

Ete.	379
Proc.	01P1C148/17
Rub.	

**PROJETO DE TRONCO COLETOR DE ESGOTO INSTITUTO DE BIOLOGIA (IB)
E RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO (RU) ATÉ A INTERLIGAÇÃO AO
EMISSÁRIO SANASA**

REVISÃO 02

OUTUBRO/2018

ÍNDICE

Ef.	380
Proc.	01P10148/17
Rub.	

DESCRIÇÃO	PÁG.
1. Apresentação	6
2. Introdução	8
3. Levantamento topográfico	12
4. Sondagem	13
5. Elaboração de cálculos inerentes aos projetos hidráulicos	14
5.1. Estimativa de esgoto gerado pela população residente na área do estudo	14
5.1.1. População de projeto	14
5.1.2. Vazões de projeto	15
5.2. Dimensionamento hidráulico do coletor	23
5.2.1. Equação de <i>Chezy</i>	24
5.2.2. Equação de <i>Manning</i>	24
5.2.3. Equação do raio hidráulico	25
5.2.4. Equação da continuidade	25
5.2.5. Equação de <i>Chezy</i> com coeficiente de <i>Manning</i>	25
5.2.6. Diâmetro mínimo	26
5.2.7. Tensão trativa	26
5.2.8. Declividades	27
5.2.8.1. Declividade mínima	27
5.2.8.2. Declividade máxima	27
5.2.9. Velocidade crítica	27
6. Elaboração dos projetos hidráulicos do interceptor	29
6.1. Memorial técnico	29
6.1.1. Serviços preliminares e gerais	29
6.1.1.1. Canteiros, instalações provisórias e placa de obra	29
6.1.1.2. Limpeza permanente da obra	30
6.1.1.3. Dispositivos de proteção e segurança	30
6.1.2. Abertura de valas (poços de visitas)	31
6.1.3. Implantação da tubulação de esgoto sanitário	32
6.1.3.1. Método Não Destrutivo – Furo Direcional	32
6.1.3.1.1. Mapeamento do subsolo	33
6.1.3.1.2. Furo piloto	33
6.1.3.1.3. Alargamento	33
6.1.3.1.4. Instalação da tubulação	34
6.1.3.1.5. Montagem da tubulação	34
6.1.3.2. Método Não Destrutivo – Mesmo Caminhamento	34
6.1.3.2.1. Instalação das hastes	34
6.1.3.2.2. Destruição da rede antiga	35
6.1.3.2.3. Instalação da tubulação	35
6.1.3.2.4. Montagem da tubulação	35
6.1.4. Poços de visita	35
6.1.5. Reaterro	37
6.1.6. Esgotamento	37

DESCRIÇÃO	PÁG.
6.1.6.1. Esgotamento por bombas submersíveis	37
6.1.6.2. Rebaixamento de lençol freático	38
6.1.7. Remoção e recomposição da pavimentação asfáltica	39
6.1.7.1. Remoção da camada asfáltica	39
6.1.7.2. Remoção de material impróprio	39
6.1.7.3. Base estabilizada com macadame seco	39
6.1.7.4. Imprimadura impermeabilizante betuminosa	40
6.1.7.5. Camada intermediária	40
6.1.7.6. Pintura de ligação	40
6.1.7.7. Pavimentação asfáltica	40
7. Planilha Orçamentária	41
8. Considerações finais	42
9. Referências Bibliográficas	43
Apêndices	44
Anexos	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Els.	382
Proc.	01P10148/17
Rub.	

DESCRIÇÃO	PÁG.
Figura 1. Caminhamento dos coletores existentes na UNICAMP.	8
Figura 2. Caminhamento proposto para o Coletor.	10
Figura 3. Caminhamento dos coletores existentes e o proposto para o novo Coletor.	11
Figura 4. Bacia de esgotamento sanitário em estudo na UNICAMP.	15

ÍNDICE DE TABELAS

DESCRIÇÃO	PÁG.
Tabela 1. Parâmetros de projeto para o cálculo das vazões.	15
Tabela 2. Definição dos pontos de lançamento de efluentes.	17
Tabela 3. Volume médio mensal macromedido considerado para cada Ponto de lançamento	18
Tabela 4. Vazões de projeto para o Ponto de lançamento 01 (Contribuição do CECI)	18
Tabela 5. Vazões de projeto para o Ponto de lançamento 02 (Contribuição do IB – Geral)	19
Tabela 6. Vazões de projeto para o Ponto de lançamento 03 (Contribuição do IB – Geral)	19
Tabela 7. Vazões de projeto para o Ponto de lançamento 04 (Contribuição do Pav. Zoologia)	19
Tabela 8. Vazões de projeto para o Ponto de lançamento 05 (Contribuição do IB - Sala de Aula e Dep. Subst. Tóxicas)	20
Tabela 9. Vazões de projeto para o Ponto de lançamento 06 (Contribuição do IB – Manutenção)	20
Tabela 10. Vazões de projeto para o Ponto de lançamento 07 (Contribuição do Lab. Sistemas Neurais, Lab. Obesidades e Lab. Aparelhos Digestivos)	20
Tabela 11. Vazões de projeto para o Ponto de lançamento 08 (Contribuição do SIARQ, DCE e CLE)	21
Tabela 12. Vazões de projeto para o Ponto de lançamento 09 (Contribuição do Restaurante Universitário)	21
Tabela 13. Vazões de projeto para o Ponto de lançamento 10	21
Tabela 14. Vazões de projeto para o Ponto de lançamento 11 (Contribuição da Biblioteca Central)	22
Tabela 15. Vazões de projeto para o Ponto de lançamento 12 (Contribuição do GMU 1, GMU 2 e Bora)	22
Tabela 16. Parâmetros de projeto para os coletores	23

1. APRESENTAÇÃO

A UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, por meio da Autorização de Fornecimento AF6270/2018, contratou a Novaes Engenharia e Construção Ltda, com sede à Rua São Joaquim, nº 550, Vila Monteiro, na cidade de São Carlos/SP, inscrita no CNPJ 13.359.577/0001-36 e Inscrição Estadual nº 637.158.527.118, para a elaboração do *projeto de tronco coletor de esgoto IB (Instituto de Biologia) e RU (Restaurante Universitário) até a interligação ao emissário da SANASA* com vistas ao encaminhamento dos efluentes gerados nos prédios que compoem esses departamentos até o poço de visita do referido emissário, próximo à rotatória da Avenida Érico Veríssimo com as Ruas Elis Regina e Rua Bertand Russel.

Neste contexto a Novaes Engenharia apresenta na sequência o Relatório, referente às atividades desenvolvidas, conforme especificado no documento intitulado ESCOPO DE FORNECIMENTO.

As atividades desenvolvidas pela Equipe Técnica da Empresa Novaes Engenharia, descritas no referido contrato, foram executadas sob a responsabilidade técnica e coordenação do Engenheiro Civil Luciano Farias de Novaes (ART nº 28027230180714545 apresentada no ANEXO I deste relatório) sendo constituído pelos seguintes conteúdos:

1. Análises e estudos preliminares de área, incluindo o levantamento topográfico.
 - Levantamento Topográfico – Texto e Desenhos.
 - Identificação das interferências existentes (inclusive enterradas), contemplando todas as redes de infraestrutura: água, incêndio, esgoto, águas pluviais, computação, telefonia, energia elétrica, caixas de passagem e poços de visita, vegetação, postes, hidrantes, etc.
2. Elaboração de cálculos inerentes ao projeto hidráulico do Coletor.
 - Cálculos das vazões de projeto e dimensionamento do coletor de esgoto sanitário IB (Instituto de Biologia) e RU (Restaurante Universitário) até a interligação ao emissário da SANASA – Texto.

3. Elaboração dos projetos hidráulicos do coletor.

- Projetos hidráulicos do coletor de esgoto sanitário IB (Instituto de Biologia) e RU (Restaurante Universitário) até a interligação ao emissário da SANASA – Desenhos.

4. Elaboração de documentos para solicitação de financiamento de empreendimento junto ao FEHIDRO

- Planilha Orçamentária padrão FEHIDRO.
- Cronograma Físico-Financeiro padrão FEHIDRO.
- Documentos para solicitação de financiamento de empreendimento junto ao FEHIDRO, conforme Anexo III do Manual de Procedimentos Operacionais para investimento, “Municípios e Entidades Municipais”.

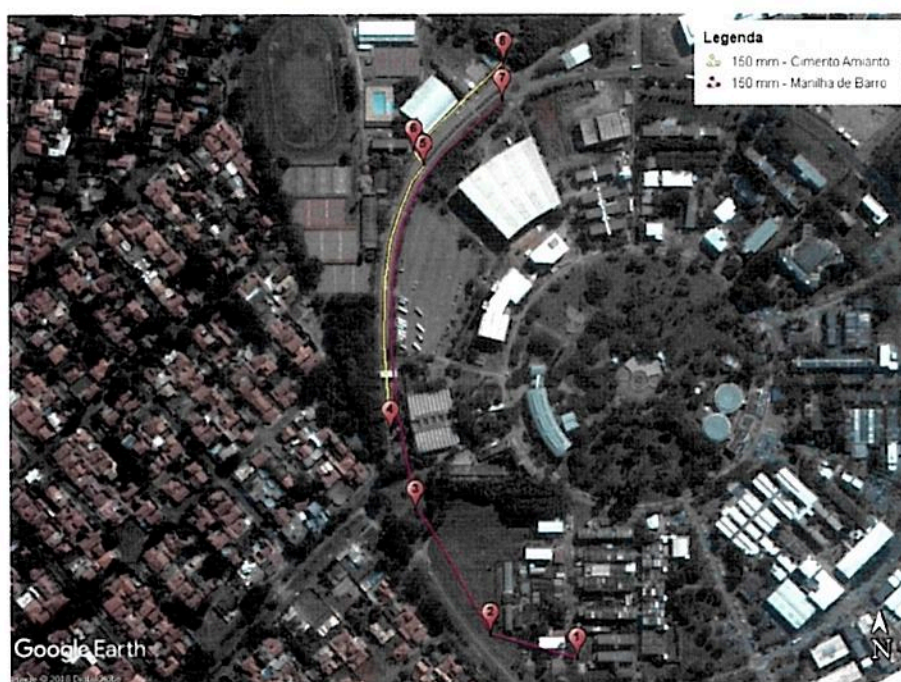
2. INTRODUÇÃO

O presente trabalho contempla a elaboração do projeto do sistema de esgotamento de efluentes para o Instituto de Biologia (IB) e Restaurante Universitário (RU) da Universidade Estadual de Campinas e será composto por 01 (um) Coletor tronco com extensão aproximada de 1.100 metros e 01 (uma) rede coletora com extensão aproximada de 156 metros.

