



P R E F E I T U R A M U N I C I P A L D E G A R A N H U N S – P E

**PROJETO DE REABILITAÇÃO E AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE
ESGOTAMENTO SANITÁRIO – ETE NOS BAIRROS JOSÉ
MARIA DOURADO E SÃO VICENTE EM GARANHUNS-PE**

- PROJETO EXECUTIVO -

junho/2025

Endereço: Rua Major João Ferreira, nº 199, CEP: 55130-000, Cabugá, São Caetano – PE

Email: cabugaengenharia@hotmail.com

Fone: (81) 9 9184 1484

- Í N D I C E -

1. APRESENTAÇÃO
2. DADOS E CARACTERÍSTICAS DA COMUNIDADE
 - 2.1. Localização e Acesso
 - 2.2. Área do município e área urbana
 - 2.3. Clima
 - 2.4. Relevo e hidrografia
 - 2.5. Condições sanitárias atuais
 - 2.6. Fontes de fornecimento de energia, tensão e tipo de corrente
 - 2.7. População urbana e rural
3. DADOS BÁSICOS PARA O PROJETO
 - 3.1. Dados Básicos para o projeto
 - 3.2. Estudo populacional
 - 3.3. Área a ser beneficiada
 - 3.4. Parâmetros de projeto
4. MEMORIAL DESCRITIVO
 - 4.1. Rede Coletora e Ligações Prediais
 - 4.2. Estações Elevatórias
 - 4.3. Emissário por Gravidade
 - 4.4. Estação de Tratamento de Esgoto – ETE
 - 4.5. Descrição do Tratamento
 - 4.6. Funcionamento do Sistema
 - 4.7. Eficiência dos Reatores Anaeróbios
 - 4.8. Destino final do lodo
 - 4.9. Destino Líquido percolado no leito de secagem
 - 4.10. Dimensionamento
5. PROPOSTA DE AUMENTO DE EFICIÊNCIA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO
- 6- MEMÓRIA DE CÁLCULOS
- 7- ORÇAMENTO

Endereço: Rua Major João Ferreira, nº 199, CEP: 55130-000, Cabugá, São Caetano – PE

Email: cabugaengenharia@hotmail.com

Fone: (81) 9 9184 1484



8- ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇOS

- 8.1 Desmatamento, destocamento e limpeza
- 8.2 Demolição e remoção
- 8.3 Implantação e manutenção do canteiro
- 8.4 Topografia
- 8.5 Notas de serviços
- 8.6 Movimento de terra
- 8.7 Assentamento de tubulação
- 8.8 Órgãos Acessórios
- 8.9 Teste de estanqueidade de linha
- 8.10 Considerações Gerais



A P R E S E N T A Ç Ã O

1. APRESENTAÇÃO

Este trabalho consubstancia a definição da concepção e se refere à Melhoria e Ampliação do SES de Garanhuns - Pe, para a estação de tratamento de esgoto das bacias Jose Maria Dourado e São Vicente, com capacidade para tratar esgoto sanitário de uma população de 9.600,00 habitantes o qual será desenvolvido em consonância com as normas e recomendações dos órgãos que lidam com saneamento básico no país e, principalmente, àquelas prescritas pela ABNT, no que diz respeito a trabalhos dessa natureza.

Este trabalho, em seu bojo, conterà, além desta Apresentação, os seguintes capítulos:

- TÓPICO 2 - DADOS E CARACTERÍSTICAS DA COMUNIDADE – onde se apresenta alguns dados inerentes à comunidade, de forma a caracteriza-la no contexto estadual.
- TÓPICO 3 - DADOS BÁSICOS PARA O PROJETO - onde serão expostos todos os parâmetros e premissas de projeto, incluindo o estudo populacional, com a distribuição espacial da população na área a ser beneficiada e as respectivas vazões, decorrentes do seu bom atendimento.
- TÓPICO 4 - MEMÓRIA DESCRITIVA - onde se justificará a concepção geral do sistema, comentando-se, isoladamente, cada uma de suas diversas unidades.

Endereço: Rua Major João Ferreira, nº 199, CEP: 55130-000, Cabugá, São Caetano – PE

Email: cabugaengenharia@hotmail.com

Fone: (81) 9 9184 1484

- TÓPICO 5 - DEFINIÇÕES; onde, após algumas considerações sobre o projeto que visa a reabilitação e ampliação do sistema de esgotamento sanitário da cidade, serão definidas as obras que comporão esta etapa de implantação.
- TÓPICO 6 – MEMÓRIA DE CÁLCULOS – onde serão expostos os cálculos efetuados no dimensionamento das diversas unidades do sistema, bem como, as fórmulas utilizadas.
- TÓPICO 7 – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – onde serão definidos os serviços e fornecimento de materiais/equipamentos definidos no projeto e relacionados para serem executados e ou adquiridos.
- TÓPICO 7 - ORÇAMENTO - onde será apresentada uma estimativa de custo para a execução de cada uma das unidades do sistema, englobando obras de construção civil, aquisição de materiais e equipamentos e ainda as instalações.

2. DADOS E CARACTERÍSTICAS DA COMUNIDADE

2.1 Localização

Garanhuns está localizada no Agreste Meridional de Pernambuco, na Mesorregião do Agreste Pernambucano e Microrregião de Garanhuns. Seu marco geográfico: 08°53'25" S, 36°29'34" W 2.

Distância até Recife, fica aproximadamente a **230 km** da capital estadual.

2.2. Área do município e área urbana

- Área total: cerca de **458–472 km²** (varia conforme a fonte; oficial do IBGE: 458,964 km² em 2024)
- Área urbana: cerca de **7,11 km²** 4. **Limites**

Endereço: Rua Major João Ferreira, nº 199, CEP: 55130-000, Cabugá, São Caetano – PE

Email: cabugaengenharia@hotmail.com

Fone: (81) 9 9184 1484

Fronteiras municipais:

- **Norte:** Capoeiras e Jucati;
- **Sul:** Lagoa do Ouro, Correntes;
- **Leste:** São João e Palmeirina;
- **Oeste:** Caetés, Saloá, Paranatama, Brejão, Terezinha.

2.3 Clima

- Clima mesotérmico (Cs'a/Mata de Altitude), com médias anuais em torno de **20–21 °C**, mínimas chegando a **8–9 °C** e máximas até **30 °C**.
- Precipitação anual varia entre **908 – 1.038 mm**, com 70 a 130 dias de chuva por ano

2.4. Relevo e hidrografia

- Relevo **dissecado**, na borda do Planalto da Borborema; altitudes entre **842 m** (sede) até **1 030 m** (em colinas como Magano). Inserido na bacia do **rio Mundaú**, com afluentes (Mundaú, Canhoto, Inhaúma) e vários riachos intermitentes. Destacam-se riachos como São Pedro, Mochila, Timbó etc.

2.5 Condições sanitárias atuais

- Abastecimento de água feito pela **Compesa**, com reservatórios como Mundaú II (19 milhões m³). Sistema de coleta de lixo operado pela **LOCAR**, com aterro sanitário sob supervisão municipal.
- Fontes naturais abundantes, incluindo água mineral subterrânea: poços, nascentes (por ex. Bica do Timbó), além de empresas de água mineral engarrafada.

2.6. Fontes de fornecimento de energia, tensão e tipo de corrente

- A energia elétrica segue o padrão nacional: **127 V** e **220 V**, **60 Hz**, corrente alternada.
- Operador principal é a concessionária local de Energia – **NEO ENERGIA**.

Endereço: Rua Major João Ferreira, nº 199, CEP: 55130-000, Cabugá, São Caetano – PE

Email: cabugaengenharia@hotmail.com

Fone: (81) 9 9184 1484

- A rede, assim como em geral no Nordeste, é de baixa tensão urbana, sem dados específicos sobre fontes alternativas (solar/eólica) locais. Recomenda-se contato com a concessionária (antiga Celpe) para detalhes como carga instalada, subestações e eventuais projetos de energia renovável no município.

2.7 População urbana e rural

Segundo o Censo de 2010 e contagens seguintes:

- 2010: população total de 129.408, com 115.356 na área urbana (~89 %) e o restante em rural Estimativa 2024: população total de 151.064, sem discriminar urbano/rural.
- Em 2014, ~88–89 % da população vivia na zona urbana.

3. DADOS BÁSICOS PARA O PROJETO

3.1 DADOS BÁSICOS PARA O PROJETO

3.2. Estudo Populacional

Os últimos dados registrados pela IBGE e referidos à população urbana da cidade de Garanhuns são:

ANO	POPULAÇÃO URBANA (HAB.)
2010	115.356
2022	126.830
2024	134.446 (estimativa)

Fonte IBGE - 2024

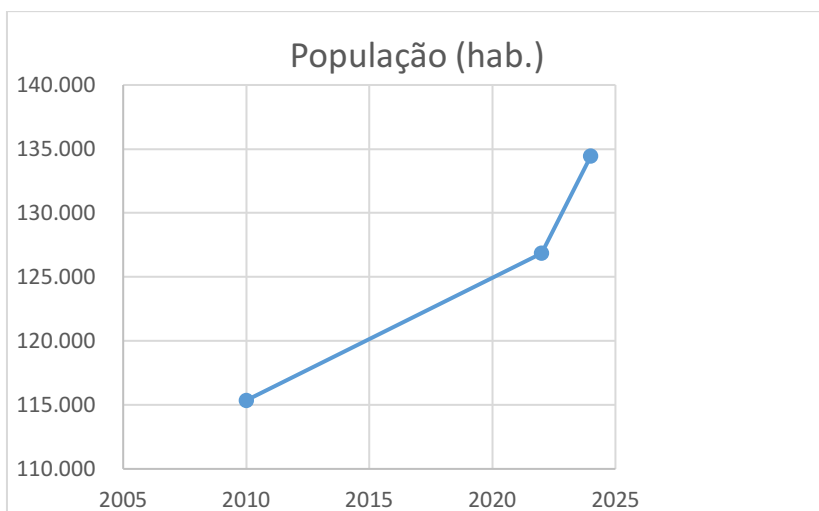
Endereço: Rua Major João Ferreira, nº 199, CEP: 55130-000, Cabugá, São Caetano – PE

Email: cabugaengenharia@hotmail.com

Fone: (81) 9 9184 1484

Com a utilização do método geométrico de crescimento populacional, constata-se que a cidade em foco cresceu nos últimos anos, segundo uma taxa de 1,20% a.a. Este valor está compatível com a média de crescimento que vem sendo registrada para a região nordestina, motivo pelo qual, para representar a evolução populacional da cidade durante o período de projeto, se adotou o valor de 1,50% aa. Este valor encerra também uma certa segurança, quanto ao bom funcionamento do sistema durante o horizonte de projeto, deixando-se assim uma folga para algum caso fortuito que venha a ocorrer na região e que contribua para acelerar o seu ritmo de crescimento demográfico.

Assim, para efeito de elaboração do projeto, as populações urbanas a serem consideradas serão:



ANO	POPULAÇÃO URBANA (HAB.) Estimada
2045	161.706

3.3. Área a ser beneficiada

A área a ser beneficiada da cidade de Garanhuns, compreende as bacias dos bairros José Maria Dourado e São Vicente.

A área de projeto mede 144,00 ha, sendo seu relevo bastante acidentado.

Por sub-bacia de esgotamento, a população da cidade se divide da seguinte bacia:

SUB-BACIA	ÁREA	ANO 2025		ANO 2045	
	(ha)	DENS. DEM. (hab/ha)	POPULAÇÃO (hab)	DENS. DEM. (hab/ha)	POPULAÇÃO (hab)
José Maria Dourado	93,6	73,18	6.850,00	89,1	8.325,00
São Vicente	50,4	56,4	2.850,00	68,5	3.450,00
T O T A L	144,00		9.700,00		11.775,00

3.4. Parâmetros de Projeto

3.4.1. Período de projeto

O período de projeto será de 20 anos, tendo como ano inicial 2025, ficando o horizonte de projeto para o ano 2045. O ano 2025 será o ano de sua implantação.

3.4.2. Parâmetros Básicos

Para o cálculo da demanda de água e o consequente retorno de esgotos sanitários ao longo do período de projeto, não se dispondo de outros dados para uma avaliação mais criteriosa, adotou-se os seguintes coeficientes:

- coeficientes de reforço
 - Referente ao dia de maior consumo $K_1 = 1,2$
 - Referente à hora de maior consumo $K_2 = 1,5$
 - Coeficiente de vazão mínima $K_3 = 0,5$
 - Per capita $q = 150 \text{ l/hab. dia}$
- taxa de infiltração $i = 0,01 \text{ l/s. Km}$
- coeficiente de retorno esgoto/água..... $0,80$
- carga orgânica “per capita” 50 g/hab. dia

Quanto a cota “per capita” referente ao abastecimento de água, o valor adotado foi de 150l/hab. Dia. Este foi o valor adotado quando da elaboração do projeto do seu atual sistema de abastecimento de água, sendo também o valor recomendado pelos órgãos que lidam com saneamento na região.

3.5. Cálculo das Vazões

Com base nos dados expostos anteriormente, as vazões de contribuição do sistema nos anos básicos de funcionamento serão:

SUB-BACIAS	ANO	VAZÕES (l/s)			
		MÉDIA	MÁX.DIÁ.	MÁX.HOR.	MÍNIMA
José Maria Dourado	2025	9,51	11,42	17,13	4,76
	2045	11,56	13,88	20,81	5,78
São Vicente	2025	3,96	4,75	7,13	1,98
	2045	4,79	5,75	8,63	4,31
TOTAL	2025	13,47	16,17	24,25	6,74
	2045	16,35	19,63	29,44	10,09

4. MEMORIAL DESCRITIVO

O projeto aqui apresentado, tem como premissa básica, a melhoria e ampliação na estação de tratamento de esgoto, que recebem os esgotos sanitários provenientes das duas bacias existentes que lançam seus esgotos na estação elevatória final, localizada ao lado da Estação de Tratamento, que aqui ampliaremos para melhoria na qualidade do efluente final tratado, com índices em torno de 80 a 90% na eficiência do tratamento. Esta área propiciará o esgotamento de toda as bacias de esgotamento, por gravidade.

Assim, o sistema será composto das seguintes unidades:

- Rede Coletora e Ligações Prediais;
- Estações Elevatórias;
- Emissários por Recalque;
- Emissário por Gravidade; e,
- Estação de Tratamento de Esgotos – ETE

4.1. Rede Coletora e Ligações Prediais

A rede coletora deverá ser executada em tubos de PVC rígido da linha VINILFORT ou material similar. O seu comprimento total será de 27.606,01m, dos quais já estão executados cerca de 6.500m com a seguinte divisão por diâmetro e sub-bacia de esgotamento:

SUB-BACIAS	REDE COLETORA EM PVC					TOTAIS
	400	350	250	200	150	
José Maria Dourado	529	685	1.096	1.315	10.075	13.700
São Vicente		180	415	856	4.250	5.701
TOTAL	529	865	1.511	2.171	14.325	19.401

4.2. Estações Elevatórias

As estações elevatórias são em número de 3 unidades, dispostas cada uma delas no ponto de concentração de esgotos da sub-bacia a que pertencem.

A estação elevatória EE3 tem a finalidade de proporcionar a transposição dos esgotos das bacias à estação de tratamento de esgoto.

4.3. Emissário por Gravidade - EG

O Emissário por Gravidade terá a finalidade de proporcionar a condução de todos os esgotos coletados na cidade até a ETE. O mesmo terá origem na saída da estação de tratamento de esgoto e conduzirá o efluente tratado ao destino final, ou seja, no riacho que passa ao lado da estação de tratamento.

4.4. Estação de Tratamento de Esgotos – ETE

4.4.1- Características dos esgotos, necessidades de tratamento e concepção de estações

4.4.1.1 - Características dos Esgotos

Os esgotos sanitários se alteram em função de diversas variáveis, desde o clima até hábitos culturais. Por outro lado, variam também ao longo do tempo, o que torna complexa sua caracterização. Metcalf & Eddy (1991), classificam os esgotos em forte, médio e fraco, conforme as características apresentadas na Tabela 1:

Tabela 1: Características físico-químicas dos esgotos. Metcalf & Eddy (1991)

Característica	Forte	Médio	Fraco
DBO _{5,20} (mg/L)	400	220	110
DQO (mg/L)	1.000	500	250
Carbono Org. Total (mg/L)	290	160	80
Nitrogênio total – NTK (mg/L)	85	40	20
Nitrogênio Orgânico (mg/L)	35	15	08
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	50	25	12
Fósforo Total (mg/L)	15	08	04
Fósforo Orgânico (mg/L)	05	03	01

Endereço: Rua Major João Ferreira, nº 199, CEP: 55130-000, Cabugá, São Caetano – PE

Email: cabugaengenharia@hotmail.com

Fone: (81) 9 9184 1484

Fósforo Inorgânico (mg/L)	10	05	03
Cloreto (mg/L)	100	50	30
Sulfato (mg/L)	50	30	20
Óleos e Graxas (mg/L)	150	100	50

No Brasil, mesmo que não se tenha informação segura com base local, costuma-se adotar contribuições “per capita” de 54 e 100 g/habitante Dia para a DBO de cinco dias e para a DQO, respectivamente.

