



**DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ESGOTO DE BAURU - DAE**

# **PLANO DIRETOR DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE BAURU/SP**

**VOLUME 02 – DIRETRIZES PARA O ABASTECIMENTO PÚBLICO DE  
ÁGUA DE BAURU**

**TOMO IV – Recomendações e operação do sistema**

Outubro 2014



## PLANO DIRETOR DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE BAURU/SP

DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ESGOTO DE BAURU - DAE



### VOLUME 02 – TOMO IV

[Recomendações]

[Controle e operação do sistema]

Outubro 2014

## SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO .....	3
2	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	4
3	MANANCIAIS SUPERFICIAIS .....	5
3.1	Ribeirão Água Parada.....	5
3.2	Rio Batalha.....	6
3.2.1	Captação complementar .....	6
3.2.2	Adutora complementar de água bruta .....	7
3.2.3	Captação existente .....	8
3.2.4	Adutoras existentes de água bruta .....	9
4	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA.....	10
4.1	Produtos Químicos.....	10
4.2	Laboratório .....	11
4.3	Resíduos gerados na ETA .....	11
5	MANANCIAIS SUBTERRÂNEOS.....	12
5.1	Coleta de amostras para controle operacional .....	12
5.2	Recuperação química de poços .....	14
5.3	Infraestrutura dos poços.....	16
5.4	Tamponamento de poços.....	17
5.5	Áreas contaminadas .....	20
5.6	Recomendações específicas para os poços existentes.....	20
5.6.1	UP 06 – Consolação .....	20
5.6.2	UP 09 – Padilha.....	21
5.6.3	UP 16 – Santa Cecília .....	21
5.6.4	UP 18 – Beija Flor .....	21
5.6.5	UP 20 – Vania Maria .....	21
5.6.6	UP 21 – Jardim América .....	21
5.6.7	UP 24 – Parque Real I .....	21
5.6.8	UP 25 – Gasparini .....	21
5.6.9	UP 26 – Bíblia.....	21
5.6.10	UP 27 – Cruzeiro do Sul II .....	21
5.6.11	UP 30 – Jaraguá II .....	22
5.6.12	UP 31 – Mary Dota .....	22
5.6.13	UP 39 – Roosevelt II.....	22
5.6.14	UP 41 – Tibiriçá III.....	22
5.6.15	UP 42 – Nova Esperança III.....	22

5.6.16	UP 45 – Primavera II .....	22
5.6.17	UP 46 – Villagio III.....	23
5.6.18	UP 47 – Chácaras Bauruenses .....	23
5.6.19	UP 54 – Manchester .....	23
5.7	Poços previstos .....	23
6	ADUTORAS DE ÁGUA TRATADA.....	24
7	ELEVATÓRIAS DE ÁGUA TRATADA.....	25
8	RESERVATÓRIOS .....	26
8.1	Rebaixamento do NA mínimo.....	27
9	REDE DE DISTRIBUIÇÃO .....	28
9.1	Rede principal .....	28
9.1.1	Instalação de rede nas áreas de expansão.....	28
9.1.2	Material da rede primária .....	29
9.2	Hidrantes.....	29
9.3	Medição de pressão.....	29
9.4	Micromedição .....	29
9.5	Macromedição .....	30
9.6	Água suja.....	30
10	REDUÇÃO E CONTROLE DE PERDAS .....	31
10.1	Vazamentos e sobrepressão na rede de distribuição.....	31
10.2	Setorização.....	32
11	CONTROLE E OPERAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO .....	33
11.1	Controle centralizado .....	33
11.2	Medição de vazão e controle de perdas.....	35
11.2.1	Macromedição .....	35
11.2.2	Micromedição .....	36
11.2.3	Manômetros.....	36
11.3	Sistema produtor Batalha .....	36
11.4	Poços.....	39
11.5	Reservatórios .....	41
11.5.1	Recalque.....	43
11.5.2	Reservatório de posição intermediária .....	44
11.6	Adução .....	44
11.7	Estações elevatórias de água tratada.....	48
11.7.1	Estações elevatórias do tipo <i>booster</i> .....	49
11.7.2	Poço de sucção.....	50
12	VALORES DA TARIFA DE ÁGUA .....	51

## 1 APRESENTAÇÃO

O presente trabalho, resultado da contratação da Hidrosan Engenharia SS Ltda pelo Departamento de Água e Esgoto de Bauru – DAE Bauru, contrato n. 068/2013, consiste na elaboração do Plano Diretor de Água do Município de Bauru/SP.

