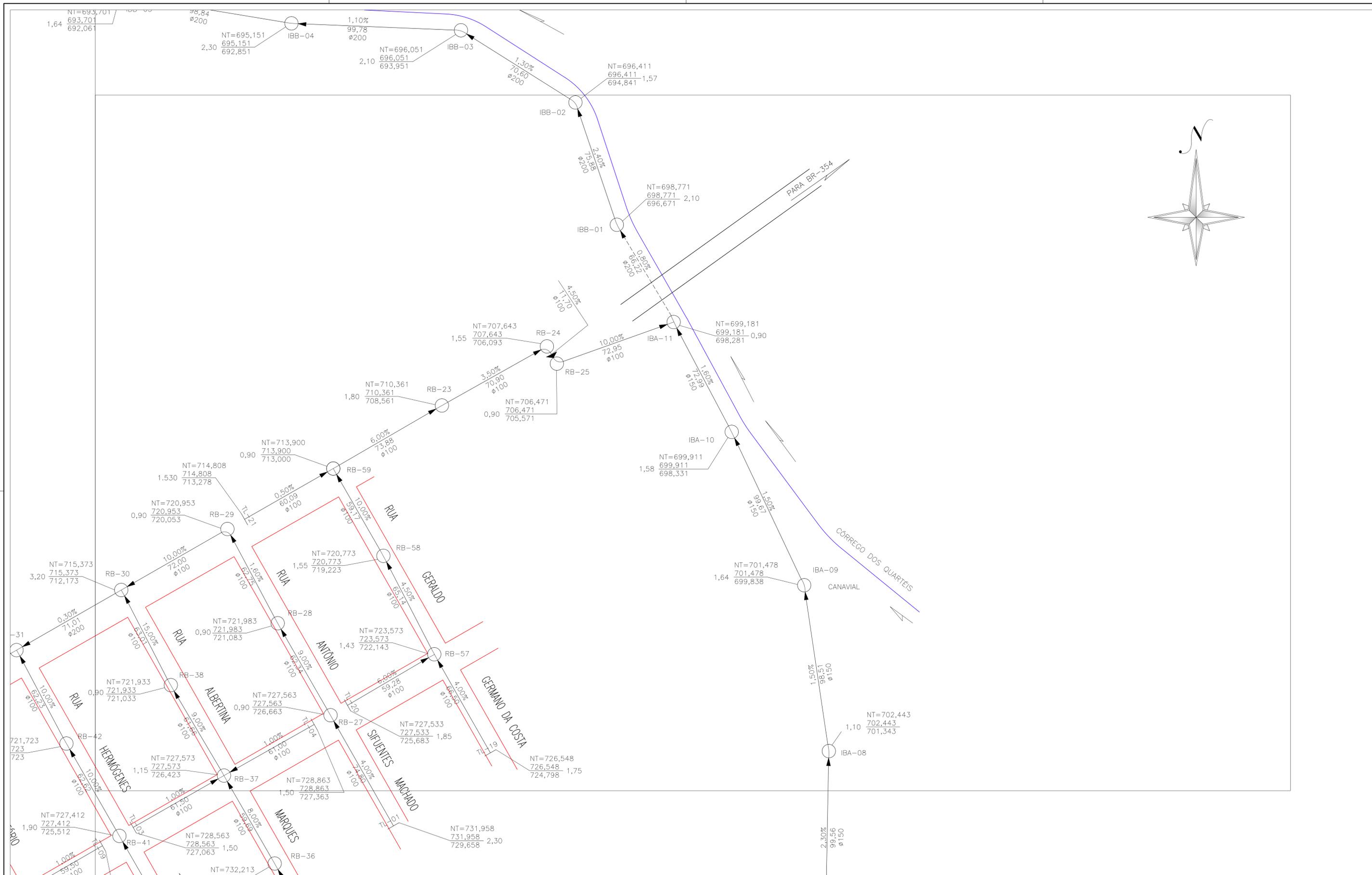
FOLHA:

