

MEMORIAL DESCRITIVO HIDRÁULICO ADUTORAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA - UNICAMP

JUNHO - 2019

ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO	3
2.	CARACTERÍSTICAS DO PROJETO.....	3
3.	DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO	5
3.1	Vazões de Projeto	5
4.	LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO	10
5.	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS E PROCEDIMENTOS GERAIS.....	11
5.1	Serviços Preliminares e Gerais	14
5.1.1	Comunicação e Divulgação junto à População	14
5.1.2	Canteiros e instalações provisórias.....	14
5.1.3	Limpeza permanente da obra.....	15
5.1.4	Dispositivos de proteção e segurança.....	15
5.2	Implantação das tubulações	16
5.2.1	Método Não Destrutivo – Furo Direcional.....	16
5.2.2	Mapeamento do Subsolo	17
5.2.3	Furo Piloto	17
5.2.4	Alargamento	17
5.2.5	Instalação da Tubulação	18
5.2.6	Montagem da Tubulação	18
5.2.7	Ancoragem das tubulações e peças	18
5.2.8	Escavação de valas para execução de caixas.....	19
5.2.1	Regularização do fundo de valas	19
5.2.2	Caixas para válvulas e registros	20
5.2.3	Reaterro	20
5.2.4	Remoção e Recomposição da Pavimentação Asfáltica	20
5.2.5	Base estabilizada com macadame seco	21
5.2.6	Imprimadura impermeabilizante betuminosa	21
5.2.7	Camada intermediária.....	21
5.2.8	Pintura de ligação	22
5.2.9	Pavimentação asfáltica	22
5.3	Especificações de válvulas.....	22
5.3.1	Válvula Redutora de Pressão.....	22
5.3.2	Filtro Y	22
5.3.3	Válvula controladora de nível.....	23

Atualmente as adutoras existentes pela adução da água até o centro de Reservação da Reitoria e Teatro de Arena encontram-se deterioradas, visto que foram executadas em cimento amianto, possuindo diversas trincas.

Assim, foram propostas duas novas adutoras, sendo dimensionadas em polietileno de alta densidade (PEAD). A fim de diminuir os transtornos causados pela escavação de valas para instalação da tubulação foi determinado a utilização do método não destrutivo, sendo recomendável para áreas onde a escavação se apresenta inviável.

A Figura 2 ilustra o caminhamento proposto para as adutoras, no qual a Adutora 1 – DE 160 mm é responsável pelo abastecimento do Reservatório da Reitoria e a Adutora 2 abastece o Reservatório da Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA), Reservatório do Instituto de Química (IQ), a célula 01 e 04 do Reservatório do Teatro de Arena e a possibilidade também de abastecer o Reservatório Elevado Charutão.

Figura 2. Caminhamento proposto das adutoras.



3. DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

3.1 Vazões de Projeto

As vazões de projeto foram determinadas com base nos dados de consumo disponibilizados pela UNICAMP. Foi considerada a necessidade de atender a vazão máxima horária para todos os centros de reservação, conforme exposto na Tabela 1.

Tabela 1. Dados das unidades de reservação a serem atendidos pelas adutoras projetadas.

Reservatório	Altura (m)	Capacidade de armazenamento (m ³)	Consumo (m ³ /mês)	Vazão máxima (m ³ /h)
Reitoria	30	46	1.600	6
Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA)	30	46	900	3
Instituto de Química (IQ)	20	34	800	3
Charutão	50	80	22.000	50

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

Para o dimensionamento hidráulico foi adotado uma pressão disponível da SANASA de 90 m.c.a, conforme informado pela Divisão de Sistemas da Prefeitura da Cidade Universitária "Zeferino Vaz".

Assim, os dados foram alimentados em um modelo hidráulico no software EPANET, a fim de determinar o diâmetro e a pressão necessária para atender a vazão máxima horária. Para ambas as adutoras foi considerado um cenário de emergência, ou seja, quando houver um desabastecimento de energia elétrica e então os reservatórios deverão ser abastecidos pela adutora em suas células elevadas.

A Figura 3 ilustra o modelo hidráulico para Adutora 1 – DE 160 mm e a Figura 4 para a Adutora 2 – DE 110 mm.