A apresentação do trabalho é composta por dois volumes, um de diagnóstico e um de diretrizes. Os volumes foram divididos em Tomos, conforme itens a seguir:

- Volume 01 – Diagnóstico qualitativo, quantitativo, técnico e operacional do sistema existente
  - Tomo I – Caracterização da área de estudo;
  - Tomo II – Levantamento de dados sobre os mananciais subterrâneos;
  - Tomo III – Levantamento de dados sobre os mananciais superficiais;
  - Tomo IV – Ficha catalográfica dos reservatórios;
  - Tomo V – Peças gráficas do Volume 01.
- Volume 02 – Diretrizes para o abastecimento público
  - Tomo I – Estudos para a setorização e descrição geral do sistema de abastecimento proposto;
  - Tomo II – Concepção das unidades do sistema de abastecimento;
  - Tomo III – Concepção da setorização e rede de distribuição;
  - Tomo IV – Recomendações para ampliação, operação e controle do sistema de abastecimento;
  - Tomo V – Orçamento estimativo e cronograma de investimentos;
  - Tomo VI – Peças gráficas 1/2;
  - Tomo VII – Peças gráficas 2/2.

O Volume 02 - Tomo IV apresenta as recomendações para ampliação, operação e controle do sistema de abastecimento.

Os volumes finais substituem todos os relatórios parciais apresentados no decorrer da elaboração do Plano Diretor de Água.

## 2 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O Volume 02 – Tomo IV do Plano Diretor de Água de Bauru apresenta as recomendações para ampliação, operação e controle do sistema de abastecimento.

As recomendações a respeito dos mananciais superficiais e subterrâneos, ETA Batalha, poços, adutoras, estações elevatórias, reservatórios, rede de distribuição e redução e controle de perdas foram baseadas nas conclusões e recomendações dos tomos dos volumes 01 e 02.

Observou-se no Volume 02 – Tomo I que a disponibilidade de água para abastecimento do município de Bauru é limitada espacialmente e quantitativamente.

Com relação à qualidade da água, foram observados no ano de 2014, anomalias na qualidade da água bruta na lagoa de captação do rio Batalha (ver Volume 01 – Tomo I). Quanto aos mananciais subterrâneos, deve-se atentar aos possíveis riscos de contaminação do aquífero Bauru e, conseqüentemente, do aquífero Guarani, em sua área de conexão hidráulica com o Bauru (ver Volume 01 – Tomo I).

Além disso, a relação entre o consumo e a produção de água é muito variável e é função de um conjunto de pressões, relacionadas inclusive aos hábitos locais. Salienta-se, portanto, a importância da adoção de medidas para a conscientização da população quanto ao desperdício de água.

Algumas ações alternativas para redução de consumo de água são apresentadas a seguir (Tsutiya, 2004):

- Consertos e reparos: lista dos componentes a serem reparados; conserto ou troca e regulagem de todos os componentes.
- Adição de dispositivos: lista dos dispositivos economizadores a serem adicionados; instalação dos dispositivos e regulagem de todos os componentes.
- Substituição por componentes economizadores novos: listas de componentes a serem substituídos (atenção para compatibilidade de dimensões, pressões de trabalho, etc).
- Campanhas educacionais e treinamento dos usuários: Identificação e caracterização do público alvo; definição das metas; planejamento e montagem da campanha educativa para conscientização visando mudanças de hábitos e costumes.
- Desenvolvimento operacional: análise das operações realizadas como um todo; criação de alternativas operacionais que economizem água; implantação de procedimentos operacionais sob controle; treinamento dos operadores.

### 3 MANANCIAIS SUPERFICIAIS

No Plano Diretor de Água, Volume 02 – Tomo I, foi determinado que o abastecimento de água de Bauru continuará sendo realizado por mananciais subterrâneo e superficial. Entre os mananciais superficiais disponíveis para o abastecimento optou-se pela utilização exclusiva do rio Batalha durante o período de vigência do plano diretor, ou seja, até 2034. Essa decisão foi tomada devido à necessidade de aumento da capacidade produtiva em curto prazo (2014-2019), incompatível com o tempo de projeto, de execução e de implantação de um novo sistema produtor de água superficial. Neste período, deverão ser perfurados novos poços estrategicamente localizados no município e iniciado o plano de combate às perdas.