09/13

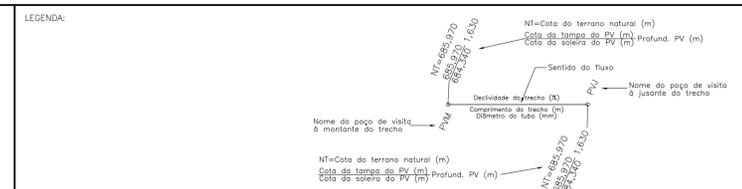
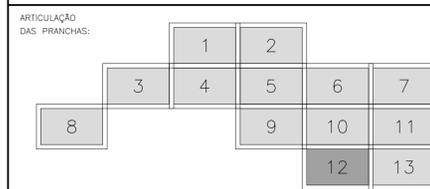
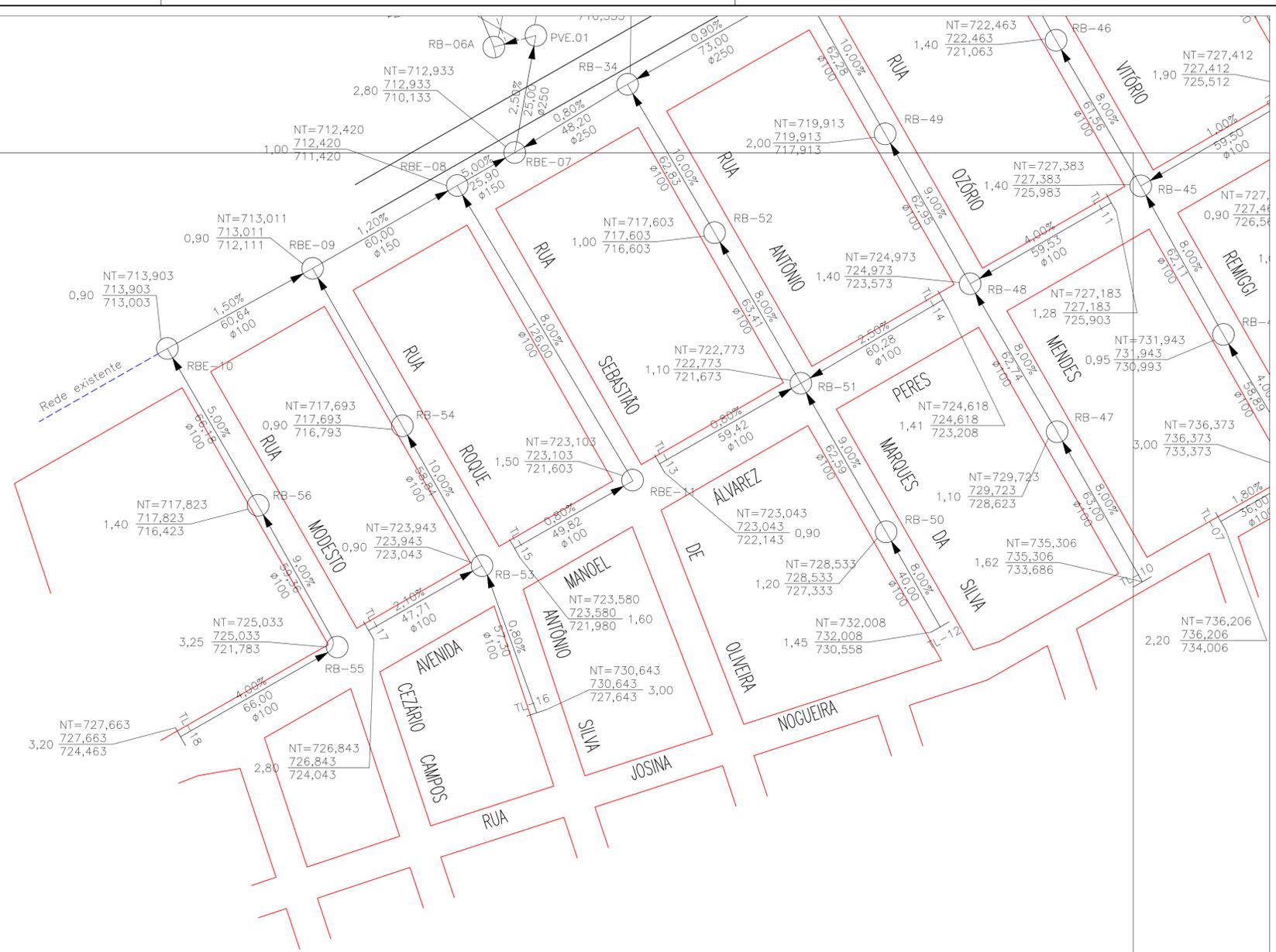
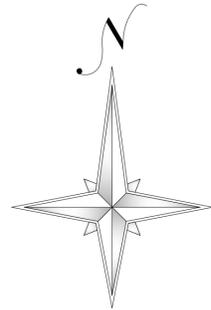


PROJETO: SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE BAMBUI - MG

REFERÊNCIA: REDE DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA BACIA DO CÓRREGO DOS QUARTÉIS	COMPRIMENTO TOTAL DA REDE: 10.246,52m	ESCALA: 1/1000
DESENHO: HERIKA NOGUEIRA SILVA	FOLHA: 10/13	