Em termos de vazão, pode-se afirmar que os esgotos estão sujeitos às mesmas variações relativas ao consumo de água, variando de região para região, dependendo principalmente do poder aquisitivo da população. Apenas a título de referência, pode-se considerar a contribuição típica de 160 L/habitante. Dia, referente ao consumo “per capita” de água de 200 L/habitante. Dia e um coeficiente de retorno água/esgoto igual a 0,8. Para a determinação das vazões máximas de esgotos, costuma-se introduzir os coeficientes $k_1 = 1,2$ (relativo ao dia de maior produção) e $k_2 = 1,5$ (relativo à hora de maior produção de esgotos). Consequentemente, a vazão de esgotos do dia e hora de maior produção é 1,8 vezes, ou praticamente o dobro da vazão média diária. Deve ser lembrado que as características dos esgotos são afetadas também pela infiltração de água subterrânea na rede coletora e pela possível presença de contribuições específicas, como indústrias com efluentes líquidos ligados à rede pública de coleta de esgotos.

Os esgotos sanitários possuem excesso de nitrogênio e fósforo. Isto faz com que, ao ser submetido a tratamento biológico, haverá incorporação desses macronutrientes nas células que tomam parte do sistema, mas o excesso deverá ser ainda grande. Esta é uma importante preocupação em termos de tratamento de esgotos, exigindo tratamento avançado quando se tem lançamento em situações mais restritivas, sobretudo em represas utilizadas para o abastecimento público de água potável, onde o problema da eutrofização poderá ter consequências drásticas. Na Tabela 2 são apresentadas concentrações típicas das diversas frações de sólidos em esgotos:

Tabela 2: Concentrações de sólidos em esgotos. Fonte: Metcalf & Eddy (1991)

Característica	Forte	Médio	Fraco
Sólidos Totais (mg/L)	1.200	720	350
Sólidos Dissolvidos (mg/L)	850	500	250
Sólidos Dissolvidos Fixos (mg/L)	850	500	250
Sólidos Dissolvidos Voláteis (mg/L)	525	300	145
Sólidos em Suspensão Totais (mg/L)	350	220	100
Sólidos em Suspensão Fixos (mg/L)	75	55	20
Sólidos em Suspensão Voláteis (mg/L)	275	165	80
Sólidos Sedimentáveis (mL/L)	20	10	05

Na Tabela 3 são apresentadas algumas características biológicas dos esgotos, importantes para referenciar as necessidades de desinfecção. Embora a legislação seja restrita aos índices de coliformes, aplicações dos esgotos como, por exemplo, na agricultura, podem exigir o controle de outros indicadores.

Tabela 3: Concentrações de organismos em esgotos. Metcalf & Eddy (1991)

Característica	Valor Médio
Bactérias Totais (/100 ml)	$10^9 - 10^{10}$
Coliformes Totais (NMP/100 ml)	$10^7 - 10^8$
Coliformes Fecais (NMP/100 ml)	$10^6 - 10^7$
Streptococos Fecais (NMP/100 ml)	$10^5 - 10^6$
Salmonella Typhosa (/100 mL)	$10^1 - 10^4$
Cistos de Protozoários (/100 mL)	$10^2 - 10^5$
Vírus (/100 mL)	$10^3 - 10^4$
Ovos de Helminthos (/100 mL)	$10^1 - 10^3$

4.4.1.2 -Aspectos Legais

Apresentam-se, em seguida, alguns padrões de emissão de esgotos em águas naturais constantes na legislação pertinente, como nas resoluções federais, a Resolução 357/2005 do CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente), e em diversos livros que tratam do assunto, tomados como referência.

Padrões de emissão de esgotos

- pH: entre 5 e 9
- Temperatura: inferior a 40°C
- Sólidos Sedimentáveis: inferior a 1 mL/L
- DBO_{5,20}: inferior a 60 mg/L ou 80% de redução

Padrões de emissão de esgotos – Resolução 357 do CONAMA

- pH: entre 5 e 9
- Temperatura: inferior a 40°C
- Sólidos Sedimentáveis: inferior a 1 mL/L
- Amônia total: inferior a 20 mg/L

Pode ser observado que o padrão de emissão de 20 mg/L para amônia não pode ser atendido mediante a grande maioria dos processos de tratamento biológicos, exceto os aeróbios com idade do lodo elevada.

Apresentam-se a seguir, a título de ilustração, alguns padrões de qualidade estabelecidos nas legislações para uma água natural classe 2, que pode ser utilizada para abastecimento público, após tratamento:

Padrões de qualidade – Águas Classe 2

- Oxigênio Dissolvido: não inferior a 5 mg/L
- DBO_{5,20}: inferior a 5 mg/L
- Coliformes Totais: não superior a 5.000 / 100 mL
- Coliformes Fecais: não superior a 1.000 / 100 mL

Padrões de qualidade – Águas Doces Classe 1 Resolução CONAMA 357/2005

- pH: entre 6 e 9
- Oxigênio Dissolvido: não inferior a 5 mg/L
- DBO_{5,20}: inferior a 5 mg/L
- Coliformes Totais: não superior a 5.000 / 100 mL
- Coliformes Fecais: não superior a 1.000 / 100 mL

Amônia total:

- 3,7 mg-N/L para $\text{pH} \leq 7,5$
- 2,0 mg-N/L para $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$
- 1,0 mg-N/L para $8,0 < \text{pH} \leq 8,5$
- 0,5 para $\text{pH} > 8,5$

Os limites de amônia são estabelecidos em função do pH em vista que quanto mais elevado, maior é a parcela de amônia gasosa, NH_3 , que é mais tóxica. O íon amônio, NH_4^+ , menos tóxico, predomina em faixas mais baixas de pH.

Fósforo Total:

- 0,02 mg/L para ambientes lênticos,
- 0,025 mg/L para ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias e tributários diretos de ambiente lênticos e
- 0,1 mg/L para ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários.

Uma dificuldade frequente no atendimento à legislação federal, refere-se ao padrão para fósforo, bastante restritivo. Pode ser observado também que dificilmente se terá uma condição de diluição dos esgotos tratados no corpo receptor que dispense a desinfecção final dos esgotos antes do lançamento. É possível que mesmo empregando-se tratamento físico-químico à base de coagulante após o tratamento biológico, não se alcance condições para o enquadramento.

4.4.1.3 - Necessidades de Tratamento

As cidades brasileiras têm se deparado com graves problemas relacionados ao saneamento 60% das internações anuais são resultado da falta de saneamento, 30% das mortes de crianças com menos de um ano, ocorre por diarreia. Ainda que só 0,1% dos esgotos de origem doméstica seja constituído de impurezas de natureza física, química e biológica, e o restante seja água, o contato com esses efluentes e a sua ingestão é responsável por cerca de 80% das doenças e 65% das internações hospitalares. Atualmente, apenas 10% do

Endereço: Rua Major João Ferreira, nº 199, CEP: 55130-000, Cabugá, São Caetano – PE

Email: cabugaengenharia@hotmail.com

Fone: (81) 9 9184 1484



total de esgotos produzidos recebem algum tipo de tratamento, os outros 90% são despejados in natura nos solos, rios, córregos e nascentes, constituindo-se na maior fonte de degradação do meio ambiente e de proliferação de doenças infecciosas e parasitárias.

A precariedade dos serviços de saneamento no Brasil, explica o agravamento de algumas enfermidades já controladas, o ressurgimento de outras já erradicadas e o descompasso entre o desenvolvimento econômico e o quadro da saúde pública. A ausência de um tratamento adequado dos resíduos domiciliares ameaça a contaminação dos lençóis freáticos, dos recursos hídricos, do solo, do ar, o que se transforma num risco para a saúde pública, mormente para as populações carentes. Assim, doenças como febre tifoide e paratifoide, cólera, diarreia aguda, hepatite A, poliomielite, toxoplasmose, ascaridíase, ancilostomíase, esquistossomose, teníase, são as doenças mais comuns em nosso meio, atribuídas à falta de esgoto sanitário.

A cidade de Garanhuns, como a grande maioria das cidades brasileiras, apresenta condições sanitárias insatisfatórias, pois não possui rede coletora e os esgotos são lançados in natura sobre os terrenos ou nos corpos d'água, contaminando e causando a completa degradação das águas superficiais, elevando a sua contaminação e degradação, comprometendo o abastecimento tanto em quantidade como na qualidade da água, além de constituir-se em focos de disseminação de doenças relacionadas à água e a incidência de internações hospitalares.

O Processo de levantamento de dados foi conduzido com o objetivo de promover a execução de rede coletora abrangendo a área urbana da cidade. Foi realizado através de visita in loco, consultas à Prefeitura e ao IBGE, informando que a bacia hidrográfica abrangida pela zona urbana da cidade de Garanhuns, possui uma população atual de 134.446 habitantes.

Os poucos sistemas para tratamento que existem são constituídos por fossas negras ou pelo conjunto fossa/sumidouro, construídos sem critério técnico, causando a contaminação do lençol freático e colocando em risco a saúde da

Endereço: Rua Major João Ferreira, nº 199, CEP: 55130-000, Cabugá, São Caetano – PE

Email: cabugaengenharia@hotmail.com

Fone: (81) 9 9184 1484

população, demonstrando suas deficiências.

O esgotamento sanitário requer, portanto, não só a implantação de uma rede de coleta, mas também um adequado sistema de tratamento e disposição final, combinado com políticas de saúde e habitação, diminuindo a incidência de doenças e internações hospitalares, por minimizar o comprometimento dos recursos hídricos disponíveis na região.

A necessidade de esgotamento e tratamento de efluentes gerados por esta população se faz necessária não somente pela proteção dos impactos ambientais gerados nos riachos e lagoas que margeiam a cidade e, portanto, agredindo e degradando a natureza, bem como, gerando rotas de veiculação de doenças, pela ausência de saneamento.

O progresso e o crescimento harmônico da cidade dependem do seu equipamento urbano bem cuidado, do atendimento médico adequado, dos sistemas de saneamento com abrangência, sem o qual não pode criar um ambiente saudável e muito menos receber seus visitantes.

Em síntese, da degradação da qualidade ambiental resultam direta ou indiretamente:

- a) prejuízos à saúde, à segurança e ao bem-estar da população;
- b) criam condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- c) afetam, desfavoravelmente, a biota;
- d) afetam as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
- e) lançam matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

4.4.2. - Objetivo do Tratamento

O projeto visa tratar os esgotos sanitários da cidade de Garanhuns próxima ao centro urbano da sede do Município, com a máxima eficiência de retirada de carga orgânica, microrganismos e sólidos em suspensão, ocupando a menor

área, com funcionamento simples, permitindo ampliações futuras, atendendo as normas da Secretaria de Meio Ambiente de lançamento de efluentes em corpos d'água.

4.4.3 Seleção do Processo de Tratamento

A fim de atender a situação local, optou-se pela implantação de uma ETE do tipo Reator Uasb, seguida por tratamento em lagoas de estabilização, com chicanas espaçadas adequadamente e com a função de dar polimento ao efluente do reator anaeróbio, este terá eficiência em torno de 75% na redução da DBO e DQO

Tratamento preliminar \ Tratamento biológico \ Lançamento final

- O tratamento preliminar já existente, na estação elevatória final, tem, grade e caixa de remoção de areia;
- Medidor de vazão através de uma calha Parshall;
- O tratamento biológico terá tanque séptico (sedimentação e digestão) e filtro biológico anaeróbio;
- Pós tratamento do efluente do filtro anaeróbio, através de lagoas de estabilização do tipo facultativas com chicanas
- O lançamento final será feito por tubulação e alcançará o riacho ao lado da estação de tratamento;
- Leito de secagem do lodo digerido;

4.4.4 Dimensionamento da ETE

Conforme descrito em item acima, foi adotado um projeto de maneira a atender uma população de 9.600 habitantes, com as unidades de tratamento, Reator UASB, Lagoas de Estabilização, leito de secagem.

O sistema de tratamento adotado associa reatores anaeróbios e lagoas de estabilização do tipo chicanas. As vantagens de tal associação estarão nos próximos parágrafos.

A tecnologia anaeróbia, já consolidada na América Latina (em especial no Brasil), se destaca pela sua eficiência na remoção de matéria orgânica (DBO/DQO) e sólidos suspensos (SST). Dentre as variantes da tecnologia, temos os reatores anaeróbios de fluxo ascendente através de leito de lodo, que apresentam grandes vantagens:

- Curto tempo de detenção ocasionando pequenos volumes e áreas;
- Produzem pouco lodo, e esse é estabilizado;
- Não consomem energia;
- Não necessitam de equipamentos eletromecânicos;
- Requerem construção e operação simples;
- Maior facilidade no controle de odores;
- Baixo custo de manutenção;

A associação de reatores anaeróbios e filtros biológicos aerados submersos, com meio de suporte granular, índice de vazios e superfície específica, promove o polimento do efluente, reduzindo muito significativamente a concentração de matéria orgânica biodegradável, sólidos em suspensão e microrganismos do efluente do reator anaeróbio. Entre as principais vantagens dessa associação estão:

- A redução significativa da concentração de material orgânico no reator anaeróbio resulta numa menor carga orgânica a tratar no filtro aerado, reduzindo assim as suas dimensões;
- A presença de um reator anaeróbio dispensa a necessidade de uma unidade de estabilização de lodo, uma vez que o lodo descartado do filtro aerado é recirculado ao anaeróbio, onde ocorrerão digestão e reação anaeróbia.
- A quantidade de lodo estabilizado será muito menor num sistema anaeróbio/aeróbio, pois a produção de lodo por unidade de massa de material orgânico é muito menor num sistema anaeróbio que num sistema aeróbio.

Além disso, o lodo estabilizado no reator anaeróbio tem uma concentração

Endereço: Rua Major João Ferreira, nº 199, CEP: 55130-000, Cabugá, São Caetano – PE

Email: cabugaengenharia@hotmail.com

Fone: (81) 9 9184 1484



muito maior, o que facilita sua manipulação até seu descarte na ETE;

- Como consequência da remoção de grande parte da carga orgânica na parte anaeróbia do sistema, a demanda de oxigênio na parte aeróbia se reduz, de modo que se precisa menos energia para a aeração, se compararmos com um sistema aeróbio tratando sozinho.

Para uma remoção mais eficiente de patógenos é sugerido o processo de desinfecção química com cloro, onde o efluente do decantador secundário é encaminhado ao tanque de contato e ficará retido por um tempo de detenção mínimo de 30 minutos. A aplicação do cloro é feita na tubulação anterior a entrada no compartimento do tanque de contato, através de bombas dosadoras de cloro, de modo a permitir o tempo de contato mínimo para inativação de todos dos microrganismos.

Faz-se necessário a implantação de um pré-tratamento, antes da ETE, para retirada de sólidos grosseiros e sólidos inorgânicos sedimentáveis presentes no esgoto, visto que estes podem vir a prejudicar o funcionamento das bombas elevatórias, ocasionar travamentos e/ou obstruções, bem como interferir no tratamento biológico comprometendo a eficiência da Estação.

Para o desenvolvimento de seus equipamentos a Compacta tem procurado sempre se atualizar e adotar tecnologias mais recentes e eficazes, para o tratamento de esgotos sanitários, inclusive adotando resultados positivos do PROSAB (Programa de Pesquisa em Saneamento Básico), assim como nas Normas para tratamento de esgotos sanitários da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 12209 e NBR 13969.

Todos os equipamentos fabricados em plástico reforçado com fibra de vidro (PRFV), seguindo as normas ASTM-D3299, ASTM-D2563 e NBS-PS15, conforme abaixo:

- Superfície interna formada de uma camada de véu sintético e duas mantas 450 g/m², impregnadas com resina com neo-pentil-glicol, pelo processo manual, formando uma barreira química inerte à hidrólise e ataque de substâncias agressivas dos esgotos;

Endereço: Rua Major João Ferreira, nº 199, CEP: 55130-000, Cabugá, São Caetano – PE

Email: cabugaengenharia@hotmail.com

Fone: (81) 9 9184 1484

- Camadas estruturais compostas por fios contínuos e picados, pelo processo de filament winding, com resina, totalizando espessura compatível com as condições operacionais e externamente receberá nervuras em toda sua circunferência para suportar os esforços da carga;
- A superfície externa recebe um banho com resina parafinada para uma melhor cura do laminado.

A opção aqui desenvolvida, tem demonstrado ser de grande eficiência no tratamento específico para o esgoto doméstico, além das vantagens de ser operacionalmente mais econômica, de baixo consumo de energia e baixa produção de lodo.

Trata-se de um sistema completo que demanda reduzida área de construção, além de baixo custo e implantação e operação sua eficiência tem demonstrado satisfatória para o lançamento de efluentes em rios e lagoas, pois a eficiência deste tipo de estação apresenta-se em torno de 90% para os diversos parâmetros da resolução Conama 430.

4.5 DESCRIÇÃO DO TRATAMENTO

4.5.1 TRATAMENTO PRELIMINAR E ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO - EEEB, CAIXA DE AREIA, CANAL DESARENADOR E CALHA PARSHALL

O esgoto deverá passar primeiramente pelo pré-tratamento e, na sequência, ser recalcado até as unidades de tratamento.

