

ANEXO XIII



CONTRATO DE REPASSE Nº 094.274-06-99/SEDU/CAIXA

Objeto: Ampliação do Sistema Coletor de Esgotamento Sanitário de Macapá/AP – Bacia Mulheres – Sub-Bacia B

Memorial Descritivo

Macapá-AP,
Marco/2021

SUMÁRIO

| | | |
|------------|--|-----------|
| I | ELEMENTOS PARA O PROJETO | 6 |
| 1. | GENERALIDADES | 6 |
| 2. | ÁREA DE PROJETO | 6 |
| 3. | POPULAÇÃO DE PROJETO | 7 |
| 4. | VAZÕES DE CONTRIBUIÇÃO | 7 |
| II | CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO PROJETO | 8 |
| 1. | SISTEMA DE ESGOTAMENTO | 8 |
| 2. | TIPO DE ESCOAMENTO | 8 |
| 3. | REGIME DE ESCOAMENTO | 8 |
| 4. | AUTO-LIMPEZA PERMANENTE | 8 |
| 5. | CAPACIDADE DE UTILIZAÇÃO DOS COLETORES | 8 |
| 6. | VAZÕES MÍNIMAS | 9 |
| 7. | DIÂMETRO MÍNIMO | 9 |
| 8. | ALTURA DE LAMINA DE ÁGUA | 9 |
| 9. | PROFUNDIDADE | 9 |
| 10. | LOCALIZAÇÃO DOS COLETORES | 9 |
| 11. | VELOCIDADE DE ESCOAMENTO | 9 |
| 12. | DECLIVIDADES | 9 |
| 13. | LIMITE SUPERIOR DE VELOCIDADE | 10 |
| 14. | AUMENTO DE DIÂMETRO | 10 |
| 15. | ALINHAMENTO | 10 |
| 16. | COLETORES AUXILIARES | 10 |
| 17. | POÇOS DE VISITA | 10 |
| 17.1 | Forma e Dimensões | 10 |
| 17.2 | Canaleta de Fundo | 10 |
| 17.3 | Localização | 10 |
| 17.4 | Tubos de Queda | 10 |
| III | REDE COLETORA | 11 |
| 1. | DESCRIÇÃO DA BACIA | 11 |
| 2. | GENERALIDADES | 11 |
| 3. | ESTUDO DE REMANSO | 11 |



| | | |
|-----|--------------------------------------|----|
| 4. | TENSÃO TRATIVA | 11 |
| IV | ELEVATÓRIA E LINHA DE RECALQUE | 12 |
| 1. | ELEVATÓRIA Nº 5 | 12 |
| 1.1 | Generalidades | 12 |
| 1.2 | Vazões de Projeto | 12 |
| 1.3 | Linha de Recalque | 12 |
| 1.4 | Seleção das Bombas | 13 |
| 1.5 | Poço de Sucção | 14 |
| V | METAS DE EXECUÇÃO | 15 |



APRESENTAÇÃO

O presente trabalho tem por finalidade apresentar o Memorial Descritivo da Complementação da Obra de Ampliação do Sistema Coletor de Esgoto Sanitário de Macapá - Bacia Mulheres - Sub-Bacia "B", no âmbito do Contrato de Repasse nº 094.274-06/1999/SEDU/CAIXA, tendo como objeto a execução dos seguintes serviços:

- **REDE COLETORA E LIGAÇÕES DOMICILIARES:**
 - BACIA MULHERES (SUB-BACIA B): 600 ligações domiciliares;
- **ELEVATÓRIA A IMPLANTAR:** Construção da Estação Elevatória Nº 5
- **LINHA DE RECALQUE DA ELEVATÓRIA Nº 5:** 617,04 m, em tubo PVC DEFOFO, DN 200 mm.



1. INTRODUÇÃO

A cidade de Macapá destaca-se por estar situada na foz do rio Amazonas, portão de entrada da região. Como destaque de sua arquitetura, a Fortaleza de São José do Macapá se constituiu em um expressivo patrimônio cultural brasileiro, tendo destaque a nível nacional como representativo de uma época.

Segundo estimativas do IBGE, Macapá possui atualmente (2015) uma população de cerca de 456 mil habitantes em uma área de 6.600 km², resultando em uma densidade demográfica um pouco superior a 69 hab./km. Dessa população, apenas uma parcela próxima de 5,5% possui cobertura com serviços de esgotamento sanitário.