O Ribeirão Água Parada tem fundamental importância para o futuro do abastecimento da cidade de Bauru, apesar de não ter sido considerado como fonte produtora de água no período do Plano Diretor.

Nos itens a seguir estão apresentadas as recomendações específicas para os principais mananciais superficiais do município de Bauru e a respectiva infraestrutura.

#### 3.1 Ribeirão Água Parada

O ribeirão Água Parada não será utilizado para complementar o abastecimento da cidade de Bauru ao longo da vigência do Plano Diretor. Entretanto, ressalta-se a importância estratégica do manancial para abastecimento da cidade após 2034. Neste sentido, é fundamental que a bacia do Ribeirão Água Parada seja preservada, por meio da proibição da ocupação das regiões de nascente dos afluentes e restrição do uso e ocupação do solo. Caso haja ocupação da bacia, os resíduos industriais e sanitários dessa ocupação devem ser devidamente tratados, evitando a contaminação do manancial.

Atualmente, as fontes pontuais de poluição predominam na região de cabeceira da bacia hidrográfica, pela contribuição de esgotos domésticos gerados em áreas urbanizadas, com indústrias e complexos penitenciários. Fontes difusas predominam no médio e no final do percurso da drenagem principal devido às atividades agropastoris.

A sub-bacia do Córrego Pau d'Alho, receptora dos efluentes da ETE Municipal, é a mais crítica em relação à poluição. Recomenda-se que o efluente da ETE seja monitorado periodicamente e caso apresente risco ao manancial, a ETE deverá passar por processo de readequação.

Recomenda-se que os estudos para a utilização do Ribeirão Água Parada como fonte de abastecimento futuro da cidade se iniciem em 2024. Estes estudos deverão ser realizados durante a revisão deste Plano Diretor, possibilitando o acompanhamento do crescimento populacional e da

área urbana na primeira metade do seu período de vigência. As atividades previstas para a revisão deste Plano Diretor de Água foram descritas no Volume 02 – Tomo V.

Caso seja verificada a necessidade de utilização do Ribeirão Água Parada para complementar o abastecimento de água em Bauru, a concepção do sistema Água Parada deve ser iniciada contemplando os seguintes projetos:

- Barramento e captação do ribeirão Água Parada;
- Elevatória e adutora de água bruta;
- Estação de Tratamento de Água - Água Parada;
- Elevatória e adutora de água tratada;
- Reservatórios.

## 3.2 Rio Batalha

O Rio Batalha será utilizado como único manancial superficial para o abastecimento da cidade de Bauru. Para isso será necessário regularizar a outorga de captação, implantando um sistema complementar de captação localizado à aproximadamente 22 km a jusante da captação existente.

Tendo em vista o problema de proliferação aguda de macrófitas ocorridos em 2014 na lagoa de captação (ver Volume 01 – Tomo I) e a estiagem crítica no estado de São Paulo, recomenda-se que seja feito esforço adicional para preservar a região de cabeceira da bacia do rio Batalha, controlar os processos erosivos decorrentes do uso e ocupação do solo e ocupação das APP e identificar e combater os possíveis pontos de poluição a montante da captação existente.

A qualidade da água na captação complementar também deve ser monitorada, a fim de prever o possível impacto na qualidade da água na lagoa de captação existente.

### 3.2.1 Captação complementar

A captação complementar será responsável por captar água bruta a fio de água e recalcar à captação existente 350 L/s de água bruta. A implantação da captação complementar deve ser realizada até 2019 para regularizar a outorga de captação do Rio Batalha de 550 L/s.

Para auxiliar no processo de implantação da captação complementar são recomendadas as seguintes atividades:

- Monitoramento quinzenal, por período mínimo de 1 ano, no trecho escolhido para a captação com a análise dos seguintes parâmetros de qualidade da água bruta:
  - Alcalinidade total;
  - Clorofila a;
  - Contagem de cianobactérias e microalgas;

- Cor aparente;
  - *E. Coli*;
  - Ferro;
  - Fitoplancton;
  - Fósforo total;
  - Manganês;
  - Oxigênio consumido;
  - Oxigênio Dissolvido;
  - pH;
  - Sólidos (totais, fixos e voláteis);
  - Turbidez;
  - Série nitrogenada;
- Elaboração do levantamento topográfico das regiões de interesse para a captação complementar. É fundamental que este levantamento esteja na mesma base topográfica utilizada pelo DAE e seja disponibilizado aos projetistas no início do contrato de projeto da captação complementar;
  - Elaboração de projeto executivo da captação complementar em curto prazo, visando à regularização da outorga do DAE em 2019.