O pré-tratamento, e a elevatória de esgoto bruto serão instalados juntos em um único local, dentro de uma estrutura de contenção com profundidade de acordo com a chegada do esgoto bruto. O esgoto bruto é direcionado do último PV (poço de visita) ao pré-tratamento vertical onde, inicialmente, ocorrerá a

Endereço: Rua Major João Ferreira, nº 199, CEP: 55130-000, Cabugá, São Caetano – PE

Email: cabugaengenharia@hotmail.com

Fone: (81) 9 9184 1484



retenção dos sólidos grosseiros na grade metálica em Inox de entrada do tratamento primário e logo em seguida na entrada do poço de sucção um cesto construído em PRFV, e o esgoto seguirá para o tanque de sucção das bombas. Após passar pelo cesto de retenção de sólidos grosseiros, o esgoto será recalcado através de bombas submersas e encaminhado a ETE através do emissário por recalque o dimensionamento da unidade de tratamento preliminar bem como a estação elevatória de esgoto bruto, caixa de areia, calha Parshall obedeceram a **Norma Brasileira NBR 12.208 Projeto de Estação de Bombeamento ou de Estação Elevatória de Esgotos, NBR 12209 Elaboração de projetos hidráulico sanitário de estações de tratamento de esgoto sanitário de 24/12/2011 e NBR 9648 Estudo de Concepção de Sistemas de esgotos sanitário de Nov./1986.**

4.5.2 TRATAMENTO SECUNDÁRIO

No reator anaeróbio corresponde a unidade de tratamento primária, o esgoto recalcado chega nele na parte superior, de onde partem diversas tubulações de distribuição, que o conduzem até o fundo do reator, garantindo uma distribuição equitativa do esgoto no fundo do mesmo. Esta distribuição equilibrada propicia a ocorrência do processo de digestão anaeróbia em todo o tanque, evitando-se assim a ocorrência de zonas mortas ou curtos-circuitos hidráulicos. O próprio esgoto em movimento ascendente forma uma manta de lodo com elevada concentração de microrganismos anaeróbios, os quais são responsáveis pela digestão da matéria orgânica, estabilizando-a. O lodo age como meio filtrante, ao mesmo tempo em que provê o substrato para os microrganismos anaeróbios responsáveis pelo processo. O líquido é coletado junto à superfície do reator através de canaletas que se reúnem e conduzem o efluente até o filtro aerado.

Os gases gerados no processo de digestão anaeróbio, cujo maior volume corresponde ao gás metano, são direcionados pelos defletores e campânulas

Endereço: Rua Major João Ferreira, nº 199, CEP: 55130-000, Cabugá, São Caetano – PE

Email: cabugaengenharia@hotmail.com

Fone: (81) 9 9184 1484



ao topo do reator, sendo conduzidos por tubulação ao coletor de gases, equipamento anexo ao reator anaeróbio.

O objetivo do coletor de gases é neutralizar os odores ocasionado pelo gás sulfídrico, pela adição da solução de leite de cal. A reação do óxido de cálcio com o sulfeto de hidrogênio forma o sulfeto de cálcio, conforme a equação: $\text{CaO} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{CaS} + \text{H}_2\text{O}$. Face ao pequeno volume de gases produzidos na ETE, optamos por sistema de lavagem do gás sulfídrico, uma vez que por Norma so devemos colocar o queimador de gás, em estações de grande e médio porte, neste aqui não haverá a produção necessária a manutenção de uma chama para extinção do gás.

Feito isso, todos gases são liberados na atmosfera, inclusive o metano, pois o volume gerado é baixo, não sendo representativo.

O efluente do reator anaeróbio é conduzido por gravidade até a unidade que promoverá o tratamento complementar, o filtro biológico aerado submerso e na sequência ao decantador secundário.

O filtro provê um tratamento aeróbio ao efluente do reator anaeróbio, realizando a remoção de compostos orgânicos solúveis e de partículas em suspensão. O efluente é distribuído no fundo do filtro, iniciando sua trajetória ascendente. Na parte inferior do equipamento, logo acima do fundo falso, é feita a distribuição de ar, por meio de difusores de bolhas grossas, fornecendo o oxigênio necessário para o metabolismo das bactérias aeróbias. Acima dos difusores está o meio suporte, constituído de peças plásticas corrugadas, que saem de substrato para a fixação e desenvolvimento dos microrganismos aeróbios, bem como a retenção física dos sólidos suspensos do esgoto.

O uso de tubetes plásticos, com alto índice de vazios e superfície específica em torno de $250 \text{ m}^2/\text{m}^3$, evita problemas de colmatção precoce e proporciona um efluente bastante clarificado, pela elevada retenção de lodo nos espaços vazios.

Após atravessar o meio suporte do filtro o afluente é conduzido a outra unidade, onde fica o decantador secundário associado ao tanque de contato.

Endereço: Rua Major João Ferreira, nº 199, CEP: 55130-000, Cabugá, São Caetano – PE

Email: cabugaengenharia@hotmail.com

Fone: (81) 9 9184 1484



Nesta o efluente passa, primeiramente, pelo decantador, dotado de lamelas construídas de PRFV, aceleradores de decantação, distribuídos horizontalmente no tanque para propiciar um melhor escoamento e sedimentação dos sólidos remanescentes. O lodo decantado é acumulado numa espécie de bacia de sedimentação.

4.5.3 TRATAMENTO TERCIÁRIO

Após os reatores anaeróbio, o efluente se encaminhará para a lagoa de maturação, aqui haverá a remoção de organismos patógenos entre estes os organismos a serem removidos, incluem-se as bactérias, vírus, cistos de protozoários e ovos de helmintos. Uma parte desta remoção ainda ocorre na lagoa facultativa prévia a lago, no entanto a grande maioria da remoção ocorre de fato nesta etapa do tratamento. As lagoas de maturação possibilitam um polimento no efluente de qualquer dos sistemas de lagoas de estabilização descritos anteriormente tais como, lagoas facultativas ou lagoas anaeróbias, o principal objetivo da lagoa de maturação e sem dúvida alguma a remoção dos patógenos existente no efluente.

4.6. FUNCIONAMENTO DO SISTEMA

A utilização dos Tanques Anaeróbios é recomendada para os esgotos sanitários “frescos”, ou seja, são efluentes que tão logo são produzidos em pouco tempo chegam a unidade de tratamento, característica comum em pequenas localidades, como é o nosso caso, como também em grandes hotéis, parques, etc, conforme demonstrado na prática, com muitas unidades construídas e em operação pelo **Prof. Cícero Onofre de Andrade Neto - UFRN**. O funcionamento pode ser descrito como a seguir:

- Os sólidos sedimentáveis presentes no esgoto afluyente vão ao fundo do tanque, passando a constituir uma camada de lodo;
- Os óleos, graxas e outros materiais mais leves presentes no esgoto afluyente flutuam até a superfície do tanque, vindo a formar uma camada de espuma;
- O esgoto, livre dos materiais sedimentáveis e flutuantes, flui entre as camadas de lodo e de espuma, deixando o tanque séptico em sua extremidade oposta, de onde é encaminhado à uma unidade de pós

Endereço: Rua Major João Ferreira, nº 199, CEP: 55130-000, Cabugá, São Caetano – PE

Email: cabugaengenharia@hotmail.com

Fone: (81) 9 9184 1484

tratamento ou de disposição final.

- O material orgânico retido no fundo do tanque sofre uma decomposição facultativa e anaeróbica, sendo convertido em compostos mais estáveis como CO_2 , CH_4 , H_2S . Embora o H_2S seja produzido nos tanques sépticos, problemas de odor não são usualmente observados, uma vez que estes combinam com metais acumulados no lodo, vindo a formar sulfetos metálicos insolúveis;
- A decomposição anaeróbia proporciona uma redução contínua do volume do lodo depositado no fundo do tanque, mas há sempre uma acumulação ao longo dos meses de operação do tanque séptico. Como consequência, a acumulação de lodo e de espuma leva a uma redução do volume útil do tanque, demandando a remoção de parte deste material periodicamente.

4.7. Eficiência dos Reatores Anaeróbios

Para reatores anaeróbios de câmaras em série, segundo a NBR 7229/82, bem como unidades construídas em escala real e monitorados por técnicos de renome como os professores **R. Oliveira, Pedro Além Sobrinho**, dentre outros, encontraram eficiências médias de remoção, conforme descritas abaixo:

- **DBO – 65% a 75%**
- **DQO – 55% a 70%**
- **Sólidos suspensos – 45% a 80%**
- **Óleos e graxas – 70% a 90%**

4.8 Destino Final do Lodo

O lodo produzido nos reatores anaeróbios será totalmente conduzido para um leito de secagem, por gravidade, a ser construído próximo à planta, através de pressão hidrostática, visto que a topografia do local escolhido para a ETE favorece este tipo de descarga. O fundo do tanque séptico deverá possuir um caimento de 45° , conforme determina a Norma. Consideramos um prazo de 20 dias para que o lodo atinja uma umidade de 70% – 60%, condição esta considerada adequada para a remoção manual, sendo posteriormente dado um

Endereço: Rua Major João Ferreira, nº 199, CEP: 55130-000, Cabugá, São Caetano – PE

Email: cabugaengenharia@hotmail.com

Fone: (81) 9 9184 1484

destino adequado para o mesmo, como um aterro controlado no município ou em valas na própria área da ETE, neste caso a cada 30 cm de lodo receberá uma cobertura de terra de 15 cm. de espessura. Encontra-se em anexo o projeto do leito de secagem de lodo.

4.9. Destino do Líquido Percolado no Leito de Secagem

O efluente líquido drenado através do leito de secagem de lodo, será conduzido por tubulação de PVC, aos tabuleiros com gramíneas de escoamento superficial, localizado em cota topográfica inferior ao mesmo, conforme especifica a norma técnica.

4.10. Dimensionamento

Todos os cálculos estão anexados, incluindo dimensões finais.

5. PROPOSTA DE AUMENTO DE EFICIÊNCIA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

O sistema proposto espera-se uma eficiência na remoção de DBO na ordem de 80,0 %, DQO na ordem de 70 %, uma alta remoção de Óleos e graxas – 70% a 90% e de Sólidos suspensos – 78 a 90 %, com as lagoas, esta eficiência, inclusive de nutrientes com Fósforo e Nitrogênio (P e N). A remoção de coliformes fecais no sistema como o todo será de 99% com as lagoas de estabilização, após sua melhoria com a impermeabilização do fundo. Contudo podemos elevar consideravelmente a remoção tanto de nutrientes, DBO remanescente, quanto de organismos patogênicos, a valores próximos de 99%, através do encaminhamento do efluente tratado a uma vala de filtração ou a uma disposição controlada no solo, através do escoamento superficial, conforme estudos realizados pelo **PROSAB**.

6. MEMÓRIA DE CÁLCULOS

REATOR UASB

Vazão afluyente média (Q _{méd})	m ³ /dia	1139,52	47,48	m ³ /h
Vazão afluyente máxima diária (Q _{Máx.dia})	m ³ /dia	1367,52	56,98	m ³ /h
Vazão afluyente máxima horária (Q _{Máx.Hor})	m ³ /dia	2052,00	85,50	m ³ /h
Concentração média de DBO afluyente no ao reator RAFA (So-RAFA-DBO)	mg/l	350		
Concentração média de DQO afluyente no ao reator RAFA (So-RAFA-DQO)	mg/l	600		
Nº De habitantes (P)	hab	9500		
Carga orgânica de DBO/hab (C _{DBO}) = Q _{méd} *So-RAFA-DBO	kgDBO/dia	398,83		
Carga orgânica de DQO/hab (C _{DQO}) = Q _{méd} *So-RAFA-DQO	kgDQO/dia	683,71		
Carga orgânica média de DBO de esgoto bruto (DBO.média.eb) = P*(C _{DBO} /1000)	kg/DBO*dia	3788,90		
Carga orgânica média de DQO de esgoto bruto (DQO.média.eb) = P*(C _{DQO} /1000)	kg/DQO*dia	6495,26		
Temp. méd. Esgoto	°C	28		
Y	kgDQO _{lodo} /kgDQO _{apl}	0,21		
Clodo		4,5%		
Dens. Lodo (γ)	kgSST/m ³	1020		

Endereço: Rua Major João Ferreira, nº 199, CEP: 55130-000, Cabugá, São Caetano – PE

Email: cabugaengenharia@hotmail.com

Fone: (81) 9 9184 1484

CÁLCULO DO VOLUME DO REATOR

Carga afluyente média de DQO (LO-DARFA-DQO) =Q _{méd} *So-RAFA-DQO	kgDQO/dia	683,712
Tempo de detenção hidráulica adotado (t)	h	7
Volume total de reatores (V) =Q _{méd} *t	m ³	332,36
Número de reatores adotados (n)	und	8
Volume de cada reator (V _{reator}) = V/n	m ³	41,55
Altura adotada para cada reator (H _{reator})	m	4,5
Área de cada reator (A _{reator}) = V _{reator} /H	m ²	9,23
Diâmetro dos reatores (D) = (4*Ar/pi) ^{0,5}	m	3,43
Diâmetro dos reatores (D) = adotado	m	3,40
Área total corrigida (A _{tcorrig}) = (pi*d ² /4)*n	m ²	72,63
Volume total corrigido (V _{tcorrig}) = A _{tcorrig} *H	m ³	326,835
Tempo de detenção hidráulica corrigido (t _{corrig}) = V _{tcorrig} /Q _{méd}	h	6,8800
Carga hidráulica volumétrica (CHV) = Q _{méd} /V _{tcorrig}	m ³ /m ³ *dia	3,49
Carga Orgânica volumétrica (Cv) = (Q _{méd} *So- RAFA-DQO) /V _{tcorrig}	kgDQO/m ³ x dia	2,09
ÁREA, VOLUME E TEMPO DE DETENÇÃO DOS REATORES		
Número de reatores - N	8	und
Diâmetro do reator - D	3,40	m
Altura útil do reator - H	4,5	m
Área total dos reatores A = π D ² /4 x N	72,63	m ²
Volume dos Reatores V _{reat.} = A x H	326,85	m ³
Tempo de Detenção - T = V _{reat} / Q _{média}	6,88	h

Verificação das velocidades ascensionais resultantes, para vazões, média, máxima diária e máxima horária.

Para vazão média (v) = $Q_{\text{méd}}/A_{\text{corrig}}$	m/h	0,65	0,50 a 0,70 m/h	ok
Para vazão máxima diária (v) = $Q_{\text{Máx.dia}}/A_{\text{corrig}}$	m/h	0,78	$\leq 1,10$ m/h	ok
Para vazão máxima horária (v) = $Q_{\text{Máx.Hor}}/A_{\text{corrig}}$	m/h	1,18	$\leq 1,50$ m/h	ok

Sistema de distribuição do esgoto afluente ao Reator

$N_d = A_t / A_d$		
A_t = Área total dos reatores	72,63	m ²
A_d = Área de influência de cada distribuidor	2	m ²
Número de tubos distribuidores (N_d) = A_{corrig}/A_d	36,32	und
Número de distribuidor a ser adotado em cada reator	12,00	und
Área de influência corrigida (A_d . corrig) = $A_{\text{corrig}}/A_d * N_d$	2,02	m ²
Estimativa da eficiência de remoção de DQO do sistema		

$ED_{QO} = 1 - 0,68 * t^{-0,35}$	%	65,59%
----------------------------------	---	--------

Estimativa da eficiência de remoção de DBO do sistema

$ED_{BO} = 1 - 0,7 * t^{-0,5}$	%	73,54%
--------------------------------	---	--------

Endereço: Rua Major João Ferreira, nº 199, CEP: 55130-000, Cabugá, São Caetano – PE

Email: cabugaengenharia@hotmail.com

Fone: (81) 9 9184 1484

Estimativa das concentrações de DQO e DBO no efluente final do reator UASB

$S\text{-RAFA-DQO} = S_o\text{-RAFA-DQO} - (EDQO * S_o\text{-RAFA-DQO})$	mgDQO/l	206,48
$S\text{-RAFA-DBO} = S_o\text{-RAFA-DBO} - (EDBO * S_o\text{-RAFA-DBO})$	mgDBO/l	92,60

Avaliação da produção de metano no reator

DQO_{CH_4} = Carga de DQO convertida em metano	kgDQO/dia	304,85
$Q_{média}$ = vazão média do esgoto afluente	m³/dia	1139,52
S_o = concentração de DQO afluente	kgDQO/m³	600
S = concentração de DQO efluente	kgDQO/m³	206,48
$Y_{coef. Sol.}$	kgDQOolodo/kgDQOapl.	0,21

Conversão da massa de metano em produção volumétrica

$Q_{CH_4} = DQO_{CH_4} / f(T)$		kgDQO/m³
Q_{CH_4} Produção volumétrica de metano	117,65	m³/dia
$f(T)$ Fator de correção para temperatura operacional do reator		kgDBO/m³
$f(T) = P \times K_{DQO} / R \times (273 + T)$	2,59	kgDBO/m³
P pressão atmosférica	1	atm
K_{DQO} : DQO correspondente a 1 mol de CH_4	64	gDQO/mol
R constante dos gases	0,08206	atm.l/mol. K
T : temperatura operacional do reator	28	C