O cenário atual de abastecimento das unidades de reservação prevê as condições de abastecimento em todas as unidades através de caixas situadas ao “pé” dos reservatórios, ou seja, em nenhum caso para o cenário normal de operação foi considerado o abastecimento no topo dos reservatórios.

Figura 3. Modelo hidráulico para a adutora 1.

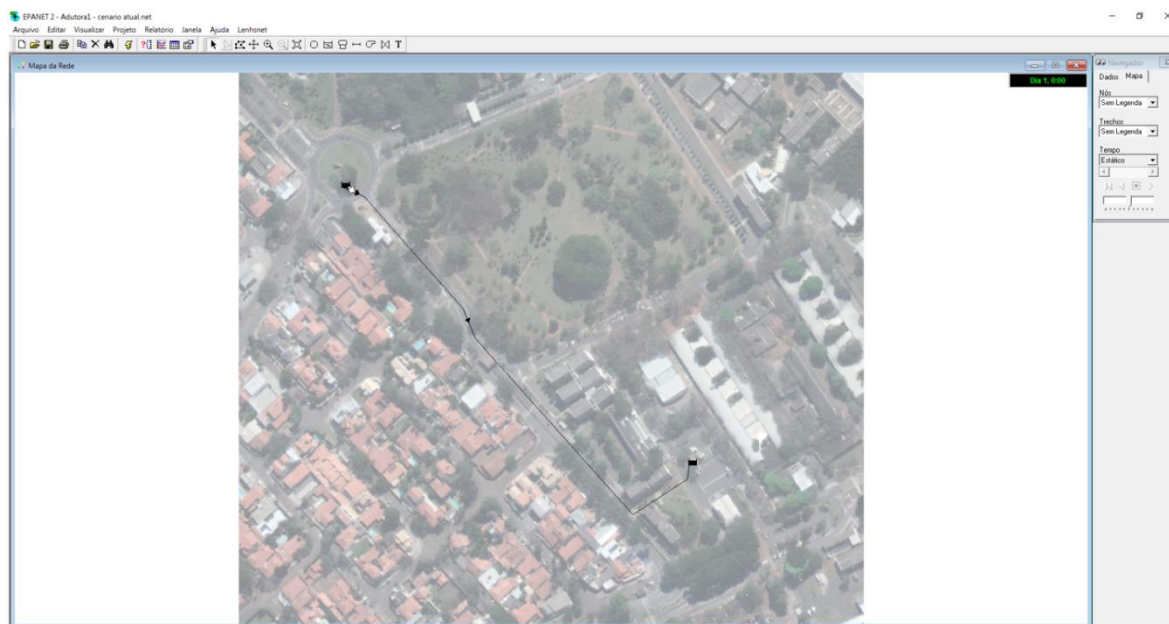
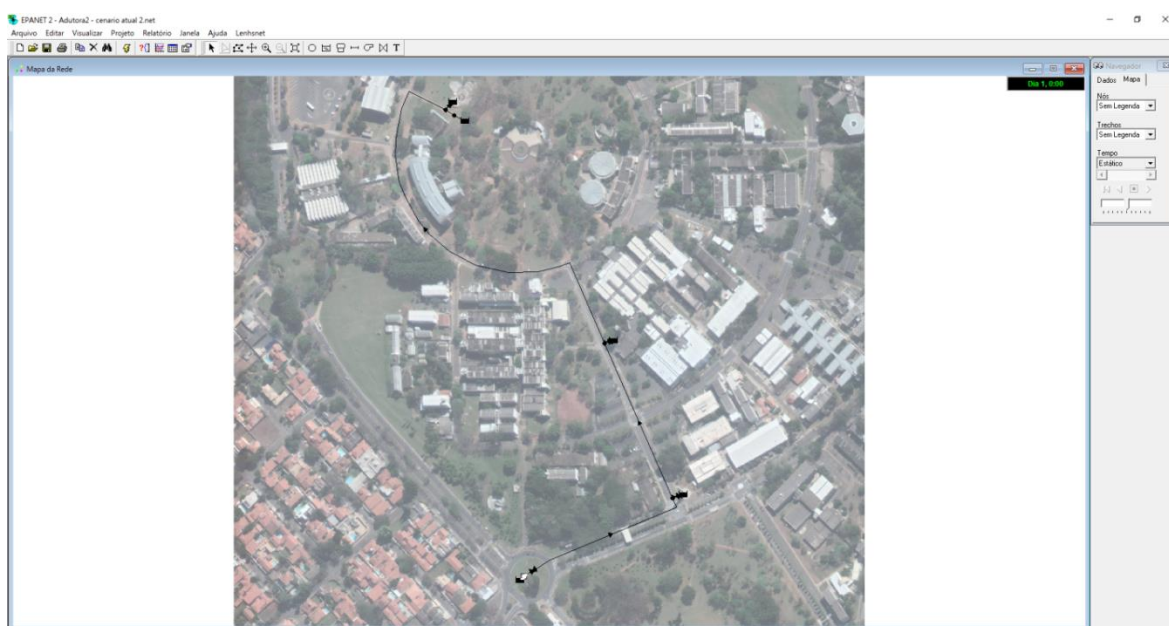


