

# Projetos simplificados para obras de abastecimento de água em comunidades de pequeno porte

DURVAL BACELLAR JUNIOR (1)  
GELIO BENITO GIACONDINO FILHO (1)  
PAULO MERCIO DAVID (1)  
JOSÉ CARLOS TORREZAN (2)

## 1. INTRODUÇÃO

Fazendo parte de uma meta do Governo Federal, por intermédio do BNH, as pequenas comunidades passaram, a partir de 1.976, a ter maior enfoque no tocante aos sistemas públicos de abastecimento de água, visto que, no estado de São Paulo estima-se em 1.100 comunidades com população igual ou inferior a 5.000 habitantes e no Brasil este número presume-se em torno de 10.000.

Em junho de 1.976 no "Seminário sobre a Implantação de Sistemas de Abastecimento de Água em Comunidades de Pequeno Porte" realizado em Belo Horizonte, composta por técnicos de todas as companhias estatais de saneamento básico ligadas ao PLANASA, fixou-se as diretrizes iniciais para se tentar solucionar os problemas de abastecimento de água para pequenas comunidades.

Ficou evidenciado, na época, que para se atacar um projeto tão extenso, deveria-se racionalizar o máximo possível tanto os projetos como a execução dos mesmos, visando uma otimização e possibilitando assim um menor custo e uma maior rapidez de implan-

tação dos sistemas projetados.

Os estudos mostraram entre outras necessidades as de dispensar a execução de relatório técnico preliminar (RTP), padronizar as unidades do sistema, efetuar levantamentos topográficos os mais simples possíveis, considerar a taxa de consumo per capita entre 80 e 150 l/hab/dia e  $K_1 = 1,2$  e  $K_2 = 1,5$ , estabelecer diâmetro mínimo de 50 mm e definir como pequena comunidade aquela que possuísse no censo de 1.970 uma população igual ou inferior a 5.000 habitantes.

A SABESP, visando atender tal programa, criou junto à sua Diretoria de Operações, em agosto de 1.976, a Superintendência de Obras Especiais - SOE, atualmente subordinada à Diretoria de Operação do Interior, incumbida de desenvolver os programas de abastecimento de água em Pequenas Comunidades.

Iniciada com apenas 28 comunidades, a SOE conta hoje com 433 das quais 168 com projeto técnico concluído, abrangendo um total de 178 comunidades beneficiadas. Tal evolução pode ser melhor visualizada no gráfico ao lado:

Para exercer esta atividade dentro da SABESP, a SOE conta com a seguinte estrutura: a) Grupo de Estudos e Projetos composto por engenheiros, topógrafos e desenhistas; b) Grupo de Execução de Obras composto por engenheiros, mecânicos, eletricitas, mestres, encanadores; c) Grupo de

Apoio Administrativo composto por economistas, contadores, Administradores.

Os objetivos desta Superintendência são de obter um menor custo de implantação, utilizando de técnicas que permitem uma repetitividade de soluções e também das próprias concepções dos sistemas, aproveitando-se para isto, da característica própria das pequenas comunidades, de serem semelhantes entre si numa mesma região.

No início das atividades desta Superintendência, foram projetadas as unidades consideradas mais representativas e com o decorrer do programa, de acordo com as necessidades, outras unidades têm sido projetadas ou modificadas.

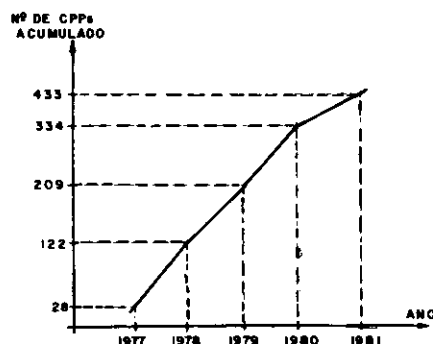


FIGURA 1 - Comunidades de Pequeno Porte (CPP) com Projetos Elaborados ou em Desenvolvimento pela SABESP.

(1) Engenheiros do Grupo de Estudos e Projetos da Superintendência de Obras Especiais - Diretoria de Operação do Interior, SABESP.