Endereço: Rua Major João Ferreira, nº 199, CEP: 55130-000, Cabugá, São Caetano – PE

Email: cabugaengenharia@hotmail.com

Fone: (81) 9 9184 1484

Avaliação da produção de biogás

$Q_{\text{biogás}} = Q_{\text{CH}_4}/C_{\text{CH}_4}$ produção volumétrica de biogás

C_{CH_4} = Concentração de metano no biogás, usualmente da ordem de:

70,00%

$Q_{\text{biogás}} = Q_{\text{CH}_4}/C_{\text{CH}_4}$

168,07

m³/dia

$Q_{\text{biogás}} = Q_{\text{CH}_4}/C_{\text{CH}_4}$

7,00

m³/h

Dimensionamento da abertura (passagem) para o decantador

Área de abertura da passagem do decantador $A_{\text{abert.}}$
 $= \pi/4 \cdot (D^2 - d^2) \cdot n$

12,06

m²

D: diâmetro do reator

3,40

m

d: diâmetro da base da campanula

3

m

n: quantidade de reatores

6

und

Velocidade de passagem do compartimento de digestão para o de decantador

Velocidade de passagem máxima para $Q_{\text{méd}}$ (V_p . Máx. $Q_{\text{méd}}$)

2,50

m/h

Velocidade de passagem máxima para $Q_{\text{Máx}}$ (V_p . Máx. $Q_{\text{Máx}}$)

4,00

m/h

Número de unidade de reator

6,00

und

Vazão Média por reator - $Q_{\text{méd. Reator}}$

7,91

m³/h

Vazão Máxima por reator - $Q_{\text{máx.reator}}$

14,25

m³/h

Diâmetro adotado para o reator

3,40

m

Endereço: Rua Major João Ferreira, nº 199, CEP: 55130-000, Cabugá, São Caetano – PE

Email: cabugaengenharia@hotmail.com

Fone: (81) 9 9184 1484

Área do reator	9,08	m ²		
Diâmetro da base da campanula	3	m		
A.base campânula = $PI/4*((D.base\ campânula^2)/4)$	7,07	m ²		
Área de passagem do compartimento de digestão para o de digestão (A.de passagem) = (Areator - A.base campanula)	2,01	m ²		
Velocidade de passagem máxima para $Q_{méd} = Q_{méd.reator}/A.de\ passagem$	3,94	m/h	< 2,50 m/h	ok
Velocidade de passagem máxima para $Q_{Máx} = Q_{Máx.reator}/A.de\ passagem$	7,09	m/h	< 4,00 m/h	ok

Taxa de escoamento superficial no compartimento de decantação

Taxa escoamento superficial máximo para $Q_{máx}$ (Tx.esc.máx.p/.Qmax) < =	1,2	m ³ /m ² x h
Taxa escoamento superficial máximo para $Q_{média}$ (Tx.esc.máx.p/.Qmax) < =	0,8	m ³ /m ² x h
Quantidade de reator	8	und
Vazão média por reator	5,94	m ³ /h
Vazão máxima por reator	10,69	m ³ /h
Diâmetro adotado para o reator	3,40	
Área por reator	9,08	m ²
Taxa escoamento superficial para $Q_{máx}$ (Tx.esc.Qmáx) = $Q_{máx.reator}/A.reator$	1,18	m ³ /m ² x h
Taxa escoamento superficial para $Q_{méd}$ (Tx.esc.Qméd) = $Q_{méd.reator}/A.reator$	0,65	m ³ /m ² x h

Tempo de detenção no compartimento de decantação

Tempo de detenção para vazão média $\geq$	$\geq 1,5$ h	
Tempo de detenção para vazão máxima $\geq$	$\geq 1,00$	
Vazão média por reator	5,94	m ³ /h
Vazão máxima por reator	10,69	m ³ /h
Altura do compartimento de decantação (decantação)	1,60	m
Volume do compartimento de decantação (Vol. decantação) = $A_{\text{reator}} \cdot h_{\text{decantação}}$	14,53	m ³
Tempo de detenção resultante do compartimento de decantação para vazão média (Td. resultante. Q _{méd}) = Vol. decantação/Q _{méd} . Reator	2,45	h
Tempo de detenção resultante do compartimento de decantação para vazão máxima (Td.resultante.Q _{méd}) = Vol. decantação/Q _{máx} .reator	1,36	h

Avaliação da produção de lodo no reator

Produção de lodo no sistema de tratamento (Plodo) = $Y \cdot Q_{\text{méd}} \cdot S_o$ -RAFA-DQO	818,40	kgSST/dia
S_o RAFA - DQO - KgDQOapl.	0,6	kg/m ³
L_o RAFA-DQO m ³ /dia	6495,26	m ³ /dia
Y = densidade de sólidos em kgSST/KgDQOapl.	0,21	KgDQO/KgDQO apl.

Volume de lodo produzido por dia

$V_{\text{lodo}} = (P_{\text{lodo}})/(y \cdot C_{\text{lodo}})$	16,05	m ³ /dia
Y = lodo densidade do logo	1020	kg/m ³
$C_{\text{lodo}} =$	5,00%	

Endereço: Rua Major João Ferreira, nº 199, CEP: 55130-000, Cabugá, São Caetano – PE

Email: cabugaengenharia@hotmail.com

Fone: (81) 9 9184 1484

Dimensionamento do Tanque de lodo
--

Ciclo de operação dos leitos (t_c)	15	dias
Massa de lodo retirada dos reatores por ciclo de operação dos leitos (M_c) = $P_{lodo} * t_c$	12.276,05	kgSST

Volume de lodo retirado dos reatores, por ciclo de operação dos leitos

Volume de lodo retirado dos reatores, por ciclo de operação dos leitos (V_c) = $V_{lodo} * t_c$	240,71	m ³
---	--------	----------------

7. ORÇAMENTO

O presente orçamento refere-se à execução das obras de Melhoria e Ampliação da estação de tratamento de esgoto sanitário dos bairros **José Maria Dourado e São Vicente**, na cidade de Garanhuns, Estado de Pernambuco, com o objetivo de atender à demanda de coleta e transporte dos efluentes domésticos de forma eficiente e ambientalmente adequada.

Para fins de transparência, padronização técnica e compatibilidade com os custos regionais de mercado, os **valores orçados foram elaborados com base na Tabela SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil)**, referente ao estado de Pernambuco, com data-base de **maio de 2025**.

O orçamento contempla os seguintes itens e serviços principais:

- Fornecimento de Reatores Uasb para ETE;
- Fornecimento e assentamento de tubos de PVC classe 1 Mpa para o emissário de recalque;

Endereço: Rua Major João Ferreira, nº 199, CEP: 55130-000, Cabugá, São Caetano – PE

Email: cabugaengenharia@hotmail.com

Fone: (81) 9 9184 1484



- Mobilização de equipamentos
- Execução da impermeabilização do fundo das lagoas, com solo cimento;
- Encargos sociais e custos indiretos compatíveis com o padrão do SINAPI.

Todos os quantitativos foram estimados com base no projeto de engenharia, respeitando os critérios técnicos exigidos pelas normas vigentes e visando a adequada funcionalidade do sistema.

Ressaltamos que o uso da tabela SINAPI como referência confere credibilidade, rastreabilidade e conformidade com padrões usualmente exigidos em obras públicas e privadas, sendo uma prática reconhecida por órgãos de controle e financiamento.

8.0 ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇOS

8.1. DESMATAMENTO, DESTOCAMENTO E LIMPEZA

8.1.1. Objetivo

Definir as condições mínimas que devem ser obedecidas na execução dos serviços de desmatamento, destocamento e limpeza. Compreende as operações de roçar, desmatar, limpar, remover e despejar, como adiante especificado, todos os objetos que, por sua natureza, impeçam ou prejudiquem, a juízo da FISCALIZAÇÃO, o desempenho normal das tarefas de construção.

8.1.2-Condições Gerais

São consideradas como serviços de desmatamento, destocamento e limpeza as seguintes atividades:

- Corte e desenraizamento de todas as árvores e arbustos bem como troncos e quaisquer resíduos vegetais que seja preciso retirar de modo a permitir a raspagem das áreas;

Endereço: Rua Major João Ferreira, nº 199, CEP: 55130-000, Cabugá, São Caetano – PE

Email: cabugaengenharia@hotmail.com

Fone: (81) 9 9184 1484

- Demolição de pequenas edificações e outras benfeitorias localizados dentro das áreas a serem desmatadas e limpas;
- Retirada de pedras e outros materiais encontrados sobre o terreno;
- Remoção e transporte dos materiais produzidos pelo desmatamento e limpeza, até os limites das áreas desmatadas e/ou locais previamente escolhidos pela FISCALIZAÇÃO quando aquilo não for possível;
- Incineração dos materiais obtidos no serviço de desmatamento e limpeza, em áreas aprovadas pela FISCALIZAÇÃO.

As áreas a serem desmatadas e limpas serão delimitadas pela FISCALIZAÇÃO de acordo com os desenhos do projeto e compreenderão tanto as áreas de construção como as áreas dos bancos de empréstimo.

Os danos e prejuízos às propriedades alheias, produzidas por operações inadequadas na execução do desmatamento e limpeza ou mesmo erro na disposição dos materiais destinado a bota-fora, serão de responsabilidade exclusiva da CONTRATADA.

8.2. DEMOLIÇÃO E REMOÇÕES

8.2.1 Objetivo

Fixar as condições mínimas que devem ser obedecidas nas operações de demolição de concreto simples, cimentado remoção de material imprestável proveniente das demolições.

8.2.2 Normas de Referência

- NBR 12266 Projeto de Execução de valas para assentamento de água, Esgoto e Drenagem urbana.
- NBR 5682 Contratação, Execução e Supervisão de Demolições.



Demolições

Após a locação e demarcação do local onde será assente a rede de esgotos, dar-se-á início aos serviços de demolições de pavimentação. Nas demolições ou remoções deverão ser observadas as solicitações da FISCALIZAÇÃO relativa aos aproveitamentos de materiais.

Para os serviços de demolição de concreto simples e pavimentação asfáltica, deverão ser usados marteletes pneumáticos, equipados com pás (para asfalto) e ponteiro (para sub-base de concreto) ou outro equipamento apropriado para tal serviço. Admitir-se-á a remoção por ferramentas manuais.

No uso de marteletes pneumáticos a CONTRATADA deverá ter o cuidado de observar as zonas de silêncio próximas a hospitais e usar equipamento adequado de baixo nível de ruído.

A demolição de cimentado deverá ser feita por meio de marteletes, marrão ou picaretas, tendo-se o cuidado de deixar desobstruída as entradas de veículos e pedestres.

Os materiais não aproveitáveis serão transportados pela CONTRATADA e levados para o bota-fora.

Ficará sob total responsabilidade da CONTRATADA a guarda dos paralelepípedos e “bloqueares” removidos e reaproveitáveis a critério da FISCALIZAÇÃO, ficando a suas expensas a reposição de peças danificadas ou extraviadas.

Remoção

O material imprestável, a critério da FISCALIZAÇÃO, deverá ser removido para o bota-fora.

Desmontagem e Remanejamento

O serviço compreende o fornecimento de materiais de consumo, ferramentas e mão-de-obra necessária à execução dos serviços para desmontagem de tubos, conexões e acessórios, que porventura vierem a interferir com o caminhamento da obra.

8.3. IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO DO CANTEIRO

8.3.1 Objetivo

Fixar as condições mínimas que devem ser obedecidas na implantação e manutenção do canteiro de obras.

8.3.2 Normas de Referência

- NBR 12266 Projeto de Execução de valas para assentamento de Água, Esgoto e Drenagem urbana.
- NBR 7678 Segurança na Execução de Obras e Serviços na Construção.

8.3.3 Especificações Gerais

Os terrenos escolhidos para canteiros de obras deverão estar, na medida do possível, localizados próximos ao centro de gravidade das obras e ter acesso fácil através de vias bem conservadas.

Deverão ser obedecidos os procedimentos referentes à: segurança e higiene do trabalho, trânsito de pedestres e veículos, ligações de água e luz, esgoto, telefone e outros procedimentos correlatos, necessários ao bom andamento das obras e serviços.



As instalações do canteiro deverão estar de acordo com os padrões compatíveis com o vulto das obras a serem executadas, ter capacidade satisfatória e condizente com os volumes de construção previstos e ser aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

As instalações do canteiro e acampamento da CONTRATADA deverão incluir, sem a isto se limitar, o seguinte:

- Preparo do terreno, inclusive raspagem, escavação, drenagens, cercar e quaisquer outros serviços necessários a implantação do canteiro e acompanhamento da CONTRATADA;
- Construção de fundações e bases, incluindo fornecimento de todos os materiais necessários às instalações e serviços do canteiro;
- Todas as edificações necessárias para escritório, almoxarifado, oficinas, laboratórios, depósitos e instalações sanitárias para todo o pessoal da obra, inclusive área para a FISCALIZAÇÃO;
- Recintos ou áreas para os trabalhos de carpinteiro e armadores, com suas respectivas bancadas: alojamento e cantina para os operários da CONTRATADA, assim como os equipamentos e acessórios dentro dos padrões da (COMPANHIA).
- Implantação de rede de esgotos, de drenagem, água potável, além de suas respectivas redes de distribuição;
- Instalação do sistema de distribuição de energia elétrica para atender ao local das obras e todas as atividades relacionadas ao canteiro;
- Instalação de sistema de combate a incêndio, tais como extintores de incêndio e hidrantes

O escritório da obra e os depósitos necessários deverão ser construídos pela CONTRATADA com madeira ou alvenaria e pintados na cor indicada pela FISCALIZAÇÃO.

A CONTRATADA será responsável, até o final das obras, pela adequada manutenção e boa apresentação do canteiro de obras e de todas as suas instalações, nisso incluso os especiais cuidados higiênicos para os compartimentos sanitários de pessoal e conservação dos pátios internos, acessos e caminhos de serviços.

Endereço: Rua Major João Ferreira, nº 199, CEP: 55130-000, Cabugá, São Caetano – PE

Email: cabugaengenharia@hotmail.com

Fone: (81) 9 9184 1484

Quando, e se necessário, a juízo da FISCALIZAÇÃO, a CONTRATADA deverá manter molhadas determinadas áreas do canteiro de obras, a fim de evitar o levantamento de poeira.

O entulho e outros materiais resultantes de escavações ou demolições e que não possam ser aplicados nas obras ou instalações, serão removidos pela CONTRATADA, imediatamente, ou à medida da marcha dos trabalhos, a juízo da FISCALIZAÇÃO.

Antes do início das obras e durante a sua execução deverá a CONTRATADA fornecer à FISCALIZAÇÃO um Diário de Obras em papel de boa qualidade, tamanho A-4 com timbre da CONTRATADA sendo a primeira via destinada à (COMPANHIA) a segunda via destinada a FISCALIZAÇÃO e a terceira via destinada a CONTRATADA.

A empreiteira deverá manter sempre livre o acesso aos equipamentos contra incêndio e aos registros situados no canteiro a fim de poder combater eficientemente o fogo na eventualidade de incêndio.

8.4. TOPOGRAFIA

8.4.1. Objetivo

Fixar as condições mínimas que devem ser obedecidas na execução de Topografia.

8.4.2. Normas de Referência

- NBR Execução de levantamento topográfico
13133

8.4.3 Especificações Gerais

8.4.3.1. Altimetria

Será constituída por um nivelamento Geométrico obedecendo:

- a) Estaqueamento sobre uma paralela ao eixo do coletor com pontos nivelados a cada 20 m ou fração, medidos na projeção horizontal. A critério da FISCALIZAÇÃO, o nivelamento deverá ser a cada 10 m. As estacas serão materializadas em meios fios, soleiras, escadas, monumentos, pontes ou quaisquer outras estruturas permanentes. A estaca será numerada, de forma visível, no muro fronteiro ou, na inexistência do muro, no passeio.
- b) Implantação de um sistema auxiliar de referências de nível, com 1 (um) ponto para a elevatória de esgotos. As RRNN serão materializadas através de marcos de concreto contendo, no topo, um pino de material não ferroso. Após fixação, será assinalado, a tinta vermelha, o número da RN. Cada RN será amarrada, a trena, a pelo menos dois pontos de acidentes próximos ou a testemunhos. A critério da FISCALIZAÇÃO, outras RRNN poderão ser implantadas.
- c) Implantação de um sistema auxiliar de pontos de segurança - PS em todos os cruzamentos. Os PPSS serão materializados em meios fios, soleiras, escadas, monumentos, pontes ou quaisquer outras estruturas permanentes, pela fixação de um pino metálico. Cada PS será amarrado, a trena, a pelo menos dois pontos em acidentes próximos.
- d) Nas áreas formadas por vias não urbanizadas, serão implantadas RRNN a cada 500 m e PPSS, tudo conforme indicado. O estaqueamento, na impossibilidade de atender a alínea “a”, será formado por piquetes de madeira.
- e) Implantação de um sistema auxiliar de referência de nível, com 2 (dois) pontos para a área de implantação das Elevatórias de Esgoto. As RRNN serão materializadas através de marcos de concreto contendo, no topo, um pino de material não ferroso. Após a fixação, será assinalado, a tinta vermelha, o



número da RN. Cada RN será amarrada, a trena, a pelo menos dois pontos em acidentes próximos ou a testemunhos. A critério da FISCALIZAÇÃO, outras RRNN poderão ser implantadas.