Atualmente existem dois coletores de esgoto executados, um em manilha de barro e outro em cimento amianto, ambos com diâmetro de 150 mm, que coletam e afastam o esgoto gerados nos prédios que compoem o Instituto de Biologia (IB) e Restaurante Universitário.

Na Figura 01 é apresentado o caminhamento dos coletores existentes na UNICAMP sendo responsável pela coleta e afastamento dos efluentes gerados no Instituto de Biologia (IB) e Restaurante Universitário (RU).

Figura 1. Caminhamento dos coletores existentes na UNICAMP.



Fonte: Google Earth, 2018.

O primeiro coletor, de diâmetro 150 mm em manilha de barro (indicado na cor magenta na Figura 1), tem início na esquina da Avenida Bertand Russel com a Rua Carl Von Linaeus (Ponto 1 na Figura 1) e tem seu caminhamento, inicialmente, por dentro do Campus e, posteriormente, após a praça Henfil, sob o passeio direito da Avenida Érico Veríssimo até a rotatória com a Rua Elis Regina (Ponto 7 na Figura 1) onde, a partir daí, cruza a referida avenida até o Ponto 8 (Poço de Visita do Emissário da SANASA).

Caracteriza-se por ser um coletor composto por duas tubulações, no qual uma era responsável por coletar e afastar efluentes domésticos e a outra por coletar e afastar efluentes com produtos químicos.

Atualmente, está coletando e afastando apenas efluentes domésticos, tendo uma parcela considerável do seu caminhamento comprometida por rompimentos e entupimentos.

O segundo coletor, de diâmetro 150 mm em cimento amianto (indicado na cor amarela na Figura 1), tem início no Ponto 4 (Figura 1) e tem seu caminhamento inicialmente pelo canteiro central da Avenida Érico Veríssimo até o Ponto 5, onde cruza a avenida até o Ponto 6 continuando seu caminhamento por dentro da Faculdade de Educação Física até o Ponto 8 (Poço de Visita do Emissário da SANASA).

Entretanto, este coletor também está comprometido, ou seja, possui pontos de rompimentos e entupimentos.

Além disso, como é possível verificar na imagem, o coletor de diâmetro 150 mm em manilha de barro passa por baixo de prédios do Instituto de Biologia, em seu trecho inicial. Ressalta-se que quando da execução do coletor, tais construções não existiam.

Neste sentido, considerando todos os empecilhos supracitados, está sendo proposto a execução de um novo coletor, tendo o objetivo de desativar estes coletores existentes. Esta alteração se justifica, principalmente pela dificuldade em se dar manutenção necessária nas rede existentes, bem como em virtude do número acentuado de entupimentos e rompimentos ocorridos nos últimos anos.

O projeto do coletor deverá prever, como apontado no documento intitulado MEMORIAL DESCRITIVO 01/2018, a execução do coletor pelo método não destrutivo (MND), sendo uma parte por furo direcional, em trecho onde não existem coletores, e outra, prevendo a execução do coletor pelo mesmo caminhamento dos existentes.

Entretanto, após a vistoria inicial, acordou-se com a com o GRUPO TÉCNICO DE ACOMPANHAMENTO, que o coletor será feito por um novo caminhamento, em praticamente toda a sua extensão, com exceção do trecho final, entre os pontos 7 e 8 (Figura 1), o qual deverá ser executado pelo mesmo caminhamento por se tratar de uma área com muitas interferências, com destaque para a segurança da rede elétrica que tem seu posteamento sobre a rede existente e questões relativas a manutenção e conservação, onde prevaleceu a recomendação técnica de passar a rede pelo terço da rua.

Além disso, na vistoria inicial supracitada, acordou-se também com a com o GRUPO TÉCNICO DE ACOMPANHAMENTO, tendo em vista a dificuldade para interligar a rede

coletora da Faculdade de Educação Física ao coletor proposto, que deverá ser projetado também, uma rede coletora, pelo mesmo caminhamento do coletor de diâmetro 150 mm em cimento amianto existente, que encaminhará os efluente da referida unidade ao PV da SANASA.

Neste contexto, o novo caminhamento proposto para o coletor está apresentado, em verde, na Figura 2 subsequente. O coletor terá início no cruzamento da Avenida Bertand Russel com Rua Monteiro Lobato tendo seu caminhamento, em seu trecho inicial, no terço esquerdo da Avenida Bertand Russel até a esquina com a Rua Carl Von Linaeus, passando por trás dos prédios do Instituto de Biologia até o Ponto 2. A partir do ponto 2, o caminhamento do coletor será paralelo ao caminhamento dos coletores existentes até o Ponto 3 onde, a partir daí, caminhará pelo terço interno da Avenida Érico Veríssimo (sob a ciclo-faixa), até a interligação no Poço de Visita existente (Ponto 7). A partir do ponto 7, o coletor será executado, pelo mesmo caminhamento, até o Ponto 8 (PV SANASA).

Figura 2. Caminhamento proposto para o Coletor.



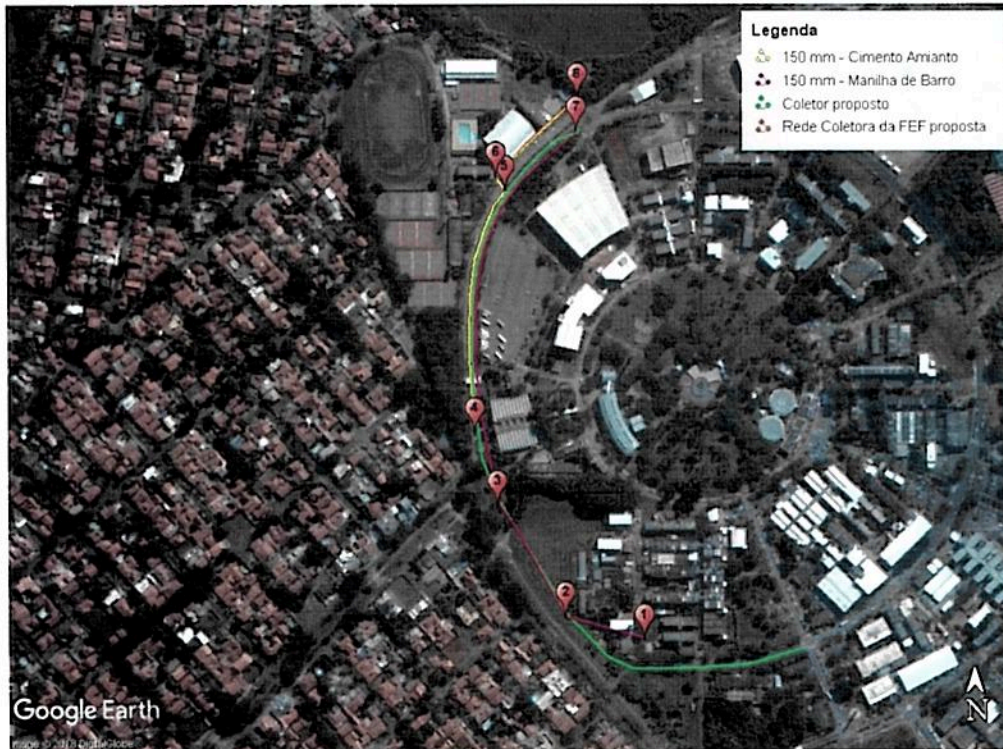
Fonte: Google Earth, 2018.

Para a Rede Coletora da Faculdade de Educação Física, o caminhamento proposto, está apresentado, em laranja, na Figura 2 acima. A rede coletora terá início no Ponto 6 e será

executado pelo mesmo caminhamento da tubulação de diâmetro 150 mm em cimento amianto existente por dentro da Faculdade de Educação Física até o Ponto 8 (PV SANASA).

De modo a elucidar a diferença de caminhamentos entre as tubulações existentes (a serem desativadas) e os novos caminhamentos propostos, apresenta-se a seguir a Figura 3.

Figura 3. Caminhamento dos coletores existentes e o proposto para o novo Coletor.



Fonte: Google Earth, 2018

3. LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

Os serviços de levantamento topográfico foram executados sob responsabilidade da Novaes Engenharia.

Os serviços iniciais da topografia se realizaram sob a coordenação do corpo técnico da Novaes Engenharia no qual orientou o levantamento de pontos em locais pré-estabelecidos como de interesse ao projeto.

O levantamento topográfico foi executado com o equipamento marca STONEX, modelo S8 PLUS que utiliza o Sistema de Navegação Global por Satélite - GNSS (*Global Navigation Satellite System*) para o levantamento de pontos. Todo o levantamento foi referenciado baseado no marco de referência da Universidade Estadual de Campinas denominado "Marco M13" localizado na rotatória da Avenida Érico Veríssimo com as Ruas Elis Regina e Rua Bertand Russel.