Essa situação representa um sério risco à saúde de sua população, principalmente nas áreas alagadiças que permeiam a cidade, criando uma série de nichos insalubres dentro da malha urbana.

O sistema de coleta de esgotos hoje em funcionamento na cidade atende a uma pequena área da porção central da cidade, com uma população estimada em torno de 25.000 habitantes. Devido ao relevo bastante plano e cheio de zonas alagadas (chamadas "áreas de ressaca"), essa pequena rede hoje submetida à seccionamentos e interrupções, é dependente da operação de 2 (duas) estações elevatórias, entre 4 que foram implantadas, e de uma estação de tratamento de esgotos, que hoje apresentam funcionamento precário.

Devido à necessidade massiva de investimentos, supõe-se que a expansão do sistema de coleta de esgotos deverá ocorrer de forma progressiva, de acordo com a viabilização de recursos para investimento em infraestrutura sanitária. Em análises preliminares, estima-se para toda a área urbana da cidade um sistema de esgotamento abrangente, composto por 25 unidades elevatórias e duas unidades de tratamento, dada a pouca disponibilidade de áreas adequadas à implantação de estações de tratamento de esgotos.

Em 1974, foi elaborado um projeto para abranger uma área total de 1.008 ha e um horizonte até o ano 2000, com uma população prevista de 120.000 habitantes.

A concepção geral do sistema consistiu em dividir a cidade em quatro bacias de contribuição, denominadas Fortaleza (257 ha), Mulheres (160 ha), Pacoval (200 ha) e Beiró (391 ha), a instalação de sete estações elevatórias de esgotos brutos, uma estação de tratamento do tipo lagoas (anaeróbica e facultativa) e lançamento final no igarapé das Pedrinhas, afluente direto do rio Amazonas.

A rede coletora de esgotos possui cerca de 20 km de tubulação de cimento amianto, a qual precisa ser substituída. Desse total, tem-se que, aproximadamente, 10 km de redes estão situados abaixo do nível do lençol freático, os quais se caracterizam como mais críticos. A CAESA possui disponibilidade atual somente para a substituição de cimento amianto para PVC de aproximadamente 10.000 m de tubos.

Os trechos de rede coletora implantada na Bacia Pacoval (Elevatória nº 06 - não construída) e Bacia Mulheres (Elevatória nº 05 - não construída) não estão em carga, devido à inexistência das referidas elevatórias. Esses trechos de rede coletora também não possuem atividades de manutenção, não se sabendo o seu estado atual.

O sistema de esgotamento sanitário executado no Bairro N. S. Perpétuo Socorro (Sub-bacia A) está desativado e não há atividades de manutenção, estando ao aguardo da solução técnica do Projeto de Esgotamento sanitário de Macapá que será licitado em 2019. O sistema não foi concluído e a ETE não tem previsão para utilização, podendo até ser demolida (admite-se que o local possa ser usado para uma estação elevatória).

Conforme o SNIS do ano 2004, com dados do ano 2003, o volume médio de esgotos coletado em Macapá atingiu o valor de 57,75 l/s, sendo um patamar bastante inferior ao projetado de 426,6 l/s para o interceptor geral, implicando em sua baixa utilização, cerca de 3,5%.

As elevatórias de esgotos brutos existentes possuem sistema de automação (liga-desliga de bombas pelo nível de esgotos no poço), mas há a carência de caixas de areia na entrada das mesmas e somente nas

Elevatórias nº 03 e 07 foram observados gradeamento na entrada. Esses aspectos aliados à reduzida manutenção periódica nas elevatórias têm proporcionado problemas operacionais, como entupimentos e extravasamentos frequentes, como o observado na Elevatória nº 07. Não existem dispositivos de controle de vazões na entrada e na saída das elevatórias, dificultando a determinação das vazões recalçadas.

I – ELEMENTOS PARA O PROJETO

1. GENERALIDADES

O Serviço Especial de Saúde Pública (posteriormente Fundação SESP) projetou em 1947 um sistema coletor de esgoto sanitário para a cidade de Macapá, que um ano antes tinha recebido a implantação do sistema de abastecimento de água.

Este projeto era destinado a uma população de 5.000 habitantes que dariam uma contribuição máxima de esgoto de 473 m³/dia, sendo ainda admitida uma infiltração máxima de 189 m³/dia, ficando assim a contribuição total na rede com o valor de 662 m³/dia ou 7,66 l/s.