8.4.3.2 Planimetria

A planimetria a cargo da CONTRATADA, deverá submeter-se aos seguintes erros admissíveis, a compensar:

- Medições lineares - poligonal principal;
E = 1:3000
- Medições lineares - Poligonal secundária;
E = 1:2000
- Medições angulares;
E = 10" n

Sendo n = número de estação da poligonal

A planimetria deverá fornecer:

- Locação de todas as estruturas acessórias;
- A locação de todos os acidentes do terreno;
- A locação de todas as interferências encontradas.

8.4.4 Equipamentos

A mão de obra e os equipamentos a serem utilizados nos serviços topográficos serão compatíveis com as precisões exigidas na sua execução.

8.5 Notas de Serviço

8.5.1 Objetivo

Fixar as diretrizes mínimas que devem ser obedecidas na elaboração das Notas de Serviço para Gabarito (NSGB) necessários à implantação do Empreendimento, bem como definir os critérios de pagamento.

8.5.2 Normas de Referência

- NB-1 Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado
- NBR 13133 Serviços Topográficos;

8.5.3 Condições Gerais

A partir dos serviços topográficos e dos elementos do projeto, serão preparadas as Normas de Serviços que deverão:

- Conter todas as informações necessárias, de acordo com o método a ser usado no assentamento;
- Ser calculadas com precisão de milímetro.

8.5.4 Emissão das Notas de Serviços

As NS serão emitidas em 5 (cinco) vias, com a seguinte destinação:

- 1 (uma) via para a CONTRATADA;
- 3 (três) vias para a Gerência de Implantação;
- 1 (uma) via para o Arquivo Técnico.

8.6 MOVIMENTO DE TERRA

8.6.1. Objetivo

Definir as características mínimas exigíveis para a execução dos serviços de escavação, escoramento, reaterros, transporte de solos, bota foras e empréstimos.

8.6.2 Normas de Referência

NBR 6484 Execução de Sondagens de simples reconhecimento dos solos.

NBR 7250 Identificação e descrição de amostras de solos.

NBR 6502 Rochas e Solos - Terminologia.

NBR 6457 Amostras de Solo.

NBR 12266	Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana.
NBR 5681	Controle tecnológico da execução de aterros em obras de edificação.
NBR 7678	Segurança na execução de obras e serviços de construção.
NBR 9653	Guia para avaliação dos efeitos provocados pelo uso de explosivos nas minerações em áreas urbanas.
NBR 6122	Projeto e execução de fundações.
NBR 7678	Segurança na execução de obras de serviço de construção.
NBR 7190	Cálculo e execução de estruturas de madeira.
NBR 9819	Execução de Rede Coletora de Esgotos Sanitários.
NB 49	Projeto e Execução de Obras de Concreto Simples.
BR 6118	Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado.
NB 1	Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado
NB 37	Projeto e Execução de Coletores de Esgoto Sanitário

8.6.3 Classificação de Solos para Efeito de Medição

Nas medições quaisquer solos serão englobados nos seguintes tipos:

Tipo	Classificação	Descrição
A	1ª Categoria	Solos arenosos, solos argilosos de compactidade e consistência variáveis (sem distinção de materiais secos, úmidos e submersos), piçarra.
B	2ª Categoria	Blocos de rocha com volume menor que 1m ³ , estratificação cimentadas com mais de 0,20 m de espessura, modelo, tabatinga molhada, lodo e argila mole.
C	3ª Categoria	Rocha compacta ou blocos de rocha com volume superior a 1m ³ .

Notas:

- 1 - **Piçarra:** rocha em adiantado estado de decomposição, resultando numa mistura de argila, areia e pedra, podendo ser escavada a pá e picareta;
- 2 - **Tabatinga:** argila com apreciável teor de matéria orgânica; apresenta-se geralmente nas cores cinza escuro ou preta;
- 3 - **Moledo:** Rocha em estado de decomposição capaz de ser removida por intermédio de martelos leves.

8.6.4 Escavação

A escavação compreende a remoção de qualquer material abaixo da superfície natural do terreno, até as linhas e cotas especificadas no projeto executivo e ainda a carga, transporte e descarga do material nas áreas e depósitos previamente aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

A obtenção de área para depósito do material excelente é de competência da CONTRATADA.

Os serviços de escavação de valas só poderão ser iniciados após a liberação pela FISCALIZAÇÃO, com a sinalização adequada do trecho, colocação de tapumes onde se fizer necessário e a disposição dos tubos e peças necessárias ao longo da vala a ser escavada. A CONTRATADA deverá dispor no local dos serviços de materiais adequados e suficientes para executar os escoramentos, a drenagem e os reparos das ligações domiciliares de água e esgoto eventualmente danificadas.

A escavação de valas poderá ser executada mecânica ou manualmente, em função das interferências existentes, de comum acordo entre a CONTRATADA e a FISCALIZAÇÃO. Quando se tratar de ruas de tráfego intenso, a escavação deverá ser executada mecanicamente para imprimir maior velocidade aos trabalhos, reduzindo assim os transtornos à comunidade.



Antes de iniciar a escavação, a CONTRATADA fará a pesquisa de interferências no local, para que não sejam danificados quaisquer tubos, caixas, cabos, postes, etc., que estejam na zona atingida pela escavação ou em área próxima a mesma.

Os tanques para contenção da terra depositada ao longo da vala serão executados nos locais determinados pela FISCALIZAÇÃO.

Na eventualidade de ser encontrado na profundidade de execução de estruturas de concreto, aterro de fundação impróprio e que a juízo da FISCALIZAÇÃO possa dar lugar a futuras lesões, serão executadas por conta da CONTRATADA e a mando da FISCALIZAÇÃO, sondagens suplementares e ensaios que permitam estudar e projetar a solução tecnicamente mais conveniente para construção da obra no trecho em questão (determinação da natureza e extensão das camadas inferiores do solo, do recalque admissível, da curva das pressões, do módulo de elasticidade e da carga de ruptura do terreno em exame).

Nesse caso, para que o prazo contratual seja respeitado, poderá a FISCALIZAÇÃO manter suspensas as tarefas do local em análise e determinar o imediato prosseguimento da obra em outro trecho.

Esse recurso poderá ainda ser adotado pela FISCALIZAÇÃO na hipótese de ocorrer cruzamento da vala escavada com dutos ou obstáculos, cuja remoção se revele ou venha a se revelar de solução ou execução demorada.

Se a escavação interferir com galerias ou tubulações, a CONTRATADA executará o escoramento e sustentação das mesmas.

Se no decorrer da escavação for atingido terreno rochoso, será este desmontado a fogo quando se apresentar sob a forma maciça e contínua ou simplesmente retirado quando constituído por matacões até 0,5 m³. A autorização do órgão competente para transporte e uso de explosivos, deverá ser encaminhada à FISCALIZAÇÃO antes do início das detonações.



O desmonte a fogo será executado em bancadas ou por altura, total, com perfurações verticais ou inclinadas, de conformidade com a natureza da rocha a desmontar, e com todas as precauções de segurança. Os planos de fogo serão obrigatoriamente aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

O escoramento, no decorrer dos trabalhos de desmonte a fogo, deverá ser permanentemente inspecionado pela CONTRATADA e reparado logo após a ocorrência de qualquer dano.

Quando, pela proximidade de prédios, logradouros, serviços de utilidade pública ou por circunstâncias outras, a critério da FISCALIZAÇÃO, for inconveniente ou desaconselhável o emprego de explosivos para o desmonte da rocha, será esta desmontada a frio, empregando-se processo mecânico.

Quando da escavação em terreno de boa qualidade tiver atingido a cota indicada no Projeto, será feita a regularização e limpeza do fundo da vala.

Essas operações só poderão ser executadas com a vala seca ou com água do lençol totalmente deslocada para drenos laterais, construídos em uma faixa de 40 cm de largura junto ao escoramento.

Quando o “grade” final da escavação estiver em terreno cuja tensão admissível for insuficiente para servir como fundação direta, a escavação deverá continuar até uma profundidade cujo solo tenha tensão admissível suficiente.

A CONTRATADA deverá manter livres as grelhas, tampões e “bocas-de-lobo” das redes dos serviços públicos, junto às valas, não devendo aqueles componentes serem danificados ou entupidos.

Quando os materiais escavados forem, a critério da FISCALIZAÇÃO, apropriados para sua utilização no aterro, serão, a princípio, colocados ao lado ou perto da vala, aguardando no local o seu aproveitamento.

No caso de os materiais aproveitáveis serem de natureza diversa, serão distribuídos em montes separados.

A largura da vala deverá obedecer às indicações a seguir:

Endereço: Rua Major João Ferreira, nº 199, CEP: 55130-000, Cabugá, São Caetano – PE

Email: cabugaengenharia@hotmail.com

Fone: (81) 9 9184 1484

LARGURAS DE VALAS PARA
REDES DE ESGOTOS SANITÁRIOS

Diâm. (m)	Profundidade da escavação (m)	LARGURA DA VALA (m)			
		Pontaletes	Escoramento contínuo descontínuo e	Escoramento contínuo especial	Metálicas Madeiras
0,15	Até 2,0	0,65	0,65	0,75	
	2,1 a 4,0	0,75	0,85	1,05	
	4,1 a 6,0	0,85	1,05	1,35	
	6,1 a 8,0	0,95	1,25	1,65	
0,20	Até 2,0	0,70	0,70	0,80	
	2,1 a 4,0	0,80	0,90	1,10	1,75
	4,1 a 6,0	0,90	1,10	1,40	1,90
	6,1 a 8,0	1,00	1,30	1,70	2,05
0,25	Até 2,0	0,80	0,80	0,90	
	2,1 a 4,0	0,90	1,00	1,20	1,85
	4,1 a 6,0	1,00	1,20	1,50	2,00
	6,1 a 8,0	1,10	1,40	1,80	2,15
0,30	Até 2,0	0,80	0,80	0,90	
	2,1 a 4,0	0,90	1,00	1,20	1,85
	4,1 a 6,0	1,00	1,20	1,50	2,00
	6,1 a 8,0	1,10	1,40	1,80	2,15
0,35	Até 2,0	0,90	1,10	1,20	
	2,1 a 4,0	1,00	1,30	1,50	2,15
	4,1 a 6,0	1,10	1,50	1,80	2,30

Endereço: Rua Major João Ferreira, nº 199, CEP: 55130-000, Cabugá, São Caetano – PE

 Email: cabugaengenharia@hotmail.com

Fone: (81) 9 9184 1484

	6,1 a 8,0	1,20	1,70	2,10	2,45
0,40	Até 2,0	0,90	1,10	1,20	
	2,1 a 4,0	1,00	1,30	1,50	2,15
	4,1 a 6,0	1,10	1,50	1,80	2,30
	6,1 a 8,0	1,20	1,70	2,10	2,45
0,50	Até 2,0	1,10	1,30	1,40	
	2,1 a 4,0	1,20	1,50	1,70	2,35
	4,1 a 6,0	1,30	1,70	2,00	2,50
	6,1 a 8,0	1,40	1,90	2,30	2,65
0,60	Até 2,0	1,20	1,40	1,50	
	2,1 a 4,0	1,30	1,60	1,80	2,45
	4,1 a 6,0	1,40	1,80	2,10	2,60
	6,1 a 8,0	1,50	2,00	2,40	2,75
0,70	Até 2,0	1,30	1,50	1,60	
	2,1 a 4,0	1,40	1,70	1,90	2,55
	4,1 a 6,0	1,50	1,90	2,20	2,70
	6,1 a 8,0	1,60	2,10	2,50	2,85
0,80	Até 2,0	1,40	1,60	1,70	
	2,1 a 4,0	1,50	1,80	2,00	2,65
	4,1 a 6,0	1,60	2,00	2,30	2,80
	6,1 a 8,0	1,70	2,20	2,60	2,90
0,90	Até 2,0	1,50	1,70	1,80	
	2,1 a 4,0	1,60	1,90	2,10	2,75
	4,1 a 6,0	1,70	2,10	2,40	2,90
	6,1 a 8,0	1,80	2,30	2,70	3,05

Endereço: Rua Major João Ferreira, nº 199, CEP: 55130-000, Cabugá, São Caetano – PE

Email: cabugaengenharia@hotmail.com

Fone: (81) 9 9184 1484

1,00	Até	2,0	1,60	1,80	1,90	
	2,1 a	4,0	1,70	2,00	2,10	2,85
	4,1 a	6,0	1,80	2,20	2,50	3,00
	6,1 a	8,0	1,90	2,40	2,80	3,15
1,20	Até	2,0	1,80	2,00	2,10	
	2,1 a	4,0	1,90	2,20	2,40	3,05
	4,1 a	6,0	2,00	2,40	2,70	3,20
	6,1 a	8,0	2,10	2,60	3,00	3,35

8.6.5 Escoramento de Vala

Durante a construção de qualquer obra, a CONTRATADA deverá executar as obras de proteção necessárias para reduzir ao mínimo a possibilidade de que ocorram desmoronamentos e/ou deslizamentos, devendo tomar as precauções convenientes para evitá-los, já que em nenhum caso serão feitos pagamentos adicionais devido a prejuízos que possam ocorrer em face de negligência durante a execução dos mesmos. Nos casos de valas e escavações com taludes verticais, deverão ser efetuados os escoramentos necessários para a conservação destes. As características do escoramento deverão considerar as condições locais do solo escavado, as condições suficientes para a segurança das pessoas, instalações e propriedades alheias ou não às obras. Os tipos de escoramentos a serem utilizados em cada trecho deverão ser previamente aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

As cavas com profundidade iguais ou maiores do que 1,50 m, devem ser escoradas (Portaria n. 46, de 09/02/62 do Ministério do Trabalho), exceto nos terrenos que a critério da FISCALIZAÇÃO o escoramento possa ser dispensado.

Pela baixa coesão do solo, fissuras ou outros motivos que comprometam a estabilidade do trabalho, a critério da FISCALIZAÇÃO as cavas com profundidade menores que 1,50 m também devem ser escoradas.

Endereço: Rua Major João Ferreira, nº 199, CEP: 55130-000, Cabugá, São Caetano – PE

Email: cabugaengenharia@hotmail.com

Fone: (81) 9 9184 1484



Quando forem empregados explosivos, cuidados especiais deverão ser tomados a fim de evitar que o material dos taludes venha a afrouxar além da superfície teórica fixada no projeto e/ou sugerida pela FISCALIZAÇÃO.

Em determinados casos, dependendo da profundidade da cava e das condições do solo escavado, a critério da FISCALIZAÇÃO, o escoramento poderá ser dispensado e substituído por taludes inclinados. A inclinação dos taludes será definida pela FISCALIZAÇÃO em cada caso, de acordo com as condições locais.

Na execução do escoramento serão utilizadas madeiras de lei, ou chapa de aço, podendo as estroncas ser de eucalipto, com diâmetro não inferior a 20 (vinte) cm.

Salvo autorização prévia da FISCALIZAÇÃO, nos escoramentos fechados em terrenos arenosos e/ou abaixo do lençol freático, as estacas serão do tipo de encaixe. Outros tipos de escoramento além dos adiante citados poderão ser utilizados por proposição da CONTRATADA.

Neste caso, deverá ser previamente aprovado pela FISCALIZAÇÃO que a seu exclusivo critério, poderá exigir memorial de cálculo justificativo.

Não é permitido descer o quadro já construído, mas sim devem ser construídos novos quadros a maiores profundidades.

As estacas pranchas devem ser cravadas por meio de bate estaca.

De acordo com a natureza do terreno e a profundidade da cava, a critério da CONTRATADA e condicionado à aprovação prévia da FISCALIZAÇÃO. Podem ser usados qualquer um dos tipos de escoramento descritos adiante no item 2.6.5.1.

A remoção do escoramento se realizará simultaneamente com o reaterro da cava. As estacas pranchas serão elevadas e/ou retiradas progressivamente, à medida que for sendo realizado o reaterro, tendo-se o cuidado de manter sempre, em qualquer situação, uma “faixa” mínima de 1,00 m.

8.6.5.1 Tipos de Escoramento

8.6.5.1.1 Pontaletes

Tábuas de 0,027 m x 0,30 m, espaçadas de 1,35 m travadas horizontalmente com estroncas de $\varnothing$ 0,20 m, espaçadas verticalmente de 1,00 m.

8.6.5.1.2 Descontínuo

Tábuas de 0,027 m x 0,30 m, espaçadas de 0,30 m, travadas horizontalmente por longarinas de 0,06 m x 0,16 m em toda a sua extensão, espaçadas verticalmente de 1,00 m com estroncas de $\varnothing$ 0,20 m, espaçadas de 1,35 m, sendo que a primeira estronca está colocada a 0,40 m da extremidade da longarina.