Figura 4. Modelo hidráulico para a adutora 2.

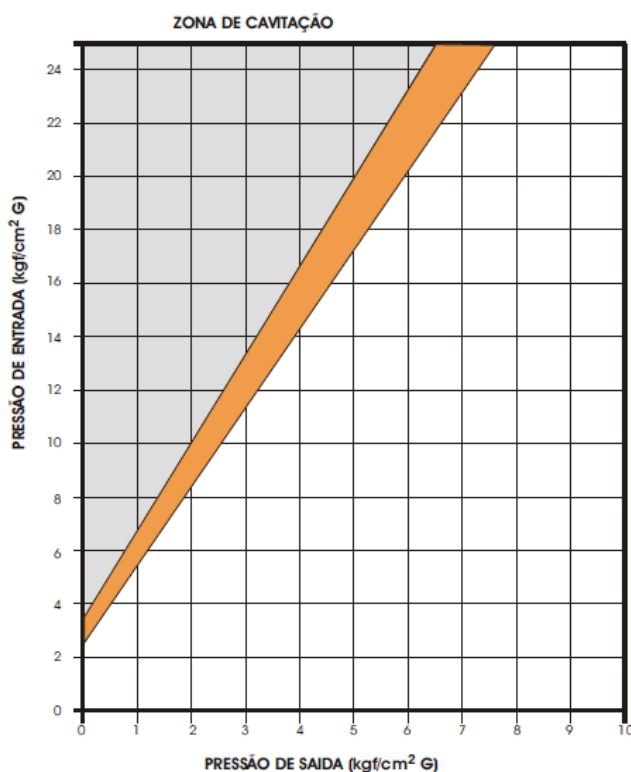


O fator limitante para o dimensionamento das adutoras foi a instalação de válvulas redutoras de pressão (VRP), visto que, de acordo com a modelagem realizada, não era necessário 90 m.c.a conforme chegada da SANASA. Assim, foi realizado em conjunto o dimensionamento das válvulas redutoras de pressão e das adutoras, a fim de encontrar os parâmetros que atendessem todos os requisitos do sistema.

As válvulas redutoras de pressão requerem uma pressão mínima de saída para que não operem na zona de cavitação, conforme exposto no gráfico da Figura 5. Além disso, é necessária uma velocidade mínima e máxima de 2,0 m/s e 5,0 m/s, respectivamente, para que possam operar de maneira adequada.

Para o dimensionamento das VRPs para cada adutora, foi considerada uma pressão de 70 m.c.a na VRP de controle da SANASA, ou seja, à montante dos trechos projetados.

Figura 5. Pressões requeridas de entrada e saída da VRP.



De acordo com os cálculos realizados, o diâmetro adotado para a Adutora 1 deve ser de 110 mm (diâmetro externo – PEAD) e 160 mm (diâmetro externo – PEAD) para a Adutora 2.

Os dados do dimensionamento da Adutora 1 para as condições normais de operação estão expostos na Tabela 2. A VRP para essa adutora (VRP1) deve operar com pressão de saída igual a 15 m.c.a. para satisfazer a condição de chegada de água na caixa enterrada ao pé do reservatório da reitoria, operando fora da zona de cavitação. Para abastecimento do reservatório da reitoria a pressão de saída da VRP deve ser de 43 m.c.a, conforme a modelagem realizada. A Tabela 3 apresenta os dados do dimensionamento para esse último

cenário, considerado cenário de emergência. O dimensionamento da VRP para essa adutora encontra-se no Anexo I.

Tabela 2. Dados de dimensionamento da Adutora 1 para condições normais de operação.