Deve-se avaliar a possibilidade de automação da captação complementar, possibilitando a minimização do número de funcionários exclusivos para a unidade.

### 3.2.2 Adutora complementar de água bruta

A adutora complementar de água bruta foi pré-dimensionada para encaminhar a água bruta da captação complementar à captação existente. O pré-dimensionamento foi realizado considerando diversos aspectos que devem ser confirmados em campo ou através de projetos específicos, principalmente:

- Traçado da adutora;
- Diâmetro da adutora;
- Características da bomba da captação;

Ressalta-se a importância de implantar uma estrada de serviço ao longo do traçado da adutora, visando à facilidade em realizar inspeções rotineiras, manutenções e reparos emergenciais.

Os acessórios da adutora (ventosas, descargas, dispositivos anti-golpe de aríete) devem ser especificados de acordo com as condições do sistema de recalque, após a definição do traçado da adutora.

### 3.2.3 Captação existente

A captação existente possui condições físicas e equipamentos adequados para continuar recalcando a vazão de 550 L/s à ETA, necessitando de pequenas intervenções estruturais e de mudanças na rotina de manutenção das unidades do sistema de captação. Há, porém, a necessidade urgente de implantar a captação complementar para garantir a captação dos 550 L/s mesmo em períodos de estiagem prolongada.

Os problemas de proliferação aguda de macrófitas ocorridos em 2014 na lagoa de captação devem ser combatidos em três frentes:

- Manutenção da lagoa de captação:
  - Remoção do material vegetal em crescimento no interior da lagoa;
  - Dragagem periódica do fundo da lagoa para evitar o assoreamento;
  - Proteção das margens da lagoa evitando o escoamento de sedimentos e lançamento de efluentes não tratados;
- Preservação da região de cabeceira da bacia do rio Batalha:
  - Fazer levantamento dos loteamentos e propriedades;
  - Monitorar e combater o lançamento de efluente;
  - Preservar a mata ciliar;
- Monitoramento de O<sub>2</sub>, DBO, DQO, nitrogênio e fósforo ao longo do rio Batalha.

Em relação ao sistema de bombeamento, foram observados alguns problemas referentes à escorva e à sucção de ar. Recomenda-se que sejam feitas as seguintes verificações:

- Corrente elétrica nos motores das bombas em funcionamento;
- Funcionamento das válvulas de pé, de retenção e registro gaveta de cada conjunto motobomba;

O sistema de dosagem e aplicação de dióxido de cloro opera atualmente no limite máximo da capacidade em períodos de proliferação aguda de algas. Recomenda-se que seja avaliada em estudo de tratabilidade a necessidade de ampliação do sistema de geração, dosagem e aplicação de dióxido de cloro.

### 3.2.4 Adutoras existentes de água bruta

As adutoras existentes de água bruta estão aparentemente adequadas ao recalque da vazão de 550 L/s prevista para o período de vigência do plano diretor. Ressalta-se que as adutoras existentes já operam nessa condição.

A chegada de água bruta na ETA deverá ser alterada de acordo com a concepção de reforma da ETA. Essa alteração deverá ter efeitos mínimos na alteração da curva do sistema.

Recomenda-se que seja realizado estudo para verificar as condições das adutoras de água bruta contemplando os seguintes itens:

- Levantamento topográfico atualizado do perfil das adutoras;
- Levantamento das condições físicas individuais das adutoras (rugosidade e curva do sistema);
- Avaliação do sistema de proteção antigolpe de aríete;
- Necessidade de instalação de descargas e ventosas adicionais;
- Limpeza das adutoras.

## 4 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

A ETA Batalha continuará sendo a única estação de tratamento de águas superficiais para abastecimento público da cidade de Bauru durante a vigência do plano diretor de água. Foi prevista a reforma da ETA para a operação com vazão máxima de 550 L/s e funcionamento de até 24 h/d nos dias de maior consumo ou em situações atípicas.