(2) Engenheiro Coordenador do Grupo de Estudos e Projetos da Superintendência de Obras Especiais - Diretoria de Operação do Interior, SABESP.

Este trabalho tem por finalidade fornecer uma visão geral sobre as soluções desenvolvidas pela SABESP e que tem-se mostrado de grande aplicação em projetos de abastecimento de água para comunidades de pequeno porte.

## 2. CAPTAÇÕES E ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS

### 2.1. INTRODUÇÃO

O problema das captações e estações elevatórias pode muitas vezes, levar a soluções caras e difíceis.

Procurando soluções novas de baixo custo, a SABESP tem desenvolvido muitas vezes junto com os fabricantes de equipamentos, o que mais se adapte as necessidades das pequenas comunidades.

As principais soluções propostas e colocadas em operação, foram as relativas aos mananciais superficiais e subterrâneos do tipo freático mostrados a seguir.

### 2.2. MANANCIAIS SUPERFICIAIS

#### 2.2.1. Bombas de Eixo Horizontal em Poços com Aduelas de Concreto

Este tipo se emprega em locais onde a variação de nível do manancial a ser captado é menor que 4 metros, uma vez que há necessidade de se proteger os conjuntos que podem ser danificados em contato com a água.

Trata-se de uma solução barata por utilizar conjuntos moto-bombas convencionais de eixo horizontal, porém com aplicação limitada devido a pouca flexibilidade na altura de sucção.

#### 2.2.2. Bombas Submersíveis ("tipo Flygt") em Poço com Aduelas de Concreto

Esta solução similar à anterior, tem seu custo de construção civil um pouco menor e apresenta maior flexibilidade de operação.

Trata-se de opção para onde as variações de mínima e máxima dos rios superam os 4 metros.

Neste tipo de concepção, podemos chegar a ter, em casos excepcionais, todo o local das bombas coberto pelas águas, uma vez que o comando elétrico é feito à distância.

#### 2.2.3. Bombas sobre Flutuadores

A solução dos flutuadores foi desenvolvida pela necessidade de se aproveitar águas de barragem, de lagos ou de rios de grande porte com caixa bem definida.

O flutuador constitui-se de uma plataforma em madeira, montada sobre tambores de aço, em cujo centro se instalam bombas submersíveis (tipo para esgotamento de valas), que recalcam as águas através de mangote flexível para a estação de tratamento.

Este tipo de solução é limitado a alturas manométricas inferiores a 30 mca, uma vez que pressões maiores trazem problemas nos mangotes disponíveis no mercado.

## 2.3. MANANCIAIS SUBTERRÂNEOS DO TIPO FREÁTICO

### 2.3.1. Bombas Submersíveis (Tipo Poço Profundo)

Este tipo foi desenvolvido para se resolver o problema de captação de água proveniente de poços tipo Amazonas conjugados ou não a drenos.

A utilização da bomba submersível é possível graças à simulação den-

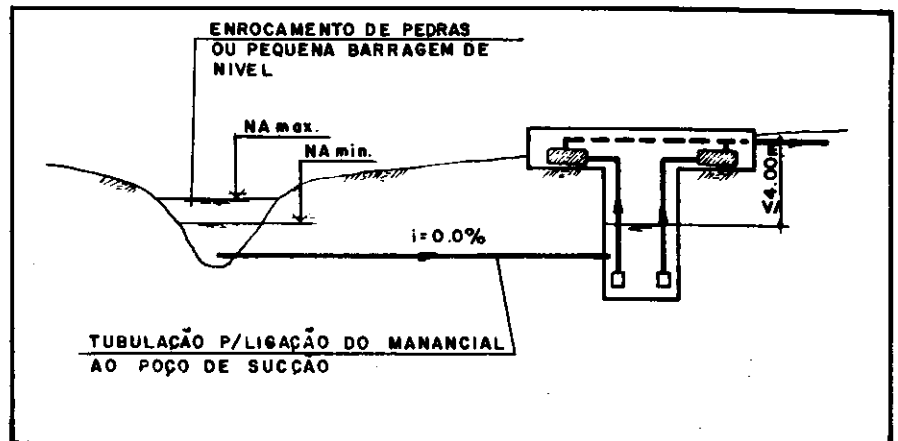


FIGURA 2 - Corte esquemático de sistema de captação em curso d'água de nível estável.