Trechos	Di (mm)	Vazão (L/s)	Velocidade (m/s)	Perda de Carga (m/m)	Cota a montante (m)	Cota a jusante (m)	Pressão a montante (m.c.a)	Pressão a jusante (m.c.a)
Entrada VRP1 - Saída VRP1	50	6,20	3,16	0,054	599,38	599,38	69,33	15,00
VRP - Reservatório Reitoria	90	6,20	0,97	0,011	599,38	609,00	15,00	0,00

Tabela 3. Dados de dimensionamento da Adutora 1 para o cenário de emergência.

Trechos	Di (mm)	Vazão (L/s)	Velocidade (m/s)	Perda de Carga (m/m)	Cota a montante (m)	Cota a jusante (m)	Pressão a montante (m.c.a)	Pressão a jusante (m.c.a)
Entrada VRP1 - Saída VRP1	50	4,14	2,11	0,046	599,38	599,38	69,41	43,00
VRP - Reservatório Reitoria	90	4,14	0,65	0,005	599,38	639,90	43,00	0,00

Para a Adutora de diâmetro DE 160 mm, foram propostos três cenários diferentes de operação, visto que a condição de pressão para abastecimento do Charutão é muito divergente do que nos casos de abastecimento dos reservatórios da FEA, IQ e Teatro de Arena, bem como as condições de pressão para atender o cenário da chegada de água na célula elevada dos Reservatórios da FEA e IQ.

Para o adequado funcionamento de todo o sistema foi proposto como cenário normal de operação o abastecimento de água nas caixas localizadas ao “pé” dos reservatórios da FEA e IQ e nas células do teatro de arena. A outra condição de operação é o abastecimento dos reservatórios da FEA e IQ através da parte elevada, porém o teatro de arena sendo abastecido normalmente pelas suas células enterradas. O cenário emergencial foi para o abastecimento do Charutão em sua parte alta, porém foi considerado fechado os trechos de abastecimentos dos demais reservatórios (FEA, IQ e Teatro de Arena).

A Tabela 4 exibe os dados do dimensionamento da Adutora DE 160 mm para as condições normais de operação. Nota-se que foi considerada como pressão de saída na VRP2 de 15 m.c.a.

A Tabela 5 apresenta os dados do dimensionamento dessa adutora quando há o abastecimento dos reservatórios da FEA e IQ através de suas células elevadas. Para esse cenário, a pressão de saída na VRP2 deve ser de 42 m.c.a.

Se for adotado a pressão de 42 m.c.a para as condições normais de operação as vazões ficam superdimensionadas, com aproximadamente 70 L/s, no qual o trecho de abastecimento do reservatório FEA possui uma vazão de 22,55 L/s e o trecho de alimentação do reservatório do IQ resulta em uma vazão de 16,56 L/s , aumentando também as velocidades nos trechos. Assim, recomenda-se adotar como pressão de saída na VRP2 15 m.c.a.

Para o abastecimento do Charutão foi considerada a vazão máxima de operação desse reservatório, ou seja, também considerando a vazão de contribuição dos poços enterrados. Assim, foi considerado que para essa situação a VRP 2 estaria fechada, portanto somente estaria atuando a pressão disponível na saída da VRP da SANASA, com 70 m.c.a.

Tabela 4. Dados de dimensionamento da Adutora 2 para condições normais de operação.

Trechos	Di (mm)	Vazão (L/s)	Velocidade (m/s)	Perda de Carga (m/m)	Cota a montante (m)	Cota a jusante (m)	Pressão a montante (m.c.a)	Pressão a jusante (m.c.a)
Entrada VRP - Saída VRP	150	42,46	2,4	0,05	598,83	598,83	68,29	15
VRP 2 - Tê derivação FEA	141	45,46	2,72	0,05	598,83	599,43	15,00	5,02
Tê derivação FEA - Reserv. FEA	55,4	11,82	4,9	0,40	599,43	598,93	5,02	0,00
Tê derivação FEA - Tê derivação IQ	141	30,64	1,96	0,02	599,43	597,96	5,02	1,26
Tê derivação IQ - Reserv. IQ	55,4	8,08	3,35	0,20	597,93	596,93	1,26	0
Tê derivação IQ - Derivação Teatro de Arena	141	22,57	1,45	0,01	597,93	591,29	1,26	0

Tabela 5. Dados de dimensionamento da Adutora 2 para abastecimento na parte alta dos reservatórios da FEA e IQ.