A concepção da reforma da ETA, apresentada no Volume 02 – Tomo II, foi elaborada visando a readequação das unidades para a vazão máxima de operação de 550 L/s sem grandes interferências físicas e à condição de execução da reforma com a ETA em funcionamento.

A estrutura civil da ETA está em más condições de conservação, apresentando vazamentos, trincas e rachaduras. É fundamental que seja elaborado um projeto de recuperação estrutural da ETA alinhado com o projeto de reforma e adequação da ETA para a vazão máxima de 550 L/s. A execução da recuperação estrutural deve ser prioritária.

O projeto de reforma da ETA deve contemplar o estudo de tratabilidade para confirmar os parâmetros utilizados para a verificação das instalações de produtos químicos e da geração dos resíduos na ETA. Deve-se também considerar no projeto os eventos recentes de flotação de material em suspensão na ETA, investigando as causas do problema e propondo soluções adequadas para o tratamento durante a ocorrência desse fenômeno.

Recomenda-se que seja prevista a automação da operação e do monitoramento da ETA no projeto de reforma. Os principais parâmetros e recomendações para a operação e controle do sistema Batalha estão apresentados no item 11.

### 4.1 Produtos Químicos

Os levantamentos dos sistemas de armazenamento e dosagem dos produtos químicos na ETA indicaram que estão adequados para a vazão de 550 L/s. Entretanto, deverão ser reavaliados com os parâmetros obtidos no estudo de tratabilidade.

A concepção do projeto de reforma da ETA previu a realocação dos pontos de aplicação de carvão ativado pulverizado, cal hidratada e PAC.

O sistema de dióxido de cloro, localizado na captação, também deverá ser reavaliado com base nos resultados do estudo de tratabilidade.

## 4.2 Laboratório

Recomenda-se que o laboratório de análises físico-químicas e o laboratório de análises microbiológicas passem pelo processo de certificação ISO 17025 e sejam readequados para ter capacidade de análise compatível com o sistema de abastecimento de Bauru.

## 4.3 Resíduos gerados na ETA

Os resíduos gerados na ETA, atualmente lançados em um manancial superficial que deságua no rio Batalha a jusante da captação existente, devem receber tratamento adequado. No Plano Diretor foi proposta a instalação de estação de tratamento de resíduos gerados na ETA, com capacidade para encaminhar vazão regularizada dos resíduos à ETE (atualmente em construção).

Os parâmetros utilizados para estimar a geração máxima de resíduos deverão ser reavaliados com base nos resultados do estudo de tratabilidade. O pré-dimensionamento da ETR, apresentado no Volume 02 – Tomo II, também deverá ser reavaliado com base nos resultados do estudo de tratabilidade.

## 5 MANANCIAIS SUBTERRÂNEOS

Os mananciais subterrâneos continuarão representando a maior parcela de abastecimento da cidade de Bauru ao longo da vigência do Plano Diretor proposto. Apesar dos problemas relacionados à falta de controle sobre a emissão de outorgas para a perfuração de poços particulares, à operação desses poços e aos pontos de contaminação do aquífero Bauru, foi concluído que a alternativa mais viável para o abastecimento da cidade de Bauru durante a vigência do plano diretor será o aumento da exploração dos mananciais subterrâneos pelos poços do DAE. Esta alternativa prevê a perfuração de novos poços localizados em pontos estratégicos da cidade, possibilitando a setorização e a erradicação do *déficit* hídrico global da cidade de Bauru em curto prazo (2014 – 2019). Ressalta-se que o *déficit* hídrico local só será sanado após a implantação da setorização e redução do índice de perdas para 25%, conforme apresentado no Volume 02 – Tomo I.

A situação da outorga dos poços deverá ser regularizada e está prevista para ocorrer durante a setorização dos sistemas de abastecimento. Previu-se que os poços terão funcionamento máximo diário de 20 h, sendo que este funcionamento deverá ocorrer apenas nos dias de maior consumo ou em situações atípicas. A redução do tempo de funcionamento dos poços é fundamental para propiciar o bom desempenho do sistema e a sustentabilidade do manancial subterrâneo.

