

PROJETO EXECUTIVO DO COLETOR TRONCO DE ESGOTOS SANITÁRIOS NA MARGEM ESQUERDA E DIREITA DO CÓRREGO SANTA LUZIA



SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE JUIZ DE FORA / MG

Produto 01: Projeto Executivo Hidráulico

Memorial Descritivo do Projeto Executivo Hidráulico

Abril - 2021

CONTRATANTE



COMPANHIA DE SANEAMENTO MUNICIPAL - CESAMA

CNPJ: 21.572.243/0001-74

Avenida Barão do Rio Branco, 1843, 10º andar - Centro

CEP: 36.013-020 / Juiz de Fora (MG)

Tel.: (32) 3692-9203

Website: www.cesama.com.br



CONTRATADA



SERENCO SERVIÇOS DE ENGENHARIA CONSULTIVA LTDA

CNPJ: 75.091.074/0001-80 - CREA (PR): 5571

Av. Sete de Setembro, 3566, Centro

CEP: 80250-210 - Curitiba (PR)

Tel.: (41) 3233-9519

Website: www.serenco.com.br

EQUIPE TÉCNICA

Márcio Ravadelli

Engenheiro Sanitarista e Ambiental

Marcos Moisés Weigert

Engenheiro Civil

Gustavo José Sartori Passos

Engenheiro Civil

Tássio Barbosa da Silva

Engenheiro Civil

Bruno Passos de Abreu

Tecnólogo em Construção Civil

Grazieli Terezinha Colla

Engenheira Sanitarista e Ambiental

Bruno Pessin

Auxiliar de Engenheira

01	Primeira Revisão (R1) – Retirado do orçamento a contenção do talude (Feita licitação a parte)	Gustavo José Sartori Passos CREA/PR 96.308/D	11/2021
00	Emissão Inicial (R0)	Gustavo José Sartori Passos CREA/PR 96.308/D	04/2021
Rev.	Descrição	Aprovação	Data

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	VI
LISTA DE TABELAS	VII
APRESENTAÇÃO	8
1. INTRODUÇÃO	9
2. ESTUDO DE PROJEÇÃO POPULACIONAL	14
2.1. PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO RESIDENTE	16
2.1.1. Métodos Matemáticos	16
2.1.1.1. Aritmético	16
2.1.1.2. Geométrico	17
2.1.2. Métodos com auxílio da Ferramenta Linha de Tendência	17
2.1.2.1. Ajustamento linear	18
2.1.2.2. Equação da Curva de Potência	18
2.1.2.3. Equação exponencial	18
2.1.2.4. Método baseado na equação logarítmica	18
2.1.2.5. Método baseado na equação Polinomial	19
2.1.3. Projeção da População Urbana	19
2.1.4. Comparativo	22
2.1.5. Região de Estudo - Sub-bacia do córrego Santa Luzia	24
3. VAZÕES E PARÂMETROS DE PROJETO	27
3.1. CONSUMO PER CAPITA	27
3.2. COEFICIENTES DE VARIAÇÃO DE VAZÃO	28
3.3. VAZÃO DE INFILTRAÇÃO	28
3.4. VAZÃO MÉDIA DIÁRIA	29
3.5. VAZÃO MÁXIMA HORÁRIA DE UM DIA QUALQUER	30
3.6. VAZÃO MÁXIMA HORÁRIA	30
3.7. CONTRIBUIÇÃO DE ESGOTO	31
3.8. PARÂMETROS DE DIMENSIONAMENTO	35
3.9. DIÂMETROS E MATERIAIS	35
4. PROJETO EXECUTIVO DOS COLETORES TRONCO DE ESGOTOS	37
4.1. COLETORES TRONCO	37
4.2. RELAÇÃO DE DESENHOS E MODELOS CONSTRUTIVOS	38
4.3. TRAVESSIAS PELO CANAL	39
4.4. CONTENÇÃO DE TALUDES	39
4.5. ETAPAS DE AVANÇO DAS OBRAS E ESTIMATIVA DO TEMPO DE EXECUÇÃO	40
4.6. INTERFERÊNCIAS CADASTRADAS	42
4.7. OUTRAS ALTERNATIVAS DE VIABILIDADE EM SEGUNDO PLANO	42
ANEXO A - SONDAgens A PERCUSSÃO E A TRADO	43
ANEXO B - MEMORIAIS DE CÁLCULO DO COLETOR TRONCO	44
ANEXO C - COORDENADAS DOS DISPOSITIVOS DE VISITA	45
ANEXO D - MODELAGEM HIDRÁULICA DO CANAL	46
ANEXO E - INTERFERÊNCIAS CADASTRADAS	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Divisão das sub-bacias do córrego Santa Luzia.....	10
Figura 2: Localização dos Coletores Tronco e da ETE Santa Luzia	10
Figura 3: Gráfico dos Resultados das Projeções Estudadas.....	21
Figura 4: Comparativo das projeções populacionais.....	23
Figura 5: Sub-bacia do córrego Santa Luzia e setores censitários 2010.	25
Figura 6: Talude a ser melhorado com a execução da travessia 2.	39
Figura 7: Talude e via a serem reconstruídos e remoção de rip-rap dentro do canal (objeto de uma outra Licitação).....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Evolução Populacional de Juiz de Fora.	14
Tabela 2: Taxas de crescimento anuais.	15
Tabela 3: Estimativas populacionais - IBGE	16
Tabela 4: Método Aritmético.	19
Tabela 5: Método Geométrico.	19
Tabela 6: Métodos com Linhas de Tendência.	19
Tabela 7: Resumo das Projeções (nº de habitantes) para a população urbana.	20
Tabela 8: Projeção populacional escolhida para Juiz de Fora.	21
Tabela 9: Projeção populacional - comparativo.	22
Tabela 10: População urbana contida na sub-bacia do córrego Santa Luzia.	25
Tabela 11: Consumo per capita adotado no PMSB (2013) e os valores divulgados no SNIS.	27
Tabela 12: Projeção da contribuição de Esgoto.	31
Tabela 13: Vazões - Sub-bacia córrego Santa Luzia - Projeto Básico.	32
Tabela 14: Projeção da contribuição de Esgoto.	32
Tabela 15: Diâmetros de Dimensionamento.	35
Tabela 16: Quantitativo de projeto das tubulações separado por diâmetro, material e coletor.	36
Tabela 17: Resumo do Quantitativo - Valores totais.	36
Tabela 18: Coletor Tronco Santa Luzia - Margem Direita - Extensão por DN.	37
Tabela 19: Coletor Tronco Santa Luzia - Margem Esquerda - Extensão por DN.	37
Tabela 20: RCE - Relação de Documentos.	38
Tabela 21: Cálculo estimado do tempo de execução dos serviços.	41
Tabela 22: Total de interferências cadastradas que passam pelo coletor tronco.	42

APRESENTAÇÃO

O **Memorial Descritivo do Projeto Executivo Hidráulico** integra o “**Projeto Executivo (PE) Hidráulico de Coletor Tronco de esgotos sanitários na margem esquerda e direita do Córrego Santa Luzia**”, localizados no município de Juiz de Fora, no estado de Minas Gerais.

Todo o levantamento topográfico foi realizado pela equipe da CESAMA, não fazendo parte do escopo da SERENCO.

O presente Produto apresenta o Estudo Populacional e de Vazões, contempla o Memorial Descritivo das informações relevantes ao Projeto Hidráulico além de apresentar os Desenhos (DE) do Projeto Hidráulico dos coletores tronco.

Os documentos citados na sequência correspondem aos Produtos a serem entregues no Projeto Executivo:

- **Produto 01** - Projeto Executivo Hidráulico (presente documento);
- **Produto 02** - Plantas de desenho e detalhamentos;
- **Produto 03** - Orçamento;
- **Produto 04** - Especificação Técnica.

1. INTRODUÇÃO

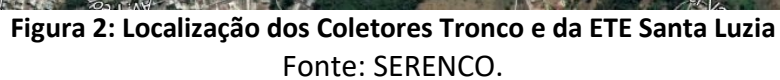
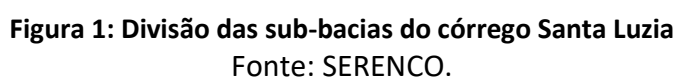
O presente memorial integrante do Projeto Hidráulico do Coletor Tronco tem por objetivo descrever o projeto hidráulico executivo, apresentar suas premissas e fórmulas, resultados e condições referentes ao dimensionamento hidráulico do Coletor Tronco.

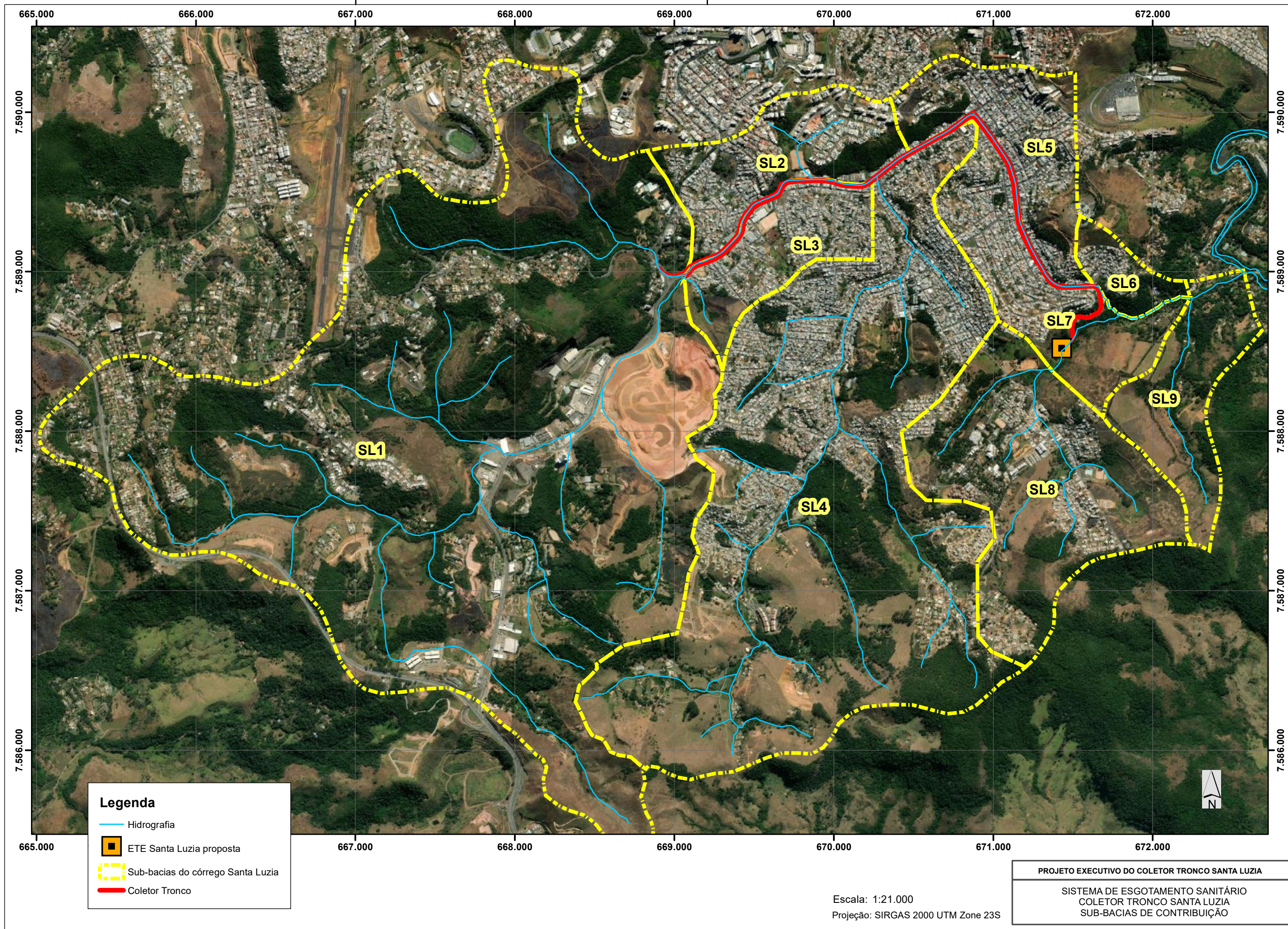
O Projeto Básico foi realizado pela Cesama, celebrado por um contrato junto à Planex S.A Consultoria de Planejamento e Execução, finalizado em 2013. Esse será utilizado como ponto de partida e modificado/melhorado caso seja necessário, visto ter sido realizado a mais de 7 anos e apresentar solicitações de reajustes apontados em um laudo da CEF em abril de 2020.

Sua concepção apresentou 7,99 km de redes, com diâmetros de 200 a 800 mm, material em PVC, concreto e ferro fundido. Alguns dos principais apontamentos para a melhoria desse projeto foram: a retirada da tubulação de ferro fundido dentro do canal (visto recorrentes problemas de alagamentos os quais serão citados posteriormente no estudo hidráulico do canal); substituição de material de concreto por PEAD e um estudo de alternativas de travessia da margem esquerda para a margem direita.

Um estudo hidrológico das cheias da região e hidráulico do canal foi realizado, demonstrando que o canal Santa Luzia possui extravasamentos da cota superior do canal, comprovados pelas fotos históricas obtidas pela internet. Com isso, as alternativas propostas não consideram a execução das tubulações de ferro passando por dentro do canal.

A região de estudo da sub-bacia do córrego Santa Luzia englobam, total ou parcialmente, os bairros: São Geraldo, Novo Horizonte, Aeroporto, Cascatinha, Teixeiras, Santa Efigênia, Sagrado Coração, Ipiranga, Santa Luzia e Cruzeiro do Sul. Um esboço da região de estudo com as sub-bacias está apresentada na Figura 1 e no mapa demonstrado a seguir. Um maior detalhamento da localização dos coletores tronco e da ETE estão apresentados na Figura 2.





Inicialmente, foi realizado um estudo de alternativas, considerando ambas as margens independentes, com junção da margem esquerda para a margem direita apenas na rua Alcides Paiva Campos. Ambas as margens precisariam de execução em método não destrutivo (MND) em determinados trechos, com travessia sob o canal também pelo MND, totalizando cerca de 1.045 m de extensão. Essa alternativa ficou mais cara devido ao custo do furo direcional. A segunda alternativa eliminou o principal trecho de MND da margem esquerda, necessitando assim de uma nova travessia intermediária, nas proximidades da entrada no canal (do projeto básico) em MND. Essa travessia aprofundou significativamente a margem direita, aumentando profundidade de vala para 4,5 m em trechos com difícil acesso de execução.

Assim, a solução proposta foi realizar a travessia pelo método destrutivo, visando não aprofundar significativamente a margem direita e viabilizando as escavações. Através das sondagens será observado que o solo possui baixa resistência em alguns locais, com presença de nível de água e solos com matéria orgânica.

No presente projeto executivo, o início do traçado dos coletores tronco será nas proximidades da MG-353 (Avenida Salvaterra com a rua Dr. Costa Reis), continuando pela rua Dr. Costa Reis, percorrendo paralelamente em ambas as margens do córrego Santa Luzia. Na margem direita, alguns trechos previstos no projeto básico foram construídos pela empreiteira responsável pelo loteamento Estrela Alta, conduzindo as tubulações até um poço de visita da Cesama, localizado a cerca de 30 metros da rua Ercy F. de Souza (PV 1).

Em dois determinados pontos, o coletor da margem esquerda passará a contribuição de esgoto para a margem direita (PV 124 para PV 17 e PV 147 para PV 51), conduzindo até o terreno da futura Estação de Tratamento. No trecho final da margem direita, será necessário execução do MND (PV 51 ao PV 56) onde entre o PV 55 ao PV 56 existe grande possibilidade de existir pedregulhos e matacões (a Cesama pediu para evitar ao máximo elevatórias de esgoto devido as manutenções e custos crescentes com energia elétrica). Do trecho do PV 56 ao PV 60, foi necessário a adição de degraus visando a redução da velocidade máxima de 5 m/s.

O terreno da estação já pertence à Cesama, fator primordial para a sua instalação, em região isolada com poucas casas ao redor, não precisando de desapropriações onerosas e demoradas. Está localizado à jusante do projeto do coletor tronco, permitindo a coleta de esgoto por gravidade na maior parte do trecho, necessitando de elevatória de esgoto apenas para transportar o esgoto para o tratamento preliminar da futura estação. Algumas poucas residências localizadas à jusante, deverão possuir fossa séptica até a realização de estudos de concepção.

As redes coletoras desses bairros estão executadas, são do tipo separador absoluto, e atualmente lançam o esgoto *in natura* no córrego Santa Luzia. Mesmo assim, foram visualizadas várias ligações irregulares nas galerias de águas pluviais. Nas pranchas de desenhos estão demonstrados vários desses lançamentos (interferências). As interligações da rede coletora ao coletor tronco projetado serão objeto de um programa específico de caça esgoto da Cesama, visto que a interligação integral da rede coletora de esgotos ao sistema

projetado demanda um trabalho de cadastro mais completo por parte da companhia. Apesar disso, foram previstas condições de atendimento a todas as futuras interligações de esgoto visto o aprofundamento do coletor tronco estar localizado abaixo da rede de drenagem.

Reforça-se que o sistema Santa Luzia segue a concepção do Programa de Despoluição do Rio Paraibuna, dando prioridade para a implantação dos interceptores, prioritariamente aos coletores tronco e similarmente aos coletores tronco antes aos sub-coletores. Neste sentido, será priorizado o coletor principal (Santa Luzia), sendo que foi feita a conferência das cotas dos demais sub-coletores a fim de garantir a possibilidade de interligação.

Nos itens a seguir, são apresentados o desenvolvimento deste projeto iniciando-se pelo estudo populacional e do cálculo das vazões. Em seguida é apresentada algumas das normas técnicas utilizadas, a área do projeto em questão, após, são mencionadas as premissas de projeto e na sequência o dimensionamento e aspectos importantes do projeto como a apresentação dos desenhos, materiais das tubulações e outros detalhamentos.

2. ESTUDO DE PROJEÇÃO POPULACIONAL

O dimensionamento futuro de populações constitui importante base com o intuito de subsidiar ações de planejamento, tanto no âmbito do poder público quanto em atividades privadas. No âmbito público, é uma importante ferramenta para a definição e acompanhamento de políticas vinculadas ao atendimento de necessidades sociais básicas da população, como por exemplo, o saneamento básico.

Projeções demográficas se constituem em um agregado de resultados provenientes de estimativas baseadas em pressupostos que podem interferir na evolução de uma população, sendo uma atividade complexa de planejamento urbano, envolvendo níveis de incerteza decorrentes do grande número de variáveis que a compõe e das imprevisibilidades das mesmas. Por se basearem em pressupostos, as projeções realizadas requerem um sistemático acompanhamento.

Como ponto de partida para o esforço de previsão do crescimento populacional, foi realizada uma avaliação da situação demográfica do município de Juiz de Fora (MG) a partir do levantamento de dados secundários, assim como outros estudos populacionais existentes realizados para o município.

Na avaliação do estudo populacional foram empregados:

- Estatísticas Censitárias, tabulações dos censos de 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010;
- Estimativas Populacionais realizadas pelo IBGE do ano 2011 a 2020;
- Plano Municipal de Saneamento Básico de Juiz de Fora (2013).

Para os estudos de projeção populacional obtiveram-se as informações dos censos demográficos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010 para a área urbana e rural, sendo os resultados destes apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Evolução Populacional de Juiz de Fora.

Ano	População Total (hab.)	Taxa de Urbanização (%)	População Urbana (hab.)	População Rural (hab.)
1970	238.510	92,40%	220.390	18.120
1980	307.534	98,10%	301.692	5.842
1991	385.996	98,51%	380.249	5.747
2000	456.796	99,17%	453.002	3.794
2010	516.247	98,86%	510.378	5.869

Fonte: IBGE, 1970 - 1980 - 1991 - 2000 - 2010.

Percebe-se, analisando a tabela anterior que Juiz de Fora vem apresentando aumento, em números absolutos, da população urbana, com uma taxa de urbanização em torno de 99%. A Tabela 2 demonstra as taxas de crescimento populacionais verificadas nos censos demográficos disponíveis.

Tabela 2: Taxas de crescimento anuais.

Ano	População Total (hab.)	População Urbana (hab.)	População Rural (hab.)	Taxa de Crescimento da Pop. Urbana (% a.a.)	Taxa de Crescimento da Pop. Rural (% a.a.)	Taxa de Crescimento da Pop. Total (% a.a.)
1970	238.510	220.390	18.120	-	-	-
1980	307.534	301.692	5.842	3,19%	-10,70%	2,57%
1991	385.996	380.249	5.747	2,13%	-0,15%	2,09%
2000	456.796	453.002	3.794	1,96%	-4,51%	1,89%
2010	516.247	510.378	5.869	1,20%	4,46%	1,23%

Fonte: Adaptado IBGE, 1970 - 1980 - 1991 - 2000 - 2010.

O IBGE realiza anualmente estimativas populacionais dos municípios brasileiros, sendo de Juiz de Fora apresentadas na Tabela 3, com data de referência para 1º de julho, realizada para o cálculo das cotas do Fundo de Participação dos Estados e Municípios e para áreas propostas para constituição de novos municípios e distritos, bem como dos municípios já existentes que alterem seus limites, em atendimento a dispositivos legais.

A metodologia adotada nessas estimativas é a desenvolvida pelos demógrafos Madeira e Simões, onde se observa a tendência de crescimento populacional do município, entre dois Censos Demográficos consecutivos, em relação a mesma tendência de uma área geográfica hierarquicamente superior (área maior).

O método requer a existência de uma projeção populacional, que leve em consideração a evolução das componentes demográficas (fecundidade, mortalidade e migração), para uma área maior que o município, atrelando, dessa forma, à dinâmica demográfica da área maior (região em que o município está inserido). Deve-se ressaltar que as estimativas populacionais do IBGE se referem apenas à população total, não havendo distinção entre população urbana e rural.

Tabela 3: Estimativas populacionais - IBGE

Ano	População Total (hab.)	Taxa crescimento população total (%)
2011	520.811	-
2012	525.225	0,85%
2013	545.942	3,94%
2014	550.710	0,87%
2015	555.284	0,83%
2016	559.636	0,78%
2017	563.769	0,74%
2018	564.310	0,10%
2019	568.873	0,81%
2020	573.285	0,78%

Fonte: IBGE, 2011-2020.

Através da análise da Tabela 2 e da Tabela 3, percebe-se que a taxa de crescimento da população urbana tem se mantido praticamente abaixo de 0,9% ao ano após 2011, e com uma relativa tendência de queda.

2.1. PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO RESIDENTE

Foram estudados vários métodos para definição do crescimento da população residente (urbana), conforme descrito na sequência, utilizando-se como base os dados disponíveis nos Censos demográficos do IBGE (1970, 1980, 1991, 2000 e 2010) e nas estimativas populacionais do IBGE (2011 a 2020).

2.1.1. Métodos Matemáticos

2.1.1.1. Aritmético

Este método pressupõe que a população do núcleo urbano aumenta segundo uma progressão aritmética. Conhecendo-se os dados de população P₁ e P₂, que correspondem aos anos t₁ e t₂, calcula-se a razão “r” de crescimento pela expressão:

$$r = \frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1}$$

Podem-se calcular as razões para vários intervalos e adotar um valor médio. A previsão da população P, correspondente à data futura (t) será dada pela equação a seguir:

$$P = P_0 + r (t - t_0)$$

onde:

r = razão de crescimento no intervalo $(t - t_0)$.

Nas projeções realizadas no presente estudo foram definidas as taxas de crescimento ocorridas entre 1970-2010, 1980-2010, 1991-2010 e 2000-2010 em habitantes/ano, e escolhida a razão 2000-2010.

2.1.1.2. Geométrico

No método geométrico, admite-se que o crescimento da cidade nos últimos anos se processou conforme uma progressão geométrica, com as populações dos anos posteriores seguindo a mesma tendência. Desde que se conheçam dois dados de população P_1 e P_2 , correspondentes aos anos t_1 e t_2 , pode-se definir a razão “ r ” da progressão geométrica pela fórmula:

$$r = \sqrt[t_2 - t_1]{\frac{P_2}{P_1}}$$

Da expressão anterior, a previsão de população será:

$$P = P_0 (r)^{t - t_0}$$

onde:

r = razão de crescimento no intervalo $(t - t_0)$.

Nas projeções realizadas no presente estudo foram definidas as taxas de crescimento ocorridas entre 1970-2010, 1980-2010, 1991-2010 e 2000-2010 em habitantes/ano, e escolhida a razão 2000-2010.

2.1.2. Métodos com auxílio da Ferramenta Linha de Tendência

Pode-se ajustar os pares de dados da população versus “ x ” (diferença de tempo $t_n - t_0$), às várias equações representativas dos modelos matemáticos que utilizam linha de tendência, desta forma obtendo as equações e os coeficientes de correlação R^2 .

Foram testados no presente estudo os modelos matemáticos de Ajuste Linear, Curva de Potência, Equação Exponencial, Equação Logarítmica e Equação Polinomial.

2.1.2.1. Ajustamento linear

Neste método o crescimento populacional é representado por uma equação matemática de primeira ordem, ou seja:

$$P = a + bx$$

onde:

a,b = coeficiente angular e linear a serem determinados.

x = número de anos ($x = t_n - t_0$)

P = população estimada.

2.1.2.2. Equação da Curva de Potência

$$P = a . x^b \quad \text{para } a > 0.$$

onde:

$x_i > 0$ e $P_i > 0$

x = intervalo de tempo entre $t_n - t_0$.

P = população estimada.

2.1.2.3. Equação exponencial

$$P = a . e^{b.x} \quad \text{para } a > 0; P > 0.$$

onde:

e = número de Euler (=2,718281828).

x = intervalo de tempo entre $t_n - t_0$.

P = população estimada.

2.1.2.4. Método baseado na equação logarítmica

$$P = a + b . \ln x$$

onde:

ln = logaritmo neperiano.

x = intervalo de tempo entre $t_n - t_0$.

P = população estimada.

2.1.2.5. Método baseado na equação Polinomial.

$$P = ax^2 + bx + c$$

onde:

a,b,c = coeficientes.

x = intervalo de tempo entre $t_n - t_0$.

P = população estimada.

2.1.3. Projeção da População Urbana

A partir das considerações já tecidas anteriormente nesse documento e dos dados demonstrados, foi estimada a população urbana ao longo do período de estudo pelos diversos métodos citados anteriormente e com alguns resultados apresentados na sequência.

Tabela 4: Método Aritmético.

Taxa de crescimento (Razão)

Período	Razão
1970 - 2010	7.249,70
1980 - 2010	6.956,20
1991 - 2010	6.848,89
2000 - 2010	5.737,60

Fonte: SERENCO.

Tabela 5: Método Geométrico.

Taxa de crescimento (Razão)

Período	Razão
1970 - 2010	2,12 % a.a.
1980 - 2010	1,77 % a.a.
1991 - 2010	1,56 % a.a.
2000 - 2010	1,20 % a.a.

Fonte: SERENCO.

Tabela 6: Métodos com Linhas de Tendência.

Período	Razão	R ²
Ajustamento Linear	$y = 6.960,4 x - 161110$	R ² = 0,9950
Curva de Potência	$y = 60.501 x^{0,5468}$	R ² = 0,9953
Equação Exponencial	$y = 203.026 e^{0,0181 x}$	R ² = 0,9738
Equação Logarítmica	$y = 207.634 \ln(x) - 293146$	R ² = 0,9687
Equação Polinomial	$y = -30,135 x^2 + 9.168,2 x + 130.421$	R ² = 0,9979

Fonte: SERENCO.

Na Tabela 7 constam os resumos das projeções realizadas através de cada um dos métodos estudados.

Tabela 7: Resumo das Projeções (nº de habitantes) para a população urbana.

Ano		Métodos						
		Aritmético	Geométrico	Ajuste Linear	Curva Potência	Eq. Exponencial	Eq. Logarítmica	Eq. Polinomial
-1	2021	573.491	581.919	585.694	572.770	612.429	560.411	577.548
0	2022	579.229	588.900	592.654	577.886	623.615	563.787	583.010
1	2023	584.966	595.965	599.615	582.964	635.005	567.109	588.411
2	2024	590.704	603.115	606.575	588.006	646.603	570.379	593.752
3	2025	596.442	610.351	613.536	593.012	658.414	573.598	599.033
4	2026	602.179	617.673	620.496	597.983	670.439	576.768	604.254
5	2027	607.917	625.083	627.456	602.920	682.685	579.891	609.414
6	2028	613.654	632.582	634.417	607.824	695.154	582.967	614.514
7	2029	619.392	640.171	641.377	612.696	707.851	585.998	619.554
8	2030	625.130	647.851	648.338	617.535	720.780	588.986	624.533
9	2031	630.867	655.623	655.298	622.344	733.944	591.931	629.452
10	2032	636.605	663.489	662.258	627.121	747.350	594.835	634.311
11	2033	642.342	671.449	669.219	631.869	761.000	597.699	639.110
12	2034	648.080	679.504	676.179	636.588	774.900	600.524	643.848
13	2035	653.818	687.656	683.140	641.277	789.053	603.311	648.526
14	2036	659.555	695.906	690.100	645.938	803.465	606.061	653.144
15	2037	665.293	704.254	697.060	650.572	818.140	608.775	657.701
16	2038	671.030	712.703	704.021	655.178	833.083	611.454	662.199
17	2039	676.768	721.254	710.981	659.758	848.299	614.099	666.636
18	2040	682.506	729.906	717.942	664.312	863.793	616.711	671.013
19	2041	688.243	738.663	724.902	668.839	879.570	619.291	675.329
20	2042	693.981	747.525	731.862	673.342	895.635	621.838	679.585

Fonte: SERENCO.

A Figura 3 ilustra os resultados dos métodos estudados anteriormente.