Trechos	Di (mm)	Vazão (L/s)	Velocidade (m/s)	Perda de Carga (m/m)	Cota a montante (m)	Cota a jusante (m)	Pressão a montante (m.c.a)	Pressão a jusante (m.c.a)
Entrada VRP - Saída VRP	150	49,18	2,73	0,03	598,83	598,83	68,79	42,00
VRP 2 - Tê derivação FEA	141	49,18	3,09	0,06	598,83	599,43	42,00	29,54
Tê derivação FEA - Reserv. FEA	55,4	1,37	0,57	0,01	599,43	628,93	29,54	0,00
Tê derivação FEA - Tê derivação IQ	141	46,81	3,00	0,05	599,43	597,96	29,54	19,52
Tê derivação IQ - Reserv. IQ	55,4	3,70	1,53	0,05	597,93	616,96	19,52	0,00
Tê derivação IQ - Derivação Teatro de Arena	141	43,11	2,76	0,05	597,93	591,29	19,52	0

É importante ressaltar que nas condições normais de operação a pressão de entrada nas válvulas redutoras de pressão de ambas as adutoras da UNICAMP deve estar controlada em 70 m.c.a, ou seja, deverá ser sempre mantida o controle da pressão na VRP da SANASA.

4. LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

Os serviços de levantamento topográficos 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.

Figura 6. Equipamento utilizado para levantamento topográfico.



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

5. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS E PROCEDIMENTOS GERAIS

Este documento estabelece as especificações mínimas técnicas, que deverão ser adotadas e seguidas para a implantação das redes propostas no presente trabalho.

Na Tabela 6 é apresentada relação das Normas Técnicas adotadas para os serviços, materiais e equipamentos a serem utilizados nas obras do presente projeto.

Tabela 6. Normas Técnicas adotadas para os serviços, materiais e equipamentos a serem utilizados na presente obra.

NORMA	OBJETO – ASSUNTO
NBR 7968	Diâmetros nominais em tubulações de saneamento
NBR 13211	Dimensionamento de ancoragens para tubulações
NBR 12266	Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana.
NBR 10160	Tampão circular de ferro fundido
NBR 7560	Tubos de ferro fundido dúctil centrifugado com flanges roscados
NBR 7663	Tubos de ferro fundido dúctil centrifugado para canalizações sob pressão
NBR 8318	Tubos de ferro fundido dúctil centrifugado para pressão 1 MPa
NBR 7665	Tubos de PVC rígido DeFoFo para adutoras e redes de água
NBR 5647	Tubos de PVC rígido para adutoras e redes de água
NBR 7675	Tubos e conexões de ferro dúctil e acessórios para sistema de adução e distribuição de água – Requisitos
NBR 15117	Válvulas-gaveta de ferro fundido com extremidades roscada e flangeada - Requisitos
DIN 8074	Polyethylene (PE) pipes - Dimensions
ISO 4427-2	Plastics piping systems – Polyethylene (PE) pipes and fittings for water supply
NBR 15561	Tubulação de polietileno PE 80 e PE 100 para transporte de água e esgoto sob pressão — Requisitos
NBR15593	Sistemas enterrados para distribuição e adução de água e transporte de esgotos sob pressão - Requisitos para conexões soldáveis de polietileno PE 80 e PE 100
NBR15802	Sistemas enterrados para distribuição e adução de água e transporte de esgotos sob pressão — Requisitos para projetos em tubulação de polietileno PE 80 e PE 100 de diâmetro externo nominal entre 63 mm e 1600 mm
NBR 15950	Sistemas para distribuição e adução de água e transporte de esgotos sob pressão — Requisitos para instalação de tubulação de polietileno PE 80 e PE 100
NBR 15952	Sistemas para redes de distribuição e adução de água e transporte de esgotos sob pressão — Verificação da estanqueidade hidrostática em tubulações de polietileno

Todas as tubulações a serem fornecidas deverão possuir suas características de acordo com a Norma Técnica ABNT NBR 15561:2016 “Tubulação de polietileno PE 80 e PE 100 para transporte de água e esgoto sob pressão — Requisitos”, no qual aplica-se aos tubos de diâmetro externo nominal (DE) de 20 mm a 2 000 mm nas classes de pressão nominal de PN 3,2 (0,32 MPa), PN 4 (0,4 MPa), 5 (0,5 MPa), 6 (0,6 MPa), 8 (0,8 MPa), 10 (1 MPa), 12,5 (1,25 MPa), 16 (1,6 MPa), 20 (2 MPa) e 25 (2,5 MPa).