8.6.5.1.3 Contínuo

Tábuas de 0,027 m x 0,30 m, de modo a cobrir toda a superfície lateral da vala, travadas umas às outras horizontalmente por longarinas de 0,06 m x 0,16 m em toda sua extensão, espaçadas verticalmente de 1,00 m com estroncas de $\varnothing$ 0,20 m, espaçadas de 1,35 m a menos das extremidades das longarinas, de onde as estroncas devem estar a 0,40 m.

8.6.5.1.4 Especial

Estacas prancha de madeira ou aço, dispostas verticalmente, unidas de forma a revestir completamente os taludes da vala.

As estacas pranchas descarregarão os esforços sobre longarinas de madeira ou aço, que os transmitirão às estroncas constituídas por pranchões de madeira, toras de eucalipto ou perfis metálicos.



8.6.5.1.5 Metálico-Madeira Tipo “Hamburguês”

Em estacas pranchas de madeira, justapostas horizontalmente entre estacas metálicas espaçadas de, no mínimo, 2,00 (dois) m.

As estacas metálicas, constituídas por perfis H ou I, descarregam os esforços sobre longarinas metálicas que os transmitirão às estacas constituídas por toras de eucalipto ou perfis metálicos.

Atingido o comprimento mínimo da estaca previsto em projeto ou fixado pela FISCALIZAÇÃO, após a cravação, para facilitar o controle visual, deverá ser pintada a cabeça da estaca com tinta azul. Se por condições locais não for possível atingir a profundidade do projeto, a cabeça da estaca será pintada com tinta vermelha.

O desvio máximo permitido para a estaca deverá ser tal que a prancha de madeira tenha, pelo menos, apoio mínimo de 1/4 da largura da aba do perfil, em cada extremidade.

Os pranchões deverão ser aparelhados de forma a não deixar aberturas entre si, após colocados.

Não serão permitidos pranchões emendados.

8.6.5.1.6 Esgotamento

Caberá à CONTRATADA as operações necessárias ao controle das águas subterrâneas e superficiais durante a execução dos trabalhos de implantação das obras, bem como o fornecimento de todo o material e mão de obra que se fizerem necessários.

Quando a escavação atingir o lençol d'água, fato que poderá criar obstáculos à perfeita execução da obra, pois não só dificulta ou impossibilita o trabalho como, por outro lado, modifica o equilíbrio das terras provocando a instabilidade do fundo da escavação e o desmoronamento dos taludes, dever-se-á ter o cuidado de eliminar ou reduzir a água existente no terreno acima da cota do fundo da escavação, através de bombeamento e/ou rebaixamento do lençol d'água.

Endereço: Rua Major João Ferreira, nº 199, CEP: 55130-000, Cabugá, São Caetano – PE

Email: cabugaengenharia@hotmail.com

Fone: (81) 9 9184 1484

As bombas para esse esgotamento deverão estar no canteiro de trabalho sempre disponíveis e em número suficiente para as operações de drenagem: outrossim, deverão estar disponíveis geradores, aptos a compensar falta ou insuficiência eventual de energia elétrica.

8.6.5.1.7 Bombeamento Direto (Esgotamento)

Na maioria dos casos prevê-se o controle de água nas valas através de drenagem por bombeamento direto. Para isso serão usadas valetas, drenos cegos ou franceses, drenos perfurados ou drenos sem perfuração que permitam o fluxo d'água para os pontos de captação. A profundidade, para cada caso particular, será definida a critério da FISCALIZAÇÃO, tendo em vista as condições do subsolo. Eventualmente todo o fundo da vala é recoberto com dreno francês.

Nos terrenos arenosos o bombeamento direto deve ser evitado, pois:

O carreamento das partículas finas do solo pela água poderá acarretar, por solapamento, recalque das fundações vizinhas;

À medida que a água vai sendo bombeada, o nível dentro da escavação baixa mais rapidamente que o nível exterior, originando-se em consequência da diferença de carga do exterior para o interior, um fluxo d'água para dentro da vala, pelo seu fundo;

Poderá acontecer que a força da corrente atinja um valor tal que o equilíbrio se rompa e os órgãos flutuem;

Há possibilidade de ruptura do fundo da escavação, devido à subpressão da água, quando esta for maior que o peso efetivo do solo.

8.6.6. Rebaixamento do Lençol Freático por Ponteiras Filtrantes

Prevê-se a eventual necessidade de rebaixamento do lençol freático, com a utilização de ponteiras filtrantes.

Neste caso:

Não será considerado efetivamente rebaixado o lençol d'água quando os piezômetros não indicarem o nível d'água suficiente rebaixado e/ou os sistemas de controle referidos apresentarem, no todo ou em parte, defeitos, danos ou dúvidas sobre seu funcionamento;

Fica ainda claro e entendido que a CONTRATADA não poderá dar, por suficientemente rebaixado o lençol apenas e tão somente em virtude de simples indicação dos piezômetros, se as outras indicações não o confirmarem;

A CONTRATADA tem obrigação de prever e evitar irregularidades das operações de rebaixamento, controlando e inspecionando continuamente o respectivo equipamento em horas diurnas e noturnas, nos dias úteis, santificados ou feriados;

Eventuais anomalias que não devem, em hipótese alguma, vir a constituir praxe ou norma, deverão ser eliminadas imediatamente. Nesse ínterim a CONTRATADA deverá, tão logo se dê a irregularidade, reduzida por qualquer motivo a eficiência do rebaixamento, reforçar as operações do mesmo, com esgotamento, por intermédio de bombas comuns para o bombeamento direto, se for o caso;

A locação, número, espaçamento e comprimento das ponteiras, como também a potência e o número de bombas, serão definidos pela CONTRATADA em função da natureza do solo e do volume de água encontrada. O sistema será submetido à prévia aprovação da FISCALIZAÇÃO;



A CONTRATADA é a única responsável pelas consequências das irregularidades ou anomalias do rebaixamento, quaisquer que sejam suas origens, causas ou motivos.

8.6.7 Outros Tipos de Rebaixamento

Caso a CONTRATADA prefira a utilização de outro tipo de rebaixamento que não aquele indicado (poços profundos ou injetores), deverá submeter tal pretensão à FISCALIZAÇÃO que emitirá parecer conclusivo.

8.6.8 Reaterro de Vala

A execução do reaterro compreende o lançamento, o espalhamento e a compactação dos materiais de acordo com o previsto nesta Especificação.

O reaterro somente poderá ser executado após os testes de fumaça e a autorização da FISCALIZAÇÃO.

Sempre que possível serão utilizados, a critério da FISCALIZAÇÃO, os materiais provenientes da escavação das valas.

O leito para a tubulação deverá estar compactado com uma densidade mínima igual às fixadas a seguir (para os tubos rígidos).

O grau de compactação mínimo acima da zona de influência do tubo será de 95% (noventa e cinco por cento) do proctor normal (PN). A critério da FISCALIZAÇÃO, nos locais não sujeitos a tráfego, poderá ser dispensada a compactação.

O material deverá ser compactado na umidade ótima com variação de 10% (dez por cento), em função do tipo de solo e dos valores indicados pela FISCALIZAÇÃO.

Endereço: Rua Major João Ferreira, nº 199, CEP: 55130-000, Cabugá, São Caetano – PE

Email: cabugaengenharia@hotmail.com

Fone: (81) 9 9184 1484



O reaterro deverá ser feito por camadas horizontais sucessivas de espessura máxima de 15 (quinze) cm.

O lançamento do reaterro deverá ser simultâneo, de ambos os lados da tubulação, evitando-se pressões desiguais ao redor do tubo.

O reaterro será compactado por meios mecânicos, com a utilização de equipamentos adequados. Far-se-á uso da compactação manual quando o acesso se tornar difícil ao equipamento mecânico, a critério da FISCALIZAÇÃO. Em qualquer caso procurar-se-á aplicar, sempre, pressões uniformemente distribuídas às estruturas e não ultrapassar nunca as cargas admissíveis das estruturas assentadas.

Em ruas já pavimentadas o reaterro das últimas camadas (até 1,00m de profundidade) far-se-á com equipamentos de compactação adequados, obedecendo-se aos critérios estipulados para regularização de sub-leito, e execução de sub-base e base de ruas a pavimentar.

Concluído o reaterro, a CONTRATADA deverá remover todo o entulho e excesso de material escavado. Em ruas pavimentadas, a limpeza do local concluir-se-á com a remoção de todo o material solto (varredura ou jato d'água).

8.6.9 Transporte de Solos Escavados, Bota Fora e Empréstimo

A carga, o transporte e a descarga de solos, serão feitos de forma a atender às exigências da área onde se desenvolvem os trabalhos.

A carga poderá ser mecânica ou manual.

O transporte será feito em caminhões basculantes que estejam em perfeitas condições, quer mecanicamente quer estruturalmente.

Para transitar na zona urbana, será necessário que a carroceira seja coberta com lona, evitando-se a queda e espalhamento de terra.



Para solos secos e finos, além da providência supra, a FISCALIZAÇÃO poderá exigir umedecimento do solo.

Para transporte do solo saturado ou mole é necessário que as carrocerias sejam estanques. A critério da FISCALIZAÇÃO, o material poderá ficar depositado no local de carga, até que apresente condições mais estáveis de transporte.

Nos serviços de bota fora, o material após a descarga do veículo deverá ser espalhado em camadas de 30 m e compactado com o próprio peso do equipamento.

Os serviços de empréstimos, compreendem: a locação da área, o acompanhamento topográfico, a limpeza da área, a remoção da capa vegetal, o destocamento e a escavação do material.

8.7 ASSENTAMENTO DE TUBULAÇÃO

8.7.1 Objetivo

A presente especificação tem por objetivo, definir as características mínimas exigíveis para a execução de serviços de assentamento das tubulações.

8.7.2 Normas de Referências

- NBR 7190 Execução de Rede Coletora de Esgotos Sanitários
- NBR 7678 Segurança na Execução de Obras de Serviços de Construção
- NBR 7663 Tubos de Ferro Fundido dúctil centrifugado para líquidos sob Pressão com Junta Elástica
- NBR 8889 Tubos de Concreto Simples, de Seção Circular, para Esgoto Sanitário
- NBR 8890 Tubos de Concreto Armado, de Seção Circular, para Esgoto Sanitário
- NBR 8891 Tubos de Concreto Armado, de Seção Circular, para Esgoto Sanitário, Determinação da Resistência a Compressão Diametral
- NBR 7362 Tubo de PVC Rígido com Junta Elástica, Coletor de Esgoto

Endereço: Rua Major João Ferreira, nº 199, CEP: 55130-000, Cabugá, São Caetano – PE

Email: cabugaengenharia@hotmail.com

Fone: (81) 9 9184 1484



NBR 9051 Anel de Bombas para Tubulação de PVC Rígido para Coletores de Esgoto Sanitário

8.7.3 Condições Gerais

O assentamento do tubo na vala somente poderá ser iniciado após um rigoroso exame das condições do tubo e da vala, visando principalmente:

- Localizar defeitos ou danos no tubo;
- Verificar a natureza do fundo e o acabamento das paredes laterais da vala.

Antes do início da operação de assentamento a CONTRATADA deverá comunicar à FISCALIZAÇÃO, os recursos de pessoal e equipamento que pretende utilizar e o método sugerido para a descida de tubos na vala.

Deverá ser previsto um método adequado de descida de forma a garantir que a tubulação tenha uma montagem no fundo da vala, em sua posição correta, evitando deslocamentos, deslizamentos e tensões exageradas.

À CONTRATADA compete executar os serviços adicionais necessários ao assentamento da tubulação, dentro das condições exigidas, inclusive o aprofundamento e alargamento da vala, quando requerido.

Os tubos serão assentados obedecendo-se rigorosamente as cotas de projeto. Os tipos de berços a serem utilizados serão descritos adiante. O alinhamento vertical e horizontal será obtido com o auxílio de réguas e gabarito.

Ocorrendo a interrupção do assentamento da tubulação, a extremidade aberta do tubo deverá ser tamponada com peças provisórias, para evitar a penetração de água e elementos estranhos.

A tubulação assentada será mantida na posição correta, iniciando-se o reaterro e compactação simultaneamente em ambos os lados.

A CONTRATADA deverá estar em condições de, em qualquer fase das operações, comprovar as quantidades de tubos e peças a ele entregues, mantendo um fichário permanente em que deverão ser registrados:

Endereço: Rua Major João Ferreira, nº 199, CEP: 55130-000, Cabugá, São Caetano – PE

Email: cabugaengenharia@hotmail.com

Fone: (81) 9 9184 1484



- Quantidades recebidas;
- Quantidades aplicadas;
- Quantidades de estoque;
- Quantidades danificadas e/ou rejeitadas.

Os tubos serão alinhados ao longo da vala do lado oposto da terra retirada da escavação.

Quando não for possível esta solução, deverão ficar livres do eventual risco de choques resultantes, principalmente da passagem de veículos e máquinas, e não causar interferências no uso normal dos terrenos atravessados.

Os tubos deverão ser sempre manuseados pela CONTRATADA utilizando-se cintas não abrasivas ou braçadeiras reforçadas, feitas de lona, couro, nylon ou outro material equivalente, com largura não inferior a 20 centímetros.

Não será permitido, para o içamento de tubos revestidos, o uso de pinças, barras de aprisionamento não revestidas, braçadeiras de corrente, braçadeiras de corda, cintas com rebites aparentes, cabos de aço, ganchos de tubos sem adequada curvatura para encaixes, bem como quaisquer outros dispositivos que, a critério da FISCALIZAÇÃO possam causar danos à superfície.

Os tubos poderão ser elevados com auxílio de guindastes, os quais deverão contar com equipamentos adequados para distribuir uniformemente os esforços no tubo.

Em nenhuma hipótese os tubos deverão ser usados como ponto de armazenamento para ferramentas miúdas ou qualquer outro material. Deverão ser mantidos permanentemente limpos.

Antes de iniciar os serviços de escavação, a CONTRATADA deverá executar sondagens ao longo da vala, para detectar eventuais interferências no mesmo.

A CONTRATADA deverá manter nas frentes de serviço equipes de bombeiros e ajudantes com ferramentas e material necessários, para reparos a danos causados às ligações prediais de água, água pluviais e outros que porventura existam.

Endereço: Rua Major João Ferreira, nº 199, CEP: 55130-000, Cabugá, São Caetano – PE

Email: cabugaengenharia@hotmail.com

Fone: (81) 9 9184 1484



A estocagem e movimentação de tubos e peças deverão ser executados pela CONTRATADA mediante a adoção de cuidados especiais, atendendo às recomendações de FISCALIZAÇÃO, de forma a evitar a ocorrência de danos nos tubos.

Os veículos destinados ao transporte de tubos e peças deverão ser convenientemente preparados de forma a evitar danos aos tubos e peças.

Na fase de distribuição ao longo da vala, os tubos deverão ser depositados no solo com o máximo cuidado; nos trechos em que houver rocha ou pedras soltas, os tubos deverão permanecer apoiados sobre areia ou argila.

Compete à CONTRATADA executar a movimentação dos tubos das áreas de armazenamento para os locais de aplicação, dispondo-se ao longo da vala.

No recebimento dos tubos destinados à execução dos serviços, a CONTRATADA deverá proceder à conferência dos mesmos quanto à qualidade e quantidade recebidas, bem como efetuar vistoria dos mesmos quanto à ocorrência de quaisquer defeitos de fabricação ou avarias de transporte. Será o responsável pela carga, transporte e descarga do material estocado no depósito central, necessário à sua produção. Para isso, deverá ter equipamento e mão de obra adequados a esse serviço.

Todos os tubos e peças que, por qualquer motivo, inclusive avaria, não tenham sido aplicados nos serviços de construção e montagem da tubulação, deverão ser devolvidos à COMPANHIA, caso tenha sido adquirido pela mesma, mediante recibo. Neste caso as avarias e danos sofridos deverão ser registrados no ato da devolução dos materiais pela CONTRATADA, que deverá se responsabilizar pelas despesas decorrentes dos mesmos.

Não será permitido o trânsito de operários sobre a tubulação assentada, a menos de condições específicas para cada caso.

À CONTRATADA compete executar a limpeza interna do tubo, após seu assentamento.

Endereço: Rua Major João Ferreira, nº 199, CEP: 55130-000, Cabugá, São Caetano – PE

Email: cabugaengenharia@hotmail.com

Fone: (81) 9 9184 1484

8.7.4 Confecção do Gabarito

O Gabarito é, resumidamente uma régua em L que deverá atender as seguintes condições mínimas:

- Ser perfeitamente esquadrado;
- Ser confeccionado em madeira de lei, aparelhada sem empenos;
- Ter a largura do pé de 1,0 cm;
- Ter o pé feito em chapa (cantoneira), com contraventamento para evitar deformações;

Sempre que possível, deverá ter fixado no corpo nível de bolha que permita, durante a visada, conservá-lo na posição vertical (não sendo o nível peça integrante do gabarito, dever-se-á usar o nível comum de pedreiro).

8.7.5 Confecção e Posicionamento das Réguas

8.7.5.1 Confecção

As réguas a serem usadas no assentamento da tubulação, deverão ser preparadas atendendo às seguintes condições mínimas.