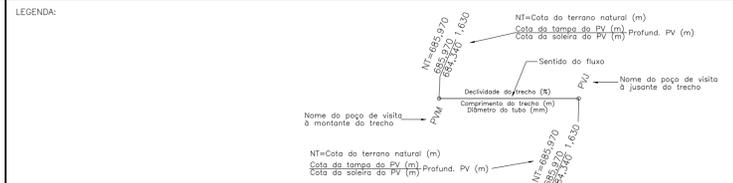
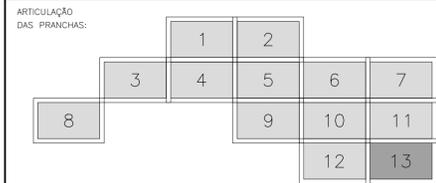
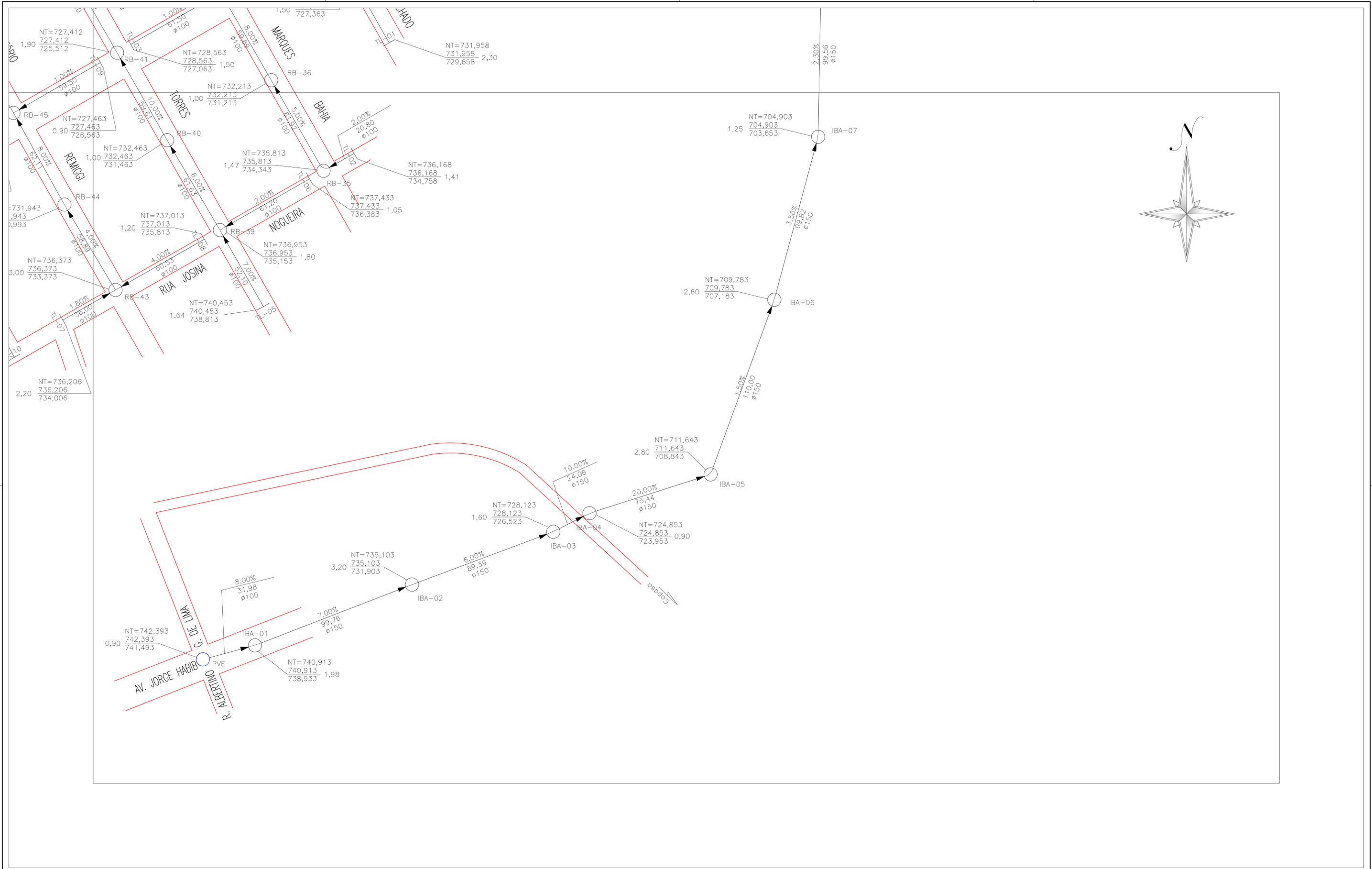