Todas as tubulações e peças, independente do diâmetro, deverão ser da classificação PE 100, no qual possui uma tensão mínima requerida de 10 MPa, quando o limite de confiança for ≥ 10 MPa.

A designação dos tubos e conexões deverão ser SDR 17, no qual resulta em uma classe de pressão PN 10 para PE 100, de acordo com a equação 1.

$$PN = \frac{20 \times MRS}{C \times (SDR - 1)}$$

C: Fator de Segurança aplicado (normalmente 1,25)

MRS: Tensão Circunferencial Padrão a 50 anos/20°C do material

(PE 80 = 8 MPa, PE 100 = 10 MPa, PPB e PPR = 8 MPa, PPH = 10 MPa)

As conexões previstas no projeto executivo hidráulico foram do tipo ponta, no qual deve ser realizada a união das peças e tubos através de solda de topo. Para realização dos procedimentos deverá obrigatoriamente seguir a norma ABNT NBR 14464:2016 “Tubos e conexões plásticas - União por solda de topo em tubos e conexões de polietileno PE 80 e PE

100 – Procedimento”.

De acordo com a norma, os procedimentos a serem realizados são:

- a) corte das extremidades;
- b) limpeza das extremidades dos tubos ou conexões, do faceador e da placa de aquecimento;
- c) fixação dos tubos ou conexões a serem unidos;
- d) faceamento das extremidades dos tubos ou conexões;
- e) verificação do alinhamento e da fresta dos tubos ou conexões;
- f) determinação da pressão de arraste;
- g) limpeza;

- h) aquecimento das extremidades dos tubos ou conexões;
- i) união das extremidades dos tubos ou conexões;
- j) resfriamento;
- k) marcação

Os tubos e peças de ferro fundido deverão possuir características conforme especificado na Norma Técnica ABNT NBR 7675:2005 “Tubos e conexões de ferro dúctil e acessórios para sistema de adução e distribuição de água – Requisitos”, respeitando as espessuras da parede conforme disposto na norma.

5.1 Serviços Preliminares e Gerais

5.1.1 Comunicação e Divulgação junto à População

Antes do início da obra será realizada divulgação junto à população da execução dos serviços da implantação da adutora, sendo utilizado para tanto os meios de comunicação usuais da UNICAMP.

5.1.2 Canteiros e instalações provisórias

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 necessárias à execução dos serviços contratados, de acordo com os cronogramas propostos, a construção e manutenção das instalações do canteiro.

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.

5.1.3 Limpeza permanente da obra

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

5.1.4 Dispositivos de proteção e segurança

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

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 a 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.

A sinalização deverá obedecer às exigências da DStr - Divisão de Segurança do Trabalho, da UNITRANSP e da fiscalização da Contratante, conforme padrões legais, inclusive durante os períodos noturnos, com a colocação de dispositivos de segurança e balizadores iluminados ao longo dos locais que possam representar perigo aos transeuntes e veículos em trânsito. Ao longo das obras deverão ser providenciadas faixas de segurança para livre trânsito de pedestres 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.

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

5.2 Implantação das tubulações

5.2.1 Método Não Destrutivo – Furo Direcional

A execução das adutoras e suas interligações deverá ser pelo método não destrutivo (MND), sendo realizada por furo direcional em todos os trechos.

O Método Não Destrutivo (MND) possui diversas metodologias, 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.

A 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 observada 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.

5.2.2 Mapeamento do Subsolo

Tomando-se por base o projeto executivo, preliminarmente deverá ser feito um mapeamento com a utilização de georadar ou equipamentos como localizadores de massa metálica, localizadores de tubulação metálica e cabo energizado, localizador 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 indicadas no projeto ou ainda indicadas de forma parcial, fracionada e incompleta, bem como inspeções visuais abrindo caixas subterrâneas.

5.2.3 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.

5.2.4 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 alargadores o quanto forem 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.