Fabricação em marcenaria tendo como matéria prima madeira de lei de boa qualidade, aparelhada, sem empenos;

Terão altura de 10 cm, espessura de 2,5 cm e comprimento de acordo com a largura da vala;

Serão pintadas com cores vivas (branco, vermelho, azul, verde, amarelo), com pelo menos duas demãos de tinta a óleo de boa qualidade;

Serão perfuradas para evitar empenos.

8.7.5.2 Posicionamento

O posicionamento das réguas, a partir das estacas niveladas, será feito por meio de régua, nível de pedreiro e metro de carpinteiro para transporte da cota do terreno. A critério da FISCALIZAÇÃO, poderá ser usado o nível d'água com tubos de plástico, diâmetro mínimo de 19 mm.

As seguintes condições mínimas deverão ser atendidas:

a) MONTANTES

Devem ficar em frente às estacas niveladas, de forma a conservar o espaçamento entre as estacas previsto no nivelamento;

Devem estar aprumados e alinhados; serão fixados firmemente ao solo com pedra britada ou concreto magro;

Devem ter altura uniforme para todo o trecho;

Devem ser confeccionados em madeira de boa qualidade, sem empenos, com seção mínima de 7,5 x 7,5 cm.

b) RÉGUAS

As réguas confeccionadas conforme item 2.7.5.1, serão posicionadas atendendo as Notas de Serviço e às seguintes condições mínimas.

Serão fixadas firmemente aos montantes, com prego de cabeça, tamanho 18 x 30 ou 19 x 27, tomando-se o cuidado de pontear os pregos nos montantes. A critério da FISCALIZAÇÃO, as réguas poderão ser fixadas aos montantes por meio de grampos ("sargentos");

Serão colocadas, no mínimo, de cada vez, 4 (quatro) réguas a fim de permitir a verificação do alinhamento, por meio de visadas. A critério da FISCALIZAÇÃO, poderão ser colocadas somente 3 (três) réguas;



Serão colocadas réguas intermediárias, posicionadas por visada, de forma a reduzir o espaçamento entre as réguas a um máximo de 10 (dez) m;

Serão colocadas com alternância de cores, de maneira a que não fiquem duas réguas seguidas com a mesma cor;

Após a fixação das réguas, elas serão reconferidas em relação à altura e nivelamento horizontal.

8.7.6 Alinhamento da Tubulação

Posicionadas as réguas conforme item 2.7.5.2, será esticada uma linha de nylon sem emendas por sobre as réguas, de forma a materializar uma paralela à linha d'água do coletor.

8.7.6.1 Alinhamento Vertical

O tubo será assente sobre a base determinada, sendo o alinhamento obtido com o uso de gabarito, obedecidas as seguintes condições mínimas:

- os tubos serão alinhados INDIVIDUALMENTE;
- o primeiro tubo do trecho terá dois pontos de verificação: junto à bolsa e junto à ponta, com o gabarito trabalhando SEMPRE no corpo do tubo, junto à linha d'água;
- os demais tubos terão um ponto de verificação: junto à bolsa, pois o assentamento se fará de jusante para montante, com a bolsa voltada para montante.
- gabarito (com o comprimento fixado para o trecho), será apoiado na linha d'água do coletor e indicará o posicionamento correto do tubo, quando a marcação do seu comprimento coincidir com a linha de nylon.

8.7.6.2 Alinhamento Horizontal

O alinhamento horizontal será feito “pari passu” com o vertical, obedecidas as seguintes condições mínimas.

O alinhamento será feito pelo eixo utilizando-se prumo de centro;

O gabarito trabalhará no corpo do tubo, junto à bolsa;

Para diâmetro superior a 400mm, inclusive, será usado um gabarito, em forma de semi-círculo que será colocado e nivelado no interior da bolsa do tubo;

8.7.7 Berços

Salvo orientação em contrário, deverão ser usados, a critério e de acordo com a orientação da FISCALIZAÇÃO, os tipos de berços indicados nas alíneas seguintes para os tubos de concreto; para diversos fatores de carga (L_f).

a) **Berço comum de concreto:** o tubo é assente num berço de concreto, armado ou não, com tensão média de ruptura à compressão de 150 kg/cm^2 ; a espessura de concreto sob o tubo não deve ser inferior a $1/4$ do seu diâmetro interno ou 10 cm; o concreto deve se estender verticalmente, pelos lados do tubo, a uma altura mínima de $1/4$ do seu diâmetro externo; a largura mínima do berço deve ser igual a 1.25 vezes seu diâmetro externo ou este mais 20 cm.

A vala deve ser preenchida, com reaterro colocado a mão, até uma altura mínima de 95% (noventa e cinco por cento) do proctor normal.

b) **Berço invertido de concreto:** o tubo é assente sobre uma base de material granular ou areia cuja espessura (e) sob o tubo não deve ser inferior ao valor indicado na tabela 1-A. A base deve envolver metade do tubo, compactada até um mínimo de 60% (sessenta por cento) de compactidade relativa.

A parte superior do tubo deve ser envolvida por concreto, armado ou não, com tensão média de ruptura à compressão de 150 kg/cm^2 , a espessura de concreto sobre o tubo não deve ser inferior a $1/4$ do seu diâmetro interno ou 10 cm; a largura mínima de concreto deve ser igual a 1.25 vezes seu diâmetro externo ou este mais 20 cm.

A vala deve ser preenchida, com reaterro colocado a mão, até uma altura mínima, sobre a geratriz superior do tubo, equivalente a $1/8$ da altura de reaterro sobre a geratriz superior do tubo ou 30 cm, com um grau de compactação mínimo de 95% (noventa e cinco por cento) do proctor normal.

c) **Berço envoltório de concreto:** o tubo é assente num berço de concreto não armado, com tensão média de ruptura à compressão de 210 kg/cm^2 ; a espessura (e) de concreto sob o tubo bem como a altura mínima (e') acima da geratriz superior do tubo conforme a tabela 2 e a largura mínima do berço deve ser igual ao diâmetro externo do tubo mais duas vezes a espessura (e) indicada pela tabela 2.

A vala deve ser preenchida, com reaterro colocado a mão, até uma altura mínima sobre a geratriz superior do tubo equivalente a $\frac{1}{8}$ da altura de reaterro sobre a geratriz superior do tubo ou 30 cm, com um grau de compactação mínima de 95% (noventa e cinco por cento) do proctor normal.

d) **Berço de 1ª classe tipo A:** o tubo deve ser cuidadosamente assente sobre uma base de material granular ou areia cuja espessura (a) sob o tubo não deve ser inferior aos valores indicados na tabela 1-A; a base deve envolver o tubo até 20 cm acima da geratriz externa superior, compactada até um mínimo de 60% (sessenta por cento) de compacidade relativa.

O assentamento deve ser completado com um reaterro colocado a mão, até uma altura sobre a geratriz superior do tubo ou 30 cm, com um grau de compactação mínimo de 95% (noventa e cinco por cento) do proctor normal.

e) **Berço de 1ª classe tipo B:** o tubo deve ser cuidadosamente assente sobre uma base material granular ou areia cuja espessura sob o tubo não deve ser inferior a $\frac{1}{4}$ do diâmetro externo do tubo; a base deve envolver a metade tubo, compactada até um mínimo de 60% (sessenta por cento) de compacidade relativa.

A parte superior do tubo deve ser envolvida por reaterro cuidadosamente colocado, até a altura mínima sobre a geratriz superior de 30 cm, com um grau de compactação mínimo de 95% (noventa e cinco por cento) do proctor normal.

f) **Berço de 1ª classe tipo C:** o tubo deve ser cuidadosamente assente sobre uma base de material granular cuja espessura sob o tubo não deve ser inferior a 10 cm, compactada até um mínimo de 60% (sessenta por cento) de compacidade relativa, elevando-se até uma altura equivalente a $\frac{1}{4}$ do diâmetro externo do tubo.

O tubo será envolvido por uma camada de areia até 20 cm acima de sua geratriz superior, compactada até um mínimo de 60% (sessenta por cento) de compacidade relativa.

A vala deve ser preenchida com reaterro de material colocado à mão, até uma altura mínima sobre a geratriz superior do tubo equivalente a $\frac{1}{8}$ da altura de reaterro sobre a geratriz superior ou 30 cm, com um grau de compactação mínima de 95% (noventa e cinco por cento) do proctor normal.

g) **Berço comum:** o tubo deve ser assente, com cuidado ordinário, sobre uma base de reaterro socado cuja espessura (e') sob o tubo não deve ser inferior ao valor indicado na tabela 2; a base deve se estender verticalmente pelos lados do

tubo, a uma altura equivalente a $1/6$ do seu diâmetro externo. O grau de compactação mínimo será de 95% (noventa e cinco por cento) do proctor normal.

A vala deve ser preenchida, com reaterro de material colocado a mão, até uma altura mínima sobre a geratriz superior do tubo equivalente a $1/8$ da altura de reaterro sobre a geratriz superior do tubo ou 30 cm, com um grau de compactação mínimos de 95% (noventa e cinco por cento) do proctor normal.

h) Observações:

Deve-se preferir o uso de material granular na base de reaterro socado, devendo somente ser dispensado quando o subgreide for constituído de solo não coesivo.

Material granular: deve ser constituído de pedra britada ou cascalho miúdo com um mínimo de 95% passado na peneira de 12.7mm de abertura nominal de malha e não menos que 95% retido na peneira de 4.8 mm de abertura nominal; deve ser colocado em camadas sucessivas de 15 cm, no máximo.

Reaterro socado: deve ser cuidadosamente escolhido do material escavado, livre de detritos, matéria orgânica e pedras. O material granular pode ser substituído no todo ou em parte por reaterro socado, exceto sob o tubo, e não se deve elevar verticalmente pelos lados do tubo a uma altura superior a $1/6$ do diâmetro externo do tubo, a contar da sua geratriz inferior.

Ficará a critério da FISCALIZAÇÃO a determinação da escolha do uso do lastro de material granular ou areia, em função das condições locais.

Os berços de assentamento para os tubos semi-rígidos (ferro dúctil e PVC) e flexíveis (aço) serão determinados pela FISCALIZAÇÃO, na oportunidade.

8.7.8 Juntas Rígidas

Serão utilizadas em tubos de concreto de diâmetro igual ou superior a 400 mm com atendimento às seguintes condições mínimas.

- a junta será executada com argamassa de cimento e areia no traço de 1:3 em volume;
- a argamassa deve ter a menor relação água/cimento que permitam as condições de trabalhabilidade;

- em terreno úmido este tipo de junta deve ser protegido por capeamento de argamassa com tabatinga, na proporção 1:1, em volume, mantendo-se a vala drenada por 24 horas.
- a execução da junta deverá seguir a seguinte sequência:

- assenta-se o primeiro tubo:

Coloca-se a argamassa na parte inferior da bolsa elevando-se até, pelo menos, 1/3 do diâmetro do tubo;

- assenta-se o segundo tubo:

Completa-se integralmente a junta com argamassa, calçando-se firmemente contra o fundo da bolsa;

Externamente a junta será rematada com argamassa com inclinação de 45°, sobre a superfície do tubo. Na parte inferior do tubo, pela dificuldade em se executar este serviço, deverá haver um excesso de massa para garantir a estanqueidade;

Nos tubos de diâmetros até 400 mm, será feita uma limpeza interna por meio de rodo não só para retirar o excesso de massa que correu para dentro do tubo, mas, também, corrigir eventuais diferenças de nível entre as linhas d'água dos dois tubos encaixados.

Nos tubos de diâmetro igual ou superior a 500 mm, as juntas serão rematadas internamente pelo manilhado, com a complementação de argamassa e o alisamento a colher de pedreiro. A limpeza far-se-á imediatamente após a complementação.

A junta deverá ser protegida da instalação imediatamente após sua conclusão, por sacos de cimento ou aniagem molhados.

O reaterro da vala somente poderá se processar decorrido um prazo de 24h da conclusão das juntas. Este prazo poderá eventualmente ser reduzido, a critério da FISCALIZAÇÃO.

8.7.9 Juntas Elásticas

As juntas elásticas deverão ser usadas nos tubos de ferro fundido dúctil (linhas de recalque) e nos tubos de PVC (rede coletora).

Os anéis de vedação deverão ser extrudados ou moldados e curados de forma tal que qualquer seção do anel deva ser densa, homogênea, livre de porosidade, bolhas, cavidades e outras imperfeições.

O polímero básico será o Neoprene puro ou, a critério da FISCALIZAÇÃO, uma mistura de Neoprene (conteúdo mínimo de 60%) e borracha natural.

Quando não constante de normas específicas, as características físicas do anel serão fixadas pelo fabricante dos tubos.

A execução da junta deverá seguir a orientação do fabricante do tubo.

8.8 ÓRGÃOS ACESSÓRIOS

8.8.1 Objetivo

A presente especificação de serviço fixa as condições mínimas que devem ser obedecidas na construção de poços de vista, tubos de queda, poços de queda, terminais de limpeza e poços de inspeção.

8.8.2 Normas

NB 1 - Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado

NB 37 - Projeto e Execução de Coletores de Esgoto Sanitário



NBR 9649 -	Projeto de Redes Coletoras de Esgotos Sanitários – Procedimento
NBR 9650 -	Elaboração de Projetos de Interceptores de Esgotos Sanitários – Procedimento
NBR 8890 -	Tubo de Concreto Armado, de Seção circular, para Esgoto Sanitário
NBR 5645 -	Tubo Cerâmico para canalizações
NBR 8891 -	Tubo de Concreto Armado, de Seção Circular, para Esgoto Sanitário – Determinação da Resistência à compressão diametral.
NBR 7367 -	Projeto e Assentamento de Tubulações de PVC Rígido para Sistemas de Esgoto Sanitário

8.8.3 Poços de Visita

8.8.3.1 Execução

Construtivamente são usados os seguintes de poços de visita:

- Com anéis pré-moldados de concreto armado;
- De concreto armado fundido no local.

8.8.3.2 Tipos

Tipo 1 – para profundidades de 1,00m a 1,80m tendo reforço da laje de abertura excêntrica;

Tipo 2 – para profundidades de 1,81m a 3,00m, com reforço da laje quando necessário;

Tipo 3 – para profundidades superiores a 3,00m moldados “in loco”.

Endereço: Rua Major João Ferreira, nº 199, CEP: 55130-000, Cabugá, São Caetano – PE

Email: cabugaengenharia@hotmail.com

Fone: (81) 9 9184 1484

Tipo 4 – somente utilizados para diâmetros superiores a 300 mm e com diferença superior a 50 cm entre a cota efluente do coletor.

8.8.3.3 PV's em Anéis Pré-Moldados

Normalmente os poços de visita são construídos em duas partes a “Câmara de Trabalho” e a “Câmara de Acesso” ou “Chaminé de Entrada”.

Câmara de trabalho

- A câmara de trabalho deverá ter a maior altura possível, de forma a permitir condições satisfatórias de trabalho em seu interior.
- Para PV's do tipo 1, a câmara de trabalho, será formada de anéis pré-moldados de concreto armado de diâmetro interno de 1,10m. Acima do último anel deve ser colocada uma laje circular com abertura excêntrica de 0,60m de diâmetro disposta de modo que o centro da abertura fique sobre o eixo do coletor e voltada para montante.
- Para PV's do tipo 2, a câmara de trabalho deve ter no mínimo 1,80m de altura.

Chaminé de entrada:

- A chaminé, que em sua parte superior, suportará o tampão terá altura variável não podendo exceder 1,00 m.
- A chaminé será executada em anéis pré-moldados de concreto armado de 0,60m de diâmetro interno.
- Sobre o último anel será colocado o tampão de ferro fundido.
- A chaminé de entrada só será utilizada para PV's com profundidade superior a 1,80m.

Os anéis pré-moldados, utilizados na construção dos poços de visita deverão atender a NB.

O assentamento dos anéis será feito com argamassa de cimento e areia no traço 1:3; respaldada interna e externamente.

A(s) canaleta(s) e as banquetas(s) serão revestidas com argamassa de cimento e areia no traço 1:3, alisadas e queimadas a colher.

O fundo dos PV's, constituído por concreto não armado, terá as calhas concordando com as linhas dos coletores e com seus diâmetros.

As faces internas das paredes dos PV's deverão levar, no mínimo, duas demãos de pintura com nata de cimento.

8.8.3.4 PV's Moldados "In Loco"

Estes poços são utilizados para toda a gama de diâmetros para profundidades superiores a 3,00m e para tubulações de diâmetro superior a 300 mm para qualquer profundidade.

- As paredes e calhas deverão ser revestidas com argamassa de cimento e areia fina no traço 1:3 em volume, alisada a colher. O consumo de cimento para concreto armado deverá ser no mínimo de 300 Kg/m³.
- Para profundidades superiores 1,80 m a partir da geratriz superior interna do tubo, o concreto armado poderá ser substituído por anéis pré-moldados com 1,10m de diâmetro interno, até atingir 1,00m abaixo da superfície do terreno, onde terá início a chaminé de entrada.
- As paredes dos poços de visita deverão levar, no mínimo duas demãos de pintura com nata de cimento.