Assim sendo, apresenta-se no APÊNDICE I a caderneta de campo, bem como o referido levantamento topográfico executado.

4. SONDAGEM

As sondagens, dentro da área de pertinência para o Coletor, foram fornecidas pela Divisão de Sistemas da Prefeitura da Cidade Universitária "Zeferino Vaz".

Assim sendo, apresenta-se no APÊNDICE II, o mapa contendo a locação dos pontos de sondagem à percussão (SPT) e no ANEXO II os perfis de sondagem.

Tal atividade pretende, do ponto de vista técnico, o reconhecimento das características do subsolo cujas informações direcionarão e definirão os impositivos de projeto para o Coletor tronco.

Foi observada presença de nível d'água em pequenas profundidades do solo ao longo do caminhamento do coletor projetado, mostrando a necessidade de impermeabilizar os Poços de Visitas (PV), bem com prever sistema de desaguamento no momento de escavação das valas para execução das obras.

5. ELABORAÇÃO DE CÁLCULOS INERENTES AOS PROJETOS HIDRÁULICOS

5.1. ESTIMATIVA DE ESGOTO GERADO PELA POPULAÇÃO NA ÁREA DO ESTUDO

5.1.1. POPULAÇÃO DE PROJETO

A avaliação das populações atendidas é condição primordial para a definição de todo e qualquer empreendimento, visto que são elas o ponto de partida para a extrapolação das vazões e volumes necessários ao seu perfeito equacionamento.

Entretanto, diferentemente de bairros residenciais urbanos, que se caracterizam por possuir população residente e, de certa maneira constante, no qual é possível estimar tal população através métodos matemáticos ou distribuição demográfica (parâmetros de ocupação, número de unidade habitacionais, etc) a área de estudo em questão caracteriza-se por ter uma população flutuante e assim sendo, será adotada uma metodologia diferente para a estimativa de vazões.

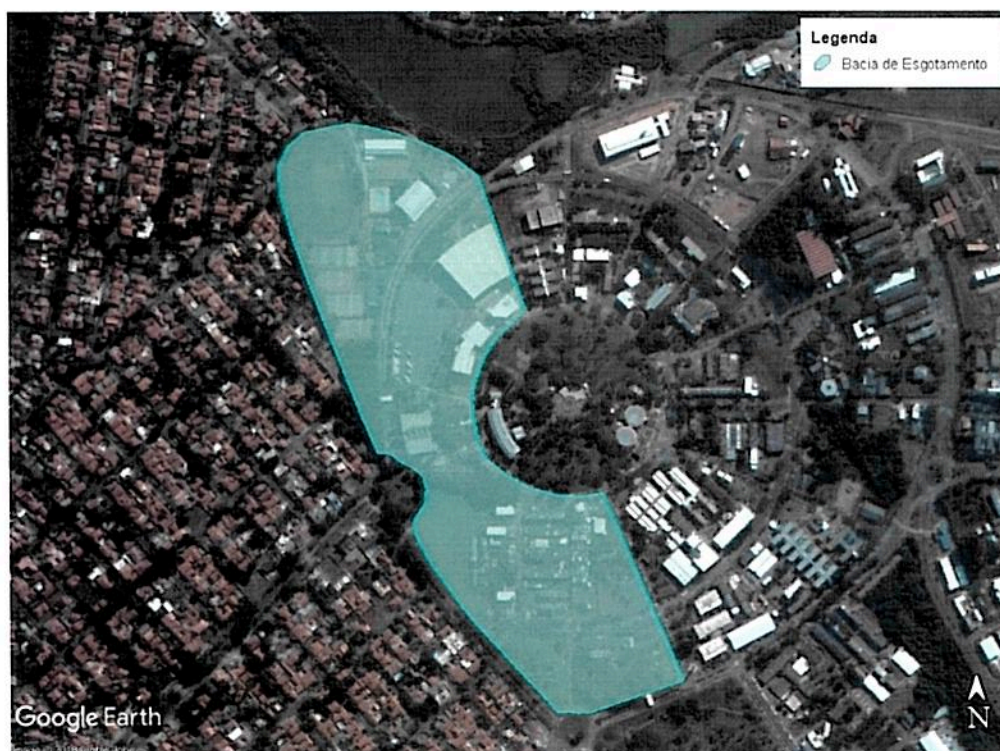
Segundo ALÉM SOBRINHO & TSUTIYA (1999) uma outra forma para se realizar essa avaliação e definir as vazões teóricas de projeto são as informações sobre o consumo de água ou energia elétrica, por exemplo.

Neste sentido, para o cálculo das vazões de projeto de efluentes gerados, a Divisão de Sistemas da Prefeitura da Cidade Universitária "Zeferino Vaz", disponibilizou os dados de consumo micromedido dos prédios localizados dentro da pertinência da área de estudo e a partir destes dados foram definidas as vazões teóricas destes efluentes.

A Planilha de volumes macromedidos, para cada um dos prédios dentro da área de pertinência de esgotamento, é apresentada no ANEXO III.

Neste âmbito, tendo por base a bacia de esgotamento definida, o mapa com a localização dos prédios do Campus, bem como o auxílio de imagens de satélite procurou-se estabelecer parâmetros para a determinação das vazões teóricas relativas à área de interesse deste trabalho. A Bacia de interesse está indicada na Figura 4 subsequente.

Figura 4. Bacia de esgotamento sanitário em estudo na UNICAMP.



Fonte: Google Earth, 2018.

Ressalta-se aqui, que **não haverá contribuição de efluentes externos**. Apenas os efluentes gerados nos prédios do Campus da Universidade Estadual de Campinas, dentro da área de pertinência de esgotamento, serão considerados.

5.1.2. VAZÕES DE PROJETO

No tange o cálculo das vazões de projeto, os parâmetros de projeto a serem adotados para a estimativa teórica de esgoto gerado pela população residente na área do estudo são apresentados no Tabela 1 subsequente.

Tabela 1. Parâmetros de projeto para o cálculo das vazões.

PARÂMETROS DE PROJETOS	
Coefficiente de contribuição de esgoto por uso de água (c/a)	0,8
Coefficiente de máxima vazão diária (k_1)	1,25
Coefficiente de máxima vazão horária (k_2)	1,50
Contribuição de infiltração no sistema (tx_{inf}) (Redes coletoras)	0,1 $l/s.km$
Contribuição de infiltração no sistema (tx_{inf}) (Coletores)	0,1 $l/s.km$

Para realizar o cálculo da vazão média diária de esgoto (Q_{med}) foi utilizada a equação a seguir:

$$Q_{med} = \frac{\frac{C_{micromedido}}{20} \times (e/a)}{H \times 60 \times 60}$$

Onde:

Q_{med} : Vazão média, em l/s

$C_{micromedido}$: Consumo micromedido mensal, em l

e/a : Coeficiente de contribuição de esgoto por uso de água

H: Horas de funcionamento de cada prédio, em h

NOTA:

- I. O Consumo micromedido médio mensal foi dividido por 20, pois a Universidade concentra seu maior funcionamento de Segunda a Sexta-Feira.
- II. Como cada Prédio ou Departamento tem um horário de funcionamento, o consumo médio mensal de cada prédio é dividido pelo número de horas de funcionamento do mesmo. Neste sentido, com exceção da vazão do restaurante universitário, que foi calculada utilizando 4 horas diárias de funcionamento, todas as demais vazões foram calculadas utilizando 8 horas diárias de funcionamento.

Para realizar o cálculo da vazão máxima diária de esgoto ($Q_{m\acute{a}x\ di\acute{a}ria}$) foi utilizada a equação a seguir:

$$Q_{m\acute{a}x\ di\acute{a}ria} = Q_{med} \times k_1$$

Onde:

$Q_{m\acute{a}x\ di\acute{a}ria}$: Vazão máxima diária, em l/s

Q_{med} : Vazão média diária, em l/s

K_1 : Coeficiente de máxima vazão diária

Para realizar o cálculo da vazão máxima horária de esgoto ($Q_{m\acute{a}x\ hor\acute{a}ria}$) foi utilizada a equação a seguir:

$$Q_{m\acute{a}x\ hor\acute{a}ria} = Q_{m\acute{a}x\ di\acute{a}ria} \times k_2$$

Onde:

$Q_{m\acute{a}x\ hor\acute{a}ria}$: Vazão máxima horária, em l/s

$Q_{m\acute{a}x\ di\acute{a}ria}$: Vazão máxima diária, em l/s

K_2 : Coeficiente de máxima vazão horária

Para realizar o cálculo das vazões de infiltração nas redes (Q_{inf}) foi utilizada a equação a seguir:

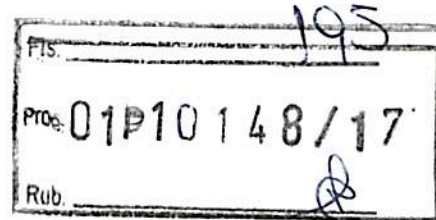
$$Q_{inf} = C \times tx_{inf}$$

Onde:

Q_{inf} : Vazão de infiltração, em l/s

C: Comprimento total da canalização, em km

tx_{inf} : Contribuição de infiltração no sistema, em $l/s.km$



Conforme supracitado, devido à peculiaridade do projeto em questão, as vazões de teóricas de projetos foram calculadas com base na planilha de vazões macromedidas fornecida pela Divisão de Sistemas da Prefeitura da Cidade Universitária "Zeferino Vaz". Além disso, com o auxílio do GRUPO TÉCNICO DE ACOMPANHAMENTO foram definidos os pontos de lançamento em cada Poço de Visita do projeto.

Desta maneira, apresenta-se a seguir os lançamentos, bem como quais prédios contribuem em cada ponto de lançamento.

Tabela 2. Definição dos pontos de lançamento de efluentes.