A rede coletora foi calculada para utilização de tubos de cimento amianto, com declividades mínimas de 0,004 para tubos de 200 mm e 0,0058 para tubos de 150 mm, suportando assim os tubos de 200 mm uma descarga máxima de 18,90 l/s e os de 150 mm a descarga de 10,05 l/s, capacidade esta acima da média total, estimada em 7,66 l/s. Considerando-se a descarga máxima domiciliar em 300 % da média e acrescentando a infiltração, a descarga máxima estimada na rede seria de 18,55 l/s.

A rede coletora tinha uma extensão projetada de 6.488 m de tubos de 150 mm e 1.952 m de tubos de 200 mm. Este sistema teve sua construção iniciada pelo SESP e depois ampliada à época do Ex-Território, alcançando em 1.972 a extensão de 20.624 m.

Em 1964, o Departamento Nacional de Obras de Saneamento – DNOS contratou com o escritório Hildálius Cantanhede a elaboração de novo projeto de esgoto sanitário, abrangendo a área urbanizada na época.

Deste modo, foi projetada a Bacia Fortaleza abrangendo uma área de 286,56 Ha, englobando o sistema construído, sendo de 40.680 m a extensão total de coletores.

O desenvolvimento urbano da cidade de Macapá, ocorrido após a elaboração do projeto, ocasionou modificações na topografia da cidade, que tornavam imperativas a sua revisão, para adaptá-lo às alterações topográficas ocorridas com aterros e cortes feitos nas ruas, com retificação e canalização de áreas marginais do Igarapé da Fortaleza e também para conjuga-lo ao sistema total da cidade e suas áreas de expansão.

2. ÁREA DE PROJETO

A área a ser atendida pelo sistema de esgoto sanitário de Macapá é de 1.008 Ha, correspondente a toda a zona urbanizada e as prováveis zonas de expansão que deverão abrigar a população prevista para a cidade no ano 2.000.

Esta área foi dividida em 4 bacias principais de esgotamento, denominadas: Bacias Fortaleza, Mulheres, Pacoval e Beiro.

A Bacia Mulheres, que recebeu esta denominação devido ao Igarapé das Mulheres, que a atravessa, é limitada ao Norte e a Oeste com a Bacia Pacoval, ao Sul com a Bacia Fortaleza e a Leste com o Rio Amazonas, abrangendo uma área de 79,36 Ha

3. POPULAÇÃO DE PROJETO

O estudo de estimativa populacional considerou o atendimento da população (ano 2010), com vistas à população a projeção de população a ser atendida pelo sistema tendo 2030 como ano de alcance do projeto.

Tendo em vista prever a distribuição territorial, na área de projeto, da população urbana projetada para Macapá, com o objetivo de especificar cada vazão para o dimensionamento das elevatórias do sistema, inicialmente foi realizada uma análise urbanística que visou identificar zonas na área de projeto que apresentem homogeneidade quanto aos padrões de uso e ocupação do solo.

A definição dessas Zonas Homogêneas tem por objetivo estabelecer frações territoriais para a distribuição espacial da população projetada para a cidade ao longo do horizonte de projeto, por meio de parâmetros / critérios históricos e urbanísticos que subsidiem as prospecções futurísticas.

Assim, considerando a evolução histórica e as condições urbanísticas atuais da cidade de Macapá, bem como os potenciais, condicionantes e tendências da expansão urbana e de adensamento demográfico na área de projeto, predomina-se na área da EE5 as seguintes zonas:

- Zonas de Alta Densidade I (ZAD I): constituídas pelas porções mais povoadas e densas da cidade, onde há verticalização. São identificadas 7 (sete) regiões com tais características
- Zona de Alta Densidade II (ZAD II): formadas pelas áreas mais povoadas e densas da cidade, com ocupação acima de 90% dos lotes e áreas
- Zonas de Média Densidade (ZMD): abrangem regiões periféricas às ZAD's e que se encontram não muito povoadas, com ocupação por volta de 40% a 90% dos lotes e áreas.