No Plano Diretor, foram removidos todos os abastecimentos diretos da rede por poços, sendo que as bombas dos poços deverão ser readequadas para o novo ponto de operação (vazão x altura manométrica). Foi previsto que os poços recalcarão diretamente a uma UR ou a um poço de sucção de uma estação elevatória de água tratada. Os pontos de funcionamento de cada bomba deverão ser avaliados na ocasião do projeto executivo.

### 5.1 Coleta de amostras para controle operacional

Alguns cuidados são muito importantes na coleta de amostras de água em um poço. Alterações no momento da coleta podem resultar valores anômalos para metais, contaminantes, fortes alterações na cor, turbidez, entre outros.

O momento da coleta é fundamental para que o resultado seja confiável. Logo na partida dos poços, ocorre o rebaixamento do nível da água, seguido da produção de água que estava armazenada no poço, que, por sua vez, não representa a condição hidroquímica da água no aquífero. Desta forma, a coleta de água não deve ser efetuada imediatamente após o início de operação do poço. Para a obtenção de uma amostra de água representativa, o poço deve estar em operação no mínimo há 6 horas antes da coleta.

Dependendo do objetivo da coleta, pode-se variar o momento, e assim obter resultados mais específicos do ponto de vista biológico, da influência do biofilme e da estabilidade das bactérias no aquífero.

A Tabela 5.1 apresenta de forma simplificada os procedimentos básicos para coleta de água em poços.

Tabela 5.1 - Procedimentos básicos para coleta de água em poços

1	Procedimentos corretos de coleta, preservação e transporte das amostras
2	Objetivo da coleta: bacteriológico, influência do biofilme, parâmetros físico-químicos, etc.
3	Critérios quanto ao regime de bombeamento
4	Fora os casos específicos, uma boa coleta deve representar a qualidade de água no aquífero

Estabelecido o momento de coleta, deve-se respeitar ainda os procedimentos do *Standart Methods for Examination of Water and Wastewater* ou outros procedimentos específicos para análises diferenciadas.

Recomenda-se que algumas informações sejam incluídas no controle e que outras sejam medidas de forma mais precisa, como descrito a seguir:

- Os níveis estáticos deverão ser sempre tomados em conjunto com o tempo em que o poço se encontra paralisado;
- Medidas de níveis dinâmicos devem ser sempre acompanhadas de vazão e vice-versa;
- Com as medidas de vazões e níveis, devem ser consideradas as capacidades específicas dos poços; o entendimento das variações das capacidades específicas é ferramenta fundamental para determinação das manutenções nos poços, entendimento de perdas reais dos aquíferos e direcionamento de medidas futuras;
- É recomendável que sejam efetuadas também medições de amperagem das bombas com o objetivo de antecipar troca de equipamento antes da queima e indicar falta de submersão na bomba;
- Deve-se também tomar medidas de tensão da rede elétrica, pois alterações na voltagem podem encurtar a vida dos conjuntos motobombas e até queimá-los, além de aumentar o consumo de energia por volume de água extraída.

É necessária a interpretação mensal de todos os dados coletados, para acompanhamento do comportamento do mesmo e direcionamento de eventuais medidas necessárias. As principais consequências da falta de controle operacional são:

- alteração da capacidade de produção de água;
- desestabilização da operação;
- acentuação do processo de exaustão dos poços e aquíferos;

- necessidade de adotar medidas emergenciais e de alto custo.

## 5.2 Recuperação química de poços

Devido às características da água, pode haver aglomeração de incrustações, que devem ser removidas por meio de processo química para que sejam mantidas suas capacidades de produção de água.

Os poços têm apresentado reduções acentuadas nas capacidades específicas, o que pode ter relação estreita com incrustações e perdas de carga nos poços. As filmagens já realizadas nos poços UP20, UP25, UP27, UP30, UP33, UP35, UP39, UP43 e UP48 mostraram "colmatações" (incrustações) nos filtros, que causam danos à exploração de água e reforçam o entendimento da perda de capacidade de produção. Esse problema é resolvido com a desincrustação química dos poços.

Recomenda-se a criação de um programa de manutenção/desincrustação química dos poços, a ser aplicado inicialmente em um grupo de 3 a 5 poços para acompanhamento dos resultados e ajustes necessários para, a partir de então, se estender para todos os poços em operação.