Ponto de lançamento	Poço de lançamento	Descrição Departamento	Quadra	Prédios
PL 01	PV 01	CECI	20	3,4,5,6,9 e 12
PL 02	PV 02	IB - Geral	19	3, 4, 33, 34
PL 03	PV 03	IB - Geral	19	1,2,5,6,7,8,9,10,11,21,22,37 e 38
PL04	PV 03	Pav. Zoologia	20	2,11,13,16 e 18
PL 05	PV 04	IB - Sala de Aula	19	14,16,17,18 E 28
		Dep. Subst. Tóxicas	18	6,7,8,10,11,12,13,14,22,30,33,34,48,49,50
PL 06	PV 05	IB - Manutenção	18	36
PL 07	PV06	Lab. Sistemas Neurais	18	40
		Lab. Obesidades	18	45
		Lab. Aparelhos Digestivos	18	5
PL 08	PV 08	SIARQ	18	1 e 27
		DCE	18	3
		CLE	18	2 e 31
PL 09	PV 11	RU	17	1, 2 e 11
PL 10	PV 12	Sem informações.		
PL 11	PV 16	BC	17	5
PL 12	PV Existente 12	GMU 1	17	3
		GMU 2	17	3
		Bora	17	12

Fonte: Divisão de Sistemas da Prefeitura da Cidade Universitária "Zeferino Vaz"

Apresenta-se a seguir, com base na planilha de dados de consumo micromedido fornecida pela Divisão de Sistemas da Prefeitura da Cidade Universitária "Zeferino Vaz", os volumes de consumos considerados para cada Ponto de lançamento no projeto.

Tabela 3. Volume médio mensal Macromedido considerado para cada Ponto de lançamento

Ponto de lançamento	Poço de lançamento	Volume médio mensal Macromedido (m³)
PL 01	PV 01	99,21
PL 02	PV 02	230,17
PL 03	PV 03	400,00
PL 04	PV 03	54,35
PL 05	PV 04	427,48
PL 06	PV 05	18,50
PL 07	PV 06	63,27
PL 08	PV 08	92,44
PL 09	PV 11	1.936,67
PL 10	PV 12	-
PL 11	PV 15	167,75
PL 12	PV Existente 12	181,85

Fonte: Divisão de Sistemas da Prefeitura da Cidade Universitária "Zeferino Vaz".

Acrescenta-se a informação de que, no que concerne o cálculo de vazões futuras do sistema, devido à peculiaridade do projeto em questão e a dificuldade de se prever a construção de novos prédios e seus respectivos consumos, a pedido do GRUPO TÉCNICO DE ACOMPANHAMENTO, foi estimado um acréscimo de 20% (vinte por cento) em relação ao consumo atual, para cada ponto de lançamento. Assim sendo, após a realização dos cálculos, são apresentadas nas Tabelas subsequentes as estimativas das vazões teóricas de esgoto gerado pela população na área do estudo.

Tabela 4. Vazões de projeto para o Ponto de lançamento 01 (Contribuição do CECI)

INÍCIO DE PLANO	
Vazão média de esgoto	0,138 l/s
Vazão máxima diária média de esgoto	0,172 l/s
Vazão máxima horária média de esgoto	0,258 l/s
FIM DE PLANO	
Vazão média de esgoto	0,165 l/s
Vazão máxima diária média	0,207 l/s
Vazão máxima horária média	0,310 l/s

Fonte: Dados auferidos pela Novaes Engenharia.

Tabela 5. Vazões de projeto para o Ponto de lançamento 02 (Contribuição do IB – Geral)

INÍCIO DE PLANO	
Vazão média de esgoto	0,320 l/s
Vazão máxima diária média de esgoto	0,400 l/s
Vazão máxima horária média de esgoto	0,599 l/s
FIM DE PLANO	
Vazão média de esgoto	0,384 l/s
Vazão máxima diária média	0,480 l/s
Vazão máxima horária média	0,719 l/s

Fonte: Dados auferidos pela Novaes Engenharia.

Tabela 6. Vazões de projeto para o Ponto de lançamento 03 (Contribuição do IB – Geral)

INÍCIO DE PLANO	
Vazão média de esgoto	0,556 l/s
Vazão máxima diária média de esgoto	0,694 l/s
Vazão máxima horária média de esgoto	1,042 l/s
FIM DE PLANO	
Vazão média de esgoto	0,667 l/s
Vazão máxima diária média	0,833 l/s
Vazão máxima horária média	1,250 l/s

Fonte: Dados auferidos pela Novaes Engenharia.

Tabela 7. Vazões de projeto para o Ponto de lançamento 04 (Contribuição do Pav. Zoologia)

INÍCIO DE PLANO	
Vazão média de esgoto	0,075 l/s
Vazão máxima diária média de esgoto	0,094 l/s
Vazão máxima horária média de esgoto	0,142 l/s
FIM DE PLANO	
Vazão média de esgoto	0,091 l/s
Vazão máxima diária média	0,113 l/s
Vazão máxima horária média	0,170 l/s

Fonte: Dados auferidos pela Novaes Engenharia.

Tabela 8. Vazões de projeto para o Ponto de lançamento 05 (Contribuição do IB - Sala de Aula e Dep. Subst. Tóxicas)

INÍCIO DE PLANO	
Vazão média de esgoto	0,594 l/s
Vazão máxima diária média de esgoto	0,742 l/s
Vazão máxima horária média de esgoto	1,113 l/s
FIM DE PLANO	
Vazão média de esgoto	0,712 l/s
Vazão máxima diária média	0,891 l/s
Vazão máxima horária média	1,336 l/s

Fonte: Dados auferidos pela Novaes Engenharia.

Tabela 9. Vazões de projeto para o Ponto de lançamento 06 (Contribuição do IB – Manutenção)

INÍCIO DE PLANO	
Vazão média de esgoto	0,026 l/s
Vazão máxima diária média de esgoto	0,032 l/s
Vazão máxima horária média de esgoto	0,048 l/s
FIM DE PLANO	
Vazão média de esgoto	0,031 l/s
Vazão máxima diária média	0,039 l/s
Vazão máxima horária média	0,058 l/s

Fonte: Dados auferidos pela Novaes Engenharia.

Tabela 10. Vazões de projeto para o Ponto de lançamento 07 (Contribuição do Lab. Sistemas Neurais, Lab. Obesidades e Lab. Aparelhos Digestivos)

INÍCIO DE PLANO	
Vazão média de esgoto	0,088 l/s
Vazão máxima diária média de esgoto	0,110 l/s
Vazão máxima horária média de esgoto	0,165 l/s
FIM DE PLANO	
Vazão média de esgoto	0,105 l/s
Vazão máxima diária média	0,132 l/s
Vazão máxima horária média	0,198 l/s

Fonte: Dados auferidos pela Novaes Engenharia.

Tabela 11. Vazões de projeto para o Ponto de lançamento 08 (Contribuição do SIARQ, DCE e CLE)

INÍCIO DE PLANO	
Vazão média de esgoto	0,128 l/s
Vazão máxima diária média de esgoto	0,160 l/s
Vazão máxima horária média de esgoto	0,241 l/s
FIM DE PLANO	
Vazão média de esgoto	0,154 l/s
Vazão máxima diária média	0,193 l/s
Vazão máxima horária média	0,289 l/s

Fonte: Dados auferidos pela Novaes Engenharia.

Tabela 12. Vazões de projeto para o Ponto de lançamento 09 (Contribuição do Restaurante Universitário)

INÍCIO DE PLANO	
Vazão média de esgoto	5,380 l/s
Vazão máxima diária média de esgoto	6,725 l/s
Vazão máxima horária média de esgoto	10,087 l/s
FIM DE PLANO	
Vazão média de esgoto	6,456 l/s
Vazão máxima diária média	8,069 l/s
Vazão máxima horária média	12,104 l/s

Fonte: Dados auferidos pela Novaes Engenharia.

Tabela 13. Vazões de projeto para o Ponto de lançamento 10

INÍCIO DE PLANO	
Vazão média de esgoto	- l/s
Vazão máxima diária média de esgoto	- l/s
Vazão máxima horária média de esgoto	- l/s
FIM DE PLANO	
Vazão média de esgoto	- l/s
Vazão máxima diária média	- l/s
Vazão máxima horária média	- l/s

Fonte: Dados auferidos pela Novaes Engenharia.

Tabela 14. Vazões de projeto para o Ponto de lançamento 11 (Contribuição da Biblioteca Central)

INÍCIO DE PLANO	
Vazão média de esgoto	0,233 l/s
Vazão máxima diária média de esgoto	0,291 l/s
Vazão máxima horária média de esgoto	0,437 l/s
FIM DE PLANO	
Vazão média de esgoto	0,280 l/s
Vazão máxima diária média	0,349 l/s
Vazão máxima horária média	0,524 l/s

Fonte: Dados auferidos pela Novaes Engenharia.

Tabela 15. Vazões de projeto para o Ponto de lançamento 12 (Contribuição do GMU 1, GMU 2 e Bora)

INÍCIO DE PLANO	
Vazão média de esgoto	0,253 l/s
Vazão máxima diária média de esgoto	0,316 l/s
Vazão máxima horária média de esgoto	0,474 l/s
FIM DE PLANO	
Vazão média de esgoto	4,657 l/s
Vazão máxima diária média	5,822 l/s
Vazão máxima horária média	8,733 l/s

Fonte: Dados auferidos pela Novaes Engenharia.

No que concerne ao ponto de lançamento 10, observa-se na Tabela 13 que não consta vazões de lançamento neste ponto. Isto se dá pelo fato de que, por se tratar de redes de coletas de esgoto muito antigas, não é possível definir os prédios que lançam os efluentes naquele ponto.