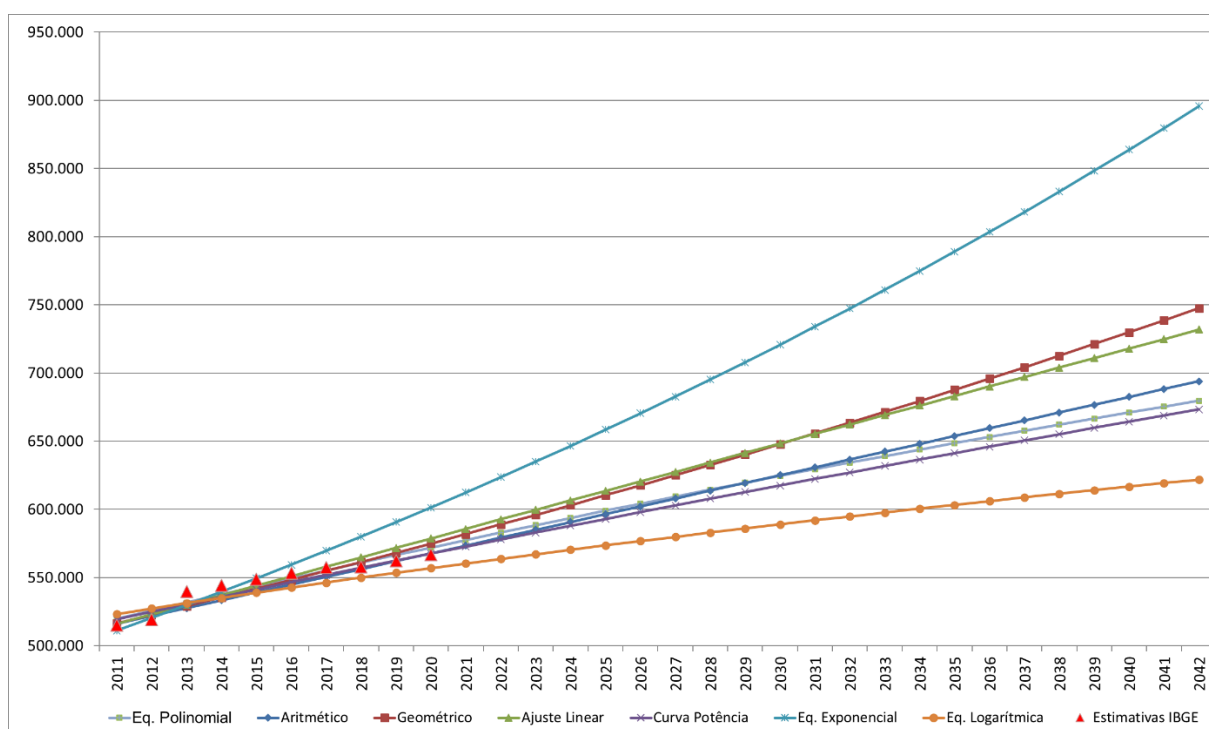


Figura 3: Gráfico dos Resultados das Projeções Estudadas.

Fonte: SERENCO.

Analisando todas as informações anteriores, a projeção populacional obtida através do método **Curva Potência** foi a que apresentou maior aderência aos dados históricos e as estimativas populacionais, demonstrando maior coerência com as taxas de crescimento, sendo a projeção escolhida entre as demais estudadas. Essa população urbana (residente) escolhida é apresentada na Tabela 8.

Importante observação é que deverá haver acompanhamento constante da população projetada com a realidade municipal, para que possíveis desvios nessa estimativa possam ser corrigidos posteriormente.

Tabela 8: Projeção populacional escolhida para Juiz de Fora.

Ano		População urbana (hab.)	Taxa crescimento (% a.a.)	População rural (hab.)	População total (hab.)
-1	2021	572.770	0,91%	6.586	579.312
0	2022	577.886	0,89%	6.645	584.486
1	2023	582.964	0,88%	6.704	589.622
2	2024	588.006	0,86%	6.762	594.722
3	2025	593.012	0,85%	6.819	599.785
4	2026	597.983	0,84%	6.876	604.813
5	2027	602.920	0,83%	6.933	609.806

Ano		População urbana (hab.)	Taxa crescimento (% a.a.)	População rural (hab.)	População total (hab.)
6	2028	607.824	0,81%	6.990	614.766
7	2029	612.696	0,80%	7.046	619.694
8	2030	617.535	0,79%	7.101	624.588
9	2031	622.344	0,78%	7.157	629.452
10	2032	627.121	0,77%	7.211	634.283
11	2033	631.869	0,76%	7.266	639.086
12	2034	636.588	0,75%	7.320	643.859
13	2035	641.277	0,74%	7.374	648.601
14	2036	645.938	0,73%	7.428	653.315
15	2037	650.572	0,72%	7.481	658.002
16	2038	655.178	0,71%	7.534	662.661
17	2039	659.758	0,70%	7.587	667.293
18	2040	664.312	0,69%	7.639	671.899
19	2041	668.839	0,68%	7.691	676.478
20	2042	673.342	0,67%	7.743	681.085

Fonte: SERENCO.

2.1.4.Comparativo

Visando uma maior verificação da projeção populacional realizada para o município de Juiz de Fora, o resultado foi comparado com a projeção populacional do Plano Municipal de Saneamento Básico de Juiz de Fora (2013). Deve ser observado que o presente relatório, por se tratar de estudo mais recente, possui informações mais atualizadas devido as estimativas realizadas pelo IBGE, do ano de 2013 até o ano de 2020.

Tabela 9: Projeção populacional - comparativo.

Ano		População (hab.)					
		Presente Estudo		PMSB Juiz de Fora (2013)		Censo 2010 e Estimativas IBGE (2011 a 2020)	
		Urbana	Total	Urbana	Total	Urbana	Total
-12	2010	510.378	516.247			510.378	516.247
-11	2011	519.352	525.324			514.890	520.811
-10	2012	524.895	530.931			519.254	525.225
-9	2013	530.391	536.490			539.735	545.942
-8	2014	535.840	542.002	534.663	540.812	544.449	550.710
-7	2015	541.243	547.467	540.814	547.033	548.971	555.284
-6	2016	546.602	552.888	546.996	553.286	553.274	559.636
-5	2017	551.918	558.265	553.208	559.570	557.360	563.769
-4	2018	557.192	563.599	559.449	565.883	557.895	564.310

Ano		População (hab.)					
		Presente Estudo		PMSB Juiz de Fora (2013)		Censo 2010 e Estimativas IBGE (2011 a 2020)	
		Urbana	Total	Urbana	Total	Urbana	Total
-3	2019	562.424	568.891	565.720	572.226	562.406	568.873
-2	2020	567.617	574.144	572.019	578.597	566.768	573.285
-1	2021	572.770	579.356	578.346	584.997		
0	2022	577.886	584.531	584.701	591.425		
1	2023	582.964	589.668	591.081	597.879		
2	2024	588.006	594.768	597.488	604.359		
3	2025	593.012	599.831	603.920	610.865		
4	2026	597.983	604.859	610.377	617.396		
5	2027	602.920	609.853	616.858	623.951		
6	2028	607.824	614.814	623.362	630.530		
7	2029	612.696	619.742	629.888	637.131		
8	2030	617.535	624.636	636.436	643.755		
9	2031	622.344	629.501	643.005	650.400		
10	2032	627.121	634.332	649.594	657.065		
11	2033	631.869	639.135	656.155	663.701		
12	2034	636.588	643.908				
13	2035	641.277	648.651				
14	2036	645.938	653.366				
15	2037	650.572	658.053				
16	2038	655.178	662.712				
17	2039	659.758	667.345				
18	2040	664.312	671.951				
19	2041	668.839	676.530				
20	2042	673.342	681.085				

Fonte: SERENCO.

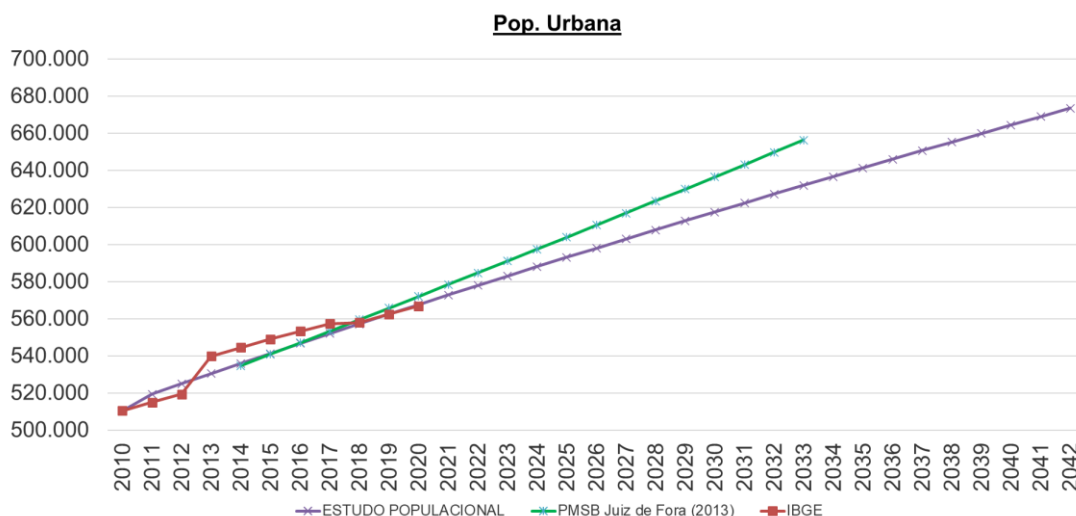


Figura 4: Comparativo das projeções populacionais.

Fonte: SERENCO.

Através da análise da tabela e gráfico anteriores, percebe-se um estudo populacional apresentado corrige o menor crescimento do município demonstrado pelas estimativas do IBGE, resultando em taxas um pouco menores de crescimento, resultando em uma diferença de aproximadamente 24 mil habitantes da população urbana e total em 2033 para o município de Juiz de Fora.

2.1.5.Região de Estudo - Sub-bacia do córrego Santa Luzia

A região de estudo do projeto executivo engloba a sub-bacia do córrego Santa Luzia contendo, total ou parcialmente, os bairros: São Geraldo, Novo Horizonte, Aeroporto, Cascatinha, Teixeiras, Santa Efigênia, Sagrado Coração, Ipiranga, Santa Luzia e Cruzeiro do Sul (Figura 3).

Visando obter a população atual (Ano de 2021) dessa sub-bacia, foram utilizados 2 métodos:

- Método 1: Obtida a população dessa região pelos setores censitários de 2010, obtendo-se 55.188 habitantes. Esse valor representa 10,81% da população urbana do município de Juiz de Fora. Assim, adotando a mesma proporção para a população de 2021 chega-se a 61.935 habitantes na região de estudo (Figura 5);
- Método 2: A CESAMA possui um cadastro georreferenciado das ligações e economias de água e esgoto. Por meio desse sistema, foram obtidas 25.514 economias residenciais micromedidas na região de estudo (praticamente 100% das ligações possuem hidrômetros) e pelo Censo 2010 foi obtida a relação de 2,6 habitantes por economia. Por essa lógica, na região de estudo pode ser considerado que existam 66.336 habitantes.

Através das comparações anteriores, o Método 2 realizado pelas ligações de água reflete de maneira mais fidedigna a quantidade de habitantes que existem atualmente na região. Com isso, será adotado 66.336 habitantes em 2021 e para a projeção futura será utilizada as mesmas taxas de crescimento obtidas no estudo populacional, com os resultados demonstrados na Tabela 10.

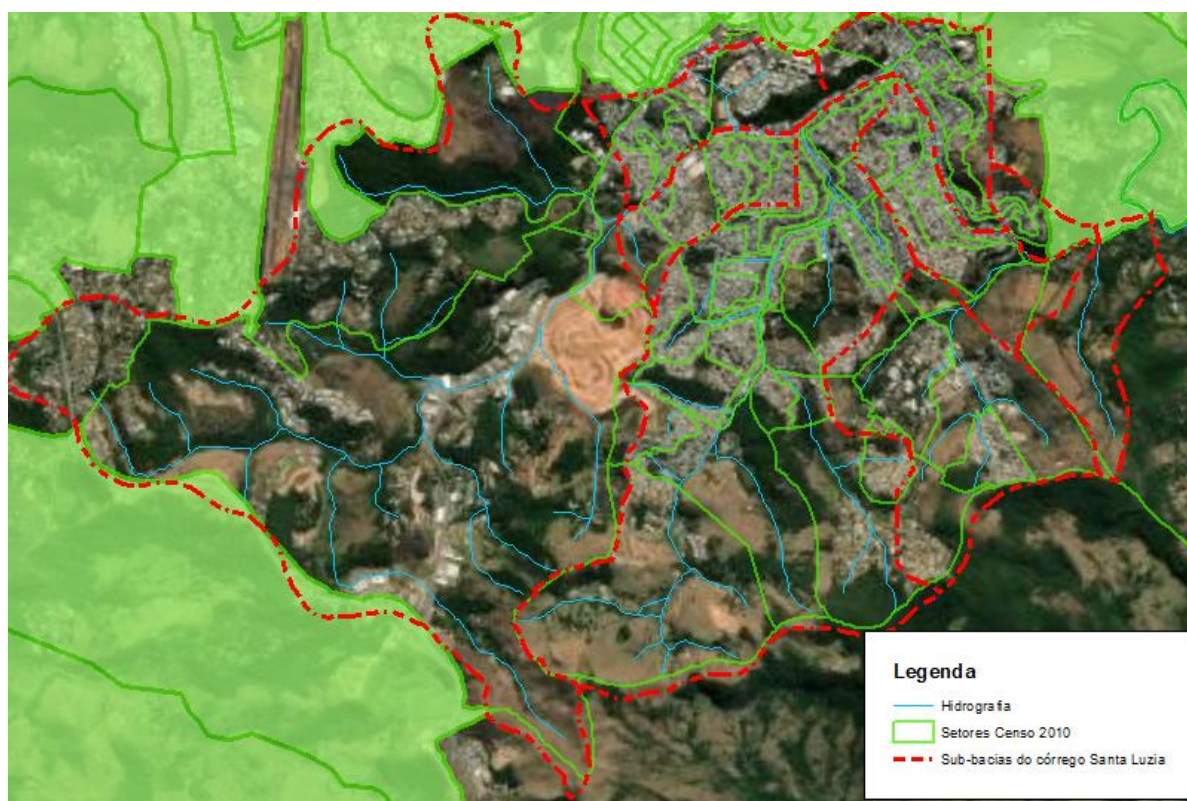


Figura 5: Sub-bacia do córrego Santa Luzia e setores censitários 2010.

Fonte: SERENCO.

Tabela 10: População urbana contida na sub-bacia do córrego Santa Luzia.

Ano		Taxa de Crescimento (% a.a.)	População Urbana (hab.)
-1	2021	0,91%	66.336
0	2022	0,89%	66.929
1	2023	0,88%	67.517
2	2024	0,86%	68.101
3	2025	0,85%	68.681
4	2026	0,84%	69.256
5	2027	0,83%	69.828
6	2028	0,81%	70.396
7	2029	0,80%	70.961
8	2030	0,79%	71.521
9	2031	0,78%	72.078
10	2032	0,77%	72.631
11	2033	0,76%	73.181
12	2034	0,75%	73.728
13	2035	0,74%	74.271

Ano		Taxa de Crescimento (% a.a.)	População Urbana (hab.)
14	2036	0,73%	74.810
15	2037	0,72%	75.347
16	2038	0,71%	75.881
17	2039	0,70%	76.411
18	2040	0,69%	76.939
19	2041	0,68%	77.463
20	2042	0,67%	77.984

Fonte: SERENCO.

3. VAZÕES E PARÂMETROS DE PROJETO

O alcance do projeto executivo dos Coletores Tronco e da ETE Santa Luzia terão um horizonte de 20 anos, sendo o final de plano no ano de 2042. Foi considerado um nível de atendimento de 100% (universalização) das áreas contidas de cada sub-bacia.

O cálculo da contribuição de esgoto depende da projeção populacional (demonstrada anteriormente), do consumo per capita de água, dos coeficientes de variação de vazão e das características do material da rede coletora na sub-bacias e dos coletores tronco.

3.1. CONSUMO PER CAPITA

Segundo a bibliografia sobre o assunto,

O consumo per capita é a quantidade de água usada por dia, em média, por um habitante, normalmente expresso em litros/habitante/dia. Em cidades servidas por sistemas de abastecimento, o consumo per capita “q” é obtido dividindo-se a quantidade de água aduzida durante o ano por 365 e pelo número total de habitantes ou de pessoas abastecidas (GOMES, H. P., 2004, p. 21).

Pela definição acima, na quantidade de água aduzida estão incluídos os consumos de todas as categorias, tanto a residencial, quanto as demais (comercial, industrial e pública). Isso implica dizer que o consumo relacionado às categorias não residenciais estará sendo contabilizado como uma parcela dentro do consumo per capita das economias residenciais, ou seja, o crescimento das demandas relacionadas a outros consumos seguirá as mesmas tendências de crescimento das demandas residenciais (crescimento populacional), na mesma proporção que ocorre atualmente.

Segundo o PMSB (2013), o consumo per capita adotado para todo o horizonte do planejamento foi de 155 l/hab.dia. Pelas informações divulgadas no SNIS, o município de Juiz de Fora possui um consumo per capita médio de 151 l/hab.dia, entre os anos de 2014 a 2019.

Tabela 11: Consumo per capita adotado no PMSB (2013) e os valores divulgados no SNIS.

Ano	Consumo per capita (l/hab.dia)	
	PMSB (2013)	SNIS (2014 a 2019)
2014	155	152,21
2015	155	143,87
2016	155	145,48
2017	155	152,27
2018	155	153,33
2019	155	158,86
2020 a 2033	155	

Fonte: PMSB (2013) e SNIS (2014 a 2019).

O projeto básico do coletor e ETE Santa Luzia (2013) utilizou um per capita de esgoto de 116 l/hab.d., o que resulta em um per capita de água de 145 l/hab.d., pois foi considerado um coeficiente de 0,8 do retorno de água que vai para a rede coletora de esgoto.

Outro dado analisando foi o consumo micromedido da região de estudo (consumo médio de 13 meses), obtido pela CESAMA por meio do software CGIS. Nessa região o consumo médio foi de 262.070 m³/mês, considerando todas as categorias, possuindo 25.514 economias residências. Pelo Censo de 2010, o município possui uma reação de 2,6 habitantes por domicílio.

Considerando as informações do parágrafo anterior, resulta em um consumo per capita de aproximadamente 3,95 m³/hab.mês ou 131 l/hab.d.

Finalmente, tanto o cálculo pelo projeto básico quanto o presente estudo, foram obtidos valores de consumo per capita através dos consumos micromedidos, resultando valores entre 131 a 145 l/hab.d., sendo considerado para o estudo de vazões o valor médio de 138 l/hab.d.

3.2. COEFICIENTES DE VARIAÇÃO DE VAZÃO

Os coeficientes de variação de vazão adotados para os cálculos de demandas são os usualmente utilizados em trabalhos desta natureza e recomendados pelas principais Bibliografias do assunto:

- K1 = 1,2 (coeficiente de máxima vazão diária): Relação entre a maior vazão diária verificada no ano e a vazão média diária anual;
- K2 = 1,5 (coeficiente de máxima vazão horária): Relação entre a maior vazão observada num dia e a vazão média horária do mesmo dia;
- K3 = 0,5 (coeficiente de mínima vazão horária): Relação entre a vazão mínima e a vazão média anual;
- C = 0,8 (coeficiente de retorno água/esgoto): Relação entre a vazão de esgoto produzida e a vazão de água potável consumida, sendo adotado o valor de 0,80, seguindo recomendação da ABNT, conforme descrito na NBR 9649.

3.3. VAZÃO DE INFILTRAÇÃO

A Vazão de infiltração será calculada conforme apresenta a Equação:

$$I = TI \cdot L$$

Onde:

I = Vazão de infiltração (l/s);

TI = Taxa de contribuição linear de Infiltração (l/s.m);

L = Extensão total de rede (m).

A vazão de infiltração é calculada a partir da multiplicação da extensão total de rede de esgoto e a taxa de infiltração. Quanto à taxa de infiltração, a Norma NBR 9649/1986 da ABNT indica taxas de infiltração de 0,05 a 1,0 l/s.km nas redes coletoras. Estas contribuições são originárias das chuvas e das infiltrações do lençol freático, que, inevitavelmente, terão acesso às canalizações de esgoto.

Para este estudo foi adotada a taxa de infiltração de 0,10 l/s.Km para a rede coletora, devido a concepção ser do tipo separador absoluto (deve transportar apenas esgotamento sanitário) e o material instalado ser em PVC com junta de borracha, minimizando infiltrações nas juntas.

Exclusivamente para os coletores tronco, será adotada uma taxa de infiltração 5 vezes maior, por estar localizado próximo ao rio, como o valor de 0,5 l/s.Km ao longo dos 8 km de extensão dos coletores (aproximadamente 3,8 km na margem esquerda e 4,2 km na margem direita).

Segundo as informações do SNIS, entre 2014 a 2019, a média dos valores de extensão de rede de esgoto por ligação é de aproximadamente 9 m por ligação de esgoto e a relação de habitantes por ligação é de 3,7. Através dessas informações é possível obter a extensão de rede coletora para a região de estudo, para posteriormente multiplicar pela taxa de infiltração.

3.4. VAZÃO MÉDIA DIÁRIA

Vazão de consumo calculada desprezando-se a variabilidade diária (K_1) e horária (K_2) do fluxo, avaliada para cada etapa do plano. É utilizada para verificar a capacidade máxima do poço de sucção da elevatória, de modo que o esgoto não permaneça por parado por um longo período. Pode ser calculada por:

$$Q_{med} = \frac{q \cdot C \cdot P}{86.400} + I$$

Onde:

Q_{med} = Vazão média diária (l/s);

q = Consumo per capita de água incluindo perdas (l/hab.dia);

C = Coeficiente de retorno esgoto/água;

P = População (hab);

I = Vazão de Infiltração (L/s).

3.5. VAZÃO MÁXIMA HORÁRIA DE UM DIA QUALQUER

Vazão de consumo calculada considerando a variabilidade horária de fluxo (K_2), avaliada para cada etapa do plano. É utilizada para cálculo de taxa inicial de contribuição de rede coletora e para cálculo do tempo de detenção máximo do esgoto no poço de sucção, pode ser calculada por:

$$Q_{máx,dq} = \frac{K_2 \cdot q \cdot C \cdot P}{86.400} + I$$

Onde:

$Q_{máx,d}$ = Vazão máxima diária (l/s);

K_2 = Coeficiente da hora de maior consumo;

q = Consumo per capita de água incluindo perdas (l/hab.dia);

P = População (hab).

3.6. VAZÃO MÁXIMA HORÁRIA

Vazão de consumo calculada considerando a variabilidade diária (K_1) e horária (K_2) do fluxo, avaliada para cada etapa do plano. É utilizada para cálculo da capacidade de recalque das bombas, linhas de recalque, conduto forçado e as dimensões mínimas do poço de sucção. Pode ser calculada por:

$$Q_{máx,h} = \frac{K_1 \cdot K_2 \cdot q \cdot P}{86.400} + I$$

Onde:

$Q_{máx,h}$ = Vazão máxima horária (l/s);

K_1 = Coeficiente do dia de maior consumo;

K_2 = Coeficiente da hora de maior consumo;

q = Consumo per capita de água incluindo perdas (l/hab.dia);

C = Coeficiente de retorno esgoto/água;

P = População (hab);

I = Vazão de Infiltração (L/s).

3.7. CONTRIBUIÇÃO DE ESGOTO

De acordo com todas as premissas informadas anteriormente, obtêm-se as seguintes contribuições de esgoto para o projeto executivo do Coletor Tronco e da Estação de Tratamento Santa Luzia.

Tabela 12: Projeção da contribuição de Esgoto.

Ano		População Atendida (hab.)	Economias (ud)	Extensão da rede coletora (m)	Vazão de Infiltração (L/s) *	Vazão média sanitária + infiltração (L/s)	Vazão máxima horária + infiltração (L/s)
-1	2021	66.336	27.401	161.946	20,19	104,96	172,77
0	2022	66.929	27.645	163.386	20,34	105,86	174,28
1	2023	67.517	27.888	164.826	20,48	106,75	175,77
2	2024	68.101	28.129	166.248	20,62	107,64	177,26
3	2025	68.681	28.368	167.661	20,77	108,52	178,73
4	2026	69.256	28.607	169.074	20,91	109,40	180,20
5	2027	69.828	28.843	170.469	21,05	110,27	181,65
6	2028	70.396	29.078	171.855	21,19	111,14	183,10
7	2029	70.961	29.311	173.232	21,32	111,99	184,53
8	2030	71.521	29.542	174.600	21,46	112,85	185,96
9	2031	72.078	29.772	175.959	21,60	113,70	187,38
10	2032	72.631	30.000	177.309	21,73	114,54	188,78
11	2033	73.181	30.227	178.650	21,87	115,37	190,18
12	2034	73.728	30.453	179.982	22,00	116,21	191,57
13	2035	74.271	30.678	181.314	22,13	117,03	192,95
14	2036	74.810	30.900	182.628	22,26	117,85	194,33
15	2037	75.347	31.123	183.942	22,39	118,67	195,69
16	2038	75.881	31.342	185.238	22,52	119,48	197,05
17	2039	76.411	31.561	186.534	22,65	120,29	198,40
18	2040	76.939	31.779	187.821	22,78	121,09	199,74
19	2041	77.463	31.997	189.108	22,91	121,89	201,08
20	2042	77.984	32.212	190.377	23,04	122,68	202,40

* Considerado 0,1 l/s.km nas redes coletoras e 0,5 l/s.km do coletor tronco de 8 km no total.

Fonte: SERENCO.

Essas vazões são praticamente idênticas às utilizadas no projeto básico, conforme pode ser observado na tabela a seguir.

Tabela 13: Vazões - Sub-bacia córrego Santa Luzia - Projeto Básico.

A NO	POPULAÇÃO URBANA		VAZÕES (l/s)							
	Total Bacia Santa Luzia	Atendida	DOMÉSTICA			Q _{infiltração}	TOTAL			
			Q _{mín}	Q _{média}	Q _{máx.hor}		Q _{mín}	Q _{média}	Q _{máx.hor}	Q _{máx.hor}
2.010	73.836	100%	37,23	79,31	142,76	0,00	37,23	79,31	142,76	142,76
2.011	75.401	100%	40,49	80,99	145,78	0,00	40,49	80,99	145,78	145,78
2.012	77.000	100%	41,35	82,70	148,86	0,00	41,35	82,70	148,86	148,86
2.013	78.632	100%	42,23	84,46	152,03	0,00	42,23	84,46	152,03	152,03
2.014	80.299	100%	43,12	86,25	155,25	0,00	43,12	86,25	155,25	155,25
2.015	82.001	100%	44,04	88,08	158,54	0,00	44,04	88,08	158,54	158,54
2.016	83.740	100%	44,97	89,94	161,89	0,00	44,97	89,94	161,89	161,89
2.017	85.515	100%	45,92	91,85	165,33	0,00	45,92	91,85	165,33	165,33
2.018	87.328	100%	46,90	93,80	168,84	0,00	46,90	93,80	168,84	168,84
2.019	89.179	100%	47,89	95,78	172,40	0,00	47,89	95,78	172,40	172,40
2.020	91.070	100%	48,91	97,82	176,08	0,00	48,91	97,82	176,08	176,08
2.021	93.001	100%	49,94	99,89	179,80	0,00	49,94	99,89	179,80	179,80
2.022	94.972	100%	51,00	102,01	183,62	0,00	51,00	102,01	183,62	183,62
2.023	96.986	100%	52,09	104,17	187,51	0,00	52,09	104,17	187,51	187,51
2.024	99.042	100%	53,19	106,38	191,48	0,00	53,19	106,38	191,48	191,48
2.025	101.141	100%	54,32	108,63	195,53	0,00	54,32	108,63	195,53	195,53
2.026	103.286	100%	55,47	110,94	199,69	0,00	55,47	110,94	199,69	199,69
2.027	105.475	100%	56,64	113,29	203,92	0,00	56,64	113,29	203,92	203,92
2.028	107.711	100%	57,84	115,69	208,24	0,00	57,84	115,69	208,24	208,24
2.029	109.995	100%	59,07	118,14	212,65	0,00	59,07	118,14	212,65	212,65
2.030	112.327	100%	60,32	120,65	217,17	0,00	60,32	120,65	217,17	217,17

Fonte: Projeto Básico do coletor e ETE Santa Luzia (2013).

Finalmente, em função das informações de consumo micromedido obtidas pelo cadastro comercial da Cesama, foi possível separar as demandas atuais por sub-bacias e projetar as vazões futuras pelo potencial de crescimento (áreas desocupadas) por sub-bacia.

Tabela 14: Projeção da contribuição de Esgoto.