PROJETO: SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE BAMBUI - MG		
REFERÊNCIA: REDE DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA BACIA DO CÓRREGO DOS QUARTEIS	COMPRIMENTO TOTAL DA REDE: 10.246,52m	ESCALA: 1/1000
DESENHO: HERIKA NOGUEIRA SILVA		FOLHA: 11/13

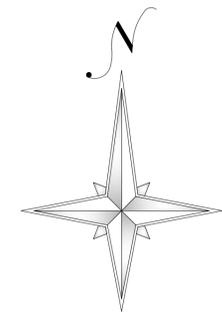
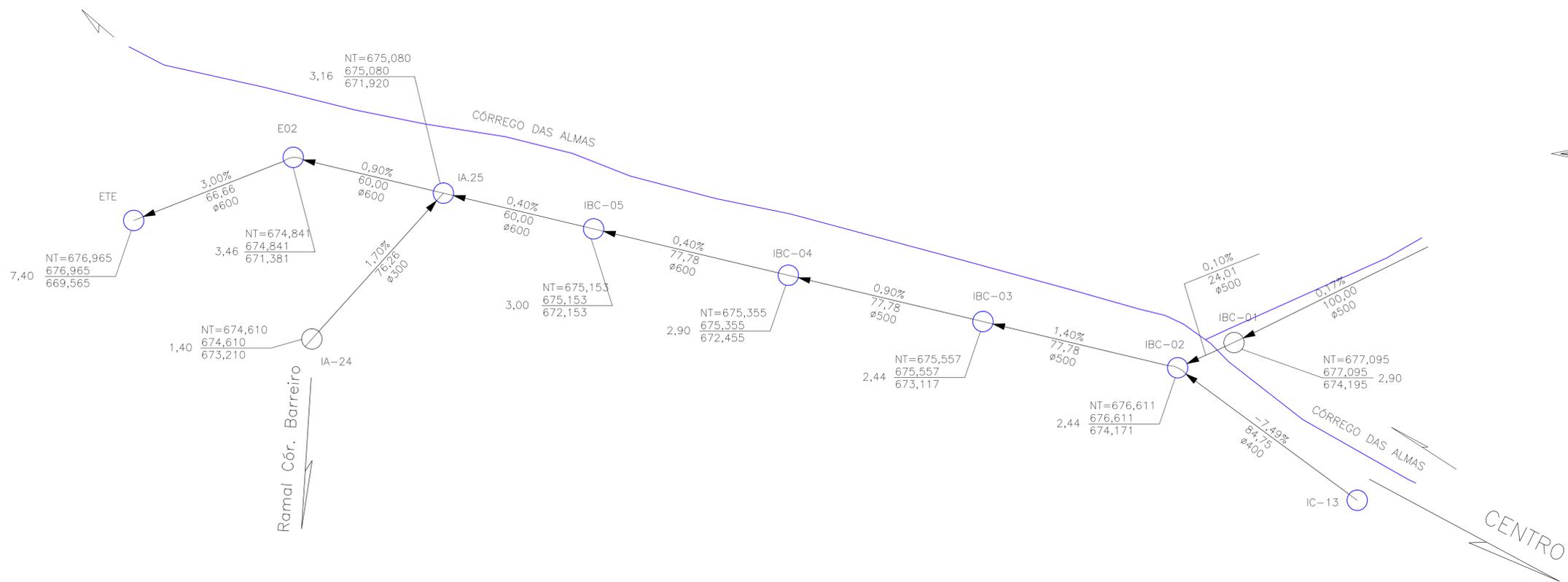


PROJETO: SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE BAMBUI – MG

REFERÊNCIA: REDE DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA BACIA DO CÓRREGO DOS QUARTÉIS	COMPRIMENTO TOTAL DA REDE: 10.246,52m	ESCALA: 1/1000
DESENHO: HERIKA NOGUEIRA SILVA	FOLHA: 12/13	



PROJETO:		
SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE BAMBUI - MG		
REFERÊNCIA:	COMPRIMENTO TOTAL DA REDE:	ESCALA:
REDE DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA BACIA DO CÓRREGO DOS QUARTÉIS	10.246,52m	1/1000
DESENHO:	FOLHA:	
HERIKA NOGUEIRA SILVA	13/13	



LEGENDA:



PROJETO: SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE BAMBUI – MG		
REFERÊNCIA: REDE DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO JUNÇÃO DAS BACIAS	COMPRIMENTO TOTAL DA REDE: 444,01m	ESCALA: 1/1000
DESENHO: HERIKA NOGUEIRA SILVA		FOLHA: 01/01