Recomenda-se a seguinte sequência de trabalhos para implementação do programa de manutenção/desincrustação dos poços:

- Confirmar a recomendação de prioridade dos poços para manutenção, que pode ser efetuada com base em critérios de perda de capacidade específica ou perda de vazão total e do comparativo com outros poços;
- Efetuar a primeira campanha de Manutenção / Desincrustação Química em 05 poços, incluindo testes de vazão ou, no mínimo, medidas precisas de níveis e vazão (simplificação em virtude dos problemas de interrupção do abastecimento de água), antes e depois dos trabalhos;
- Avaliar os resultados obtidos quanto à recuperação de vazões;
- Comparar *custos das operações x recuperação de investimentos* por aumento da produção de água e redução do consumo de energia elétrica;
- Com os dados calibrados pelas primeiras operações, estabelecer um segundo programa de manutenção para todos os poços, já considerando a reavaliação dos conjuntos motobombas.

Os critérios de perda de capacidade específica e de perda de vazão em relação à vazão inicial podem ser adotados para selecionar os poços para as primeiras manutenções. Logo, pelo critério de perda da vazão total em relação à vazão de perfuração, os primeiros candidatos seriam os indicados na Tabela 5.2.

Tabela 5.2 – Poços indicados para início das manutenções pelo critério de perda da vazão total em relação à vazão de perfuração

POÇO	Ano Perfuração	Vazão inicial (m³/h)	Vazão em 2013 (m³/h)	Relação da vazão atual com a inicial (%)
UP 30 Jaraguá II	1990	135,6	34,4	25,34%
UP 20 Vânia Maria	1982	63,8	20,7	32,49%
UP 43 Bauru XVI II	1994	146,1	57,7	39,52%
UP 26 Bíblia	1986	225,2	89,2	39,63%
UP 24 Parque Real I	1984	46,7	20,1	43,04%
UP 06 Consolação	1978	110,0	57,5	52,23%
UP 09 Padilha	1979	90,0	47,8	53,07%
UP 42 Nova Esp. III	2004	106,4	62,1	58,36%

A Tabela 5.3 mostra os primeiros candidatos para início das manutenções, pelo critério de perda de capacidade específica nos últimos 03 anos.

Tabela 5.3 - Poços indicados para início das manutenções pelo critério de perda de capacidade específica

POÇO	Ano Perfuração	Vazão inicial (m³/h)	Vazão em 2013 (m³/h)	Perda de capacidade específica entre 2010 e 2013 (%)
UP 27 Cruzeiro do Sul II	1986	307,2	112,8	47,63%
UP 32 Geisel II (Shopping)	1994	169,3	121,6	39,59%
UP 21 Jd. América	1982	62,6	77,0	35,58%
UP 45 Primavera II	2005	240,5	261,4	34,05%
UP 34 Bauru XXV	1995	135,5	100,3	30,23%
UP 47 Chácara Bauruense	2007	23,5	18,1	28,58%
UP 26 Bíblia	1986	225,2	89,2	26,96%
UP 09 Padilha	1979	90,0	47,8	25,12%

Dois poços aparecem nas duas tabelas anteriores (Padilha e Bíblia), sendo fortes candidatos à primeira etapa de manutenção. Outro candidato indicado é o UP 21 - Jardim América, que teve sua capacidade específica bastante reduzida, de 11,14 para 7,17 m³/h/m, tem pouca profundidade (160 m) e pode servir como parâmetro em sua região para recuperação dos poços 36, 46 e 32.

Recomenda-se que, independente do critério escolhido, as informações têm que ser cruzadas com problemas de falta de água na região, disponibilidade de reservação e de distribuição.

Para maximizar a eficiência do processo de desincrustação química, deve ser considerada a capacidade do agente em solubilizar as incrustações, sem agredir o poço, e uma relação massa x massa, ou seja, a quantidade de desincrustante necessária para a quantidade de incrustações que o poço apresenta. Os agentes utilizados deverão ser:

- Certificados;
- Isentos de metais pesados;
- Possuir certificados de produtos não tóxicos;

- Seguros para os usuários, poços e meio ambiente.

O custo estimado para a manutenção dos poços é de R\$ 595.000,00/ano (para um programa de 3 anos). Este valor dividido pela produção estimada para 2013, de 27857080 m<sup>3</sup>/ano (média mensal em 2013), resulta no custo adicional de R\$ 0,021/m<sup>3</sup> água produzida.