A distribuição territorial da população prevista ao longo do período de plano para toda a área de projeto e segundo cada Zona Homogênea, conforme discrimina no Quadro, a seguir.

| SUBBACIA B | | EEE5 | | | |
|----------------|-----------|--------------------|------------|-----------------|-----------------|
| ZONA HOMOGÊNEA | ÁREA (Ha) | Densidade (Hab/ha) | | População (Hab) | |
| | | DENS.2010 | DENS. 2030 | 2010 | 2030 |
| ZAD 2 | 70,93 | 79,3 | 86,3 | 5.624,75 | 6.121,26 |
| ZAD1 | 0,32 | 41,9 | 557,4 | 13,41 | 178,37 |
| ZMD | 8,11 | 58,7 | 72,5 | 476,06 | 587,98 |
| | | | | 6.115,00 | 6.888,00 |

3.3 – População de Projeto

A população levantada para a área em estudo (Sub-bacia "B" – Bacia Mulheres) no ano de 2010 é de 6.115,00 habitantes, enquanto que para o ano de 2030 foi estimada uma população de 6.888,00 habitantes.

Nos estudos populacionais, a taxa de ocupação por lote determinada é de 4,2 hab/lote, no presente projeto.

Dessa forma, o sistema proposto para a Sub-bacia "B" - Bacia Mulheres visa atender, de imediato, a 600 ligações residenciais, beneficiando cerca de 2.520 pessoas.

4. VAZÕES DE CONTRIBUIÇÃO

Para a determinação da vazão de contribuição de esgoto prevista para o projeto foram adotados os elementos conforme características abaixo:



Época de Saturação

População : 6.887,60 hab
Quota per capita diária de água: 250 l
Consumo máximo diário:
$$\frac{6.887,60 \times 1,20 \times 1,50 \times 250}{86.400} = 46,29 \text{ l/s}$$

Contribuição máxima ao esgoto = $0,8 \times 46,29 = 37,03 \text{ l/s}$
Extensão de coletores = 10.100 m
Contribuição unitária de esgoto = $37,03 / 10.100 = 0,00367 \text{ l/s.m}$
Contribuição devida à infiltração = 0,0005 l/s.m
Vazão máx. de cálculo = 33,77 l/s => 121,56 m³/h

É importante descrever que para a população de final de plano (2030 – 6.888,00 Hab.) dividido pelo per capita de 4,2 (IBGE-AP) seria necessário 1.640 Ligações domiciliares de esgoto, porém devido a falta de recurso foi previsto 37% do necessário, ou seja, foi estimada 600 ligações para serem executadas.

II – CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO PROJETO

1. SISTEMA DE ESGOTAMENTO

Foi adotado o sistema separador absoluto em face da necessidade de inclusão de estação elevatória no projeto, outras instalações teriam seus custos extremamente elevados se tivessem que recalcar, junto com os esgotos sanitários, as águas pluviais. A conformação topográfica da cidade oferece condições mais econômicas ao escoamento destas águas para os rios através de condutos, de avenidas e canais existentes ou a serem construídos no futuro.

2. TIPO DE ESCOAMENTO

As tubulações foram dimensionadas como condutos livres, com exceção das tubulações de recalque.

Na elaboração do presente trabalho foram utilizadas unicamente seções circulares e a altura molhada máxima limitada a 75% do diâmetro interno, possibilitando a ventilação de todo o sistema.

3. REGIME DE ESCOAMENTO

Admitiu-se o regime uniforme e permanente, desprezando-se as variações de vazão devidas às contribuições recebidas ao longo de cada trecho considerado no dimensionamento dos coletores.

4. AUTO-LIMPEZA PERMANENTE

A auto-limpeza foi assegurada pela adoção da velocidade mínima de 0,60 m/s para as vazões atuais, simultaneamente, com a garantia de um tirante mínimo de 20% do diâmetro interno.

5. CAPACIDADE DE UTILIZAÇÃO DOS COLETORES

Os coletores foram dimensionados para escoar as vazões previstas para o final do plano de projeto, tendo sido obedecidas, entretanto, as condições técnicas que mais favoreçam ao bom escoamento das vazões atuais.

6. VAZÕES MÍNIMAS

Para o dimensionamento dos coletores adotou-se a vazão mínima de 1,5 l/s, correspondente a descarga de uma "flux-valve", nos trechos de contribuição inferior àquele valor. Para esta vazão, a fim de ter-se uma velocidade de escoamento de 0,60 m/s e enchimento de 20% a declividade necessária foi de 0,012 m/m. Nos trechos onde a tubulação acompanhou a declividade elevada do terreno, acima do valor de 0,012 m/m, a altura da lâmina líquida foi inferior aos 20% pré-fixados, apresentando, porém, velocidade de escoamento superior ao mínimo de 0,60 m/s.