Entretanto, enfatiza-se que essas vazões já estão sendo computadas em algum ponto de lançamento a montante, tendo em vista que os cálculos das vazões foram feitas com base no consumo de água macromedidor, fornecido pela Divisão de Sistemas da Prefeitura da Cidade Universitária "Zeferino Vaz".

5.2. DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DO COLETOR

Para a realização dos cálculos hidráulicos do coletor, utilizou-se os seguintes parâmetros, apresentados no Tabela 16.

Tabela 16. Parâmetros de projeto para os coletores

PARÂMETROS DE PROJETOS	
Declividade mínima adotada	0,50 %
Diâmetro mínimo de tubulação adotado	150 mm
Profundidade mínima do coletor em relação à geratriz superior	0,90 m
Velocidade máxima de escoamento	5,00 m/s
Lâmina d'água máxima (y/D)	0,75
Tensão trativa mínima	1,00 Pa
Distância máxima entre singularidades	100,00 m

Fonte: NBR 9649:1986

OBS:

- **Profundidade mínima do coletor:** a normativa brasileira NBR 14486:2000 recomenda que, recobrimento mínimo seja de 0,90 m para coletor assentado no leito da via de tráfego, ou de 0,65 m para coletor assentado no passeio.
- **Velocidade de escoamento:** a normativa brasileira NBR 9649:1986 recomenda que, para cada trecho, seja verificado, pelo critério de velocidade média, o valor máximo de 5,0 m/s, calculado para vazão final (Q_f) nunca superior a velocidade crítica (v_c).
- **Tensão trativa:** a normativa brasileira NBR 9649:1986 recomenda que, para cada trecho, seja verificado, pelo critério de tensão trativa média, o valor mínimo $\sigma = 1,0$ Pa, calculada para vazão inicial (Q_i) e para coeficiente de *Manning* $n = 0,013$.
- **Lâmina d'água:** a normativa brasileira NBR 9649:1986 recomenda que as lâminas d'água sejam sempre calculadas admitindo o escoamento em regime uniforme e permanente, sendo o seu valor máximo, para vazão final (Q_f), igual ou inferior a 75 % do diâmetro do coletor. Além disso, cita que quando a velocidade final (v_f) é superior à velocidade crítica (v_c), a maior lâmina admissível seja 50 % do diâmetro do coletor, assegurando-se a ventilação do trecho.
- **Singularidades:** foram adotados Poços de Visitas. A distância máxima entre PVs utilizada foi igual a 100 m, mas sendo aceitável até 110 m em casos excepcionais.

As canalizações do sistema de coleta e afastamento de esgoto sanitário operam como condutos livres parcialmente cheios. As vazões ao longo das canalizações não são constantes. Deste modo, as vazões de jusantes são sempre maiores que as vazões de montantes.

O escoamento do esgoto em um conduto é admitido, para efeito de cálculo, em regime permanente e uniforme. Desta maneira, não são consideradas, em cada trecho do conduto, as variações de vazão devido à contribuição do líquido recebido ao longo dele.

Nesta situação, para efeito de cálculos, as características hidráulicas (lâmina d'água (h), vazão (Q) e velocidade de escoamento (v)) são constantes no tempo (regime permanente) e ao longo do percurso (regime uniforme).

5.2.1. EQUAÇÃO DE CHEZY

A equação de *Chezy* é a mais consagrada e difundida internacionalmente para o dimensionamento de hidráulico dos canais abertos. Essa expressão é dada por:

$$v = C \times \sqrt{R_H \times I}$$

Onde:

- v - é a velocidade do escoamento, em m/s;
- C - é o coeficiente de *Chezy*;
- R_H - é o raio hidráulico, em m;
- I - é a declividade do trecho, em m/m.

5.2.2. EQUAÇÃO DE MANNING

A equação de *Manning* é utilizada para calcular o coeficiente utilizado na fórmula de *Chezy* supracitada. Essa expressão é dada por:

$$C = \frac{1}{n} \times R_H^{1/6}$$

Onde:

- C - é o coeficiente de *Chezy*;
- n - é o coeficiente de rugosidade de *Manning*;
- R_H - é o raio hidráulico, em m.

O coeficiente de rugosidade **n** de *Manning* depende do diâmetro, da forma e material da tubulação, da lâmina líquida e das características do esgoto. Entretanto, tem sido normalmente utilizado, em escoamento de esgoto, o valor **0,013**. Isso de dá, ao fato de que,

no início do plano, a vazão é tão pequena que isto não influenciará negativamente e, com o passar do tempo, formar-se-á uma película de limo nas paredes da tubulação tornando-as uma superfície uniforme e permanente onde a rugosidade das tubulações de esgoto serão as mesmas independente do material.

5.2.3. EQUACÃO DO RAIOS HIDRÁULICO

O raio hidráulico é um parâmetro importante no dimensionamento de canais, dutos, tubos e outros componentes das obras hidráulicas. É comumente usado para se estimar o raio de tubos e canais com secção transversal não circular e é a razão entre a área molhada e o perímetro molhado. A expressão do raio hidráulico é dado por:

$$R_H = \frac{A_{molhada}}{P_{molhado}}$$

Onde:

R_H - é o raio hidráulico, em m;

$A_{molhada}$ - é a área da seção transversal molhada, em m^2 ;

$P_{molhado}$ - é perímetro da seção transversal molhado, em m.

5.2.4. EQUACÃO DA CONTINUIDADE

Para a hipótese de regime permanente previamente adotado e, além disso, com um fluido incompressível, ou seja, de densidade constante, teremos uma vazão (Q) sempre constante.

Assim sendo, temos uma equação da continuidade dada por:

$$Q = v \times A$$

Onde:

Q - é a vazão do escoamento, em m^3/s ;

v - é a velocidade do escoamento, em m/s ;

A - é a área da seção transversal do escoamento, em m^2 .

5.2.5. EQUACÃO DE CHEZY COM COEFICIENTE DE MANNING

Portanto, com base nas equações supracitadas, das equações de *Chezy*, *Manning*, do raio hidráulico e da continuidade, resulta na equação subsequente, utilizada para o cálculo da vazão e velocidade.

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times R_H^{2/3} \times \sqrt{I}$$

Onde:

Q - é a vazão do escoamento, em m³/s;

n - é o coeficiente de rugosidade de Manning;

A - é a área da seção transversal do escoamento, em m².

R_H - é o raio hidráulico, em m;

I - é a declividade do trecho, em m/m.

5.2.6. DIÂMETRO MÍNIMO

O diâmetro mínimo é aquele capaz de transportar a vazão máxima final e é determinado pela expressão aproximada a seguir.

$$\phi_{min} = \left(0,0463 \times \frac{Q_f}{\sqrt{I}} \right)^{0,375}$$

Onde:

Ø_{min} - é o diâmetro mínimo, em mm;

Q_f - é a vazão final, em l/s;

I - é a declividade do trecho, em m/m.

5.2.7. TENSÃO TRATIVA

Tradicionalmente, em diversos países, admite-se que a ação de auto-limpeza em coletores de esgoto sanitário, para enfrentar o aspecto de deposição de materiais sólidos, é obtida pela manutenção de uma velocidade mínima de escoamento independente da tubulação.

No Brasil, devido ao fato de que o mecanismo básico da ação de auto-limpeza ser uma força hidromecânica exercida sobre as paredes do conduto pelo escoamento do esgoto, tem sido utilizado a tensão trativa ou tensão de arraste para o dimensionamento das tubulações e é dado pela fórmula:

$$\sigma = \gamma \times R_H \times I$$

em que:

σ - é a tensão trativa, em Pa;

γ - peso específico do líquido, em N/m³;

R_H - é o raio hidráulico, em m;

I - é a declividade da tubulação, em m/m.

5.2.8. DECLIVIDADES

5.2.8.1. DECLIVIDADE MÍNIMA

A declividade mínima admissível é aquela que atende ao critério de tensão trativa média de valor mínimo $\sigma = 1,0$ Pa, calculada para vazão inicial (Q_i).

A declividade mínima que satisfaz essa condição pode ser determinada pela expressão aproximada a seguir.

$$I_{min} = 0,0055 \times Q_i^{-0,47}$$

Onde:

I_{min} - é a declividade mínima, em m/m ;

Q_i - é a vazão inicial, em l/s ;

5.2.8.2. DECLIVIDADE MÁXIMA

A declividade máxima admissível é aquela que atende ao critério de velocidade final máxima $v_f = 5,0$ m/s, calculada para vazão final (Q_f).

A declividade máxima que satisfaz essa condição pode ser determinada pela expressão aproximada a seguir.

$$I_{max} = 4,65 \times Q_f^{-0,667}$$

Onde:

I_{max} - é a declividade máxima, em m/m ;

Q_f - é a vazão final, em l/s ;

5.2.9. VELOCIDADE CRÍTICA

Dependendo da turbulência e da velocidade do escoamento poderá haver entrada de bolhas de ar na superfície do líquido. A mistura ar-água ocasiona um aumento na altura da lâmina d'água, sendo importante verificar se a tubulação ainda está trabalhando com conduto livre.

Neste caso, a velocidade máxima final (v_f), calculada para a vazão final (Q_f) deve ser sempre inferior à velocidade crítica (v_c), expressa por:

$$v_c = 6 \times \sqrt{g \times R_H}$$

Onde:

v_c - é a velocidade crítica, em m/s ;

g - é a aceleração da gravidade, em m/s^2 ;

R_H - é o raio hidráulico, em m.

Todos os cálculos hidráulicos inerentes ao dimensionamento do Coletor tronco de esgoto IB (Instituto de Biologia) e RU (Restaurante Universitário) até a interligação ao emissário da SANASA são apresentados no APÊNDICE III deste texto.

