



# PROJETO TÉCNICO EXECUTIVO DA ADUTORA DE MASSAPÊ DO PIAUÍ PROJETO HIDRÁULICO

---

*FORTALECIMENTO DA INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA DA CIDADE DE MASSAPÊ DO PIAUÍ*

TOMO 1 – PROJETO HIDRÁULICO

DEZEMBRO/2013

**ESTADO DO PIAUÍ**  
**PREFEITURA MUNICIPAL DE MASSAPÊ DO PIAUÍ**

**CONVÊNIO CODEVASF Nº 7.091.00/2011 (SICONV nº 724766/2009)**  
**ELABORAÇÃO DE PROJETO TÉCNICO EXECUTIVO DA ADUTORA DO MUNICÍPIO DE**  
**MASSAPÊ DO PIAUÍ**

**SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA**  
**TOMO I – PROJETO HIDRÁULICO**

**MASSAPÊ DO PIAUÍ – PI**

## **APRESENTAÇÃO**

## APRESENTAÇÃO

Este documento consiste no Projeto Técnico Executivo da Adutora do município de MASSAPÊ DO PIAUÍ – Fortalecimento da Infra-Estrutura Hídrica, objeto do **Convênio CODEVASF Nº 7.091.00/2011**, firmado em Contrato de Serviços entre a **PREFEITURA MUNICIPAL DE MASSAPÊ DO PIAUÍ** e a empresa **PICOS CONSTRUÇÕES E EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS LTDA.**

Os trabalhos desenvolvidos estão sendo apresentados em 1 (um) volume, com as seguintes denominações:

### VOLUME 1 – PROJETO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

- TOMO I – Projeto Hidráulico
- TOMO II – Projeto Elétrico e Hidro-Sanitário
- TOMO III – Projeto Estrutural
- TOMO IV – Estudo Topográfico
- TOMO V – Estudo Geotécnico e Geológicos
- TOMO VI – Orçamento
- TOMO VII – Estudo de Impacto Ambiental – EIA/RIMA
- TOMO VIII – Peças Gráficas

O presente documento apresentado refere-se ao **TOMO I – Projeto Hidráulico** do **Volume I - Projeto do Sistema de Abastecimento de Água de MASSAPÊ DO PIAUÍ**, que contempla a apresentação dos principais critérios e parâmetros utilizados na elaboração do projeto, consolidados na **FASE DE ESTUDOS PRELIMINARES, BÁSICOS E DE CONCEPÇÃO**, assim como os demais serviços desenvolvidos: dimensionamentos, memoriais descritivos e especificações técnicas.

**Chayssy Cunha Cavalcante**  
Engenheiro Civil – CREA/AL – 8540D  
Responsável Técnico

Visto:

**PROJETO TÉCNICO EXECUTIVO DA  
ADUTORA DE MASSAPÊ DO PIAUÍ  
PROJETO HIDRÁULICO**

**TOMO I**

**SUMÁRIO**

**SUMÁRIO**

	Páginas
<b>1. RESUMO DO PROJETO.....</b>	<b>7</b>
<b>2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA – AID.....</b>	<b>9</b>
2.1 Localização e Acessos.....	9
2.2 Aspectos Sócio-Econômicos.....	10
2.3 Aspectos Fisiográficos.....	10
2.4 Informações Complementares.....	12
2.4.1 Aspectos Sanitários.....	12
<b>3. DIAGNÓSTICO DO SISTEMA EXISTENTE.....</b>	<b>13</b>
3.1 Manacial.....	13
3.2 Captação.....	13
3.3 Tratamento.....	13
3.4 Reservação.....	13
3.5 Rede de Distribuição e Ligações Domiciliares.....	13
<b>4. RESUMO DO ESTUDO DE CONCEPÇÃO.....</b>	<b>14</b>
4.1 Desenvolvimento dos Trabalhos.....	14
4.2 Introdução.....	14
4.2.1 Forma de Captação de Água Potável – Tecnologias Alternativas para Aproveitamento de águas.....	14
4.2.2 Captação de Águas Superficiais (Alternativa 01).....	14
4.2.3 Captação de Águas Subterrâneas (Alternativa 02).....	15
4.2.4 Captação da Água da Chuva (Alternativa 03).....	17
4.3 Viabilidade Técnica.....	17
4.3.1 Descrição do Sistema Atual.....	17
4.3.2 Sistema Proposto.....	18
4.4 Quadro Resumo Comparativo das Alternativas.....	19
4.5 Concepção Seleccionada.....	20
<b>5. ESTUDO POPULACIONAL E DE DEMANDA.....</b>	<b>21</b>
5.1 Previsão de População.....	21
5.2 Vazões de Água.....	22
5.2.1 Alcance do Projeto e Etapas de Implantação.....	22
5.2.2 Nível de Atendimento.....	23
5.2.3 Coeficientes de Variação.....	23
5.2.4 Consumo de Água Per Capita.....	23
5.2.5 Contribuição Industrial.....	23
5.2.6 Adução – Tempo de Funcionamento do Sistema.....	23
5.2.7 Vazões de Projeto.....	23
<b>6. MEMÓRIA DE CÁLCULO – DIMENSIONAMENTO.....</b>	<b>25</b>
6.1 Adutora de Água Bruta/Recalque.....	25
6.2 Adutora de Água Tratada/Recalque.....	27
<b>7. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS.....</b>	<b>30</b>
<b>8. COMPONENTES QUÍMICOS PARA TRATAMENTO DE ÁGUA.....</b>	<b>73</b>
<b>9. RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS PELA E.T.A.....</b>	<b>87</b>

# PROJETO TÉCNICO EXECUTIVO DA ADUTORA DE MASSAPÊ DO PIAUÍ PROJETO HIDRÁULICO

## TOMO I

### 1. RESUMO DO PROJETO

#### Informações do Projeto:

<b>PROJETO</b>		
Projeto Técnico Executivo de Fortalecimento da Infra-Estrutura Hídrica da cidade de MASSAPÊ DO PIAUÍ-PI		
<b>RESPONSÁVEL TÉCNICO (PROJETO E PLANILHAS ORÇAMENTÁRIAS)</b>		<b>PROGRAMA</b>
Engº Civil Chayssy Cunha Cavalcante – 8540/D-AL		Sistema de Abastecimento de Água.
<b>MUNICÍPIO</b>	<b>LOCALIDADE</b>	<b>DATA DA ELABORAÇÃO DO PROJETO</b>
MASSAPÊ DO PIAUÍ – PI	Sede Municipal	JUNHO/2013

#### Dados da População:

Método de Estimativa Populacional	Alcance do Projeto	Ano de Início do Projeto	População Inicial de Projeto (hab)	Ano Final de Projeto	População Final de Projeto (hab)
Método Geométrico $P_n = P_i \times (1 + q)^{n-t_i}$	20 anos	2013	1.486	2033	3.217
<b>OBSERVAÇÕES:</b> Taxa de Crescimento Populacional 3,91% $P_n$ = População final (ano n) $P_i$ = População inicial (ano i) $q$ = Taxa de crescimento geométrico $t_n$ = Tempo de final de projeto (ano n) $t_i$ = Tempo de início de projeto (ano i)					

#### População:

Etapas	Ano	População Total (hab)	População Atendida (hab)	% Atendimento
Implantação	2013	1.486	1.486	100
Fim de Plano	2033	3.217	3.217	100

#### Vazões de Projeto:

Ano	VAZÃO (l/s)			VAZÃO (m³/h)		
	Média	Máx. Diária	Máx. Horária	Média	Máx. Diária	Máx. Horária
2013	2,36	2,832	4,248	8,496	10,195	15,293
2033	5,11	6,132	9,198	18,396	22,075	33,113

#### Captação:

Tipo	Vazão de Projeto + 4% (l/s)	Vazão (m³/h)	Manancial
Flutuante	5,114	18,396	Barragem Dr. Hildo Diniz



**BOMBA**  
2 1/2 CN 32

Entrada 2"  
Potência 1 1/2 HP  
Potência 1,41 CV

Obs.: Considerando-se um acréscimo de 50%, temos:  
**P = 1,61288 CV ou P = 2,00 CV (motor comercial)**

**PROJETO TÉCNICO EXECUTIVO DA  
ADUTORA DE MASSAPÊ DO PIAUÍ  
PROJETO HIDRÁULICO**

**TOMO I**

**Estação Elevatória**

Elevatória	Tipo	Quant. Bombas		Q (l/s)		Hman (m)		Potência (CV)	
		Ativas	Reserva	1ª Etapa	2ª Etapa	1ª Etapa	2ª Etapa	1ª Etapa	2ª Etapa
<b>Captação</b>	Flutuante	1	1	5,1114	-	9,4	-	2	-
<b>ETA</b>	Eixo horizontal	1	1	5,1114	-	41,95	-	7,5	-

**Adutora**

Elevatória	Localização		Q de Projeto (l/s)	Material	Ø (mm)	Extensão (m)
	Montante	Jusante				
<b>Captação</b>	Flutuante	ETA	5,1114	PVC Deфоfo	100mm	160,00
<b>ETA</b>	ETA	Reservatório	5,1114	PVC Deфоfo	150mm	9,720,00

**Tratamento de Água – ETA 30 l/s**

Tipo	Unidades	Dimensões	Observação
<b>Floculador</b>	01	Comprimento: 15,00m Largura: 4,80m Altura Útil: 0,45m	
<b>Decantador</b>	01	Comprimento: 15,00m Largura: 5,50m Altura Útil: 2,28m	
<b>Filtros</b>	03	Diâmetro: 150mm Altura Total: 1,80m	

**PRODUTOS QUIMICO/ DOSAGEM PARA VAZÃO DA ETA 30 l/s**

Produto Químico	Hora	Dia	Mês	Ano
<b>Sulfato de Alumínio (Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>) a 10%</b>	16,2 L	388,8 L	11.664 L	139.968 L
<b>Cal Hidratado (Ca (OH)<sub>2</sub>) a 10%</b>	2,16 L	51,84 L	1.555 L	18.660 L
<b>Hipoclorito de Cálcio (Ca(ClO)<sub>2</sub>) a 10%</b>	10,8 L	259,2 L	7.776 L	93.312 L
<b>Fluossilicato de Sódio (NaSiF<sub>6</sub>)</b>	13,68 L	328,32 L	9.849,6 L	118.195,2 L

**Reservatórios**

Reservatório	Local	Tipo	Volume (m³)	Fuste (m)	Situação
<b>RESERV 01</b>	Sede Administrativa	Elevado	50,00	9,60	Existente
<b>RESERV 02</b>	Sede Administrativa	Elevado	100,00	9,00	Projetado
<b>RESERV 03</b>	Juazeiro/Caraíba	Fibra de Vidro	20,00	10,00	Projetado
<b>RESERV 04</b>	Tabuleiro das Melancias	Fibra de Vidro	15,00	10,00	Projetado
<b>RESERV 05</b>	Juazeiro do Quitó	Fibra de Vidro	10,00	10,00	Projetado



## **2. Caracterização da Área de Influência Direta – AID**

### **2.1 Localização e Acesso**

O município está localizado na microrregião do Alto Médio Canindé, compreendendo uma área de 553,51 km<sup>2</sup>, tendo como limites os municípios de Jaicós e Belém do Piauí ao norte, ao sul com Patos do Piauí e Caridade do Piauí, a leste com Belém do Piauí, Caridade do Piauí e Simões e, a oeste com Jaicós e Patos do Piauí. A sede municipal tem as coordenadas geográficas de 07°27'46" de latitude sul e 41°07'32" de longitude oeste de Greenwich e dista cerca de 364 km de Teresina.

A primeira opção de acesso a cidade de MASSAPÊ é pela BR-343, percorrendo 200km até a rotatória próximo da cidade de Água Branca(PI), continuando pela BR-316 113km até a cidade de Picos(PI), onde continua o acesso pela BR-407 em direção a MASSAPÊ DO PIAUÍ, pouco mais de 60km.



Imagem de Satélite<sup>1</sup> Sede Administrativa



Mapa Rodoviário de Acesso a MASSAPÊ DO PIAUÍ

<sup>1</sup> Fonte: <http://www.cidade-brasil.com.br/municipio-massape-do-piaui.html>

## 2.2 Aspectos Sócio-Econômicos

Os dados socioeconômicos relativos ao município foram obtidos a partir de pesquisa nos sites do IBGE ([www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)) e do Governo do Estado do Piauí ([www.pi.gov.br](http://www.pi.gov.br)).

O município foi criado pela Lei Estadual nº 4.810 de 14/12/1995, sendo desmembrado do município de Jaicós. A população total, segundo o Censo 2000 do IBGE, é de 5.988 habitantes e uma densidade demográfica de 10,81, hab/km<sup>2</sup>, onde 87,12% das pessoas estão na zona rural. Com relação a educação, 47,3% da população acima de 10 anos de idade são alfabetizadas.



A sede do município dispõe de energia elétrica distribuída pela Companhia Energética do Piauí S/A - CEPISA, terminais telefônicos atendidos pela TELEMAR Norte Leste S/A, agência de correios e telégrafos, posto de saúde e escolas de ensino fundamental. A agricultura praticada no município é baseada na produção sazonal de feijão, algodão, mandioca e milho.

## 2.3 Aspectos Fisiográficos

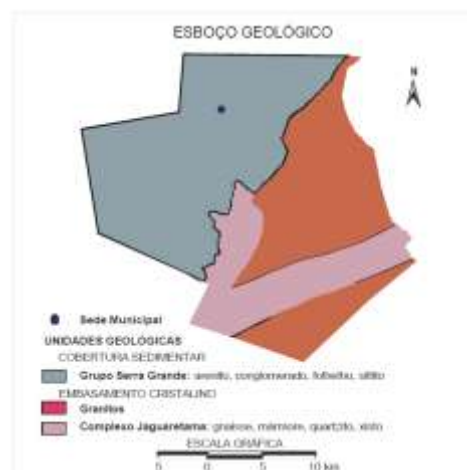
As condições climáticas do município de MASSAPÊ DO PIAUÍ (com altitude da sede a 270 m acima do nível do mar) apresentam temperaturas mínimas de 18°C e máximas de 36°C, com clima semiárido, quente e seco. A precipitação pluviométrica média anual é definida no Regime Equatorial Continental, com isoietas anuais em torno de 500 mm e trimestres janeiro-fevereiro-março e dezembro-janeiro- fevereiro como os mais chuvosos (IBGE, 1977).

Os solos da região, em grande parte provenientes da alteração de arenitos, siltitos, conglomerados, folhelhos, granitos, gnaisses, mármore, quartzitos e xistos, são rasos ou pouco espessos, jovens, às vezes pedregosos, ainda com influência do material subjacente. Dentre os solos regionais predominam latossolos álicos e distróficos de textura média a argilosa, presença de misturas de vegetais, fase caatinga hipoxerófila (grameal) e/ou caatinga/cerrado caducifólio. Secundariamente, solos podzólicos vermelho-amarelos, textura média a argilosa, fase pedregosa e não pedregosa, com misturas e transições vegetais, floresta sub-caducifólia/caatinga, além de areias quartzosas, que compreendem solos arenosos essencialmente quartzosos, profundos, drenados, desprovidos de minerais primários, de baixa fertilidade, com transições vegetais, fase caatinga hiperxerófila e/ou cerrado sub-caducifólio/floresta sub-caducifólia (Jacomine et al., 1986).

Os grandes traços do modelado nordestino atual devem-se a processos morfogenéticos subatuais, com ênfase para as condições áridas dominantes desde o Neógeno ao Quaternário, em toda sua evolução geomorfológico-biogeográfica. As formas de relevo, na região em apreço, compreendem, principalmente, superfícies tabulares reelaboradas (chapadas baixas), relevo plano com partes suavemente onduladas e altitudes variando de 150 a 300 metros; superfícies tabulares cimeiras (chapadas altas), com relevo plano, altitudes entre 400 a 500 metros, com grandes mesas recortadas e superfícies onduladas com relevo movimentado, encostas e prolongamentos residuais de chapadas, desníveis e encostas mais acentuadas de vales, elevações (serras, morros e colinas), com altitudes de 150 a 500 metros (Jacomine et al., 1986).

## Geologia

Conforme ao lado, as coberturas sedimentares e o embasamento cristalino distribuem-se em porções proporcionalmente iguais na área do município, estando o contexto geológico representado por arenitos, siltitos, conglomerados e folhelhos pertencentes ao Grupo Serra Grande e rochas do Embasamento Cristalino agrupadas em duas unidades: os Granitos e o Complexo Jaguaretama, esta última englobando gnaisses, mármore, quartzito e xisto. No restante da área predominam rochas sedimentares pertencentes à unidade denominada Depósitos Colúvio-Eluviais, constituída de areia, argila, cascalho e laterito.

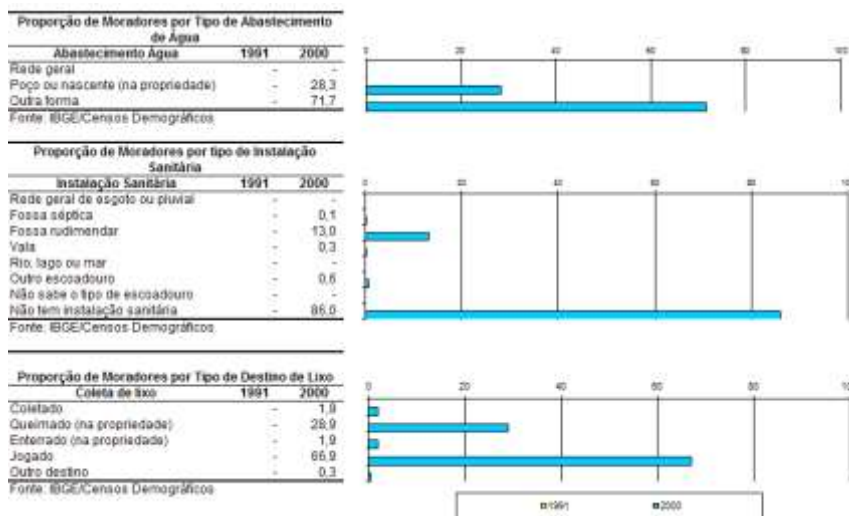


## 2.4 Informações Complementares

Os dados referentes ao Meio Biótico/biológico poderão ser verificados no EIA/RIMA anexo ao Projeto Executivo. Os dados de relevo ao longo do trecho da adutora e da sede municipal seguem apresentados em projetos topográficos em anexo.

### 2.4.1 Aspectos Sanitários

Com base no banco de dados do DATASUS do Ministério da Saúde, foram traçados panoramas evolutivos dos diversos serviços de saneamento para a cidade de MASSAPÊ DO PIAUÍ. O banco de dados do DATASUS considera três tipos de abastecimento de água (rede pública, poço na residência e outro tipo de fonte), três tipos de esgotamento (em fossas sépticas ou rudimentares, outro escoadouro e aqueles que não possuem instalação sanitária), cinco tipos de coleta de lixo (coletado, queimado, enterrado, jogado e outro destino). Para traçar os panoramas, foram considerados o abastecimento de água em rede pública, o esgotamento em rede pública (na sua grande maioria sistema individualizado de fossa/sumidouro) e a coleta de lixo com lixo coletado pela prefeitura.



Segundo os dados do DATASUS, praticamente não houve alteração no percentual de cobertura dos serviços de saneamento na cidade de MASSAPÊ DO PIAUÍ, o que mostra que estes serviços ali prestados estão aquém do crescimento da cidade. Vale ressaltar que o município ainda possui a fossa/sumidouro como o tipo de esgotamento mais aplicado, que apesar de significar avanço, produz efluentes com alto teor de matéria orgânica e microrganismos patogênicos, que ainda contaminam o lençol freático. A cobertura do serviço de coleta de lixo atende grande parte da população da sede municipal, sendo assim, se comparada ao abastecimento de água, ainda é deficiente.

### **3. Diagnóstico do Sistema Existente - SAA**

O sistema de abastecimento de água (SAA) de MASSAPÊ DO PIAUÍ é operado pela AGESPISA, sendo constituído de: captação, adução de água bruta, tratamento, reservação e distribuição. As informações apresentadas neste item foram obtidas através de material cedido pela AGESPISA e de informações coletadas durante a visita de campo.

#### **3.1 Manancial**

O sistema de abastecimento de água de MASSAPÊ DO PIAUÍ se baseia exclusivamente na exploração de água subterrânea.

#### **3.2 Captação**

A captação de água bruta é feita através de um poço tubular. A água captada é recalçada para o reservatório elevado 01(REL- 01 Existente). Durante a visita técnica, foi constatado que o sistema de bombeamento do poço encontra-se em bom estado de conservação, porém a qualidade da água captada não atinge os parâmetros mínimos de potabilidade sua vazão tornou-se menor ao longo do tempo, o que demonstra ser um manancial confinado sem reposição do aquífero, este caso recaia sob as observações anteriores que demonstram que as águas coletadas, nessas características, apresentam alto teor de minerais das rochas cristalinas, por esse motivo, a água em questão torna-se imprópria para o consumo humano.

#### **3.3 Tratamento**

O tratamento dado à água do sistema atual é apenas com dosador de cloro para desinfecção, não havendo qualquer outro tipo de tratamento.

#### **3.4 Reservação**

O reservatório utilizado no município tem capacidade de 50m<sup>3</sup> de concreto armado. Necessitando manutenção para que possa vir a ser utilizado novamente.

#### **3.5 Rede de Distribuição e Ligações Domiciliares**

A cidade de MASSAPÊ tem cobertura de rede de distribuição nas ruas adjacentes ao reservatório existente, concentrando-se na parte central da cidade, aquelas residenciais novas localizadas na periferia da cidade não possuem ligações domiciliares.

Vale ressaltar que após refazer o estudo de dimensionamento da rede de distribuição algumas tubulações serão substituídas, tendo em vista a mudança do diâmetro da tubulação.

## 4. RESUMO DO ESTUDO DE CONCEPÇÃO

### 4.1. DESENVOLVIMENTO DOS TRABALHOS

Conforme descrito no Estudo de Concepção, foram detalhadas alternativas para o sistema de abastecimento de água da cidade de MASSAPÊ DO PIAUÍ. Tomou-se como premissa para o abastecimento de água as alternativas para utilização de águas subterrâneas, águas superficiais e captação de águas de chuvas. Entretanto as análises de viabilidade seguem uma sequencia lógica partindo dos estudos técnicos, para que então venham a ser aplicados os estudos comparativos e financeiros indicando a melhor opção para resolução e projeção da situação. No nosso caso, a análise técnica indicou o caminho mais viável para solucionar o problema, não interessando a análise financeira das alternativas, pois a classificação seguiu exclusivamente a critérios técnicos.

### 4.2 INTRODUÇÃO

#### 4.2.1. FORMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL - TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS PARA APROVEITAMENTO DE ÁGUAS

As águas doces podem ser adquiridas de três tipos de fontes:

- mananciais superficiais;
- mananciais subterrâneos;
- águas de chuvas.

#### 4.2.2 CAPTAÇÃO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS (ALTERNATIVA 1)

O manancial superficial pode aparecer na natureza através de diferentes formas, como córregos, ribeirões, rios, lagos e represas. Para elaboração de projetos de captação de águas superficiais, existem algumas características qualitativas e quantitativas desses cursos d'água que devem ser avaliadas. Algumas das mais importantes são:

- Levantamento de dados fluviométricos do curso d'água em estudo e informações sobre as oscilações de nível de água nos períodos de estiagem e enchente;
- Levantamento de dados hidrológicos da bacia em estudo ou de bacias próximas;
- Características físicas, químicas e bacteriológicas da água;
- Localização, na bacia, de focos poluidores atuais e potenciais.

Alguns fatores devem ser levados em conta no momento em que se estiver escolhendo o local para ser feita a captação, tais como:

- Distância da captação à estação de tratamento;
- Eventuais custos com desapropriações;
- Necessidade de estações elevatórias;

- Disponibilidade de energia elétrica para alimentação de motores;
- Facilidade de acesso.

Os recursos hídricos superficiais gerados no estado do Piauí estão representados pela bacia hidrográfica do rio Parnaíba. Trata-se da mais extensa dentre as 25 bacias da Vertente Nordeste e abrange o estado do Piauí e parte do Maranhão e do Ceará, ocupando uma área de 330.285 km<sup>2</sup>, o equivalente a 3,9% do território nacional, e drena a quase totalidade do estado do Piauí e parte do Maranhão e do Ceará. O rio Parnaíba possui 1.400 quilômetros de extensão e a maioria dos afluentes localizados a jusante de Teresina são perenes e supridos por águas pluviais e subterrâneas. Depois do rio São Francisco, é o mais importante rio do Nordeste.

Dentre todas as sub-bacias, destacam-se aquelas constituídas pelos rios: Balsas, situado no Maranhão; Potí e Portinho, cujas nascentes localizam-se no Ceará; e Canindé, Piauí, Uruçuí-Preto, Gurguéia e Longá, todos no Piauí. Cabe destacar que a sub-bacia do rio Canindé, apesar de ter 26,2% da área total da bacia do Parnaíba, drena uma grande região semi-árida.

Apesar de o Piauí estar inserido no “Polígono das Secas”, não possui grande quantidade de açudes. Os mais importantes são: Boa Esperança, localizado em Guadalupe e represando cinco bilhões de metros cúbicos de água do rio Parnaíba, vem prestando grandes benefícios à população através da criação de peixes e regularização da vazão do rio, o que evitará grandes cheias, além de melhorar as possibilidades de navegação do rio Parnaíba; Caldeirão, no município de Piripiri, onde se desenvolve grandes projetos agrícolas; Cajazeiras, no município de Pio IX, é também uma garantia contra a falta de água durante as secas; Ingazeira, situado no município de Paulistana, no rio Canindé e; Barreira, situado no município de Fronteiras.

Os principais cursos d’água que drenam o município de MASSAPÊ DO PIAUÍ são: o rio Itaim e os riachos Mulungu, São João, Tanquinho, Boa Esperança e do Sítio.

Nessa análise a captação de mananciais superficiais torna-se tecnicamente uma alternativa viável para o problema de abastecimento d’água da região, em especial, ao município de MASSAPÊ DO PIAUÍ.

#### 4.2.3 CAPTAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS (ALTERNATIVA 2)

As reservas de água subterrânea provêm de dois tipos de lençol d’água ou aquífero:

- Lençol freático: onde a água se encontra livre, com sua superfície sob a ação da pressão atmosférica;
- Lençol confinado: onde a água se encontra confinada por camadas impermeáveis e sujeita a uma pressão maior que a atmosférica.

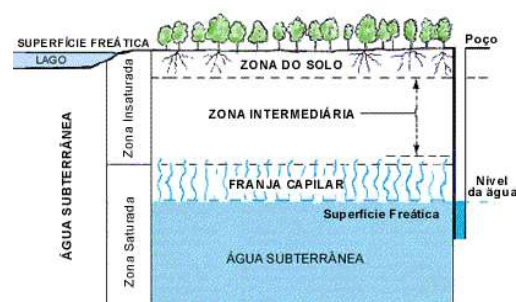


As águas subterrâneas potencialmente apresentam boa qualidade para consumo humano, embora o lençol freático seja muito vulnerável à contaminação; são relativamente fáceis de obter, ainda que nem sempre em quantidade suficiente e também podem ser localizadas nas proximidades das áreas de consumo. Estas são as principais vantagens da utilização das águas subterrâneas.

Durante o percurso no qual a água percola entre os poros do subsolo e das rochas, ocorre a depuração da mesma através de uma série de processos físico-químicos (troca iônica, decaimento radioativo, remoção de sólidos em suspensão, neutralização de pH em meio poroso, entre outros) e bacteriológicos (eliminação de microorganismos devido à ausência de nutrientes e oxigênio que os viabilizem) que agindo sobre a água, modificam as suas características adquiridas anteriormente, tornando-a particularmente mais adequada ao consumo humano.

Sendo assim, a composição química da água subterrânea é o resultado combinado da composição da água que adentra o solo e da evolução química influenciada diretamente pelas litologias atravessadas, sendo que o teor de substâncias dissolvidas nas águas subterrâneas vai aumentando à medida que prossegue no seu movimento.

Por estas razões se vê a captação de água subterrânea uma boa alternativa para sistemas de abastecimento d'água. Porém, algumas regiões do Estado do Piauí apresentam características geológicas que não favorecem a qualidade das águas encontradas no subsolo.



No município de Massapé do Piauí distinguem-se dois domínios hidrogeológicos: rochas cristalinas e rochas sedimentares. As rochas cristalinas representam o que é denominado comumente de “aqüífero fissural” e representam aproximadamente a metade da área total do município. Compreendem uma variedade de rochas pré-cambrianas, representadas por granitos e o Complexo Jaguaretama, constituído por gnaisses, mármore, quartzitos e xistos. Como basicamente não existe uma porosidade primária nesse tipo de rocha, a ocorrência de água subterrânea é condicionada por uma porosidade secundária representada por fraturas e fendas, o que se traduz por reservatórios aleatórios, descontínuos e de pequena extensão. Nesse contexto, em geral, as vazões produzidas por poços são pequenas e a água, em função da falta de circulação, dos efeitos do clima semi-árido e do tipo de rocha, é, na maior parte das vezes, salinizada. Essas condições definem um potencial hidrogeológico baixo para as rochas cristalinas, sem, no entanto, diminuir sua importância como alternativa de abastecimento nos casos de pequenas comunidades ou como reserva estratégica em períodos prolongados de estiagem. O domínio rochas sedimentares pertencente à Bacia do Parnaíba, corresponde ao Grupo Serra Grande, que é constituído litologicamente de arenitos e conglomerados. Normalmente apresenta um potencial médio, sob o ponto de vista da ocorrência de água subterrânea, tanto no aspecto quantitativo quanto qualitativo.



Em resumo, no município de MASSAPÊ encontram-se lençóis superficiais, bem escassos, e lençóis confinados em maior quantidade, porém com o problema de estarem em regiões com predominância de rochas cristalinas e sedimentares, apresentam, na sua maioria água salinizada, fora dos padrões mínimos de potabilidade, e alto custos de captação, manutenção e tratamento, o que ainda assim não atingiria padrões necessários para o consumo humano.

#### **4.2.4 CAPTAÇÃO DA ÁGUA DA CHUVA (ALTERNATIVA 3)**

A água de chuva pode ser utilizada como manancial abastecedor, sendo armazenada em cacimbas ou cisternas, que são pequenos reservatórios individuais. A cisterna tem sua aplicação em áreas de grande pluviosidade ou, em casos extremos, em áreas de seca onde se procura acumular a água da época chuvosa para a época de estiagem com o propósito de garantir, pelo menos, a água para beber.

No caso específico da área de intervenção, os longos períodos de estiagem prejudicam esse tipo de captação de água, sendo mesmo utilizado com reservatórios para que as ações da Defesa Civil possam, através de carros-pipa, estar repondo a água, ou mesmo, fornecendo novas quantidades por um determinado período. Como estas ações não são periódicas há uma descontinuidade do abastecimento, pois como se deve saber esse problema faz parte do cenário vivido em nosso Estado na grande maioria dos municípios do semi-árido piauiense. Assim, a população compra água de locais distantes para manter pelo menos o consumo humano, e quando não se tem recursos para este fim, deslocam-se por grandes distâncias buscando barreiros e cacimbões para obtenção de água. Tais fontes na sua grande maioria não possui água apropriada para o consumo, e muitas vezes com grandes níveis de poluição.

### **4.3 Viabilidade Técnica**

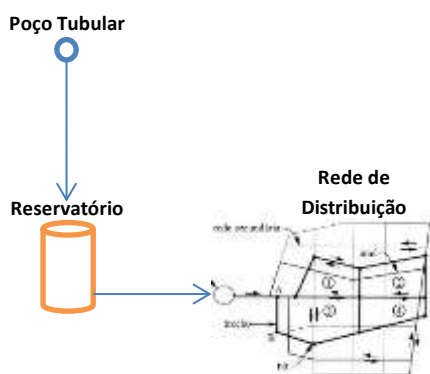
#### **4.3.1 Descrição do Sistema Atual**

As características da cidade de MASSAPÊ DO PIAUÍ apresentam aspectos geológicos que interferem tecnicamente na captação de águas subterrâneas de boa qualidade para o consumo humano. Hoje o município é atendido precariamente por este sistema e sofre com as consequências técnicas, econômicas e diretamente no saneamento básico no que diz respeito a saúde da população, consumidores diretos destes mananciais.

Nesse contexto, em geral, as vazões produzidas por poços são pequenas e a água, em função da falta de circulação e dos efeitos do clima semi-árido e do tipo de rocha, é, na maior parte das vezes, salinizada. Essas condições definem um potencial hidrogeológico baixo para as rochas cristalinas, deixando o município a mercê de outras intervenções que possam suprir o problema da falta d'água,

recorrendo a ajuda da Defesa Civil Estadual, e na sua grande maioria, com recursos próprios do tesouro municipal, levando assim, água para as comunidades desabastecidas. Com relação a distribuição, a sede municipal tem toda ramificação e ligações individualizadas.

#### Esquema do Sistema Atual



#### 4.3.2. Sistema Proposto

Assim, tecnicamente a melhor opção para o abastecimento da cidade de MASSAPÊ seria a utilização mananciais superficiais com vazões suficientes para o abastecimento da sede administrativa e outras localidades adjacentes, pois a captação das águas de chuva por meios de cisternas e/ou outros reservatórios semelhantes, alivia, mas não resolve por causa dos longos períodos de estiagem da área de intervenção, e como supramencionamos, tornam-se inviáveis a utilização dos mananciais subterrâneos por conta da baixa qualidade da água e em quantidades muito limitadas.

O município de Massapé do Piauí está localizado na Bacia do Canindé. A bacia hidrográfica do rio Canindé é a maior entre todas as bacias dos afluentes do Parnaíba. Apresenta cerca de 79.733 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 31,8% da área total do Estado. É caracterizada por apresentar sua rede hidrográfica constituída por um conjunto de tributários inter-relacionados (rios, riachos, córregos etc.), destacando-se os rios Canindé, Piauí, Itaim, Corrente, Emparedado, Gameleira, Salinas, dentre outros, abrangendo 35 municípios. A disposição desses tributários está intimamente ligadas ao regime pluviométrico, aos fatores litoestruturais, ao relevo, as características do solo, dentre outros. O trimestre mais seco está compreendido entre os meses de junho a agosto (Baptista, 1989). Com a construção da Barragem em aterro homogêneo (Barragem Dr. Hildo Diniz), barrando o Rio Boa Esperança na Localidade Caraíbas vislumbrou-se a possibilidade da utilização da Barragem como fonte de captação de água para atendimento à demanda urbana e rural do município, além de propiciar culturas de vazante, pequenas irrigações e implementação de projetos de piscicultura.

Com tais ações, serão beneficiados vários segmentos, e cairemos na retórica que a implantação dos sistemas públicos de abastecimento de água, esgotamento sanitário e destino

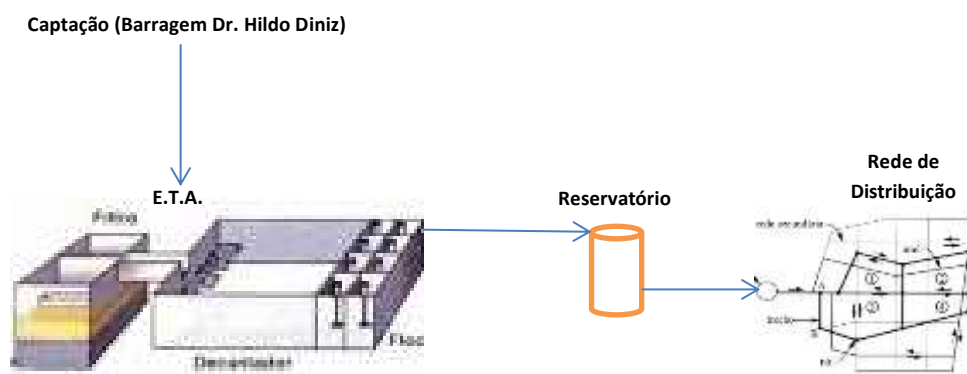
adequado do lixo trazem uma rápida e sensível melhoria na saúde e condições de vida de uma população, como podemos citar o controle e prevenção de doenças, a promoção de hábitos higiênicos, o desenvolvimento de esportes, a melhoria da limpeza pública, a manutenção de praças e jardins, o combate a incêndios, e o Combate aos vetores.

Tínhamos em mãos alguns dados do potencial hídrico da Barragem Dr. Hildo Diniz, o que se configurou, sem sombras de dúvidas, o manual técnico que sustenta a viabilidade das ações de implantação do projeto ora proposto, e dos recursos a ele disponibilizados, então vejamos:

Algumas Características da Barragem Dr. Hildo Diniz:

- a) Localização
  - Município: MASSAPÊ DO PIAUÍ
  - Rio: Boa Esperança
  - Estado: Piauí
  - Sub-Bacia: Rio Piauí
  - Bacia: Canindé
- b) Características Gerais
  - Área da Bacia Hidrográfica: 86.076.9466 ha
  - Área da Bacia Hidráulica: 88,651 ha
  - Volume do Reservatório: 3.878.000m<sup>3</sup>

#### Esquema do Sistema Proposto



#### **4.4 QUADRO RESUMO COMPARATIVO DAS ALTERNATIVAS**

No Quadro Resumo, a seguir, é apresentado um comparativo das alternativas levantadas abrangendo as vantagens e desvantagens dos aspectos técnicos:

**Quadro 4.4.1 – Quadro Resumo Comparativo das Alternativas Técnicas Levantadas.**

	ASPECTOS TÉCNICOS		
	ALTERNATIVA 01	ALTERNATIVA 02	ALTERNATIVA 03
<b>VANTAGEM</b>	Barragem Dr. Hildo Diniz se apresenta como manancial superficial mais próximo, capaz de suprir às vazões de demanda do sistema.	Os custos de captação da água subterrânea são baixos em relação à água superficial, por dispensarem a construção de obras de barramento, adutora de recalque e E.T.A.	Manancial abastecedor, sendo armazenada em cacimbas ou cisternas, que são pequenos reservatórios individuais.
<b>DESVANTAGEM</b>	Dependência de uma fonte hídrica; Instalação de Adutora de recalque e ETA.	Manancial com características impróprias para o consumo humano – fora dos padrões de potabilidade.	Longos períodos de estiagem prejudicam esse tipo de captação de água.

#### 4.5 CONCEPÇÃO SELECIONADA

A cidade de MASSAPÊ DO PIAUÍ apresenta algumas características particulares que ajudaram na definição da alternativa mais viável para a implantação. Por ser uma cidade no interior do Estado, a linha de pensamento deve permear as questões de baixo custo e simplicidade. Neste ponto, duas alternativas apresentam condições semelhantes para a implantação, pois possuem custos de investimento próximos – alternativas 02 e 03. Porém, na questão técnica, as duas alternativas tornaram-se inviáveis, seguindo em destaque a Alternativa 01 apresentando-se como a única tecnicamente viável para implantação. Assim, a partir dessa análise técnica verificou-se que a Alternativa 01 como a melhor para o Fortalecimento da Infra-Estrutura Hídrica da cidade de MASSAPÊ DO PIAUÍ.

## 5. ESTUDO POPULACIONAL E DE DEMANDA

### 5.1 PREVISÃO DE POPULAÇÃO

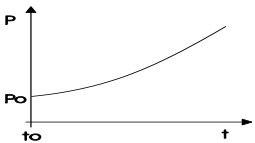
#### a. Metodologia Empregada

O método de previsão populacional adotado foi o Geométrico, através dele pode-se afirmar que uma dada população cresce conforme uma taxa geométrica de variação.

Onde:

$P_t$  = População final (ano  $n$ )  
 $P_0$  = População inicial (ano  $i$ )  
 $i$  = Taxa de crescimento geométrico  
 $t$  = Tempo de final de projeto (ano  $n$ )  
 $t_0$  = Tempo de início de projeto (ano  $i$ )

$$P_t = P_0 \cdot (1 + i)^{(t-t_0)}$$

Método	Descrição	Forma da curva	Taxa de crescimento	Fórmula da projeção
Projeção geométrica	Crescimento populacional função da população existente a cada instante. Utilizado para estimativas de menor prazo. O ajuste da curva pode ser também feito por análise da regressão.		$\frac{dP}{dt} = K_g \cdot P$	$P_t = P_0 \cdot e^{K_g \cdot (t-t_0)}$ ou $P_t = P_0 \cdot (1 + i)^{(t-t_0)}$

Fonte: adaptado parcialmente de Qasim (1985)

#### LEGENDA COMPLEMENTAR:

- $dP/dt$  = taxa de crescimento da população em função do tempo
- $P_0, P_1, P_2$  = populações nos anos  $t_0, t_1, t_2$  (as fórmulas para taxa decrescente e crescimento logístico exigem valores equidistantes, caso não sejam baseadas na análise da regressão) (hab)
- $P_t$  = população estimada no ano  $t$  (hab);  $P_s$  = população de saturação (hab)
- $K_a, K_g, K_d, K_l, i, c, r, s$  = coeficientes (a obtenção dos coeficientes pela análise da regressão é preferível, já que se pode utilizar toda a série de dados existentes, e não apenas  $P_0, P_1$  e  $P_2$ )

#### b. Dados Censitários

Em MASSAPÊ DO PIAUÍ do Piauí temos ao todo 1.633 domicílios ocupados e contamos com o crescimento populacional de 3,91% na última década, somando ao todo uma população de 6.222 pessoas, sendo 3.154 homens e 3.068 mulheres.

Contando também com uma população rural de 5.286 pessoas e população urbana de 936 pessoas. Para tanto vejamos os gráficos a seguir:

Gráfico – Evolução Populacional

Quadro 1 – Evolução Populacional<sup>2</sup>

Ano	Massapê do Piauí	Piauí	Brasil
1991	-	2.582.137	146.825.475
1996	-	2.665.787	156.032.944
2000	5.988	2.843.278	169.799.170
2007	6.428	3.032.421	183.987.291
2010	6.220	3.118.360	190.755.799

Verifica-se, portanto, que ao longo da última década um crescimento moderado, fugindo aos parâmetros verificados para o Estado do Piauí, porém, com o incremento das ações previstas no projeto, espera-se um aumento do crescimento da população urbana, não somente pelo êxodo rural, mas também, pela fixação da população urbana, com a possibilidade de retorno daqueles que de uma forma ou outra haviam deixado o município. Desta maneira, permaneceremos com os parâmetros adotados para composição da memória de cálculo da evolução populacional para efeitos de projeto.

## 5.2 Vazões de Água

### 5.2.1 Alcance do Projeto e Etapas de Implantação

O alcance do projeto foi considerado em 20 anos. O primeiro ano de operação foi admitido em 2015, ficando o ano de 2014 destinado à execução das obras. A implantação dos reservatórios, das redes de distribuição, das estações elevatórias e da estação de tratamento de água foi considerada em etapa única, tendo em vista que a população e a vazão não sofrem aumento significativo durante os anos de alcance do projeto. Sendo assim, os possíveis benefícios de uma etapalização seriam minimizados, já que no horizonte de 10 anos teríamos aproximadamente 80% da vazão de final de plano.

<sup>2</sup> Fonte: IBGE: Censo Demográfico 1991, Contagem Populacional 1996, Censo Demográfico 2000, Contagem Populacional 2007 e Censo Demográfico 2010;

### 5.2.2 Nível de Atendimento

O dimensionamento do sistema prevê um nível de atendimento de 100% da população urbana da sede de MASSAPÊ DO PIAUÍ do Piauí ao longo do período de alcance do projeto.

### 5.2.3 Coeficientes de Variação

Os coeficientes de variação adotados serão os seguintes:

- Coeficiente do dia de maior consumo (k1) ..... 1,2
- Coeficiente da hora de maior consumo (k2) ..... 1,5

Estes valores estão em conformidade com a NBR 12211/1992.

### 5.2.4 Consumo de Água Per Capita

O termo de referência orienta a utilização do consumo de água per capita. Para o sistema adotou-se 110 l/hab. x dia como valor do consumo de água per capita tanto para residências como para comércio. Foi admitido que este consumo per capita permanecerá constante ao longo do alcance do projeto.

### 5.2.5 Contribuição Industrial

Na área de projeto, não foram registradas demandas consideráveis de industriais a serem abastecidas pelo sistema projetado.

### 5.2.6 ADUÇÃO – Tempo de Funcionamento do Sistema

N = 24 horas de funcionamento do sistema.

### 5.2.7 Vazões de Projeto

As Vazões de Projeto, com base no reforço de adução intermitente apresentadas no quadro seguinte foram calculadas com base nos parâmetros anteriormente citados, de acordo com a fórmula:

$$Q = \frac{k1 \times p \times q \text{ (l/s)}}{3.600 \times N}$$

Onde:

Q = Vazão a ser aduzida (l/s);

P = População do horizonte do projeto (hab);

q = Taxa de contorno “per capita” (l/hab.dia);

K1 = Coeficiente para o dia de consumo máximo;

N = número de horas por dia, de funcionamento do sistema (horas)

$$Q = \frac{1,2 \times 3.217 \times 110}{3.600 \times 24} = 4,91 \text{ l/s}$$

ou ainda:  $Q = \text{m}^3/\text{dia}$  ou  $Q = 18,396 \text{ m}^3/\text{hora}$

**OBSERVAÇÃO:** No dimensionamento das unidades do sistema de produção, foi admitido um acréscimo de 4% nas vazões de projeto, para cobrir as perdas que ocorrem no processo de tratamento de água na própria ETA.

A vazão considerada neste projeto, será:

$$Q_p = 4,91 \times 1,04 = 5,11 \text{ l/s}$$



## 6. MEMÓRIA DE CÁLCULO - DIMENSIONAMENTO

### 6.1 ADUTORA DE ÁGUA BRUTA/RECALQUE

#### i. TRECHO 01 (Barragem até a E.T.A.)

##### a) Dados

• Vazão de projeto (+ 4%).....	5,1114 l/s
• Extensão da adutora.....	160,00 m
• NA mínimo da captação na Barragem .....	268,531m
• NA máximo da ETA.....	277,904m
• Desnível geométrico entre NA máximo e NA mínimo (Hg).....	9,373 m
• Tempo de funcionamento no Final de Plano(20 anos).....	24 horas

##### b) Diâmetro Nominal de Recalque

$D = k * Q^{0,5}$ , onde:

D = Diâmetro nominal (mm);

Q = Vazão de projeto (m<sup>3</sup>/h)

K = coeficiente adotado (1,2), então:

$D = 1,2 \times (0,0051114)^{0,5} = 0,0857811 \text{ m} = 85,78 \text{ mm}.$

**CONCLUSÃO:** Diâmetro nominal comercial adotado  $\Rightarrow$  **100 mm.**

##### c) Dimensionamento quanto à pressão

#### C.1) Cálculo da altura manométrica total (Hmt)

$Hmt = Hg + J$ , onde:

Hmt = Altura manométrica total (m.c.a);

Hg = Desnível geométrico dada pela diferença da cota do ponto mais alto (374,00m) e o ponto de cota mais baixo, na captação do sistema (355,00m).

J = Perda de carga da tubulação (comprimento do trecho x coeficiente de perda + 5% devido as conexões).

#### C.1.1) Cálculo da perda de carga (h) da tubulação

Adotaremos a fórmula de Hazen-Williams para cálculo de (h), válido para diâmetros maiores do que 50mm e temperatura da água de 20°C.

$$J = \frac{10,643}{C^{1,85}} \times \frac{Q_p^{1,85}}{D^{4,87}}, \text{ onde:}$$

J: perda de carga unitária (m.c.a)

C: Coeficiente de Hazen-Williams (para tubos PVC DN > 100mm = 140)

Qp: vazão do projeto (m<sup>3</sup>/s)

D = diâmetro adotado no projeto (m)

Então:

$$J = \frac{10,643}{(140)^{1,85}} \times \frac{(0,0051114)^{1,85}}{(0,10)^{4,87}} = 0,004771454$$

$$J = 0,004771454$$

Logo, a altura manométrica total (Hmt) será dada por:

$$Hmt = (277,904 - 268,531) + (160,00/100 \times 0,004771454) \times 1,05 + 2,00 \text{ m (desnível para água)}$$

$$Hmt = 11,85 \text{ m.c.a.}$$

**CONCLUSÃO:** usaremos o tubo de PVC DEFoFo DN 100mm (espessura = 4,8mm)

#### d) Potência do Conjunto Elevatório

$$P = (\gamma \cdot Q \cdot Hmt) / 75 \cdot r, \text{ onde:}$$

P = Potência (CV);

Q = Vazão de exploração (m<sup>3</sup>/s);

Hm = Altura manométrica total (m);

$\gamma$  = Peso específico da água = 1.000kgf/m<sup>3</sup>;

r = Rendimento do conjunto = 75%,

Então:

$$P = (1000 \times 0,0051114 \times 11,38110) / 75 \times 0,75$$

$$P = 1,0341 \text{ CV.}$$

Considerando-se um acréscimo de 50%, temos:

$$P = 1,55 \text{ CV ou } P = 2,00 \text{ CV (motor comercial)}$$

#### e) Bomba Adotada

Adotou-se bomba centrífuga instalada sobre flutuadores com as seguintes características (ver o gráfico de curva e características anexo)

#### f) Verificação do Golpe de Aríete ( No tubo DEFoFo)

##### Celeridade

Onde:

a  $\Rightarrow$  celeridade da adutora (m/s)

K  $\Rightarrow$  Coeficiente para tubo PVC = 30

D  $\Rightarrow$  diâmetro da tubulação = 100 mm

L  $\Rightarrow$  espessura do tubo DEFoFo Dn 100 – PN 1MPa = 4,8mm

$$a = 9.900 / (48,3 + k \cdot D / e)^{0,5}, \text{ então:}$$

$$a = 9.900 / (48,3 + 30 \cdot 100 / 4,8)^{0,5} = 9.900 / 24,688$$

$$a = 381,53 \text{ m/s}$$

### Máxima Sobressão

Considerando-se a paralisação brusca do bombeamento, tem-se:

$$h = a \times V / g, \text{ então:}$$

$$h = 381,53 \times 0,85 / 9,81$$

$$h = 33,06\text{m}$$

### Máxima Pressão

$$P = Hg + h, \text{ então:}$$

$$P = 11,38 + 33,06 = 44,44 \text{ m.c.a}$$

**Conclusão:** Foram especificados tubos PVC DEFoFo DN 100mm e PN 1MPa m.c.a.

## 6.2 ADUTORA DE ÁGUA TRATADA/RECALQUE

### ii. TRECHO 02 – E.T.A a Estaca 492 (Cota 319,850)

#### a) Dados

• Vazão do projeto (+ 4%).....	5,1114 l/s
• Extensão da adutora.....	9.720,00 m
• NA mínimo da ETA.....	277,904 m
• NA máximo (Cota 319,850).....	319,850 m
• Desnível Geométrico (Hg).....	41,946 m
• Tempo de Funcionamento.....	24,0 h

#### b) Diâmetro Nominal de Recalque

$$D = k \times Q^{0,5}, \text{ onde:}$$

D = Diâmetro nominal (mm);

Q = Vazão de projeto (m<sup>3</sup>/s)

K = 1,2 (coeficiente adotado), então:

$$D = 1,2 \times (0,0051114)^{0,5} = 0,0857928 \text{ m} = 85,79 \text{ mm.}$$

**CONCLUSÃO:** Diâmetro nominal comercial adotado se deve pela topografia local e o desnível geométrico  $\Rightarrow$  150 mm.

#### c) Dimensionamento Quanto a Pressão

##### c.1) calculo da altura manométrica total (Hmt)

$$Hmt = Hg + J, \text{ onde:}$$

Hmt = altura manométrica total (m.c.a)

Hg = desnível geométrico (41,946 m)

J = Perda de carga da tubulação - Adotaremos a fórmula de Hazen-Williams para cálculo de (h), válido para diâmetros maiores do que 50mm e temperatura da água de 20°C.

Então:

$$J = \frac{10,643}{(140)^{1,85}} \times \frac{(0,0051114)^{1,85}}{(0,15)^{4,87}} = 0,000662348$$

$$J = 0,000662348$$

# PROJETO TÉCNICO EXECUTIVO DA ADUTORA DE MASSAPÊ DO PIAUÍ PROJETO HIDRÁULICO

## TOMO I

Logo, a altura manométrica total (Hmt) será:

$$Hmt = (319,850 - 277,904) + (9.720,00/100 \times 0,000662348) \times 1,05$$

$$Hmt = 44,11 \text{ m.c.a}$$

**CONCLUSÃO:** Usaremos o tubo PVC DEFoFo 1MPa DN 150mm (espessura = 6,8mm).

### Desenho e Dimensões

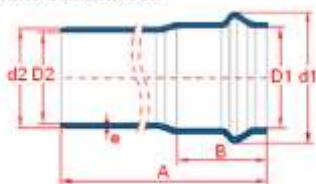


Figura 1

Tabela 1

DN	100	150	200	250	300
D <sub>1</sub>	119,30	171,55	223,95	276,30	328,55
D <sub>2</sub>	108,40	156,40	204,20	252,00	299,80
d <sub>1</sub>	151,60	211,50	271,70	333,40	391,70
d <sub>2</sub>	118	170	222	274	326
e	4,8	6,8	8,9	11,0	13,1
A	6000	6000	6000	6000	6000
B	117	135	160	175	195
Peso (g)	15559	31779	51556	82661	116947

Medidas em milímetros

### 1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Matéria Prima: PVC
- Cor: Azul
- Tubos Ponta - 80% com 6 m de comprimento
- Bitolas: DN 100 a 300
- Pressão de Serviço: 1,0 MPa (10 Kgf/cm<sup>2</sup>) a 25° C, incluindo eventuais sobrepensões dinâmicas previstas e calculadas
- Compatível com Tubos e Conexões de Ferro Fundido para PN 10
- Anel de Vedação JERI (Junta Elástica Removível integrada) fabricado em borracha EPDM (resistente aos raios UV)
- Normas de Referência:
  - ABNT NBR 7665 / 2007 - Sistemas para adução e distribuição de água - Tubos de PVC 12 DEFOFO com junta elástica - Requisitos
  - ABNT NBR 9822 - Execução de tubulações de PVC rígido para adutoras e redes de água

### d) Verificação do Golpe de Aríete (No tubo DEFoFo)

#### Celeridade

Onde:

a ⇒ celeridade da adutora (m/s)

K ⇒ Coeficiente para tubo PVC = 0,030mm

D ⇒ diâmetro da tubulação = 150 mm

e ⇒ espessura do tubo DEFoFo Dn 150 = 6,8mm

$$a = 9.900 / (48,3 + k * D / e)^{0,5}, \text{ então:}$$

$$a = 9.900 / (48,3 + 30 * 150 / 6,8)^{0,5}$$

$$a = 371,52 \text{ m/s}$$

#### Máxima Sobressão

Considerando-se a paralisação brusca do bombeamento, tem-se:

$$h = a * V / g, \text{ então:}$$

$$h = 371,52 * 0,85 / 9,81$$

$$h = 32,19 \text{ m}$$

#### Máxima Pressão

$$P = Hg + h, \text{ então:}$$

$$P = 44,11 + 32,19$$

$$P = 76,30 \text{ m.c.a}$$

**CONCLUSÃO:** Foram especificados tubos PVC DEFoFo 1MPa DN 150mm, espessura = 6,8 mm, consequentemente, será utilizado dispositivo anti Golpe de Aríete.

e) Potência do Conjunto Elevatório

$P = (\gamma \cdot Q \cdot Hmt) / 75 \cdot r$ , onde:

P = Potência (CV);

Q = Vazão de exploração (m<sup>3</sup>/h);

Hmt = Altura manométrica total (m);

$\gamma$  = Peso específico da água = 1.000kgf/m<sup>3</sup>;

r = Rendimento do conjunto = 75%,

Então:

$P = (1000 \times 0,0051114 \times 76,30) / 75 \times 0,75$

**P = 3,90CV .**

Considerando-se um acréscimo de 30%, temos:

P = 5,07 CV

**P = 7,5 CV (motor comercial)**

## 7. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

### a. CONDIÇÕES GERAIS

A inobservância das presentes especificações ou projetos implica na não aceitação parcial ou total dos serviços, devendo a contratada refazer as partes renegadas sem direito a indenização.

A contratada fará um local apropriado para abrigo de ferramentas e materiais necessários ao bom andamento de todos os serviços.

A contratada é obrigada a manter na obra um conjunto de todas as plantas e especificações para que sejam facilitados os serviços de fiscalização.

Os materiais a serem empregados nas construções deverão atender as características estabelecidas por esta especificação e nos casos omissos pelas normas da ABNT no que couber.

Os materiais não aprovados pela fiscalização terão um prazo de 48 horas para serem retirados do recinto da obra.

A contratada e seus sub-empreiteiros deverão por obrigação acatar as ordens da fiscalização responsável pela obra.

Toda e qualquer modificação que venha a surgir por ocasião dos serviços deverá ser comunicada imediatamente, a fim de que a fiscalização tome conhecimento e ordene as providências a serem tomadas.

Todos os agregados graúdos e miúdos utilizados nas argamassas e concreto deverão ser lavados e isentos de impurezas, tais como: barro, material orgânico, etc.

A contratada se responsabilizará pela colocação de placa de identificação do programa de financiamento, contendo detalhamento sobre a execução das obras.

### b. SERVIÇOS INICIAIS

#### a. Placa da obra

As placas deverão ser confeccionadas de acordo com cores, medidas, proporções e demais orientações contidas no Manual de Uso da Marca do Governo Federal - Obras. Elas deverão ser confeccionadas em chapas planas, metálicas, galvanizadas ou de madeira compensada impermeabilizada, em material resistente às intempéries. As informações deverão estar em material plástico (poliestireno), para fixação ou adesivação nas placas. Quando isso não for possível, as informações deverão ser pintadas a óleo ou esmalte. Dá-se preferência ao material plástico, pela sua durabilidade e qualidade. As placas deverão ser afixadas em local visível, preferencialmente no acesso principal do empreendimento ou voltadas para a via que favoreça a melhor visualização. Recomenda-se que as placas sejam mantidas em bom estado de conservação, inclusive quanto à integridade do padrão das cores, durante todo o período de execução das obras.

## PADRÃO GERAL DAS PLACAS

**Área total: proporção de 8X x 5X**

**Área da logomarca do Governo Federal (A):**

- Cor de fundo: Branca.
- Logomarcas do Governo Federal centralizada.
- Para logomarcas de programas / Políticas Públicas, ver item 1.6.

**Área do nome da obra (B):**

- Cor de fundo: Verde – Pantone 576C.
- Fonte Verdana bold, caixa alta e baixa
- Cor da Fonte: Branca.

**Área de informações da obra (C):**

- Cor de fundo: Verde-Pantone 7483C.
- Fonte: Verdana Bold e Regular, caixa alta e baixa
- Cor da Fonte: Amarela – Pantone 107C e Branca.

**Espaço entre Linhas:** 1,2 vez o tamanho do corpo da letra. Exemplo: Corpo 60/72.

**Espaço entre letras:** o espaçamento entre letras é 0.

**Área das assinaturas (D):**

- Cor de fundo: Branca.
- As assinaturas devem estar centralizadas.

A denominação “Ministério do(a)” ou “Secretaria do(a)” deve estar em Verdana Regular e o nome do ministério ou secretaria deve estar em Verdana Bold.

**Legenda de Cores:**

- PANTONE 576C  
C49 M0 Y100 K39  
R92 G135 B39
- PANTONE 7483C  
C85 M0 Y100 K55  
R0 C98 B39
- PANTONE 107C  
C0 M4 Y79 K0  
R255 G234 B83

**Fonte:** Manual de Uso da Marca do Governo Federal - Obras  
Codevasf – fevereiro de 2012  
SECOM / PR – Novembro de 2011

## **b. Canteiro de Obras**

### **1. Mobilização e Desmobilização**

- A Empreiteira deverá tomar todas as providências relativas à mobilização imediatamente após assinatura do contrato, de forma a poder dar início efetivo e concluir a obra dentro do prazo contratual.
- No final da obra, a Empreiteira deverá remover todas as instalações do Acampamento e Canteiro de Obras, Equipamentos, construções provisórias, detritos e restos de materiais, de modo a entregar as áreas utilizadas totalmente limpas.
- Os custos correspondentes a estes serviços incluem, mas não se limitam necessariamente aos seguintes:
  - Despesas relativas ao transporte de todo o equipamento de construção, de propriedade da Empreiteira ou sublocado, até o canteiro de obra e sua posterior retirada;
  - Despesas relativas à movimentação de todo o pessoal ligado à Empreiteira ou às suas subempreiteiras, em qualquer tempo, até o canteiro de obras e posterior regresso a seus locais de origem;
  - Despesas relativas às viagens necessárias para execução dos serviços, ou determinadas pela contratante, realizadas por qualquer pessoa ligada à Empreiteira, qualquer que seja sua duração ou natureza.

**2. Instalação do Canteiro de Obras**

- a. O Canteiro de obras deverá ser construído a partir do projeto preparado pela Empreiteira no local destinado para este fim. O Projeto, construção e administração, durante todo o período da obra, são de responsabilidade da Empreiteira.
- b. O Canteiro de obras deverá conter: escritório central da Empreiteira e também da Fiscalização, refeitório, almoxarifado, depósito, oficinas, etc.
- c. Deve ser dada especial atenção à higiene e à salubridade nas áreas do refeitório, a fim de evitar riscos à saúde dos operários.
- d. Os serviços, materiais e equipamentos necessários à execução das obras e toda e qualquer despesa relativa às instalações do Canteiro de obras da Empreiteira, inclusive projeto, construção, demolição e limpeza de área após a conclusão dos serviços, serão remunerados de acordo com a Planilha de Custos. O pagamento será feito de acordo com o cronograma financeiro proposto.

**c. Administração Local**

1. Este item consiste no somatório de despesas oriundas das necessidades e exigências da obra, tais como:
  - a. Equipe Técnica da Obra: engenheiros, mestres, técnicos, auxiliares;
  - b. Veículos de serviço;
  - c. Despesas com fornecimento de água, energia elétrica, comunicação e informática;
  - d. Alimentação, Transporte e EPI – Equipamento de Proteção Individual (para Equipe Técnica da Obra).

É exigência indispensável da Prefeitura que todos os materiais a serem empregados na obra deverão ser novos e de primeira qualidade;

A contratada é responsável por todos os itens relacionados com a execução da obra, tais como: materiais, mão-de-obra, obrigações sociais, seguros e equipamentos necessários a uma perfeita execução dos serviços;

A contratada será obrigada a empregar na construção, pessoal especializado. A fiscalização terá poderes para afastar da obra, qualquer funcionário que julgar indesejável ou prejudicial ao bom andamento dos serviços;

Todas as obras deverão ser acompanhadas de projetos e detalhes fornecidos em desenhos e memoriais descritivos, os quais obedecerão aos critérios da construção definida;

Em caso de omissão de especificações, prevalecerá o disposto no orçamento; e na falta deste, no projeto arquitetônico. Quando houver omissão na planilha orçamentária, nas especificações, e no, projeto arquitetônico será consultada a fiscalização;

Os serviços que porventura ficarem omissos nestas especificações e/ou projetos, somente serão considerados extraordinários quando autorizados pela fiscalização e com o órgão envolvido no projeto;



### c. REDE DE ADUÇÃO – Adutora de Água Bruta

#### a. ANCORAGEM

Para anular os esforços, resultantes da pressão exercida pela água nos pontos de mudança de direção ou diâmetro e terminais de linhas. É indispensável prever blocos de ancoragem. O dimensionamento desses elementos exige cálculos específicos para a determinação das suas características e dimensões. Devem ser levados em conta, entre outros, os seguintes fatores: características do solo, pressão máxima na linha e diâmetro da tubulação e tipo da conexão.

Todos os caps, cruzetas, curvas, reduções, registros e três devem ser ancorados. Para garantia da perfeita estanqueidade das juntas elásticas da linha PVC PBA. Neste caso recomenda-se observar os seguintes cuidados:

- Deixar a descoberto as juntas das conexões; para possibilitar a execução e verificação dos ensaios de estanqueidade da rede.
- Os blocos de ancoragem devem aderir às conexões da PVC rígido.

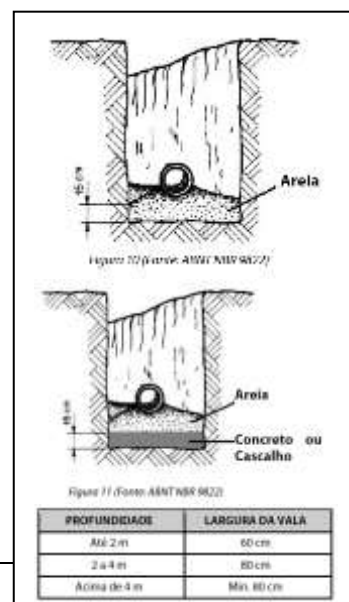
Executa-se normalmente uma pintura asfáltica na área de contato e posteriormente aplica-se areia fina para melhorar a ligação com o concreto.

No caso de registros recomenda-se apoiá-lo convenientemente, para evitar tensões nos tubos PBA, resultantes de manobras e do seu próprio peso.

O uso de ventosas nos pontos de cota mais alta deverá ser previsto em adutora para eliminação do ar, tanto nas operações de limpeza como nas operações contínuas de funcionamento. Por outro lado, nos pontos de menor cota devem existir registros para descarga da tubulação, nas ocasiões de limpeza, possibilitando a remoção da matéria sólida depositada.

#### b. ESCAVAÇÃO E PROFUNDIDADE DA VALA

A profundidade de escavação das valas deverá ser tal que o recobrimento da tubulação resulte em no mínimo igual a 70cm, no caso de solo rochoso (rocha decomposta, pedras soltas e rocha viva) é necessário executar um leito de material isento de pedra (colchão de areia), de no mínimo 15cm sob os tubos, já nos casos de solos argilosos, tabatinga ou lodo, sem condições mecânicas mínimas para o assentamento do tubo, deve-se executar uma base de cascalho ou concreto convenientemente estaqueada. A tubulação sobre tais bases devem ser assentadas, apoiada sobre berço de areia ou material



escolhido. Em certos casos (e, em especial, quando a canalização for atravessar um córrego, esgoto ou uma via férrea ou ainda uma pista de estrada ou avenida movimentada), é aconselhável encamisar a tubulação no intuito de protegê-la. Quando a canalização comportar trechos aéreos, os tubos deverão descansar sobre pilares de concreto colocados atrás das bolsas e ser mantidos por colares. A superfície de apoio do tubo no pilar deve ser convenientemente preparada para garantir um bom contato, interpondo argamassa ou outro material plástico por ocasião do assentamento. Em geral prevê-se um pilar para cada tubo, porém, conforme a classe do tubo e o valor do ângulo de apoio do tubo no pilar é bom verificar através de cálculos especializados o comportamento da viga em flexão.

**c. LARGURA DA VALA**

A largura da vala deverá ser tão reduzida quanto possível respeitando o limite mínimo  $D (+ou -)$  60 cm ( $D$  = diâmetro externo do tubo a assentar, em cm), o que em geral, é suficiente para permitir uma compactação do reaterro de cada lado do tubo. De acordo com a concessionária deve ser no mínimo de 60cm, a largura será maior no caso de colocação de escoramento e também nas partes em curva quando o raio foi obtido por deflexão das juntas.

**d. ASSENTAMENTO DOS TUBOS**

Os elementos de uma canalização formam uma corrente, e cada um dos elos tem sua importância. Uma única junta defeituosa pode constituir num ponto fraco que irá prejudicar a performance da canalização como um todo. Por isso recomenda-se:

- I. Verificar previamente se nenhum corpo estranho permaneceu dentro dos tubos ( terra. pedras. estopa. madeira etc. )
- II. Depositar os tubos no fundo da vala sem deixá-los cair.
- III. Executar com ordem e esmero todas as operações de assentamento, cuidando para não danificar os tubos com trincas rachaduras ou cortes especialmente nos pontos de bolsas.
- IV. Verificar frequentemente o alinhamento dos tubos no decorrer do assentamento e utilizar um nível também com frequência.
- V. Calçar os tubos para alinhá-los, caso seja necessário, utilizando terra solta ou areia, nunca pedras.
- VI. As juntas devem ser montadas entre tubos, previamente, bem alinhados. Se for necessário traçar uma curva com os próprios tubos. Dar uma curvatura após a montagem de cada junta, tomando cuidado para não ultrapassar as deflexões angulares previstas pelo fabricante para tubos junta elástica.

- VII. Cada vez que for interrompido o serviço de assentamento, tampar as extremidades do trecho interrompido com caps. tampões ou flanges cegos, a fim de evitar a entrada de corpos estranhos.
- VIII. O fundo da vala, mesmo regularizado, só deverá servir como base quando for de boa qualidade e isento de pedras, caso contrário, deve ser; colocado uma camada de aproximadamente 10 cm com material adequado para apoio dos tubos, no nosso caso areia.

#### **e. EXECUÇÃO DAS JUNTAS**

O sistema de junta elástica removível integrada foi projetado para facilitar a possível substituição do anel, evitando perda da bolsa do tubo. Apresenta praticidade na instalação e manutenção de redes de água. Une a segurança da junta integrada com a versatilidade de um sistema removível.

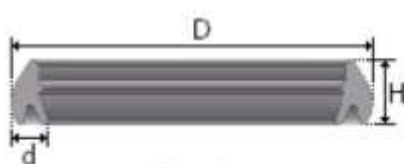


Figura 2

DN	D	d	H
100	146,8	14,0	24,2
150	204,8	17,2	27,8
200	263,0	20,6	31,4
250	323,2	24,6	37,3
300	378,8	26,3	39,0

Medidas em milímetros

#### **1. ORIENTAÇÃO**

- limpar cuidadosamente com estopa comum a bolsa do tubo e a ponta do outro tubo.
- introduzir o anel de borracha no sulco a bolsa do tubo. Observar, que nos diâmetros acima de 150mm as bolsas dos tubos possuem um anel de encosto de PVC, inserido e fixo na mesmas, para melhorar acomodação do anel de borracha e segurança da vedação.
- aplicar pasta lubrificante para PVC na parte visível do anel de borracha na ponta do tubo. Não usar óleos ou graxas que podem atacar o anel de borracha.

#### **f. MANUTENÇÃO**

Os reparos e modificações em redes constituídas de tubos PBA podem ser executados sem dificuldades, mediante a utilização de luvas de correr.

A aplicação de tubos serrada somente poderia ser feita fazendo-se chanfros de 15º com uma lima.

**g. REATERRO DA VALA**

O espaço compreendido entre a base de assentamento e a cota definida pela geratriz superior do tubo acrescida de 30cm, deve ser preenchido com aterro cuidadosamente selecionado, isento de pedras e corpos estranhos e adequadamente adensado em camadas não superiores a 10 cm de cada vez. O restante do aterro deve ser procedido de maneira que resulte uma densidade aproximadamente, igual à do solo que se apresenta nas paredes das valas, utilizando-se de preferência o mesmo tipo de solo, isento de pedras grandes ou corpos estranhos de dimensões notáveis.

**d. EQUIPAMENTO DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA ADUTORA****a. Ventosas**

Ao longo da rede foram utilizadas ventosas para permitir a admissão e expulsão de ar durante a operação normal e durante os períodos de enchimento e esvaziamento da rede. Estes equipamentos impedem a formação de bolsões de ar na tubulação que causariam redução de seção de escoamento com consequente redução de vazão.

Utilizou-se apenas ventosas de tríplice função pelo fato destes aparelhos serem mais eficientes e minimizarem os efeitos de eventuais transientes ao longo da rede provocados pela abertura e fechamento de válvulas de bloqueio, etc.

O posicionamento das ventosas ao longo da rede, baseou-se nos seguintes critérios:

- Pontos altos da rede.
- Longos trechos horizontais conforme normatização.

Vale salientar que o diâmetro das ventosas foram adaptados aos diâmetros comerciais das derivações dos TE bolsa bolsa flange existentes no catálogo, evitando assim a utilização de reduções flangeadas o que aumentaria ainda mais a altura da caixa de ventosa.

Cada ventosa será dotada de um registro de gaveta com flange e volante que permitirá sua retirada, para eventual manutenção, sem a necessidade de parar todo o sistema. As ventosas são instaladas em um te de derivação na rede e são acondicionadas em caixas de concreto armado com tampa removível para eventuais manutenções..

**ESQUEMA DE INSTALAÇÃO DAS VENTOSAS**

As dimensões da caixa das ventosas foram determinadas a partir das dimensões das peças que compõem o sistema, isto é, TE com saída flangeada, registro de gaveta flange volante e ventosa.

**b. ANCORAGEM**

Em todos os pontos da tubulação em que existam curvas, derivações, reduções, registros, entre outros, devem ser executadas ancoragens.

As conexões de junta elástica devem ser ancoradas utilizando blocos de ancoragem convenientemente dimensionados para resistir a eventuais esforços longitudinais da tubulação que não são absorvidos pela junta elástica.

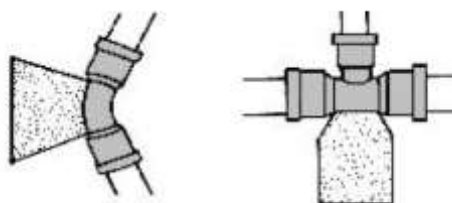


Figura 20 (Fonte: ABNT NBR 9822)

Do mesmo modo, nos trechos em plano inclinado, tomar as medidas necessárias para evitar qualquer deslocamento da linha.

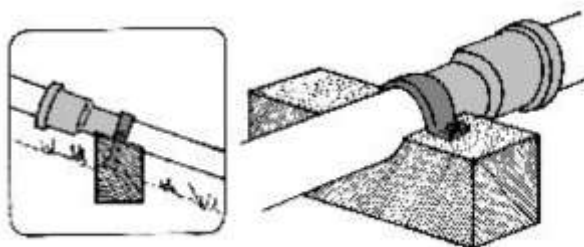


Figura 21 (Fonte: ABNT NBR 9822)

As conexões e demais materiais devem ser ancorados no sentido do seu peso próprio e dos possíveis esforços longitudinais ou transversais, mantendo a tubulação e suas conexões livres desses esforços ou deformações.

Todos os trabalhos de ancoragem devem ser feitos de forma a manter as juntas visíveis para que seja possível a verificação do ensaio de estanqueidade.

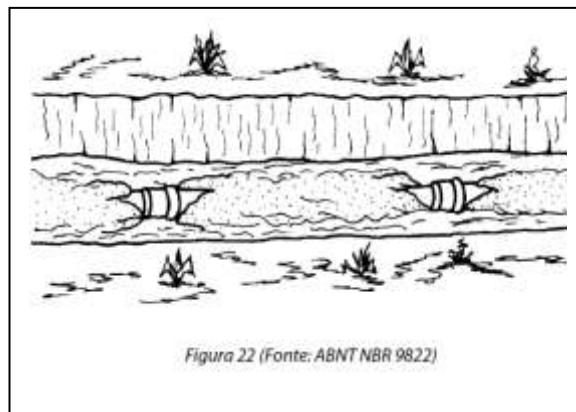
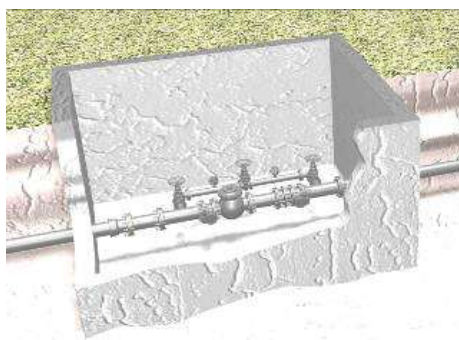


Figura 22 (Fonte: ABNT NBR 9822)

**e. DERIVAÇÃO PARA AS LOCALIDADES CONDIÇÕES GERAIS**

A derivação para as localidades atendidas pela adutora será feita por intermédio de uma caixa de controle dotada de válvula limitadora de vazão e redutora de pressão. Desta forma será garantida a retirada somente da vazão prevista na pressão correta para a localidade evitando, assim, que o sistema seja desequilibrado pela retirada de mais vazão que a projetada para a cidade. A FIGURA a seguir ilustra a caixa de controle na derivação para as localidades.

**Caixa de Controle das Localidades****f. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO D'ÁGUA - ETA****a. MOVIMENTO DE TERRA****1. Escavação**

As escavações serão feitas de acordo com as necessidades dos projetos respeitando-se as cotas ali apontadas.

Levando-se em conta as condições do subsolo e a necessidade de escavações profundas, os serviços sempre condicionados ao escoramento de taludes, nos locais onde possa haver comprometimento de sua estabilidade. As escavações serão feitas por processo manual ou mecanizados, e deverão obedecer estritamente ao projeto.

Quando os materiais de escavação forem, a critério da FISCALIZAÇÃO, apropriados para posterior reutilização, serão colocados em bota-fora provisório, em local previamente estabelecido para posterior aproveitamento.

Os materiais não aproveitáveis serão transportados pela CONTRATADA e levados a bota-fora aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

As escavações para fundação deverão alcançar, em qualquer caso, terreno adequado à implantação de cada unidade. Entre qualquer estrutura de concreto e o solo deverá sempre ser prevista uma camada de concreto simples, com 10cm de espessura, lançados sobre lastro de brita com 15cm de espessura.

## **2. Aterros, Reaterros e Compactação**

Os aterros só poderão ser executados com a utilização de material adequado proveniente da própria escavação ou de empréstimos de jazidas, previamente aprovadas pela FISCALIZAÇÃO. Só poderá iniciar o reaterro, junto às estruturas de concreto, após decorrer o prazo necessário ao desenvolvimento da resistência de concreto estrutural.

Deverá ser obedecido também o prazo necessário à secagem da pintura externa, definida nas respectivas especificações. De qualquer maneira, o reaterro só deverá ser iniciado mediante autorização da FISCALIZAÇÃO.

A superfície dos aterros e reaterros deverão ser regularizados, de modo que assumam a forma determinada pelo projeto, e se apresente lisa isenta de partes soltas ou sulcadas.

## **3. Drenagem Superficial e Profunda**

Durante todos os trabalhos deverá a CONTRATADA providenciar a drenagem e esgotamento das águas pluviais e do lençol freático, de maneira a evitar que estes causem danos às obras. A CONTRATADA deverá dispor de bombas acionadas por motores de combustíveis, elétricos e/ou de bombas manuais, adequadas ao esgotamento de água e de lama, se for necessário.

### **b. FUNDAÇÕES**

As fundações deverão ser executadas em estrita obediência às recomendações da NB-51. Estando prevista fundações diretas.

Quando o solo natural, após a escavação, não apresentar condições adequadas de suporte para fundações da estrutura nas cotas previstas no projeto, a FISCALIZAÇÃO poderá autorizar uma super escavação, além da cota prevista, devendo o material ser totalmente removido e substituído por outro que preencha as condições de resistência necessárias.

### **1. Dosagem**

A verificação dos traços fornecidos pelo contratante visa comprovar que os concretos apresentem:

- Resistência à compressão ou tração de acordo com o projeto e com o coeficiente de variação adotado;
- Trabalhabilidade adequada às condições de execução (mistura, transporte, lançamento e adensamento);
- Durabilidade de acordo com as condições a que estará exposta a obra;
- Atendimento ao acabamento previsto no projeto (textura, etc.).

**Obs:** Não será permitida dosagem empírica. Os aditivos aprovados pela FISCALIZAÇÃO, deverão compor as misturas experimentais.

## 2. Materiais

Os materiais a serem empregados deverão obedecer às seguintes exigências:

- i. Cimento: Deverá atender às prescrições da EB-1, ser de fabricação recente e medida em peso (saco de 50 kg); Não será admitido o uso de baldes ou vasilhames na medição do cimento. Independentes de ensaios serão rejeitados os sacos que se apresentarem rasgado ou petrificados.
- ii. Areia: Deverá obedecer às prescrições da EB-4;
- iii. Brita: Deverá provir de rocha sã, não apresentar forma lamelar ou substâncias nocivas e atender ao fixado na EB-4;
- iv. A água a ser empregada deve obedecer ao artigo 8, item 8.1.3 da NB-6118.

**Obs:** A FISCALIZAÇÃO se reserva o direito de solicitar da CONTRATADA os ensaios previstos pela ABNT, de qualquer dos materiais, quando assim o desejar.

## 3. Misturas

Apresenta-se como fundamental nos concretos a característica de homogeneidade das misturas, que influenciará sobremaneira na resistência e durabilidade das estruturas.

O tempo de mistura é contado a partir do instante em que todos os materiais são lançados na cuba das betoneiras e dependerá do tipo de concreto e da betoneira usada.

## 4. Transporte

Deverá ser processado do local de mistura para o de lançamento no espaço de tempo mais breve possível, sem que haja segregação (NB-6118-artigo 13, item 13.1), ou seja, mantendo a homogeneidade do concreto.

## 5. Lançamento

O concreto deverá ser lançado logo após a mistura, não sendo permitido um intervalo superior a trinta minutos entre o amassamento e o lançamento.

Nos locais onde deverão ser feitos lançamentos deverão tomar todas as precauções para evitar a presença de água e que o concreto, seja lavado por ela.



A altura máxima que deverá ser permitida para a queda livre de concretos é de 2,00 m. Além desta medida a utilização ou não de equipamentos adequados receberá a aprovação da FISCALIZAÇÃO. A utilização de bomba deverá ser previamente aprovada pela FISCALIZAÇÃO. Não será permitido o uso de concreto remisturado, assim, cada carga da betoneira deverá ser totalmente utilizada para que a próxima seja carregada.

## **6. Adensamento**

O adensamento será precedido por meio de vibradores de imersão com configurações e dimensões adequadas, às várias peças serem concretadas.

As superfícies extensas, horizontais ou não devem ser trabalhadas por vibradores de placas. Durante o adensamento deverão ser tomadas todas as preocupações para que a posição das armaduras não se altere e nem se formem “ninhos”.

## **7. Cura e Proteção**

A cura deverá ser realizada irrigando-se continuamente as superfícies expostas ou com o recobrimento das mesmas com areia ou sacos de cimento rompidos, que serão mantidos sempre úmidos. Tal tratamento dever-se-á processar durante os sete primeiros dias após o lançamento, recomendando-se o prosseguimento da cura nos quatorze dias seguintes.

## **8. Juntas de concretagem**

As juntas de concretagem deverão ser identificadas nos planos de concretagem apresentados pela CONTRATADA, no que se refere às suas posições. Em geral utilizam-se as juntas de dilatação como juntas de concretagem. Quando isto não for possível, as mesmas deverão seguir o seguinte tratamento, a fim de possibilitar uma perfeita união entre as duas partes adjacentes:

- Tratamento com escova de aço;
- Tratamento com jato de água e ar, ainda no período da pega;
- Tratamento com jato de areia molhada, depois do tempo de fim de pega;
- Tratamento através de picotagem com ponteiro (juntas verticais).
- Junta macho-fêmea, com colocação de sarrafo de madeira no concreto fresco, retirando-se no início da pega.

## **9. Plano de Concretagem**

O lançamento do concreto deverá ser feito em função de um plano, o qual levará em conta o projeto de escoramento e as deformações que nele possam ser provocados pelo peso próprio e cargas de serviço assim como as características específicas do projeto estrutural.

## **10. Recomendações para execução do concreto aparente**

Para execução do concreto aparente, além das normas já estabelecidas para o concreto armado comum, deverão ser observadas outras recomendações, face às suas características de material de acabamento.

- As superfícies das formas em contato com concreto aparente deverão estar limpas e preparadas com substância que impeça a aderência. As formas deverão apresentar perfeito ajustamento, evitando saliências, rebarbas e reentrâncias e serão de primeiro uso;
- A armadura de aço terá o recobrimento mínimo recomendado, pelo projeto estrutural, devendo ser apoiada nas formas sobre calços de concreto pré-moldado e/ou de PVC.
- O recobrimento das armaduras deve obedecer ao item 6.3.3.1 da NB-6118;
- O cimento a ser empregado será de uma só marca e os agregados de uma única procedência, para evitar quaisquer variações de coloração ou textura;
- As interrupções de concretagem deverão obedecer a um plano pré-estabelecido, a fim de que as emendas delas decorrentes não prejudiquem o aspecto da textura.
- As retiradas das formas serão efetuadas de modo a não danificar as superfícies do concreto, valendo os prazos mínimos estabelecidos para concreto armado comum.
- As eventuais falhas na superfície do concreto serão reparadas com argamassa de cimento e areia, procurando-se manter a mesma coloração e textura.

## **11. Reparo de concreto**

No caso de “ninhos e vazios”, remover-se-á o concreto bom, fazendo-se um corte na zona afetada, perpendicularmente à superfície da peça. A reposição do material extraído deverá ser feita com argamassa ou com concreto.

## **12. Colocação das peças embutidas**

As peças destinadas a ficar permanentemente embutidas no concreto, devem estar rigorosamente colocadas nas posições previstas no projeto. Esta exigência aplica-se igualmente às aberturas destinadas à passagem de tubulações.

As peças embutidas devem estar convenientemente fixadas às formas ou armaduras de forma que não se desloquem da posição por ocasião das operações de concretagem.

Devem ser tomadas providências para garantir uma maior aderência entre a peça embutida e o concreto. Para tanto, as peças devem estar perfeitamente limpas e isentas de manchas de óleo, graxas ou poeiras.

Para cada 25m<sup>3</sup>, de concreto executado e sempre que a FISCALIZAÇÃO exigir será moldada uma série de seis corpos de prova, sendo dois rompidos a 07 (sete) dias, dois aos 14 dias e dois aos 28 dias. Deverá ser obtida nos ensaios há 28 dias, resistência à compressão mínima compatível com as tensões de trabalho estipulados nos projetos estruturais.

### **13. Armaduras**

Os aços para armaduras destinados as estruturas de concreto armado obedecerão à EB-3, observadas as disposições do artigo 10 da NB-6118 e discriminadas em Projeto Estrutural anexo.

As armaduras não deverão apresentar escamas de óxido, óleos, graxas ou qualquer outro produto que possa comprometer sua aderência ao concreto.

As barras das juntas de concretagem, se deixadas ao ar por longo tempo, deverão ser protegidas da corrosão por meio de nata de cimento, ou outro material aprovado pela FISCALIZAÇÃO. Todas as armaduras deverão ser fixadas no lugar por meio de suportes, espaçadores ou tirantes metálicos. Os fixadores deverão possuir suficiente resistência para manter a armadura no lugar, durante as operações de lançamento e adensamento do concreto, e deverão ser usadas de maneira a não deixar descobertas as barras de aço.

### **14. Cimbramento, Formas e Escoramentos**

A FISCALIZAÇÃO terá o direito de exigir o projeto e o cálculo estático das formas e cimbramento.

O cimbramento deve ser projetado de modo a não sofrer deformações prejudiciais à forma da estrutura, quando sob ação de seu peso próprio, do peso da estrutura, das cargas acidentais que possam atuar durante a execução da obra, e nem introduzir esforços no concreto, na fase de endurecimento. Se metálico, deve obedecer às prescrições da NB-14 da ABNT.

Se o pontalete for de madeira, não poderá ter diâmetro ou lado da seção retangular inferior a 5,00 cm. Os pontaletes com mais de 3,00 m de comprimento, deverão ser contraventados, a menos que seja demonstrada a impossibilidade de ocorrência do fenômeno da flambagem.

Deverão ser tomadas as precauções necessárias para evitar concentrações de carga na laje de fundo do reservatório que suporta o escoramento da laje de cobertura, para evitar recalques diferenciais prejudiciais.

As formas deverão ser estanques, resistentes à carga do concreto fresco, e suficientemente fortes para não se deformarem. Além dos limites estabelecidos.

As formas em laminados, tipo “Madeirit” para as superfícies expostas e em contato com água, e em madeira de pinho ou equivalente para as demais partes.

Antes do lançamento do concreto, deverão ser conferidas as medidas e posições das formas de madeira a se estar seguro de que a geometria da estrutura corresponda ao projeto, dentro das tolerâncias previstas.

Proceder-se-á à limpeza do interior das formas e a vedação das juntas de modo a evitar a fuga da pasta. Nas formas de paredes, pilares e vigas estreitas e altas, dever-se-á deixar aberturas (janelas) para limpeza. Para manter o afastamento entre as faces internas das formas serão permitidos espaçadores de aço, com roscas nas extremidades.

Após a concretagem, ficarão incorporados à estrutura e, sua parte externa será arrematada convenientemente. Indica-se para esse reparo a mistura de argamassa, cimento e areia 1:3 (dry-pack).

Os escoramentos das formas devem ser executados de modo a não deformação que modifique a estrutura, quando sob a ação de carga como: Peso próprio e cargas acidentais que atuam durante a execução. Não podem também introduzir esforços no concreto, na fase de endurecimento (cura).

### **15. Descimbramento e Retirada das Formas e Escoramentos**

O descimbramento por ser uma fase particularmente importante no que se refere à transferência de cargas para a estrutura deverá ser executado com segurança e dentro dos critérios estruturais adequados.

As construções das formas e do escoramento deverão ser feita de modo a haver facilidade na retirada de seus diversos elementos separadamente, se necessário. Para que se possa fazer essa retirada sem choques, o escoramento deverá ser apoiado sobre cunhas, caixas de areia ou outros dispositivos apropriados a esse fim.

Qualquer reparo, ou tratamento das superfícies de concreto, deverá ser feito imediatamente após a remoção das formas e antes da cura, mas somente após prévia inspeção por parte da FISCALIZAÇÃO da CONTRATANTE.

### **16. Juntas de Dilatação**

As juntas de dilatação deverão ser executadas com perfilados elásticos com termoplástico PVC, fabricação por extrusão do tipo “Fugenband”.

Não será permitido colocar em contato direto com tais perfilados substâncias betuminosas. Quando for necessário efetuar o enchimento da junta, indicar-se-ão para tal finalidade os produtos de enchimento com base não betuminosa como, por exemplo, IGAS 3 cinza ou similar, que possui qualidades mecânicas, bastante superiores às dos produtos betuminosos.

### **c. IMPERMEABILIZAÇÃO**

#### **1. Superfícies Externas**

As superfícies externas em contato com o solo serão impermeabilizadas da seguinte maneira:

Chapisco: Será aplicado, sem superposição, deixando-se a superfície áspera, será constituído de argamassa de cimento e areia, traço 1:3, preparada com solução de sika 1 ou similar, e água, na proporção 1:10.

Emboço: Cerca de 24 horas, após a execução do chapisco será feita o emboço, com argamassa de cimento e areia, traço 1:3, preparado com solução sika 01(ou similar) e água na proporção 1:10 de consistência plástica com espessura mínima de 1,5cm, deixando-se a superfície áspera.

Pintura: Com mistura de emulsão asfáltica estabilizada à base de betume, aplicada com escovão, em duas demãos. A aplicação da segunda demão iniciar-se-á, no mínimo, 24 horas após terminada a primeira demão. A película seca, resultante da pintura, deverá apresentar, no mínimo, 95%(0,2 kg/m<sup>2</sup> aproximadamente), de betume, em sua composição.

Ocorrendo chuva no período de 24 horas posteriores à aplicação da pintura, FISCALIZAÇÃO da AGESPISA poderá determinar a repetição parcial ou total dos serviços.

#### **2. Superfícies internas**

As superfícies internas de estruturas de concreto em contato com a água ou que possam sofrer ação agressiva, serão impermeabilizadas como segue:

- Após a limpeza das superfícies para a retirada de todas as impurezas nelas existentes será aplicado chapisco com argamassa de cimento e areia no traço 1:3 com adição de 4% de impermeabilizante sobre o peso do cimento. A espessura do chapisco deverá ser de 0,5cm.
- Após um período mínimo de três dias, a partir da aplicação do chapisco e depois de varrida e lavada a superfície chapiscada, será aplicado um revestimento de argamassa cimento e areia com adição de 6% de impermeabilizantes sobre o peso do cimento, com espessura mínima de 1,5cm.

A superfície deverá ser deixada áspera.

- Decorridos três dias após o revestimento referido, será aplicada a massa fina, com argamassa de cimento e areia no traço 1:4 espessura mínima de 1,5mm, alisada com desempenadeira metálica.

Suas juntas de acabamento deverão ser desencontradas.

#### **d. ESTRUTURAS METÁLICAS E ACESSÓRIOS**

##### **1. Escadas tipo “PISCINA”**

As escadas tipo “piscina” serão executadas ferro redondo industrial  $\phi \frac{3}{4}$ ” e barra chata de aço industrial de  $2 \frac{1}{2}$ ”x1/4.

##### **2. Escadas tipo “MARINHEIRO”**

As escadas tipo “marinheiro” serão executadas em ferro redondo industrial, dotados de grapas nas extremidades, e chumbados nas paredes.

##### **3. Tampões de Visitas ( inspeção )**

Serão executados em concreto armado conforme cálculo estrutural.

#### **e. MONTAGEM DE TUBULAÇÕES E PEÇAS ESPECIAIS**

Para efeito destas especificações, a montagem compreende o assentamento e/ou instalação dos seguintes componentes:

- Tubos de ferro dúctil e peças especiais de ferro dúctil e fundido;
- Demais peças, equipamentos incorporados e acessórios relacionados em anexos;
- A instalação somente será considerada entregue e terminada, quando todos os componentes estiverem colocados em sua posição final de instalação, realizados todos os testes de qualidade e funcionamento e aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

#### **f. ASSENTAMENTO DE TUBULAÇÕES DE FERRO FUNDIDO**

As bolsas serão limpas, removendo-se completamente todo o material estranho ou excesso de revestimento na ranhura que irá receber a junta elástica. As pontas serão limpas e todo o perímetro, na distância recomendada para a penetração na bolsa, sendo removida qualquer irregularidade de acabamento ou excesso de revestimento.

As bordas externas não deverão apresentar arestas vivas. Quando o tubo for cortado no campo, a ponta será convenientemente chanfrada.

**g. ASSENTAMENTO E/OU INSTALAÇÃO DE PEÇAS ESPECIAIS DE FERRO FUNDIDO**

Constituem peças especiais, as fornecidas sob desenho da fabricação e que requerem somente o posicionamento e ajustagem de montagem.

As ligações entre os tubos e peças especiais de ferro dúctil e fundido serão feitas através de juntas mecânicas, juntas elásticas ou juntas flangeadas.

**h. MONTAGEM DE VÁLVULAS**

A montagem das válvulas será procedida de verificação do posicionamento correto dos flanges, de tal maneira que o plano de face de flange fixo deverá, forçosamente, ser perpendicular ao eixo do tubo, deverá passar pelo meio da distância que separa os dois furos superiores. Esta condição poderá ser verificada com nível de bolha de ar adequada aplicado aos dois furos superiores.

As válvulas deverão ser montadas totalmente fechadas nas linhas de juntas flangeadas e juntas de ponta e bolsa.

Estando o conjunto da válvula completamente instalado, limpo e lubrificado, e tendo sido verificado todo seu mecanismo, a válvula deverá ser operada em todos os cursos.

Feitas as ajustagens necessárias, deverá funcionar suavemente, de acordo com as características próprias do equipamento.

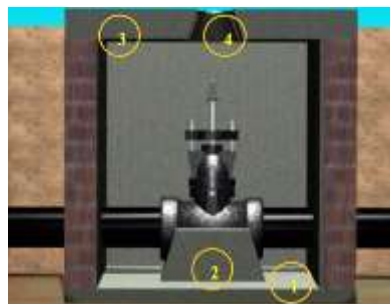
Não deverá ser efetuadas modificações ou ajustagens de peças fixas e móveis, sem prévia autorização da Fiscalização.

**i. CAIXAS DE PROTEÇÃO A REGISTROS E VÁLVULAS**

Consiste na construção de caixas de alvenaria de tijolos cerâmicos maciços, com laje superior em concreto armado e laje de fundo em concreto simples.

Tais caixas são executadas ao longo das redes de água e adutoras, com o objetivo de propiciar o acesso adequado para a manutenção das mesmas, o manuseio de registros e descargas e a proteção de dispositivos de medição, ou de regularização e controle do funcionamento (ventosas).

Possuem dimensões variáveis, de acordo com o diâmetro dos tubos, com a profundidade da rede/adutora e com as dimensões da peça a ser protegida.



**j. EXECUÇÃO DE CAIXAS DE ALVENARIA DE TIJOLOS CERÂMICOS MACIÇOS**

Basicamente, as etapas de construção das caixas em alvenaria de tijolos serão as seguintes:

- Escavação e remoção do material excedente, de forma a comportar a caixa nas dimensões previstas;
- Caso, na cota prevista para assentamento da caixa, seja encontrado material de baixa capacidade de suporte (argila orgânica, por exemplo), deverá ser feita sua remoção e substituição por material adequado. O material de reposição deverá ser compactado em camadas de, no máximo, 20cm de espessura. Essa substituição deverá ser processada até uma profundidade a ser definida pela Fiscalização;
- Regularização e apiloamento manual do fundo da vala.
- Lançamento de lastro de concreto magro com espessura mínima de 5,0cm. O concreto utilizado deverá apresentar consumo mínimo de cimento de 150 kg/m<sup>3</sup>;
- Execução de laje de fundo e do bloco de apoio da peça, em concreto simples ou armado, de acordo com o projeto;
- Execução das paredes em alvenaria de tijolos cerâmicos maciços, assentados com argamassa de cimento e areia no traço 1:5;
- Chumbamento dos tubos de entrada e/ou saída à alvenaria das paredes, utilizando-se a mesma argamassa de assentamento;
- Execução de uma cinta superior em concreto armado, quando prevista em projeto;
- Revestimento das paredes internas com argamassa de cimento e areia no traço 1:3 em volume, com aditivo tipo impermeabilizante;
- Colocação da laje superior, em concreto armado, com espessura mínima de 12cm, consumo mínimo de cimento de 210kg/m<sup>3</sup>, armação em aço CA-50, conforme detalhes do projeto; e
- Reaterro compactado do espaço excedente escavado.

**k. BLOCOS DE ANCORAGEM**

Terão dimensões em acordo com detalhamento anexo, vide item 3.2.

**l. FLOCULADOR**

A CONTRATADA providenciará o projeto executivo de todas as instalações necessárias ao perfeito funcionamento, o qual será executado após a devida aprovação da FISCALIZAÇÃO.



**m. CHICANAS**

Serão em alvenaria de tijolos de 06 seis furos com 0,12m de espessura, argamassadas com cimento e areia grossa no traço 1:6 e um centímetro de revestimento em cada face lateral.

A laje de fundo das chicanas e as faces internas das paredes serão revestidas com argamassa de cimento e areia no traço: 1:3. Será utilizado impermeabilizante na argamassa do revestimento.

**n. GARANTIAS**

1. Todos os materiais e equipamentos fornecidos deverão ser garantidos pela CONTRATADA, quanto a:
2. Ser conforme as especificações;
3. Ser novo da melhor qualidade em sua respectiva espécie;
4. Ser isento de erros, vícios ou defeitos de concepção e projeto;
5. Ser isento de erros, vícios ou defeitos de fabricação ou de matéria-prima;
6. Ter as dimensões e capacidade suficientes, bem como ser constituídos de materiais adequados ao atendimento, sob todos os aspectos, de materiais adequados ao atendimento, sob todos os aspectos, das condições de operação especificadas;
7. Oferecer desempenho plenamente satisfatório.

A CONTRATADA se obriga a efetuar, às suas próprias e exclusivas expensas, as alterações, os reparos, as substituições, as reposições e os consertos de todo e qualquer material ou equipamento que, dentro do período de um ano, a partir da data da respectiva entrada em operação e desde que nesse prazo apresentar anomalias, vícios ou defeitos, decorrentes da matéria-prima empregada em sua produção e/ou decorrentes de erros de concepção, de projeto e/ou fabricação, bem como derivados de imperfeições ou de falhas constatadas em suas características de operação e/ou em seu desempenho.

Tão logo seja notificado de qualquer das ocorrências apontadas, a empreiteira ficará obrigada a executar as providências indicadas no item 6.2, supra, cabíveis em cada caso, a fim de que o material ou equipamento passe a preencher todos os requisitos de qualidade, de perfeição e de funcionamento norma e eficiência, com integral observância das especificações, a ele correspondentes, e a satisfazer plenamente as características exigidas e as finalidades a que se destina.

Caso a empreiteira não providencie imediatamente a correção das anomalias, vícios ou defeitos, nos termos supracitados, ficará assegurado a CONTRATANTE o direito de efetuar as modificações ou alterações necessárias e de cobrar o custo total das mesmas ao fornecedor. Sempre que as anomalias, vícios ou defeitos e a impossibilidade de perfeito funcionamento do material ou equipamento não puderem ser corrigidos de maneira exposta, o material ou equipamento será retirado prontamente pela empreiteira, às suas expensas, e substituído imediatamente por material ou equipamento adequado que a empreiteira se obriga a instalar, sem quaisquer ônus para a CONTRATANTE.

Caso a empreiteira deixe de observar quaisquer das condições indicadas, a CONTRATANTE terá o direito de reaver da empreiteira o preço de compra do material ou equipamento ou ainda pagamentos parciais que tenham sido efetuados sobre o preço de aquisição do material ou equipamento, na ocasião em que o erro, vício ou defeito for comunicado, por estrito à contratada.

A empreiteira deverá obter garantias das partes de materiais e/ou equipamentos fornecidos por terceiros e transferi-las endossando-as à CONTRATANTE, adicionando portanto a sua co-responsabilidade à garantia original.

#### **g. ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS**

##### **a. FUNDAÇÕES**

###### **1. ESCAVAÇÕES**

As valas para fundações terão largura mínima de 0,60m e, dependendo da natureza do terreno, a profundidade até 2,00m – NBR 9822.

As valas preenchidas com alvenaria de pedra argamassa com barro, cal e areia grossa ou média no traço 1:2:3 com 10% de cimento.

###### **2. BALDRAME**

Será em alvenaria de tijolos maciços, de uma vez, de boa qualidade, argamassa com cal, barro e areia grossa ou média no traço 1:2:3 com 10% de cimento, altura dependendo das condições do terreno nunca inferior a 0,30m.

###### **3. ATERRO**

O aterro será em areia fina fortemente adensada em camadas de 20cm.

##### **b. PISO**

Será em concreto simples no traço 1:4:8 (cimento, areia grossa e brita ou seixo rolado) com 6cm de espessura.

##### **c. PAREDES**

As paredes serão em alvenaria de tijolos, de boa qualidade, dimensões previstas pelo projeto, assente em argamassa no traço 1:3(cimento e areia) com 10% de cimento.

##### **d. REVESTIMENTO**

Todas as paredes serão revestidas em argamassa de cimento e areia no traço 1:4 com 10% de cimento, sobre chapisco com argamassa de cimento e areia no traço 1:3 e 5mm de espessura. O azulejo do banheiro terá altura de 1,80m.

**e. PINTURA**

Todas as superfícies a pintar deverão estar secas, cuidadosamente limpas, retocadas para o tipo de pintura a que se destinam. As paredes serão pintadas com tinta lavável, serão aplicadas no mínimo, duas demãos na cor indicada pela FISCALIZAÇÃO.

**f. ESQUADRIAS**

As portas serão de madeira, cedro ou mogno, treliçadas nas dimensões indicadas no projeto e ferragem de marca BRASIL com as seguintes referências: Fechaduras 2020, Dobradiças F 3 ½ \* 34.

Os elementos vazados obedecerão aos detalhes do projeto arquitetônico e serão de material cerâmico.

**g. COBERTURA**

Será em laje de concreto armado, em única água.

**h. VERGAS**

As vergas serão de concreto armado no traço 1:2:4 ou tijolos armados e ajuntados com argamassa de cimento e areia grossa, no traço 1:3.

**i. INSTALAÇÕES****1. Elétricas**

Serão instaladas arandelas com luminárias do tipo incandescente, conforme indica o projeto. Os eletrodutos serão de plástico PVC rígido, soldável, será instalada uma caixa trifásica de acordo com as normas da ELETROBRÁS. Deverá ser feita a ligação à rede de distribuição em nome da CONTRATANTE. O nofuse terá amperagem indicada pela FISCALIZAÇÃO da CONTRATANTE

**j. RECEBIMENTO DA OBRA**

A obra será recebida após completa limpeza do canteiro, o qual deverá ficar isento de sobra de material. O piso da construção deverá ser completamente lavado.

**h. REDE DE DISTRIBUIÇÃO**

A rede de distribuição da zona baixa da cidade será apenas revitalizada, para regularizar a pressão, pois a com sua capacidade de expansão está saturada.

Já a rede de distribuição da zona alta receberá os serviços de adequação (construção de linha tronco próximo aos reservatórios RE1 E RE2) e ampliação nos pontos previstos para expansões.

Para o cálculo da rede, em virtude das características da planta urbanística e da otimização da rede, optou-se pelo método do Seccionamento Fictício.

**a. PERDA DE CARGA**

As perdas de carga foram calculadas pela fórmula de Hazen-Williams, adotando-se para coeficiente “C” o valor de 140 (plástico PVC).

**b. PRESSÕES LIMITES**

Foram admitidas as pressões: estática máxima de 100mca e dinâmica mínima de 10 mca.

**c. PROJETO GEOMÉTRICO**

O levantamento realizado na malha urbanística foi exclusivamente para determinação da extensão da rede e dimensionamento da tubulação. No projeto técnico executivo deverá ser apresentada a planta planialtimétrica semi-cadastral com a identificação dos logradouros e principais edificações públicas.

**i. CAIXAS DE PASSAGEM**

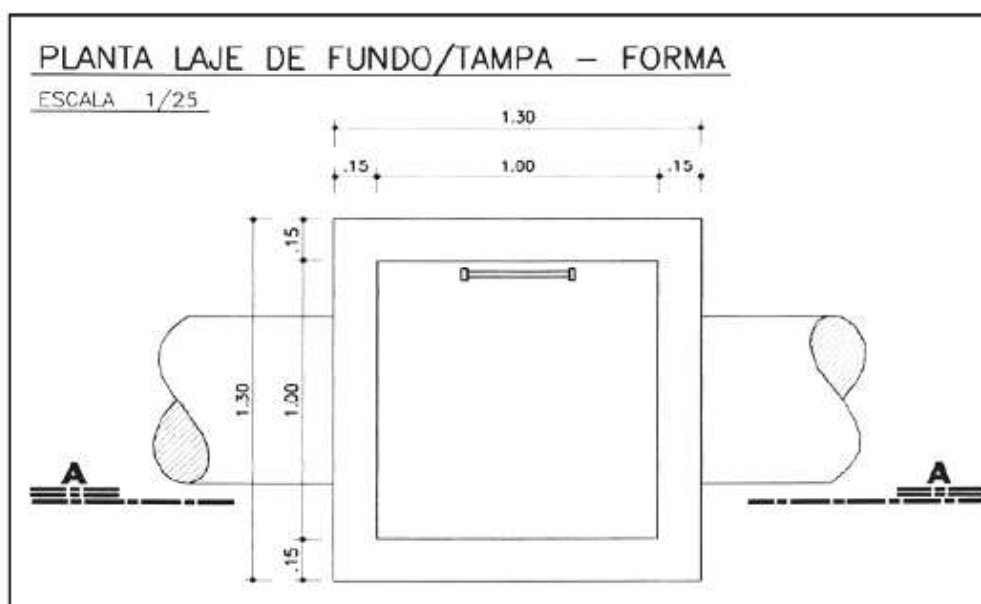
Tratam-se de dispositivos em formas de caixas, construídos em alvenaria de tijolos maciços com tampa e laje de fundo em concreto, executados ao longo da rede de drenagem, em pontos de interseção de condutores em áreas urbanizadas, com o objetivo de propiciar a manutenção da rede e possibilitar mudanças de diâmetro, de direção e de nível da tubulação.

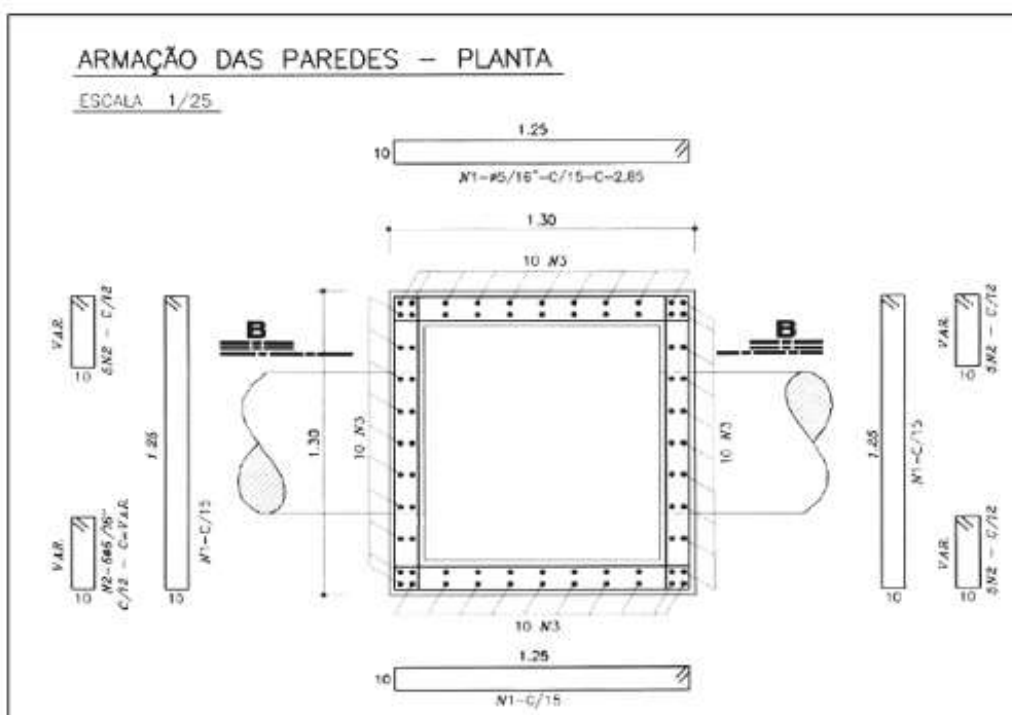
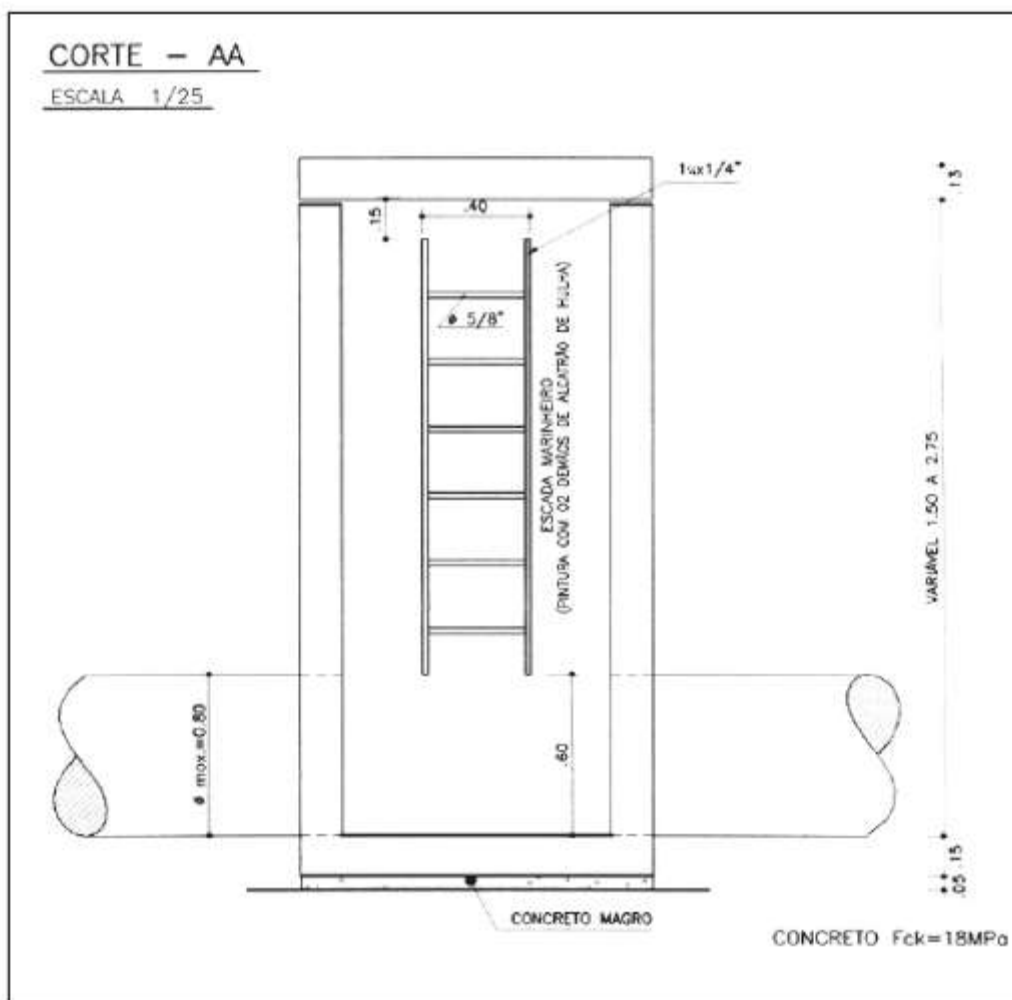
**a. Método Executivo**

- a) Escavação e remoção do material excedente, de forma a comportar a caixa de passagem prevista;
- b) Durante as escavações para a execução das caixas, caso seja encontrado na cota prevista material de baixa capacidade de suporte (argila orgânica etc.), deverá ser feita sua remoção e substituição por material adequado, que será compactado em camadas de, no máximo, de 20cm de espessura. Essa substituição deverá ser processada até uma profundidade a ser definida pela Fiscalização;
- c) Regularização do fundo da cava e lançamento de lastro de concreto magro com consumo mínimo de cimento de 150kg/m<sup>3</sup>;
- d) Execução de base de concreto simples com 10cm de espessura;

- e) Execução das paredes em alvenaria de tijolos cerâmicos maciços, assentados com argamassa de cimento e areia no traço 1:3 em volume, conectando a caixa à rede condutora e ajustando os tubos de entrada e/ou saída à alvenaria executada, através de rejuntamento com a mesma argamassa;
- f) Execução da canaleta interna, cuja largura será igual ao maior diâmetro interno da tubulação que passará pela caixa, com altura equivalente a  $\frac{3}{4}$  desse diâmetro. As almofadas deverão ter inclinação no sentido das calhas e serão confeccionadas em concreto não estrutural;
- g) Execução da cinta superior em concreto simples e revestimento das paredes internas com argamassa de cimento e areia no traço 1:3 em volume, após a aplicação de chapisco 1:4 de cimento e areia;
- h) Colocação da tampa em concreto armado com espessura e armação dimensionadas em função das cargas a suportar (espessura mínima = 12cm), consumo mínimo de cimento de 210kg/m<sup>3</sup> e armação em aço CA-50 conforme detalhes do projeto; e
- i) No caso de existir lençol freático no local de execução, as caixas deverão ser herméticas, e tanto o fundo quanto as paredes deverão ser impermeabilizados. Deverão ainda dispor de drenos para possibilitar o escoamento das águas subterrâneas porventura acumuladas no seu interior.

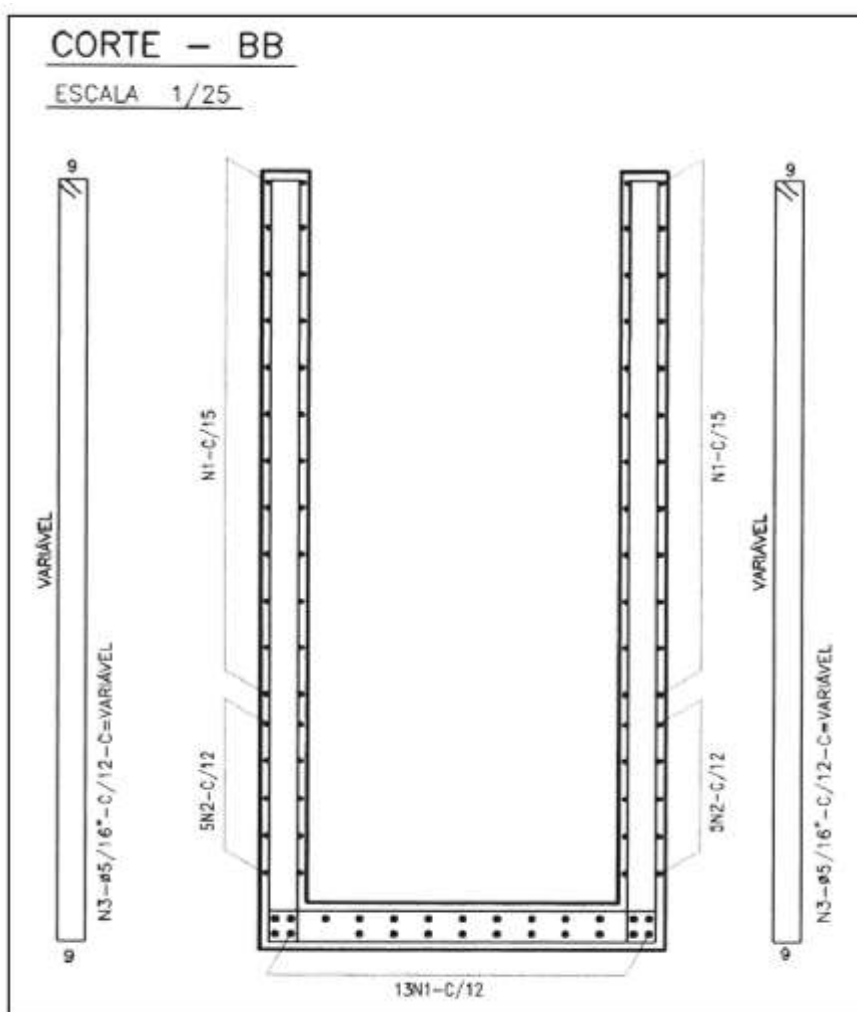
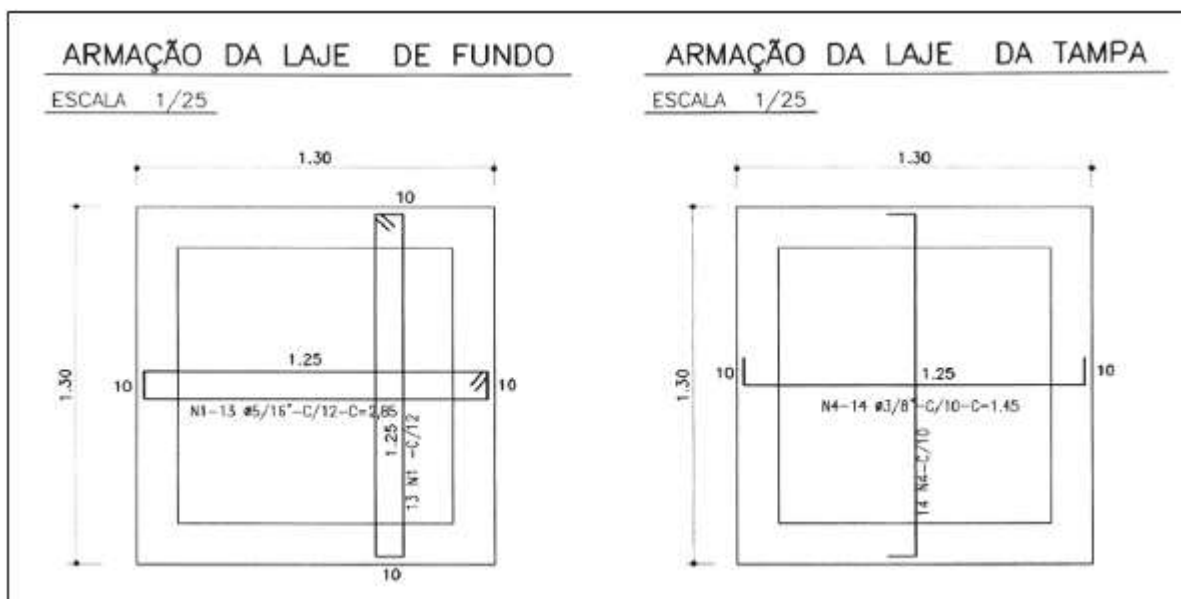
**Caixa de Passagem / Poço de Visita em Concreto Armado**

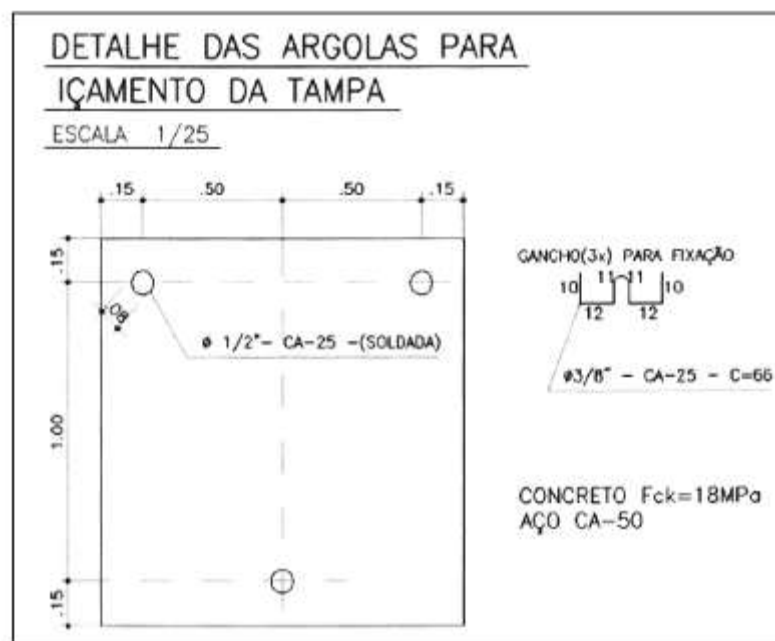




PROJETO TÉCNICO EXECUTIVO DA  
ADUTORA DE MASSAPÊ DO PIAUÍ  
PROJETO HIDRÁULICO

TOMO I





## j. REPARAÇÃO DE PAVIMENTOS DANIFICADOS POR ABERTURA DE VALAS

### a. PAVIMENTOS FLEXÍVEIS

#### 1. OBJETIVOS

Fixar o modo pelo qual se executa a reparação de pavimento flexíveis danificados em decorrência da abertura de valas nas vias públicas.

#### 2. RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS GERAIS

A empreiteira deverá manter na obra de abertura da vala, planta ou croquis previamente aprovado pela fiscalização onde conste o local da abertura dessa vala, perfil de locação e solução para recomposição do pavimento existente, incluindo o método construtivo.

Consideram-se materiais reaproveitáveis para a reconstrução da pavimentação apenas o solo se for compactável.

Os materiais retirados, constitutivos de bases granulares do pavimento, casam não contaminados, somente poderão ser empregados como reforço do subleito.

Sempre que o material do subleito apresentar umidade excessiva deverá obrigatoriamente ser substituído por material no teor ótimo de umidade.

Em todos os reparos executados, será obrigatória a limpeza final do entulho e do material excedente, os quais deverão ser depositados ou recolhidos em locais pré-estabelecidos, ficando proibida a descarga em leitos de vias públicas ou em terrenos baldios.



No caso de utilização de materiais que não possuam especificação, estes deverão seguir as normas existentes do DNIT, ABNT ou DER/PI.

### **3. PROCEDIMENTO EXECUTIVO**

#### **a. COMPACTAÇÃO DO SUBLEITO E REFORÇO DO SUBLEITO**

No caso da escavação ter atingido a camada de reforço e o subleito, a reconstrução deverá ser feita com material granular solto, de acordo com as seguintes instruções:

- i. Serão colocadas camadas de solo selecionado com espessura máxima de 15cm, compactadas a 100% do PN; na ausência de solo selecionado adequado, poderá ser substituído por areia lavada ou entulho reciclado.
- ii. A compactação das camadas deverá ser realizada através de processo mecânico ou hidráulico no caso de areia, obtida com equipamento compatível com as dimensões da escavação e características do material empregado no reparo.

**NOTA:** Deverá ser tomada especial atenção quanto à necessidade de compactação das camadas do subleito e reforço.

#### **b. RECONSTRUÇÃO DAS CAMADAS DA BASE E DO REVESTIMENTO**

Após o preenchimento da vala na umidade correta e compactado, a recomposição das camadas de base e revestimento deverá obedecer a um dos seguintes critérios:

- i. Deverá ser recomposto, preferencialmente, o tipo de pavimento original; e
- ii. Alternativamente, consultada previamente a fiscalização, poderá se optar pela recomposição do pavimento utilizando uma das seções-tipo indicadas.

#### **c. RECOMENDAÇÕES ESPECÍFICAS**

- i. Deverá ser utilizado o CBUQ correspondente ao tipo de tráfego, conforme normas vigentes;
- ii. Antes da aplicação da nova camada de revestimento, a camada existente deverá ser fresada numa profundidade de 04 (quatro) centímetros e aplicada a camada de imprimação betuminosa de ligação quando se tratar de vala contínua;
- iii. Toda sinalização horizontal existente atingida pela recomposição do revestimento deverá ser repostada na forma, posicionamento e qualidade conforme original;

- iv. A reposição da camada de revestimento em CBUQ das valas obedecerá as larguras abaixo com os seguintes objetivos:
  - Garantir a segurança e conforto do usuário da via
  - Evitar a deterioração precoce do pavimento
  - Não deixar à mostra “cicatrices urbanas” desenhadas na via pública
  - Incentivo à utilização de método não destrutivo
- v. Vala contínua com largura menor que  $\frac{1}{2}$  (metade) da largura total do leito carroçável: A reposição abrangerá 01 (uma) faixa de rolamento completa (com mínimo 1,00m de largura). Se a largura da vala abranger mais de uma faixa de rolamento, serão repostas as faixas de rolamento atingidas;
- vi. Valas longitudinais com comprimento menor ou igual a 25% do comprimento total da quadra, valas transversais ou oblíquas ao leito carroçável e valas pontuais: Sendo a largura da vala inferior a 60cm deverão ser removidas as camadas betuminosas (de revestimento e binder ou macadame betuminoso) lateralmente à vala, de forma que resulte em largura mínima de reposição das camadas betuminosas em 60cm para permitir a adequada compactação com rolo manual vibratório ou placa vibratória.

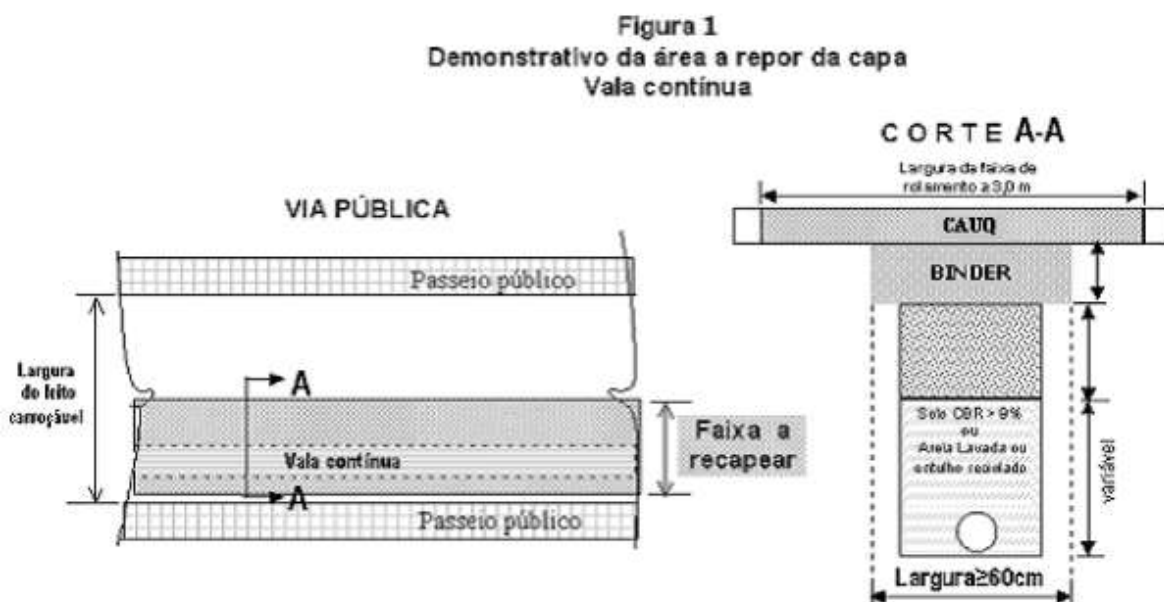
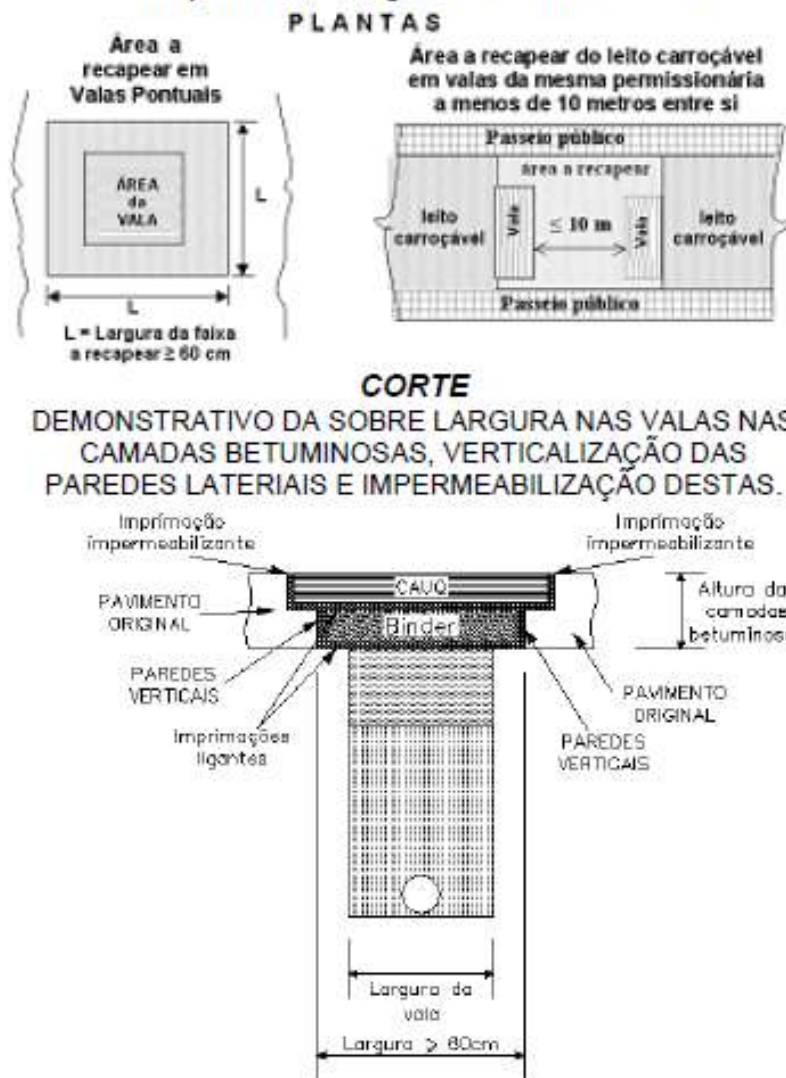


Figura 2  
Demonstrativo da área a repor da capa  
Vala pontual ou longitudinal ou transversal



- vii. Para garantir a ligação das camadas betuminosas na superfície de corte, as laterais do pavimento lindeiro à vala, na profundidade das camadas betuminosas deverão ser verticais em relação à superfície e receberão uma imprimação ligante;
- viii. Com o objetivo de limitar a propagação de trincas através do escalonamento da seção de recomposição do pavimento, a camada betuminosa intermediária de Binder deverá ser executada em largura de 10cm maior que os limites da vala;
- ix. Quando utilizada seção-tipo que possua camada de concreto na recomposição da vala, esta deverá ser mantida coberta com chapa de aço

corrugado ou chapa de aço em revestimento especial em epóxi + produto áspero tipo areia ou similar (para evitar escorregamento dos veículos ou pessoas que passarem por cima dessa chapa), até o concreto atingir 80% da resistência exigida para o uso;

- x. Se na abertura da vala for danificada ligação domiciliar área maior de pavimento que a largura de corte, sarjetas, galeria ou ramal de galeria, qualquer mobiliário urbano, boca de lobo ou sarjetão, a área atingida deverá ser reposta dentro das especificações técnicas;

#### **d. CONTROLE DAS OBRAS DE REPARAÇÃO**

A verificação de execução das diversas camadas de reposição do pavimento será realizada da seguinte forma:

- i. Para a certificação da utilização dos materiais, instruções de execução de reparos, a empreiteira deverá adotar controle tecnológico durante a execução dos serviços;
- ii. A espessura da camada de cada material componente da seção transversal da reposição será obtida através de controle tecnológico ou por sondagem exploratória, e deverá apresentar valores iguais ou superiores aos exigidos na seção-tipo adotada;

#### **e. OBRAS PELO MÉTODO NÃO DESTRUTIVO**

A verificação será feita através de comparação entre o relatório fotográfico emitido antes e depois da execução e da inspeção visual sobre o caminhamento da rede.

Constatada pela fiscalização, em qualquer local do caminhamento da rede, nítidas imperfeições na regularidade da superfície, deverá ser realizado o teste previsto anteriormente. Se a flecha não ultrapassar os valores máximos permitidos, a obra será considerada aceita.

Caso a flecha ultrapasse os valores máximos permitidos deverão ser retiradas as camadas do pavimento atingidas e repostas de acordo com esta instrução.

#### **b. CAIXAS DE VISITA E INSPEÇÃO**

O acabamento no entorno do tampão deverá ser feito com o mesmo revestimento da faixa de rolamento.

O tampão deverá ser assentado no mesmo nível do pavimento.

A verificação será feita através de inspeção visual e se necessário a aplicação dos testes previstos anteriormente.

ANEXO - 1

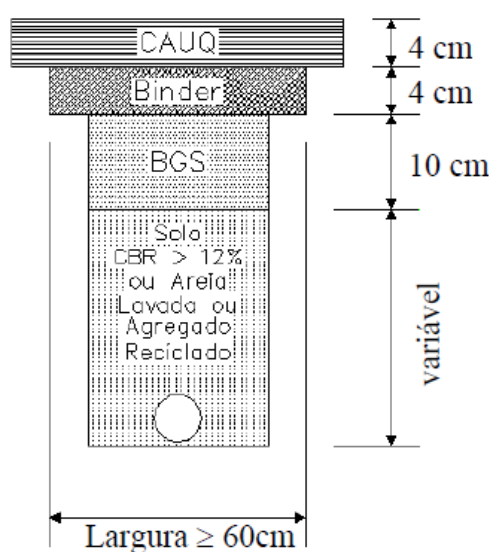
**Seções – Tipo alternativas à reposição do pavimento danificado por abertura de valas**

**1 – Valas para Tráfego Leve - Figura 1A**

Seção Tipo – 1 com Equivalência Estrutural = 25,2 cm

Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ)	4 cm
Imprimação Betuminosa Ligante	
Binder	4 cm
Imprimação Betuminosa Impermeabilizante	
Brita Graduada Simples	10 cm
Reforço do Subleito de solo selecionado, areia lavada ou agregado reciclado, CBR $\geq$ 12% compactado a 100% do PN	Variável

**FIGURA 1A**  
**VALA Tráfego Leve**  
**Seção Tipo 1**



**k. PAVIMENTOS EM PARALELEPÍPEDO**

**a. OBJETIVOS**

Fixar o modo pelo qual se executa a reparação de pavimento em paralelepípedo danificados em decorrência da abertura de valas nas vias públicas.

Essas especificações seguirão os mesmos cuidados de execução dos pavimentos flexíveis submetidos à FISCALIZAÇÃO, bem como seguirão as mesmas larguras das faixas de recomposição contínuas e longitudinais do pavimento flexível.

**b. PAVIMENTAÇÃO EM PARALELEPÍPEDO REJUNTADO COM ARGAMASSA 1:4**

**DISPOSIÇÕES PRELIMINARES**

- Os serviços contratados serão executados, rigorosamente, de acordo com o projeto.
- Todos os materiais a serem empregados na construção, deverão satisfazer às presentes especificações e serão submetidos a exame e aprovação da fiscalização.
- Obriga-se o construtor a retirar do canteiro de obras todos os materiais impugnados pela fiscalização, dentro de no máximo 24 horas.
- Será expressamente proibido manter no recinto da obra, qualquer material não constante das especificações.
- Se as condições locais tornarem por acaso, aconselhável a substituição de algum material por equivalente, só se efetivará a referida substituição mediante autorização, formal, da fiscalização.
- No local da obra, deverá haver um responsável pela mesma e, na sua ausência, um preposto, com plenos poderes para representá-lo na administração da obra e nas relações com a fiscalização. A indicação desse preposto deverá ser previamente levada ao conhecimento da contratante.

**1. CARACTERÍSTICA DOS MATERIAIS**

**a. Paralelepípedos:**

Deve-se procurar utilizar os mesmo materiais do pavimento original, não sendo possível, seguiremos as especificações abaixo relacionadas:

- De preferência os paralelepípedos deverão ser de rocha granítica, podendo, entretanto, ser utilizado outro tipo de rocha desde que obedeam às condições seguintes:
- As rochas deverão ser de granulometria média ou fina, homogênea, sem fendilamentos e sem alterações, apresentando também, condições satisfatórias de dureza e tenacidade.
- Os ensaios e especificações mais utilizados são os seguintes:
- Resistência à compressão simples: maior do que  $1.000\text{kg/cm}^2$ ;
- Peso específico aparente: mínimo de  $2.400\text{kg/m}^3$ ;
- Absorção de água, depois de imerso durante 48 horas : menor do que 0.5% em peso.

- No que se referem a sua forma, os paralelepípedos devem apresentar faces planas, sem saliências e reentrâncias acentuadas, com maior rigor na face que deverá constituir a face exposta do pavimento;
- As arestas deverão ser linhas retas e perpendiculares entre si, formando, nos casos mais comuns, paralelepípedos retângulos. Em nenhum caso, as dimensões de face inferior poderá diferir da face superior mais de 2,0 cm;
- A pavimentação deverá ser executada utilizando-se pedras com dimensões nunca inferiores a largura de 13 (treze centímetros) e altura de 15 (quinze centímetros);
- O comprimento do paralelepípedo deverá situar-se entre 18-22 cm;

## **2. Dimensões:**

Os paralelepípedos deverão enquadrar-se nas seguintes dimensões:

- Largura (cm): 10 a 15 ;
- Comprimento (cm) 18 a 22 ; e
- Altura (cm): 10 a 15 .



## **3. Areia para o colchão**

A areia a ser utilizada para esta etapa da pavimentação, poderá ser de rio ou de cava e deverá ser constituída de partículas limpas, duras e duráveis, dentro da seguinte granulometria:

Nº de peneira	Abertura	% que passa
3	6.35	100
200	0.074	5-15

## **4. EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS**

### Base de areia:

Após a verificação do atendimento às especificações, a areia deverá ser espalhada regularmente sobre o sub-leito preparado. A sua espessura deverá ser prevista no projeto de dimensionamento, devendo situar-se entre 10cm.

### Revestimento com paralelepípedos:

Logo após conclusão dos serviços de base de areia e determinados os pontos de níveis (cotas), deverá ter início os serviços de assentamento de paralelepípedos, obedecendo ao abaulamento estabelecido do pavimento original;



As juntas de cada fiada deverão ser alternativas com relação às duas fiadas vizinhas, de modo que cada junta fique defronte ao paralelepípedo adjacente, dentro do seu terço médio. Os paralelepípedos, durante a execução dos serviços, deverão, de preferência, serem depositados à margem da pista, na impossibilidade dessa solução ser adotada, os mesmos poderão ser colocados sobre sub-leito já preparado, desde que seja feita a sua distribuição das linhas de referência para o assentamento.

As pedras deverão ser de rocha ígnea ou recozida e ter face de rolamento plano. As mesmas não poderão apresentar decomposição e deverão possuir boa resistência ao impacto e fricção.

As pedras arenosas, ou com fissuras e as sedimentares não serão aceitas.

A pavimentação deverá ser executada utilizando-se pedras com dimensões nunca inferiores a 13 (treze centímetros) e altura de 15 (quinze centímetros).



Para o assentamento proceder-se-á da seguinte forma:

Assentamento em trechos retos:

Inicialmente serão assentadas as pedras mestras com espaçamento mínimo no sentido transversal e cerca de 2,00m a 4,00m no sentido longitudinal.

Segue-se o assentamento das demais pedras, com as faces de rolamento cuidadosamente escolhidas, entrelaçadas e bem unidas, de modo que não coincidam as juntas vizinhas. Não será aceito o emprego de pedras com espessura inferior a 15cm (quinze centímetros), e as que, uma vez assentadas, fiquem com partes em balanço.

Concluída a rede de cordéis, principia-se o assentamento da primeira fileira, normalmente ao eixo. O eixo de pavimentação será constituído por uma linha de três paralelepípedos de cor mais clara resultante da extração e, rocha calcária, a qual deverá ser disposta com a maior dimensão dos paralelepípedos acompanhando o eixo longitudinal do pavimento. As



linhas seguintes serão executadas através de processos normalmente utilizados para tal serviço. Os últimos paralelepípedos antes de encostar-se ao meio-fio, serão assentados com a maior dimensão (comprimento) paralela ao eixo longitudinal do pavimento, formando a linha d'água para o escoamento de águas pluviais, todos os detalhes construtivos de tais serviços, serão detalhados no projeto.

#### Apiloamento

Concluindo o assentamento, deverá ser feito o apiloamento para melhor fixação das pedras: os paralelepípedos deverão ser comprimidos com o rolo compactador, ou, na falta deste, socados com o maço.

Qualquer irregularidade ou depressão que venha a surgir na ocasião da compactação mecânica com o compactador de placas deverá ser imediatamente corrigida para que seja restabelecido o nível normal.

#### Rejuntamento:

O rejuntamento dos paralelepípedos será efetuado logo que seja terminado o seu assentamento. Deverá ser feito um acompanhamento rigoroso do rejuntamento, principalmente, em regiões chuvosas ou sujeitas a outras causas que possam danificar o calçamento já executado, porém ainda não fixado e protegido pelo rejuntamento.

Deverá ser executado com argamassa de cimento e areia grossa no traço 1:4 após o assentamento e compactação das pedras, com a prévia varrição da superfície por elas definida. Esta varrição tem por finalidade a limpeza das juntas formadas entre as pedras. A profundidade mínima das juntas será de 7,00 cm (sete centímetros), para que possa haver um perfeito rejuntamento das pedras.

Molhar as pedras antes do espalhamento da argamassa. À medida que for sendo caldeado, será exigido um apiloamento com malho a fim de proporcionar um melhor rejuntamento nas juntas, e consequentemente uma melhor fixação da pedra.

A qualidade das argamassas depende tanto das características dos componentes, como do preparo correto.

A mistura das argamassas no local da obra pode ser feita manualmente ou em betoneira. Nos dois casos, é recomendável misturar apenas a quantidade suficiente para 1,00 (uma) hora de aplicação. Este cuidado evita que a argamassa endureça ou perca a plasticidade

**Mistura manual das argamassas:**

Colocar primeiro a areia, formando uma camada de cerca de 15,00 (quinze) centímetros de altura. Sobre essa camada, colocar o cimento, mexer até formar uma mistura uniforme. Fazer um monte com um buraco no meio. Depois adicionar água aos poucos, evitando que escorra para fora.

**Mistura das argamassas em betoneira:**

Colocar primeiro a areia na betoneira, adicionar metade da água. Ponha o cimento na betoneira e por último adicionar o resto da água e deixando a betoneira girar, no mínimo, por mais três minutos.

**Cura:**

Toda a área rejuntada decorrido 10 horas, deverá ser mantida úmida por um período de 03 dias.

**OBSERVAÇÕES IMPORTANTES**

- I. Qualquer sobra de material existente por ocasião do término dos serviços deverá ser retirada imediatamente do local da obra.
- II. A pavimentação somente será aberta ao tráfego depois que devidamente examinada e aprovada pela fiscalização.
- III. Todos os empreiteiros deverão por obrigação acatar as ordens da fiscalização da obra.
- IV. Toda e qualquer modificação que venha a surgir por ocasião dos serviços deverá ser comunicada imediatamente, a fim de que a fiscalização tome conhecimento e ordene as providências a serem tomadas.
- V. Antes da aplicação da pedra a ser utilizada na pavimentação a firma contratada para a execução dos serviços deverá solicitar a aprovação da mesma, no local, pelo Fiscal da Obra.
- VI. Toda a areia utilizada nas argamassas deverá ser do tipo grossa, lavada, isenta de sal, óleos, graxas, materiais orgânicos e barro. Podem-se usar areias do rio e de terreno, evitando-se a areia de praia (que contém sal), e as que contêm barro ou húmus.

VII. A água a ser utilizada na preparação de argamassa e concreto deve ser a estritamente necessária, pois quando em excesso, ao evaporar-se deixa cavidades que são prejudiciais e, quando insuficiente, prejudica a pega.

VIII. É inaceitável utilização de cimento empedrado e aqueles cujos seus sacos estejam úmidos ou molhados.

## **I. RESERVAÇÃO**

### **a. RESERVATÓRIO DE CONCRETO ARMADO**

#### **1. ESTRUTURA**

A estrutura será executada de acordo com o projeto estrutural, inclusive de fundações, que será previamente apresentado pela contratada, com adoção de todos os cuidados recomendáveis, visando, além da sua estabilidade, a exatidão das formas e de modo especial, a perfeita estanqueidade.

Assim, além da adequabilidade, do traço com consumo de cimento superior a 350 Kg/m<sup>3</sup> e excelente trabalhabilidade, serão observadas com fidelidade as prescrições das normas e especificações da ABNT e particularmente o que se segue.

#### **2. FÔRMAS E CIMBRAMENTOS**

As fôrmas poderão ser feitas de madeira isenta de nós fraturáveis, furos ou vazios deixados por nós, fendas, rachaduras, curvaturas ou empenamentos. Entende-se como fazendo parte da “fôrma” a madeira em contato com o concreto e a que for necessária à transferência das cargas”.

As fôrmas deverão estar de acordo com as dimensões indicadas no projeto. Qualquer parte da estrutura que se afastar das dimensões e/ou posições indicadas nos desenhos, deverá ser removida e substituída sem ônus adicional para a CONTRATANTE.

As fôrmas deverão ter resistência suficiente para suportar pressões resultantes do lançamento e da vibração do concreto, mantendo-se rigidamente na posição correta sem sofrer deformações. Deverão ser suficientemente estanques, de modo a impedir a perda de nata de cimento durante a concretagem.

As escoras deverão ser de madeira ou metálica e providas de dispositivos que permitam o descimbramento controlado. A estrutura dos cimbramentos deverá possuir qualidades tais que permitam sua utilização como andaimes.

Havendo distorções indevidas, a concretagem deverá ser suspensa, retirando-se todo o concreto afetado. Antes de reiniciarem-se os trabalhos, o escoramento deverá ser reforçado e corrigido até alcançar a forma primitiva. Esse trabalho, eventualmente necessário, será executado pela CONTRATADA sem nenhum direito a qualquer tipo de remuneração.

A operação de retirada das fôrmas e do cimbramentos, sendo uma fase particularmente importante no que se refere à transferência de cargas para a estrutura, deverá ser executada com segurança e dentro dos critérios adequados, sem choques e sem que apareçam esforços temporários não previstos. Não poderá ser executada sem apresentação e aprovação pela FISCALIZAÇÃO, do plano de descimbramento.

### **3. ARMADURAS**

A estocagem de aço é fundamental para a manutenção de sua qualidade. Este deverá ser colocada em local abrigado das intempéries. Serão rejeitados os aços que se apresentarem em processo de corrosão e ferrugem, com redução na seção efetiva de sua área.

As barras e telas, antes de serem cortadas, deverão ser endireitadas, sendo que os trabalhos de retificação, corte e dobramento deverão ser efetuados com todo o cuidado, para que não sejam prejudicadas as características mecânicas do material. Os dobramentos das barras deverão ser feitos a frio.

A CONTRATADA se obriga a apresentar laudo de ensaio fornecido por laboratório idôneo, quando o aço apresentar suspeição de qualidade.

A armadura deverá ser montada na posição indicada no projeto e de modo a que se mantenham firmes durante o lançamento do concreto, observando-se inalteradas as distâncias das barras entre si e nas faces internas das formas. Os recobrimentos serão respeitados.

Só será permitida a substituição das barras indicadas nos projetos por outras de diâmetro diferente com autorização expressa do Projetista, sendo que, para esse caso a área de seção das barras resultante da armadura, deverá ser igual ou maior do que a área especificada.

As armaduras, antes do início da concretagem, inclusive a ferragem de espera, deverão estar livres de contaminação, tais como incrustações de argamassa, salpicos de óleos ou tintas, escamas de laminação ou de ferrugem, terra ou qualquer outro material que aderido às suas superfícies, reduza ou destrua os efeitos da aderência entre o aço e o concreto.

### **4. CONCRETO**

O concreto será composto de cimento, água, agregado miúdo e agregado graúdo. Quando necessário, poderão ser adicionados aditivos redutores de água, retardadores ou aceleradores de pega, plastificantes, incorporadores de ar e outros, desde que proporcionem efeitos benéficos no concreto.

Os agregados a serem utilizados para o preparo do concreto, não deverão conter quantidades nocivas de impurezas orgânicas, terrosas, argilosas ou de material pulverulento.

O armazenamento dos agregados deverá oferecer condições que não permitam a mistura dos mesmos e especialmente com impurezas. Para assegurar-se uniformidade, estes materiais serão estocados em quantidade suficiente para toda a estrutura.

A água para preparação do concreto será potável e não conterá impurezas que possam prejudicar as reações indesejáveis com os compostos do cimento.

A CONTRATADA submeterá à aprovação da FISCALIZAÇÃO a dosagem do concreto a ser utilizado, que além do consumo mínimo de 210 kg de cimento por m<sup>3</sup>, terá boa trabalhabilidade e deverá assegurar impermeabilidade e resistências requeridas.

O cimento será sempre medido em peso e tomando-se como unidade o saco de cimento e os agregados serão medidos em padiolas.

A mistura do concreto será sempre processada em betoneira, com adequada capacidade, objetivando-se a homogeneidade do concreto.

Antes de iniciar a concretagem, a coordenação da obra e a FISCALIZAÇÃO procederão a uma rigorosa verificação da regularidade e normalização das formas, escoramentos, armação e especial atenção para a limpeza e adequada colocação das tubulações e demais elementos a serem “chumbados”.

O lançamento do concreto será feito após autorização da FISCALIZAÇÃO, e deverá ser feito em subcamadas horizontais, evitando-se emendas de concretagem. Enfim todos os cuidados devem ser adotados com o objetivo de se assegurar a estanqueidade da estrutura.

As superfícies das juntas de concretagem que não poderem ser evitadas, serão convenientemente tratadas e totalmente limpas antes do reinício da concretagem.

Em nenhum caso será utilizado concreto que apresente sinais de início de pega, sendo totalmente afastada a hipótese do mesmo ser remisturado.

Todo o concreto lançado nas formas deverá ser adensado por meios de vibrações eletromecânicas.

O concreto deverá ser lançado nas formas em camadas horizontais, nunca superiores a  $\frac{3}{4}$  do comprimento da agulha dos vibradores, sendo logo em seguida submetido à ação destes.

A distância de imersão da agulha do vibrador, entre um ponto e o sucessivo, não deverá ser maior do que 1,5 vezes o raio de ação da agulha empregada. A duração de cada vibração deverá ser suficiente para a remoção do ar incorporado de vazios, contudo deve-se tomar muito cuidado com a vibração excessiva que possa causar segregação e exsudação. Findo esse tempo, a agulha deverá ser retirada lentamente, para evitar a formação de vazios ou de bolsas de ar. De modo algum a agulha do vibrador deverá ser usada para empurrar ou deslocar o concreto nas formas.

A cura do concreto deverá ser cuidadosa, e a aspersão de água deverá prolongar-se por sete dias. Nas superfícies das lajes deverá ser previsto o represamento de uma lâmina de água, assim que se verifique o início de pega do concreto.

Todo e qualquer reforço que se faça necessário para corrigir defeitos e falhas da concretagem serão feitos pela CONTRATADA, sem ônus para a CONTRATANTE e executados somente após a inspeção da FISCALIZAÇÃO que poderá inclusive ordenar a demolição imediata das partes defeituosas, para garantir a qualidade da estrutura.

## **5. ACESSÓRIOS**

Além da escada indicada no projeto serão instalados, indicador de nível, pára-raios e lâmpada sinalizadora.

### **b. RECUPERAÇÃO DE RESERVATÓRIO EXISTENTE DE 50m<sup>3</sup>**

#### **1. IMPERMEABILIZAÇÃO**

##### **a. Superfícies internas**

As superfícies internas de estruturas de concreto em contato com a água ou que possam sofrer ação agressiva, serão impermeabilizadas como segue:

Os reservatórios elevados à serem impermeabilizados deverão apresentar superfície áspera, lavadas e isentas de partículas soltas e materiais estranhos, como pontas de ferro e pedaços de madeira provenientes das formas, sendo que seus cantos terão de ser arredondados. Aplicar argamassa de cimento e areia traço 1:3 com aditivo hidrófugo, atingindo a espessura de 10mm. Aplicar a emulsão adesiva (primer), com a superfície a ser pintada previamente seca, áspera e desempenada. Colar a manta de poliéster com maçarico - Membrana elástica bicomponente, Emulsão adesiva, Impermeabilizante estrutural à base de cimento especial e a mão de obra necessária para impermeabilização de reservatório elevado, sujeitos à fissuração. Executar proteção mecânica com argamassa de cimento e areia traço 1:2, espessura 3 cm

#### **2. PINTURA A BASE DE CAL**

A tinta em Pó é uma tinta a base de cal, com excelente cobertura e rendimento. Seu moderno processo de fabricação e rígido controle de qualidade conferem ao produto uma alta durabilidade, fácil homogeneização e secagem rápida. Tem poder fungicida e bactericida. Produto classificado conforme norma NBR-11702 de julho de 2010 da ABNT tipo 4.8. Tinta a base de cal, em três demãos, somente na parte externa, na cor branca.

### c. RESERVATÓRIOS DE FIBRA DE VIDRO ASSENTADAS EM BASE DE CONCRETO PRÉ-MOLDADA

#### 1. ESTRUTURA PRÉ-MOLDADA

##### I. FUNDAÇÕES

Bloco de concreto ciclópico com 30% de pedra de mão com engastamento mínimo de 1,10 (um vírgula dez) metros para terrenos com taxas de consistência da ordem 2 (dois)kg/cm<sup>2</sup>.

##### II. ESTRUTURA EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO(BASE OU TORRE):

Pilar central ou suporte: De concreto armado pré-moldado  $F_{ck} = 25$  Mpa, para base de 5.000 l, um pilar, dimensão 23cm x 31 cm ou 23 cm x 50 cm, e para as bases de 10.000 l, 15.000 l e 20.000 l, dois pilares, com dimensão de 23cm x 31 cm ou 23 cm x 50 cm, duplo T ou retangular.

Laje: De concreto armado pré-moldado  $F_{ck} = 25$  Mpa, para as bases de 10.000 l, 15.000 l e 20.000 l, formato octogonal, sendo que para a base de 10.000 l, largura de 2,10 m e comprimento de 2,50 m, para a base de 15.000 l, largura de 2,40 m e comprimento de 3,00 m, para a base de 20.000 l, largura de 2,50 m e comprimento de 3,00 m.

##### III. RESERVATÓRIO

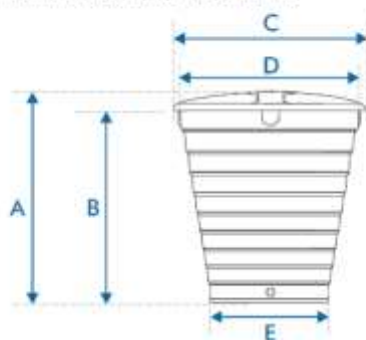
De resina poliéster reforçado com fibra de vidro com capacidade de 20.000(vinte mil) 15.000(quinze mil) e 10.000(dez mil) litros.

A alimentação e a distribuição, serão em tubos e conexões em PVC no diâmetro indicado em anexo.

É necessário como medida de proteção das fundações a execução de uma CALÇADA, com largura igual a projeção do disco que apóia o reservatório mais 1,00 m ( $\Delta + 1,00$ ), sendo o baldrame assentado diretamente no solo, com profundidade mínima de dois tijolos enterrados, lastro de concreto simples com 3,5cm e piso cimentado 1,5 cm de espessura;

#### Normas Técnicas:

Reservatórios fabricados conforme norma NBR 13210 da ABNT. Procedimentos de instalação conforme norma NBR 5626 da ABNT.



- A** Altura com tampa
- B** Altura sem tampa
- C** Diâmetro com tampa
- D** Diâmetro sem tampa
- E** Diâmetro da base

Capacidade em litros	DIMENSÃO EM METROS					PESO EM QUILOS	
	A	B	C	D	E	Caixa vazia	Caixa cheia
10.000	2,31	2,00	2,82	2,70	2,38	136,70	10.136,70
10.000 **	2,82	2,50	2,70	2,50	2,00	132,00	10.132,00
12.000	2,46	2,12	3,05	2,89	2,48	161,00	12.161,00
15.000	2,94	2,59	3,09	2,95	2,50	190,90	15.190,90
20.000	3,67	3,26	3,25	3,08	2,41	278,10	20.278,10
25.000	4,39	4,09	3,34	3,31	2,42	413,00	25.413,00

\* Dimensões e pesos aproximados. \*\* Formato Diferenciado.

#### IV. BARRILETE

- Contendo: válvula de retenção horizontal com portinhola de bronze, registro de gaveta de bronze, Tê e curva simples de 90º de ferro galvanizado;
- Adaptador com rosca e bolsa, luva de união, niple de cinturado e plug de FG, bucha de redução em FG de ½”;
- Luva simples, plug, luva simples de FG de ½”;
- Tubo edutor (ferro galvanizado ou PVC GEO), braçadeira de ferro em chapa ½” x 2” com parafusos, tampa e bomba submersível definido na memória de cálculo em anexo.
- O diâmetro do edutor será definido na memória de cálculo.



## 8. COMPONENTES QUÍMICOS PARA TRATAMENTO DE ÁGUA

Segundo o projeto, o sistema funcionará 21h/dia com vazão mínima de 8,249 l/s ( $29,70\text{m}^3/\text{h}$ ) e máxima de 30l/s ( $108,0\text{m}^3/\text{h}$ ), o que resulta em um volume mínimo de água a ser tratada de  $28.285,20\text{m}^3/\text{hora}$ .

Para esta estimativa foram considerados os seguintes parâmetros baseados nas análises de água em pontos diferentes do manancial:

- turbidez da água variando de 10 a 150 UT;
- cor aparente de 25 a 175uH;
- pH entre 7,0 e 8,0;
- alcalinidade variando de 30 a 50mg/L de  $\text{CaCO}_3$ ,
- ferro – taxa média de 0,2mg/l;
- $\text{O}_2$  consumido – 9,5 a 12,0 mg/l
- dureza – taxa média de 95mg/l  $\text{CaCO}_3$ ;

Critérios da Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde;

Adotando-se os parâmetros indicados por Marcos Rocha Vianna e Azevedo Netto e estudos de tratabilidade de água em situações similares constantes na bibliografia. Tem-se, então, a previsão de utilização dos seguintes produtos:

Produto Químico	Hora	Dia	Mês	Ano
Sulfato de Alumínio ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)$ a 10%)	16,2 L	388,8 L	11.664 L	139.968 L
Cal Hidratado ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ a 10%)	2,16 L	51,84 L	1.555 L	18.660 L
Hipoclorito de Cálcio ( $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ a 10%)	10,8 L	259,2 L	7.776 L	93.312 L
Fluossilicato de Sódio ( $\text{NaSiF}_6$ )	13,68 L	328,32 L	9.849,6 L	118.195,2 L

### a. ARMAZENAGEM

A armazenagem deve ser feita em galpões onde não haja contato com água. Medidas técnicas apropriadas: manter o produto e as eventuais sobras em suas embalagens originais adequadamente fechadas.

#### **Condições de armazenamento:**

**Adequadas:** manter o recipiente adequadamente fechado, à temperatura ambiente e ao abrigo da luz. Trancar o local evitando o acesso de pessoas não autorizadas e crianças.

**A evitar:** locais úmidos e com fontes de calor.

## b. EQUIPAMENTOS

### a. Clorador - Dosadores de Cloro

Clorador para atender 100% de suas necessidades. São modelos que podem ser montados de maneiras diferentes, dependendo da estrutura do local e os resultados esperados.

Cada clorador deve ter seu respectivo injetor a fim de gerar o vácuo de operação necessária ao sistema.

O injetor é projetado para criar um potente vácuo de operação que coloca o cloro gás solubilizado na água. Ele é fabricado de material plástico (PVC) usinado e montado oferecendo alta resistência a impactos e à pressão de operação da água usada para gerar o vácuo de operação.

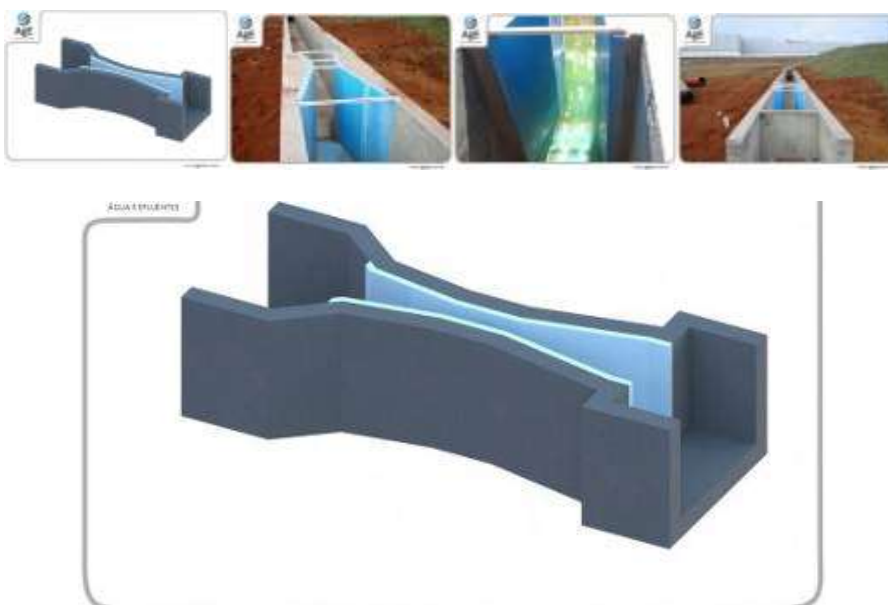
Com as dimensões da sua garganta ajustável externamente, permite a máxima flexibilidade operacional para adequar-se às mais variadas condições operacionais das plantas de tratamento. Os injetores são fabricados em aço carbono com revestimento anticorrosivo.

Para Cloradores capacidade de 05 kg/dia até 100 kg/dia - injetor de 3/4", com ajuste de vazão manual e automática.

Para montagem na parede, na válvula do cilindro de cloro ou diretamente no Manifold. Clorador ideal para instalações de baixa capacidade. Garantem maior segurança e economia para instalação na parede ou em gabinetes de piso. Linha 100% nacional e com operação totalmente a vácuo.

### b. MEDIDORES DE VAZÃO

Medidores de Vazão – Tipo “Calha Parshall”



Os medidores de vazão tipo "Calha Parshall" são equipamentos aplicados na medição contínua de vazão e/ou mistura rápida de coagulantes em Estações de Tratamento de Água (ETA's) e / ou Estações de Tratamento de Efluentes (ETE's) industriais ou urbanos.

Fabricados em resina poliéster reforçada com fibra de vidro, os medidores de vazão tipo Calha Parshall são equipamentos projetados para resistir aos efeitos corrosivos do líquido a ser mensurado e dos eventuais produtos químicos incorporados ao mesmo.

#### c. SISTEMA DE DOSAGEM DE PRODUTOS QUÍMICOS

##### 1. Bomba Dosadora

Deverão ser fornecidas duas bombas dosadoras de diafragma, duplex, vazão de 250 l/h, por cabeça, 4.0kgf/cm<sup>2</sup>, para dosagem de sulfato de alumínio e hipoclorito de cálcio, regime de operação contínuo, regulador de vazão manual, cabeça e pistão em aço inox, motor elétrico monofásico de 220V. Cada bomba será acompanhada de peças **sobressalentes** (5 molas e 10 diafragmas).

##### 2. Agitador Elétrico, eixo vertical

Deverão ser fornecidos quatro agitadores de eixo vertical, com motor de 0,75CV, 1.160RPM, 6 polos, 220V. O eixo deverá ser de ¾" de diâmetro e 1.200mm de comprimento, em aço inoxidável, sendo o acoplamento do eixo ao motor através de luva de aço carbono. A hélice de agitação deverá ter pás, com diâmetro de 125mm.

#### d. REMOVEDORES DE LODO - SISTEMAS DE REMOÇÃO DE LODO



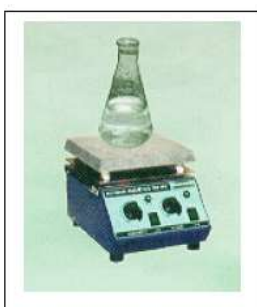
Sistemas de pás para remoção de lodo flotado. Correntes fabricadas em Aço Carbono, Inox 304 e Poliacetal utilizados principalmente para sistemas de flotação a ar dissolvido - FAD

#### Aplicações:

Flotação a Ar Dissolvido - FAD;  
Sistemas de tratamento de efluentes industriais;  
Sistemas de tratamento de água;  
Sistemas de tratamento de esgotos sanitários;  
Caixas de gordura.

#### c. LABORATÓRIO DE FÍSICO-QUÍMICA(SLFQ):

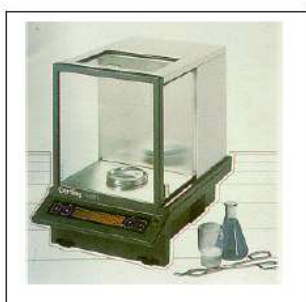
##### Equipamentos



- **Agitador Magnético:** equipamento utilizado para preparar análises que necessitam de misturas homogêneas, com agitação constante, com ou sem aquecimento.



**Auto Clave:** equipamento utilizado para esterilização de vidraria para análise bacteriológica, meios de cultura e cartelas utilizadas em análises bacteriológicas.



- **Balança Analítica Eletrônica:** equipamento utilizado para pesagem, com precisão, de reagentes sólidos e líquidos, para preparação de soluções químicas, pesagem de sólidos totais e voláteis, após tratamento na mufla.

**Banho Maria:** equipamento utilizado para preparação de amostras, através de aquecimento por água, para análises no laboratório.





- **Deionizador leito separado:** equipamento utilizado para purificação da água a ser utilizada no preparo de reagentes e lavagem de vidrarias.

- **Destilador:** equipamento utilizado para obter água pura, pela evaporação, para o preparo de reagentes, lavagem de vidrarias e diluição de amostras.



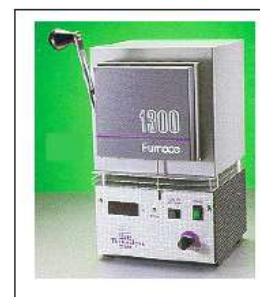
- **Digestor com controle de temperatura:** equipamento utilizado na verificação da demanda de oxigênio, pela matéria orgânica, através de reações químicas, por aquecimento.

- **Estufa para cultura bacteriológica:** equipamento utilizado para manter cartelas ou tubos de ensaio com amostras a serem analisadas, na temperatura de 35°C e no tempo desejado.



- **Estufa para esterilização e secagem:** equipamento utilizado para secar e esterilizar vidrarias.

- **Forno mufla:** equipamento utilizado para análises de amostras de esgoto, na verificação de sólidos totais e voláteis a altas temperaturas (até 1.200°C)



- **Dessecador:** equipamento de vidro utilizado para secar sais utilizados na preparação de reagentes e manter amostras isoladas do ar para, após, serem pesadas.



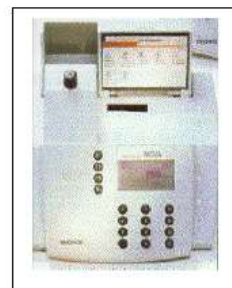
## PROJETO TÉCNICO EXECUTIVO DA ADUTORA DE MASSAPÊ DO PIAUÍ PROJETO HIDRÁULICO

## TOMO I

SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL  
de Água e Esgoto

LABORATÓRIO DE

- **Fotômetro:** equipamento utilizado para ler amostras nos mais diferentes tipos de análises, através da espectrofotometria.



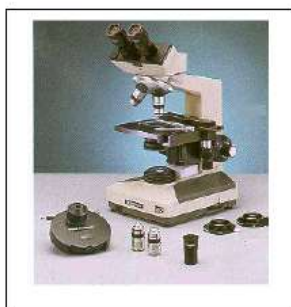
- **Sistema para determinação de DBO:** equipamento que mede, através de variação de pressão, a demanda bioquímica de oxigênio utilizada pelas bactérias, em frasco analítico, num período de cinco dias. A amostra deve ser conservada em geladeira, na temperatura constante de 20°C.

- **Turbidímetros:** equipamento utilizado para medir a turbidez. A unidade de medida é o UNT (unidade nefelométrica de turbidez).



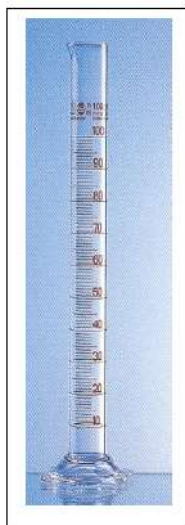
- **Teste de Jarros:** equipamento utilizado para ensaios de floculação e decantação em amostras de água bruta, com o objetivo de determinar a dosagem adequada de coagulante a ser utilizado no tratamento da água.

- **Medidores de pH:** equipamento utilizado para medir o pH, através do método potenciométrico.



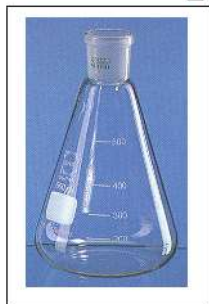
- **Microscópio:** equipamento utilizado para identificação e quantificação de microorganismos, tais como algas e bactérias.

## Vidraria



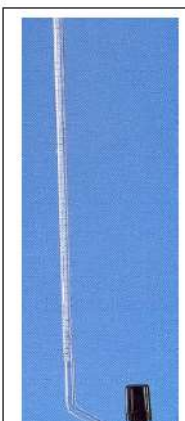
- **Proveta:** são recipientes em forma cilíndrica que servem para a medição de líquidos através da utilização de uma escala de volume. São menos precisas que as pipetas graduadas; as mais comumente usadas são as de 10, 50, 100, 250, 500 e 1000 ml.

- **Balão Volumétrico:** são frascos volumétricos construídos para conter volume exato de um líquido; são recipientes com forma de pêra, fundo chato e gargalo comprido providos com tampa esmerilhada. O volume final é marcado com uma fina linha traçada em torno do gargalo a uma altura apropriada; os mais comumente usados são os de 50, 100, 250, 500, 1000 e 2000 ml.



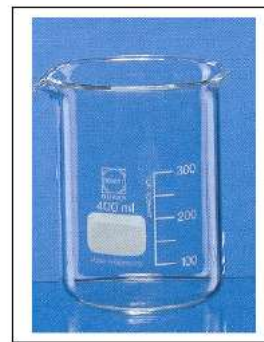
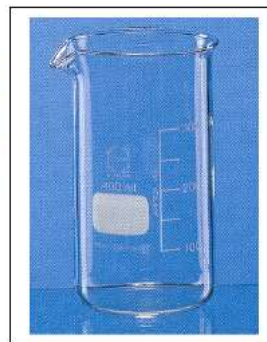
- **Erlenmeyer:** São frascos cônicos que facilitam a agitação durante o processo de titulação; são também usados para armazenar líquidos quando em aquecimento; podem ser graduados ou não, porém, não são instrumentos de medida; os mais utilizados são de 100, 250, 500 ml.

- **Frascos Reagentes:** são recipientes usados, normalmente, para armazenar soluções reagentes de concentração conhecida; são fabricados em vidro incolor ou âmbar providos de tampa com rolha esmerilhada (para soluções fortemente alcalinas, a tampa deve ser de borracha); devem apresentar resistência térmica e inércia química; os mais usados são os de 125, 250, 500, 1000 e 2000 ml. Os de 125 e 250 ml são também usados em bacteriologia, sendo os primeiros como frascos de diluição e os outros como de coleta.



- **Bureta:** a bureta consiste de um tubo cilíndrico uniformemente calibrado em toda a extensão da escala graduada, provido na extremidade inferior de um dispositivo apropriado para controlar a vazão do líquido; comumente é utilizado com torneira.

- **Copos (Bequer):** são copos utilizados como auxiliares em operações para conter líquidos no laboratório. Devem apresentar resistência térmica e podem ser graduados, porém não são aparelhos de medida. Existem dois tipos de copos, os de forma alta e os de forma baixa. Os mais comuns são os de 50, 100, 250, 500, 1000 e 2000 ml.

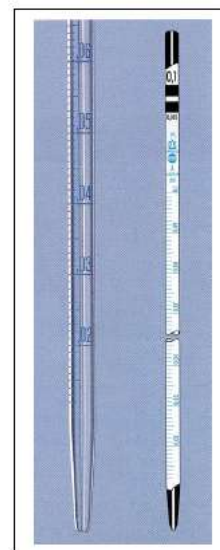


- **Pipetas:** servem para livrar volumes líquidos definidos. Existem duas diferentes categorias:

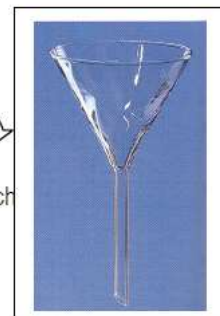
**Pipetas Graduadas:** servem para livrar volumes variáveis, possuindo escalas adequadas de acordo com o seu volume. As mais utilizadas são as de 1, 2, 5, 10 e 20 ml com divisões de 0,1 ml.



**Pipetas Volumétricas:** são tubos de vidro, expandidos cilindricamente na parte central, feitas para livrar um único volume exatamente definido, tem a marca de graduação na parte superior acima do bulbo. As mais utilizadas são as de 1, 2, 5, 10, 20, 50 e 100 ml.



- **Funil Comum:** são fabricados em vidro ou material plástico, com haste curta e usados para enchimento para filtrações comuns; sem precisão analítica.



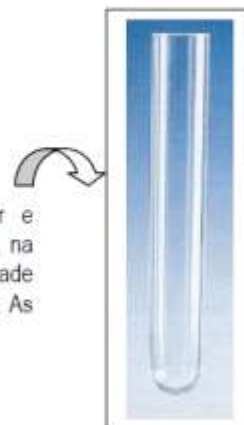
- **Funil Analítico:** são fabricados em vidro e têm haste longa, própria para colunas de água que facilitam a filtração; podem ter ranhuras internas para proporcionar uma filtração mais rápida.







- **Funil de Separação:** são fabricados em vidro, têm tampa de vidro com boca esmerilhada, podem ter torneira de vidro ou de teflon; são usados em extrações e separação de fases, principalmente. Os mais usados são de 60, 125, 250, 500, 1000 e 2000 ml.



- **Tubos de Ensaio:** são tubos de vidro, resistentes ao calor e quimicamente estáveis, usados principalmente em bacteriologia, na cultura de microorganismos em meios líquidos. Com esta finalidade devem ser sem bordas; são usados também em ensaios químicos. As dimensões mais comuns são 18 X 180 mm e 13 X 100 mm.



- **Kitazato:** são frascos de vidro sem graduação, sendo os mais comuns com saída superior, usados em filtração sob pressão reduzida fornecida por uma bomba ou linha de vácuo; os mais comuns são de 250, 500, 1000 e 2000 ml.



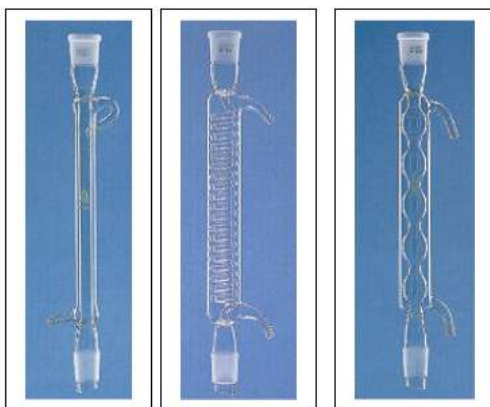
- **Cápsula:** as mais usadas são aquelas fabricadas em porcelana ou platina; servem para evaporação em banho-maria.



- **Gral e Pistilo:** usado na fina pulverização de substâncias sólidas (materiais duros); pode ser fabricado em ágata, mulita (material cerâmico, homogêneo, muito duro) ou safira sintética (óxido de alumínio puro).



- **Barrilete para Água Deionizada/Destilada:** serve para armazenar água deionizada ou destilada em laboratório; pode ser fabricado em vidro ou plástico; a torneira para retirada da água pode ser também de vidro ou plástico; deve ser provido de tampa; os mais usados têm capacidade para 10, 20 ou 50 litros.



1

2

3

- **Condensadores:** é um equipamento de vidro usado para condensar os vapores formados nos processos de destilação ou refluxo; o condensador de Liebig (1) consiste de um tubo reto de vidro circundado por uma jaqueta de vidro selada a ele; é também chamado de condensador de West; o condensador de Graham (2) tem uma espiral ou serpentina de vidro internamente por onde passa o vapor a ser condensado; o condensador de Allihn (3) tem o tubo de condensação formado por uma série de bulbos que aumentam a superfície de condensação e diminuem a resistência à passagem de vapores quando usado para refluxo; os condensadores mais usados têm 30, 40, 50 e 60 cm de comprimento.



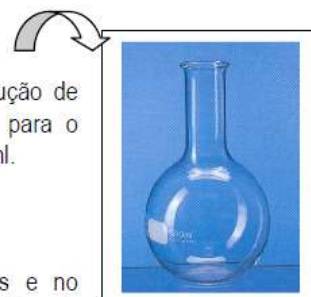
- **Funil de Buchner:** são usados para filtrar grandes quantidades de material, sendo que a filtração é realizada sob pressão reduzida; são acoplados ao frasco KITAZATO; podem ser fabricados em porcelana, plástico ou vidro; a placa pode ser furada ou ranhurada para colocação de papel filtro ou podem ser fabricadas em vidro sinterizado (dispensando o uso de papel filtro); o funil deve ter tamanho apropriado para ser ajustado ao frasco Kitazato.

- **Frasco Conta Gotas:** são frascos geralmente de vidro, âmbar ou claro, usados para gotejar substâncias reagentes, numa marcha analítica; os mais comuns são de 125 e 150 ml.



- **Placas de Petri:** são fabricadas em vidro, devem ter transparência perfeita e ser resistentes aos métodos químicos e térmicos de esterilização; servem para o desenvolvimento de microorganismos em meio sólidos; as mais usadas são de 100 X 20 mm e 100 X 15 mm.

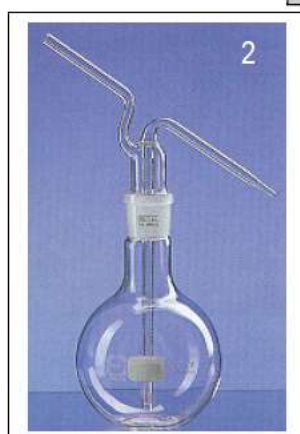
- **Balão de Fundo Chato:** são fabricados em vidro e servem para diluição e dissolução de reagentes que não exigem um volume final de solução preciso; servem também para o resfriamento de interações químicas exotérmicas; os mais usados são de 1000 e 2000 ml.



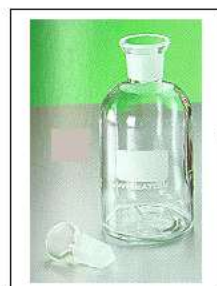
- **Cadinho:** são usados na calcinação de precipitados e no aquecimento, quando necessário até o ponto de fusão, de pequenas quantidades de sólidos; podem ser fabricados em porcelana ou metal; podem ser apresentados com forma alta ou baixa; quando fabricado com fundo de vidro sinterizado pode ser usado para filtração.



- **Pesa Filtro:** são frascos de pesagem, apresentados na forma alta e baixa; servem para pesar precipitados, substâncias sólidas e líquidas por diferença.

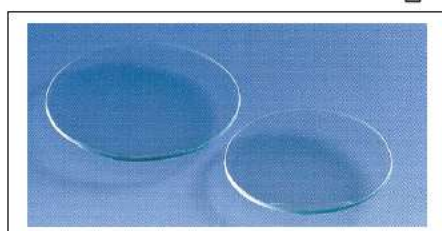
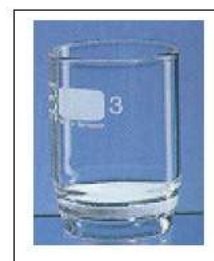


- **Frasco Lavador:** são frascos providos de um dispositivo para emitir um jato fino (diâmetro apropriado do orifício é de 1 mm) da água deionizada ou outro líquido que se use para transferir ou lavar precipitados; podem ser de plástico (1) ou de vidro (2); os frascos lavadores de plástico só devem ser utilizados para líquidos frios; nos frascos lavadores de vidro, ao se empregar líquidos quentes, o gargalo deve ser isolado com fio de amianto, espuma de borracha, placa fina de cortiça ou outro material isolante de calor; nos frascos lavadores de vidro se usa uma rolha de borracha e os tubos de vidro acima desta rolha devem ficar na mesma linha reta e no mesmo plano; para uso com solventes orgânicos que ataquem a borracha, o frasco lavador deve ser todo de vidro com juntas esmerilhadas.



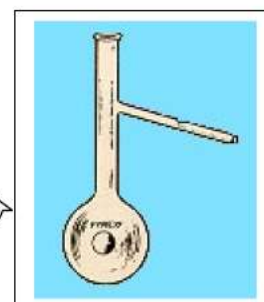
- **Frasco DBO:** são frascos de vidro com volume definido e tampa de vidro biselada esmerilhada, têm selo hidráulico no gargalo, servem para testes de demanda bioquímica de oxigênio.

- **Jarros:** são recipientes cilíndricos ou retangulares usados para testes de floculação; podem ser fabricados em vidro ou acrílico, sendo que os mais utilizados são aqueles com capacidade de 500, 1000 ou 2000 ml.



- **Vidro de Relógio:** são recipientes que servem como suporte de pesagem de pequenas quantidades e, também, como tampa em frascos que contenham amostras que devem ser preservadas do contato com o ambiente durante um curto espaço de tempo, como na formação de precipitados, no envelhecimento de soluções, etc.

- **Balão de Destilação:** são balões de vidro que contêm a amostra a ser destilada; podem ter fundo redondo ou chato, com saída lateral em um ângulo adequado; devem apresentar resistência térmica e mecânica; os mais utilizados são os de 125, 250, 500, 1000 e 2000 ml.





- **Funil para Sólidos:** são funis comuns, porém sem haste, usados na transferência de material sólido para recipientes com boca estreita; podem ser de vidro ou plástico e devem ter tamanho adequado.

- **Bastão de Vidro:** são usados para agitar soluções e auxiliar na transferência de precipitados e líquidos de um recipiente para outro; quando adaptados com uma borracha em uma das extremidades, servem para a limpeza de recipientes e transferência quantitativa de sólidos e líquidos.

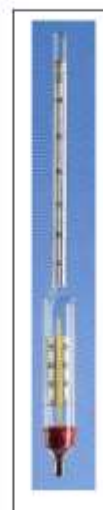


### 6.2.1 Acessórios



- **Suporte:** são constituídos de uma base geralmente retangular, e uma haste fixa nesta base; podem ser fabricados em ferro ou aço inoxidável e servem para sustentar buretas, funis de separação, etc., quando usados em conjunto com agarradores e/ou anéis de sustentação.

- **Densímetro:** são usados para determinar a densidade de soluções; são fabricados em vidro e têm uma escala adequada segundo a solução cuja densidade devem medir.



- **Anel de Sustentação:** servem para sustentar funis de separação, funis comuns e analíticos; o diâmetro deve ser adequado ao tamanho do material a sustentar, devem ser fixados a um suporte com haste ou similar.

- **Bico de Bunsen:** são utilizados para aquecimentos em laboratório onde se deseja atingir temperaturas moderadamente elevadas; a temperatura máxima pode ser atingida através do ajuste de entrada de ar, de modo a se admitir mais ar do que o necessário para a produção de uma chama luminosa; para a máxima eficiência é essencial que o queimador seja específico para o tipo de gás a ser usado (gás natural, GLP) ou que permita ajustes para cada tipo de combustível gasoso.

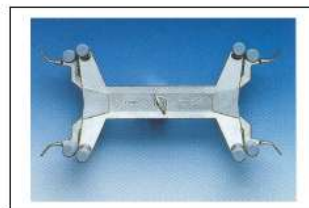




- **Agarrador:** são dispositivos que servem para fixar buretas e outros materiais; usados com o auxílio de adaptadores que os prendem a um suporte; podem ser do tipo simples (1), com parafuso de ajuste e mola para segurar qualquer objeto, ou duplo (2) com adaptador próprio para suporte.



1



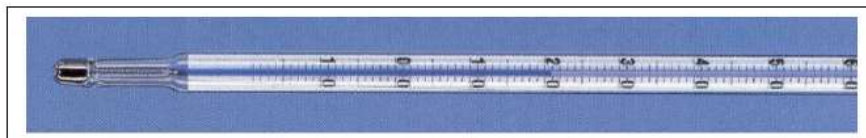
2



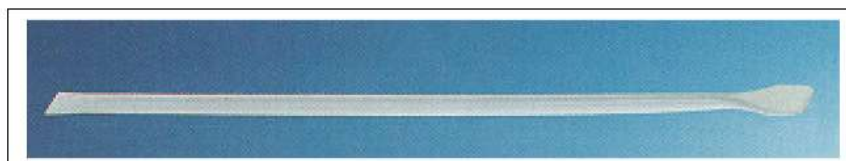
- **Pêra de Sucção – Pipetador:** são constituídas de uma única peça moldada em borracha sintética, permanentemente fechada por três válvulas que, acionadas, dão controle de pressão; são adaptadas na extremidade superior da pipeta com a finalidade de pipetar líquidos cáusticos, corrosivos, voláteis, etc.



- **Termômetro:** são fabricados em vidro, podendo ter álcool colorido ou mercúrio como substância expansível indicadora de temperatura; são largamente usados em laboratório naquelas análises que exigem a determinação de temperatura da amostra bem como a do ambiente; a escala do termômetro é escolhida em função da necessidade do serviço.

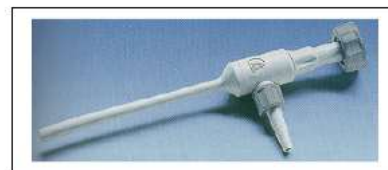


- **Espátula:** servem para transferir materiais sólidos de um frasco a outro principalmente durante a pesagem dos mesmos, bem como em outros procedimentos de laboratório; em função do material a ser manipulado; podem ser de madeira, plástico ou aço inoxidável.



- **Tenaz:** servem para manusear materiais aquecidos bem como aqueles levados a peso constante durante um procedimento analítico; são fabricadas em metal sendo que o formato e o tamanho devem ser adequados ao material a ser manipulado.

- **Trompa de Vácuo a Água:** podem ser equipadas com registro para interrupção do vácuo; são usadas nos processos de filtração a pressão reduzida em conjunto com o funil de buchner e o frasco kitazato.



- **Grade:** são usadas para armazenar tubos de ensaio ou outros materiais semelhantes em estufas, refrigeradores; apresentam vários tamanhos e formatos conforme as necessidades; podem ser fabricadas em madeira, arame plastificado, etc.

## 9. RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS PELA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Os principais resíduos gerados em ETA a partir dos processos tradicionais de tratamento são as águas de lavagem dos filtros, os lodos dos decantadores e os rejeitos de limpeza dos tanques de produtos químicos. Cada uma dessas linhas geradoras de resíduos sólidos apresenta características distintas em termos de vazão e concentração de sólidos, razão pela quais diferentes concepções de tratamento devem ser consideradas. Tanto em termos mássicos quanto volumétrico a maior quantidade de resíduos são produzidos nos decantadores das estações de tratamento convencionais.

### a. Tratamento dos resíduos de lodo

Os lodos formados nos decantadores são resultados dos processos e operação de coagulação/floculação e sedimentação das partículas presentes na água bruta. Essas partículas sofrem ação de reações químicas e operação física de formação de flocos que se tornam propícios para a sedimentação.

O lodo da ETA, segundo estudos reconhecidos é constituído de resíduos sólidos orgânicos e inorgânicos provenientes da água bruta, tais como: algas, bactérias, vírus, partículas orgânicas em suspensão, colóides, areias, argila, siltes, cálcio, magnésio, ferro, manganês, etc. Os autores Silva, Bidone e Marques (2000) complementam essa informação ao dizer que também está presente na composição dos lodos os hidróxidos de alumínio, em grande quantidade, proveniente da adição de produtos químicos e em alguns casos polímeros condicionantes utilizados no processo. Isso porque as características dos lodos variam em função da tecnologia usada no tratamento de água.

O lodo de ETA possui uma característica próxima a dos solos e neste caso, em geral, o nitrogênio e o carbono orgânico no lodo de ETA são mais estáveis, menos reativo e em menores concentrações.

Conclui-se, portanto, que o potencial tóxico dos resíduos de ETAs dependem principalmente do teor de metais presentes e das características do curso d'água, composição e impureza dos coagulantes e outros produtos químicos utilizados no tratamento da água.

Segundo Portella et al (2003) o teor de sólidos totais varia entre 1.000 a 40.000 mg/L (0,1 a 4%), sendo deste, de 75 a 90% sólidos suspensos e 20 a 35% compostos voláteis, apresentando, portanto uma pequena porção biodegradável, mas o qual pode ser prontamente oxidável. A massa específica do lodo de ETA varia de acordo com as concentrações de sólidos presentes neste, ela pode variar de 1,002 kg/m<sup>3</sup> para lodos com teor de sólidos de 1%, até 1,5 kg/m<sup>3</sup> após processo de desidratação.).

No presente projeto tem-se um tanque de decantação de 14,36m x 5,50m com 2,10m de altura, onde se concentrará a maior parte do lodo gerado no tratamento.

O volume do lodo produzido foi estimado em função das características da água bruta e da dosagem de coagulante adotados, sendo estimado em torno de  $1,55\text{l/m}^3$  de água tratada, na condição mais crítica e de  $1,0\text{l/m}^3$ , em média, com uma concentração de 3% de sólidos no lodo. Considerando a vazão de  $108,0\text{m}^3/\text{h}$ , com período de funcionamento de 21 horas/dia, tem-se um volume gerado de  $1,55\text{l/m}^3 \times 108,0\text{m}^3/\text{h} \times 21\text{h} = 3,52\text{ m}^3$  de lodo/dia que se distribuirão no tanque numa película de espessura média de 4,5cm. Considerando a remoção mensal e a massa específica de  $1,5\text{kg/m}^3$  teremos um volume a ser removido de  $158\text{ kg/mês}$ , procedimento que pode ser realizado a cada 03 meses. Isso se justifica porque o objetivo é que obtenha-se uma “torta” com pelo menos 20% de sólidos.



O tratamento dos lodos de uma ETA visa obter condições adequadas para sua disposição ambiental, como obter um estado sólido ou semi-sólido, envolvendo a remoção de água para concentrar os sólidos e diminuir o seu volume.

Os sistemas de tratamento de lodo podem comportar diversas combinações de operações e processos unitários. No presente projeto serão utilizados os seguintes:

**a. Adensamento**

Depois de removidos de um decantador, os lodos normalmente necessitam ser adensados antes de serem tratados. O adensamento é um processo físico de concentração de sólidos que busca a redução de umidade e consequentemente a redução de volume. A viabilidade do adensamento consiste na produção de um lodo concentrado.

**b. Desidratação**

A redução de volume dos lodos tanto de ETA, através da remoção do teor de água, é uma operação fundamental para reduzir custos de transportes e disposição, melhorias nas condições de manejo e consequentemente beneficiar o descarte deste resíduo.

Considerando a quantidade de lodo, a proposta é que a remoção seja manual com o auxílio de mangueiras e bombas mecânicas para sucção. Os resíduos serão destinados a desidratação, adotando-se “sacos mantas”, onde ocorrerá naturalmente o adensamento com a expulsão de água para o leito de areia.





Os sacos serão colocados diretamente sobre uma superfície preparada ou sobre um típico leito de areia de secagem, recebendo o lodo através de mangueiras. Este método se apresenta como de baixo custo e facilitado pela disponibilidade de área e de material arenoso próximo a área da ETA. O leito de areia será disponibilizado para secagem de forma natural, e o agregado resultante, também será encaminhado com o lodo. O material sólido desidratado será encaminhado para incineração.

Em Teresina, foi instalado um incinerador de resíduos recentemente, em consonância com a legislação ambiental. Em função do pouco volume e da periodicidade esse processo não terá elevado custo.

**Tipos de Bocas: (1) Superior; (2) Lateral e (3) Boca Aberta.** (Obs.: A bitola das bocas tipo superior ou lateral pode ser pedida sob medida com bocal para 1/2, 3/4, 1, 2, 3 ou 4 pol, etc...)



Saco com boca lateral



Área Preparada para  
Desague sobre Leito de  
Secagem com boca lateral



Equipamento para desague com  
saco com boca aberta



Equipamento para Desague



### Especificações Técnicas

Propriedade	Resultados
Tração na Ruptura (N)	2000
Alongamento (%)	60
Puncionamento (N)	1000
Fluxo de Água (m3/m/h)	165
Abertura Aparente (mm)	0,07 – 0,14



Aspecto do Lodo Seco



Desague da Água



Conexão Tipo Flange Roscada

#### **c. Tratamento das águas de lavagem**

A água decantada, com parte dos flocos que não se sedimentou, passa pelos filtros ficando retidos e na lavagem dos filtros obtêm-se as águas de lavagem. A lavagem dos filtros pode ser feita somente com água no sentido ascendente, por inversão de fluxo, com uma vazão capaz de assegurar uma expansão adequada para o meio filtrante. A recuperação da água de lavagem dos filtros pode trazer muitas vantagens para o sistema, mas ainda são poucas as estações que tem feito o aproveitamento da água de lavagem.

A disposição in natura dos efluentes de ETA em córregos de água prejudica a biota aquática, comprometendo a qualidade da água e do sedimento dos corpos receptores.

Para o tratamento dessas águas, a proposta é que seja adotado o uso de polímero natural, no caso o amido de batata, produto que vem sendo pesquisado com bons resultados, e dessa forma a água efluente voltaria para o processo de forma reciclada, através da recirculação.

As perdas com as lavagens de filtros e descargas de decantadores alcançam, em média, 7% do volume aduzido, sendo 4% na água de lavagem dos filtros e 3% na água efluente dos decantadores. Dessa forma, tem-se um volume  $4.762\text{m}^3/\text{mês}$  para o projeto apresentado.

Os polímeros em geral apresentam bons resultado, com eficiente remoção de flocos, contribuindo para a melhora das características da água, e o amido de batata se destaca por ser um auxiliar de floculação natural.

Com o uso da dosagem de  $7,5\text{ mg/L}$ , o gasto mensal para tratar o volume da água de lavagem dos filtros, no período de um mês, seria de cerca de 39 kg do amido, produto barato e de fácil aquisição.

#### **d. Material e Tamanhos dos Sacos**

Construídos de lonas porosas resistentes ao manuseio e às intempéries pode ser adquirido em uma ampla gama de tamanhos reutilizáveis ou descartáveis. Bolsas até 100 metros de comprimento e de circunferência variável de acordo com a necessidade podem ser oferecidos em tamanhos que se encaixam em pequenos recipientes como na forma de funil ou de um container.



Forma de Saco – Big-Bag



Forma de Lona



Pequenos Sacos



Drenagem de Lago



Sacos de 1 x 1 m



Recolha Manual

**Tamanho de Saco**  
(larg. e comp. - metros)

0,5 m x 0,5 m

0,5 m x 1,0 m

1,0 x 1,0 m

1,0 x 1,5

1,0 m x 2,0 m

2,0 x 2,0 m

**Vazão Indicativa**  
(m<sup>3</sup>/hora)

2,5

5

10

15

20

40

**Observações:** 3 tipos de tecido: 1, 2 e 3. O tecido 1 retém 40% do lodo fino e 100% de lodo grosso; o tecido 2 retém 60% do lodo fino e 100% do lodo grosso; O tecido 3 retém 99,9% de lodo fino e 100% do lodo grosso inclusive algas verdes (cianofíceas). Vazão normal de Operação: até 5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/hora Modelos descartáveis ou reutilizáveis.

**BIBLIOGRAFIA CONSULTADA**

CARACTERIZAÇÃO E TRATAMENTO DE ÁGUA DE LAVAGEM DE FILTROS DE ETA, COM O USO DE POLÍMEROS SINTÉTICOS E AMIDO DE BATATA. Thiago Molina (UNICENTRO – Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná)

OLINGER, C.; CARDOSO, M.; LAPOLLI, F. R. Caracterização e clarificação da água de lavagem do filtro de uma ETA que utiliza como coagulante o Sulfato de Alumínio – 21º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL 2001. Anais. João Pessoa – PB, 2001.

PORTELLA, K.F.; ANDREOLI, C.V.; HOPPEN, C.; SALES, A. BARON, O. Caraterização físico-química do lodo centrifugado da estação de tratamento de água Passaúna – Curitiba – Pr. 22º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA AMBIENTAL. Joinvile, 2003.