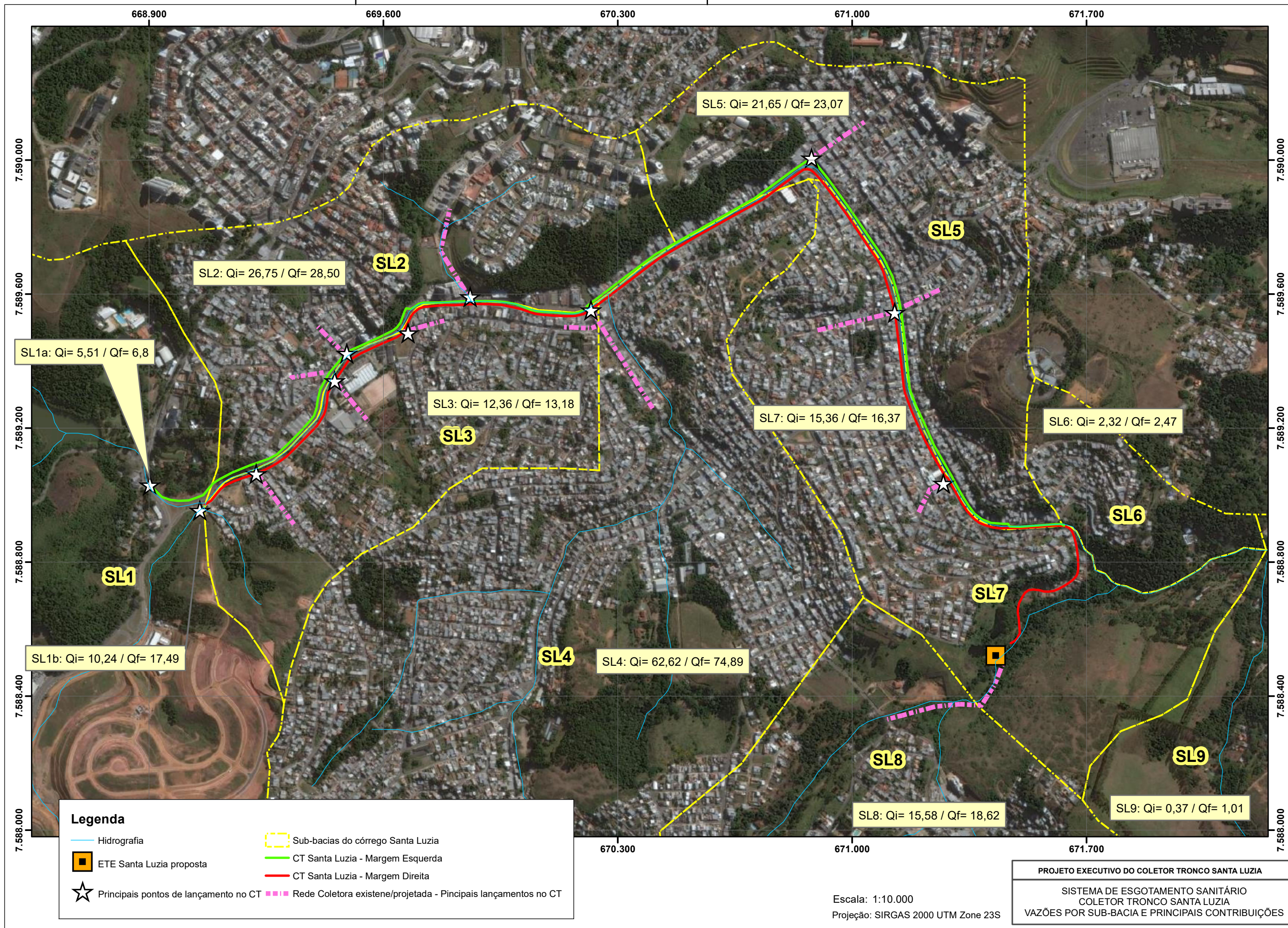
Sub-bacia	Proporção do consumo micromedido 2021	Espaços significativos para crescimento na sub-bacia	Projeção da proporção do consumo para 2042	Vazão inicial da Hora de maior consumo 2021 (l/s)	Vazão final da Hora de maior consumo 2042 (l/s)
SL1	9,12%	Sim	12,00%	15,76	24,29
SL2	15,48%	Não	14,08%	26,75	28,50
SL3	7,16%	Não	6,51%	12,36	13,18
SL4	36,25%	Sim	37,00%	62,62	74,89
SL5	12,53%	Não	11,40%	21,65	23,07
SL6	1,34%	Não	1,22%	2,32	2,47
SL7	8,89%	Não	8,09%	15,36	16,37
SL8	9,02%	Sim	9,20%	15,58	18,62
SL9	0,21%	Sim	0,50%	0,37	1,01
-	100%	-	100%	172,77	202,40

Fonte: SERENCO.

O mapa a seguir apresenta as vazões por sub-bacia. A sub-bacia SL1 foi dividida em duas pois parte da contribuição seguirá para a margem esquerda do coletor e a parte principal para a margem direita. Assim, foi considerado que todas as sub-bacias (SL1 a SL9) contribuirão para a futura ETE Santa Luzia.

A sub-bacia SL8 possuirá um coletor independente às margens do córrego São Geraldo e a SL9 possuirá futuramente uma elevatória de esgoto após um maior adensamento da região. Tanto esse coletor quanto a elevatória não são escopo do presente projeto executivo, entretanto suas contribuições de esgotos estão previstas na vazão final da ETE.

Está demonstrado no decorrer do presente projeto executivo as principais interligações das redes coletoras de esgoto no coletor tronco, sendo que a vazão em cada trecho poderá ser visualizada nas planilhas de dimensionamento hidráulico.



3.8. PARÂMETROS DE DIMENSIONAMENTO

A rede coletora de esgotos será dimensionada segundo critérios da ABNT NBR 14.486/2000 - Sistemas enterrados para condução de esgoto sanitário - Projeto de rede coletora com tubos de PVC, a NBR 9649/1986 - projeto de redes coletoras de esgoto sanitário e NBR 12.207/2016 - projeto de interceptores de esgoto sanitário.

Como principais parâmetros de dimensionamento podem-se destacar os valores adotados de Coeficiente de Rugosidade de Manning $n=0,01$ e Tensão Trativa mínima $\tau= 1,0$ Pa.

Por mais que a lâmina de esgoto máxima seja de 75% do valor do diâmetro, por orientações da Cesama, todo o coletor foi dimensionado considerando uma lâmina máxima de 50% do diâmetro, devido à cultura de parte da população conectar a tubulação da drenagem pluvial nas tubulações de esgoto.

3.9. DIÂMETROS E MATERIAIS

Para diâmetros até 0,40m, serão de PVC ocre, corrugado, junta elástica, coletor para esgoto sanitário. Para diâmetros acima 0,40m, serão utilizados tubos em PEAD (polietileno de alta densidade), corrugado com ponta e bolsa e o PEAD liso (solda por termofusão) para a região do método não destrutivo (PEAD DE 560mm e DE 630 mm - SDR21 PE100 PN8, segundo a norma NBR 15.561).

As duas travessias da margem esquerda para a margem direita, serão realizadas com tubulações de ferro ponta bolsa, material esse já em posse pela Cesama. Com isso esse material não foi considerado no orçamento.

A série de diâmetros utilizadas no dimensionamento é apresentada Tabela 15. Para dimensionamento hidráulico foram utilizados os diâmetros nominais descritos. As pequenas diferenças entre diâmetro nominal e interno são desconsideradas devido à utilização da menor lâmina, já explicada anteriormente.

Tabela 15: Diâmetros de Dimensionamento.

MATERIAL	DN (mm)	DI (mm)
TUBO PVC CORRUGADO PARA ESGOTO, COM BOLSA E ANEL	200	185
	300	291
	400	370
TUBO PEAD CORRUGADO PARA ESGOTO, COM BOLSA E ANEL (ISO)	500	508
TUBO PEAD LISO PARA SOLDA	500 (DE 560)	506
	600 (DE 630)	570
TUBO FERRO FUNDIDO PARA ESGOTO, COM BOLSA E ANEL	300	300

Fonte: SERENCO.

Para o projeto executivo do coletor tronco, serão necessários os seguintes quantitativos de tubulações. Foi considerado na extensão o comprimento de montagem, o valor de 0,4% de perdas (valor sugerido pela CEF) e o arredondamento para múltiplo de 6 metros para o cálculo das quantidades, demonstradas abaixo.

Tabela 16: Quantitativo de projeto das tubulações separado por diâmetro, material e coletor.

Margem	Material	Diâmetro Nominal (mm)	Extensão de projeto (m)	Extensão com 0,4% de perdas e compr. de montagem (m)	Extensão, múltiplo de 6 (m)	Quantidade de tubos (ud)
Direita	PVC	300	798,25	820,73	822,00	137
	PVC	400	559,50	577,62	582,00	97
	PEAD CORRUGADO	500	1.210,27	1.215,11	1.218,00	203
	PEAD CORRUGADO	600	940,97	984,10	984,00	164
	PEAD LISO	500	15,12	15,18	18,00	3
	PEAD LISO	600	472,26	474,15	480,00	80
Travessia	Ferro Fundido (*)	300	32,33	32,46	36,00	6
Esquerda	PVC	200	2.036,24	2.083,28	2.088,00	348
	PVC	300	1.734,28	1.783,12	1.788,00	298
TOTAL	-	-	7.799,22	7.985,74	-	-

* Fornecimento a cargo da Cesama visto que já possuem esse material em estoque.

Fonte: SERENCO.

Tabela 17: Resumo do Quantitativo - Valores totais.

Material	Diâmetro Nominal (mm)	Quantidade de tubos (ud)
PVC	200	348
PVC	300	435
PVC	400	97
PEAD CORRUGADO	500	203
PEAD CORRUGADO	600	164
PEAD LISO	500	3
PEAD LISO	600	80
Ferro Fundido (*)	300	6

* Fornecimento a cargo da Cesama visto que já possuem esse material em estoque.

Fonte: SERENCO.

4. PROJETO EXECUTIVO DOS COLETORES TRONCO DE ESGOTOS

4.1. COLETORES TRONCO

Foram dimensionados cerca de 7.800 metros de rede coletora de esgotos, cuja distribuição por diâmetro é apresentada nas tabelas a seguir.

Tabela 18: Coletor Tronco Santa Luzia - Margem Direita - Extensão por DN.

Extensão de rede coletora (m)					
Profundidade média da vala / Diâmetro	0,30	0,40	0,50	0,60	
de 0 a 1,5 metros	-	-	-	-	
de 1,51 a 2,0 metros	53,65	-	-	-	172,18
de 2,01 a 3,0 metros	744,60	-	637,63	-	707,87
de 3,01 a 4,0 metros	-	559,50	587,76	-	148,04
de 4,01 a 5,0 metros	-	-	-	-	200,97
de 5,01 a 6,0 metros	-	-	-	-	-
de 6,01 a 7,0 metros	-	-	-	-	184,16
TOTAL =	3.996,37	798,25	559,50	1.225,39	1.413,22

* Está sendo considerado também os trechos pelo método não destrutivo.

Fonte: SERENCO.

Tabela 19: Coletor Tronco Santa Luzia - Margem Esquerda - Extensão por DN.

Extensão de rede coletora (m)		
Profundidade média da vala / Diâmetro	0,20	0,30
de 0 a 1,5 metros	519,72	238,93
de 1,51 a 2,0 metros	1.086,77	115,37
de 2,01 a 3,0 metros	429,75	1.199,57
de 3,01 a 4,0 metros	0,00	180,41
TOTAL =	3.770,57	2.036,24

* Foi desconsiderado os dois trechos de travessia pelo método destrutivo, atravessando o canal, totalizando 32,33 metros.

Fonte: SERENCO.

Em anexo ao presente documento são apresentadas as seguintes planilhas:

- Anexo A: Sondagens a Percussão e a Trado (o projeto inicial realizou 3 sondagens a trado ST e o presente projeto executou 13 sondagens a percussão);
- Anexo B: Memoriais de cálculo dos coletores tronco;
- Anexo C: Coordenadas geográficas dos dispositivos de visita e inspeção.

4.2. RELAÇÃO DE DESENHOS E MODELOS CONSTRUTIVOS

As plantas do projeto dos coletores tronco e seus detalhamentos podem ser visualizadas no Produto 2. As plantas do projeto de rede coletora podem ser visualizadas de acordo com a relação de documentos apresentada na Tabela 20.

Tabela 20: RCE - Relação de Documentos.

Código do Documento	Descrição
118-MG10-C-AT-GER-DE-MD-01-00	PLANTA E PERFIL - PV 01 AO PV 09
118-MG10-C-AT-GER-DE-MD-02-00	PLANTA E PERFIL - PV 09 AO PV 18
118-MG10-C-AT-GER-DE-MD-03-00	PLANTA E PERFIL - PV 18 AO PV 25
118-MG10-C-AT-GER-DE-MD-04-00	PLANTA E PERFIL - PV 25 AO PV 32
118-MG10-C-AT-GER-DE-MD-05-00	PLANTA E PERFIL - PV 32 AO PV 39
118-MG10-C-AT-GER-DE-MD-06-00	PLANTA E PERFIL - PV 39 AO PV 47
118-MG10-C-AT-GER-DE-MD-07-00	PLANTA E PERFIL - PV 47 AO PV 53
118-MG10-C-AT-GER-DE-MD-08-00	PLANTA E PERFIL - PV 53 AO PV 58
118-MG10-C-AT-GER-DE-MD-09-00	PLANTA E PERFIL - PV 58 AO PV 68
118-MG10-C-AT-GER-DE-ME-01-00	PLANTA E PERFIL - TL 101 AO PV 105
118-MG10-C-AT-GER-DE-ME-02-00	PLANTA E PERFIL - PV 105 AO PV 112
118-MG10-C-AT-GER-DE-ME-03-00	PLANTA E PERFIL - PV 112 AO PV 17
118-MG10-C-AT-GER-DE-ME-04-00	PLANTA E PERFIL - TL 125 AO PV 124
118-MG10-C-AT-GER-DE-ME-05-00	PLANTA E PERFIL - TL 148 AO PV 154
118-MG10-C-AT-GER-DE-ME-06-00	PLANTA E PERFIL - PV 154 AO PV 161
118-MG10-C-AT-GER-DE-ME-07-00	PLANTA E PERFIL - PV 161 AO PV 169
118-MG10-C-AT-GER-DE-ME-08-00	PLANTA E PERFIL - PV 140 AO PV 147
118-MG10-C-AT-GER-DE-DET01-01-R0	DETALHE DISPOSITIVOS DE VISITA. MODELO PVs ATÉ DN300, TERMINAL DE LIMPEZA E TUBO DE QUEDA
118-MG10-C-AT-GER-DE-DET01-02-R0	DETALHE DISPOSITIVOS DE VISITA. MODELO PVs ATÉ DN350 ATÉ DN600
118-MG10-C-AT-GER-DE-DET02-R0	DETALHE GERAL DE ESCORAMENTOS E EMBASAMENTOS
118-MG10-C-AT-GER-DE-DET03-R0	DETALHE GERAL TRAVESSIA SOB GALERIA EM HDD
118-MG10-C-AT-GER-DE-DET04-R0	DETALHE GERAL DE TRAVESSIA DESTRUTIVA PELO CANAL

Fonte: SERENCO.

A execução de travessia sob galeria de drenagem (margem direita) será realizada por Método Não Destrutivo (MND) por meio da técnica de Perfuração Horizontal Direcional (do inglês Horizontal Directional Drilling - HDD).

4.3. TRAVESSIAS PELO CANAL

Conforme já mencionado, serão executadas duas travessias da margem esquerda para a margem direita, executadas pelo método destrutivo convencional. A contenção do fluxo do canal será realizada por sacos de areia e o transporte de água pluvial realizado pelas tubulações de PEAD corrugados de 500 mm de diâmetro nominal. Maiores detalhamentos dos locais, cotas e perfil das travessias podem ser encontrados nas pranchas de desenho e no orçamento.

O local da segunda travessia foi escolhido de forma a realizar a contenção de uma região com o talude erodido, conforme pode ser visualizado a seguir, próximo à avenida Alcides Paiva Campos. Essa contenção será feita com a implantação de gabiões tipo colchão.



Figura 6: Talude a ser melhorado com a execução da travessia 2.

Fonte: SERENCO.

4.4. CONTENÇÃO DE TALUDES (OBJETO DE OUTRA LICITAÇÃO)

Essa descrição a seguir faz parte de uma outra Licitação Específica de CONTENÇÃO, entretanto, pode interferir nas obras de execução do coletor tronco, por isso estão descritas a seguir.

Um trecho na margem esquerda e direita necessitarão de recomposição de via asfáltica e talude, visto o seu parcial desmoronamento, ilustrado a seguir. Sua localização é no prolongamento da rua Luzia Tente. A contenção também deverá ser realizada por meio de gabiões do tipo caixa. Está sendo considerado remoção de rip-rap de dentro do canal (poderá ser utilizado na contenção do talude), nesse trecho em um outro trecho localizado a 180 metros a jusante (ponto intermediário entre o PV 52 e PV 53).



Figura 7: Talude e via a serem reconstruídos e remoção de rip-rap dentro do canal (objeto de uma outra Licitação).

Fonte: SERENCO.

4.5. ETAPAS DE AVANÇO DAS OBRAS E ESTIMATIVA DO TEMPO DE EXECUÇÃO

Como não serão realizadas as interligações das residências ao coletor tronco, devido a inexistência de Estação de Tratamento de Esgoto, o avanço das obras ocorrerá de montante para jusante.

Esse fator faz com que possíveis interferências não cadastradas ou que apresentem cotas menores do que as levantadas em campo sejam passíveis de serem transpostas, aprofundando o coletor tronco nesse ponto para jusante, ou ainda levantando a cota da interferência em caso de possibilidade.

Como ocorrerão travessias da margem esquerda para a direita, deverá ser executada primeiramente toda a margem esquerda, posteriormente as duas travessias pelo canal e finalmente a execução da margem direita. Dessa forma permite-se também que um dos lados da via continue em funcionamento, permitindo reorganizar o trânsito da quadra.

Sugere-se que o método não destrutivo do PV 50 ao PV 56 seja executado de jusante para montante, devido a possibilidade de encontrar matacões e pedregulhos, inviabilizando esse trecho. Algumas possíveis soluções se isso acontecer serão detalhadas na sequência.

Tabela 21: Cálculo estimado do tempo de execução dos serviços.

Trecho	DN (mm)	Material	Extensão (m)	Prof. Média	Execução (m/dia)	Prazo (dias)	Prazo (meses *)
CANAL	300	FoFo	32	-	3	11	0,50
ASFALTO-MND	500	PEAD-LISO	15	-	12	2	0,10
ASFALTO-MND	600	PEAD-LISO	472	-	12	40	1,82
ASFALTO	500	PEAD-CORRUGADO	1.210	3,22	12	101	4,60
ASFALTO	600	PEAD-CORRUGADO	853	2,73	12	72	3,28
TERRA	600	PEAD-CORRUGADO	88	3,73	12	8	0,37
ASFALTO	200	PVC	2.036	1,91	24	85	3,87
ASFALTO	300	PVC	2.533	2,49	18	141	6,41
ASFALTO	400	PVC	560	3,69	12	47	2,14
TOTAL			7.799			507	23,09

* Considerado 22 dias úteis no mês

Fonte: SERENCO.

Em função do prazo calculado de 24 meses, está sendo previsto duas frentes de serviço para que a obra toda seja executada em 12 meses. As obras de contenção, com fazem parte de outra licitação, deverão ser realizadas em paralelo (de preferência aproveitando a etapa de abertura de valas no trecho) ou já terem sido executadas.

O trecho mais complicado na execução do coletor tronco será o trecho final da margem direita, a partir do início do método não destrutivo no diâmetro nominal de 600 mm. Nessa região a altura dos poços de visita aumentam e a largura da rua diminui, por isso está sendo previsto a proteção da escavação em Armco para a contenção da obra.

Entre os PV 54 e PV 56 não foi possibilitada a execução da sondagem, indicando possíveis matacões e pedregulhos a pequena profundidade. Em profundidades maiores pode não haver esses matacões, entretanto foi prevista uma parte de execução em rocha e ainda, na especificação técnica, solicitando que a empresa que executará o furo direcional tenha equipamento para ultrapassar possíveis matacões.

A partir do PV 55 foram previstos degraus para que a velocidade máxima da tubulação não ultrapasse 5 m/s, atendo as normas técnicas. Como trata-se de uma região com dificuldade na execução, poderá ser visto com a Cesama, a possibilidade de executar com declividades maiores obedecendo o recobrimento mínimo de 90 cm, facilitando assim a execução dos poços de visita, redução do número de poços e ainda valas com menores profundidades.

4.6. INTERFERÊNCIAS CADASTRADAS

Foram cadastradas pela equipe de topografia da Cesama uma série de interferências das galerias de drenagem, bocas de lobo, água potável, esgoto e telefonia. Para as galerias de drenagem e tubulações de esgoto, as quais apresentam saída no canal Santa Luzia (lançamentos “in natura”), foram obtidas as cotas da geratriz superior das tubulações e seu respectivo diâmetro, calculando assim a cota da geratriz inferior do tubo.

Com o cadastramento de fundo de bocas de lobo, foi possível para algumas galerias obter a inclinação das mesmas, ou seja, estimar a cota do fundo da galeria no ponto de cruzamento com o coletor tronco. Sendo assim, nos desenhos de perfil será visualizado em algumas situações a representação do coletor tronco próxima ou cruzando um pedaço do fundo de interferências, entretanto esta apresenta no desenho a cota de saída no canal e não a cota estimada na via.

Mesmo assim, foi previsto no orçamento uma possível substituição de manilhas e alteamentos/rebaixamentos em caso de necessidade.

Tabela 22: Total de interferências cadastradas que passam pelo coletor tronco.

Tipo	DN (mm)	Quantidade (ud)
Água Potável	100 a 400	11
Água Pluvial	100 a 2.000 (*)	128
Esgoto	100 a 300	22
Telefonia	100	1
TOTAL	-	162

* Algumas tubulações DN 100 a 300 forma cadastradas como “Água Pluvial”, entretanto devem ser de esgotamento doméstico.

Fonte: SERENCO.

4.7. OUTRAS ALTERNATIVAS DE VIABILIDADE EM SEGUNDO PLANO

Caso haja realmente, entre os PVs 54 a 56, grandes matacões ou rocha sã, não passíveis de serem ultrapassados com o furo direcional e/ou perfuração de rocha, será estudada a melhor viabilidade entre tubos cravados de concreto ou a construção de uma elevatória junto ao PV 50.

Uma última possibilidade seria ainda seguir o projeto básico e direcionar a tubulação para dentro do canal. Para conseguir tal alternativas a gravidade, o PV 50 deverá possuir a cota de fundo máxima de 716,36 metros, segundo o projeto básico.

ANEXO A - SONDAGENS A PERCUSSÃO E A TRADO



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MG

ART OBRA / SERVIÇO
Nº MG20210273628

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

INICIAL

1. Responsável Técnico

MARCELUS FOSSATI CALCATERRA

Título profissional: **ENGENHEIRO CIVIL**

RNP: **1416918370**

Registro: **MG0000222191D MG**

Empresa contratada: **QUALITECH ENGENHARIA LTDA**

Registro: **61646-MG**

2. Dados do Contrato

Contratante: **SERENCO - SERVICOS DE ENGENHARIA CONSULTIVA LTDA**

CPF/CNPJ: **75.091.074/0001-80**

AVENIDA SETE DE SETEMBRO

Nº: **3566**

Complemento:

Bairro: **CENTRO**

Cidade: **CURITIBA**

UF: **PR**

CEP: **80250210**

Contrato: **OS 457**

Celebrado em: **15/03/2021**

Valor: **R\$ 8.000,00**

Tipo de contratante: **Pessoa Jurídica de Direito Privado**

Ação Institucional: **Outros**

3. Dados da Obra/Serviço

AVENIDA SANTA LUZIA

Nº: **S/N**

Complemento:

Bairro: **SANTA LUZIA**

Cidade: **JUIZ DE FORA**

UF: **MG**

CEP: **36030450**

Data de Início: **01/04/2021**

Previsão de término: **11/05/2021**

Coordenadas Geográficas: **0, 0**

Finalidade: **OUTROS**

Código: **Não Especificado**

Proprietário: **SERENCO - SERVICOS DE ENGENHARIA CONSULTIVA LTDA**

CPF/CNPJ: **75.091.074/0001-80**

4. Atividade Técnica

2016 - Execução

Quantidade

Unidade

36 - Ensaio > GEOTECNIA E GEOLOGIA DA ENGENHARIA > SONDAGENS > DE SONDAGEM
 GEOTÉCNICA > #3.2.1.2 - A PERCUSSÃO

13,00

un

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deve proceder a baixa desta ART

5. Observações

13 FUROS DE SONDAGEM (SPT) PARA O SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO .

6. Declarações

- A Resolução nº 1.094/17, CONFEA, instituiu o Livro de Ordem de obras e serviços que será obrigatório para a emissão de Certidão de Acervo Técnico - CAT aos responsáveis pela execução e fiscalização de obras iniciadas a partir de 1º de janeiro de 2018. (Res. 1.094, Confea) .

7. Entidade de Classe

- SEM INDICAÇÃO DE ENTIDADE DE CLASSE

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

MARCELUS FOSSATI CALCATERRA - CPF: 078.724.346-95

Local

data

SERENCO - SERVICOS DE ENGENHARIA CONSULTIVA LTDA - CNPJ:
75.091.074/0001-80

9. Informações

* A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.

* O comprovante de pagamento deverá ser apensado para comprovação de quitação

10. Valor

Valor da ART: **R\$ 88,78**

Registrada em: **11/05/2021**

Valor pago: **R\$ 76,36**

Nosso Número: **8594718509**





RELATÓRIO DE SONDAGEM SPT



CLIENTE: SERENCO - SERVICOS DE ENGENHARIA
CONSULTIVA LTDA
OBRA: SANTA LUZIA - CESAMA

MARÇO/2021

EMAIL: QUALITECHJF@GMAIL.COM
WWW.QUALITECHENGENHARIA.COM.BR

PERFIL INDIVÍDUAL DE SONDAGEM À PERCUSSÃO

CLIENTE: SERENCO - SERVICOS DE ENGENHARIA CONSULTIVA LTDA
 OBRA: SONDAGEM SPT - CESAMA
 LOCAL: SANTA LUZIA

INÍCIO: 16/03/2021
 TÉRMINO: 16/03/2021
 COTA:

**FURO
SP01**

REV.	COTA N.A. (m)	PROFUNDIDADE (m)	PERFIL GEOLOGICO Nº DE AMOSTRA	REVESTIMENTO = 63.5 mm AMOSTRADOR { Ø INTERNO = 34.9 mm Ø EXTERNO = 50.8 mm PESO = 65 kg - ALTURA DE QUEDA = 75 cm CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL	ENSAIO PENETRO-MÉTRICO			RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO		PENETRAÇÃO (GOLPES)				
					1º	2º	3º	30 cm INICIAIS	30 cm FINAIS	COMPACIDADE - SOLOS ARENOSOS (SPT)				
										FOA	POU	C.	MED. COMP.	MUITO COMP.
										4	8	18	40	
		1.45	1	ARGILA ARENOSA, MARROM, RIJA	9	9	10	18	19					
		2.00	2	ARGILA ARENOSA, MARROM, RIJA	15	15	15							
				CONCRETO- LAJE GALERIA CORREGO										
				FURO TERMINADO COM 2,0m										

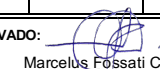
OBS.: - SONDAGEM EXECUTADA CONFORME NORMAS DA "ABNT", NBR-6484 E NBR-7250. OBEDECENDO A CRITÉRIOS PREESTABELECIDOS PELO CLIENTE

2	5	10	19
M. MOLE	M. MOLE	M. MOLE	M. MOLE
RIJA	RIJA	RIJA	RIJA
DURA	DURA	DURA	DURA

CONSISTÊNCIA - SOLOS ARGILOSOS (SPT)

MÉTODO EXECUTIVO			
AVANÇO DO FURO	Ø	PROFUNDIDADE (m)	
TRADO CAVADEIRA	4"	0.00	1.00
TRADO HELICOIDAL	2 1/4"	1.00	2.00
CIRCULAÇÃO DE ÁGUA	2"	2.00	2.00
REVESTIMENTO	2 1/2"		
SPT	2"	0	ENSAIOS

TABELA DO NÍVEL D'ÁGUA			
DATA	HORA	N.A. (m)	PROF. FURO (m)
16/03/2021	17:00		2.00

FOLHA: 01 / 01 ESCALA: SEM ESCALA COORDENADAS: SONDADOR: FERNANDO L. SALLES APROVADO:  Marcellus Fossati Calcaterra
 CREA: 222191/MG

PERFIL INDIVÍDUAL DE SONDAGEM À PERCUSSÃO

CLIENTE: SERENCO - SERVICOS DE ENGENHARIA CONSULTIVA LTDA
 OBRA: SONDAGEM SPT - CESAMA
 LOCAL: SANTA LUZIA

INÍCIO: 16/03/2021
 TÉRMINO: 16/03/2021
 COTA:

**FURO
SP02**

REV.	AVANÇO TC/TH/CA	COTA N.A. (m)	PROFUNDIDADE (m)	PERFIL GEOLOGICO Nº DE AMOSTRA	REVESTIMENTO = 63.5 mm AMOSTRADOR { Ø INTERNO = 34.9 mm Ø EXTERNO = 50.8 mm PESO = 65 kg - ALTURA DE QUEDA = 75 cm CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL	ENSAIO PENETRO-MÉTRICO			RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO		PENETRAÇÃO (GOLPES)				
						1º	2º	3º	30 cm INICIAIS	30 cm FINAIS	COMPACIDADE - SOLOS ARENOSOS (SPT)				
											FOA	POU	C.	MED. COMP.	MUITO COMP.
											4	8	18	40	
			1,45	1	ARGILA ARENOSA, AMARELA, RIJA	5	6	7	11	13					
				2		15	15	15							
			2,30	3	SILTE ARENOSO, MARROM, FOFO A MODERADAMENTE COMPACTO	2	2	3	4	5					
				4		15	15	15							
			3,45			1	1	1	2	2					
						15	15	15							
			4,00		ARGILA, MARROM, MUITO MOLE A MOLE	1	1	2	2	3					
						15	15	15							
					FURO TERMINADO COM 4m										


OBS.: - SONDAGEM EXECUTADA CONFORME NORMAS DA "ABNT", NBR-6484 E NBR-7250. OBEDECENDO A CRITÉRIOS PREESTABELECIDOS PELO CLIENTE

2	5	10	19
M. MOLE	M. MOLE	M. MOLE	M. MOLE
MOLE	MOLE	MOLE	MOLE
MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA
RIJA	RIJA	RIJA	RIJA
DURA	DURA	DURA	DURA

CONSISTÊNCIA - SOLOS ARGILOSOS (SPT)