Ressalta-se aqui que, a pedido do GRUPO TÉCNICO DE ACOMPANHAMENTO, foi considerado uma tubulação com diâmetro acima do qual atenderia as vazões de projeto utilizadas nos cálculos. Isso se deve, principalmente, à peculiaridade do projeto em questão e a dificuldade de se prever a construção de novos prédio e seus respectivos consumos.

Além disso, se justifica também, pelo fato de se tratar de redes coletoras muito antigas no qual pode ser que existam lançamentos irregulares de águas pluviais, e neste sentido, o coletor será capaz de conduzir essas vazões.

No caso, foi considerado a utilização de tubulação com diâmetro de 250 mm em toda a sua extensão, exceto no último trecho no qual será substituída uma tubulação com diâmetro de 300 mm.

6. ELABORAÇÃO DOS PROJETOS HIDRÁULICOS DO COLETOR

Os projetos hidráulicos e detalhamentos do coletor tronco de esgoto IB (Instituto de Biologia) e RU (Restaurante Universitário) até a interligação ao emissário da SANASA, bem como da rede coletora de esgoto da Faculdade de Educação Física e demais detalhamentos, são apresentados no APÊNDICE IV.

6.1. MEMORIAL TÉCNICO

Este documento estabelece as especificações mínimas técnicas, que deverão ser adotadas e seguidas para a implantação do interceptor de esgoto. Na sequência é apresentado o memorial descritivo para a implantação do interceptor ora projetado.

6.1.1. SERVIÇOS PRELIMINARES E GERAIS

6.1.1.1. CANTEIROS, E INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS E PLACA DE OBRA

Define-se como instalação de canteiro de obras, os trabalhos a serem referentes à mobilização e manutenção do canteiro de obras, no local onde se desenvolverão os serviços contratados, bem como as instalações para fiscalização. A mobilização consistirá do transporte, colocação e montagem, no local das obras, de todo o equipamento, inclusive os de segurança e mão-de-obra necessários à execução dos serviços contratados, de acordo com os cronogramas propostos, a construção e manutenção das instalações do canteiro. Na entrada do canteiro de obras, e em local a ser definido pela fiscalização, deverá ser fixada as placas institucionais padronizadas.

O canteiro de obras deverá ser cercado com alambrado em mourões de concreto "t", altura livre 2m, espaçados a cada 2m, com tela de arame galvanizado, fio 14 bwg e malha quadrada 5x5cm e fechado com portão em tela arame galvanizado n.12 malha 2" e moldura em tubos de aço com duas folhas de abrir.

O canteiro de obras deverá ter ligações provisórias de energia elétrica, água e esgoto. A contratante disponibilizará pontos de água e esgoto para instalação do Canteiro de obras, sendo responsabilidade da contratada realizar as conexões e derivações necessárias. A contratada é a responsável por qualquer instalação provisória necessária para a execução da obra e as mesmas deverão atender integralmente a NR-18 e NR-24.

As instalações do canteiro de obras deverão ser feitas por meio de abrigos provisórios metálicos tipo contêineres, com dimensões mínimas de 6,20 m x 2,50 m, que atendam as

normas NR 18 e NR24, com exceção do refeitório que deverá ser feito em estrutura de madeira, com dimensões de 6,20 x 5,00.

Deverão constar no canteiro de obras minimamente: (i) 01 contêiner tipo sanitário com 02 vasos, 01 lavatório, 01 mictório e 04 chuveiros com instalação elétrica; (ii) 01 contêiner tipo escritório; (iii) 01 contêiner tipo depósito e (iv) refeitório.

A contratada deverá elaborar um “croqui” do canteiro de obras e apresentar à fiscalização da contratante para aprovação, contemplando área necessária para as instalações: sanitárias, vestiário, escritório, refeitório, área para estoque de materiais e área para colocação de caçamba “bota-fora” apenas para entulho comum. Enfatiza-se que não poderão ser estocados materiais fora da área do canteiro de obras.

Quando encerrada a obra, o local do canteiro de obra deverá estar completamente limpo, inclusive com retirada de entulhos e recomposição da grama e/ou pavimento.

6.1.1.2. LIMPEZA PERMANENTE DA OBRA

A obra deverá ser mantida permanentemente limpa. Deverá ser efetuada a limpeza da obra, na extensão das vias em intervenção, com varrição e transporte de entulhos para destinação adequada.

6.1.1.3. DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO E SEGURANÇA

A obra deve estar suprida de todos os materiais e equipamentos necessários para garantir a segurança e higiene dos operários e a dos pedestres.

Antes de executar qualquer serviço é prioridade a sinalização do local a ser trabalhado. Somente após o isolamento e interdições necessárias é que poderá ser iniciada a execução dos serviços. Enfatiza-se que a sinalização de trânsito é de responsabilidade da contratada.

A sinalização de trânsito é o conjunto de sistemas de segurança, equipamentos e serviços destinados à orientação do trânsito de veículos e/ou pessoas nas áreas e vias dos locais de obras, sinalizando-as para proteger os trabalhadores e evitar acidentes com veículos e pedestres durante a sua execução.

Previamente ao início dos trabalhos, a contratada deverá elaborar e apresentar um plano de interdição de vias, contendo o projeto com os elementos de interdição (sinalização visual, barreiras físicas, pessoal de apoio, desvios, etc) para a aprovação da UNITRANSP. Somente após a aprovação será permitido o início dos trabalhos.

A sinalização deverá obedecer às exigências dos órgãos públicos, conforme padrões legais, inclusive durante os períodos noturnos, com a colocação de dispositivos de segurança ao longo das valas abertas e/ou locais que possam representar perigo aos pedestres e veículos em trânsito. Em vias de circulação de veículos a sinalização deverá ser do tipo luminosa.

Ao longo das obras deverão ser providenciadas faixas de segurança para livre trânsito de pedestres, especialmente junto a escolas, prédios públicos, hospitais e outros pontos de concentração de pessoas, em perfeitas condições de segurança durante o dia e a noite. Periodicamente os equipamentos deverão sofrer manutenção na sua estrutura e pintura, de forma garantir a sua estabilidade, limpeza e visibilidade nos serviços noturnos.

Nos locais em que houver interrupção de fluxo e possibilidade de desvio de trânsito, ficará a cargo da contratada instalação de placas orientativas. As vias de acesso fechadas ao trânsito deverão ser protegidas com barreiras e com a devida sinalização (de acordo com o CTB - Código de Trânsito Brasileiro) e indicações de desvio, devendo, durante a noite, ser iluminadas e, em casos especiais, deverão ser postadas vigias ou sinaleiros, devidamente equipados.

A liberação da área interditada ocorrerá somente após a contratada concluir todos os serviços realizados no local, limpar e remover todo entulho gerado.

6.1.2. ABERTURA DE VALAS (POÇOS DE VISITAS)

A abertura das valas para os poços de visita deverá ser realizada com o auxílio de retroescavadeira, após o corte do asfalto com equipamento apropriado e rompimento do asfalto com rompedores pneumáticos, com dimensões na superfície de 3,0 m x 3,0 m e no fundo de 1,5 m x 1,5 m pela profundidade especificada em projeto formando um tronco de pirâmide.

O entulho e a terra provenientes da abertura das valas deverão ser acomodados em caçambas tipo “tira entulho” sendo enviadas a um bota fora assim que estiverem com sua capacidade esgotada.

Ao término da jornada de trabalho as valas deverão ser recobertas com chapas metálicas apropriadas à passagem de veículos liberando toda a área da rua para o tráfego.

O tamponamento provisório será de responsabilidade da contratada, inclusive sob suas despesas.

Para abertura da vala sobre canteiro, calçamento ou demais áreas seguir a mesma orientação para retirada da terra entulho, bem como fechamento provisório da vala após jornada de trabalho.

6.1.3. IMPLANTAÇÃO DA TUBULAÇÃO DE ESGOTO SANITÁRIO

Conforme supracitado, toda a execução do coletor e suas interligações, bem como da rede coletora da Faculdade de Educação Física, deverá ser pelo método não destrutivo (MND), sendo uma parte por furo direcional, em trecho onde não existem tubulações implantadas, e outra, prevendo a execução do coletor pelo mesmo caminhamento das tubulações existentes.

Os Métodos Não Destrutivos (MND) são definidos como sendo uma família de métodos, equipamentos e materiais utilizados para a construção, recuperação, substituição de infraestruturas subterrâneas, com o mínimo ou nenhuma escavação da superfície e mínima interferência no tráfego, no comércio e em outras atividades locais (DEZOTTI, 2008).

A instalação da tubulação deverá obedecer às cotas e direcionamento indicados no projeto executivo bem como as exigências das normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e normas internacionais compatíveis para o caso, quando não existir a norma brasileira correspondente.

Os equipamentos, componentes e fluidos de perfuração deverão ser compatíveis com a execução dos serviços de perfuração e ao puxe do tubo, e atender a metodologia a seguir detalhada.

6.1.3.1. MÉTODO NÃO DESTRUTIVO – FURO DIRECIONAL

Perfuração direcional é um processo de instalação subterrânea, sem abertura de valas que consiste na execução, primeiramente, de um furo piloto utilizando-se uma sonda perfuratriz que tem um giro de 180° e pode ser inclinada de 15° a 45°, o que proporciona possibilidade de adaptação às mais diversas situações, com grande mobilidade e, posteriormente, o alargamento deste furo através de um alargador que é puxado no sentido contrário ao do furo piloto arrastando com ela a nova tubulação.

Deverá ser observado antes do início dos serviços, a disponibilidade de espaço físico para a sonda perfuratriz e lançamento da tubulação, uma vez que o grande comprimento dos tubos já soldados prontos para lançamento exige extensa área para seu posicionamento.