8.8.3.5 Tubo de Queda

Quando a diferença de nível entre a cota do coletor afluente e o fundo do poço for superior a 0,50m, para tubulações com diâmetro até 300mm, deverá ser utilizado tubo de queda.

8.8.3.6 Poços de Queda

Para coletores com diâmetro superior a 300mm, o tubo de queda deverá ser substituído por um poço de queda executado em concreto armado.

8.8.3.7 TIL - Tubo de Inspeção e Limpeza

Os TIL's deverão ser utilizados em substituição aos poços de visita (PV) nos seguintes casos:

- Quando forem garantidas as condições de acesso dos equipamentos para limpeza do trecho;
- No início dos coletores;
- Na reunião de até dois trechos ou coletores (três entradas e uma saída);
- Nos pontos com grau de altura inferior a 0,50 m;
- A jusante de ligações prediais cujas contribuições podem acarretar problemas de manutenção.

8.8.3.8 TL - Terminal de Limpeza

Os terminais de limpeza deverão ser utilizados em substituição aos poços de visita (PV) no início dos coletores em que não haja nenhuma contribuição.

8.8.3.9 Tampões

Serão usados dois tipos de tampões:

- TAMPÃO TIPO PESADO – Será aplicado nos locais onde haja tráfego intenso de veículos (caixas de ruas);
- TAMPÃO TIPO LEVE – Será aplicado nos locais onde não haja tráfego de veículos (passeios)

O assentamento do tampão, será em argamassa de cimento e areia no traço 1:3. Para evitar que o tampão saia de seu eixo, será colocado em todo o seu perímetro uma camada de concreto simples, fck 10 MPA, com 35 (trinta e cinco) cm de largura por 15 (quinze) cm de espessura.

Endereço: Rua Major João Ferreira, nº 199, CEP: 55130-000, Cabugá, São Caetano – PE

Email: cabugaengenharia@hotmail.com

Fone: (81) 9 9184 1484

Em função do tipo de calçamento utilizado, esta fixação pelo concreto poderá ser dispensada pela FISCALIZAÇÃO.

8.8.3.10 TL - Terminal de Limpeza

Os terminais de limpeza deverão ser utilizados em substituição aos Poços de Visita (PV) no início dos coletores em que não haja nenhuma contribuição.

8.9 TESTE DE ESTANQUEIDADE DE LINHA

8.9.1 Objetivo

Definir os parâmetros para execução de testes de vazamento.

8.9.2 Normas de Referência

NBR 7674	Junta Elástica para Tubos e Conexões de Ferro Fundido Dúctil
NB 37	Execução de rede coletora de Esgotos
NBR 9650	Verificação da estanqueidade no Assentamento de Adutoras e Redes de Água
NBR 5685	Verificação da Estanqueidade à Pressão Interna de Tubos de PVC Rígido e Respectivas Juntas
NBR 12595	Assentamento de Tubulações de Ferro Fundido Dúctil para Condução de Água sob Pressão
NBR 12266	Projeto e Execução de Valas para Assentamento de Tubulação de Água, Esgoto ou Drenagem Urbana

8.9.3 Testes de Vazamento

Para a execução deste teste, a critério da FISCALIZAÇÃO, será usada fumaça ou água.

8.9.3.1 Teste de Fumaça

O teste é realizado num trecho entre dois PV's ou menos, com vala aberta devendo-se, entretanto, recobrir as partes centrais de tubos, deixando-se juntas e conexões descobertas.

A sequência é a seguinte:

- Insuflar fumaça para o interior da tubulação, por meio de uma ventoinha, máquina de fazer fumaça ou qualquer outro dispositivo;
- Verificar se há escapamento de fumaça pelas juntas.

A tubulação estará satisfatória se não houver escapamento de fumaça. As juntas que apresentarem vazamento deverão ser refeitas.

A critério da FISCALIZAÇÃO, as juntas que vazarem poderão ser reforçadas com concreto, de acordo com a orientação da FISCALIZAÇÃO.

8.9.3.2 Teste com Água

O teste é realizado num trecho entre dois PV's ou menos, com vala aberta devendo-se, entretanto, recobrir as partes centrais dos tubos deixando-se juntas e conexões descobertas.

A seção da linha coletora, preparada como anteriormente descrito, pode ser testada, adotando-se a seguinte sequência de execução:

- tampona-se as bocas de jusante, montante e derivações;

- uma hora antes do período oficial de testes, enche-se, com água o trecho em estudo, para permitir que, tanto a junta quanto o tubo, fiquem saturados com a mesma;
- através de uma caixa d'água elevada ou uma bomba, aplica-se ao trecho em estudo uma pressão máxima de 0,5 kg/m² e mínima equivalente ao reservatório apoiado ao nível do terreno natural considerada no ponto mais baixo do trecho.
- o vazamento máximo permissível na seção em teste não pode ser superior a 2 litros/hora/100m de canalização/ centímetro de diâmetro, conforme tabela a seguir:

DIÂMETRO (mm)	VAZAMENTO (l/h/100m)
75	15
100	20
150	30
200	40
250	50
300	60
400	80
500	100
600	120
700	140
800	160
900	180
1000	200
1100	220
1200	240
1300	260
1400	280
1500	300

Endereço: Rua Major João Ferreira, nº 199, CEP: 55130-000, Cabugá, São Caetano – PE

Email: cabugaengenharia@hotmail.com

Fone: (81) 9 9184 1484

- O trecho será recusado se o vazamento for maior que o valor fixado. Neste caso, todo o trecho terá de ser refeito, sem qualquer ônus para a COMPANHIA.

8.10 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A critério da FISCALIZAÇÃO, o ensaio poderá ser realizado por amostragem.

Neste caso, a FISCALIZAÇÃO determinará qual(is) o(s) trecho(s) que será(ão) testado(s).

8.10.1 RECOMPOSIÇÕES

8.10.1.1 Objetivo

Fixar as condições mínimas que devem ser obedecidas na recomposição dos pavimentos, passeios e guias.

8.10.1.2 Normas de Referência

Normas da PRODECAP:

- Serviço preliminares para pavimentação;
- Preparo do subleito do pavimento;
- Sub-base de solo estabilizado granulo metricamente;
- Base de solo estabilizado granulo metricamente;
- Imprimação, impermeabilizante betuminoso;
- Imprimação, ligante betuminoso;
- Normas para execução de guias e sarjetas;
- Revestimento em concreto asfáltico usinado a quente;
- Tratamento misturado a frio com emulsão asfáltica (DNER-ES-P105-80);
- Ensaio CBR (DNER 47/64);
- NBR 7193 - Execução de pavimento de alvenaria poliédrico;
- NBR 7208 - Materiais betuminosos para pavimentação;
- NBR 7207 - Pavimentação.

8.10.2 SERVIÇOS

8.10.2.1 Pavimentação Asfáltica

8.10.2.1.1 Etapas de Execução

Dois procedimentos construtivos poderão ser adotados na execução da recomposição do pavimento asfáltico. A adoção de um dos procedimentos será norteada pelas características e condições de suporte do material de base e sub-base existente no local de aplicação da capa asfáltica.

A avaliação da capacidade de suporte do material será efetuada através de passagens sucessivas de um caminhão carregado com capacidade para 6 m³ ou rolo de pneus sobre a superfície do aterro, verificando-se, sistematicamente a ocorrência do rompimento do material ("borrachudo").

Complementarmente e a critério da FISCALIZAÇÃO serão efetuados ensaios de caracterização e CBR no material.

O resultado desses testes determinará o procedimento a ser adotado na execução dos serviços.

Abaixo descreve-se as principais atividades a serem desempenhadas nos dois procedimentos:

Procedimentos N.º 1

Se os resultados dos testes revelarem que o material existente no local oferece condições satisfatórias de suporte para aplicação da capa asfáltica, a seguinte rotina de serviço deverá ser adotada:

- 1) Remoção das quinas da capa asfáltica existentes, que foram afetadas pela escavação da vala, de forma a permitir perfeita ligação da capa asfáltica, a ser aplicada.
- 2) Escavação e regularização da superfície final do material de base deixando um desnível de no máximo 5 cm entre a superfície desse material e a superfície

Endereço: Rua Major João Ferreira, nº 199, CEP: 55130-000, Cabugá, São Caetano – PE

Email: cabugaengenharia@hotmail.com

Fone: (81) 9 9184 1484



da capa asfáltica existente. Em casos específicos, desde que devidamente autorizado pela FISCALIZAÇÃO, esse limite poderá ser alterado.

3) Compactação do material podendo ser utilizado pneus de caminhões, carregadeiras, placas vibratórias ou compactadores manuais pneumáticos.

4) Execução da imprimação de acordo com a norma "Imprimação Impermeabilizante Betuminoso" da PRODECAP.

5) Execução do revestimento asfáltico de acordo com a "Instrução de Execução (IE-8) - Revestimento em Concreto Asfáltico Usinado a Quente" da PRODECAP.

Procedimento N.º 2

Se os resultados dos testes revelarem que o material existente no local não oferece condições necessárias de apoio ao revestimento asfáltico a seguinte rotina de serviço deverá ser adotada:

1) Remoção do material existente na vala, em camadas sucessivas de 20 cm até atingir uma profundidade máxima de 45 cm.

A cada camada removida deverá ser verificado as condições de suporte da camada efetuando-se novamente os testes.

2) Após a determinação da profundidade, deverá ser procedida a regularização e compactação da camada remanescente, e imediatamente iniciado o reaterro da vala, que deverá ser feito utilizando material de cascalheiras com umidade adequada, em camadas de 20 cm de espessura compactadas através de compactadores pneumáticos, placas vibratórias ou pneus de caminhão carregados.

A execução desses serviços deverá atender às normas para sub-base e base de solo estabilizado granulometricamente da PRODECAP.

Deverá ser deixado um desnível de no máximo 5 cm entre a superfície da base e a superfície da capa asfáltica existente com a finalidade de receber revestimento asfáltico. Em casos específicos, desde que devidamente autorizado pela FISCALIZAÇÃO, esse limite poderá ser alterado.

- 3) Remoção das quinas da capa asfáltica existente, que foram afetadas pela escavação da vala, de forma a permitir perfeita ligação da capa asfáltica, a ser aplicada.
- 4) Com relação a execução da imprimação e revestimento asfáltico, adotar as instruções contidas nas alíneas D e E do Procedimento N.º 1.

8.10.3 Pavimentação a Paralelepípedo e Blocos Intertravados

A pavimentação em paralelepípedo ou blokret seguirá as premissas abaixo:

O subleito será drenado e bem apiloado, de modo a constituir superfície firme e de resistência uniforme. O apiloamento deverá ser feito com soquetes de cerca de 10 Kg ou mecanicamente.

Nos pontos em que o terreno se apresentar muito mole, será necessário proceder-se a sua remoção até uma profundidade conveniente, substituindo por material muito resistente.

A sub-base será formada por uma camada de areia com 3 (três) a 5 (cinco) cm de espessura.

As juntas dos paralelepípedos e blokret serão tomados com pedrisco e alcatrão. A junta do blokret poderá ser também em argamassa no traço 1:3 dependendo da junta já existente no trecho.

8.10.4 Guias e Sarjetas

As guias danificadas serão removidas e substituídas por novas, e as sarjetas que tenham sido removidas ou danificadas serão reconstituídas em concreto simples com consumo mínimo de 250 Kg/m³, e terão as dimensões de 12 cm junto a guia, 15 cm na face oposta e 40 cm de largura.



As guias serão assentadas rigorosamente no greide projetado e serão rejuntadas com argamassa de cimento e areia no traço 1:3 e as juntas serão alisadas com vergalhão de 3/8".

8.10.5 Passeio

O terreno para execução do passeio deverá ser regularizado e compactado para concretagem do piso. O terreno ou sub-base deverá ser compactado por meio de sapo mecânico, aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

Serão repostos com as mesmas características dos removidos, obedecendo os seguintes mínimos: acabamento comum de concreto magro sobre lastro de pedra britada com 8 cm de espessura, coberta com camada cimentada de 1,5 cm de espessura e recoberta com capa de concreto simples com consumo mínimo de 210 Kg de cimento/m³, com a espessura mínima de 6 cm.

Concreto classe 3

Deverá ter tensão característica (fck) de 12,5 MPa e fator água/cimento não superior a 0,60.

Concreto classe 4 (ciclópico)

Deverá ser utilizado nas estruturas indicadas nos desenhos ou conforme especificado pela FISCALIZAÇÃO.

Deverá ser um concreto simples, de tensão característica (fck) de 100 MPa e fator água/cimento não superior a 0,65, ao qual se adicionarão pedra sãs, limpas e resistentes.

Concreto classe 5 (de regularização)

Deverá ser o concreto que consumirá no mínimo 250kg de cimento por metro cúbico e ter no mínimo 5cm de espessura. Será colocado com o objetivo de regularizar as superfícies sobre as quais se assentarão as estruturas do projeto,



além de dar proteção a estas. A extensão da camada deste concreto será a indicada nos desenhos ou prescritas pela FISCALIZAÇÃO.

A camada de concreto de regularização repousará sobre um piso sólido e, na medida do possível, inalterável.

Caso seja julgado necessário pela FISCALIZAÇÃO, a esta se reserva o direito de aumentar a espessura ou o consumo de cimento deste concreto.

As soldas serão executadas nas “Chapas de Qualificação de Soldadores” e nas “Chapas de Qualificação de Processos”, e devem ser testemunhados pela FISCALIZAÇÃO. Este, a ser critério poderá aceitar a demonstração de qualificação prévia dos métodos de soldagem empregados.

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA EXECUÇÃO DE SOLO CIMENTO NO FUNDO DE LAGOA DE MATURAÇÃO

Local: Garanhuns – PE

Obra: Revestimento de fundo de lagoa de maturação com Solo Cimento

Cliente: Prefeitura Municipal de Garanhuns-PE

Data: 24/06/2025

1. OBJETIVO

Executar revestimento do fundo da lagoa de maturação com camada de Solo Cimento, visando à impermeabilização parcial, melhoria da resistência mecânica e controle da percolação de efluentes tratados.

2. SERVIÇOS PRELIMINARES

- Limpeza e destocamento da área;
- Retirada de material orgânico ou impróprio;
- Nivelamento e regularização do fundo da lagoa com declividade mínima conforme projeto (normalmente 0,5 a 1%).

3. CARACTERIZAÇÃO DO MATERIAL

3.1. Solo

- Solo argiloso local, previamente caracterizado em laboratório (análise granulométrica, limites de Atterberg, compactação Proctor);
- Passível de estabilização com cimento, com teor de argila preferencialmente entre 20% e 35%.

3.2. Cimento

- Cimento Portland comum CP II-Z ou similar, conforme NBR 5736, novo e sem sinais de umidade ou empedramento.

4. DOSAGEM

- Dosagem típica: **8% de cimento em peso seco do solo** (ajustável mediante ensaios laboratoriais prévios de resistência e permeabilidade);

Endereço: Rua Major João Ferreira, nº 199, CEP: 55130-000, Cabugá, São Caetano – PE

Email: cabugaengenharia@hotmail.com

Fone: (81) 9 9184 1484

- Umidade ótima de compactação determinada em ensaio Proctor modificado.

5. EXECUÇÃO

5.1. Mistura

- Homogeneização do solo com cimento em camada de 15 a 20 cm de espessura;
- Pode ser realizada in loco com motoniveladora, escarificador e rolo compactador com dispersor de água.

5.2. Umidificação

- Adição de água para atingir a umidade ótima determinada no laboratório;
- Controle visual e com uso de penetrômetro de campo.

5.3. Compactação

- Compactação da camada com rolo vibratório liso ou pé de carneiro, em passes cruzados, até atingir densidade mínima de 95% do Proctor modificado.

6. ESPESSURA E CAMADAS

- Espessura final compactada: **15 cm**, podendo ser executada em duas camadas de 7,5 cm (se necessário).

7. CURA

- Cura úmida por no mínimo **7 dias**, com aspersão de água duas vezes ao dia, ou uso de lonas plásticas ou manta geotêxtil;
- Evitar tráfego sobre a área curada durante esse período.

8. CONTROLE TECNOLÓGICO

- Ensaio de densidade in loco (NBR 9813);
- Ensaio de resistência à compressão (NBR 12024) em corpos moldados;
- Ensaios de permeabilidade se necessário (permeâmetro de carga constante);



- Acompanhamento por técnico responsável registrado no CREA.

9. CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

- Não realizar os serviços em períodos de chuva intensa ou solo saturado;
- Interromper imediatamente em caso de precipitação.

10. SEGURANÇA E MEIO AMBIENTE

- Atender à NR-18 e NR-33 (trabalho em espaço confinado, se aplicável);
- Proteção das margens da lagoa;

Plano de manejo para resíduos e sobras de cimento.

C FERNANDO DE OLIVEIRA JUNIOR ENGENHARIA E SERVIÇOS

CNPJ: 41.210.979/0001-00

CARLOS FERNANDO DE OLIVEIRA JUNIOR

DIRETOR

CPF: 073.823.564-42

Endereço: Rua Major João Ferreira, nº 199, CEP: 55130-000, Cabugá, São Caetano – PE

Email: cabugaengenharia@hotmail.com

Fone: (81) 9 9184 1484