7. DIÂMETRO MÍNIMO

Os coletores da rede pública terão seção circular e diâmetro mínimo de 150 mm.

8. ALTURAS DE LÂMINA DE ÁGUA

Os coletores foram projetados de modo que a altura da lâmina líquida para a vazão atual não seja inferior a 20% do respectivo diâmetro; para a vazão do final do plano a altura máxima da lâmina foi de 75% do diâmetro do coletor.

9. PROFUNDIDADE

As profundidades dos coletores foram determinadas de acordo com as condições locais de cada trecho projetado, levando-se em consideração:

- a) – a posição do trecho considerado em relação aos demais trechos do mesmo coletor;
- b) – a linha média que une as soleiras dos prédios a serem servidos;
- c) – a distância do coletor ao alinhamento médio dos prédios a serem servidos.

A profundidade mínima dos coletores foi de 1,50 m e a máxima nos trechos que devem receber ligações de ramais domiciliares não ultrapassou 4,90 m.

10. LOCALIZAÇÃO DOS COLETORES

De um modo geral, o coletor de esgoto deve ser localizado ao longo do eixo das vias públicas e equidistantes dos alinhamentos laterais das edificações, exceto nos casos previstos no item anterior.

Em áreas acidentadas, o coletor será assentado, de preferência, do lado para o qual ficam os terrenos mais baixos.

A existência de outras estruturas ou canalizações de serviços públicos, tais como águas pluviais, distribuidores de água, adutoras, cabos elétricos, etc, poderá, entretanto, determinar o deslocamento dos coletores de esgoto para posição mais conveniente.

11. VELOCIDADE DE ESCOAMENTO

As canalizações foram calculadas para uma velocidade mínima de 0,60 m/s, quando escoando as vazões atuais de projeto.

12. DECLIVIDADES

As declividades usadas no projeto foram tais de modo a garantir uma velocidade de escoamento para as vazões atuais de 0,60 m/s e um tirante mínimo correspondente a 20% do diâmetro. Para as vazões futuras o tirante máximo admitido foi de 50%.

13. LIMITE SUPERIOR DE VELOCIDADE

Para os materiais a serem empregados foram fixados como limite superior para as velocidades os seguintes valores:

- Manilha cerâmica: 5,0 m/seg
- Cimento amianto : 3,0 m/seg
- Ferro fundido : 6,0 m/seg
- Concreto armado : 4,0 m/seg

14. AUMENTO DE DIÂMETRO

Quando se aumenta o diâmetro das canalizações ou quando um tubo maior é ligado em continuação a outro de diâmetro menor a geratriz inferior do maior deve ser suficientemente rebaixada para manter o mesmo gradiente hidráulico.

15. ALINHAMENTO

As tubulações devem ser assentadas com declividade e alinhamento uniformes em toda extensão do trecho, entre os poços de visita.

16. COLETORES AUXILIARES

Serão empregados coletores auxiliares toda vez que a profundidade do coletor for superior a 4,5 m ou quando o coletor tiver 600 mm ou mais de diâmetro.

17. POÇOS DE VISITA

17.1 – Forma e Dimensões

Terão forma padronizada e obedecerão, sempre que possível, ao desenho tipo que faz parte integrante do projeto. A parte superior ou entrada, também denominada chaminé, terá o diâmetro não inferior a 0,60 m. A parte inferior, também chamada balão, terá forma igual, circular, e dimensões variáveis, em função do diâmetro das tubulações que atinjam o poço de visita, conforme descrição abaixo:

- a) Para diâmetro até 200 mm o diâmetro do balão será 1,10 m.

17.2 – Canaleta de Fundo

Nos poços de visita as canaletas de fundo deverão concordar em forma e declividade com os coletores que por eles passam ou façam junção.

Quando os coletores convergentes em um mesmo poço de visita forem de diâmetros diferentes as canaletas para transição de um para outro terão sempre formas arredondadas, sem cantos ou saliências propícias ao depósito dos materiais sólidos dos esgotos.

17.3 – Localização

Foram previstos poços de visita:

- a) nas extremidades de cada trecho;
- b) nos pontos de junção de coletores;
- c) nos pontos de mudança de direção dos coletores;



III – REDE COLETORA

1. DESCRIÇÃO DA BACIA

A Bacia Mulheres, devido a sua configuração topográfica, foi dividida em duas sub-bacias denominadas A e B.