6.1.3.1.1. MAPEAMENTO DO SUBSOLO

Tomando-se por base o projeto executivo, preliminarmente deverá ser feito um mapeamento com a utilização de georadar ou equipamentos como locadores de massa metálica, locadores de tubulação metálica e cabo energizado, locador de tubulação não metálica, “pipelocator”, ou outros similares de todas as interferências subterrâneas existentes no subsolo para posterior detalhamento do plano de furo para que se inicie a perfuração, levando se em conta a topografia do terreno, exigência de projeto, condições do solo, entre outras para o posicionamento da máquina.

Para o mapeamento a contratada deve considerar também a existência de outras instalações subterrâneas, eventualmente não indicas no projeto ou ainda indicadas de forma parcial, fracionada e incompleta, bem como inspeções visuais abrindo caixas subterrâneas.

6.1.3.1.2. FURO PILOTO

Nesta operação deverá ser utilizada uma cabeça de perfuração, que possibilite o seu direcionamento em qualquer direção, escavando o solo através de jatos de lama bentonítica em alta pressão.

O monitoramento da perfuração deverá ser efetuado através de um transmissor instalado no corpo da cabeça de perfuração, em constante comunicação com um receptor na superfície, que indica a profundidade, a direção, a inclinação e a posição da cabeça de perfuração.

O equipamento deverá permitir o direcionamento da perfuração conforme o Plano de Furo pré-estabelecido, com eventuais correções no percurso, caso necessário. A perfuração avança com a inserção de hastes de aço que vão sendo acopladas umas as outras até a conclusão do furo piloto.

6.1.3.1.3. ALARGAMENTO

Ao atingir o ponto final da perfuração (poço de saída) a broca deverá ser substituída pelo alargador, que percorrendo o caminho inverso ao da cabeça de perfuração fará o alargamento do furo piloto executado inicialmente.

Neste processo deverão ser utilizados tantos alargadores quantos necessários, dependendo do diâmetro do tubo a ser instalado, até que o diâmetro do furo seja compatível com a tubulação a ser instalada.

O alargador também deverá lançar jatos de lama bentonítica em alta pressão para, além de auxiliar na escavação, estabilizar as paredes do túnel, formar uma camada protetora e lubrificar a puxada do tubo.

6.1.3.1.4. INSTALAÇÃO DA TUBULAÇÃO

Após concluído o alargamento do furo piloto, resultando em um túnel de diâmetro compatível ao da tubulação a ser instalada, esta deverá ser acoplada ao último alargador utilizado e ao mesmo tempo em que a tubulação vem sendo puxada e instalada e as hastes de aço inseridas na execução do furo piloto vão sendo retiradas pelo equipamento.

6.1.3.1.5. MONTAGEM DA TUBULAÇÃO

Simultaneamente ou previamente à execução do furo, deverá ser feita a montagem da tubulação. As barras de tubo de PEAD, com 6 ou 12 metros cada, deverão ser unidas através de solda de topo pelo processo de termofusão.

6.1.3.2. MÉTODO NÃO DESTRUTIVO – MESMO CAMINHAMENTO

O método não destrutivo pelo mesmo caminhamento é um processo de instalação subterrânea, sem abertura de valas, que consiste na substituição de trechos de tubulação existente por uma nova, de maior ou igual diâmetro e no mesmo caminhamento.

A operação típica consiste na inserção de uma ferramenta com formato cônico (cabeça de fragmentação) no interior da tubulação a ser substituída, a partir do poço de partida, e puxada ou empurrada para o poço de recepção. À medida que a cabeça de fragmentação percorre a existente, ela promove o arrebentamento do tubo e deslocamento dos seus fragmentos para o entorno. Simultaneamente um novo tubo é puxado para o espaço deixado pela operação de expansão.

6.1.3.2.1. INSTALAÇÃO DAS HASTES

As hastes (barras de tração) deverão ser inseridas por dentro da tubulação antiga no sentido contrário ao qual será inserida a ferramenta de quebra/corte. Assim que se atinge a outra extremidade do trecho a ser substituído, a ponta da haste será conectada à cabeça da ferramenta de quebra/corte.

6.1.3.2.2. DESTRUIÇÃO DA REDE ANTIGA

Deverá ser utilizado um equipamento hidráulico com capacidade compatível para puxar as hastes (barras de tração). Elas arrastam a ferramenta de quebra/corte e, com ela, a tubulação nova.

6.1.3.2.3. INSTALAÇÃO DA TUBULAÇÃO

A tubulação nova acompanha a ferramenta de quebra/corte e é puxada diretamente da bobina de transporte. A instalação da nova tubulação é concluída assim que a cabeça usada para quebrar/cortar a rede antiga completa o trecho do trabalho.

6.1.3.2.4. MONTAGEM DA TUBULAÇÃO

Simultaneamente ou previamente à execução do furo, deverá ser feita a montagem da tubulação. As barras de tubo de PEAD, com 6 ou 12 metros cada, deverão ser unidas através de solda de topo pelo processo de termofusão.

6.1.4. POÇOS DE VISITA

Para os poços de visita com profundidades até 2,00 m, os mesmos deverão ser executados em aduelas de concreto pré-moldados, com diâmetro interno de 1,00 m e rejuntadas internamente e externamente com argamassa de cimento e areia, no traço 1:2. As aduelas deverão ser assentadas sobre uma laje de concreto armado de 15 cm de altura que por sua vez deverá ser executada sobre uma camada de 15 cm de lastro de concreto magro.

Entre uma aduela e outra, deverão ser instaladas juntas elásticas com anéis fabricados com borracha flexível com comprimento e espessura compatível com as dimensões das aduelas nos quais serão aplicados de forma a garantir a estanqueidade do conjunto nas condições de ensaio e uso, conforme especificações da Norma Técnica Sabesp NTS 044.

O anel de borracha utilizado entre as aduelas deve apresentar as seguintes características:

- Resistência à tração: Deve ser superior ou igual a 10,5 MPa,
- Alongamento de ruptura: Deve ser igual ou superior a 350%,
- Dureza (Graus Shore A): Deve atender a três faixas - $(45 \pm 5)^\circ$; $(55 \pm 5)^\circ$; $(65 \pm 5)^\circ$,

- Deformação permanente à compressão: Deve ser igual ou inferior a 25%. Ensaio realizado a 70°C por 22 horas,

Para os poços de visita com profundidades superiores à 2,00 m, os mesmos deverão ser executados em caixas de alvenaria estrutural com laje retangular com abertura excêntrica, devendo ser reforçada quando necessário. A caixa de alvenaria estrutural deverá ser construída sobre uma laje de concreto armado de 15 cm de altura que por sua vez deverá ser executada sobre uma camada de 15 cm de lastro de concreto magro.

Além disso, deverão ter escada marinheiro embutida. A escada marinheiro deverá receber pintura de 01 (uma) demão a base de primer epóxi, com média de 80 micrômetros de espessura seca em toda e posteriormente o acabamento deverá ser feito através de 02 (duas) demãos de tinta à base de poliuretano alifático na cor a ser definida pela contratante, com 35 micrômetros de espessura de filme seco cada demão, totalizando uma espessura final de revestimento com 150 micrômetros de filme seco.

As faces, interna e externa, dos poços de visitas deverão ser revestidas com argamassa de cimento e areia fina, traço 1:3, sendo que internamente será impermeabilizado com cimento cristalizante base acrílica e externamente com impermeabilização betuminosa. O fundo dos poços de visita também deverão ser impermeabilizados com cimento cristalizante.

As camadas de fundo concordarão em forma e declividade com os coletores que por eles passarão (fundo canaleta com direcionamento do fluxo, evitando acúmulo de efluente e detritos no fundo dos mesmos). As canaletas não terão cantos e saliências propícias ao depósito de materiais sólidos dos esgotos, com altura igual a 2/3 da altura do tubo.

Os poços de visita deverão ser tampados com tampa de ferro fundido - ϕ 600 mm, com sistema de dobradiça, trava de segurança, anel de vedação anti-odor e resistência para auto tráfego conforme determinação da norma vigente.

Todos os poços de visita existentes envolvidos no escopo do projeto, conforme indicados no mesmo, deverão ser reconstruídos com materiais novos, conforme supra especificado. Além disso, todas as interligações existentes nos mesmos deverão ser refeitas.

Será de responsabilidade da contratada garantir a continuidade do serviço de coleta e afastamento do esgoto durante a reconstrução dos PVs existentes, prevendo inclusive, o uso de caminhão tipo "limpa fossa", se necessário.

Não será admitido o encaminhamento dos efluentes a outro local que não seja a rede de esgoto.

6.1.5. REATERRO

Como as obras serão executas pelo método não destrutivo, somente ocorrerá aterro nos locais onde serão abertas as valas para adentrar com os equipamentos para perfuração, sendo que nestas valas após a execução dos tubos serão executados Poços de Visitas. Assim, serão realizados aterros somente nas laterais dos poços de visita, nas valas abertas para execução dos serviços.

O aterro será executado a partir do fundo da vala, com material selecionado das escavações, que foi depositado lateralmente à vala, isento de pedras, pedriscos, folhas, gravetos, papéis, plásticos, etc., compactado mecanicamente, em camadas de espessura máxima de 20 cm, até a cota da base do pavimento.

No caso de valas de Poços de visitas executados sob o leito carroçável, deverá ser efetuada a compactação mecânica a 95% do Proctor, utilizando-se equipamento apropriado.

No caso do material proveniente da escavação não se prestar para a execução do aterro, será substituído por material adequado, proveniente de empréstimo, que deve ser previamente qualificado e aprovado pelo engenheiro responsável pela obra.

Após a execução do aterro, remover ao bota-fora todo o material proveniente da escavação não utilizado.