MÉTODO EXECUTIVO			
AVANÇO DO FURO	Ø	PROFUNDIDADE (m)	
TRADO CAVADEIRA	4"	0.00	1.00
TRADO HELICOIDAL	2 1/4"	1.00	2.00
CIRCULAÇÃO DE ÁGUA	2"	0.00	0.00
REVESTIMENTO	2 1/2"	0.00	0.00
SPT	2"	0	ENSAIOS

TABELA DO NÍVEL D'ÁGUA			
DATA	HORA	N.A. (m)	PROF. FURO (m)
16/03/2021	17:00	2.30	4.00

FOLHA: 01 / 01 ESCALA: SEM ESCALA COORDENADAS: SONDADOR: FERNANDO L. SALLES APROVADO: 
 Marcelus Fossati Calcaterra
 CREA: 222191/MG

PERFIL INDIVÍDUAL DE SONDAGEM À PERCUSSÃO

CLIENTE: SERENCO - SERVICOS DE ENGENHARIA CONSULTIVA LTDA

INÍCIO: 17/03/2021

OBRA: SONDAGEM SPT - CESAMA

TÉRMINO: 17/03/2021

LOCAL: SANTA LUZIA

COTA:

**FURO
SP03**

[illegible]

OBS.: - SONDAAGEM EXECUTADA CONFORME NORMAS DA "ABNT", NBR-6484 E NBR-7250. OBEDECENDO A CRITÉRIOS PREESTABELECIDOS PELO CLIENTE

	2	5	10	19	
M. MOLE	MOLE	MÉDIA	RIJA	DURA	
CONSISTÊNCIA - SOLOS ARGILOSOS (SPT)					

MÉTODO EXECUTIVO			
AVANÇO DO FURO	Ø	PROFUNDIDADE (m)	
TRADO CAVADEIRA	4"	0.00	1.00
TRADO HELICOIDAL	2 1/4"	1.00	1.80
CIRCULAÇÃO DE ÁGUA	2"	0.00	0.00
REVESTIMENTO	2 1/4"	0.00	0.00
SPT	2"	0	ENSAIOS

TABELA DO NÍVEL D'ÁGUA			
DATA	HORA	N.A. (m)	PROF. FURO (m)
17/03/2021	17:00		1.80

FOLHA:

ESCALA:

COORDENADAS:

SONDADOR:

APROVADO:

01 / 01

SEM ESCALA

FERNANDO L. SALLES

Marcelus Fossati Calcaterra
CREA: 222191/MG

PERFIL INDIVÍDUAL DE SONDAGEM À PERCUSSÃO

CLIENTE: SERENCO - SERVICOS DE ENGENHARIA CONSULTIVA LTDA

INÍCIO: 17/03/2021

OBRA: SONDAGEM SPT - CESAMA

TÉRMINO: 17/03/2021

LOCAL: SANTA LUZIA

COTA:

**FURO
SP04**

[illegible]

OBS.: - SONDAAGEM EXECUTADA CONFORME NORMAS DA "ABNT", NBR-6484 E NBR-7250. OBEDECENDO A CRITÉRIOS PREESTABELECIDOS PELO CLIENTE

	2	5	10	19	
M. MOLE	MOLE	MÉDIA	RIJA	DURA	
CONSISTÊNCIA - SOLOS ARGILOSOS (SPT)					

MÉTODO EXECUTIVO			
AVANÇO DO FURO	Ø	PROFUNDIDADE (m)	
TRADO CAVADEIRA	4"	0.00	1.00
TRADO HELICOIDAL	2 1/4"	1.00	4.00
CIRCULAÇÃO DE ÁGUA	2"	2.00	4.45
REVESTIMENTO	2 1/4"	0.00	2.00
SPT	2"	0	ENSAIOS

TABELA DO NÍVEL D'ÁGUA			
DATA	HORA	N.A. (m)	PROF. FURO (m)
17/03/2021	17:00	3.00	4.45

FOLHA:

ESCALA:

COORDENADAS:

SONDADOR:

APROVADO:

01 / 01

SEM ESCALA

FERNANDO L. SALLES

Marcelus Fossati Calcaterra
CREA: 222191/MG

PERFIL INDIVÍDUAL DE SONDAGEM À PERCUSSÃO

CLIENTE: SERENCO - SERVICOS DE ENGENHARIA CONSULTIVA LTDA
 OBRA: SONDAGEM SPT - CESAMA
 LOCAL: SANTA LUZIA

INÍCIO: 18/03
 TÉRMINO: 18/03
 COTA:

**FURO
SP05**

REV.	COTA N.A. (m)	PROFUNDIDADE (m)	PERFIL GEOLOGICO Nº DE AMOSTRA	REVESTIMENTO = 63.5 mm AMOSTRADOR { Ø INTERNO = 34.9 mm Ø EXTERNO = 50.8 mm PESO = 65 kg - ALTURA DE QUEDA = 75 cm	ENSAIO PENETRO- MÉTRICO			RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO		PENETRAÇÃO (GOLPES) 30 cm INICIAIS 30 cm FINAIS COMPACIDADE - SOLOS ARENOSOS (SPT)				
				CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL	1º	2º	3º	30 cm INICIAIS	30 cm FINAIS	FOFA	POU C.	MED. COMP.	COMPACTA	MUITO COMP.
			1	SILTE ARGILOSO, VERMELHO, RIJO	7	7	7	14	14					
		1,45	2	SOLO RESIDUAL, CINZA, COM VEIOS BRANCO E PRETO, POUCO COMPACTO A MODERADAMENTE COMPACTO	4	3	3	7	6					
		2,45	3		2	2	2	4	4					
		3,45	4	SILTE ARENOSO, VERMELHO, FOFO A POUCO COMPACTO COM CASCALHO	2	1	1	3	2					
			5	SILTE ARENOSO, VERMELHO, FOFO COM CASCALHO	1	1	1	2	2					
		5,45	6		2	1	1	3	2					
		6,45	7	SILTE ARGILOSO, MARROM, MUITO MOLE COM CASCALHO	1	2	2	3	4					
			8	ARGILA ARENOSA, PRETO, MUITO MOLE A MOLE (TURFA)	1	1	1	2	2					
		8,45		FURO TERMINADO COM 8,45m										


OBS.: - SONDAGEM EXECUTADA CONFORME NORMAS DA "ABNT", NBR-6484 E NBR-7250. OBEDECENDO A CRITÉRIOS PREESTABELECIDOS PELO CLIENTE

2	5	10	19
M. MOLE	M. MOLE	M. MÉDIA	RUA
			DURA

CONSISTÊNCIA - SOLOS ARGILOSOS (SPT)

MÉTODO EXECUTIVO			
AVANÇO DO FURO	Ø	PROFUNDIDADE (m)	
TRADO CAVADEIRA	4"	0.00	1.00
TRADO HELICOIDAL	2 1/4"	1.00	4.00
CIRCULAÇÃO DE ÁGUA	2"	2.00	8.45
REVESTIMENTO	2 1/2"	0.00	2.00
SPT	2"	0	ENSAIOS

TABELA DO NÍVEL D'ÁGUA			
DATA	HORA	N.A. (m)	PROF. FURO (m)
18/03	17:00		8.45

FOLHA: 01 / 01 ESCALA: SEM ESCALA COORDENADAS: SONDADOR: FERNANDO L. SALLES APROVADO: 
 Marcelus Fossati Calcaterra
 CREA: 222191/MG

PERFIL INDIVÍDUAL DE SONDAGEM À PERCUSSÃO

CLIENTE: SERENCO - SERVICOS DE ENGENHARIA CONSULTIVA LTDA

INÍCIO: 17/03/2021

OBRA: SONDAGEM SPT - CESAMA

TÉRMINO: 17/03/2021

LOCAL: SANTA LUZIA

COTA:

**FURO
SP06**

[illegible]

OBS.: - SONDAGEM EXECUTADA CONFORME NORMAS DA "ABNT", NBR-6484 E NBR-7250. OBEDECENDO A CRITÉRIOS PREESTABELECIDOS PELO CLIENTE

	2	5	10	19	
M. MOLE	MOLE	MÉDIA	RIJA	DURA	
CONSISTÊNCIA - SOLOS ARGILOSOS (SPT)					

MÉTODO EXECUTIVO			
AVANÇO DO FURO	Ø	PROFUNDIDADE (m)	
TRADO CAVADEIRA	4"	0.00	1.00
TRADO HELICOIDAL	2 1/4"	1.00	4.00
CIRCULAÇÃO DE ÁGUA	2"	2.00	4.45
REVESTIMENTO	2 1/4"	0.00	2.00
SPT	2"	0	ENSAIOS

TABELA DO NÍVEL D'ÁGUA			
DATA	HORA	N.A. (m)	PROF. FURO (m)
17/03/2021	17:00	1.70	4.45

FOLHA:

01 / 01

ESCALA:

SEM ESCALA

COORDENADAS:

SONDADOR:

FERNANDO L. SALLES

APROVADO:

Marcelus Fossati Calcaterra
CREA: 222191/MG

PERFIL INDIVÍDUAL DE SONDAGEM À PERCUSSÃO

CLIENTE: SERENCO - SERVICOS DE ENGENHARIA CONSULTIVA LTDA

INÍCIO: 23/03/2021

OBRA: SONDAGEM SPT - CESAMA

TÉRMINO: 23/03/2021

LOCAL: SANTA LUZIA

COTA:

**FURO
SP07**

[illegible]

OBS.: - SONDAGEM EXECUTADA CONFORME NORMAS DA "ABNT", NBR-6484 E NBR-7250. OBEDECENDO A CRITÉRIOS PREESTABELECIDOS PELO CLIENTE

	2	5	10	19	
M. MOLE	MOLE	MÉDIA	RIJA		DURA
CONSISTÊNCIA - SOLOS ARGILOSOS (SPT)					

MÉTODO EXECUTIVO			
AVANÇO DO FURO	Ø	PROFUNDIDADE (m)	
TRADO CAVADEIRA	4"	0.00	1.00
TRADO HELICOIDAL	2 1/4"	1.00	4.00
CIRCULAÇÃO DE ÁGUA	2"	2.00	4.45
REVESTIMENTO	2 1/4"	0.00	2.00
SPT	2"	0	ENSAIOS

TABELA DO NÍVEL D'ÁGUA			
DATA	HORA	N.A. (m)	PROF. FURO (m)
17/03/2021	17:00	3.00	4.45

FOLHA:

ESCALA:

COORDENADAS:

SONDADOR:

APROVADO:

01 / 01

SEM ESCALA

FERNANDO L. SALLES

Marcelus Fossati Calcaterra
CREA: 222191/MG

PERFIL INDIVÍDUAL DE SONDAGEM À PERCUSSÃO

CLIENTE: SERENCO - SERVICOS DE ENGENHARIA CONSULTIVA LTDA

INÍCIO: 23/03/2021

OBRA: SONDAGEM SPT - CESAMA

TÉRMINO: 23/03/2021

LOCAL: SANTA LUZIA

COTA:

**FURO
SP08**

[illegible]

OBS.: - SONDAAGEM EXECUTADA CONFORME NORMAS DA "ABNT", NBR-6484 E NBR-7250. OBEDECENDO A CRITÉRIOS PREESTABELECIDOS PELO CLIENTE

	2	5	10	19	
M. MOLE	MOLE	MÉDIA	RIJA	DURA	
CONSISTÊNCIA - SOLOS ARGILOSOS (SPT)					

MÉTODO EXECUTIVO			
AVANÇO DO FURO	Ø	PROFUNDIDADE (m)	
TRADO CAVADEIRA	4"	0.00	1.00
TRADO HELICOIDAL	2 1/4"	1.00	4.00
CIRCULAÇÃO DE ÁGUA	2"	2.00	4.45
REVESTIMENTO	2 1/4"	0.00	2.00
SPT	2"	0	ENSAIOS

TABELA DO NÍVEL D'ÁGUA			
DATA	HORA	N.A. (m)	PROF. FURO (m)
17/03/2021	17:00		4.45

FOLHA:

ESCALA:

COORDENADAS:

SONDADOR:

APROVADO:

01 / 01

SEM ESCALA

FERNANDO L. SALLES

Marcelus Fossati Calcaterra
CREA: 222191/MG

PERFIL INDIVÍDUAL DE SONDAGEM À PERCUSSÃO

CLIENTE: SERENCO - SERVICOS DE ENGENHARIA CONSULTIVA LTDA

INÍCIO: 27/03/2021

OBRA: SONDAGEM SPT - CESAMA

TÉRMINO: 27/03/2021

LOCAL: SANTA LUZIA

COTA:

**FURO
SP09**

[illegible]

OBS.: - SONDAGEM EXECUTADA CONFORME NORMAS DA "ABNT", NBR-6484 E NBR-7250. OBEDECENDO A CRITÉRIOS PREESTABELECIDOS PELO CLIENTE

	2	5	10	19	
M. MOLE	MOLE	MÉDIA	RIJA	DURA	
CONSISTÊNCIA - SOLOS ARGILOSOS (SPT)					

MÉTODO EXECUTIVO			
AVANÇO DO FURO	Ø	PROFUNDIDADE (m)	
TRADO CAVADEIRA	4"	0.00	1.00
TRADO HELICOIDAL	2 1/4"	1.00	2.00
CIRCULAÇÃO DE ÁGUA	2"	2.00	4.00
REVESTIMENTO	2 1/4"	0.00	0.00
SPT	2"	0	ENSAIOS

TABELA DO NÍVEL D'ÁGUA			
DATA	HORA	N.A. (m)	PROF. FURO (m)
27/03/2021	17:00	3.00	4.45

FOLHA:

ESCALA:

COORDENADAS:

SONDADOR:

	APROVADO:
--	------------------

01 / 01

SEM ESCALA

FERNANDO L. SALLES

Marcelus Fossati Calcaterra
CREA: 222191/MG

PERFIL INDIVÍDUAL DE SONDAGEM À PERCUSSÃO

CLIENTE: SERENCO - SERVICOS DE ENGENHARIA CONSULTIVA LTDA
 OBRA: SONDAGEM SPT - CESAMA
 LOCAL: SANTA LUZIA

INÍCIO: 19/03/2021
 TÉRMINO: 19/03/2021
 COTA:

**FURO
SP10**

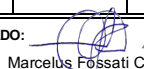
REV.	COTA N.A. (m)	PROFUNDIDADE (m)	PERFIL GEOLOGICO Nº DE AMOSTRA	REVESTIMENTO = 63.5 mm AMOSTRADOR { Ø INTERNO = 34.9 mm Ø EXTERNO = 50.8 mm PESO = 65 kg - ALTURA DE QUEDA = 75 cm	ENSAIO PENETRO- MÉTRICO			RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO		PENETRAÇÃO (GOLPES) 30 cm INICIAIS 30 cm FINAIS COMPACIDADE - SOLOS ARENOSOS (SPT)				
				CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL	1º	2º	3º	30 cm INICIAIS	30 cm FINAIS	FOFA	POU C.	MED. COMP.	COMPACTA	MUITO COMP.
	N.A. NÃO ENCONTRADO.		1	SILTE ARENOSO, VERMELHO, FOFO	2	2	2	4	4					
			2		2	1	1	3	2					
			3		1	2	2	3	4					
		3,45	4	ARGILA SILTO-ARENOSA, VERMELHA, MUITO MOLE A MOLE	2	1	2	3	3					
			5		1	1	1	2	2					
			6		1	1	4	2	5					
		6,45	7	AREIA SILTOSA, POUCA COMPACTA A MODERADAMENTE COMPACTA	10	6	3	16	9					
		7,45	8		4	4	5	8	9					
		8,45		MATERIAL NAO RECUPERADO NO AMOSTRADOR	15	15	15							
				FURO TERMINADO COM 8,45m										

OBS.: - SONDAGEM EXECUTADA CONFORME NORMAS DA "ABNT", NBR-6484 E NBR-7250. OBEDECENDO A CRITÉRIOS PREESTABELECIDOS PELO CLIENTE

2	5	10	19
M. MOLE	M. MOLE	M. MÉDIA	RUA
DURA			
CONSISTÊNCIA - SOLOS ARGILOSOS (SPT)			

MÉTODO EXECUTIVO			
AVANÇO DO FURO	Ø	PROFUNDIDADE (m)	
TRADO CAVADEIRA	4"	0.00	1.00
TRADO HELICOIDAL	2 1/4"	1.00	2.00
CIRCULAÇÃO DE ÁGUA	2"	2.00	8.45
REVESTIMENTO	2 1/2"	0.00	4.00
SPT	2"	0	ENSAIOS

TABELA DO NÍVEL D'ÁGUA			
DATA	HORA	N.A. (m)	PROF. FURO (m)
19/03/2021	17:00		8.45

FOLHA: 01 / 01 ESCALA: SEM ESCALA COORDENADAS: SONDADOR: FERNANDO L. SALLES APROVADO: 
 Marcelus Fossati Calcaterra
 CREA: 222191/MG

PERFIL INDIVÍDUAL DE SONDAGEM À PERCUSSÃO

CLIENTE: SERENCO - SERVICOS DE ENGENHARIA CONSULTIVA LTDA

INÍCIO: 20/03/2021

OBRA: SONDAGEM SPT - CESAMA

TÉRMINO: 20/03/2021

LOCAL: SANTA LUZIA

COTA:

**FURO
SP11**

[illegible]

OBS.: - SONDAGEM EXECUTADA CONFORME NORMAS DA "ABNT", NBR-6484 E NBR-7250. OBEDECENDO A CRITÉRIOS PREESTABELECIDOS PELO CLIENTE

	2	5	10	19	
M.MOLE	MOLE	MEDIA	RJA	DURA	
CONSISTÊNCIA - SOLOS ARGILOSOS (SPT)					

MÉTODO EXECUTIVO			
AVANÇO DO FURO	Ø	PROFUNDIDADE (m)	
TRADO CAVADEIRA	4"	0.00	1.00
TRADO HELICOIDAL	2 1/4"	1.00	2.20
CIRCULAÇÃO DE ÁGUA	2"	0.00	0.00
REVESTIMENTO	2 1/4"	0.00	0.00
SPT	2"	0	ENSAIOS

TABELA DO NÍVEL D'ÁGUA			
DATA	HORA	N.A. (m)	PROF. FURO (m)
20/03/2021	17:00		2.20

FOLHA:

ESCALA:

COORDENADAS:

SONDADOR:

APROVADO:

01 / 01

SEM ESCALA

FERNANDO L. SALLES

Marcelus Fossati Calcaterra
CREA: 222191/MG

PERFIL INDIVÍDUAL DE SONDAGEM À PERCUSSÃO

CLIENTE: SERENCO - SERVICOS DE ENGENHARIA CONSULTIVA LTDA
 OBRA: SONDAGEM SPT - CESAMA
 LOCAL: SANTA LUZIA

INÍCIO: 20/03/2021
 TÉRMINO: 20/03/2021
 COTA:

**FURO
SP12**

REV.	COTA N.A. (m)	PROFUNDIDADE (m)	PERFIL GEOLOGICO Nº DE AMOSTRA	REVESTIMENTO = 63.5 mm	ENSAIO PENETRO- MÉTRICO	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO		PENETRAÇÃO (GOLPES)				
				AMOSTRADOR { Ø INTERNO = 34.9 mm Ø EXTERNO = 50.8 mm PESO = 65 kg - ALTURA DE QUEDA = 75 cm				COMPACIDADE - SOLOS ARENOSOS (SPT)				
				CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL		1o	2o	3o	30 cm INICIAIS	30 cm FINAIS	FOFA	POU. C.
	N.A. NÃO ENCONTRADO.	1,45	1	SILTE ARENOSO, VERMELHO, FOFO	1 15	1 15	1 15	2	2			
			2		2 15	1 15	1 15	3	2			
				3		2 15	2 15	2 15	4	4		
				4	SILTE ARENOSO, ROXO, FOFO A POUCO COMPACTO	1 15	2 15	2 15	3	4		
			5,45	5		3 15	3 15	2 15	6	5		
				6	SILTE ARENOSO, ROXO COM VEIOS BRANCO E AMARELO, POUCO COMPACTO	2 15	3 15	4 15	5	7		
		6,45										
				FURO TERMINADO COM 6,45m								

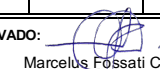
OBS.: - SONDAGEM EXECUTADA CONFORME NORMAS DA "ABNT", NBR-6484 E NBR-7250. OBEDECENDO A CRITÉRIOS PREESTABELECIDOS PELO CLIENTE

2	5	10	19
M. MOLE	M. MOLE	M. MÉDIA	RUA
			DURA

CONSISTÊNCIA - SOLOS ARGILOSOS (SPT)

MÉTODO EXECUTIVO			
AVANÇO DO FURO	Ø	PROFUNDIDADE (m)	
TRADO CAVADEIRA	4"	0.00	1.00
TRADO HELICOIDAL	2 1/4"	1.00	2.00
CIRCULAÇÃO DE ÁGUA	2"	2.00	6.45
REVESTIMENTO	2 1/2"	0.00	4.00
SPT	2"	0	ENSAIOS

TABELA DO NÍVEL D'ÁGUA			
DATA	HORA	N.A. (m)	PROF. FURO (m)
20/03/2021	17:00		6.45

FOLHA: 01 / 01	ESCALA: SEM ESCALA	COORDENADAS:	SONDADOR: FERNANDO L. SALLES	APROVADO:  Marcelus Fossati Calcaterra CREA: 222191/MG
----------------	--------------------	--------------	------------------------------	---

PERFIL INDIVÍDUAL DE SONDAGEM À PERCUSSÃO

CLIENTE:	SERENCO - SERVICOS DE ENGENHARIA CONSULTIVA LTDA
OBRA:	SONDAGEM SPT - CESAMA
LOCAL:	SANTA LUZIA

INÍCIO: 17/04/2021
TÉRMINO: 17/04/2021
COTA:

**FURO
SP13**

[illegible]


OBS.: - SONDAAGEM EXECUTADA CONFORME NORMAS DA "ABNT", NBR-6484 E NBR-7250. OBEDECENDO A CRITÉRIOS PREESTABELECIDOS PELO CLIENTE

- FOI REALIZADA DUAS TENTATIVAS DE DESLOCAMENTO COM 6M, IMPENETRÁVEL COM 0,60CM (5 centímetros de asfalto (rachão com 50 centímetros de profundidade))

MÉTODO EXECUTIVO			
AVANÇO DO FURO	Ø	PROFUNDIDADE (m)	
TRADO CAVADEIRA	4"	0.00	1.00
TRADO HELICOIDAL	2 1/4"	1.00	2.00
CIRCULAÇÃO DE ÁGUA	2"	2.00	7.25
REVESTIMENTO	2 1/4"	0.00	2.00
SPT	2"	0	ENSAIOS

TABELA DO NÍVEL D'ÁGUA			
DATA	HORA	N.A. (m)	PROF. FURO (m)
18/04/2021	17:00		7.25

5	10	19
MÉDIA	RIJA	DURA
CONSISTÊNCIA - SOLOS ARGILOSOS (SPT)		

APROVADO: 
Marcelus Fossati Calcaterra
CREA: 222191/MG

FOI HA:

ESCALA A:

COORDENADAS:

SONDADOR:

01 / 01

SEM ESCALA

FERNANDO L. SALLES

	APROVADO:
--	------------------

ANEXO B - MEMORIAIS DE CÁLCULO DO COLETOR TRONCO




<div>PROJETISTA:</div> <div><div><div></div><div>SERENCO</div><div>Serviços de Engenharia Consultiva</div></div></div>						PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE JUIZ DE FORA - MG																				CONTRATANTE: <div><div><div></div><div>JF</div><div>PREFEITURA</div></div><div><div></div><div>CESAMA</div><div>água é vida</div></div></div>					
						CIDADE:		JUIZ DE FORA - MG																							
						BACIA:		COLETOR TRONCO SANTA LUZIA																							
						SUB - BACIA:		SANTA LUZIA - MARGEM ESQUERDA																							
						PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DA REDE PROJETADA																									
Sub-bacia	Coletor	Techo	Nº PV de Montante	Nº PV de Jusante	Extensão (m)	Cota do Terreno no PV de Montante (m)	Cota do Terreno no PV de Jusante (m)	Cota da Geratriz Inferior do Tubo a Montante (m)	Cota da Geratriz Inferior do Tubo a Jusante (m)	Profundidade a Montante (m)	Profundidade a Jusante (m)	Recobrimento do tubo a montante (m)	Recobrimento do tubo a jusante (m)	Diâmetro (m)	Declividade (m/m)	Vazão Concentrada Início (L/s)	Vazão Concentrada Fim (L/s)	Vazão Inicial (L/s)	Vazão Final (L/s)	Velocidade de Inicial (m/s)	Velocidade de Final (m/s)	Velocidade Crítica (m/s)	Tensão Trativa (Pa)	Nível Inicial (%)	Nível Final (%)	Degrau ou Tubo de Queda (m)	Altura do Degrau ou Tubo de Queda (m)	Coletor Jusante	Techo Jusante		
SBME	4	1	140	141	43,30	721,63	719,27	720,330	717,970	1,3	1,3	1,10	1,10	0,2	0,05450	2,32	2,47	2,32	2,47	1,31	1,34	2,22	7,6	11	11	DG	0	4	2		
SBME	4	2	141	142	53,79	719,27	719,09	717,970	717,755	1,3	1,34	1,10	1,14	0,2	0,00400	0,00	0,00	2,32	2,47	0,53	0,54	2,92	1	20	20	0	0	4	3		
SBME	4	3	142	143	67,04	719,09	719,29	717,755	717,487	1,34	1,8	1,14	1,60	0,2	0,00400	0,00	0,00	2,32	2,47	0,53	0,54	2,92	1	20	20	0	0	4	4		
SBME	4	4	143	144	39,85	719,29	719,49	717,487	717,327	1,8	2,16	1,60	1,96	0,2	0,00400	0,00	0,00	2,32	2,47	0,53	0,54	2,92	1	20	20	DG	0	4	5		
SBME	4	5	144	145	39,91	719,49	719,77	717,327	717,167	2,16	2,6	1,96	2,40	0,2	0,00400	0,00	0,00	2,32	2,47	0,53	0,54	2,92	1	20	20	0	0	4	6		
SBME	4	6	145	146	40,04	719,77	719,51	717,167	717,007	2,6	2,5	2,40	2,30	0,2	0,00400	0,00	0,00	2,32	2,47	0,53	0,54	2,92	1	20	20	DG	0	4	7		
SBME	4	7	146	147	35,11	719,51	719,5	717,007	715,950	2,5	2,63	2,30	2,43	0,2	0,00400	0,00	0,00	2,32	2,47	0,53	0,54	2,92	1	20	20	TQ	0,917	3	28		
SBME	3	1	148	149	64,33	730,19	726,65	728,990	724,650	1,2	1,5	1,00	1,30	0,2	0,05969	3,00	3,00	3,00	3,00	1,47	1,47	2,31	9	12	12	TQ	0,500	3	2		
SBME	3	2	149	150	78,32	726,65	725,88	724,650	724,080	2	1,8	1,80	1,60	0,2	0,00728	0,00	0,00	3,00	3,00	0,7	0,7	2,85	1,7	19	19	0	0	3	3		
SBME	3	3	150	151	90,20	725,88	725,4	724,080	723,695	1,8	1,7	1,60	1,50	0,2	0,00427	0,00	0,00	3,00	3,00	0,58	0,58	3,04	1,1	22	22	0	0	3	4		
SBME	3	4	151	152	100,18	725,4	724,99	723,695	723,326	1,7	1,66	1,50	1,46	0,2	0,00368	0,00	0,00	3,00	3,00	0,55	0,55	3,10	1	23	23	0	0	3	5		
SBME	3	5	152	153	100,22	724,99	724,57	723,326	722,957	1,66	1,61	1,46	1,41	0,2	0,00368	0,00	0,00	3,00	3,00	0,55	0,55	3,10	1	23	23	0	0	3	6		
SBME	3	6	153	154	100,22	724,57	724,31	722,957	722,588	1,61	1,72	1,41	1,52	0,2	0,00368	0,00	0,00	3,00	3,00	0,55	0,55	3,10	1	23	23	0	0	3	7		
SBME	3	7	154	155	100,23	724,31	723,98	722,588	722,220	1,72	1,76	1,52	1,56	0,2	0,00368	0,00	0,00	3,00	3,00	0,55	0,55	3,10	1	23	23	0	0	3	8		
SBME	3	8	155	156	40,01	723,98	723,8	722,220	722,072	1,76	1,72	1,56	1,52	0,2	0,00368	0,00	0,00	3,00	3,00	0,55	0,55	3,10	1	23	23	0	0	3	9		
SBME	3	9	156	157	97,09	723,8	723,15	722,072	721,715	1,72	1,43	1,52	1,23	0,2	0,00368	0,00	0,00	3,00	3,00	0,55	0,55	3,10	1	23	23	0	0	3	10		
SBME	3	10	157	158	63,19	723,15	722,91	721,715	721,483	1,43	1,42	1,23	1,22	0,2	0,00368	0,00	0,00	3,00	3,00	0,55	0,55	3,10	1	23	23	0	0	3	11		
SBME	3	11	158	159	37,92	722,91	722,49	721,483	720,215	1,42	2,2	1,22	2,00	0,2	0,03159	0,00	0,00	3,00	3,00	1,17	1,17	2,48	5,5	14	14	DG	0,070	3	12		
SBME	3	12	159	160	100,01	722,49	722,27	720,215	719,670	2,28	2,6	1,98	2,30	0,3	0,00545	19,65	21,07	22,65	24,07	1,08	1,1	4,48	3,1	34	35	0	0	3	13		
SBME	3	13	160	161	85,15	722,27	721,51	719,670	718,658	2,6	2,85	2,30	2,55	0,3	0,01188	0,00	0,00	22,65	24,07	1,43	1,46	4,14	5,8	28	28	DG	0	3	14		
SBME	3	14	161	162	95,24	721,51	721,1	718,658	718,098	2,85	3	2,55	2,70	0,3	0,00588	0,00	0,00	22,65	24,07	1,11	1,13	4,42	3,3	33	34	0	0	3	15		
SBME	3	15	162	163	40,10	721,1	721,03	718,098	717,928	3	3,1	2,70	2,80	0,3	0,00424	0,00	0,00	22,65	24,07	0,99	1,01	4,58	2,5	36	37	0	0	3	16		
SBME	3	16	163	164	60,14	721,03	720,93	717,928	717,840	3,1	3,09	2,80	2,79	0,3	0,00147	0,00	0,00	22,65	24,07	0,67	0,68	5,08	1,1	48	50	0	0	3	17		
SBME	3	17	164	165	30,04	720,93	720,9	717,840	717,795	3,09	3,1	2,79	2,80	0,3	0,00147	0,00	0,00	22,65	24,07	0,67	0,68	5,08	1,1	48	50	0	0	3	18		
SBME	3	18	165	166	50,12	720,9	720,63	717,795	717,722	3,1	2,91	2,80	2,61	0,3	0,00147	0,00	0,00	22,65	24,07	0,67	0,68	5,08	1,1	48	50	0	0	3	19		
SBME	3	19	166	167	68,14	720,63	720,43	717,722	717,622	2,91	2,81	2,61	2,51	0,3	0,00147	0,00	0,00	22,65	24,07	0,67	0,68	5,08	1,1	48	50	0	0	3	20		
SBME	3	20	167	168	72,24	720,43	720,32	717,622	717,515	2,81	2,8	2,51	2,50	0,3	0,00147	0,00	0,00	22,65	24,07	0,67	0,68	5,08	1,1	48	50	0	0	3	21		
SBME	3	21	168	169	70,18	720,32	720,19	717,515	717,412	2,8	2,77	2,50	2,47	0,3	0,00147	0,00	0,00	22,65	24,07	0,67	0,68	5,08	1,1	48	50	0	0	3	22		
SBME	3	22	169	170	90,01	720,19	719,85	717,412	717																						