A sub-bacia B é limitada ao Norte pela Rua Piauí, ao Sul pelas avenidas Ernestino Borges e Padre Manoel da Nóbrega, a Leste com o Rio Amazonas e a Oeste pelas ruas General Rondon e Guanabara.

Possui 7.225 m de coletores e vazões de 18,97 l/s na época atual e 20,69 l/s na época de saturação urbanística. Devido a impossibilidade de esgotamento por gravidade, seus esgotos são reunidos em uma elevatória (Elevatória nº 4), que os recalca para a Bacia Fortaleza.

A sub-bacia A é limitada ao Norte pelas ruas Piauí, Mato Grosso e Avenida Pedro Américo, ao Sul pelas avenidas Ernestino Borges e Padre Manoel da Nóbrega, a Leste pelas ruas General Rondon e Guanabara e a Oeste pelas ruas Leopoldo Machado e Ana Nery.

Possui 10.100 m de coletores e vazões de 20,75 l/s na época atual e 33,77 l/s na época de saturação urbanística. Assim como na Sub-bacia A, seus esgotos são reunidos na Elevatória nº 5, que os recalca para o PV da Sub-bacia "C" - Bacia Fortaleza - Elevatória 3.

2. GENERALIDADES

Entende-se por Rede Coletora o conjunto de canalizações destinadas a coleta dos despejos gerados nas edificações, através dos coletores prediais ou ramais prediais. É constituída de coletores secundários, os quais se constituem na maioria da rede e que recebem diretamente as contribuições de esgoto, e coletores troncos ou principais, que recebem a contribuição dos coletores secundários, situados em pontos baixos ou talvegues, e a encaminha aos interceptores ou emissários.

Interceptores são canalizações que interceptam uma vertente, recebendo contribuição da rede coletora situada na mesma, sem, no entanto, receber ligações prediais diretas.

3. ESTUDO DE REMANSO

Sempre que a cota no nível de água na saída de qualquer PV (poço de visita) ou TIL (tubo de inspeção e limpeza) estivesse acima de qualquer das cotas dos níveis d'água de entrada, foi verificada a influência do remanso no trecho de montante.

4. TENSÃO TRATIVA

Em consonância com a disposição normativa houve a verificação de cada trecho de canalização para que a tensão trativa média σ_t fosse igual ou superior a 1 Pa, para coeficiente de Manning $n=0,013$. A declividade mínima que satisfaz essa condição é expressa por $lo_{min} = 0,0055Q_i^{0,47}$, onde Q_i é a vazão de jusante do trecho no início do plano, em l/s e lo_{min} em m/m.

Tradicionalmente, utilizava-se a associação de uma velocidade mínima com a mínima relação de enchimento da seção do tubo (y/d), para assegurar a capacidade do fluxo de transportar material sedimentável nas horas de menor contribuição, ou seja, a garantia de auto-limpeza das tubulações.

A tensão trativa ou tensão de arraste, nada mais é do que a componente tangencial do peso do líquido sobre a unidade de área da parede do coletor e que atua, portanto, sobre o material aí sedimentado, promovendo o seu arraste.

$$F = \text{peso} (Y \times A \times L)$$

$$Y = \text{peso específico (N/m}^3)$$

$$T = \text{componente tangencial} = F \times \text{sen } \alpha$$

$$A = \text{área molhada}$$

$$P = \text{perímetro molhado}$$

$$\sigma_t = \text{tensão trativa}$$

$$\sigma_t = \frac{T}{P.L} = \frac{F \cdot \text{sen } \alpha}{P.L} = \frac{Y \times A \times L \cdot \text{sen } \alpha}{P.L} = Y \cdot R_H \cdot \text{sen } \alpha$$

Para α pequeno, $\text{sen } \alpha = \text{tg } \alpha = i_0$ (declividade). Então:

$$\sigma_t = Y \cdot R_H \cdot \text{sen } i_0 = 10^4 \times R_H \times i_0 \text{ em N ou Pa /m}^2 \text{ (Pascal).}$$

Essa tensão é um valor médio das tensões trativas no perímetro molhado da seção transversal considerada.

Observa-se que a declividade que promove a auto-limpeza é inversamente proporcional à vazão e, conseqüentemente, ao diâmetro, o que possibilita maiores valores da tensão trativa para os grandes condutos, com resultados razoáveis para evitar a formação de sulfetos.