6.1.6. ESGOTAMENTO

6.1.6.1. ESGOTAMENTO POR BOMBAS SUBMERSÍVEIS

Quando houver necessidade de pequenos rebaixamentos ou quando a escavação atingir o lençol de água, fato que poderá criar obstáculos à perfeita execução da obra dever-se-á ter o cuidado de manter o fundo das valas permanentemente drenado, impedindo-se que a água se acumule no interior das mesmas. O bombeamento deve prolongar-se até que seja procedido o reaterro.

Serão feitas, no fundo das valas, valetas laterais fora da área de obras, para que a água seja coletada pelas bombas em pontos adequados. Os crivos das bombas deverão ser colocados em pequenos poços dentro das referidas valetas. Para evitar erosão, recobrir-se-ão os crivos com brita.

A água retirada deverá ser encaminhada para a galeria de águas pluviais ou vala mais próxima, por meio de calhas ou condutos, a fim de evitar o alagamento das superfícies vizinhas ao local de trabalho.

6.1.6.2. REBAIXAMENTO DE LENÇOL FREÁTICO

Os locais da implantação do sistema de rebaixamento do lençol freático deverão atender às indicações dos desenhos de projeto e instruções da Fiscalização.

Todas as escavações deverão ser mantidas secas através de sistema adequado de rebaixamento de lençol freático.

No caso de aplicação de rebaixamento de lençol freático por sistema de ponteiros a vácuo, a escavação abaixo do nível original do lençol só poderá ser executada após a comprovação do perfeito funcionamento e rendimento do sistema através de indicadores de nível.

Se o nível estático d'água situar-se a uma cota superior em mais de 1,00 m ao fundo da escavação, será feito o rebaixamento parcial do nível d'água até cerca de 1,00 m acima do fundo da escavação, mantendo-o seco com o auxílio também do bombeamento direto.

Nos casos em que a escavação for executada em solos arenosos ou siltosos, onde tais solos constituam a cota de fundo, somente será permitido o uso de rebaixamento do nível d'água através de ponteiros ou poços filtrantes, com eventual uso de vácuo.

A adoção do sistema de rebaixamento do lençol freático, com instalação montada dentro da escavação, somente será permitida se este não interferir nos trabalhos de execução das obras, nem prejudicar os serviços de reaterro. Este sistema de rebaixamento deve ser executado de maneira a poder funcionar com total eficiência até a execução das obras de reaterro acima da cota prevista.

As instalações de bombeamento para o rebaixamento do lençol, uma vez instaladas, funcionarão sem interrupção (24 horas por dia) até o término do serviço. Não será permitida a interrupção do funcionamento dos sistemas sob alegação de nenhum motivo, nem nos períodos noturnos ou de feriados, mesmo que nos respectivos intervalos de tempo nenhum outro serviço seja executado na obra.

Nos locais onde a obra estiver sendo mantida seca através do bombeamento ou rebaixamento do lençol freático, as operações de bombeamento cessarão gradativamente, de maneira que o nível piezométrico seja sempre mantido, pelo menos, meio metro abaixo da cota superior atingida pelo aterro.

Para evitar o deslocamento dos tubos pela sub-pressão das águas subterrâneas, as instalações de rebaixamento do nível destas somente poderão ser desligadas após o completo aterro das valas.

A instalação da rede elétrica alimentadora, pontos de força, consumo de energia ou combustível e a manutenção, operação e guarda dos equipamentos serão de responsabilidade da Contratada.

Observa-se que o pagamento deste tipo de serviço deverá ser feito por metro linear de solo, na superfície, que teve o rebaixamento do lençol freático.

6.1.7. REMOÇÃO E RECOMPOSIÇÃO DA PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

6.1.7.1. REMOÇÃO DA CAMADA ASFÁLTICA

Consiste em remover a camada asfáltica existente (revestimento, base, sub-base, reforço do subleito) para permitir a abertura das valas no limite da área demarcada com equipamento multicorte, onde serão instalados os equipamentos (a serem utilizados pelo método não destrutivo) e posteriormente serão construídos os poços de visita (PVs). Após a remoção serão retirados do local pela empreiteira e levados a locais adequados de despejo de entulhos da cidade.

Ao término dos serviços, a sinalização horizontal das vias que sofreram alterações e/ou foram danificadas pela obra, deverão ser refeitas pela contratada, antes da liberação da via.

6.1.7.2. REMOÇÃO DE MATERIAL IMPRÓPRIO

Consiste em remover todo material deixado sobre a vala que não deve ser mais utilizado, por exemplo, solo com excesso de umidade, resto de asfalto deteriorado, etc., que serão retirados do local pela empreiteira e levados aos locais adequados de despejo de entulhos. Cabendo a contratada a responsabilidade sobre a destinação final deste material impróprio.

6.1.7.3. BASE ESTABILIZADA COM MACADAME SECO

Para a execução da sub-base ou base, deverá ser utilizado o macadame seco. A sub-base ou base de macadame seco é constituída por agregados graúdos, naturais ou britados. Seus vazios são preenchidos a seco por agregados miúdos, cuja estabilização é obtida pela ação da energia de compactação. A espessura da camada de macadame seco deve ser de 30 cm.

A superfície a receber a camada de macadame seco, deve estar perfeitamente limpa e regularizada e, eventuais defeitos existentes, devem ser obrigatoriamente reparados antes da distribuição do material.

Não será admitida a complementação da espessura desejada pela adição de finos, que se acumulados sobre o agregado graúdo, possibilitam o aparecimento de trincas e deformações no revestimento.

Em seguida o pavimento deverá receber a base em bica corrida com espessura de 15 cm.

6.1.7.4. IMPRIMADURA IMPERMEABILIZANTE BETUMINOSA

Após sinalizar o local, demarca-se a área a ser reparada e executa-se a varredura e limpeza do local de preparo.

Aplica-se a imprimadura impermeabilizante no fundo e paredes nos bordos, utilizando-se a emulsão asfáltica CM30, a razão de 0,6 a 0,8 l/m².

6.1.7.5. CAMADA INTERMEDIÁRIA

Após a aplicação da camada impermeabilizante betuminosa, deverá ser executada uma camada intermediária (binder) com CBUQ faixa “B” de acordo com as especificações do DER e espessura de 3 cm.

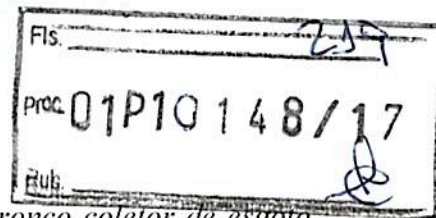
6.1.7.6. PINTURA DE LIGAÇÃO

Consiste na aplicação de uma camada de material asfáltico sobre a superfície de uma base ou pavimento, antes da execução de um revestimento asfáltico qualquer.

Serve para promover a aderência entre o revestimento asfáltico e a camada subjacente, ou seja, a base estabilizada ou pavimentos subjacentes ao revestimento a ser executado. Aplica-se a pintura ligante no fundo e paredes nos bordos, utilizando-se a emulsão asfáltica catiônica RR-2C, a razão de 0,6 a 0,8 l/m².

6.1.7.7. PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

Finalmente, como camada de rolamento, deverá ser executada uma camada 3 cm de revestimento em CBUQ faixa “D”, de acordo com as especificações do DER, com o auxílio de vibroacabadora. É vedado a aplicação manual do CBUQ.



7. PLANILHA ORÇAMENTÁRIA

A planilha orçamentária referente à execução do *projeto de tronco coletor de esgoto IB (Instituto de Biologia) e RU (Restaurante Universitário) até a interligação ao emissário da SANASA* foi elaborada com base em banco de preços oficiais, a citar SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil produzido pela Caixa Econômica Federal e SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo e a mesma é apresentada no APÊNDICE V.

Entretanto, alguns itens de insumos e serviços não são contemplados nos referidos bancos de preços. Neste sentido, para cada um desses insumos ou serviços foram feitas cotações de mercado e são apresentadas no ANEXO IV.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os trabalhos realizados por esta contratada e descritos no texto que envolve este relatório fazem parte do escopo da elaboração de *projeto de tronco coletor de esgoto IB (Instituto de Biologia) e RU (Restaurante Universitário) até a interligação ao emissário da SANASA*, com vista à coleta e afastamento, dos efluentes gerados no Instituto de Biologia e Restaurante Universitário da Universidade Estadual de Campinas até o Emissário da SANASA.

O produto em questão visa constituir documento-produto das ações tomadas por esta contratada no sentido da efetivação do projeto em pauta. Neste sentido as informações aqui dispostas representam os estudos realizados no período-fim e embasam-se na normatização brasileira, bem como na literatura específica que direcionam os impositivos para a realização do trabalho proposto.

O presente Relatório consolidado fornece em texto as diretrizes específicas construtivas, bem como o memorial de embasamento utilizado na concepção total do sistema, onde se incluem o tronco coletor de esgoto IB (Instituto de Biologia) e RU (Restaurante Universitário) e suas respectivas interligações, bem como da rede coletora de esgoto da Faculdade de Educação Física, que encaminhará os efluentes até a interligação ao emissário da SANASA.

São Carlos, 26 de setembro de 2018.



Luciano Farias de Novaes
Responsável Técnico

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

TSUTYIA, T.M. & SOBRINHO, P.A, Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário, 3ª Edição, Rio de Janeiro, ABES, 547p., 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Sistemas Enterrados para Construção de Esgotos Sanitários*: NBR 14486/2000 – Rio de Janeiro, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Projeto de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário*: NBR 9649/1986 – Rio de Janeiro, 1986.

DEZOTTI M. C. *Análise da utilização de métodos não-destrutivos como alternativa para redução dos custos sociais gerados pela instalação, manutenção e substituição de infra-estruturas urbanas subterrâneas*. 231f. Dissertação (Mestrado Escola de Engenharia de São Carlos) - Setor de Engenharia Civil: Transportes, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.