5.2.5 Instalação da Tubulação

Depois de concluído o alargamento do furo piloto, resultando em um túnel de diâmetro compatível ao da tubulação a ser instalada, está 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.

5.2.6 Montagem da Tubulação

Simultaneamente ou previamente à execução do furo, deverá ser feita a montagem da tubulação. As barras de tubo de PEAD, com 06 ou 12 metros cada, deverão ser unidas através de solda de topo pelo processo de termofusão.

5.2.7 Ancoragem das tubulações e peças

Nas canalizações sob pressão devem ser executadas ancoragens nas peças aplicadas nas extremidades (flanges cegos ou caps), nas conexões utilizadas para mudança de direção (curvas e tês) e de diâmetros (reduções) e em válvulas e registros sujeitos a deslocamentos por ação de empuxo hidráulico.

Também nos trechos de tubulação em declive acentuado devem ser previstos blocos de ancoragem. As ancoragens deverão ser em concreto.

Foram previstos blocos de ancoragem e de apoio em concreto, no qual deverão possuir chumbadores de aço. Para as tubulações com DE 110 mm foram dimensionados blocos com dimensões de 15x15 cm; para as tubulações com DE 160 mm foram previstos blocos com dimensões de 20x20 cm. Todos os blocos de apoio possuem altura conforme projeto, no qual constituem a distância entre o piso e a geratriz inferior dos tubos projetados.

Os blocos de apoio e de ancoragem em concreto deverão ser executados conforme os projetos apresentados, no qual foram determinados para uma pressão na rede igual a 100 m.c.a.

5.2.8 Escavação de valas para execução de caixas

Foram previstas a execução de caixas em bloco de concreto para abrigo das peças das válvulas redutoras de pressão, macromedidor de vazão, registros e chegada no reservatório da célula 04 do Teatro de Arena.

Assim, as escavações para abertura de valas serão realizadas conforme as dimensões das caixas definidas nos projetos.

As valas deverão ser abertas e aterradas no mesmo dia, sendo somente a recomposição do pavimento ser postergado para o próximo dia. Todo material escavado deverá ser colocado, provisoriamente, ao lado da vala, a uma distância mínima de seu bordo igual à metade de sua profundidade. O material que puder ser aproveitado para o reaterro poderá ali permanecer e aquele impróprio deverá ser transportado para áreas de bota-fora licenciadas pelo município de Campinas e região.

Enquanto as valas permanecerem permanentemente abertas, deve-se protegê-las contra a inundação por águas superficiais, através de muretas em terra construídas longitudinalmente nas bordas das valas, desviando as águas para locais adequados de descarga. Atingida as cotas de projeto, deverá ser feita uma regularização do fundo de valas seguida de limpeza, deixando-o isento de pedras, pedriscos, gravetos, folhas, plásticos, papéis, etc.

Escavação de valas nas ruas será mecânica com retroescavadeira com profundidade e largura da vala nas dimensões estabelecidas em projeto.

Executar o escoramento nas paredes das valas com profundidade superior a 1,50 m, bem como em locais onde, pela natureza do terreno, for necessária sua utilização.

Nas escavações em calçada, nos pontos de entrada para veículos, na passagem de rodas sobre a vala escavada deverá ser colocada prancha de madeira ou outro material compatível para suportar o peso do eixo, possibilitando o tráfego de veículos enquanto a vala estiver aberta.

5.2.1 Regularização do fundo de valas

Efetuar a regularização do fundo da vala de forma a permitir um apoio uniforme da tubulação e peças.

Caso o fundo da vala apresente rocha ou material indeformável, interpor uma camada de areia ou de terra de espessura não inferior a 0,10 m.

5.2.2 Caixas para válvulas e registros

Para abrigo e realização das manobras necessárias para a operação do sistema, foram projetadas caixas de inspeção (ver dimensões nos projetos estruturais) construída em bloco de concreto (dimensões do bloco: 0,39x0,19x0,14) rejuntado com argamassa de cimento e areia no traço de 1:3, espaço livre interno conforme projeto, contra piso impermeável para drenagem de água no fundo da caixa e tampa superior metálica articulada. O espaço interno foi dimensionado para permitir a operação e manutenção das peças.

5.2.3 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. Assim, serão realizados aterros somente 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 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.