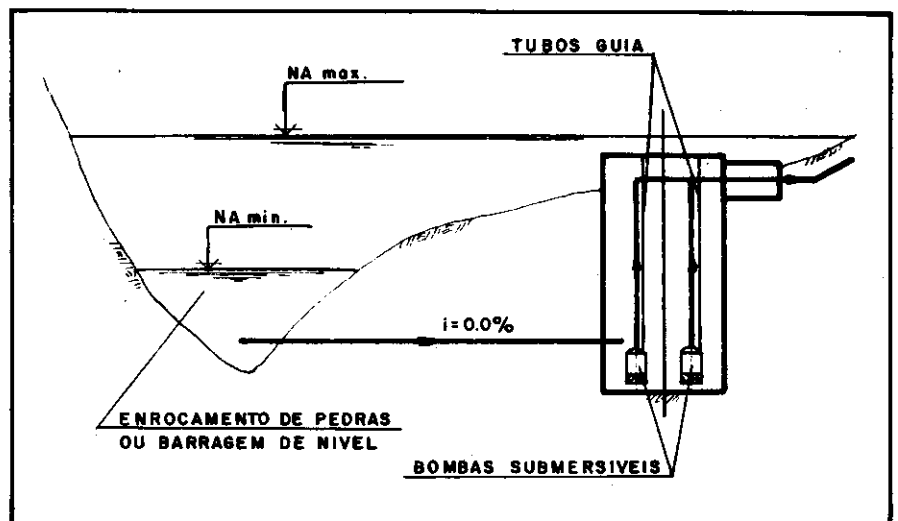


FIGURA 3 - Corte esquemático de sistema de captação em curso d'água com grande oscilação de nível.

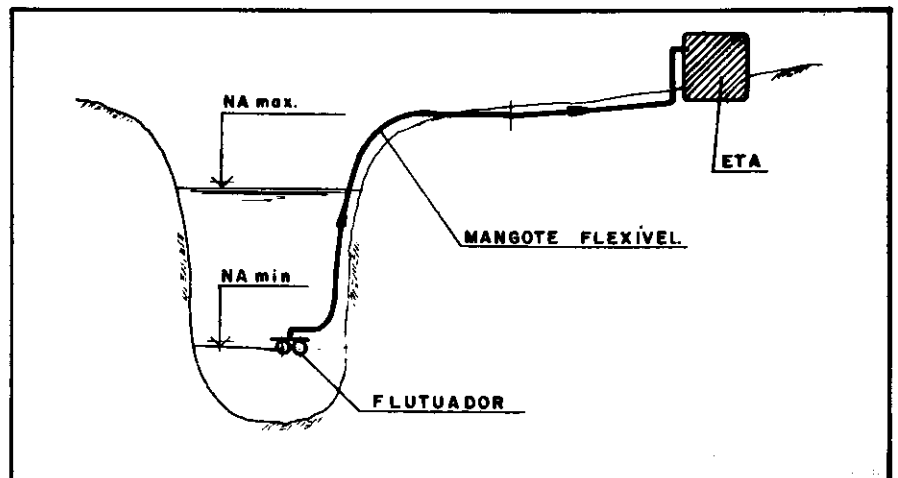


FIGURA 4 - Corte esquemático de captação em rios e represas com grande oscilação de nível, utilizando flutuador.

tro do poço Amazonas, das condições de um poço tubular profundo.

Trata-se de um tipo de captação interessante pois além de necessitar de pouca construção civil, possui grande flexibilidade de operação uma vez que as bombas submersíveis possuem capacidade de recalcar as mais variadas alturas manométricas.

## 2.4. ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ÁGUA TRATADA

### 2.4.1. Utilização de Bombas Submersíveis de Poços Profundos

Para se recalcar pouca vazão, de um reservatório para outro destinado ao abastecimento de uma pequena zona alta, com grande altura manométrica, é feita uma simulação de dois poços profundos ligados à saída do reservatório.

Com isto, consegue-se eliminar grande parte da construção civil, reduzindo os custos ao mínimo, sem deixar no entanto de atender às necessidades técnicas.

### 2.4.2. Utilização de Bombas Submersíveis – “Tipo Flygt”

Em instalações existentes onde é possível o aproveitamento da reservação e os conjuntos elevatórios não estão afogados, dificultando assim o sistema de automatização, partiu-se para a solução de se colocar dentro do reservatório bombas submersíveis “tipo Flygt”. Com esta medida consegue-se o afogamento dos conjuntos, propiciando uma maior segurança da automatização do sistema, como também elimina-se toda a parte de construção civil de abrigo destinada às bombas. Isto tudo aliado à possibilidade de aproveitamento das instalações existentes sem nenhum prejuízo ao perfeito funcionamento do futuro sistema.

## 3. TRATAMENTO

### 3.1. ÁGUAS DE MANANCIAL SUBTERRÂNEO PROFUNDO OU FREÁTICO

As águas do aquífero subterrâneo profundo captadas por poços tubulares e as do aquífero freático captadas por linhas de drenos apresentam via de regra parâmetros físico-químicos dentro dos padrões de potabilidade, não se necessitando de medidas corretivas neste aspecto.

Entretanto, estas águas devem passar pelo processo de desinfecção mediante aplicação de solução de hipoclorito de sódio ou de cloro gasoso, dependendo da capacidade de produção do sistema.

Para sistemas de produção com capacidade inferior a 12 l/s utiliza-se hipoclorito de sódio aplicado através de bomba dosadora de diafragma e para sistemas com capacidade acima de 12 l/s utiliza-se cloro gasoso.

Este limite de 12 l/s foi estabelecido através de estudos econômicos realizados pela SABESP através de seu Departamento de Controle Sanitário.

A desinfecção, sempre que possível, é feita na entrada do reservatório de distribuição e, nos sistemas automatizados, ela é sincronizada com o funcio-

namento dos conjuntos elevatórios de adução de água.

### 3.2. ÁGUAS DE MANANCIAIS DE SUPERFÍCIE

Para o tratamento das águas de superfície onde se necessita geralmente de instalações que disponham de unidades de coagulação, decantação, filtração, desinfecção e correção do pH, foram desenvolvidos projetos padronizados de estações de tratamento de água.

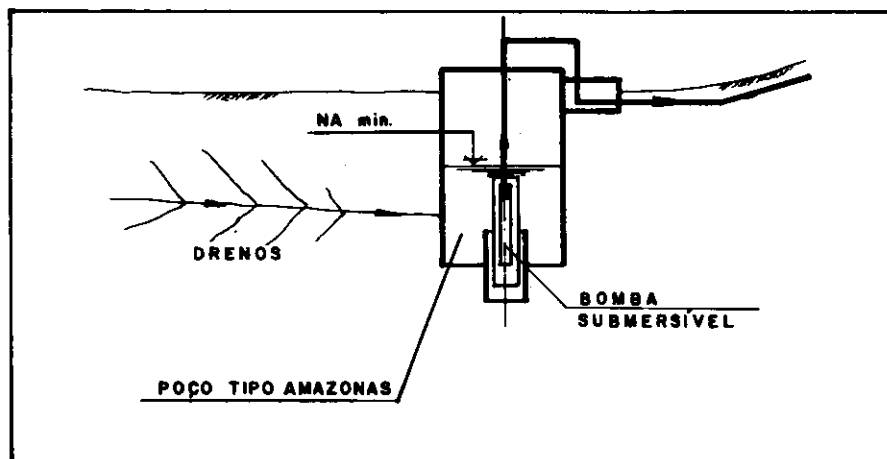


FIGURA 5 – Corte esquemático de captação por dreno associado a poço de tomada, com bomba submersível.

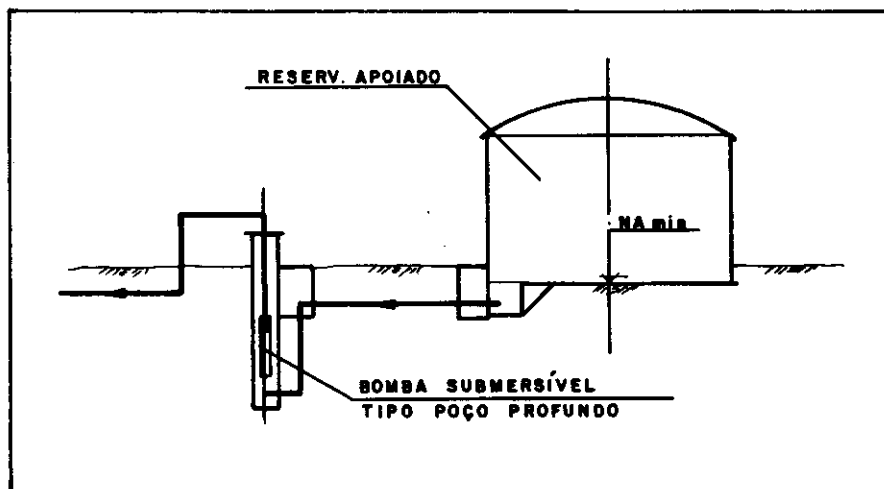


FIGURA 6 – Corte esquemático de elevatória simulando poço profundo junto a reservatório apoiado.

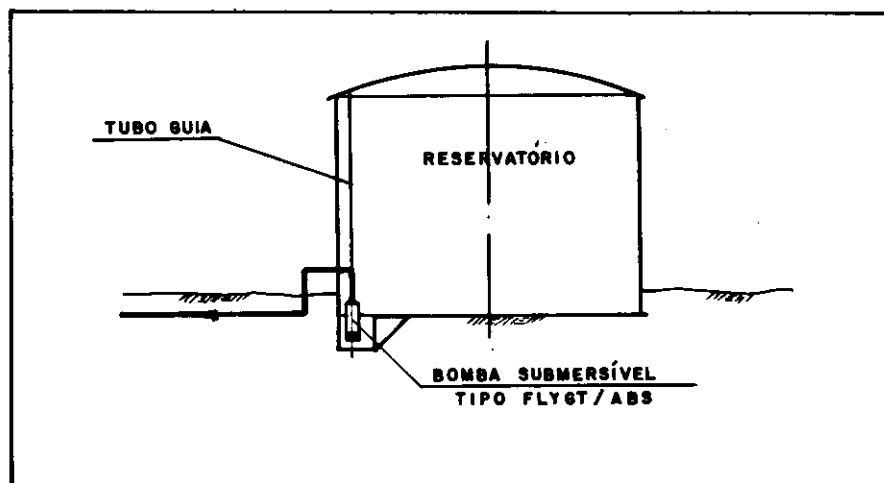


FIGURA 7 – Corte esquemático de elevatória conjugada a reservatório apoiado.

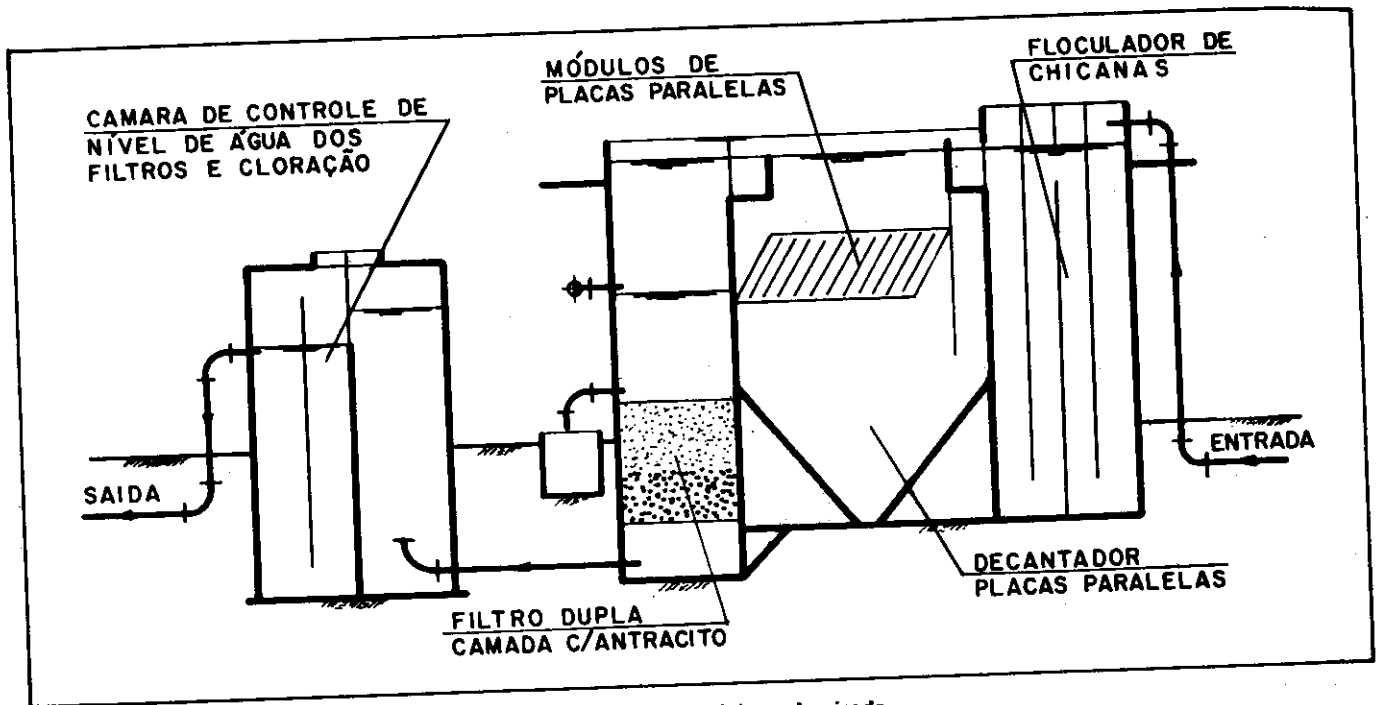


FIGURA 8 - Corte esquemático de estação de tratamento de água modular padronizado.

As características básicas que estas estações apresentam são:

a) Floculação, realizada em câmara de concreto onde são instalados chicanas de madeira, de fluxo vertical e com dispositivo de variação do gradiente de velocidade.

b) Decantação acelerada, efetuada através de duas câmaras onde são instalados módulos de placas paralelas de lona plástica, com taxa de decantação de 180 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. dia. Estas placas paralelas são confeccionadas pela SABESP, substituindo assim os módulos tubulares à venda no mercado, com preços não compatíveis com as metas deste programa.

c) Filtração, realizada através de quatro filtros com leitos de dupla camada, areia e antracito, com taxa de filtração de 260 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. dia. Estes filtros podem trabalhar com taxa declinante, mediante registros que possibilitam sua interligação. São auto-laváveis dispensando desta forma a utilização de equipamentos ou a construção de reservatórios elevados para lavagem.

d) Aplicação de produtos químicos efetuada com equipamentos instalados em um único pavimento comportando todas as unidades necessárias ao controle operacional da estação de tratamento com baixo custo de implantação e operação.

Os tipos padrões das estações de tratamento desenvolvidos possuem as capacidades nominais indicadas no Quadro 1.

O tempo ideal de funcionamento das ETAS, para se obter um menor custo operacional, é de 18 horas por dia em fim de plano, podendo em casos de aproveitamento da capacidade mínima do manancial considerar-se um tempo maior de funcionamento.

Fixando-se em 18 horas/dia o tempo máximo de funcionamento e a população de fim de plano como sendo o dobro da população atual, a faixa de aplicação dos módulos de tratamento é a que se apresenta no Quadro 2.

As estações de tratamento de água são de concepção modular, o que possibilita a ampliação do sistema de produção de água, caso se torne neces-

sário, sem se alterar as demais unidades, bastando para isto acrescer um módulo totalmente independente. Isto tem permitido também o tratamento em comunidades com populações maiores que 5.000 habitantes. Neste caso, tem-se projetado em primeira etapa, a implantação de dois módulos permitindo desta forma a ampliação da faixa de aplicação destas estações e possibilitando a obtenção de um custo significativamente inferior.

QUADRO 1 - Tipos e capacidades de estações de tratamento

TIPO	CAPACIDADE	
	l/seg	m <sup>3</sup> /h
1	12,0	43,20
2	16,0	57,60
3	20,0	72,00
4	25,0	90,00

QUADRO 2 - Capacidades e populações abastecíveis

CAPACIDADE (l/seg)	POPULAÇÃO (Hab)			
	ATUAL	FIM DE PLANO		
		TOTAL	%	ABASTECÍVEL
12	até 2.380	4.760	90	4.300
16	2381 à 3200	6.400	90	5.760
20	3201 à 4000	8.000	90	7.200
25	4001 à 5000	10.000	90	9.000

OBS: As faixas de aplicação descritas acima referem-se a um consumo "per capita" de 150 l/hab/dia.

## 4. AUTOMATIZAÇÃO DE SISTEMAS

A automatização dos sistemas consiste num item de grande importância dentro do programa para pequenas comunidades, visto que possibilita uma redução no custo operacional como também elimina a possibilidade de ocorrer falha humana na operação do sistema.

Visando sempre a diminuição dos custos, os projetos elétricos de comando e proteção sofreram também uma padronização no que tange aos tipos de chaves acionadoras e comandos a longa e curta distâncias.

Os equipamentos disponíveis que proporcionam o controle dos sistemas são: bóias e eletrodos de contacto, fontes retificadoras e relés sensíveis, pressostatos, timers, válvulas solenóides, cabos plastichumbo e outros, sendo que a escolha do equipamento depende das características hidráulicas de cada sistema.

## 5. RESERVAÇÃO

### 5.1. INTRODUÇÃO

Esta unidade do sistema de abastecimento de água dentro do programa para pequenas comunidades foi amplamente estudada por ocasião da implantação do programa e com o decorrer do tempo tem sido revista, melhorada e ampliada.

### 5.2. RESERVATÓRIOS EM CONCRETO ARMADO

Os reservatórios em concreto armado foram projetados com capacidade de 50, 75, 100, 150, 200, 250, 300, 400, 450, 500, 600, 750, 1.000, 1.500 e 2.000 m<sup>3</sup> em forma circular, podendo ser semi-enterrados ou apoiados.

O dimensionamento do volume de reservação é feito para 1/3 do dia de maior consumo, e o volume resultante é ajustado ao reservatório padronizado mais próximo.

### 5.3. RESERVATÓRIOS EM POLIESTER

Em comunidades cuja população de projeto requer reservatórios com capacidade até 75 m<sup>3</sup> é feito um estudo de viabilidade para se colocar reservatórios de poliéster. Tais reservatórios, apesar de apresentarem um custo um pouco maior que os de concreto armado, apresentam-se vantajosos em locais onde a mão-de-obra, material e principalmente o fator tempo, são adversos.

### 5.4. ESTAÇÕES PRESSURIZADORAS

O alto custo para implantação e a dificuldade de construção dos reservatórios elevados, sugeriram uma nova solução para abastecimento em comunidades onde a topografia se apresenta

em plano horizontal, que é a de se utilizar unidades denominadas estações pressurizadoras.

Estas estações succionam a água de um reservatório apoiado e a injetam na rede com pressão necessária, precisando-se para isto de pelo menos dois conjuntos moto-bomba de eixo horizontal.

O uso adequado destas estações requer que o reservatório de distribuição seja posicionado em ponto predominante da comunidade o que garante a não ocorrência de pressões negativas quando a pressurizadora estiver desligada.

Este tipo de alternativa já foi projetada para 41 comunidades, sendo que 31 estações encontram-se em operação apresentando bom desempenho e 10 acham-se em fase final de implantação.

## 6. CONCLUSÃO

Desde a implantação do programa de abastecimento de água para comunidades de pequeno porte, foram concluídos pela SABESP 168 projetos técnicos onde foram utilizadas soluções simplificadoras nos moldes das comentadas no presente trabalho. Foi investido um total de 2.000.000 UPCs beneficiando uma população aproximada de 320.000 habitantes.

Por definição, comunidades de pequeno porte são as que possuem no censo de 1.970 uma população igual ou inferior a 5.000 habitantes. Como o programa para pequenas comunidades foi implantado sete anos após o censo de referência, foram consideradas comunidades que tiveram nesse período acentuado crescimento passando para um plano de médio porte. Com isto, estes sistemas foram projetados e implantados ou ampliados nos moldes das pequenas comunidades apresentando resultados positivos tanto no aspecto financeiro como operacional.

O programa CPP aplicado no estado de São Paulo pela SABESP vem atingindo as metas previstas de: a) dar ênfase ao aquífero subterrâneo profundo como manancial abastecedor; b) obter um custo per-capita em torno de 6,00 UPCs e c) desenvolver unidades padronizadas visando simplificar e agilizar a execução dos projetos e obras.

Devido a seu caráter social, o programa CPP tem sido aplicado em inúmeras faixas populacionais. Os custos resultam mais elevados nas comunidades menores. Decrescem à medida que a população aumenta, passando para valores bem abaixo da previsão em comunidades com populações mais elevadas.

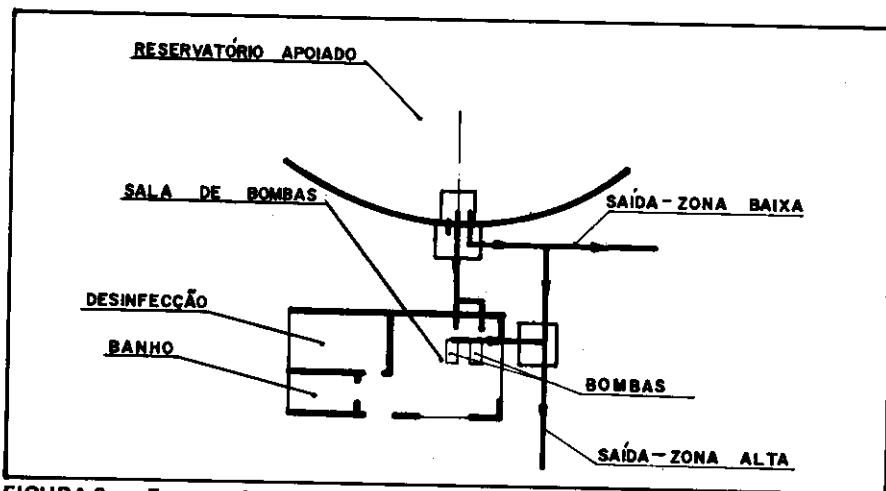


FIGURA 9 — Esquema de uma Estação Pressurizadora.

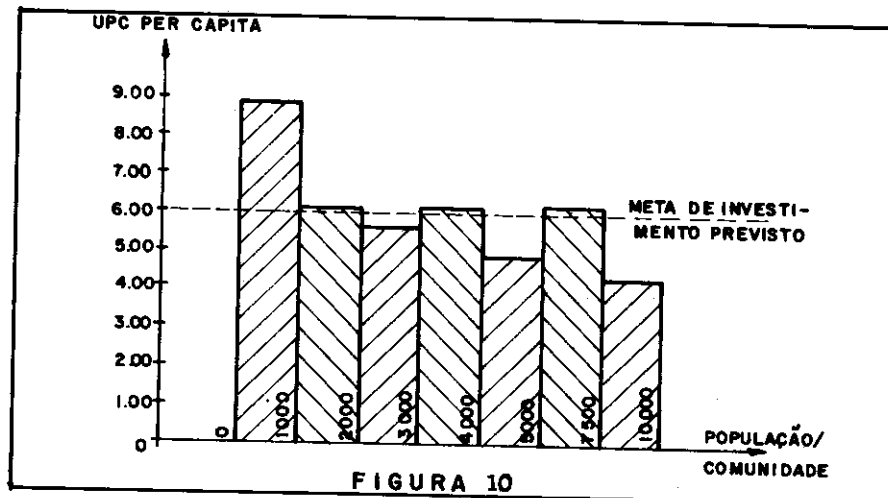


FIGURA 10