Neste contrato serão executadas os seguintes trechos presentes na Sub-bacia B descritos a seguir:

| ITEM | LOCAL DE APLICAÇÃO | TOTAL | | |
|-------|---|----------|----------|----------|
| | | 150 mm | 200 mm | TOTAL |
| 1 | BACIA MULHERES | | | |
| 1.1 | SUB-BACIA B | | | |
| 1.1.1 | RUA LEOPOLDO MACHADO, entre Av. Ernestino Borges e Av. General Osório | 452,70 | | 452,70 |
| 1.1.2 | RUA JOVINO DINDÁ, entre Av. Ernestino Borges e Av. Marçílio Dias | 813,15 | | 813,15 |
| 1.1.3 | RUA ELIEZER LEVY, entre Av. Ernestino Borges e Av. Marçílio Dias | 805,85 | | 805,85 |
| 1.1.4 | RUA GENERAL RONDON, entre Av. Pa. Manoel da Nóbrega e AV. Marçílio Dias | | 732,65 | 732,65 |
| 1.1.5 | AV. MARÇILIO DIAS, entre Rua Leopoldo Machado e Rua General Rondon | | 706,10 | 706,10 |
| 1.1.6 | AV. ANA NERY, entre Rua Leopoldo Machado e Rua General Rondon | 556,50 | | 556,50 |
| 1.1.7 | AV. GENERAL OSÓRIO, entre Rua Leopoldo Machado e Rua General Rondon | 784,50 | | 784,50 |
| TOTAL | | 3.412,70 | 1.438,75 | 4.851,45 |

IV – ELEVATÓRIA E LINHA DE RECALQUE

1. ELEVATÓRIA Nº 5

1.1 – Generalidades

A Estação Elevatória de Esgotos - EEE 5, pertencente à Bacia Mulheres, localizada à Rua Odilardo Silva, esquina com a Avenida Ernestino Borges, destina-se a recalcar seus despejos para a Sub-bacia A, da Bacia Fortaleza. Todo efluente será recalcado até o coletor tronco presente na Bacia Fortaleza, do qual será lançado na EE03 seguindo seu lançamento para a EE7 e posteriormente lançado na Estação de Tratamento de esgoto no Bairro das Pedrinhas.

1.2 – Vazões de Projeto

As vazões afluentes para a elevatória são as seguintes:

| VAZÕES (l/s) | MÁXIMA | MÉDIA | MÍNIMA |
|--------------|--------|-------|--------|
| Saturação | 33,77 | 21,01 | 13,04 |
| Atual | 30,55 | 19,22 | 12,15 |

1.3 – Linha de Recalque

A linha de recalque foi dimensionada através da Fórmula de Bresse:



$Q = \text{vazão média na saturação} = 0,02101 \text{ m}^3/\text{s}$

$$D = 1,2 \cdot \sqrt{0,02101} = 0,174 \text{ m}$$

Foi adotado o diâmetro de 200 mm.

Para uma linha de recalque com 617,04 m de extensão, com tubos PVC DEFOFO VINILFER de 200 mm, teremos as seguintes características:

$$\begin{aligned} Q_{\text{med}} &= 21,01 \text{ l/s} \\ L &= 617,04 \text{ m} \\ V &= 0,78 \text{ m/s} \\ J &= 2,3 \text{ m/km com } C = 140 \\ h_f &= 2,3 \times 0,617 = 1,42 \text{ m} \end{aligned}$$

A curva de recalque foi construída com os dados seguintes:

$$\begin{aligned} \text{Altura geométrica - N.A. min no poço} &= 1,34 \\ \text{N.A. no lançamento} &= \frac{11,28}{12,62 \text{ m}} \end{aligned}$$

| Q (l/s) | J (m/km) | hf (m) | AMT (m) |
|---------|----------|--------|---------|
| 0 | 0,0000 | 0,0000 | 10,7500 |
| 5 | 0,0001 | 0,0325 | 10,7825 |
| 10 | 0,0002 | 0,1171 | 10,8671 |
| 15 | 0,0004 | 0,2479 | 10,9979 |
| 25 | 0,0011 | 0,6379 | 11,3879 |
| 30 | 0,0015 | 1,1888 | 11,6438 |
| 40 | 0,0025 | 1,5219 | 12,2719 |
| 45 | 0,0031 | 1,8924 | 12,6424 |
| 50 | 0,0038 | 2,2997 | 13,0497 |

1.4 – Seleção das Bombas

Os tipos de conjuntos motor-bomba adotados foram consequência da necessidade imposta pelos respectivos pontos de trabalho das elevatórias.