5.2.4 Remoção e Recomposição da Pavimentação Asfáltica

A remoção da camada asfáltica tem o objetivo de retirar a camada 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). 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 foi danificada pela obra, deverá ser refeita pela contratada, antes da liberação da via.

A remoção de material impróprio deve ocorrer para 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.

5.2.5 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.

5.2.6 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.

5.2.7 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 03 cm.

5.2.8 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.

5.2.9 Pavimentação asfáltica

Finalmente, como camada de rolamento, deverá ser executada uma camada 03 cm de revestimento em CBUQ faixa “D”, de acordo com as especificações do DER, com o auxílio de vibroacabadora. É vedada a aplicação manual do CBUQ.

5.3 Especificações de válvulas

5.3.1 Válvula Redutora de Pressão

As válvulas redutoras de pressão devem ser flangeadas com classe de pressão mínima PN 10, auto operada hidraulicamente através de câmara simples e atuador do tipo diafragma. O circuito hidráulico deve ser composto por piloto de controle de pressão. O corpo deve ter passagem reta.

Deve possuir como características principais o revestimento interno e externo com epóxi e membrana de borracha natural de alta flexibilidade e resistência mecânica.

As especificações supracitadas permitem a substituição do piloto de controle de pressão pelo controlador remoto, para operação automática da válvula.

Os locais de instalação das válvulas bem como a especificação do diâmetro encontram-se no projeto executivo.

5.3.2 Filtro Y

O filtro Y deve ser em ferro fundido, composto pelo elemento filtrante em aço inoxidável e extremidades flangeadas com classe de pressão mínima PN 10. Também deve possuir tomada de purga na tampa e revestimento interno e externo em epóxi de alta qualidade.

5.3.3 Válvula controladora de nível

As válvulas controladoras de nível devem operadas por boia horizontal de modulação, no qual é controlada hidraulicamente.

O sistema de controle consiste de registro de agulha que permite o fluxo continuo da água para dentro da câmara de controle, no qual o flutuador está ligado ao braço do piloto. Quando o nível do reservatório sobe em direção ao flutuador, o piloto estrangula a passagem de água e permite o acúmulo de água na câmara de controle o que causa o fechamento da válvula.

A válvula principal deve ser flangeadas com classe de pressão mínima PN 10, sendo controlada hidraulicamente, possuindo uma válvula do tipo globo acionada por diafragma. O circuito de controle deverá consistir de boia moduladora horizontal, um registro de agulha, válvulas de esfera para isolamento e um filtro. A Figura 7 ilustra o funcionamento dessa válvula.

Figura 7. Funcionamento da válvula de controle de nível.

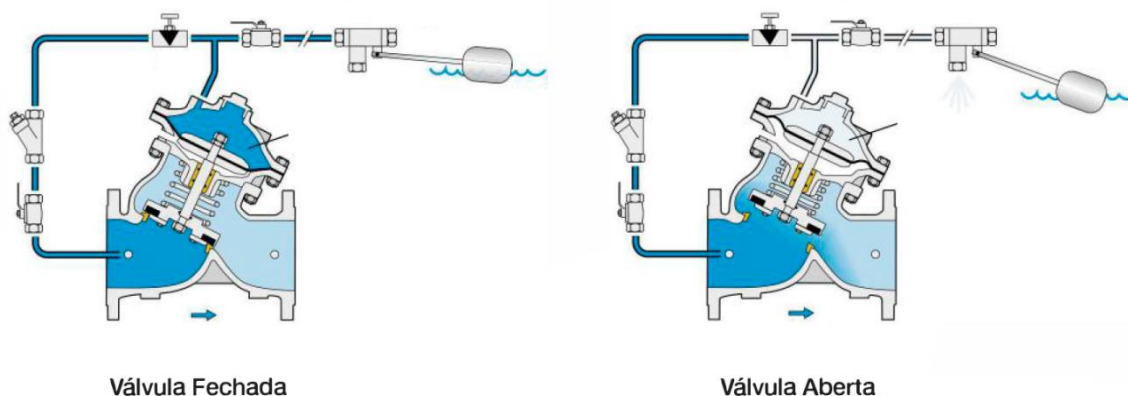


Figura 8. Exemplo de uma válvula de controle de nível com flutuador de modulação horizontal.



ANEXO I – DIMENSIONAMENTO VRP 1

ANEXO II – DIMENSIONAMENTO VRP 2

ANEXO III – LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO