

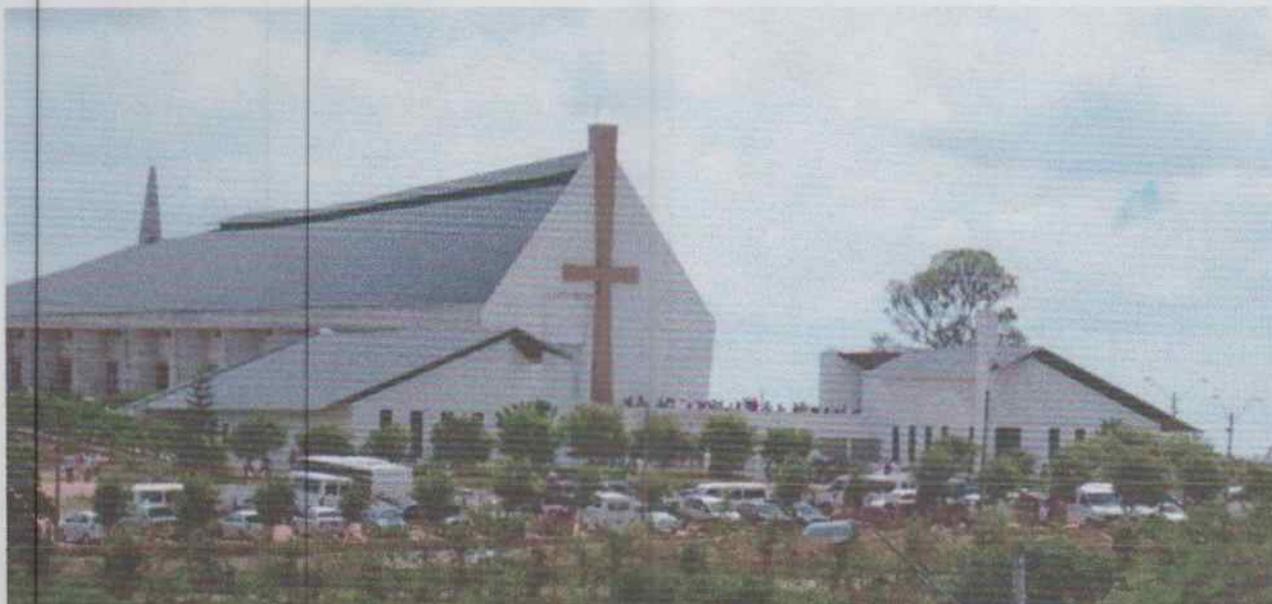
P M S B

FLS N° 1099

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA  
PROJETO BÁSICO



Prefeitura de  
**São Benedito**  
Cidade da Fé, Cidade das Flores



SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA LOCALIDADE DE  
CHAPADA I.

MUNICÍPIO DE SÃO BENEDITO - CEARÁ

RELATÓRIO GERAL

ABRIL / 2018

Claudio José Queiroz Barros  
Engº Civil  
CREA-CE 134100

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA  
 PROJETO BÁSICO



Prefeitura de  
**São Benedito**  
 Cidade da Fé, Cidade das Flores



INDICE

APRESENTAÇÃO .....	2
1.0    INFORMAÇÕES BASICAS DO MUNICÍPIO.....	3
1.1.    MAPA DE LOCALIZAÇÃO .....	4
1.2.    CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA.....	5
1.3.    DEMOGRAFIA.....	5
1.4.    INFRAESTRUTURA .....	6
Coeficiente do dia de maior consumo    1,20 .....	7
Q = 309 x 120 = 0,43 l / s = 1,54 m³ / h = 37,08 m³ / dia.....	7
Q = 1.2 x 309 x 120 = 0,51 l/s = 1,85 m³ / h = 44,49 m³ / dia.....	7
5.0    MEMORIAL DE CÁLCULO .....	13
6.0    ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS .....	22
7.0    ORÇAMENTO .....	50
8.0    CRONOGRAMA .....	51
9.0    COMPOSIÇÃO DE B.D.I. E ENCARGOS SOCIAIS .....	52
10.0 MEMORIAL DE CALCULO DOS QUANTITATIVOS .....	53
11.0 PEÇAS GRÁFICAS.....	54

P M S B  
F L S N° 1101

## SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO



Prefeitura de  
**São Benedito**  
Cidade da Fé, Cidade das Flores



**JOTA BARROS**  
PROJETOS E ASSESSORIA

### APRESENTAÇÃO

Este relatório compreende o Projeto Técnico do Sistema de Abastecimento de Água da localidade de **Chapada I**, pertencente ao município de São Benedito / Ce.

O Projeto do Sistema de Abastecimento de Água dessa localidade está apresentado em único volume:

- **RELATÓRIO GERAL, contendo:**
  - Memorial Descritivo, Memoria de Calculo, Orçamento, Cronograma, Especificações Técnicas, Estudo Geotécnico e ART.

**SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA  
PROJETO BÁSICO**



Prefeitura de  
**São Benedito**  
Cidade da Fé, Cidade das Flores



**JOTA BARROS**  
PROJETOS E ASSESSORIA

**1.0 INFORMAÇÕES BASICAS DO MUNICÍPIO.**

**SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA  
PROJETO BÁSICO**

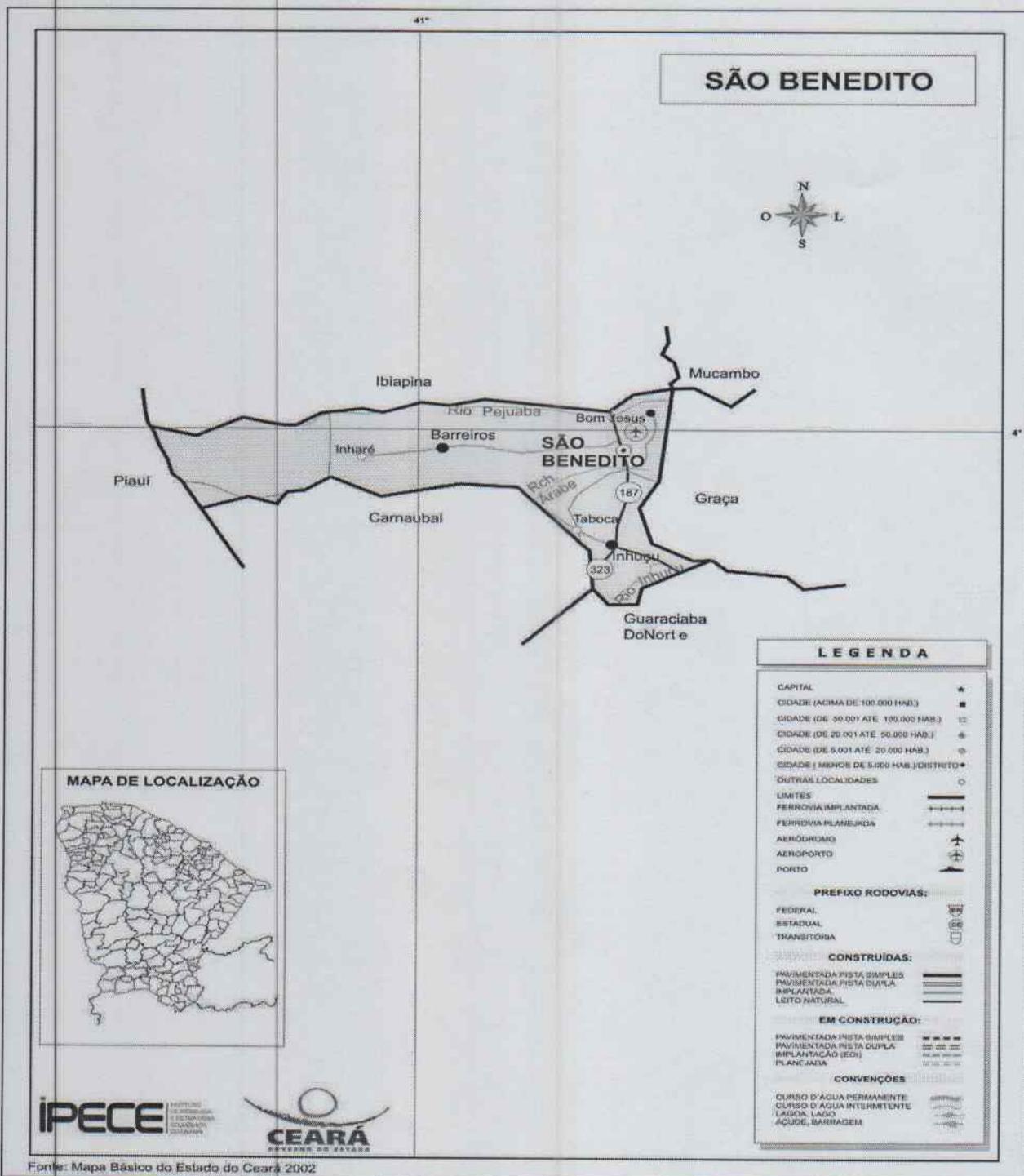


Prefeitura de  
**São Benedito**  
Cidade da Fé, Cidade das Flores



**JOTA BARROS**  
PROJETOS E ASSESSORIA

**1.1. MAPA DE LOCALIZAÇÃO**



# SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO



## 12. CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA

### Características

Município de Origem - Viçosa do Ceará
Ano de Criação - 1872
Lei de Criação - 1.470
Toponímia - Homenagem ao santo padroeiro do qual o índio Jacó era devoto
Gentílico - São Beneditense
Código Município - 2312304

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE).

### Situação geográfica

Coordenadas geográficas		Localização	Municípios limítrofes			
Latitude(S)	Longitude(WGr)		Norte	Sul	Leste	Oeste
4° 02' 55"	40° 51' 54"	Noroeste	Mucambo, Ibiapina	Carnaubal, Guaraciaba do Norte	Graça	Estado do Piauí

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE).

### Medidas territoriais

Área		Altitude (m)	Distância em linha reta a capital (km)
Absoluta (km²)	Relativa (%)		
338,2	0,23	901,64	269

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE).

## 13. DEMOGRAFIA

### População residente – 1991/2000/2010

Discriminação	População residente					
	1991		2000		2010	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Total	36.700	100,00	39.894	100,00	44.178	100,00
Urbana	15.258	41,57	20.970	52,56	24.554	55,58
Rural	21.442	58,43	18.924	47,44	19.624	44,42
Homens	18.056	49,20	19.812	49,66	21.829	49,41
Mulheres	18.644	50,80	20.082	50,34	22.349	50,59

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Censos Demográficos 1991/2000/2010.



## SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO



Prefeitura de  
**São Benedito**  
Cidade da Fé, Cidade das Flores



**JOTA BARROS**  
PROJETOS E ASSESSORIA

### 14. INFRAESTRUTURA

#### Abastecimento de Água - 2016

Discriminação	Abastecimento de água		
	Município	Estado	% sobre o total do Estado
Ligações reais	10.128	1.809.105	0,56
Ligações ativas	8.636	1.640.545	0,53
Volume produzido (m³)	586.229	350.556.490	0,17
Taxa de cobertura d'água urbana (%)	99,02	91,76	-

Fonte: Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE).

#### Esgotamento Sanitário - 2016

Discriminação	Esgotamento sanitário		
	Município	Estado	% sobre o total do Estado
Ligações reais	3.251	629.089	0,52
Ligações ativas	2.908	571.608	0,51
Taxa de cobertura urbana de esgoto (%)	44,32	38,57	-

Fonte: Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE).

#### Consumo e consumidores de energia elétrica - 2016

Classes de consumo	Consumo (mwh)	Consumidores
Total	31.411	17.703
Residencial	9.048	9.121
Industrial	395	12
Comercial	3.534	1.174
Rural	13.865	7.077
Público	4.492	316
Próprio	78	3

Fonte: Companhia Energética do Ceará (COELCE).

#### Domicílios particulares permanente segundo energia elétrica e lixo coletado - 2000/2010

Discriminação	Município				Estado			
	2000	%	2010	%	2000	%	2010	%
Total	8.996	100,00	12.101	100,00	1.757.888	100,00	2.365.276	100,00
Com energia elétrica	8.333	92,63	12.056	99,63	1.568.648	89,23	2.340.224	98,94
Com lixo coletado	2.869	31,89	6.452	53,32	1.081.790	61,54	1.781.993	75,34

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) - Censos Demográficos 2000/2010

**SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA  
PROJETO BÁSICO**



Prefeitura de  
**São Benedito**  
Cidade da Fé, Cidade das Flores



**ELEMENTOS PARA O PROJETO**

**População**

População atual ..... 208 hab  
 Número de unidades habitacionais ..... 55 unidades  
 Taxa média de ocupação adotada: ..... 3,79 hab. / res.  
 Taxa de crescimento prevista ..... 2 % a a  
 Período de alcance do projeto ..... 20 anos  
 População de projeto:.....309 habitantes

**Parâmetros do Projeto**

**Coefficiente do dia de maior consumo 1,20**  
 Coeficiente da hora de maior consumo ..... 1,50  
 Consumo Per Capita ..... 120 l/hab./dia  
 População de projeto .....309 habitantes

**DEMANDAS**

**Demanda Média Diária**

$$Q = \frac{309 \times 120}{86400} = 0,43 \text{ l/s} = 1,54 \text{ m}^3 / \text{h} = 37,08 \text{ m}^3 / \text{dia}$$

**Demanda Máxima Diária**

$$Q = \frac{1,2 \times 309 \times 120}{86.400} = 0,51 \text{ l/s} = 1,85 \text{ m}^3 / \text{h} = 44,49 \text{ m}^3 / \text{dia}$$

## SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO



### Demanda Máxima Horária

$$Q. = \frac{1.2 \times 1.5 \times 309 \times 120}{86.400} = 0,77 \text{ l/s} = 2,78 \text{ m}^3 / \text{h} = 66,74 \text{ m}^3 / \text{dia}$$

### Vazão de Distribuição

$$Qd = \frac{0,77}{2785} = 0,000276481149 \text{ l/s} \times \text{m}$$

### Período de Funcionamento

O sistema deverá funcionar cerca de 16 horas diárias, no final do plano. Dessa maneira a Demanda Máxima Diária que as unidades de produção deverão atender será de :

$$Q = 2,78 \text{ m}^3 / \text{h} = 0,77 \text{ l/s}$$

## SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EXISTENTE

Na localidade de Chapada I não existe sistema de abastecimento de água.

### CONCEPÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO

O sistema proposto para o abastecimento de água da localidade de Chapada I , no município de São Benedito, terá a seguinte concepção:

### MANANCIAL

O manancial a ser utilizado será o manancial subterrâneo, com a utilização de um poço tubular profundo, a ser perfurado, que de acordo com o estudo geofísico realizado deverá

P M S  
FLS N° 1108



Prefeitura de  
**São Benedito**  
Cidade da Fé, Cidade das Flores



## SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO

apresentar as seguintes características:

Diâmetro : 6"

Profundidade: 70,00 m

Nível Estático : 15,00 m

Nível Dinâmico : 30,50 m

Vazão : 8,0 m<sup>3</sup> / h

### CAPTAÇÃO E RECALQUE

A captação e o recalque serão feitos através de um conjunto elevatório, bomba centrífuga tipo submersa e motor elétrico, instalado no poço tubular raso existente. O conjunto elevatório será dimensionado para o final de plano.

### ADUÇÃO

A adutora será dimensionada para a demanda de final de plano e executada com material adequado.

### TRATAMENTO

Devido ao fato de tratar-se de água do manancial subterrâneo, o tratamento será constituído de simples desinfecção, através de um clorador de pastilhas, tipo CLOROPLAST.

### RESERVAÇÃO

A capacidade de reservação será definida como 1/3 da demanda máxima diária. Deverá ser construído um reservatório elevado, em anéis pré-moldados de concreto armado, com capacidade de acordo com o dimensionamento, em cota adequada para atender com pressões satisfatórias a comunidade de Cacimbas / Angelim.

### REDE DE DISTRIBUIÇÃO

A rede de distribuição será dimensionada acordo com as normas existentes e executada em tubos e conexões de PVC rígido, em diâmetro e classe adequados.

### LIGAÇÕES DOMICILIARES

Será previsto a execução de um ramal domiciliar para cada prédio existente na localidade.



Prefeitura de  
**São Benedito**  
Cidade da Fé, Cidade das Flores



## SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO

### DIMENSIONAMENTO

#### ADUÇÃO

Para o dimensionamento da adutora de água bruta foi utilizada a fórmula de BRESSE, de acordo com o seguinte:

Vazão: ..... 0,77 l/s = 0,00077 m<sup>3</sup> / s

K = 1,20

$D = K \sqrt{Q} = 1,20 \times 0,027 = 0,032 \text{ m} = 32,0 \text{ mm}$

Adotado : D = 50 mm, em PVC rígido, PBA, Classe 12 .

#### RECALQUE

O recalque foi dimensionamento de acordo com o seguinte critério:

Cota do Nível Dinâmico do Poço.....	- 30,50 m
Cota de Colocação da Bomba no Poço .....	- 35,50 m
Cota do Terreno no Poço .....	849,00 m
Cota da Chegada de Água no Reservatório Elevado .....	879,18 m
Desnível Geométrico .....	60,68 m
Extensão da Adutora .....	418,00 m
Diâmetro .....	50 mm
Material .....	PVC rígido, PBA Classe 12
Vazão .....	0,77 l / s
Velocidade .....	0,34 m / s
Perda de Carga Unitária ao Longo da Linha .....	0,311 m / 100m
Perda de Carga Total Distribuída .....	1,30 m
Altura Manométrica Total .....	61,98 m

Potência do Conjunto:

$P = 0,77 \times 61,98 / 50 = 0,95 \text{ HP};$

Adotando a folga de 50 %, teremos:

$P = 1,5 \times 0,95 = 1,43 \text{ HP}$

Adotado : P = 2.00 HP

#### • VERIFICAÇÃO QUANTO AO GOLPE DE ARÍETE

#### • Cálculo da Celeridade

Pela fórmula de Allievi:

$C = 9900 / \sqrt{48,3 + k D / e}$

Onde :

## SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO



K = 18 (PVC)  
D = 56,40 mm = 0,0546 m  
e = 27 mm = 0,0027 m                      C = 487,56 m / s

- Cálculo da Sobrepressão Máxima

$$h_a = CV / g = 487,56 \times 0,34 / 10 = 16,58 \text{ m}$$

- Pressão Máxima

$$P = 30,18 + 16,58 = 46,76 \text{ m}$$

Concluimos que a tubulação de PVC, PBA, Classe 12 é adequada para a pressão de trabalho, em que irá operar a adutora

### TRATAMENTO

O tratamento consistirá de simples cloração, através da passagem por um clorador de pastilhas, tipo CLOROPLAST. O clorador ficará instalado na parte inferior do reservatório elevado.

### RESERVAÇÃO

Para a determinação da capacidade de reservação foi utilizado como critério 1 / 3 da demanda máxima diária, ou seja:

$$V = 44,49 / 3 = 14,83 \text{ m}^3$$

Deverá ser construído um reservatório elevado, em anéis pré-moldados de concreto armado, diâmetro de 3,00 metros, altura de torre de 10,0 metros, altura útil de 2,40 m e altura total 12,50 metros, capacidade para 16,94 m<sup>3</sup>.

### REDE DE DISTRIBUIÇÃO

A rede de distribuição atenderá a todos os prédios existentes na localidade. Foi calculada pelo método do seccionamento fictício, através de programa de computador, com coeficiente de rugosidade C = 140. Será toda executada em PVC rígido, diâmetro de 50 mm, extensão 2.785 metros.

**SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA  
PROJETO BÁSICO**



Prefeitura de  
**São Benedito**  
Cidade da Fé, Cidade das Flores



**JOTA BARROS**  
PROJETOS E ASSESSORIA

**LIGAÇÕES DOMICILIARES**

Será executada uma ligação domiciliar para cada prédio existente, em polietileno linear.

**4.1. DIMENSIONAMENTO DAS EQUIPES DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO**

O sistema deverá operar com dois funcionários que deverão ficar responsáveis pela vigilância dos equipamentos da captação e da operação de tratamento da água.

**SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA  
PROJETO BÁSICO**



Prefeitura de  
**São Benedito**  
Cidade da Fé, Cidade das Flores



**JOTA BARROS**  
PROJETOS E ASSESSORIA

**5.0 MEMORIAL DE CÁLCULO**

Estão apresentados a seguir, os memoriais de cálculo para as várias unidades do Sistema de Adução, Tratamento, Reservação e Rede de Distribuição da localidade.

*[Handwritten signature]*

**SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA  
PROJETO BÁSICO**



Prefeitura de  
**São Benedito**  
Cidade da Fé, Cidade das Flores



**JOTA BARROS**  
PROJETOS E ASSESSORIA

**5.1. DIMENSIONAMENTO DAS VAZÕES DO SISTEMA**

*[Handwritten signature]*

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA  
PROJETO BÁSICO



Prefeitura de  
**São Benedito**  
Cidade da Fé, Cidade das Flores



**JOTA BARROS**  
PROJETOS E ASSESSORIA

52 *DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO (20 ANOS)*

**SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA  
PROJETO BÁSICO**



Prefeitura de  
**São Benedito**  
Cidade da Fé, Cidade das Flores



**JOTA BARROS**  
PROJETOS E ASSESSORIA

**53. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE RESERVAÇÃO/TRATAMENTO**

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA  
PROJETO BÁSICO



Prefeitura de  
**São Benedito**  
Cidade da Fé, Cidade das Flores



**JOTA BARROS**  
PROJETOS E ASSESSORIA

54. *DIMENSIONAMENTO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO.*



Prefeitura de  
**São Benedito**  
Cidade de Fé, Cidadão das Flores

PLAILHA DE CÁLCULO  
REDE RAMIFICADA - DISTRIBUIÇÃO D'ÁGUA  
MUNICÍPIO: SÃO BENEDITO  
LOCALIDADE: CHAPADA I

NÚMERO	NÓS		COMP. (m)	VAZÃO (l/s)			DIÂM. (mm)	VELOC. (m/s)	P. DE CARGA	C. PIEZOM. JUSANTE (m)	C. TERRENO JUSANTE (m)	P. DISP. JUSANTE (m)
	JUSANTE	MONTANTE		JUSANTE	EM MARCHA	MONTANTE						
1	1	4	250	0,092	0,092	0,046	50	0,02	0,020	851,680	821,330	30,350
2	2	4	56	0,021	0,021	0,010	50	0,01	0,010	851,690	830,810	20,880
3	3	4	43	0,016	0,016	0,008	50	0,01	0,010	851,690	823,540	28,150
4	4	6	120	0,044	0,172	0,150	50	0,06	0,040	851,700	826,730	24,970
5	5	6	259	0,095	0,095	0,047	50	0,02	0,020	851,720	845,800	5,920
6	7	8	50	0,018	0,018	0,009	50	0,01	0,010	851,780	830,690	21,090
7	6	8	84	0,031	0,297	0,282	50	0,12	0,050	851,740	829,210	22,530
8	9	10	47	0,017	0,017	0,009	50	0,01	0,010	851,840	831,050	20,790
9	8	10	86	0,031	0,347	0,331	50	0,14	0,060	851,790	827,580	24,210
10	11	12	60	0,022	0,022	0,011	50	0,01	0,010	851,860	831,920	19,940
11	10	12	30	0,011	0,375	0,370	50	0,15	0,020	851,850	828,880	22,970
12	12	14	444	0,163	0,560	0,479	50	0,20	0,480	851,870	829,440	22,430
13	13	14	59	0,022	0,022	0,011	50	0,01	0,010	852,340	834,630	17,710
14	14	16	60	0,022	0,603	0,592	50	0,25	0,110	852,350	836,770	15,580
15	15	16	84	0,031	0,031	0,015	50	0,01	0,010	852,450	833,630	18,820
16	16	18	92	0,034	0,668	0,651	50	0,27	0,170	852,460	837,540	14,920
17	17	18	70	0,026	0,026	0,013	50	0,01	0,010	852,620	839,250	13,370
18	18	20	82	0,030	0,723	0,708	50	0,30	0,200	852,630	834,110	18,520
19	19	20	140	0,051	0,051	0,026	50	0,01	0,010	852,820	741,850	110,970
20	20	22	266	0,097	0,872	0,823	50	0,35	0,830	852,830	836,580	16,250
21	21	22	252	0,092	0,092	0,046	50	0,01	0,010	853,650	843,380	10,270

Handwritten signature and number 2277.

Handwritten signature.



# SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO



Prefeitura de  
**São Benedito**  
Cidade da Fé, Cidade das Flores



## 6.0 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

### 6.1. APRESENTAÇÃO

A presente especificação técnica tem caráter genérico, e visam orienta a execução das obras de construção do sistema de abastecimento de água que atendera a localidade.

Assim sendo, deverão ser admitidas como válidas as que forem necessárias as execuções dos serviços, observados no projeto.

### 6.2. INSTALAÇÕES DA OBRA

#### 6.2.1. CANTEIRO DE OBRAS

Todos os materiais, equipamentos e demais instrumentos de serviços, deverão ser transportados pelo contratado para atender as necessidades de execução das obras de acordo com imposição natural do porte e projeto específico.

O transporte dos equipamentos à obra bem como sua remoção para eventuais consertos, ou remoção definitiva da obra ocorrerá por conta e risco da contratada.

#### 6.2.2. PLACA DE OBRA

A placa de obra deverá obedecer aos padrões estabelecidos pelo **Governo Federal**, conforme detalhe a baixo:

8x





## SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO



P M S  
F L S N° 1127  
Prefeitura de  
**São Benedito**  
Cidade da Fé, Cidade das Flores



### 6.3.2. ESPECIFICAÇÕES DOS EQUIPAMENTOS DE BOMBEAMENTO

Conjuntos motor-bomba Submersos:

Os conjuntos motor-bomba Submersos a serem fornecidos seguirão as exigências da Contratante e demais normas de fabricantes instalados no Brasil, com as seguintes características básicas:

- Os conjuntos motor-bomba serão fornecidos com motores blindados, totalmente em aço inoxidável, hermeticamente fechado, trifásico, com voltagem e potência adequada ao consumo do bombeador. O bombeador deverá ser multiestágio, cujo dimensionamento seguirá sempre a faixa ótima de rendimento do modelo.
- O conjunto motor-bomba submerso independente da potência, deverão ser fornecidos com motores totalmente em aço inoxidável AISI 304, tipo blindado, bombeador com cápsula externa, corpo de válvula, válvula, câmaras intermediárias, rolamentos, corpo de aspiração, sucção, acoplamento, crivo, eixo, rotores e difusores em aço inoxidável AISI 304.

### 6.3.3. PINTURA DOS EQUIPAMENTOS

Todas as superfícies metálicas, não condutoras de corrente elétrica, deverão ser pintadas e submetidas a tratamento adequado, o qual deverá proporcionar boa resistência a óleos e graxas em geral, garantindo durabilidade, inalterabilidade das cores, resistência à corrosão, boa aparência e fino acabamento.

Os armários dos painéis dos quadros de comando deverão receber pintura eletrostática e acabamento em pintura sintética.

### 6.3.4. EXECUÇÃO DE ABRIGO PARA QUADRO DE COMANDO E PROTEÇÃO

A construção do abrigo será executada com fechamento em alvenaria de tijolo maciço assentado de meia vez com reboco constituído de argamassa mista de cal e areia e deverá ser pintada com tinta branca à base de cal até três demãos.

Deverá ser instalado, na parte externa, ponto de luz sobre a porta, abaixo da laje de cobertura e através da instalação de um cachimbo de PVC deverá servir para entrada da fiação do quadro elétrico.

Estes serviços deverão ser executados rigorosamente de acordo com o projeto, dimensões e padrões contidos nos desenhos de detalhes, levando-se em consideração a distância das unidades.

### 6.3.5. PROTEÇÃO PARA POÇOS TUBULARES.

A proteção do poço tubular consistirá em dois anéis pré-moldados de concreto e tampa também em concreto. O assentamento dos anéis deverá ser feito sobre a laje de

## SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO



Prefeitura de  
**São Benedito**  
Cidade da Fé, Cidade das Flores



proteção construída conforme especificado. Feita a colocação dos anéis, deverá ser colocada a tampa com uma sub-tampa que servirá de acesso às instalações. A sub-tampa deverá ser alinhada verticalmente com a boca do poço.

Estes serviços deverão ser executados rigorosamente de acordo com o projeto, dimensões e padrões contidos nos desenhos de detalhes, levando-se em consideração a distância das unidades.

### 6.3.6. SERVIÇOS HIDRÁULICOS E ELÉTRICOS PARA MONTAGEM DE EQUIPAMENTOS

#### Conjunto Motor-bomba Submerso

Para a instalação de bombas submersas serão necessários dois pares de braçadeiras, adequadas ao diâmetro externo dos tubos de recalque, bem como de um dispositivo de elevação confiável (tripé com talha) com capacidade de carga adequada aos serviços.

Antes da instalação, verificar se o conjunto motor-bomba não foi danificado no transporte; se o cabo não sofreu ruptura na isolação e examinar a voltagem do equipamento (na placa de identificação) para ver se corresponde à voltagem da rede onde será ligada.

Para união dos cabos das bombas submersas com os cabos de alimentação que estiverem dentro do poço, em contato com a água, será necessária a utilização de isolamento tipo mufla, apropriada e recomendada para o uso dentro da água.

O painel de comando elétrico deve estar devidamente instalado, ligado à rede elétrica e pronta para ser usado. A ligação provisória será solicitada pela CONTRATADA, que ao final dos serviços transferirá a titularidade para a COMPANHIA.

A ligação do cabo elétrico ao conjunto Motor-bomba deve ser feita antes da ligação ao painel de comando elétrico.

Para a montagem ao equipamento, deverá ser checada a metragem da tubulação de recalque e cabo isolado adequados à profundidade de instalação da bomba.

Para içar e descer o conjunto Motor-bomba deverá ser usado um pendurador ou cabeçote, bem como trava mecânica para interromper a descida e fazer a conexão dos tubos.

Não se esquecer de encher a bomba com água antes de descê-la. Terminando o rosqueamento do último módulo tubo-luva, o conjunto deve ser apoiado e preso na abertura do poço. O apoio deverá ser feito com uma abraçadeira de tubo sobre a tampa do poço, a qual deve ter sido colocada antes de se conectar a última barra de tubo.

### 6.3.7. QUADRO ELÉTRICO DE COMANDO E PROTEÇÃO

Os quadros de comando deverão ser instalados no interior da casa de proteção

## SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO



Prefeitura de  
**São Benedito**  
Cidade da Fé, Cidade das Flores



**JOTA BARROS**  
PROJETOS E ASSESSORIA

de um só compartimento, construída em alvenaria e seu acesso se fará através de portinhola com trinco ou maçaneta, conforme projeto.

Os quadros de comando e proteção dos conjuntos motor-bomba, a serem fornecidos seguirão os padrões da Companhia, com as seguintes características básicas:

- Quadros de Comando e Proteção para Conjunto Motor-bomba até 6,5 cv (inclusive): partida direta padrão da Companhia, com amperímetro, voltímetro, horímetro, relê falta de fase, rele de nível com eletrodos.
- Quadro de Comando e Proteção para Conjunto Motor-bomba acima de 6,5 cv: com chave seccionadora tri polar, voltímetro 96 x 96 com comutador, transformador de corrente, amperímetro 96 x 96 com comutador, chave softstarter, horímetro 220 v, 6 dígitos, botão liga/desliga, chave seletora manual/automática, canelotas de proteção de fios, rele falta de fase e rele de nível com eletrodos.

A ligação entre o quadro de comando e a rede elétrica deve estar "aberta". Conectar o cabo que vem da bomba ao quadro, conforme instruções nele afixadas. Em seguida, energizar o quadro de comando.

### 6.3.8. FIAÇÃO

O fornecimento deverá incluir toda a fiação, interligando as diversas peças, componentes e acessórios entre si.

A fiação de comando e controle deverá ser executada em condutores de cobre flexíveis de bitola adequada as correntes a serem transportadas, porém, não inferior a 1,5mm<sup>2</sup>.

No interior da casa de proteção, a fiação deverá ser instalada em canaleta de plástico, perfurada, de tampas removíveis, fixadas por parafusos ou braçadeiras.

A fiação exposta deverá ser a mínima possível, e sempre amarrada em grupos compactos, protegidos por espiral plástico, de modo a formar um único "feixe", instalados nos cantos horizontais e verticalmente, com dobras quase retas.

Para facilitar a manutenção, a fiação interna deverá obedecer aos seguintes códigos de cores:

- Secundário: amarelo;
- Aterramento: preto;
- Circuito de comando: cinza;
- Circuito de força: vermelho.

Todas as juntas e derivações deverão ser prateadas e os acessórios de conexão, tais como parafusos, porcas e arruelas, deverão ser de aço inoxidável.

As juntas e derivações deverão ser adequadamente preparadas e rigidamente aparafusadas de maneira a assegurar máxima condutibilidade.

## SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO



Prefeitura de  
**São Benedito**  
Cidade da Fé, Cidade das Flores



As bitolas mínimas dos condutores nas instalações deverão ser:

- Número 14 AWG: 1,5mm<sup>2</sup> para as entradas internas;
- Número 12 AWG: 2,5mm<sup>2</sup> para as ligações dos aparelhos de iluminação;
- Número 10 AWG: 4,0mm<sup>2</sup> para as entradas aéreas ou externas.

### 6.3.9. TESTE DE INSPEÇÃO

Caberá à fiscalização proceder os testes dos equipamentos em bancadas montadas na Unidade de Negócio respectiva, verificando se os equipamentos atendem às características técnicas tais como vazão, altura manométrica e rendimento solicitados, compatíveis com as curvas de operação apresentadas pelo fabricante e em conformidade com o projeto. Havendo divergência, a fiscalização comunicará ao responsável que deverá tomar as providências devidas à substituição do equipamento, responsabilizando-se inclusive pelos custos de frete e despesas adicionais.

### 6.3.10. INFORMAÇÕES OPERACIONAIS

A contratada deverá afixar na parte interna da porta do abrigo do quadro elétrico uma ficha contendo informações básicas para operação, tais como: características gerais do poço (profundidade, NE, ND e Q), dados gerais da bomba (Q, AMT e P), dados de instalação (profundidade do bombeador, profundidade dos eletrodos de nível), etc.

## 6.4. MOVIMENTO DE TERRA

### 6.4.1. MATERIAL DE 1ª CATEGORIA

Solo arenoso: agregação natural, constituído de material solto sem coesão, pedregulhos, areias, siltes, argilas, turfas ou quaisquer de suas combinações, com ou sem componentes orgânicos. Escavado com ferramentas manuais, pás, enxadas, enxadões;

Solo lamacento: material lodoso de consistência mole, constituído de terra pantanosa, mistura de argila e água ou matéria orgânica em decomposição. Removido com pás, baldes, "drag-line";

### 6.4.2. MATERIAL DE 2ª CATEGORIA

P M S B  
F.L.S.N° 1125

## SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO



Prefeitura de  
**São Benedito**  
Cidade da Fé, Cidade das Flores



**JOTA BARROS**  
PROJETOS E ASSESSORIA

Solo de terra compacta: material coeso, constituído de argila rija, com ou sem ocorrência de matéria orgânica, pedregulhos, grãos minerais. Escavado com picaretas, alavancas, cortadeiras;

Solo de moledo ou cascalho: material que apresenta alguma resistência ao desagregamento, constituído de arenitos compactos, rocha em adiantado estado de decomposição, seixo rolado ou irregular, matacões, "pedras-bola" até 25cm. Escavado com picaretas, cunhas, alavancas;

### 6.4.3. MATERIAL EM ROCHA

Solo de rocha branda: material com agregação natural de grãos minerais, ligados mediante forças coesivas permanentes, apresentando grande resistência à escavação manual, constituído de rocha alterada, "pedras-bola" com diâmetro acima de 25cm, matacões, folhelhos com ocorrência contínua. Escavado com rompedores, picaretas, alavancas, cunhas, ponteiras, talhadeiras, fõgachos e, eventualmente, com uso de explosivos;

Solo em rocha são a fogo: materiais encontrados na natureza que só podem ser extraídos com emprego de perfuração e explosivos. A desagregação da rocha é obtida utilizando-se da força de explosão dos gases devido à explosão. Enquadramos as rochas duras como as rochas compactas vulgarmente denominada, cujo volume de cada bloco seja superior a 0,5m<sup>3</sup> proveniente de rochas graníticas, gnaisse, sienito, grés ou calcário duros e rocha de dureza igual ou superior à do granito.

Neste tipo de extração dois problemas importantíssimos chamam à atenção: vibração e lançamentos produzidos pela explosão. A vibração é o resultado do número de furos efetuados na rocha com martetele pneumático e ainda do tipo de explosivos e espoletas utilizados. Para reduzir a extensão, usa-se uma rede para amortecer o material da explosão. Deve ser adotado técnica de perfurar a rocha com as perfuratrizes em pontos ideais de modo a obter melhor rendimento do volume expandido, evitando-se o alargamento desnecessário, o que denominamos de DERROCAMENTO.

Essas cautelas devem fazer parte de um plano de fogo elaborado pela CONTRATADA onde possam estar indicados: as cargas, os tipos de explosivos, os tipos de ligações, as espoletas, método de detonação, fonte de energia (se for o caso).

As escavações em rocha deverão ser executadas por profissional devidamente habilitado.

Nas escavações com utilização de explosivos deverão ser tomadas todas as precauções exigidas pelas normas regidas pelos órgãos reguladores desse tipo de serviço. A seguir, lembramos alguns desses cuidados:

- A aquisição, o transporte e a guarda dos explosivos deverão ser feitas obedecendo as prescrições legais que regem a matéria.

## SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO



Prefeitura de  
**São Benedito**  
Cidade da Fé, Cidade das Flores



**JOTA BARROS**  
PROJETOS E ASSESSORIA

- As cargas das minas deverão ser reguladas de modo que o material por elas expelidos não ultrapassem a metade da distância do desmonte à construção mais próxima.
- A detonação da carga explosiva é precedida e seguida de sinais de alerta.
- Destinar todos os cuidados elementares quando à segurança dos operários, transeuntes, bens móveis, obras adjacentes e circunvizinhança e para tal proteção usar malha de cabo de aço, painéis etc., para impedir que os materiais sejam lançados à distância. Essa malha protetora deve ter a dimensão de 4m x 3 vezes a largura da cava, usando-se o material: moldura em cabo de aço  $\varnothing 3/4"$ , malha de  $5/8"$ . A malha é quadrada com 10cm de espaçamento. A malha é presa com a moldura, por braçadeira de aço, parafusada, e por ocasião do fogo deverá ser atirantada nos bordos cobrindo a cava. Como auxiliares serão empregadas também uma bateria de pneus para amortecimento da expansão dos materiais.
- A carga das minas deverá ser feita somente quando estiver para ser detonada e jamais na véspera e sem a presença do encarregado do fogo (Blaster). Devido a irregularidade no fundo da vala proveniente das explosões é indispensável a colocação de material que regularize a área para assentamento de tubulação. Este material será: areia, pó de pedra ou outro de boa qualidade com predominância arenosa. A escavação em pedra solta ou rocha terá sua profundidade acrescida de até 15cm para colocação de colchão (lastro ou berço) de material já especificado.

### 6.4.4. ESCAVAÇÃO EM QUALQUER TIPO DE SOLO EXCETO ROCHA

Este tipo de escavação é destinada a execução de serviços para construção de unidades tais como:

Reservatórios, Escritórios, ETAS, etc. Somente para serviços de Rede de água e esgoto, adutora se faz distinção de solo.

As escavações serão feitas de forma a não permitir o desmoronamento. As cavas deverão possuir dimensões condizentes com o espaço mínimo necessário ali desenvolvido.

O material escavado será depositado a uma distância das cavas que não permita o seu escorregamento ou enxurrada. As paredes das cavas serão executadas em forma de taludes, e onde isto não seja possível em terreno de coesão insuficiente, para manter os cortes aprumados, fazer escoramentos.

As escavações podem ser efetuadas por processo manual ou mecânico de acordo com a conveniência do serviço. Não será considerado altura das cavas, para efeito de classificação e remuneração.

## SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO



Prefeitura de  
**São Benedito**  
Cidade da Fé, Cidade das Flores



**JOTA BARROS**  
PROJETOS E ASSESSORIA

### 6.5. CONSIDERAÇÕES ESPECÍFICAS

#### 6.5.1. TRANSITO E SEGURANÇA

A contratada é responsável pela sinalização adequada, conforme padrão vigente pela contratante, devendo portanto, efetuar os serviços o mais rápido possível à fim de evitar transtorno à via publica.

#### 6.5.2. LOCAÇÃO E ABERTURA DE VALAS

A tubulação deverá ser locada com o projeto respectivo admitindo-se certa flexibilidade na escolha definitiva de sua posição em função das peculiaridades da obra.

Os níveis indicados no projeto deverão ser obedecidos, devendo-se fixar-se, previamente o RN Geral a seguir. A vala deve ser escavada de modo a resultar numa secção retangular.

Caso o solo não possua coesão suficiente para permitir a estabilidade das paredes, admi-se taludes inclinados a partir do dorso do tubo, desde que não ultrapasse o limite de inclinação de 1:4.

A largura da vala devera ser tão reduzida quanto possível, respeitando-se o limite de D + 30 cm, onde D é o diâmetro externo do tubo a assentar. Logo, para os diversos diâmetros as valas terão as seguintes larguras no máximo.

- Ø 50mm à 150 mm ..... 0,50m;
- Ø 200mm à 250 mm ..... 0,70m;
- Ø 300mm ..... 0,80m;
- Ø 350mm ..... 1,00m;
- Ø 450mm à 500 mm ..... 1,10m;
- Ø 550mm à 700 mm ..... 1,20m;
- Ø 800mm à 1000 mm ..... 1,40m.

As valas para receberem a tubulação serão escavadas segundo a linha do eixo, obedecendo o projeto.

Os diâmetros as valas terão as seguintes profundidades:

- Ø 50mm à 100 mm ..... 0,90m;
- Ø 125mm à 200 mm ..... 1,00m;
- Ø 250mm à 300mm..... 1,10m;
- Ø 350mm à 500mm..... 1,20m;
- Ø 550mm à 600 mm ..... 1,40m;
- Ø 650mm à 700 mm ..... 1,50m;

P M S B  
E L S N° 7728

## SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO



Prefeitura de  
**São Benedito**  
Cidade da Fé, Cidade das Flores



**JOTA BARROS**  
PROJETOS E ASSESSORIA

- Ø 800mm ..... 1,60m;
- Ø 900mm ..... 1,70m;
- Ø 1000mm ..... 1,80m.

A escavação será feita pelo processo manual ou mecânico, julgado mais eficiente. Quando a escavação for mecânica, as valas deverão ter o seu fundo regularizado manualmente antes do assentamento da tubulação.

Nos casos de escavações em rocha, serão utilizados explosivos.

O material escavado será colocado de um lado da vala, de tal modo que, entre a borda de escavação e o pé do monte de terra, fique pelo menos um espaço de 0,40m.

A fiscalização poderá exigir escoramento das valas, que poderá ser do tipo contínuo ou descontínuo, se a obra assim o exigir.

As valas deverão ser abertas e fechadas no mesmo dia, principalmente nos locais de grandes movimentos.

### 6.5.3. COMPACTAÇÃO EM VALAS

A compactação de aterros/reaterros em valas será executado manualmente, em camadas de 20 cm, até uma altura mínima de 30 cm acima da geratriz superior das tubulações, passando então, obrigatoriamente, a ser executada mecanicamente com utilização de equipamento tipo "sapo mecânico", também em camadas de 20cm. As camadas deverão ser compactadas na umidade ótima (mais ou menos 3%) até se obter pelo ensaio normal de compactação grau igual ou superior a 95% do Proctor Normal comprovado por meio de laudo técnico.

Quando o desmonte de rocha ultrapassar os limites fixados, a contratada deverá efetuar o aterro de todo o vazio formado pela retirada do material, adotando as mesmas prescrições técnicas. O volume em excesso não será considerado, para efeito de pagamento.

Os defeitos surgidos na pavimentação executada sobre o reaterro, causados por compactação inadequada, serão de total responsabilidade da contratada.

### 6.5.4. COMPACTAÇÃO EM CAVAS DE OUTROS TIPOS

Dependendo das dimensões do aterro, do tipo de solo, do grau de compactação que se queira obter, a compactação em cavas poderá ser feita através de soquetes, sapos mecânicos, placas vibratórias, pé de carneiro, rolos, etc.

Quando o desmonte de rocha ultrapassar os limites fixados, a contratada deverá efetuar o aterro de todo o vazio formado pela retirada do material, adotando as mesmas prescrições técnicas. O volume em excesso não será considerado, para efeito de pagamento.

O processo a ser adotado na compactação de cavas, bem como as espessuras máximas das camadas, está sujeito à aprovação da fiscalização.

## SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO



Prefeitura de  
**São Benedito**  
Cidade da Fé, Cidade das Flores



Considera-se necessária a compactação mecânica, em cavas, sempre que houver a adição de solo adquirido ou substituição. Basicamente é um processo de adensamento de solos, através da redução dos índices de vazios, para melhorar seu comportamento relativo à capacidade de suporte, variação volumétrica e impermeabilização.

A sequência normal dos serviços deverá atender aos itens específicos abaixo:

- Lançamento e espalhamento do material, procurando-se obter aproximadamente a espessura solta adotada;
- regularização da camada de modo que a sua espessura seja 20 a 25% maior do que a altura final da camada, após a compactação;
- homogeneização da camada pela remoção ou fragmentação de torrões secos, material conglomerado, blocos ou matacões de rocha alterada, etc.;
- determinação expedita da umidade do solo, para definir a necessidade ou não de aeração ou umedecimento do solo, para atingir a umidade ótima;

### 6.5.5. JAZIDA

É a denominação do local utilizado para extração de materiais destinados à provisão ou complementação dos volumes necessários à execução de aterros ou reaterros, nos casos em que haja insuficiência de material ou não seja possível o reaproveitamento dos materiais escavados.

A qualidade dos materiais será função do fim a que se destina e será submetida à aprovação da fiscalização.

Deverão ser apresentados documentos que comprovem a compra, posse ou autorização do proprietário e licença de extração do material da jazida junto ao órgão competente.

### 6.5.6. CORTE E ATERRO COMPENSADO

Em determinadas situações, é possível que a terraplanagem seja basicamente de acerto na conformação do terreno, não envolvendo nem aquisição nem expurgo de material. Para tanto, utiliza-se trator de esteira para fazer tal trabalho, não devendo a distância entre os centros geométricos dos volumes escavados e dos aterrados ser superior a 40,00 m. Caso esta distância ultrapasse os 40,00m, recomenda-se a utilização de caminhões para realizar o transporte.

As valas serão escavadas com mínima largura possível e, para efeito de medição, salvo casos especiais, devidamente, verificados e justificados pela FISCALIZAÇÃO, tais como: terrenos acidentados, obstáculos superficiais, ou mesmo subterrâneos, serão consideradas as larguras e profundidades seguintes, para as diferentes bitolas de tubos.

**SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA  
PROJETO BÁSICO**



Prefeitura de  
**São Benedito**  
Cidade da Fé, Cidade das Flores



**JOTA BARROS**  
PROJETOS E ASSESSORIA

**6.5.7. FORMA DE DETERMINAÇÃO DE VOLUME ( MÓ Ó )**

Toma-se a média das profundidades da camada de um trecho situado entre 2 (dois) piquetes consecutivos através da fórmula seguinte:

$$HM = \frac{h1 + h2}{2}$$

Onde h1 é a profundidade no primeiro piquete e h2 a do segundo, estando o trecho situado entre o primeiro e o segundo piquete, e assim sucessivamente até completar a distância entre 2 (dois) poços consecutivos.

Para a determinação da extensão total da vala considera-se a distância entre os eixos 2 (dois) poços consecutivos.

A somatória dos resultados entre piquetes (inteiro ou fracionário) no trecho compreendido entre 2 (dois) poços consecutivos, multiplicado pela média das profundidades e largura especificada, será o volume total escavado.

**6.5.8. CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE DE SOLOS**

Uma vez verificado que os materiais proveniente das escavações das valas, ou ainda, dos materiais de demolição não possuem a qualidade necessária para reaproveitamento, classificando-se como imprestáveis, a FISCALIZAÇÃO determinará a imediata remoção para local apropriado, chamado então de "bota-fora".

Poderemos, também, ter a necessidade de remoção de material de escavação para futuro reaproveitamento, apenas está sendo afastado da área de trabalho com distância até 500 metros por conveniências técnicas dos serviços, mas autorizado pela FISCALIZAÇÃO.

Para ambos os casos, os serviços consistem na carga, transporte e descarga dos materiais removidos, ficando a critério da Fiscalização a autorização do volume. A distância admitida para lançamento será de até 5 km.

**6.6. RESERVATÓRIO**

**Estrutura**

Toda a estrutura do reservatório será em concreto armado utilizando para a execução o sistema de anéis pré-moldados para a torre, complementado com lajes em concreto pré-moldado.

P M S B  
E L S N° 7137

## SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO



Prefeitura de  
**São Benedito**  
Cidade da Fé, Cidade das Flores



**JOTA BARROS**  
PROJETOS E ASSESSORIA

O sistema emprega anéis pré-moldados com dimensões adequadas ao volume do reservatório e à altura da torre.

A espessura mínima dos anéis é de 8 cm, com tolerância de  $\pm 5$  mm, respeitadas as prescrições da NBR 6118 quanto ao cobrimento da armadura visando a durabilidade da estrutura.

Os anéis são sobrepostos a partir da base sobre o bloco de fundação de forma a garantir a verticalidade da torre.

As lajes intermediárias pré-moldadas devem ser maciças montadas concomitantemente com a evolução da montagem em cada nível previsto no projeto.

Fundação e bases a serem executadas de acordo com o projeto específico.

Obedecer rigorosamente o projeto de estrutura do reservatório, o de seus elementos constituintes e as normas da ABNT, particularmente aquelas citadas neste documento.

Para os anéis e lajes pré-moldados, o concreto utilizado deve ser da classe C30 ou superior atendido ao disposto na NBR 9062.

Para a armadura deve ser obedecido o disposto na Ficha S4-01.

O fabricante ou construtor deve apresentar amostras representativas da qualidade especificada, a ser aprovada pela fiscalização e servir de parâmetro de comparação do produto acabado.

Os encarregados de produção e de controle de qualidade no desempenho de suas funções deverão atender às Normas pertinentes e dispor, pelo menos, das especificações e procedimentos seguintes:

- anéis e lajes: controle das dimensões, transporte e montagem;
- armadura: diâmetro dos pinos para dobramento das barras, manuseio, transporte, armazenamento, estado superficial, limpeza e cuidados;
- concreto: dosagem, amassamento, consistência, descarga da betoneira, transporte, lançamento, adensamento e cura;
- manuseio e armazenagem dos elementos: utilização de cabos, balancins ou outros meios para suspensão dos elementos, pontos de apoio, método de empilhamento, cuidados e segurança contra acidentes.

As aberturas para portas, janelas e outras poderão ser feitas na obra da seguinte forma:

- Fazer o corte com 3 cm além da abertura necessária, utilizando serra diamantada, furadeira elétrica, ou similares, sem impacto. É vedado o uso de marteletes, rompedores a ar comprimido, marretas e equipamentos de impacto em geral;
- Recompôr os 3 cm em todo o perímetro com argamassa polimétrica, de forma a satisfazer as dimensões das peças a serem fixadas;
- Após cura da argamassa instalar os batentes, esquadrias ou outros. Furos para tubulações nas áreas molhadas devem ser feitos com serra-copo e

## SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO



Prefeitura de  
**São Benedito**  
Cidade da Fé, Cidade das Flores



as tubulações fixadas através de flanges rosqueadas e vedadas com juntas elastoméricas ou plásticas. Os furos de saída ou entrada de tubulações devem ser feitos com serra-copo nas áreas secas das paredes.

Executar a impermeabilização (interna) conforme a Ficha S10-02 e detalhes de projeto.

Executar a impermeabilização (externa) conforme a Ficha S10-09.

Fixações de escadas, guarda-corpos e outros devem ser feitas com buchas de fixação em concreto tipo expansão, não de impacto, de modo a não vazarem as paredes do reservatório, conforme fichas de componentes EM-05, EM-06 e PF-19.

### **Materiais**

O concreto deve obedecer, quanto aos seus constituintes a norma NBR 12.654 – “Controle tecnológico de materiais componentes do concreto” e quanto à sua produção e controle, a norma NBR 12.655 – “Concreto – Preparo, Controle e Recebimento”.

O aço deve obedecer os requisitos das normas NBR 7480, NBR 7481, NBR 7482 e NBR 7483.

O concreto e o aço devem obedecer as prescrições da NBR 6118 quanto à sua resistência mecânica e demais propriedades físicas e a NBR 14931 quanto à execução.

Os anéis e as lajes pré-moldados devem obedecer a NBR 9062 no que for pertinente.

### **Acabamento**

Devem ser eliminadas as rebarbas e partes soltas eventualmente existentes.

Devem ser limpas e, eventualmente, lixadas as partes da estrutura externa do reservatório com diferenças sensíveis de coloração.

#### **6.6.1. TUBULAÇÕES DE ENTRADA**

A entrada de água pode ser feita em qualquer posição de altura do reservatório. Entretanto, duas posições de entrada prevalecem, a entrada acima do nível de água (entrada livre) e a entrada afogada.

A velocidade de água na tubulação de entrada não pode exceder o dobro da velocidade na adutora que alimenta o reservatório. No caso de entrada afogada em reservatórios de montante, a tubulação de entrada deve ser dotada de dispositivo destinado a impedir o retorno de água.

A diferença de altura entre a entrada livre e a afogada poderá variar de 2 a 10 m, dependendo do tipo de reservatório (enterrado, apoiado ou elevado), de modo que,

P M S B  
1733

## SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO



Prefeitura de  
**São Benedito**  
Cidade da Fé, Cidade das Flores



**JOTA BARROS**  
PROJETOS E ASSESSORIA

com a entrada afogada poderá haver uma economia substancial de energia elétrica.

Quando o reservatório ficar cheio, a entrada deve ser fechada por meio de válvula automática comandada pelo nível do reservatório, como por exemplo, os registros automáticos de entrada.

O diâmetro da tubulação de entrada é usualmente o mesmo da adutora. Se existirem duas câmaras, haverá uma entrada para cada câmara. As tubulações e peças com flanges devem ficar dentro de um poço com acesso para a manobra dos registros.

### 6.6.2. TUBULAÇÕES DE SAÍDA

A velocidade da água nas tubulações de saída não deve exceder uma vez e meia a velocidade na tubulação da rede principal imediatamente a jusante. A saída de água deve ser adotada de sistema de fechamento por válvula, comporta ou adufa, manobrada por dispositivo situado na parte externa do reservatório. A jusante do sistema de fechamento deve ser previsto dispositivo destinado a permitir a entrada de ar na tubulação.

Para o reservatório elevado, a tubulação de saída encontra-se na laje de fundo, situando-se o nível mínimo pouco acima.

### 6.6.3. EXTRAVASOR

O reservatório deve ser provido de um extravasor com capacidade para a vazão mínima afluyente. A água de extravasão deve ser coletada por um tubo vertical que descarregue livremente em uma caixa, e daí encaminhada por conduto livre a um corpo receptor adequado. A folga mínima entre a cobertura do reservatório e o nível máximo atingido pela água em extravasão é de 0,30m. Deve ser previsto dispositivo limitador ou controlador do nível máximo, para evitar a perda de água pelo extravasor.

### 6.6.4. VENTILAÇÃO

Devido à oscilação da lamina d' água é necessário abertura de ventilação para a saída de ar quando a lâmina sobe e a entrada de ar quando a lamina desce, de modo a evitar os esforços devido ao aumento e diminuição da pressão interna.

A vazão de ar para dimensionamento deve ser igual à máxima vazão de saída de água do reservatório.

As ventilações são constituídas por tubos com uma curva, ficando a sua abertura voltada para baixo, protegida por tela fina, de modo a impedir a entrada de insetos, águas de chuva e poeiras.

### 6.6.5. ACESSO AO RESERVATÓRIO

## SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO



Prefeitura de  
**São Benedito**  
Cidade da Fé, Cidade das Flores



Os reservatórios devem ter na sua laje de cobertura aberturas que permitam o fácil acesso ao seu interior, bom como, escadas fixadas nas paredes. A abertura mínima devesse medir 0,60m X 0,60m livres.

### 6.6.6. FUNDAÇÕES E LAJES

Dependendo da taxa de resistência do solo, o reservatório será construído sobre estacas ou em fundações diretas. No primeiro caso a laje de fundo apóia-se sobre vigamento construído sobre as estacas e no segundo caso, apóia-se diretamente sobre o solo, que deve ser removida a cada camada da terra orgânica, e ter uma camada de pedra apiloada sobre a qual será construída a laje.

### 6.6.7. PAREDES E COBERTURA

As paredes dos reservatórios enterrados são calculadas para a hipótese mais desfavorável do reservatório funcionar vazio e cheio, com e sem terra no lado externo.

As paredes dos reservatórios de forma circular em planta podem ser calculadas com concreto protendido, diminuindo sensivelmente a espessura necessária.

A cobertura nos reservatórios retangulares pode ser uma laje comum, apoiada sobre pilares, ou uma cúpula no caso de reservatórios circulares.

### 6.6.8. DRENOS DE FUNDOS

Para a detecção de vazamentos, há necessidade de ser construído dreno sob a laje de fundo do reservatório. Se o lençol freático estiver alto, é necessário o seu rebaixamento por outro sistema de drenos, de modo que o dreno de fundo só funcione quando houver vazamento do reservatório.

### 6.6.9. IMPERMEABILIZAÇÃO

Para garantir a estanqueidade do reservatório, deverá ser impermeabilizado com manta asfáltica do tipo armadura de filme de polietileno com espessura de 4mm.

## 6.7. DOSADOR DE CLORO

Deverão ser tomadas as seguintes providências:

- construir a base de apoio conforme projeto específico e com os chumbadores posicionados;
- locar o equipamento, referindo-se às tubulações, com marcação das medidas corretas para o posicionamento;
- locar o equipamento no lugar e nivelá-lo cuidadosamente;
- fixar o dosador, através de parafusos chumbadores, os quais têm a função de apenas manter o equipamento fixado e nivelado, não sendo

## SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO



P M S B  
F L S N° 1135  
Prefeitura de  
**São Benedito**  
Cidade da Fé, Cidade das Flores



**JOTA BARROS**  
PROJETOS E ASSESSORIA

permitido estabelecer o nivelamento por solicitação dos chumbadores. Tomar cuidado para que o equipamento tenha o seu apoio total sobre a base, o que será efetivado através de acertos, ajustes ou enchimentos com calços necessários;

- dar o acabamento necessário à base de apoio do equipamento, conforme projeto e/ou determinações da fiscalização;
- proceder reparos na pintura de proteção e de acabamento, se necessário;
- fazer os ajustes e a regulagem conforme o tipo de dosador, utilizando água limpa, simulando o funcionamento e executando medições volumétricas.

Tendo em vista que o rendimento e a eficiência dos dosadores são diretamente influenciados pela tubulação de alimentação e descarga das soluções, estas instalações deverão ser construídas rigorosamente dentro das especificações. Atentar especialmente que os conjuntos moto bomba dosadora nunca devam trabalhar "afogados" e que os dosadores de coluna necessitem de um diferencial de pressão para funcionar, já que o sistema é por gravidade.

### 6.7.1. INSTALAÇÃO DE CLORADOR

O clorador poderá ser de gabinete ou de parede. A tubulação e os acessórios que fazem a interligação do clorador ao cilindro de cloro, ou ao ponto de injeção do cloro na água, devem ser executadas com material resistente ao cloro, com vedação total nos pontos de junção. Normalmente o próprio fabricante do clorador fornece os tubos e acessórios para interligação. A instalação dos cloradores poderá ser feita pelo fabricante, ou por pessoal capacitado da contratada. As condições específicas de cada tipo de instalação, bem como a pressão necessária na tubulação de água que alimenta o ejetor, devem ser plenamente satisfeitas. Devem ser executados testes de funcionamento e estanqueidade da tubulação, para verificar possíveis vazamentos, aplicando-se jatos "spray" de amônia sobre os pontos de junção. Se houver vazamento de cloro, o mesmo reagirá com a amônia, o que será evidenciado pela formação de gás com aspecto de fumaça.

### 6.8. ASSENTAMENTO DE TUBULAÇÕES

#### 6.8.1. ESTOCAGEM

Toda a tubulação deverá ser retirada da embalagem em que veio do fornecedor, salvo se a estocagem for provisória para fins de redespacho. O local escolhido para estocagem deve ter declividade suficiente para escoamento das águas da chuva, deve ser firme, isento de detritos e de agentes químicos que possam causar danos aos materiais das tubulações.

## SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO



Prefeitura de  
**São Benedito**  
Cidade da Fé, Cidade das Flores



Recomenda-se não depositar os tubos diretamente sobre o solo, mas sim sobre proteções de madeira, quer sob a forma de estrados, quer sob a forma de peças transversais aos eixos dos tubos. Essas peças preferencialmente terão rebaixos que acomodem os tubos, os chamados berços, e terão altura tal que impeçam o contato das bolsas ou flanges, com o terreno. Quando da utilização de berços, a separação máxima entre eles será de 1,5 m.. Quando da utilização de estrados, devem ser tomadas precauções de modo a que as bolsas ou flanges não sirvam de apoio às camadas superiores.

É proibido misturar numa mesma pilha tubos de materiais diferentes ou, sendo do mesmo material, de diâmetros distintos. Camadas sucessivas de tubos poderão ou não ser utilizadas, dependendo do material e do diâmetro dos mesmos. Explicitamente por material temos as seguintes indicações: O tempo de estocagem deve ser o menor possível, a fim de preservar o revestimento da ação prolongada das intempéries. No caso de previsão de estocagem superior a 120 (cento e vinte) dias, deverá ser providenciada cobertura para as tubulações, sendo o ônus da contratada.

### 6.8.2. FERRO DÚCTIL (FD)

Para este material existem três métodos de empilhamento.

#### Método nº 1

A pilha é formada de leitos superpostos alternado-se em cada leito a orientação das bolsas dos tubos.

As bolsas dos tubos são justapostas e todas orientadas para o mesmo lado. Os corpos dos tubos são paralelos e são mantidos nesta posição por meio de calços de tamanho adequado colocado entre as pontas. O primeiro e o último tubo do leito são calçados por meio de cunhas fortes pregadas nas pranchas, uma a cada extremidade do tubo.

Os tubos do segundo leito são colocados entre os tubos do primeiro, porém com suas bolsas voltadas para o lado oposto, e de tal modo que o início das bolsas é posicionado a 10 cm além das pontas dos tubos da camada inferior. Assim os tubos estão em contato desde a ponta até 10 cm do início da bolsa.

Adota-se o mesmo procedimento com as camadas sucessivas (ver na Tabela "Altura de Estocagem" o número máximo de leitos aconselhado para cada classe e diâmetro de tubo). Este método exige o levantamento dos tubos pelas extremidades por meio de ganchos especiais.

#### Método nº 2

A pilha é constituída por leitos superpostos, sendo que todas as bolsas de todos os tubos em todos os leitos estão voltadas para o mesmo lado. Os leitos

## SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO



Prefeitura de  
**São Benedito**  
Cidade da Fé, Cidade das Flores



sucessivos são separados por espaçadores de madeira cuja espessura mínima consta na tabela abaixo:

Os tubos do primeiro leito são colocados conforme descrito no método nº 1. Todos os tipos de levantamento dos tubos podem ser usados com este método, que é o mais recomendado para estocagem dos tubos de grande diâmetros ( DN 700 a DN 1200).

Os tubos das demais camadas são colocados por cima dos espaçadores. Tanto estes como as bolsas das várias camadas devem ser alinhados verticalmente. O primeiro e o último tubo de cada leito devem ser calçados como os do primeiro (Ver na Tabela "Altura de Estocagem" o número máximo de leitos aconselhado para cada classe e diâmetro de tubo).

### Método nº 3

A pilha é constituída por leitos superpostos, estando os tubos de cada leito dispostos com as suas bolsas voltadas alternadamente para um lado e para o outro. Ademais, os tubos de dois leitos consecutivos são perpendiculares (estocagem quadrada ou "em fogueira").

Os tubos do primeiro leito são colocados como nos dois métodos anteriores. As bolsas são alternadamente voltadas para um lado e para o outro, com o início de cada uma posicionado a 5

cm da ponta dos tubos vizinhos. Os corpos dos tubos estão em contato. O primeiro e o último tubo devem ser calçados com cunhas.

Os tubos do segundo leito são dispostos da mesma maneira, porém perpendicularmente aos tubos da primeira fileira. Daí por diante adota-se o mesmo procedimento, de tal modo que o calçamento do primeiro e do último tubo de cada leito seja assegurado pelas próprias bolsas dos tubos do leito imediatamente inferior (Ver na Tabela "Altura de Estocagem" o número de leitos aconselhado para cada classe e diâmetro de tubo).

Este método reduz ao mínimo o gasto de madeira de calçamento, mas obriga a nivelar os tubos um por um. Não é um método muito aconselhado, pois apresenta riscos de danificação do revestimento externo devido ao contato pontual dos tubos empilhados diretamente uns sobre os outros.

### 6.8.3. PVC

A forma de estocagem preconizada é idêntica ao método nº 1 do FD. A altura máxima de empilhamento é de 1,5 m, independente de diâmetro. Lateralmente devem ser colocadas escoras verticais distanciadas entre si de, no máximo, 1,5 m. PRFV (PLÁSTICO REFORÇADO COM FIBRA DE VIDRO).

O tubo PRFV possui com "liner" (barreira química – superfície interna que entra em contato direto com o fluido) a resina, que proporciona alta resistência a

## SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO



Prefeitura de  
**São Benedito**  
Cidade da Fé, Cidade das Flores



**JOTA BARROS**  
PROJETOS E ASSESSORIA

altas temperaturas, produtos químicos e a abrasão. Existe a possibilidade de se escolher a resina a ser utilizada conforme o tipo de fluido a ser conduzido.

A tubulação será fornecida preferencialmente em tubos de 12 metros. A altura máxima de estocagem é de 2,00 m. Recomendam-se cuidados especiais em regiões sujeitas a ventos fortes, devido ao pequeno peso dos tubos.

O chamado tubo RPVC é um tubo PRFV que possui como "liner" o PVC que proporciona alta resistência a produtos químicos e a abrasão.

### 6.8.4. MANUSEIO E TRANSPORTE

Todo manuseio de tubulação deve ser feito com auxílio de cintas, sendo aceito o uso de cabos de aço com ganchos especiais revestidos de borracha ou plástico para tubulação de ferro dúctil.