PROJETISTA:						PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE JUIZ DE FORA - MG																		CONTRATANTE:							
<div><div></div><div>SERENCO</div><div>Serviços de Engenharia Consultiva</div></div>						CIDADE:		JUIZ DE FORA - MG																		<div><div></div><div>JF</div><div>PREFEITURA</div><div><div>CESAMA</div><div>água é vida</div></div></div>					
						BACIA:		COLETOR TRONCO SANTA LUZIA																							
						SUB - BACIA:		SANTA LUZIA - MARGEM ESQUERDA																							
						PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DA REDE PROJETADA																									
Sub-bacia	Coletor	Techo	Nº PV de Montante	Nº PV de Jusante	Extensão (m)	Cota do Terreno no PV de Montante (m)	Cota do Terreno no PV de Jusante (m)	Cota da Geratriz Inferior do Tubo a Montante (m)	Cota da Geratriz Inferior do Tubo a Jusante (m)	Profundidade a Montante (m)	Profundidade a Jusante (m)	Recobrimento do tubo a montante (m)	Recobrimento do tubo a jusante (m)	Diâmetro (m)	Declividade (m/m)	Vazão Concentrada Início (L/s)	Vazão Concentrada Fim (L/s)	Vazão Inicial (L/s)	Vazão Final (L/s)	Velocidade Inicial (m/s)	Velocidade Final (m/s)	Velocidade Crítica (m/s)	Tensão Trativa (Pa)	Nível Inicial (%)	Nível Final (%)	Degrau ou Tubo de Queda (m)	Altura do Degrau ou Tubo de Queda (m)	Coletor Jusante	Techo Jusante		
SBME	1	23	123	124	37,98	728,77	728,94	727,386	725,037	1,38	2	1,08	1,70	0,3	0,01195	0,00	0,00	18,89	21,06	1,36	1,4	3,94	5,3	25	27	TQ	1,895	1	24		
SBME	1	24	124	17	15,15	728,94	728,214	725,037	724,885	3,9	3,33	3,60	3,03	0,3	0,01000	0,00	0,00	32,27	35,31	1,49	1,53	4,53	5,8	35	36	0	0				

<div><div></div><div>SERENCO</div><div>Serviços de Engenharia Consultiva</div></div>						PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE JUIZ DE FORA - MG																				<div><div><div></div><div>PREFEITURA</div></div><div><div>JF</div><div>CESAMA</div><div>água é vida</div></div></div>					
						CIDADE:		JUIZ DE FORA - MG																							
						BACIA:		COLETOR TRONCO SANTA LUZIA																							
						SUB - BACIA:		SANTA LUZIA - MARGEM DIREITA																							
						PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DA REDE PROJETADA																									
Sub-bacia	Coletor	Techo	Nº PV de Montante	Nº PV de Jusante	Extensão (m)	Cota do Terreno no PV de Montante (m)	Cota do Terreno no PV de Jusante (m)	Cota da Geratriz Inferior do Tubo a Montante (m)	Cota da Geratriz Inferior do Tubo a Jusante (m)	Profundidade a Montante (m)	Profundidade a Jusante (m)	Recobrimento do tubo a montante (m)	Recobrimento do tubo a jusante (m)	Diâmetro (m)	Declividade (m/m)	Vazão Concentrada Início (L/s)	Vazão Concentrada Fim (L/s)	Vazão Inicial (L/s)	Vazão Final (L/s)	Velocidade de Inicial (m/s)	Velocidade de Final (m/s)	Velocidade Crítica (m/s)	Tensão Trativa (Pa)	Nível Inicial (%)	Nível Final (%)	Degrau ou Tubo de Queda (m)	Altura do Degrau ou Tubo de Queda (m)	Coletor Jusante	Techo Jusante		
SBSL	1	1	1	2	8,49	733,24	733,39	731,590	731,505	1,65	1,88	1,35	1,58	0,3	0,01000	10,24	17,49	10,24	17,49	1,07	1,25	3,49	3,5	19	25	DG	0	1	2		
SBSL	1	2	2	3	20,12	733,39	733,22	731,505	731,404	1,88	1,82	1,58	1,52	0,3	0,00500	0,00	0,00	10,24	17,49	0,84	0,98	3,80	2	23	30	0	0	1	3		
SBSL	1	3	3	4	25,04	733,22	733,22	731,404	731,120	1,82	2,1	1,52	1,80	0,3	0,01136	0,00	0,00	10,24	17,49	1,12	1,31	3,49	3,9	19	24	0	0	1	4		
SBSL	1	4	4	5	70,03	733,22	732,41	731,120	729,910	2,1	2,5	1,80	2,20	0,3	0,01728	6,00	6,18	16,24	23,67	1,49	1,66	3,65	6,5	21	26	0	0	1	5		
SBSL	1	5	5	6	35,08	732,41	732,15	729,910	729,600	2,5	2,55	2,20	2,25	0,3	0,00884	0,00	0,00	16,24	23,67	1,17	1,31	3,94	3,9	25	30	0	0	1	6		
SBSL	1	6	6	7	100,23	732,15	731,62	729,600	729,215	2,55	2,4	2,25	2,10	0,3	0,00384	0,00	0,00	16,24	23,67	0,87	0,96	4,31	2	31	38	0	0	1	7		
SBSL	1	7	7	8	45,21	731,62	731,1	729,215	728,995	2,4	2,1	2,10	1,80	0,3	0,00487	0,00	0,00	16,24	23,67	0,95	1,05	4,20	2,4	29	35	0	0	1	8		
SBSL	1	8	8	9	25,02	731,1	730,93	728,995	728,925	2,1	2	1,80	1,70	0,3	0,00280	0,00	0,00	16,24	23,67	0,78	0,86	4,48	1,6	34	41	0	0	1	9		
SBSL	1	9	9	10	60,01	730,93	731,05	728,925	728,814	2	2,23	1,70	1,93	0,3	0,00185	0,00	0,00	16,24	23,67	0,67	0,74	4,67	1,1	38	46	0	0	1	10		
SBSL	1	10	10	11	39,94	731,05	731,05	728,814	728,744	2,23	2,3	1,93	2,00	0,3	0,00175	0,00	0,00	16,24	23,67	0,66	0,72	4,67	1,1	38	47	0	0	1	11		
SBSL	1	11	11	12	80,03	731,05	729,47	728,744	727,260	2,3	2,2	2,00	1,90	0,3	0,01854	6,36	7,00	22,60	30,67	1,68	1,83	3,94	8,2	25	29	0	0	1	12		
SBSL	1	12	12	13	39,91	729,47	729,18	727,260	727,072	2,2	2,1	1,90	1,80	0,3	0,00471	0,00	0,00	22,60	30,67	1,03	1,12	4,53	2,7	35	41	0	0	1	13		
SBSL	1	13	13	14	100,23	729,18	728,91	727,072	726,833	2,1	2,07	1,80	1,77	0,3	0,00238	0,00	0,00	22,60	30,67	0,8	0,87	4,85	1,6	42	50	0	0	1	14		
SBSL	1	14	14	15	40,09	728,91	728,79	726,833	726,281	2,07	2,5	1,77	2,20	0,3	0,01377	0,00	0,00	22,60	30,67	1,51	1,65	4,01	6,3	26	31	0	0	1	15		
SBSL	1	15	15	16	75,05	728,79	728,32	726,281	725,807	2,5	2,5	2,20	2,20	0,3	0,00632	0,00	0,00	22,60	30,67	1,14	1,24	4,37	3,4	32	38	0	0	1	16		
SBSL	1	16	16	17	33,76	728,32	728,21	725,807	724,785	2,5	3,35	2,20	3,05	0,3	0,02843	0,00	0,00	22,60	30,67	1,95	2,13	3,73	11,2	22	26	DG	0,062	1	17		
SBSL	1	17	17	18	91,59	728,21	727,87	724,785	724,567	3,42	3,3	3,02	2,90	0,4	0,00238	32,27	35,31	54,87	65,98	1	1,05	5,74	2,2	45	50	DG	0	1	18		
SBSL	1	18	18	19	100,21	727,87	727,55	724,567	724,329	3,3	3,22	2,90	2,82	0,4	0,00238	0,00	0,00	54,87	65,98	1	1,05	5,74	2,2	45	50	0	0	1	19		
SBSL	1	19	19	20	60,11	727,55	727,39	724,329	724,185	3,22	3,2	2,82	2,80	0,4	0,00238	0,00	0,00	54,87	65,98	1	1,05	5,74	2,2	45	50	0	0	1	20		
SBSL	1	20	20	21	79,97	727,39	727,10	724,185	723,995	3,2	3,1	2,80	2,70	0,4	0,00238	0,00	0,00	54,87	65,98	1	1,05	5,74	2,2	45	50	0	0	1	21		
SBSL	1	21	21	22	100,18	727,10	726,94	723,995	723,739	3,1	3,2	2,70	2,80	0,4	0,00256	0,00	0,00	54,87	65,98	1,03	1,08	5,69	2,4	44	49	0	0	1	22		
SBSL	1	22	22	23	30,02	726,94	726,99	723,739	723,667	3,2	3,32	2,80	2,92	0,4	0,00238	0,00	0,00	54,87	65,98	1	1,05	5,74	2,2	45	50	0	0	1	23		
SBSL	1	23	23	24	27,94	726,99	726,83	723,667	723,601	3,32	3,23	2,92	2,83	0,4	0,00238	0,00	0,00	54,87	65,98	1	1,05	5,74	2,2	45	50	0	0	1	24		
SBSL	1	24	24	25	69,49	726,83	725,99	723,601	722,715	3,23	3,2	2,83	2,80	0,4	0,01169	62,62	74,89	117,49	140,87	2,2	2,31	5,69	10,7	44	49	DG	0	1	25		
SBSL	1	25	25	26	15,12	725,99	725,86	722,715	722,551	3,28	3,3	2,78	2,80	0,5	0,01085	0,00	0,00	117,49	140,87	2,1	2,2	5,71	10	33	36	0	0	1	26		
SBSL	1	26	26	27	91,69	725,86	725,41	722,551	722,249	3,3	3,16	2,80	2,66	0,5	0,00329	0,00	0,00	117,49	140,87	1,38	1,44	6,42	3,8	45	50	DG	0	1	27		
SBSL	1	27	27	28	69,06	725,41	725,27	722,249	722,022	3,16	3,25	2,66	2,75	0,5	0,00329	0,00	0,00	117,49	140,87	1,37	1,43	6,42	3,8	45	50	0	0	1	28		
SBSL	1	28	28	29	51,16	725,27	725,17	722,022	721,853	3,25	3,32	2,75	2,82	0,5	0,00329	0,00	0,00	117,49	140,87	1,37	1,43	6,42	3,8	45	50	DG	0	1	29		
SBSL	1	29	29	30	100,22	725,17	724,74	721,853	721,523	3,32	3,22	2,82	2,72	0,5	0,00329	0,00	0,00	117,49	140,87												

PROJETISTA:						PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE JUIZ DE FORA - MG																		CONTRATANTE:							
<div><div></div><div>SERENCO</div><div>Serviços de Engenharia Consultiva</div></div>						CIDADE:		JUIZ DE FORA - MG																		<div><div><div></div><div>PREFEITURA</div></div><div><div>JF</div><div></div></div><div><div>CESAMA</div><div>água é vida</div></div></div>					
						BACIA:		COLETOR TRONCO SANTA LUZIA																							
						SUB - BACIA:		SANTA LUZIA - MARGEM DIREITA																							
						PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DA REDE PROJETADA																									
Sub-bacia	Coletor	Techo	Nº PV de Montante	Nº PV de Jusante	Extensão (m)	Cota do Terreno no PV de Montante (m)	Cota do Terreno no PV de Jusante (m)	Cota da Geratriz Inferior do Tubo a Montante (m)	Cota da Geratriz Inferior do Tubo a Jusante (m)	Profundidade a Montante (m)	Profundidade a Jusante (m)	Recobrimento do tubo a montante (m)	Recobrimento do tubo a jusante (m)	Diâmetro (m)	Declividade (m/m)	Vazão Concentrada Início (L/s)	Vazão Concentrada Fim (L/s)	Vazão Inicial (L/s)	Vazão Final (L/s)	Velocidade Inicial (m/s)	Velocidade Final (m/s)	Velocidade Crítica (m/s)	Tensão Trativa (Pa)	Nível Inicial (%)	Nível Final (%)	Degrau ou Tubo de Queda (m)	Altura do Degrau ou Tubo de Queda (m)	Coletor Jusante	Techo Jusante		
SBSL	1	64	64	65	68,76	699,71	699,24	696,910	696,766	2,8	2,47	2,20	1,87	0,6	0,00210	0,00	0,00	156,82	182,78	1,24	1,29	7,08	3	46	50	0	0	1	65		
SBSL	1	65	65	66	55,46	699,24	699,69	696,766	696,649	2,47	3,04	1,87	2,44	0,6	0,00210	0,00	0,00	156,82	182,78	1,24	1,29	7,08	3	46	50	0	0	1	66		
SBSL	1	66	66	67	62,06	699,69	699,78	696,649	696,519	3,04	3,26	2,44	2,66	0,6	0,00210	0,00	0,00	156,82	182,78	1,24	1,29	7,08	3	46	50	0	0	1	67		
SBSL	1	67	67	68	25,93	699,78	699,81	696,519	696,464	3,26	3,34	2,66	2,74	0,6	0,00210	0,00	0,00	156,82	182,78	1,24	1,29	7,08	3	46	50	0	0				

ANEXO C - COORDENADAS DOS DISPOSITIVOS DE VISITA

PROJETISTA:			JUIZ DE FORA - MG			CONTRATANTE:				
			COLETOR SANTA LUZIA			 				
			MARGEM DIREITA							
			COORDENADAS							
Sub-bacia	Coletor		PV Montante			PV Jusante			Trecho Jusante	
	Coletor	Techo	Nº PV de Montante	Coordenada Este (UTM)	Coordenada Norte (UTM)	Nº PV de Jusante	Coordenada Este (UTM)	Coordenada Norte (UTM)	Coletor Jusante	Techo Jusante
SBSL	1	1	1	669.181,22	7.589.040,36	2	669.182,47	7.589.048,76	1	2
SBSL	1	2	2	669.182,47	7.589.048,76	3	669.201,54	7.589.055,19	1	3
SBSL	1	3	3	669.201,54	7.589.055,19	4	669.224,20	7.589.065,84	1	4
SBSL	1	4	4	669.224,20	7.589.065,84	5	669.286,50	7.589.097,83	1	5
SBSL	1	5	5	669.286,50	7.589.097,83	6	669.314,93	7.589.118,38	1	6
SBSL	1	6	6	669.314,93	7.589.118,38	7	669.385,92	7.589.189,15	1	7
SBSL	1	7	7	669.385,92	7.589.189,15	8	669.416,47	7.589.222,47	1	8
SBSL	1	8	8	669.416,47	7.589.222,47	9	669.426,19	7.589.245,53	1	9
SBSL	1	9	9	669.426,19	7.589.245,53	10	669.437,86	7.589.304,39	1	10
SBSL	1	10	10	669.437,86	7.589.304,39	11	669.456,47	7.589.339,73	1	11
SBSL	1	11	11	669.456,47	7.589.339,73	12	669.503,20	7.589.404,70	1	12
SBSL	1	12	12	669.503,20	7.589.404,70	13	669.537,48	7.589.425,15	1	13
SBSL	1	13	13	669.537,48	7.589.425,15	14	669.630,24	7.589.463,13	1	14
SBSL	1	14	14	669.630,24	7.589.463,13	15	669.665,25	7.589.482,66	1	15
SBSL	1	15	15	669.665,25	7.589.482,66	16	669.704,58	7.589.546,58	1	16
SBSL	1	16	16	669.704,58	7.589.546,58	17	669.734,84	7.589.561,54	1	17
SBSL	1	17	17	669.734,84	7.589.561,54	18	669.826,29	7.589.566,62	1	18
SBSL	1	18	18	669.826,29	7.589.566,62	19	669.926,49	7.589.567,75	1	19
SBSL	1	19	19	669.926,49	7.589.567,75	20	669.986,33	7.589.562,06	1	20
SBSL	1	20	20	669.986,33	7.589.562,06	21	670.063,08	7.589.539,60	1	21
SBSL	1	21	21	670.063,08	7.589.539,60	22	670.162,94	7.589.531,51	1	22
SBSL	1	22	22	670.162,94	7.589.531,51	23	670.192,90	7.589.533,33	1	23
SBSL	1	23	23	670.192,90	7.589.533,33	24	670.218,88	7.589.543,61	1	24
SBSL	1	24	24	670.218,88	7.589.543,61	25	670.274,15	7.589.585,72	1	25
SBSL	1	25	25	670.274,15	7.589.585,72	26	670.286,21	7.589.594,83	1	26
SBSL	1	26	26	670.286,21	7.589.594,83	27	670.358,29	7.589.651,50	1	27
SBSL	1	27	27	670.358,29	7.589.651,50	28	670.413,51	7.589.692,97	1	28
SBSL	1	28	28	670.413,51	7.589.692,97	29	670.456,59	7.589.720,57	1	29
SBSL	1	29	29	670.456,59	7.589.720,57	30	670.544,48	7.589.768,72	1	30
SBSL	1	30	30	670.544,48	7.589.768,72	31	670.631,74	7.589.818,03	1	31
SBSL	1	31	31	670.631,74	7.589.818,03	32	670.719,02	7.589.867,28	1	32
SBSL	1	32	32	670.719,02	7.589.867,28	33	670.800,02	7.589.926,18	1	33
SBSL	1	33	33	670.800,02	7.589.926,18	34	670.848,46	7.589.961,79	1	34
SBSL	1	34	34	670.848,46	7.589.961,79	35	670.866,10	7.589.971,54	1	35
SBSL	1	35	35	670.866,10	7.589.971,54	36	670.894,04	7.589.957,30	1	36
SBSL	1	36	36	670.894,04	7.589.957,30	37	670.930,84	7.589.909,82	1	37
SBSL	1	37	37	670.930,84	7.589.909,82	38	670.990,33	7.589.829,14	1	38
SBSL	1	38	38	670.990,33	7.589.829,14	39	671.018,22	7.589.787,74	1	39
SBSL	1	39	39	671.018,22	7.589.787,74	40	671.068,49	7.589.712,56	1	40
SBSL	1	40	40	671.068,49	7.589.712,56	41	671.089,97	7.589.678,80	1	41
SBSL	1	41	41	671.089,97	7.589.678,80	42	671.110,87	7.589.622,51	1	42
SBSL	1	42	42	671.110,87	7.589.622,51	43	671.133,47	7.589.540,38	1	43
SBSL	1	43	43	671.133,47	7.589.540,38	44	671.142,04	7.589.465,70	1	44
SBSL	1	44	44	671.142,04	7.589.465,70	45	671.149,19	7.589.393,63	1	45
SBSL	1	45	45	671.149,19	7.589.393,63	46	671.158,13	7.589.316,34	1	46
SBSL	1	46	46	671.158,13	7.589.316,34	47	671.175,00	7.589.263,82	1	47
SBSL	1	47	47	671.175,00	7.589.263,82	48	671.216,93	7.589.168,64	1	48
SBSL	1	48	48	671.216,93	7.589.168,64	49	671.250,21	7.589.105,66	1	49
SBSL	1	49	49	671.250,21	7.589.105,66	50	671.282,08	7.589.048,88	1	50
SBSL	1	50	50	671.282,08	7.589.048,88	51	671.312,73	7.588.997,24	1	51
SBSL	1	51	51	671.312,73	7.588.997,24	52	671.368,01	7.588.920,88	1	52
SBSL	1	52	52	671.368,01	7.588.920,88	53	671.458,36	7.588.888,52	1	53
SBSL	1	53	53	671.458,36	7.588.888,52	54	671.546,54	7.588.890,03	1	54
SBSL	1	54	54	671.546,54	7.588.890,03	55	671.653,24	7.588.889,93	1	55
SBSL	1	55	55	671.653,24	7.588.889,93	56	671.670,12	7.588.868,76	1	56
SBSL	1	56	56	671.670,12	7.588.868,76	57	671.673,27	7.588.850,81	1	57
SBSL	1	57	57	671.673,27	7.588.850,81	58	671.675,93	7.588.829,24	1	58
SBSL	1	58	58	671.675,93	7.588.829,24	59	671.678,20	7.588.808,91	1	59
SBSL	1	59	59	671.678,20	7.588.808,91	60	671.679,56	7.588.789,05	1	60
SBSL	1	60	60	671.679,56	7.588.789,05	61	671.675,86	7.588.765,00	1	61
SBSL	1	61	61	671.675,86	7.588.765,00	62	671.669,75	7.588.751,50	1	62
SBSL	1	62	62	671.669,75	7.588.751,50	63	671.626,18	7.588.721,85	1	63
SBSL	1	63	63	671.626,18	7.588.721,85	64	671.592,25	7.588.710,88	1	64
SBSL	1	64	64	671.592,25	7.588.710,88	65	671.523,66	7.588.715,81	1	65
SBSL	1	65	65	671.523,66	7.588.715,81	66	671.495,43	7.588.668,07	1	66
SBSL	1	66	66	671.495,43	7.588.668,07	67	671.501,56	7.588.606,31	1	67
SBSL	1	67	67	671.501,56	7.588.606,31	68	671.494,63	7.588.581,32		

PROJETISTA:			JUIZ DE FORA - MG			CONTRATANTE:				
			COLETOR SANTA LUZIA							
			MARGEM ESQUERDA							
			COORDENADAS							
Sub-bacia	Coletor		PV Montante			PV Jusante			Trecho Jusante	
	Coletor	Techo	Nº PV de Montante	Coordenada Este (UTM)	Coordenada Norte (UTM)	Nº PV de Jusante	Coordenada Este (UTM)	Coordenada Norte (UTM)	Coletor Jusante	Techo Jusante
SBME	1	1	101	668.921,43	7.589.014,43	102	668.948,20	7.588.991,96	1	2
SBME	1	2	102	668.948,20	7.588.991,96	103	668.986,57	7.588.979,93	1	3
SBME	1	3	103	668.986,57	7.588.979,93	104	669.025,99	7.588.980,18	1	4
SBME	1	4	104	669.025,99	7.588.980,18	105	669.074,25	7.588.994,57	1	5
SBME	1	5	105	669.074,25	7.588.994,57	106	669.118,22	7.589.035,29	1	6
SBME	1	6	106	669.118,22	7.589.035,29	107	669.144,46	7.589.049,61	1	7
SBME	1	7	107	669.144,46	7.589.049,61	108	669.218,72	7.589.079,29	1	8
SBME	1	8	108	669.218,72	7.589.079,29	109	669.289,25	7.589.117,31	1	9
SBME	1	9	109	669.289,25	7.589.117,31	110	669.319,48	7.589.143,53	1	10
SBME	1	10	110	669.319,48	7.589.143,53	111	669.389,25	7.589.215,49	1	11
SBME	1	11	111	669.389,25	7.589.215,49	112	669.409,45	7.589.249,66	1	12
SBME	1	12	112	669.409,45	7.589.249,66	113	669.416,60	7.589.293,59	1	13
SBME	1	13	113	669.416,60	7.589.293,59	114	669.430,58	7.589.336,41	1	14
SBME	1	14	114	669.430,58	7.589.336,41	115	669.455,98	7.589.372,05	1	15
SBME	1	15	115	669.455,98	7.589.372,05	116	669.484,50	7.589.409,78	1	16
SBME	1	16	116	669.484,50	7.589.409,78	117	669.508,36	7.589.428,11	1	17
SBME	1	17	117	669.508,36	7.589.428,11	118	669.530,79	7.589.439,27	1	18
SBME	1	18	118	669.530,79	7.589.439,27	119	669.616,55	7.589.475,34	1	19
SBME	1	19	119	669.616,55	7.589.475,34	120	669.646,17	7.589.487,79	1	20
SBME	1	20	120	669.646,17	7.589.487,79	121	669.660,06	7.589.502,26	1	21
SBME	1	21	121	669.660,06	7.589.502,26	122	669.680,26	7.589.536,85	1	22
SBME	1	22	122	669.680,26	7.589.536,85	123	669.697,42	7.589.559,73	1	23
SBME	1	23	123	669.697,42	7.589.559,73	124	669.731,58	7.589.576,34	1	24
SBME	1	24	124	669.731,58	7.589.576,34	17	669.734,84	7.589.561,54		
SBME	2	1	125	670.118,90	7.589.557,50	126	670.063,97	7.589.559,87	2	2
SBME	2	2	126	670.063,97	7.589.559,87	127	669.997,56	7.589.578,71	2	3
SBME	2	3	127	669.997,56	7.589.578,71	128	669.922,82	7.589.584,63	2	4
SBME	2	4	128	669.922,82	7.589.584,63	129	669.826,76	7.589.581,24	2	5
SBME	2	5	129	669.826,76	7.589.581,24	124	669.731,58	7.589.576,34	1	24
SBME	3	1	148	670.145,28	7.589.557,13	149	670.209,59	7.589.555,39	3	2
SBME	3	2	149	670.209,59	7.589.555,39	150	670.271,38	7.589.603,50	3	3
SBME	3	3	150	670.271,38	7.589.603,50	151	670.342,19	7.589.659,38	3	4
SBME	3	4	151	670.342,19	7.589.659,38	152	670.422,90	7.589.718,73	3	5
SBME	3	5	152	670.422,90	7.589.718,73	153	670.510,45	7.589.767,50	3	6
SBME	3	6	153	670.510,45	7.589.767,50	154	670.597,56	7.589.817,05	3	7
SBME	3	7	154	670.597,56	7.589.817,05	155	670.685,16	7.589.865,77	3	8
SBME	3	8	155	670.685,16	7.589.865,77	156	670.719,47	7.589.886,34	3	9
SBME	3	9	156	670.719,47	7.589.886,34	157	670.798,06	7.589.943,34	3	10
SBME	3	10	157	670.798,06	7.589.943,34	158	670.848,79	7.589.981,02	3	11
SBME	3	11	158	670.848,79	7.589.981,02	159	670.882,85	7.589.997,70	3	12
SBME	3	12	159	670.882,85	7.589.997,70	160	670.943,98	7.589.918,54	3	13
SBME	3	13	160	670.943,98	7.589.918,54	161	670.995,64	7.589.850,86	3	14
SBME	3	14	161	670.995,64	7.589.850,86	162	671.048,69	7.589.771,76	3	15
SBME	3	15	162	671.048,69	7.589.771,76	163	671.071,30	7.589.738,63	3	16
SBME	3	16	163	671.071,30	7.589.738,63	164	671.104,15	7.589.688,25	3	17
SBME	3	17	164	671.104,15	7.589.688,25	165	671.116,70	7.589.660,97	3	18
SBME	3	18	165	671.116,70	7.589.660,97	166	671.131,42	7.589.613,05	3	19
SBME	3	19	166	671.131,42	7.589.613,05	167	671.150,37	7.589.547,60	3	20
SBME	3	20	167	671.150,37	7.589.547,60	168	671.158,70	7.589.475,84	3	21
SBME	3	21	168	671.158,70	7.589.475,84	169	671.166,88	7.589.406,14	3	22
SBME	3	22	169	671.166,88	7.589.406,14	170	671.176,59	7.589.316,65	3	23
SBME	3	23	170	671.176,59	7.589.316,65	171	671.189,82	7.589.278,74	3	24
SBME	3	24	171	671.189,82	7.589.278,74	172	671.213,91	7.589.223,81	3	25
SBME	3	25	172	671.213,91	7.589.223,81	173	671.255,83	7.589.132,85	3	26
SBME	3	26	173	671.255,83	7.589.132,85	174	671.298,20	7.589.058,92	3	27
SBME	3	27	174	671.298,20	7.589.058,92	147	671.327,17	7.589.006,54	3	28
SBME	3	28	147	671.327,17	7.589.006,54	51	671.312,73	7.588.997,24		
SBME	4	1	140	671.604,31	7.588.916,49	141	671.561,13	7.588.913,28	4	2
SBME	4	2	141	671.561,13	7.588.913,28	142	671.507,48	7.588.909,30	4	3
SBME	4	3	142	671.507,48	7.588.909,30	143	671.440,44	7.588.909,34	4	4
SBME	4	4	143	671.440,44	7.588.909,34	144	671.402,56	7.588.921,72	4	5
SBME	4	5	144	671.402,56	7.588.921,72	145	671.370,43	7.588.945,40	4	6
SBME	4	6	145	671.370,43	7.588.945,40	146	671.344,88	7.588.976,22	4	7
SBME	4	7	146	671.344,88	7.588.976,22	147	671.327,17	7.589.006,54	3	28

ANEXO D - MODELAGEM HIDRÁULICA DO CANAL

**ESTUDO DE MODELAGEM HIDRÁULICA DO
CANAL SANTA LUZIA, LOCALIZADO NO
MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA-MG**

Abri/2021

SUMÁRIO

SUMÁRIO	1
LISTA DE FIGURAS	2
LISTA DE TABELAS	3
1. INTRODUÇÃO	4
2. DETERMINAÇÃO DA VAZÃO DE PROJETO	5
2.1. ÁREA DE DRENAGEM	5
2.2. INTENSIDADE DA CHUVA EM JUIZ DE FORA	6
2.3. AVALIAÇÃO DAS VAZÕES - MÉTODO RACIONAL	6
2.4. HIDROGRAMA UNITÁRIO	9
2.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	11
3. MODELAGEM HIDRÁULICA	13
3.1. SEÇÕES DO CANAL	13
3.2. CASOS E RELATOS DE INUNDAÇÕES	15
3.3. MODELAGEM HIDRÁULICA	16
3.4. CONCLUSÕES	18

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Divisão das sub-bacias de drenagem do córrego Santa Luzia, na região de interesse	5
Figura 2: Localização das seções adotadas para a simulação hidráulica	14
Figura 3: Perfil de algumas seções do canal.	14
Figura 4: Casos de inundações do canal Ipiranga ou Santa Luzia.	16
Figura 5: Coeficiente de Manning para diferentes características de paredes.....	17
Figura 6: Perfil de linha da água para TR=1 ano	18
Figura 7: Perfil de linha da água para TR=2 anos	19
Figura 8: Resultados da simulação em cada seção – TR = 1 ano.....	20
Figura 9: Resultados da simulação em cada seção – TR = 2 anos	20
Figura 10: Resultados da simulação em cada seção – TR = 5 anos	21
Figura 11: Resultados da simulação em cada seção – TR = 10 anos	21
Figura 12: Resultados da simulação em cada seção – TR = 20 anos	22
Figura 13: Detalhe da representação dos blocos de apoio na Seção 02.....	23
Figura 14: Obstruções existentes demonstrando a falta de manutenção regular.	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Intensidade da Chuva – Juiz de Fora.....	6
Tabela 2: Valores de C	7
Tabela 3: Coeficiente de deflúvio	7
Tabela 4: Características das sub-bacias	8
Tabela 5: Intensidade da chuva para os tempos de concentração calculados – Método Racional	8
Tabela 6: Vazão de Projeto – Método Racional	8
Tabela 7: Número de curva (CN) para diferentes condições do complexo hidrológico	10
Tabela 8 – CN adotado	10
Tabela 9 – Intensidade da chuva – Hidrograma Unitário.....	11
Tabela 10 – Precipitação – Hidrograma Unitário	11
Tabela 11: Vazões de Projeto – Hidrograma Unitário.....	11
Tabela 12: Vazão de Projeto para as sub-bacias em diferentes Tempos de Retorno.....	12
Tabela 13: Vazão de Projeto para as sub-bacias em diferentes Tempos de Retorno.....	12
Tabela 14: Seções Transversais do canal que possuirão obstrução devido à tubulação de ferro	22
Tabela 15: Acréscimos de nível de água (m) nas seções com os blocos.....	23

1. INTRODUÇÃO

Este estudo tem como objetivo determinar os níveis de água teóricos do córrego Santa Luzia (trecho canalizado) para diferentes vazões, considerando tempo de recorrência entre 2 a 200 anos.