A estação elevatória será equipada com bombas re-auto-escorvante, motor 12,5 CV, para uma vazão de 75 m³/h cada e altura manométrica de 18 mca, conforme especificação, sendo 02 (duas) para uso e 01 (uma) para reserva.

A seguir são descritas as principais características da elevatória projetada.

| Dados do Conjunto Moto-Bombas EE-05 | Etapas Iniciais |
|-------------------------------------|---------------------------------------|
| Tipo | Re-auto-escorvante de eixo horizontal |
| Quantidade | 2 + 1 |

| | |
|--------------------------|------|
| Vazão de recalque (m³/h) | 75 |
| Altura manométrica (m) | 18 |
| Potência (CV) | 12,5 |

1.4.1 Cálculo de Vazões

| DADOS DE DIMENSIONAMENTO DA EEE Nº 5 | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|------------------------|------------------------------|--|----------------------------------|---|-----------------------------------|---------------------------|----------------------------|-------------------|
| DADOS INICIAIS | | | DADOS DA ELEVATÓRIA | | | | DADOS DA REDE COLETORA | | |
| Ano | População Total (hab.) | População Abastecível (hab.) | População de Projeto na Área de Influência de EEE 5 (hab.) | Área de influência de EEE 5 (Ha) | Densidade Populacional na Área de Influência (hab/Ha) | Vazão de Esgotos Domésticos (l/s) | Extensão de Coletores (m) | Vazão de Infiltração (l/s) | Vazão Total (l/s) |
| 2010 | 396.460 | 351.414 | 6.114,21 | 79,36 | 77,04 | 19,22 | 10.100 | 5,07 | 30,65 |
| 2030 | 639.815 | 575.834 | 6.867,60 | 79,36 | 86,79 | 21,01 | 10.100 | 5,07 | 33,77 |

As vazões de dimensionamento da EEE-5 ficam assim definidas:

CÁLCULO DA VAZÃO DA ELEVATÓRIA EEE 5 - 2010

| EEE 5 | Vazão | | |
|-------------------|-------|---------|--------|
| | l/s | l/min | m³/h |
| Q _{fmáx} | 30,55 | 2.202,0 | 109,99 |
| Q _{fméd} | 19,22 | 1.224,0 | 69,19 |
| Q _{fmin} | 12,15 | 612,0 | 43,74 |

CÁLCULO DA VAZÃO DA ELEVATÓRIA EEE 5 - 2030

| EEE 5 | Vazão | | |
|-------------------|-------|---------|--------|
| | l/s | l/min | m³/h |
| Q _{fmáx} | 33,77 | 4.116,0 | 121,57 |
| Q _{fméd} | 21,01 | 2.286,0 | 75,64 |
| Q _{fmin} | 13,04 | 1.140,0 | 46,94 |

1.5 – Poço de Sucção

O volume do poço de sucção foi determinado em função de um período mínimo de funcionamento de 15 minutos.

$$V = (Q - q) \cdot f$$

$$Q = \text{vazão de recalque} = 0,02101 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$q = \text{vazão mínima afluyente} = 0,0105 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$f = 15 \text{ min} = 900 \text{ s}$$

$$V = (0,02101 - 0,0105) \times 900 = 10 \text{ m}^3$$

Para esse volume, o período máximo de interrupção do recalque será:

$$d = \frac{V}{q} = \frac{10}{0,0105} = 1.667 \text{ s} = 27,7 \text{ min}$$

1.6 – Considerações sobre o Funcionamento



Na primeira etapa serão instaladas duas bombas, sendo uma mantida em reserva e na época de saturação deverão ser instaladas mais uma bomba, operando duas em paralelo e uma em reserva.

V – ETAPAS DE EXECUÇÃO

Serão executadas as seguintes etapas construtivas, contempladas na Meta 1, presentes neste Contrato listadas a seguir:

- Construção de Estação elevatória 05;
- Construção de linha de recalque DN 250mm, L=617,04m em PVC DEFOFO;
- Implantação de rede de distribuição totalizando 4.851,45m com diâmetros variando de 150 e 200mm;
- Implantação de 600 ligações domiciliares.


DEMÉTRIO CELESTINO PINHEIRO DACOSTA
CREA 1164/D - DF