Excepcionalmente poderão ser movidos manualmente, se forem de pequeno diâmetro. Admite-se também o uso de empilhadeira, com garfos e encontros revestidos de borracha, no caso de descarga de material. Os tubos não poderão ser rolados, arrastados ou jogados de cima dos caminhões, mesmo sobre pneus ou areia.

Os danos causados no revestimento externo dos tubos, por mau manuseio, deverão ser recuperados antes do assentamento, às expensas da empreiteira.

### 6.8.5. ANEL DE BORRACHA E ACESSÓRIOS

Os artefatos de borracha que compõem alguns dos tipos de junta devem ser estocados ao abrigo do sol, da umidade, da poeira, dos detritos e dos agentes químicos. A temperatura ideal de armazenagem é entre 5° e 25° C. De acordo com as normas brasileiras, os anéis de borracha têm prazo de validade para utilização, o qual deverá ser observado rigorosamente.

Os acessórios para junta flangeada, que são adquiridos separadamente da tubulação devem ser armazenados separadamente por tamanhos, ao abrigo das intempéries e da areia. No caso de juntas mecânicas cada uma deve ser estocada completa.

### 6.8.6. CONEXÕES

As conexões de pequeno diâmetro, em especial as de PVC e PEAD, são entregues pelos fornecedores em embalagens específicas por diâmetro e tipo de conexão. Recomenda-se que a estocagem seja feita dentro das embalagens originais. As conexões e diâmetros maiores devem ser estocadas separadamente por tipo de conexão, material e diâmetro, cuidando-se com as extremidades das peças. Conexões de junta tipo ponta bolsa, com diâmetro igual ou superior a 300 mm e as cerâmicas, independentemente do diâmetro, devem ser estocadas com as bolsas apoiadas ao solo.

## SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO



Prefeitura de  
**São Benedito**  
Cidade da Fé, Cidade das Flores



### 6.8.7. CONSIDERAÇÕES ESPECÍFICAS

Os elementos de uma canalização formam uma corrente na qual cada um dos elos tem a sua importância. Um único elemento mal assentado, uma única junta defeituosa pode constituir-se num ponto fraco que prejudicará o desempenho da canalização inteira. Por isso recomenda-se:

- verificar previamente se nenhum corpo estranho permaneceu dentro dos tubos;
- depositar os tubos no fundo da vala sem deixá-los cair;
- utilizar equipamento de potência e dimensão adequado para levantar e movimentar os tubos;
- executar com ordem e método todas as operações de assentamento, cuidando para não danificar os revestimentos interno e externo e mantendo as peças limpas (especialmente pontas e bolsas);
- verificar freqüentemente o alinhamento dos tubos no decorrer do assentamento. Utilizar um nível também com freqüência;
- calçar os tubos para alinhá-los, caso seja necessário, utilizando terra solta ou areia, nunca pedras;
- montar as juntas entre tubos previamente bem alinhados. Se for necessário traçar uma curva com os próprios tubos, dar a curvatura após a montagem de cada junta, tomando o cuidado para não ultrapassar as deflexões angulares preconizadas pelos fabricantes;
- tampar as extremidades do trecho interrompido com cap, tampões ou flanges cegos, a fim de evitar a entrada de corpos estranhos, cada vez que for interrompido o serviço de assentamento. Os equipamentos de uma tubulação (registros, válvulas, ventosas, juntas de expansão e outros) serão aplicados nos locais determinados pelo projeto, atendendo-se ao disposto para a execução das juntas em tubulações, no que couber, e às recomendações e especificações dos fabricantes. Devem ser alinhados com mais rigor do que a tubulação em geral.

No caso de ser equipamento com juntas diferentes das da tubulação, ou que sejam colocados fora do eixo longitudinal da mesma (para os lados, para cima ou para baixo), o pagamento de seu assentamento será feito de acordo com o Grupo 14 – Instalações de Produção.

Nos itens a seguir estão descritos os procedimentos para execução dos diversos tipos de juntas, de acordo com o tipo de tubo. São instruções básicas que, a critério da fiscalização, poderão sofrer pequenas modificações na forma de execução.

## SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO



P M S R  
FLS Nº 7190  
100  
Prefeitura de  
**São Benedito**  
Cidade da Fé, Cidade das Flores



### 6.8.8. ASSENTAMENTO DE TUBO

O tipo de tubo a ser utilizado será o definido em projeto. Na execução dos serviços deverão ser observadas, além destas especificações, as instruções dos fabricantes, as normas da ABNT e outras aplicáveis.

Visto que a maioria destes serviços serão executados em áreas públicas, deverão ser observados os aspectos relativos à segurança dos transeuntes e veículos; bem como os locais de trabalho deverão ser sinalizados de modo a preservar a integridade dos próprios operários e equipamentos utilizados. Deverão ser definidos e mantidos acessos alternativos, evitando-se total obstrução de passagem de pedestres e/ou veículos.

O assentamento da tubulação deverá seguir concomitantemente à abertura da vala. No caso de esgotos, deverá ser executado no sentido de jusante para montante, com a bolsa voltada para montante. Nas tubulações de água, a bolsa preferencialmente deve ficar voltada contra o fluxo do líquido. Sempre que o trabalho for interrompido, o último tubo assentado deverá ser tamponado, a fim de evitar a entrada de elementos estranhos.

A descida dos tubos na vala deverá ser feita mecanicamente ou, de maneira eventual, manualmente, sempre com muito cuidado, estando os mesmos limpos, desimpedidos internamente e sem defeitos. Cuidado especial deverá ser tomado com as partes de conexões (ponta, bolsa, flanges, etc.) contra possíveis danos.

Na aplicação normal dos diferentes tipos de materiais, deverá ser observada a existência ou não de solos agressivos à tubulação e as dimensões mínimas e máximas de largura das valas e recobrimentos exigidos pelo fabricante e pela fiscalização.

O fundo da vala deverá ser uniformizado a fim de que a tubulação se assente em todo o seu comprimento, observando-se inclusive o espaço para as bolsas. Para preparar a base de assentamento, se o fundo for constituído de solo argiloso ou orgânico, interpor uma camada de areia ou pó-de-pedra, isenta de corpos estranhos e que tenha uma espessura não inferior a 10 cm.

Se for constituído de rocha ou rocha em decomposição, esta camada deverá ser não inferior a 15 cm. Havendo necessidade de calçar os tubos, fazê-lo somente com terra, nunca com pedras.

A critério da fiscalização, serão empregados sistemas de ancoragem nos trechos de tubulação fortemente inclinados e em pontos singulares tais como curvas, reduções, "T"s, cruzetas, etc. Os registros deverão ser apoiados sobre blocos de concreto de modo a evitar tensões nas suas juntas.

Serão utilizados também sistemas de apoio nos trechos onde a tubulação fique acima do terreno ou em travessias de cursos de água, alagadiços e zonas pantanosas. Os sistemas de ancoragem e de apoio deverão ser de concreto. Tais sistemas poderão, de acordo com a complexidade, ser definidos em projetos específicos.

P M S  
E.L.S. N° 1147

## SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PROJETO BÁSICO



Prefeitura de  
**São Benedito**  
Cidade da Fé, Cidade das Flores



Especial atenção será dada à necessidade de escoramento da vala, bem como a sua drenagem.

Os tubos deverão sempre ser assentados alinhados. No caso de se aproveitarem as juntas para fazer mudanças de direção horizontal ou vertical, serão obedecidas as tolerâncias admitidas pelos fabricantes. As deflexões deverão ser feitas após a execução das juntas com os tubos alinhados.

Nas tubulações (água e esgoto) deverá ser observado um recobrimento mínimo final de 0,40m nos passeios e 0,90 m nas ruas, da geratriz superior do tubo.

A distância da tubulação em relação ao alinhamento do meio-fio deverá ser, na medida do possível, mais próxima de 0,70 m para água e 1,50 m para esgoto.

Para o assentamento de tubos, utilizando-se o Processo das Cruzetas (ver desenho nº 1), deverão ser observados os seguintes procedimentos:

- instalar perfeitamente as réguas que deverão ser pintadas em cores de bom contraste, para permitir melhor visada do assentador. As réguas deverão estar distantes entre si no máximo 10,00 m;
- colocar o pé da cruzeta sobre a geratriz externa superior do tubo junto à bolsa. O homem que segura a cruzeta deve trabalhar com um bom nível esférico junto a mesma para conseguir a sua verticalidade;
- fazer a visada procurando tangenciar as duas réguas instaladas e a cruzeta que está sobre um dos tubos. A tangência do raio visual sobre os três pontos indicará que o tubo está na posição correta. O primeiro tubo a assentar deve ser nivelado na ponta e na bolsa, com esta voltada para montante.

Para o assentamento de tubos, utilizando-se o Processo de Gabaritos (ver desenho nº 2), deverão ser observados os seguintes procedimentos:

- instalar perfeitamente as réguas, distantes entre si no máximo 10,00 m, com o objetivo de diminuir a catenária;
- esticar uma linha de nylon, sem emenda, bem tencionada, pelos pontos das réguas que indicam o eixo da canalização;
- colocar o pé do gabarito sobre a geratriz interna inferior do tubo no lado da bolsa, fazendo coincidir a marca do gabarito com a linha esticada. A coincidência da marcação com a linha de nylon indicará se o tubo está na indicação correta. O primeiro tubo a ser assentado deve ser nivelado na ponta e na bolsa, com esta voltada para montante.

Para assentamento de tubos, utilizando-se o Método Misto Gabarito/Cruzeta (ver desenho nº 3) deverão ser observados os seguintes procedimentos:

- instalar os gabaritos com régua fixada e nivelada em relação ao piquete a cada 20 m ou nos pontos de mudança de declividade ou direção (PVs, CIs, CPs);