Para determinação da chuva de projeto foi utilizada a equação definida por Freitas et al. (2001) para a cidade de Juiz de Fora, apresentada no livro “Equações de Chuvas Intensas no Estado de Minas Gerais”.

A vazão de projeto foi obtida por meio da utilização do método racional e o método do hidrograma unitário.

Para determinação da área de drenagem foram utilizadas imagens do Google Earth, um modelo digital de elevação e curvas de nível.

2. DETERMINAÇÃO DA VAZÃO DE PROJETO

2.1. ÁREA DE DRENAGEM

Para analisar a área de drenagem da região em estudo, foi utilizando o software Google Earth, um modelo digital de elevação com as cartas SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) e curvas de nível.

Com estas informações delimitou-se algumas áreas de drenagem da bacia do córrego Santa Luzia, na região de interesse, obtendo suas áreas, comprimentos de talvegue e desnível do talvegue. No canal e nas ruas paralelas foi realizado levantamento topográfico realizado pela CESAMA.

A Figura 1 apresenta a área de estudo e a delimitação da área de drenagem (bacia hidrográfica da região em estudo).

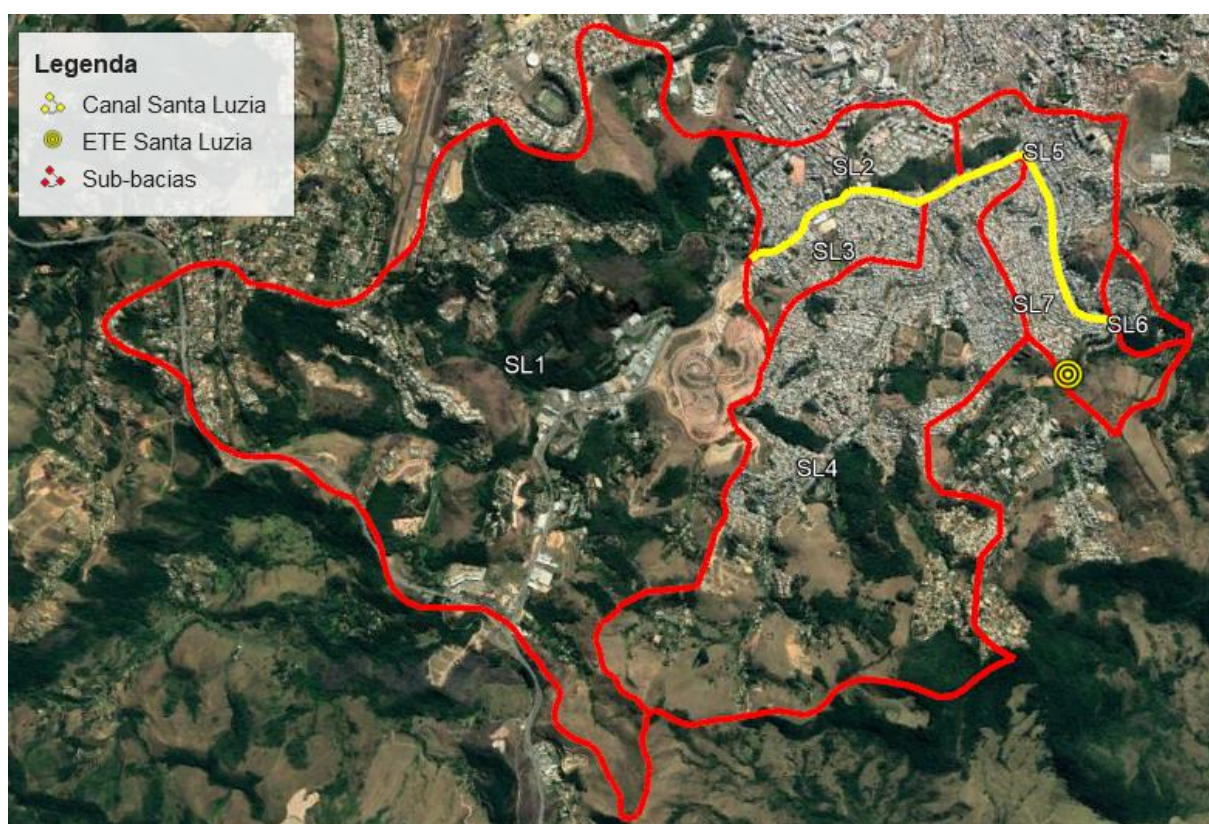


Figura 1: Divisão das sub-bacias de drenagem do córrego Santa Luzia, na região de interesse
Fonte: GOOGLE EARTH, 2021.

A bacia da área em estudo totaliza uma área de drenagem de 18,88 km² e sua divisão em sub-bacias será detalhada na sequência. A ocupação do solo é predominantemente residencial, adensada, sendo as ruas constituídas por pavimentação asfáltica em sua maioria. Exceção são as sub-bacias SL1 e SL4 que possuem maiores vazios urbanos, contendo área verde ou regiões desocupadas sem vegetação.

2.2. INTENSIDADE DA CHUVA EM JUIZ DE FORA

Freitas *et al.* (2001) obteve a equação de intensidade-duração-frequência para a cidade de Juiz de Fora. Essa equação é apresentada abaixo:

$$i = \frac{3000 \times T_r^{0,1730}}{(t + 23,965)^{0,96}}$$

Sendo: equação válida para duração da chuva entre $10 \text{ min} \leq t \leq 24 \text{ h}$; i = intensidade da chuva em mm/h; t =duração da chuva em minutos; T_r = tempo de recorrência em anos.

Considerando que a precipitação de Juiz de Fora é definida pela equação acima, na Tabela 1 é apresentada a intensidade da chuva x duração x tempo de recorrência.

Tabela 1: Intensidade da Chuva – Juiz de Fora

TEMPO DE RETORNO (ANOS)	INTENSIDADE DA CHUVA (MM/H)							
	1	2	5	10	20	50	100	200
DURAÇÃO								
10 MINUTOS	102	115	134	151	171	200	226	254
15 MINUTOS	89	100	118	133	150	175	198	223
30 MINUTOS	65	74	86	97	109	128	145	163
45 MINUTOS	52	58	68	77	87	101	114	129
1 HORA	43	48	56	64	72	84	95	107
2 HORAS	25	29	34	38	43	50	56	64
3 HORAS	18	21	24	27	31	36	40	46
4 HORAS	14	16	19	21	24	28	32	36
8 HORAS	8	9	10	11	13	15	17	19
16 HORAS	4	5	5	6	7	8	9	10
24 HORAS	3	3	4	4	5	5	6	7

Fonte: SERENCO, 2021.

2.3. AVALIAÇÃO DAS VAZÕES - MÉTODO RACIONAL

No cálculo da vazão, para bacias contribuintes de área inferior a 5 km², a maioria dos trabalhos de referência bibliográfica recomenda a utilização do método racional, utilizado com frequência nos estudos de drenagem. A utilização deste método consiste no emprego da seguinte fórmula:

$$Q = \frac{C \cdot i_m \cdot A}{3,6}$$

onde: Q = vazão de projeto (m³/s); C = coeficiente de escoamento superficial; i_m = intensidade de precipitação pluviométrica (mm/hora); A = área da bacia contribuinte (km²).

O tempo de duração da chuva deve ser feito igual ao tempo de concentração da bacia, ou seja, ao tempo necessário para que toda a área de drenagem passe a contribuir para a vazão na seção estudada (Pinto, 2000).

A fórmula para o cálculo do tempo de concentração do California Culverts Practice, do California Highways and Public Works é:

$$t_c = 57 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Sendo: t_c = tempo de concentração em minutos; L = extensão do talvegue em quilômetros; H = diferença de nível entre o ponto mais alto e o mais baixo em metros.

É sempre interessante ter em mente que o erro na estimativa do tempo de concentração será tanto mais grave quanto menor a duração a ser considerada, uma vez que é maior a variação da intensidade com o tempo. Já para as grandes durações, as variações da intensidade com incrementos iguais de tempo são bem menos importantes (Pinto, 2000).

O ábaco do Colorado Highway Department tabula os valores de C em função das características da bacia, estes valores estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Valores de C

CARACTERÍSTICAS DA BACIA	C
COMÉRCIO:	
ÁREAS CENTRAIS	0,75 A 0,95
ÁREA DA PERIFERIA DO CENTRO	0,50 A 0,70
RESIDENCIAL	
ÁREAS DE UMA ÚNICA FAMÍLIA	0,30 A 0,50
MULTI-UNIDADES, ISOLADAS	0,40 A 0,60
MULTI-UNIDADES, LIGADAS	0,60 A 0,75
RESIDENCIAL (SUBURBANA)	0,25 A 0,40
ÁREA DE APARTAMENTO	0,50 A 0,70
INDUSTRIAL	
ÁREAS LEVES	0,50 A 0,80
ÁREAS DENSAS	0,60 A 0,90
PARQUES, CEMITÉRIOS	0,10 A 0,25
PLAYGROUNDS	0,20 A 0,35
PÁTIO E ESPAÇO DE SERVIÇOS DE ESTRADA DE FERRO	0,20 A 0,40
TERRENOS BALDIO	0,10 A 0,30

Fonte: Colorado Highway Department, 2014.

Considerando os coeficientes de deflúvio apresentados na Tabela 2, serão adotados os coeficientes apresentados na Tabela 3 para a região do estudo.

Tabela 3: Coeficiente de deflúvio

SUB-BACIAS	COEFICIENTE DE DEFLÚVIO
SL1 E SL4	0,40 (FEITA UMA MÉDIA PONDERADA PELA ÁREA ENTRE MULTI-UNIDADES LIGADAS E TERRENOS BALDIOS)
DEMAIS SUB-BACIAS	0,70 (CONSIDERADO MULTI-UNIDADES LIGADAS)

Fonte: SERENCO, 2021.

As áreas de drenagem de cada sub-bacia, os comprimentos do talvegue e os desníveis estão apresentadas na Tabela 4. Consta também na tabela os tempos de concentração de cada sub-bacia calculados.

Tabela 4: Características das sub-bacias

SUB-BACIA	ÁREA (KM²)	COMPRIMENTO (KM)	DESNÍVEL (M)	Tc CALCULADO (MIN)	Tc ADOTADO (MIN)
SL1	9,857	5,24	140	57,6	57,6
SL2	0,822	0,75	70	8,0 *	10,0
SL3	0,630	0,55	68	5,6 *	10,0
SL4	5,647	4,10	66	58,0	58,0
SL5	0,805	0,50	35	6,5 *	10,0
SL6	0,214	0,60	163	4,4 *	10,0
SL7	0,908	0,51	68	5,2 *	10,0

*Como a equação IDF de Juiz de Fora é para duração de chuva igual ou maior que 10 min, valores menores foram adotados como 10 min.

Fonte: SERENCO, 2021.

Considerando o tempo de concentração específico de cada sub-bacia, se obtém novamente a intensidade da chuva. Posteriormente, com o coeficiente de deflúvio apresentado na Tabela 3 e a área apresentada na Tabela 4, tem-se a vazão de projeto nas regiões de estudo conforme apresentadas na Tabela 6.

Tabela 5: Intensidade da chuva para os tempos de concentração calculados – Método Racional

INTENSIDADE DA CHUVA (MM/H)								
TR (ANO)	1	2	5	10	20	50	100	200
SL1	44	49	58	65	74	86	97	110
SL2	102	115	134	151	171	200	226	254
SL3	102	115	134	151	171	200	226	254
SL4	44	49	58	65	73	86	97	109
SL5	102	115	134	151	171	200	226	254
SL6	102	115	134	151	171	200	226	254
SL7	102	115	134	151	171	200	226	254

Fonte: SERENCO, 2021.

Tabela 6: Vazão de Projeto – Método Racional

VAZÃO (M³/S)								
TR (ANO)	1	2	5	10	20	50	100	200
SL1	48,0	54,2	63,5	71,5	80,7	94,5	106,5	120,1
SL2	16,3	18,3	21,5	24,2	27,3	32,0	36,1	40,7
SL3	12,5	14,0	16,5	18,5	20,9	24,5	27,6	31,1
SL4	27,4	30,9	36,2	40,8	46,0	53,9	60,8	68,5
SL5	15,9	18,0	21,0	23,7	26,7	31,3	35,3	39,8
SL6	4,2	4,8	5,6	6,3	7,1	8,3	9,4	10,6
SL7	17,9	20,2	23,7	26,7	30,1	35,3	39,8	44,9

Fonte: SERENCO, 2021.

2.4. HIDROGRAMA UNITÁRIO

O hidrograma unitário é uma constante da bacia hidrográfica, refletindo as suas propriedades com relação ao escoamento superficial. As diversas características físicas da área drenada devem, em maior ou menor grau, influenciar as condições do escoamento e contribuir para a forma final do hidrograma unitário (Pinto, 2000).

O hidrograma unitário sintético do U.S. Soil Conservation Service, formula o método do número de curva (CN), utilizando a chuva-deflúvio de Mockus, em função do complexo solo-cobertura vegetal.

$$T_c = \frac{1,80L^{1,3}(\frac{1000}{CN} - 9)^{0,7}}{\sqrt{H}}$$

Sendo: T_c =tempo de concentração (horas); L =comprimento do curso d'água (km); H =desnível máximo (m) e CN = referido número de curva, que caracteriza o complexo solo-cobertura vegetal da bacia.

Segundo o *Soil Conservation Service*, deve-se usar o hidrograma unitário adimensional curvilíneo, que foi desenvolvido por Victor Mockus. Este hidrograma foi deduzido da média de um grande número de hidrogramas unitários naturais de bacias com tamanhos muito variados e situações geográficas diversas.

Nessa metodologia, o tempo de concentração da bacia é igual ao tempo entre o fim da chuva e o ponto de inflexão no ramo descendente do hidrograma unitário. O atraso da onda e o pico do hidrograma unitário é aqui definido, pelo tempo entre o centro da chuva unitária e o pico do hidrograma unitário, valendo $0,6 T_c$ para condições médias de bacia hidrográfica e deflúvios com distribuição aproximadamente uniforme sobre a área.

O próprio *Soil Conservation Service* recomenda a substituição do hidrograma adimensional curvilíneo por um hidrograma triangular cuja forma se adapta razoavelmente ao primeiro. O tempo de base T_B desse hidrograma triangular é igual a $8/3$ do tempo de ponta T_P , e sua forma mais simplificada não necessita de apresentação adimensional sendo obtida a partir do tempo de concentração T_c , e da duração unitária D_U , dadas por:

$$T_P = \frac{D_U}{2} + 0,6T_c$$
$$T_B = \frac{8T_P}{3}$$

Obtém-se a descarga de ponto Q_P , ou a ordenada máxima do hidrograma unitário observando-se que a área do triângulo representa o volume escoado da bacia para um deflúvio de 1mm.

$$Q_P = \frac{A_R}{0,03T_B}$$

Onde: Q_P = descarga máxima (m^3/s por mm de deflúvio); A_R = área da bacia (km^2); T_B = base do fluviograma unitário (minutos); 0,03 coeficiente de compatibilização de unidades.

Usando uma duração unitária D_U , igual a um quinto do tempo de ponta T_P , a expressão adequada é:

$$T_P = \frac{D_U}{2} + 0,6T_C = 5D_U$$

Sendo, $T_C = 7,5D_U$

O número de curva CN está apresentado na Tabela 6.

Tabela 7: Número de curva (CN) para diferentes condições do complexo hidrológico

Solo - Cobertura Vegetal					
Para Condição de Umidade Antecedente II (Média) E $I_a = 0,2s$					
Cobertura Vegetal	Condição de Retenção Superficial	Grupo Hidrológico do Solo			
		A	B	C	D
Terreno não Cultivado com Pouca Vegetação	Pobre	77	86	91	94
Terreno Cultivado	Pobre	72	81	88	91
	Boa	51	67	76	80
Pasto	Pobre	68	79	86	89
	Boa	39	61	74	80
Mata ou Bosque	Pobre	45	66	77	83
	Boa	25	55	70	77
Área Urbana	Pobre	74	80	87	90
	Boa	70	76	83	86

O coeficiente de deflúvio adotado na área de estudo está apresentado na Tabela 8.

Tabela 8 – CN adotado

SUB-BACIAS	CN
SL1 E SL4	65
DEMAIS SUB-BACIAS	85

Fonte: SERENCO, 2021.

Utilizando a equação da intensidade de chuva de Juiz de Fora e os tempos de concentração de cada sub-bacia já apresentados, foram obtidas as precipitações para cada Tempo de Retorno, cujos resultados encontram-se apresentados na Tabela 9. Considerando a intensidade da chuva, o coeficiente de deflúvio e a área de drenagem, tem-se as vazões de projeto na área de interesse conforme apresentadas na Tabela 11.

Tabela 9 – Intensidade da chuva – Hidrograma Unitário

INTENSIDADE DA CHUVA (MM/H)								
TR (ANO)	1	2	5	10	20	50	100	200
SL1	12	14	16	18	20	24	27	30
SL2	83	81	95	107	121	141	159	180
SL3	96	96	113	127	143	168	189	213
SL4	12	13	15	17	19	23	26	29
SL5	89	88	103	116	131	154	173	196
SL6	102	108	127	143	161	189	213	240
SL7	99	100	117	132	149	174	197	222

Fonte: SERENCO, 2021.

Tabela 10 – Precipitação – Hidrograma Unitário

PRECIPITAÇÃO (MM)								
TR (ANO)	1	2	5	10	20	50	100	200
SL1	58	65	77	86	98	114	129	145
SL2	25	33	39	44	50	58	66	74
SL3	20	27	32	36	40	47	53	60
SL4	58	66	77	87	98	115	130	146
SL5	22	30	36	40	45	53	60	67
SL6	17	22	26	29	33	38	43	49
SL7	18	25	30	34	38	44	50	56

Fonte: SERENCO, 2021.

Tabela 11: Vazões de Projeto – Hidrograma Unitário

VAZÃO (M³/s)								
TR (ANO)	1	2	5	10	20	50	100	200
SL1	37,3	42,0	49,3	55,5	62,6	73,4	82,7	93,3
SL2	21,3	20,8	24,4	27,5	31,0	36,3	41,0	46,2
SL3	18,8	18,9	22,2	25,0	28,2	33,0	37,3	42,0
SL4	20,3	22,9	26,8	30,3	34,1	40,0	45,1	50,8
SL5	22,4	22,2	26,0	29,3	33,0	38,7	43,7	49,2
SL6	6,8	7,2	8,5	9,5	10,8	12,6	14,2	16,0
SL7	28,0	28,3	33,2	37,4	42,2	49,5	55,8	62,9

Fonte: SERENCO, 2021,

2.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A

Tabela 12 apresenta a vazão de projeto para tempos de recorrência variando entre 1 ano a 200 anos, tanto obtida pelo método racional como pelo hidrograma unitário.

Tabela 12: Vazão de Projeto para as sub-bacias em diferentes Tempos de Retorno

VAZÃO (M³/s)								
TR (ANO)	1	2	5	10	20	50	100	200
SL1 – RACIONAL (*)	48,0	54,2	63,5	71,5	80,7	94,5	106,5	120,1
SL1 – HIDR, UNITÁRIO	37,3	42,0	49,3	55,5	62,6	73,4	82,7	93,3
SL2 - RACIONAL	16,3	18,3	21,5	24,2	27,3	32,0	36,1	40,7
SL2 – HIDR, UNITÁRIO	21,3	20,8	24,4	27,5	31,0	36,3	41,0	46,2
SL3 - RACIONAL	12,5	14,0	16,5	18,5	20,9	24,5	27,6	31,1
SL3 – HIDR, UNITÁRIO	18,8	18,9	22,2	25,0	28,2	33,0	37,3	42,0
SL4 – RACIONAL (*)	27,4	30,9	36,2	40,8	46,0	53,9	60,8	68,5
SL4 – HIDR, UNITÁRIO	20,3	22,9	26,8	30,3	34,1	40,0	45,1	50,8
SL5 - RACIONAL	15,9	18,0	21,0	23,7	26,7	31,3	35,3	39,8
SL5 – HIDR, UNITÁRIO	22,4	22,2	26,0	29,3	33,0	38,7	43,7	49,2
SL6 - RACIONAL	4,2	4,8	5,6	6,3	7,1	8,3	9,4	10,6
SL6 – HIDR, UNITÁRIO	6,8	7,2	8,5	9,5	10,8	12,6	14,2	16,0
SL7 - RACIONAL	17,9	20,2	23,7	26,7	30,1	35,3	39,8	44,9
SL7 – HIDR, UNITÁRIO	28,0	28,3	33,2	37,4	42,2	49,5	55,8	62,9

* Método Racional descartado devido a área da sub-bacia ser maior que 5 km².

Fonte: SERENCO, 2021.

Comparando os resultados de vazões obtidos pelos dois métodos utilizados, será utilizado a vazão de projeto obtida pelo método racional (amplamente utilizado para estudos de drenagem) para todas as sub-bacias, exceto para as sub-bacias SL1 e SL4 que será utilizado o método do hidrograma unitário, devido apresentarem área superior a 5 km². Os projetos de macrodrenagem são dimensionados recorrentemente para 20 a 50 anos de retorno, por isso não será demonstrado tempos de retorno superiores.

Tabela 13: Vazão de Projeto para as sub-bacias em diferentes Tempos de Retorno

VAZÕES (M³/s)						
TR (ANO) SUB-BACIAS	1	2	5	10	20	50
SL1	37,3	42,0	49,3	55,5	62,6	73,4
SL2	16,3	18,3	21,5	24,2	27,3	32,0
SL3	12,5	14,0	16,5	18,5	20,9	24,5
SL4	20,3	22,9	26,8	30,3	34,1	40,0
SL5	15,9	18,0	21,0	23,7	26,7	31,3
SL6	4,2	4,8	5,6	6,3	7,1	8,3
SL7	17,9	20,2	23,7	26,7	30,1	35,3
TOTAL	124,4	140,2	164,4	185,2	208,8	244,8

Fonte: SERENCO, 2021.

3. MODELAGEM HIDRÁULICA

Nas proximidades da região de estudo, não existem postos fluviométricos e nem réguas limnimétricas instaladas, impossibilitando encontrar a curva-chave do rio (gráfico contendo a vazão do rio *versus* nível de água na seção do rio) para a calibração do modelo.

Para a realização do estudo, não foi necessária a realização de levantamentos topobatimétricos de seções do rio, visto que o canal foi estruturado em concreto (formato “U”, aberto), e sua geometria e declividade foram obtidas pelos levantamentos topográficos.

3.1. SEÇÕES DO CANAL

Do levantamento topográfico realizado, foram adotadas 26 seções de estudo escolhidas principalmente em função de mudanças de declividades, acréscimo de vazões, relatos de inundações.

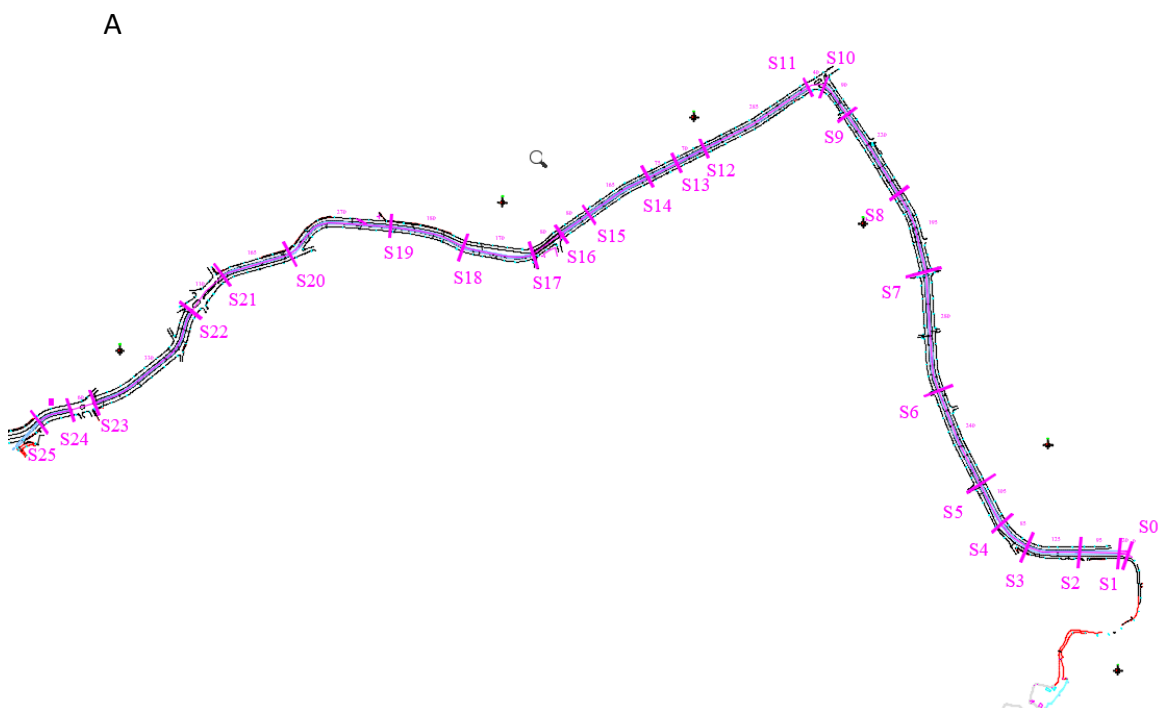


Figura 2 apresenta, em planta, o local onde as seções foram adotadas. A Figura 3 mostra algumas seções do córrego/canal obtidas em perfil. O canal de concreto possui largura de 4 a 4,5 m da Seção 25 a Seção 21, passando para 5 m até a Seção 18. Após essa seção passa a ter 6,85 m de largura até o seu término, na Seção 01. O desembocue no canal natural está representado pela Seção 0.

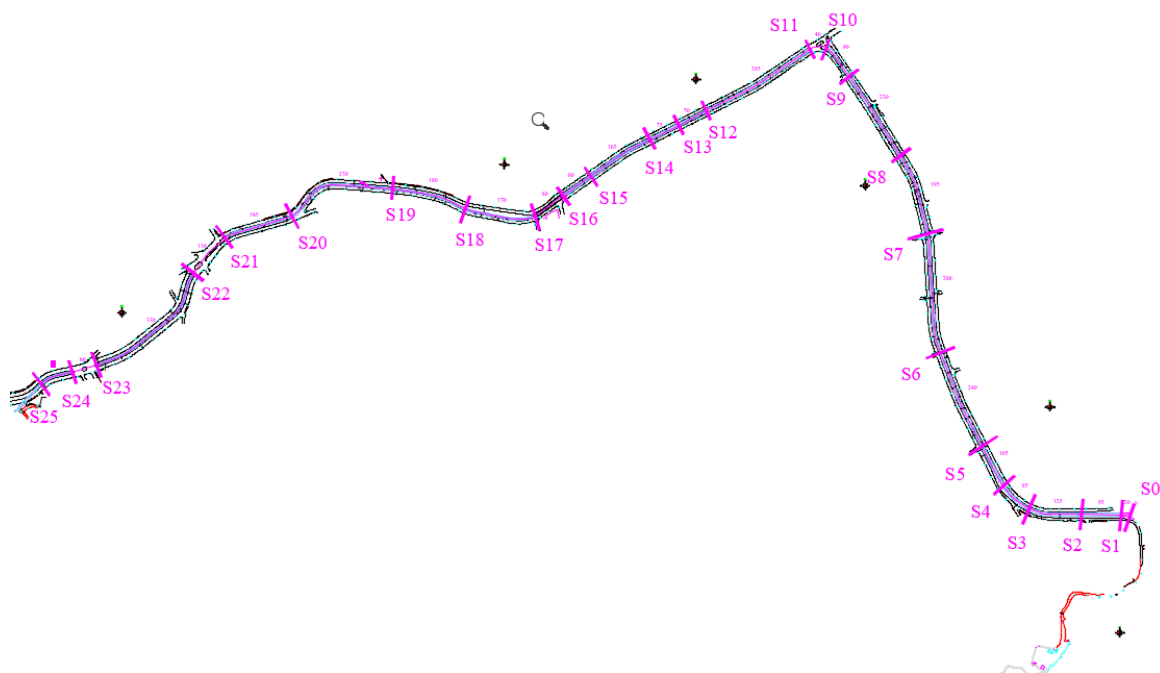


Figura 2: Localização das seções adotadas para a simulação hidráulica
 Fonte: SERENCO, 2021.

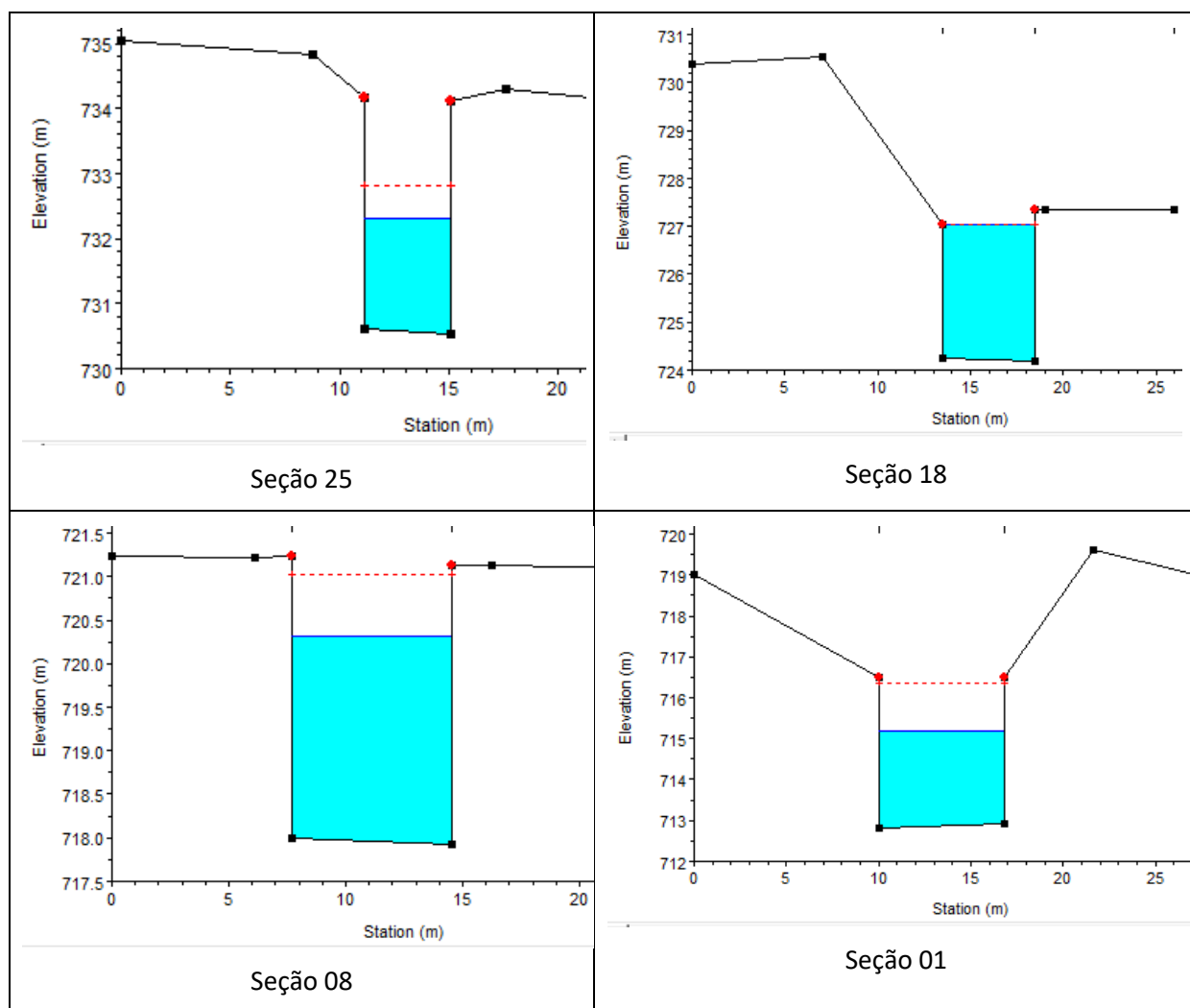


Figura 3: Perfil de algumas seções do canal.
 Fonte: SERENCO, 2021.

3.2. CASOS E RELATOS DE INUNDAÇÕES

Existem diversos relatos de inundações do córrego Santa Luzia, conhecido também como córrego Ipiranga, demonstrado por meio de vídeos na internet e notícias de jornais. Algumas fotos estão demonstradas na sequência. Percebe-se que a região possui uma frequência anual de inundações, demonstrando de antemão que qualquer diminuição da seção do canal irá prejudicar o escoamento, piorando a situação de inundações.

Assim, espera-se com a simulação hidráulica que uma cheia de 1 e 2 anos de recorrência apontem extravasamento em alguns pontos do canal.

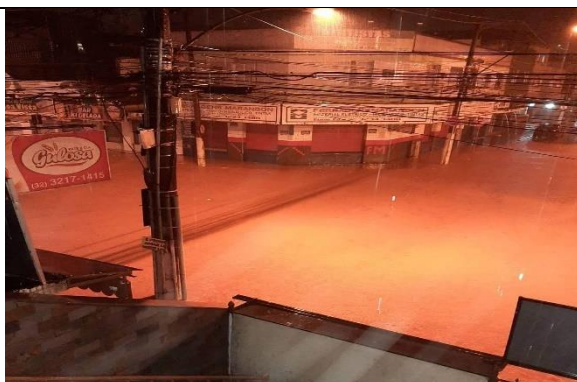
As regiões com maiores casos na Seção 14 até a Seção 06, na rua Ibitiguaia e na Avenida Santa Luzia.



Janeiro de 2021



Janeiro de 2020



Janeiro de 2020



Dezembro de 2018



Março de 2018 (*)



Fevereiro de 2016



Figura 4: Casos de inundações do canal Ipiranga ou Santa Luzia.

Fonte: Facebook Juiz de Fora da Depressão, 2021 e TV Alterosa Zona da Mata, 2018 (*).

3.3. MODELAGEM HIDRÁULICA

Os cálculos de remanso ao longo do córrego foram realizados utilizando o programa computacional *HEC-RAS – River Analysis Sistem*, versão 5.0.7, desenvolvido pelo *Hydrologic Engineering Center – U.S. Army Corps of Engineers*. Esse programa permite o cálculo do perfil da superfície livre para escoamentos permanentes e não-permanentes em canais naturais e artificiais, considerando condições de fluxo subcrítico e supercrítico.

O procedimento computacional para o escoamento permanente gradualmente variado é baseado na solução da equação de energia unidimensional com o termo da perda de carga contínua calculado utilizando-se a equação de Manning. Perdas de carga localizadas decorrentes de contrações ou expansões do fluxo, consideradas pelo aumento ou redução da velocidade média, também são incorporadas ao termo de perda de carga entre as seções. O procedimento descrito é genericamente conhecido como *Standard Step Method*.

Devido a inexistência de curvas-chave (gráfico da vazão por nível da água), o estudo do escoamento foi rodado adotando a condição de contorno de montante e jusante igual a declividade do fundo do canal.

Para o cálculo da perda de carga contínua do rio foram considerados coeficientes de Manning iguais a $0,014 \text{ m}^{-1/3.s}$ ao longo do canal de concreto e de $0,020 \text{ m}^{-1/3.s}$ na calha natural do rio (Seção de jusante), assim como em suas margens onde ocorrem os extravasamentos nos eventos de cheia, de acordo com o apresentado na Figura 5 (AZEVEDO NETO, 1998), para canais de terra em boas condições (adotado valor menor devido possui rocha, mais liso, nessa seção). Com esse estudo de escoamento e remanso foi possível obter o nível de água nas seções analisadas.

<i>Natureza das Paredes</i>	<i>n</i>
Alvenaria: de pedras brutas	0,020
de pedras retangulares	0,017
de tijolos sem revestimento	0,015
De tijolos revestida	0,012
Canais de concreto: acabamento ordinário	0,014
com revestimento liso	0,012
Canais com revestimento muito liso	0,010
Canais de terra: em boas condições	0,025
com plantas aquáticas	0,035
Canais irregulares e mal conservados	0,040
Condutos de madeira aparelhada	0,011
Condutos de manilha cerâmica	0,013
Tubos de aço soldado	0,011
Tubos de concreto	0,013
Tubos de ferro fundido	0,012
Tubos de cimento-amianto	0,011

Figura 5: Coeficiente de Manning para diferentes características de paredes
Fonte: AZEVENDO NETO, 1998.

3.4. CONCLUSÕES

Foram simuladas as vazões para os tempos de recorrência de 1, 2, 5, 10 e 20 anos, considerando o escoamento permanente ao longo do tempo (características de vazão, velocidade, profundidade, entre outras, não mudam com o tempo). Após rodar a simulação, considerando regime de escoamento misto (fluvial e torrencial) os cálculos de remanso ao longo do córrego foram realizados pelo programa, obtendo os resultados apresentados na sequência.

A linha de nível da água apresentou extravasamento do canal, para a recorrência de apenas 1 ano de chuva intensa, nas Seções 16, 09, 07, 06 e 05, podendo ser observada na Figura 6. Essas seções (exceto a Seção 16) estão localizadas justamente nas regiões de inundações das fotos demonstradas anteriormente. Para a recorrência de 2 anos, inundam também as Seções 20, 15, 13 e 10.

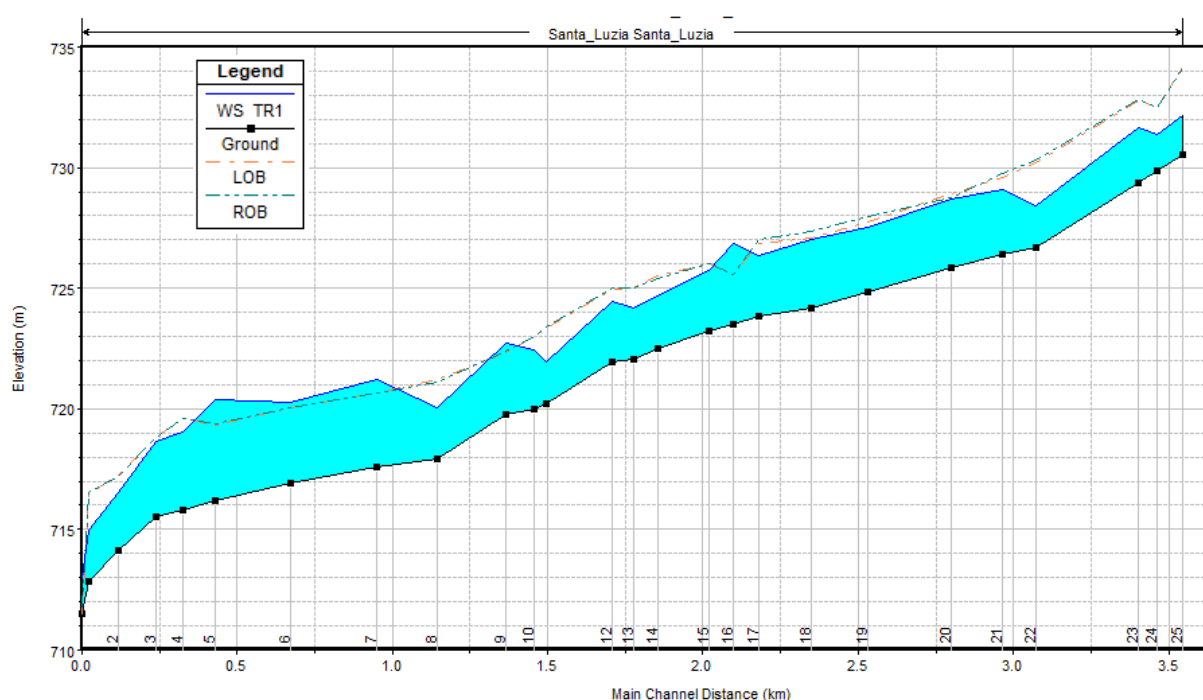


Figura 6: Perfil de linha da água para TR=1 ano

Obs.: Na legenda, WS TR1 = nível de água para o tempo de recorrência de 1 ano; Ground = fundo do canal; LOB = margem superior esquerda do canal; ROB = margem superior direita do canal.

Fonte: HEC-RAS, 2021.

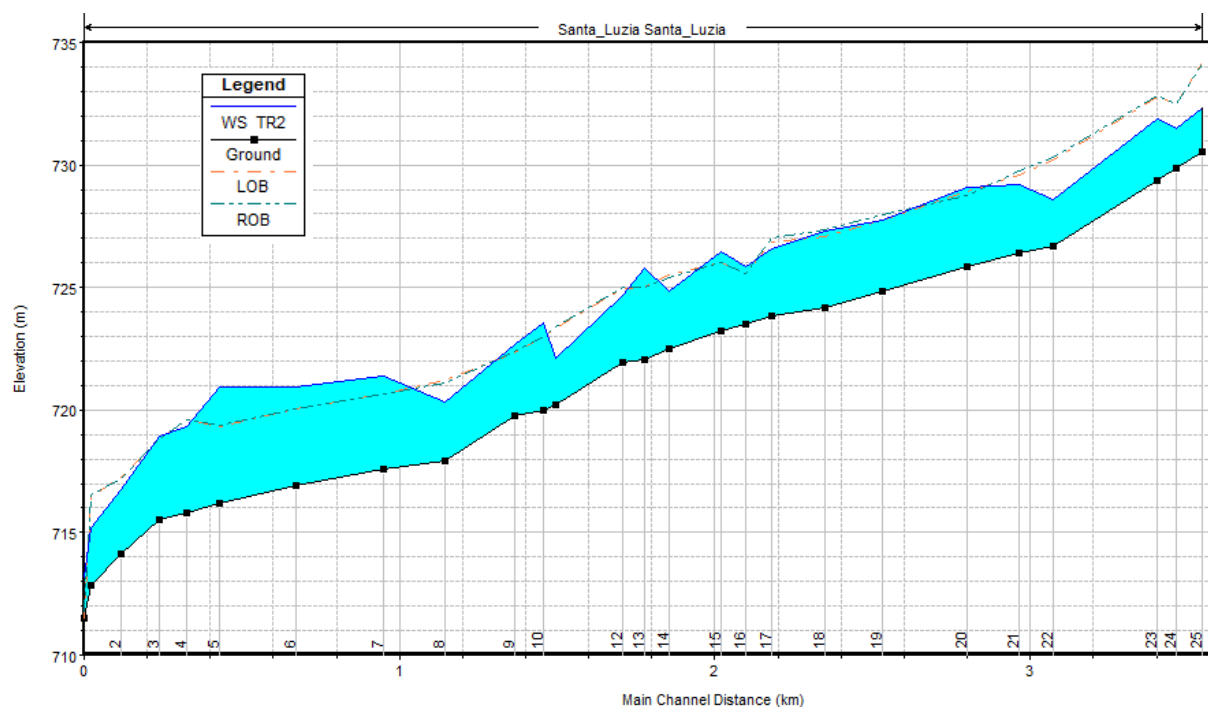


Figura 7: Perfil de linha da água para TR=2 anos

Fonte: HEC-RAS, 2021.

Uma chuva de 10 e 20 anos de recorrência farão que praticamente todas as seções do 21 para jusante extravasem.

O regime de escoamento calculado pelo programa foi o “escoamento torrencial” para a maioria das seções, com algumas apresentando o regime “fluvial”. Essa variação do regime fluvial para o torrencial fez com que algumas seções estivessem no regime crítico (regime de transição entre o escoamento “fluvial” e o “torrencial”), significando que o nível de água obtido na seção corresponde a vazão máxima de escoamento. Já a variação do escoamento torrencial para o fluvial faz com que ocorra ressalto hidráulico no escoamento, ocasionando as ondas visualizadas nos vídeos da internet (isso sem contar com o nível da água batendo nas obstruções, como nas passarelas, travessias sobre rua e vigas de ferro que suportam o canal na parte superior.

Para os demais tempos de recorrência, a Figura 8 demonstra os resultados de maneira tabular, demonstrando nas colunas a seção (River Sta), os tempos de recorrência (Profile), a vazão (Q total), a cota mínima da seção (Min Ch El), a elevação do nível de água (W,S, Elev), o nível de água crítico (Crit W,S), a elevação do nível de energia (E,G, Elev), a declividade da linha de energia (E,G, Slope), a velocidade de água no canal (Vel Chnl), a área com água (Flow Area), a largura superior de água (Top Width) e o número de Froude.

River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
25 25	TR1	37.30	730.53	732.15	732.63	733.92	0.008010	5.89	6.34	4.00	1.49
24 24	TR1	37.30	729.89	731.38	731.91	733.24	0.008723	6.05	6.16	4.20	1.60
23 23	TR1	45.40	729.35	731.66	731.66	732.81	0.003929	4.75	9.56	4.20	1.01
22 22	TR1	51.60	726.66	728.39	729.07	730.73	0.009404	6.77	7.62	4.50	1.66
21 21	TR1	51.60	726.40	729.09	728.78	730.02	0.002747	4.28	12.05	4.50	0.84
20 20	TR1	59.80	725.84	728.67		729.59	0.002482	4.24	14.09	5.25	0.83
19 19	TR1	66.00	724.82	727.53	727.46	728.77	0.003403	4.94	13.36	5.00	0.97
18 18	TR1	66.00	724.20	727.05	726.83	728.16	0.002942	4.68	14.12	5.00	0.89
17 17	TR1	86.30	723.82	726.37	726.37	727.64	0.002972	4.99	17.28	6.85	1.00
16 16	TR1	86.30	723.49	726.87	726.42	727.21	0.000607	2.89	40.23	24.25	0.50
15 15	TR1	86.30	723.22	725.75	725.75	727.02	0.002965	4.99	17.29	6.85	1.00
14 14	TR1	86.30	722.50	724.68	725.02	726.39	0.004487	5.79	14.91	6.85	1.25
13 13	TR1	86.30	722.05	724.17	724.60	726.01	0.005005	6.02	14.34	6.85	1.33
12 12	TR1	86.30	721.95	724.47	724.47	725.74	0.002974	5.00	17.27	6.85	1.00
11 11	TR1	86.30	720.20	721.94	722.72	724.61	0.008441	7.23	11.94	6.85	1.75
10 10	TR1	94.30	719.97	722.46	722.72	724.12	0.004004	5.70	16.54	6.85	1.17
9 9	TR1	94.30	719.75	722.70	722.91	723.66	0.001993	4.47	25.18	22.75	0.84
8 8	TR1	102.20	717.93	720.02	720.79	722.71	0.007402	7.26	14.08	6.85	1.62
7 7	TR1	111.20	717.58	721.22	721.22	721.90	0.001253	3.90	37.09	28.85	0.65
6 6	TR1	111.20	716.92	720.28	720.57	721.41	0.002119	4.77	26.11	24.35	0.84
5 5	TR1	124.40	716.19	720.38	720.02	720.92	0.000866	3.54	45.63	24.35	0.55
4 4	TR1	124.40	715.81	719.03	719.03	720.65	0.003176	5.64	22.05	6.85	1.00
3 3	TR1	124.40	715.52	718.66	718.74	720.37	0.003398	5.79	21.50	6.85	1.04
2 2	TR1	124.40	714.11	716.54	717.45	719.62	0.007622	7.77	16.02	6.85	1.62
1 1	TR1	124.40	712.82	714.99	716.09	718.73	0.010015	8.56	14.54	6.85	1.88
0 0	TR1	124.40	711.52	713.03	714.35	718.33	0.013874	10.36	13.28	10.63	2.83

Figura 8: Resultados da simulação em cada seção – TR = 1 ano

Fonte: HEC-RAS, 2021.

Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
TR2	42.00	730.53	732.30	732.80	734.18	0.008009	6.08	6.91	4.00	1.48
TR2	42.00	729.89	731.51	732.07	733.50	0.008721	6.25	6.72	4.20	1.58
TR2	51.20	729.35	731.85	731.85	733.10	0.004051	4.94	10.36	4.20	1.01
TR2	58.20	726.66	728.57	729.27	731.00	0.009112	6.91	8.42	4.50	1.61
TR2	58.20	726.40	729.22	728.98	730.30	0.003075	4.60	12.66	4.50	0.88
TR2	67.40	725.84	729.10	728.48	729.82	0.001783	3.86	20.89	22.60	0.72
TR2	74.40	724.82	727.77	727.68	729.10	0.003440	5.11	14.55	5.05	0.96
TR2	74.40	724.20	727.27	727.04	728.49	0.002972	4.88	15.29	5.42	0.89
TR2	97.30	723.82	726.58	726.58	727.96	0.003032	5.20	18.71	6.85	1.00
TR2	97.30	723.49	725.87	726.54	727.64	0.004058	5.92	17.19	13.17	1.22
TR2	97.30	723.22	726.49	726.49	727.21	0.001384	3.93	30.83	24.25	0.70
TR2	97.30	722.50	724.85	725.23	726.71	0.004594	6.04	16.10	6.85	1.26
TR2	97.30	722.05	725.81	724.80	726.25	0.000777	3.18	39.65	24.25	0.52
TR2	97.30	721.95	724.68	724.68	726.06	0.003023	5.19	18.73	6.85	1.00
TR2	97.30	720.20	722.12	722.94	724.92	0.008185	7.41	13.12	6.85	1.71
TR2	106.30	719.97	723.56	723.56	724.16	0.001155	3.71	39.02	33.15	0.63
TR2	106.30	719.75	722.67	723.06	723.94	0.002654	5.12	24.54	22.75	0.97
TR2	115.30	717.93	720.32	721.03	722.93	0.006435	7.15	16.12	6.85	1.49
TR2	125.40	717.58	721.36	721.36	722.07	0.001285	4.05	41.15	28.85	0.67
TR2	125.40	716.92	720.92	720.75	721.58	0.001097	3.87	41.81	24.35	0.62
TR2	140.30	716.19	720.91	720.19	721.31	0.000591	3.17	58.60	24.35	0.47
TR2	140.30	715.81	719.30	719.30	721.06	0.003251	5.87	23.91	6.85	1.00
TR2	140.30	715.52	718.94	719.08	720.77	0.003354	5.99	23.46	7.62	1.03
TR2	140.30	714.11	716.77	717.76	720.02	0.007513	7.99	17.56	6.85	1.59
TR2	140.30	712.82	715.20	716.36	719.14	0.009812	8.80	15.95	6.85	1.84
TR2	140.30	711.52	713.16	714.58	718.75	0.012978	10.65	14.67	10.76	2.78

Figura 9: Resultados da simulação em cada seção – TR = 2 anos

Fonte: HEC-RAS, 2021.

River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
25 25	TR5	49.30	730.53	732.52	733.06	734.56	0.008007	6.33	7.78	4.00	1.45
24 24	TR5	49.30	729.89	731.71	732.32	733.88	0.008711	6.53	7.55	4.20	1.55
23 23	TR5	60.00	729.35	732.13	732.13	733.51	0.004224	5.21	11.52	4.20	1.00
22 22	TR5	68.20	726.66	728.83	729.56	731.40	0.008775	7.11	9.60	4.50	1.55
21 21	TR5	68.20	726.40	729.25	729.25	730.70	0.004109	5.33	12.79	4.50	1.01
20 20	TR5	79.00	725.84	729.16	729.39	730.06	0.002233	4.37	22.07	22.60	0.81
19 19	TR5	87.20	724.82	728.42	728.51	729.45	0.002198	4.62	21.61	13.83	0.78
18 18	TR5	87.20	724.20	728.17	727.88	728.86	0.001348	3.88	27.07	14.60	0.62
17 17	TR5	114.00	723.82	726.88	726.88	728.42	0.003154	5.50	20.72	6.85	1.01
16 16	TR5	114.00	723.49	726.03	726.72	728.07	0.004353	6.40	20.03	23.35	1.28
15 15	TR5	114.00	723.22	726.30	726.69	727.58	0.002549	5.14	26.34	24.25	0.94
14 14	TR5	114.00	722.50	725.45	726.06	727.07	0.003364	5.64	20.61	16.25	1.05
13 13	TR5	114.00	722.05	724.73	725.61	726.73	0.004514	6.27	18.17	6.85	1.23
12 12	TR5	114.00	721.95	725.56	725.56	726.33	0.001385	4.10	34.87	24.25	0.69
11 11	TR5	114.00	720.20	722.31	723.24	725.49	0.008576	7.90	14.43	6.85	1.74
10 10	TR5	124.50	719.97	723.07	723.73	724.86	0.003639	5.96	22.72	33.15	1.09
9 9	TR5	124.50	719.75	722.61	723.24	724.51	0.004019	6.21	23.18	22.75	1.18
8 8	TR5	135.10	717.93	720.69	721.90	723.36	0.005892	7.24	18.66	6.85	1.40
7 7	TR5	146.90	717.58	721.47	721.55	722.31	0.001494	4.45	44.37	28.85	0.72
6 6	TR5	146.90	716.92	721.33	720.96	721.91	0.000897	3.73	51.83	24.35	0.57
5 5	TR5	164.40	716.19	721.29		721.69	0.000552	3.22	67.77	24.35	0.46
4 4	TR5	164.40	715.81	720.30	720.30	721.51	0.001804	5.02	37.64	18.72	0.76
3 3	TR5	164.40	715.52	719.55	719.97	721.28	0.002582	5.87	30.11	17.15	0.93
2 2	TR5	164.40	714.11	717.11	718.22	720.59	0.007339	8.27	19.88	6.85	1.55
1 1	TR5	164.40	712.82	715.51	716.83	719.73	0.009538	9.10	18.07	6.85	1.79
0 0	TR5	164.40	711.52	713.35	714.91	719.34	0.011861	11.03	16.76	10.97	2.71

Figura 10: Resultados da simulação em cada seção – TR = 5 anos

Fonte: HEC-RAS, 2021.

River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
25 25	TR10	55.50	730.53	732.70	733.27	734.87	0.008005	6.52	8.51	4.00	1.43
24 24	TR10	55.50	729.89	733.46	732.51	734.08	0.001341	3.57	17.23	12.43	0.61
23 23	TR10	67.70	729.35	732.36	732.36	733.86	0.004369	5.42	12.49	4.20	1.00
22 22	TR10	76.90	726.66	729.05	729.79	731.74	0.008566	7.26	10.59	4.50	1.51
21 21	TR10	76.90	726.40	729.98	730.17	730.76	0.002038	4.16	24.27	24.10	0.70
20 20	TR10	89.00	725.84	729.15	729.52	730.32	0.002889	4.95	21.83	22.60	0.92
19 19	TR10	98.30	724.82	728.71	728.71	729.67	0.001925	4.56	25.72	14.35	0.74
18 18	TR10	98.30	724.20	727.65	728.09	729.17	0.003335	5.55	19.70	13.62	0.96
17 17	TR10	128.60	723.82	727.29	727.71	728.65	0.002463	5.26	28.27	24.75	0.90
16 16	TR10	128.60	723.49	726.16	726.85	728.31	0.004432	6.67	23.08	24.25	1.30
15 15	TR10	128.60	723.22	726.41	726.83	727.81	0.002745	5.45	28.88	24.25	0.98
14 14	TR10	128.60	722.50	725.66	726.22	727.30	0.003198	5.75	25.46	24.25	1.03
13 13	TR10	128.60	722.05	725.10	725.76	727.01	0.003853	6.15	22.49	24.25	1.13
12 12	TR10	128.60	721.95	725.41	725.72	726.59	0.002168	5.00	31.42	24.25	0.86
11 11	TR10	128.60	720.20	722.65	724.05	725.64	0.007141	7.66	16.79	6.85	1.56
10 10	TR10	140.40	719.97	723.19	723.85	725.12	0.003840	6.28	26.63	33.15	1.13
9 9	TR10	140.40	719.75	722.74	723.39	724.76	0.004153	6.50	26.03	22.75	1.21
8 8	TR10	152.30	717.93	721.08	722.06	723.68	0.005187	7.13	21.36	6.85	1.29
7 7	TR10	165.60	717.58	721.31	721.69	722.64	0.002413	5.50	39.74	28.85	0.91
6 6	TR10	165.60	716.92	721.62	721.13	722.17	0.000824	3.73	58.82	24.35	0.55
5 5	TR10	185.30	716.19	721.56		721.98	0.000546	3.31	74.34	24.35	0.46
4 4	TR10	185.30	715.81	720.58	720.58	721.80	0.001735	5.12	43.01	20.04	0.75
3 3	TR10	185.30	715.52	719.85	720.22	721.58	0.002420	5.96	35.30	17.60	0.91
2 2	TR10	185.30	714.11	717.49	718.61	720.94	0.006329	8.23	22.59	7.54	1.45
1 1	TR10	185.30	712.82	715.80	717.35	720.14	0.009066	9.22	20.09	6.85	1.72
0 0	TR10	185.30	711.52	713.52	715.18	719.75	0.010866	11.26	18.66	11.15	2.64

Figura 11: Resultados da simulação em cada seção – TR = 10 anos

Fonte: HEC-RAS, 2021.

Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
TR20	62.60	730.53	732.90	733.48	735.20	0.008004	6.71	9.33	4.00	1.40
TR20	62.60	729.89	734.12	732.83	734.45	0.000656	2.80	31.89	26.40	0.44
TR20	76.30	729.35	732.60	732.60	734.23	0.004555	5.65	13.50	4.20	1.01
TR20	86.70	726.66	729.30	730.04	732.09	0.008322	7.39	11.73	4.50	1.46
TR20	86.70	726.40	729.87	730.27	731.08	0.003166	5.08	21.62	24.10	0.87
TR20	100.40	725.84	729.22	729.64	730.54	0.003224	5.32	23.50	22.60	0.97
TR20	110.80	724.82	728.90	728.90	729.91	0.001940	4.72	28.47	14.69	0.75
TR20	110.80	724.20	727.86	728.28	729.41	0.003243	5.69	22.55	14.01	0.95
TR20	144.90	723.82	727.41	727.87	728.90	0.002645	5.57	31.22	24.75	0.94
TR20	144.90	723.49	726.28	726.99	728.55	0.004553	6.95	25.93	24.25	1.33
TR20	144.90	723.22	726.53	726.97	728.03	0.002861	5.71	31.92	24.25	1.00
TR20	144.90	722.50	725.82	726.37	727.51	0.003198	5.95	29.35	24.25	1.04
TR20	144.90	722.05	725.28	725.93	727.23	0.003768	6.32	26.82	24.25	1.13
TR20	144.90	721.95	725.50	725.87	726.84	0.002426	5.37	33.51	24.25	0.91
TR20	144.90	720.20	723.01	724.21	725.90	0.006224	7.53	19.25	6.85	1.43
TR20	158.30	719.97	723.24	723.97	725.51	0.004461	6.84	28.41	33.15	1.22
TR20	158.30	719.75	722.82	723.54	725.10	0.004596	6.97	27.94	22.75	1.28
TR20	171.70	717.93	721.34	722.24	724.00	0.004988	7.29	25.90	23.25	1.27
TR20	186.70	717.58	721.34	721.84	722.97	0.002945	6.11	40.51	28.85	1.01
TR20	186.70	716.92	721.90	721.29	722.45	0.000785	3.79	65.53	24.35	0.54
TR20	208.90	716.19	721.82		722.26	0.000553	3.44	80.69	24.35	0.46
TR20	208.90	715.81	720.88	720.88	722.09	0.001638	5.18	49.33	21.50	0.74
TR20	208.90	715.52	720.13	720.48	721.88	0.002311	6.07	40.36	18.02	0.90
TR20	208.90	714.11	717.93	718.87	721.30	0.005235	8.14	26.18	8.73	1.35
TR20	208.90	712.82	716.15	717.85	720.56	0.008541	9.31	22.44	6.85	1.64
TR20	208.90	711.52	713.71	715.46	720.17	0.009901	11.48	20.83	11.35	2.56

Figura 12: Resultados da simulação em cada seção – TR = 20 anos

Fonte: HEC-RAS, 2021.

Apresentado os níveis de água para as 26 seções e para os diversos tempos de recorrência analisados, foi verificado a interferência causada nesses níveis de água caso fossem inseridas tubulações em ferro fundido dentro do canal, nos trechos apresentados abaixo (proposto no projeto básico), fixadas no canal por blocos de concreto.

Tabela 14: Seções Transversais do canal que possuirão obstrução devido à tubulação de ferro

Trecho entre as Seções	Diâmetro nominal (mm)	Diâmetro externo (mm)	Área de obstrução considerada (m²)
S20 A S17	300	326	0,5 x 1,0 = 0,5 m²
S02 A S01 (MARGEM ESQUERDA)	400	429	0,6 x 1,0 = 0,6 m²
S05 A S01 (MARGEM DIREITA)	600	635	0,8 x 1,0 = 0,8 m²

Fonte: SERENCO, 2021.

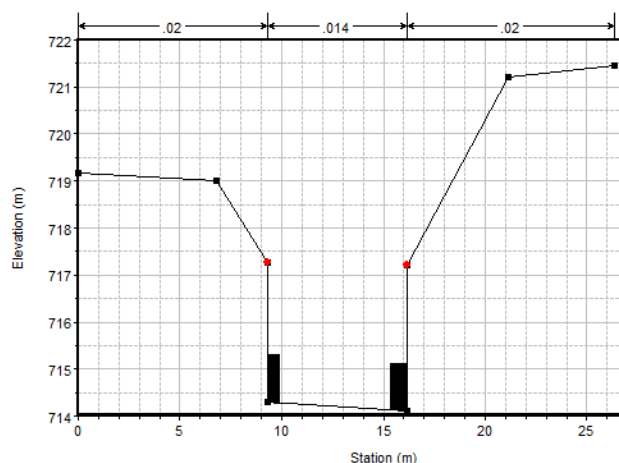


Figura 13: Detalhe da representação dos blocos de apoio na Seção 02
 Fonte: HEC-RAS, 2021.

Simulando o canal com as obstruções, haverá acréscimos de nível de água nas seções com os blocos, demonstradas a seguir. Os extravasamentos do canal já aconteceriam mesmo sem a implantação das obstruções em todas as seções, ou seja, o aumento do nível provocado pelas obstruções aumentariam o problema mas não seriam a causa dele.

Tabela 15: Acréscimos de nível de água (m) nas seções com os blocos.

Seção	TR = 1 ano	TR = 2 anos	TR = 5 anos	TR = 10 anos
S20	0,10	0,17 (*)	0,12 (*)	0,07 (*)
S19	0,10	0,09	0,07 (*)	0,05 (*)
S18	0,04	0,04	- (*)	0,07 (*)
S17	0,08	0,08	0,31 (*)	- (*)
S5	0,20 (*)	0,16 (*)	0,06 (*)	0,05 (*)
S4	0,12	0,11	0,10 (*)	0,08 (*)
S3	0,14	0,11	0,10 (*)	0,08 (*)
S2	0,26	0,25	0,29	0,30
S1	0,25	0,25	0,26	0,27
MÉDIA	0,14	0,14	0,16	0,12

(*) Situação em que o nível da água extravasa a borda do canal.

Fonte: SERENCO, 2021.

Percebe-se que houve acréscimo de nível de água nas seções contendo os blocos, aumentando em até 31 centímetros. Esse acréscimo máximo, considerando que o canal possui uma profundidade média de 3,5m, representa um aumento de 8,9% no nível de água. Considerando os acréscimos médios (arredondando para 0,15m) resulta em um aumento de até 4,3% no nível de água.

De maneira geral, quando aumenta a vazão (pelo aumento do tempo de retorno), a tendência é que a obstrução de fluxo causada pelos blocos interfira menos no canal, fazendo com que o nível de água aumente com menor significância.

Conforme relatado anteriormente, algumas das seções que sofreriam uma possível obstrução com os blocos, já apresentam extravasamento (tempo de recorrência de 2 anos) sem essa construção, no caso as seções 20 e 5.

Deve-se sobrepor o fato de que com a construção de uma nova “obstrução” em um canal que anualmente extravasa, conforme apresentado nas imagens, acarretaria um dispendioso trabalho para a Cesama explicar para a população e demais órgãos da Prefeitura que não é devido as obras executadas os extravasamentos e mensurar o quanto a sua obra piorou a situação. Outro fator é baixa frequência de limpeza por parte da Prefeitura dentro do canal, pois os blocos de ancoragem serviriam de barramento de sujeira, galhos, entulhos, etc., como atualmente é visualizado na visita em campo, com vegetação e um trecho com desmoronamento do talude acima do canal que não foi retirado.









Figura 14: Obstruções existentes demonstrando a falta de manutenção regular.

Fonte: SERENCO, 2021.

Com todas as considerações apontadas acima, será adotado no projeto a execução pelo método não destrutivo.

ANEXO E - INTERFERÊNCIAS CADASTRADAS

PROJETISTA:				PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO									CONTRATANTE:			
 SERENCO Serviços de Engenharia Consultiva				CIDADE:			JUIZ DE FORA - MG						 PREFEITURA  CESAMA água é vida			
				BACIA:			SANTA LUZIA									
				SUB - BACIA:			SANTA LUZIA - MARGEM ESQUERDA									
				RELAÇÃO DE INTERFERÊNCIAS DA REDE PROJETADA												
Sub-bacia	Coletor	Techo	Nº PV de Montante	Nº PV de Jusante	Extensão (m)	ID da interferên cia	Tipo de Interferência	Diâmetro (m)	Cota do Terreno (m)	Cota da Geratriz Inferior (m)	Profundid ade (m)	Distância ao PV de Montante (m)	Coordenada Este (UTM)	Coordenada Norte (UTM)	Coletor Jusante	Techo Jusante
SBME	1	7	107	108	79,97	1	Água Potável	300	733,55618	732	1,56	73,98	669.213,2	7.589.077,1	1	8
SBME	1	8	108	109	80,12	2	Água Pluvial	500	733,39302	731,25	2,14	19,66	669.236,0	7.589.088,6	1	9
SBME	1	9	109	110	40,02	3	Esgoto	150	732,74486	731,17	1,57	34,53	669.315,3	7.589.139,9	1	10
SBME	1	11	111	112	39,69	4	Água Pluvial	400	731,58056	729,8	1,78	11,14	669.394,9	7.589.225,1	1	12
SBME	1	12	112	113	44,51	5	Água Pluvial	400	731,51994	729,4	2,12	28,80	669.414,1	7.589.278,1	1	13
SBME	1	13	113	114	45,04	6	Água Pluvial	400	730,81593	728,71	2,11	27,50	669.425,1	7.589.319,7	1	14
SBME	1	15	115	116	47,30	7	Água Potável	400	729,53029	728,5	1,03	42,16	669.481,4	7.589.405,7	1	16
SBME	1	18	118	119	93,04	8	Água Pluvial	500	729,12805	726,98	2,15	2,74	669.533,3	7.589.440,3	1	19
SBME	1	18	118	119	93,04	9	Esgoto	150	729,11414	727,7	1,41	6,57	669.536,8	7.589.441,8	1	19
SBME	1	19	119	120	32,13	10	Água Pluvial	500	728,78554	726,12	2,67	14,99	669.630,4	7.589.481,1	1	20
SBME	1	19	119	120	32,13	11	Água Pluvial	250	728,78164	727,14	1,64	19,03	669.634,1	7.589.482,7	1	20
SBME	1	22	122	123	28,61	12	Água Pluvial	500	728,75866	726,96	1,80	5,44	669.683,5	7.589.541,2	1	23
SBME	2	1	125	126	54,98	18	Água Pluvial	400	730,47012	727,7	2,77	22,98	670.095,9	7.589.558,5	2	2
SBME	2	2	126	127	69,03	17	Água Pluvial	400	729,9097	727,5	2,41	61,80	670.004,5	7.589.576,7	2	3
SBME	2	3	127	128	74,97	16	Água Pluvial	600	729,6076	727,1	2,51	67,45	669.930,3	7.589.584,0	2	4
SBME	2	5	129	124	95,31	13	Água Pluvial	500	729,08018	727,82	1,26	40,29	669.786,5	7.589.579,2	1	24
SBME	2	5	129	124	95,31	14	Água Pluvial	500	729,11999	726,2	2,92	24,99	669.801,8	7.589.580,0	1	24
SBME	2	5	129	124	95,31	15	Água Pluvial	1000	729,14472	726	3,14	15,48	669.811,3	7.589.580,4	1	24
SBME	3	2	149	150	78,32	19	Água Pluvial	500	726,34572	724,7	1,65	31,11	670.234,1	7.589.574,5	3	3
SBME	3	3	150	151	90,20	20	Água Pluvial	500	725,55643	724,4	1,16	60,24	670.318,7	7.589.640,8	3	4
SBME	3	4	151	152	100,18	21	Água Pluvial	400	725,26508	723,9	1,37	31,90	670.367,9	7.589.678,3	3	5
SBME	3	4	151	152	100,18	22	Água Pluvial	400	725,02628	723,8	1,23	90,54	670.415,1	7.589.713,0	3	5
SBME	3	5	152	153	100,22	23	Água Pluvial	500	724,81532	723,7	1,12	41,06	670.458,8	7.589.738,7	3	6
SBME	3	5	152	153	100,22	24	Água Pluvial	500	724,68362	723,6	1,08	72,57	670.486,3	7.589.754,0	3	6
SBME	3	6	153	154	100,22	25	Água Pluvial	500	724,56198	723,3	1,26	2,34	670.512,5	7.589.768,7	3	7
SBME	3	6	153	154	100,22	26	Água Pluvial	500	724,48192	723,3	1,18	33,44	670.539,5	7.589.784,0	3	7
SBME	3	6	153	154	100,22	27	Água Pluvial	500	724,40292	723,2	1,20	64,12	670.566,2	7.589.799,2	3	7
SBME	3	6	153	154	100,22	28	Água Pluvial	500	724,332	723,200	1,13	91,67	670.590,1	7.589.812,8	3	7
SBME	3	7	154	155	100,23	31	Água Pluvial	500	724,089	723,000	1,09	67,00	670.656,1	7.589.849,6	3	8
SBME	3	7	154	155	100,23	29	Água Pluvial	500	724,239	723,400	0,84	21,50	670.616,4	7.589.827,5	3	8
SBME	3	7	154	155	100,23	30	Água Pluvial	600	724,140	723,200	0,94	51,62	670.642,7	7.589.842,1	3	8
SBME	3	7	154	155	100,23	32	Água Pluvial	600	724,042	722,900	1,14	81,43	670.668,7	7.589.856,6	3	8
SBME	3	8	155	156	40,01	33	Água Pluvial	600	723,925	722,800	1,13	12,32	670.695,7	7.589.872,1	3	9
SBME	3	9	156	157	97,09	34	Água Pluvial	600	723,789	722,800	0,99	1,94	670.721,0	7.589.887,5	3	10
SBME	3	9	156	157	97,09	35	Água Pluvial	500	723,557	722,700	0,86	36,71	670.749,2	7.589.907,9	3	10
SBME	3	9	156	157	97,09	36	Água Pluvial	500	723,356	722,300	1,06	66,75	670.773,5	7.589.925,5	3	10
SBME	3	10	157	158	63,19	37	Água Pluvial	500	723,143	722,200	0,94	2,68	670.800,2	7.589.944,9	3	11
SBME	3	11	158	159	37,92	38	Água Pluvial	1000	722,503	720,650	1,85	36,90	670.881,9	7.589.997,2	3	12
SBME	3	12	159	160	100,01	39	Água Potável	200	722,431	722,000	0,43	27,75	670.899,8	7.589.975,7	3	13
SBME	3	12	159	160	100,01	40	Água Pluvial	700	722,404	720,400	2,00	39,69	670.907,1	7.589.966,3	3	13
SBME	3	12	159	160	100,01	41	Esgoto	150	722,333	720,100	2,23	71,80	670.926,7	7.589.940,9	3	13
SBME	3	12	159	160	100,01	42	Água Pluvial	300	722,309	721,500	0,81	82,75	670.933,4	7.589.932,2	3	13
SBME	3	13	160	161	85,15	43	Água Pluvial	500	722,202	720,500	1,70	7,70	670.948,6	7.589.912,4	3	14
SBME	3	14	161	162	95,24	40	Água Potável	200	721,493	720,500	0,99	3,44	670.997,6	7.589.848,0	3	15
SBME	3	14	161	162	95,24	44	Água Potável	200	721,494	721,100	0,39	3,25	670.997,5	7.589.848,2	3	15
SBME	3	14	161	162	95,24	45	Água Pluvial	500	721,492	719,500	1,99	3,78	670.997,8	7.589.847,7	3	15
SBME	3	14	161	162	95,24	46	Água Pluvial	800	721,485	719,000	2,49	5,29	670.998,6	7.589.846,5	3	15
SBME	3	14	161	162	95,24	47	Água Pluvial	1000	721,478	719,300	2,18	7,09	670.999,6	7.589.845,0	3	15
SBME	3	15	162	163	40,10	49	Água Pluvial	500	721,081	718,400	2,68	11,95	671.055,4	7.589.761,9	3	16
SBME	3	16	163	164	60,14	50	Água Pluvial	700	721,014	718,750	2,26	11,28	671.077,5	7.589.729,2	3	17
SBME	3	16	163	164	60,14	51	Água Pluvial	700	720,989	718,200	2,79	26,59	671.085,8	7.589.716,4	3	17
SBME	3	17	164	165	30,04	52	Água Pluvial	500	720,922	719,350	1,57	9,43	671.108,1	7.589.679,7	3	18
SBME	3	18	165	166	50,12	53	Água Pluvial	1000	720,654	718,250	2,40	45,73	671.130,1	7.589.617,3	3	19
SBME	3	18	165	166	50,12	54	Água Pluvial	1000	720,647	718,300	2,35	47,17	671.130,5	7.589.615,9	3	19
SBME	3	19	166	167	68,14	54	Água Potável	100	720,440	719,400	1,04	63,32	671.149,0	7.589.552,2	3	20
SBME	3	19	166	167	68,14	55	Água Pluvial	500	720,452	717,950	2,50	59,22	671.147,9	7.589.556,2	3	20
SBME	3	19	166	167	68,14	56	Água Pluvial	500	720,449	717,900	2,55	60,15	671.148,1	7.589.555,3	3	20
SBME	3	19	166	167	68,14	57	Água Pluvial	1000	720,441	718,400	2,04	62,94	671.148,9	7.589.552,6	3	20
SBME	3	19	166	167	68,14	58	Água Pluvial	100	720,440	719,950	0,49	63,32	671.149,0	7.589.552,2	3	20
SBME	3	20	167	168	72,24	59	Telefonia	100	720,417	719,900	0,52	5,32	671.151,0	7.589.542,3	3	21
SBME	3	21	168	169	70,18	61	Água Pluvial	700	720,193	718,250	1,94	67,31	671.166,5	7.589.409,0	3	22
SBME	3	24	171	172	59,98	64	Água Pluvial	400	719,788	718,100	1,69	11,56	671.194,5	7.589.268,2	3	25
SBME	3	24	171	172	59,98	65	Água Pluvial	1000	719,793	717,350	2,44	20,57	671.198,1	7.589.259,9	3	25
SBME	3	24</														

PROJETISTA:				PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO										CONTRATANTE:			
<div></div>				CIDADE:		JUIZ DE FORA - MG								<div></div>			
				BACIA:		SANTA LUZIA											
				SUB - BACIA:		SANTA LUZIA - MARGEM DIREITA											
				RELAÇÃO DE INTERFERÊNCIAS DA REDE PROJETADA													
Sub-bacia	Coletor	Techo	Nº PV de Montante	Nº PV de Jusante	Extensão (m)	ID da interferên cia	Tipo de Interferência	Diâmetro (m)	Cota do Terreno (m)	Cota da Geratriz Inferior (m)	Profundid ade (m)	Distância ao PV de Montante (m)	Coordenada Este (UTM)	Coordenada Norte (UTM)	Coletor Jusante	Techo Jusante	
SBSSL	1	3	3	4	25,04	0	Água Potável	300	733,220	732,000	1,22	22,20	669.221,6	7.589.064,6	1	4	
SBSSL	1	4	4	5	70,03	1	Água Pluvial	500	732,844	731,200	1,64	32,68	669.253,3	7.589.080,8	1	5	
SBSSL	1	5	5	6	35,08	2	Água Pluvial	500	732,376	730,285	2,09	5,11	669.290,6	7.589.100,8	1	6	
SBSSL	1	6	6	7	100,23	3	Água Pluvial	500	732,010	729,895	2,11	26,65	669.333,8	7.589.137,2	1	7	
SBSSL	1	7	7	8	45,21	4	Água Pluvial	400	731,143	729,441	1,70	41,76	669.414,1	7.589.219,9	1	8	
SBSSL	1	8	8	9	50,00	5	Água Pluvial	400	731,069	729,663	1,41	2,93	669.418,4	7.589.226,9	1	9	
SBSSL	1	9	9	10	60,01	6	Água Pluvial	300	730,937	729,509	1,43	2,93	669.426,8	7.589.248,4	1	10	
SBSSL	1	9	9	10	60,01	7	Água Pluvial	400	730,988	729,300	1,69	29,03	669.431,8	7.589.274,0	1	10	
SBSSL	1	12	12	13	39,91	8	Água Pluvial	500	729,383	727,500	1,88	11,55	669.513,1	7.589.410,6	1	13	
SBSSL	1	13	13	14	100,23	9	Esgoto	300	729,111	727,681	1,43	25,02	669.560,6	7.589.434,6	1	14	
SBSSL	1	13	13	14	100,23	10	Água Pluvial	500	729,039	727,400	1,64	52,14	669.585,7	7.589.444,9	1	14	
SBSSL	1	13	13	14	100,23	11	Esgoto	300	728,954	727,097	1,86	83,93	669.615,1	7.589.456,9	1	14	
SBSSL	1	14	14	15	40,09	12	Água Pluvial	500	728,880	727,446	1,43	10,32	669.639,3	7.589.468,2	1	15	
SBSSL	1	15	15	16	75,05	13	Esgoto	200	728,674	727,500	1,17	18,22	669.674,8	7.589.498,2	1	16	
SBSSL	1	15	15	16	75,05	14	Água Pluvial	500	728,577	726,325	2,25	33,51	669.682,8	7.589.511,2	1	16	
SBSSL	1	15	15	16	75,05	15	Água Pluvial	500	728,486	726,556	1,93	47,96	669.690,4	7.589.523,5	1	16	
SBSSL	1	16	16	17	33,76	16	Água Pluvial	400	728,237	726,346	1,89	26,16	669.728,0	7.589.558,2	1	17	
SBSSL	1	17	17	18	91,59	17	Água Pluvial	600	727,939	726,389	1,55	72,91	669.807,6	7.589.565,6	1	18	
SBSSL	1	18	18	19	100,21	18	Água Pluvial	400	727,667	725,379	2,29	62,49	669.888,8	7.589.567,3	1	19	
SBSSL	1	19	19	20	60,11	19	Água Pluvial	400	727,407	725,350	2,06	52,99	669.979,2	7.589.562,7	1	20	
SBSSL	1	20	20	21	79,97	20	Água Pluvial	400	727,316	725,409	1,91	19,99	670.005,5	7.589.556,4	1	21	
SBSSL	1	20	20	21	79,97	21	Água Pluvial	800	727,136	724,690	2,45	69,67	670.053,2	7.589.542,5	1	21	
SBSSL	1	21	21	22	100,18	22	Água Pluvial	800	727,051	725,070	1,98	30,36	670.093,3	7.589.537,1	1	22	
SBSSL	1	21	21	22	100,18	23	Água Pluvial	600	726,987	724,376	2,61	70,76	670.133,6	7.589.533,9	1	22	
SBSSL	1	24	24	25	69,49	24	Água Potável	400	726,117	724,500	1,62	58,90	670.265,7	7.589.579,3	1	25	
SBSSL	1	25	25	26	15,12	25	Água Pluvial	2000	725,922	723,390	2,53	7,67	670.280,3	7.589.590,3	1	26	
SBSSL	1	26	26	27	91,69	26	Água Pluvial	400	725,589	724,150	1,44	54,84	670.329,3	7.589.628,7	1	27	
SBSSL	1	27	27	28	69,06	27	Água Pluvial	400	725,362	724,000	1,36	24,32	670.377,7	7.589.666,1	1	28	
SBSSL	1	29	29	30	100,22	28	Água Pluvial	400	725,120	723,668	1,45	11,39	670.466,6	7.589.726,0	1	30	
SBSSL	1	29	29	30	100,22	29	Água Pluvial	400	724,985	723,656	1,33	43,07	670.494,4	7.589.741,3	1	30	
SBSSL	1	29	29	30	100,22	30	Água Pluvial	400	724,857	723,200	1,66	73,23	670.520,8	7.589.755,8	1	30	
SBSSL	1	30	30	31	100,23	31	Água Pluvial	400	724,727	723,195	1,53	4,28	670.548,2	7.589.770,8	1	31	
SBSSL	1	30	30	31	100,23	32	Água Pluvial	400	724,619	723,095	1,52	34,17	670.574,2	7.589.785,5	1	31	
SBSSL	1	30	30	31	100,23	33	Água Pluvial	500	724,408	723,341	1,07	92,78	670.625,3	7.589.814,4	1	31	
SBSSL	1	31	31	32	100,22	34	Água Pluvial	600	724,290	723,235	1,05	22,31	670.651,2	7.589.829,0	1	32	
SBSSL	1	31	31	32	100,22	35	Água Pluvial	600	724,165	722,871	1,29	52,55	670.677,5	7.589.843,9	1	32	
SBSSL	1	31	31	32	100,22	36	Água Pluvial	600	724,040	722,804	1,24	83,08	670.704,1	7.589.858,9	1	32	
SBSSL	1	32	32	33	100,15	37	Água Pluvial	400	723,887	722,900	0,99	13,52	670.730,0	7.589.875,2	1	33	
SBSSL	1	32	32	33	100,15	38	Água Pluvial	400	723,687	722,500	1,19	45,91	670.756,1	7.589.894,3	1	33	
SBSSL	1	32	32	33	100,15	39	Água Pluvial	400	723,478	722,100	1,38	79,89	670.783,6	7.589.914,3	1	33	
SBSSL	1	35	35	36	31,36	40	Água Potável	200	722,768	722,000	0,77	21,07	670.884,9	7.589.962,0	1	36	
SBSSL	1	36	36	37	60,07	41	Água Pluvial	700	722,711	720,900	1,81	3,06	670.895,9	7.589.954,9	1	37	
SBSSL	1	36	36	37	60,07	42	Água Pluvial	700	722,738	720,690	2,05	55,32	670.927,9	7.589.913,6	1	37	
SBSSL	1	36	36	37	60,07	43	Esgoto	150	722,741	721,270	1,47	59,19	670.930,3	7.589.910,5	1	37	
SBSSL	1	37	37	38	100,23	44	Água Pluvial	500	722,694	720,596	2,10	3,76	670.933,1	7.589.906,8	1	38	
SBSSL	1	37	37	38	100,23	45	Água Pluvial	500	722,104	720,076	2,03	50,57	670.960,9	7.589.869,1	1	38	
SBSSL	1	37	37	38	100,23	46	Água Potável	200	721,613	720,500	1,11	89,49	670.984,0	7.589.837,8	1	38	
SBSSL	1	38	38	39	49,93	47	Água Pluvial	500	721,410	719,866	1,54	10,08	670.996,0	7.589.820,8	1	39	
SBSSL	1	38	38	39	49,93	48	Água Pluvial	300	721,375	719,673	1,70	15,41	670.998,9	7.589.816,4	1	39	
SBSSL	1	39	39	40	90,43	49	Água Pluvial	700	721,136	719,479	1,66	2,07	671.019,4	7.589.786,0	1	40	
SBSSL	1	39	39	40	90,43	50	Água Pluvial	300	721,071	719,979	1,09	22,14	671.030,5	7.589.769,3	1	40	
SBSSL	1	39	39	40	90,43	51	Água Pluvial	300	721,025	719,744	1,28	36,24	671.038,4	7.589.757,6	1	40	
SBSSL	1	39	39	40	90,43	52	Água Pluvial	500	721,006	719,706	1,30	41,86	671.041,5	7.589.752,9	1	40	
SBSSL	1	40	40	41	40,02	53	Água Pluvial	500	720,844	719,385	1,46	4,32	671.070,8	7.589.708,9	1	41	
SBSSL	1	40	40	41	40,02	54	Água Pluvial	300	720,816	719,612	1,20	31,33	671.085,3	7.589.686,1	1	41	
SBSSL	1	41	41	42	60,04	55	Água Pluvial	300	720,779	719,354	1,43	15,32	671.095,3	7.589.664,4	1	42	
SBSSL	1	41	41	42	60,04	56	Água Pluvial	500	720,761	719,111	1,65	25,14	671.098,7	7.589.655,2	1	42	
SBSSL	1	41	41	42	60,04	57	Água Pluvial	300	720,737	719,276	1,46	38,51	671.103,4	7.589.642,7	1	42	
SBSSL	1	41	41	42	60,04	58	Água Pluvial	500	720,708	719,105	1,60	54,55	671.109,0	7.589.627,7	1	42	
SBSSL	1	42	42	43	85,19	59	Água Pluvial	300	720,678	719,574	1,10	6,26	671.112,5	7.589.616,5	1	43	
SBSSL	1	42	42	43	85,19	60	Água Pluvial	700	720,524	718,587	1,94	55,57	671.125,6	7.589.568,9	1	43	
SBSSL	1	42	42	43	85,19	61	Água Potável	100	720,454	719,400	1,05	78,26	671.131,6	7.589.547,1	1	43	
SBSSL	1	43	43	44	75,17	62	Água Pluvial	1000	720,433	718,354	2,08	2,41	671.133,7				