É fundamental que seja elaborado e mantido um programa de manutenção ativo para os poços.

### 5.3 Infraestrutura dos poços

Os cálculos teóricos de consumo de energia elétrica para os conjuntos motobombas resultaram valores inferiores aos reais, fato que pode estar relacionado com tensões, diferenças nas pressões de trabalho, aumento de cargas no sistema, variações de pressão na rede e desgaste dos motores e bombas.

Recomenda-se a realização de um trabalho de avaliação das instalações elétricas dos poços.

Será necessária a verificação da condição da canaleta de alojamento dos cabos elétricos de todos os poços, visto que as mesmas podem ser canais de entrada de água contaminada aos poços, principalmente durante as chuvas.

É imprescindível que o terreno onde se localiza o poço esteja protegido, principalmente quanto à entrada de animais e ao vandalismo. A situação de cada poço deve ser avaliada individualmente, verificando a necessidade de instalação de equipamentos de segurança adicionais, ou até mesmo a contratação de funcionários para vigilância durante 24 h.

Recomenda-se que os sistemas de armazenamento, dosagem e aplicação de produtos químicos localizados em algumas UP sejam readequados segundo propostas do plano diretor. As propostas de readequação visam principalmente à melhoria da operação do sistema de abastecimento pela automação das unidades do sistema. As principais propostas são:

- Instalação de medidores de nível ultrassônico nos tanques de armazenamento de produtos químicos;
- Instalação de macromedidores magnéticos de vazão na tubulação de saída dos poços;
- Instalação de estações elevatórias com poço de sucção para recalcar a água produzida nos poços aos reservatórios;
- Instalação de telemetria para monitoramento dos parâmetros (vazão do poço, corrente da bomba do poço, nível nos tanques de armazenamento de produtos químicos, dosagem dos produtos químicos e nível de água no poço de sucção) e para operação remota dos equipamentos (bomba do poço e dosagem de produtos químicos);

## 5.4 Tamponamento de poços

O correto tamponamento de um poço a ser abandonado é relativamente simples, como está previsto na Legislação Estadual, e é fundamental para conter eventuais problemas de contaminação e comunicação direta entre aquíferos.

Os procedimentos básicos para o tamponamento de poços, por tipo de aquífero, estão resumidos nas Tabelas 5.4 a 5.7 e Figuras 5.1 a 5.4.

Tabela 5.4 – Procedimentos básicos para o tamponamento de poços em solo em aquíferos sedimentares

1	Cortar o revestimento rente ao solo
2	Fazer desinfecção com bactericida sem cloro
3	Preencher com areia até 6m abaixo do tubo de boca
4	Cimentar até a boca do poço
5	Cimentar os tubos de recarga de pré-filtro

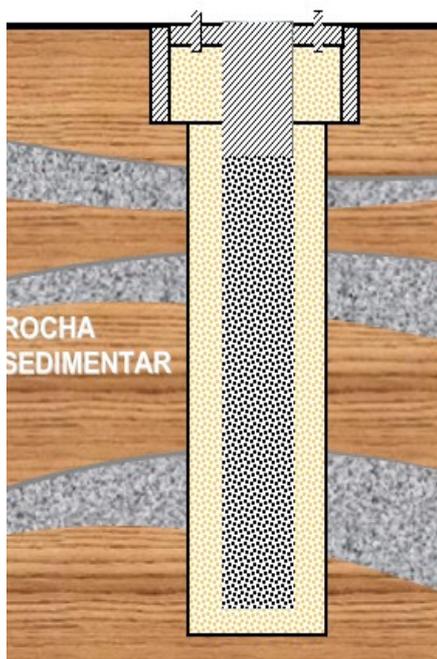


Figura 5.1 – Representação do tamponamento em poços em aquíferos sedimentares

Fonte: Bianchi Neto, modificado por Martins Netto, JPG, 2007

Tabela 5.5 – Procedimentos básicos para o tamponamento de poços em aquíferos fissurados

1	Cortar o revestimento rente ao solo
2	Fazer desinfecção de preferência com bactericida sem cloro
3	Preencher com brita a rocha cristalina
4	Isolar a faixa de contato entre aquíferos com cimento
5	Preencher com areia até 6m abaixo do tubo de boca
6	Cimentar até a boca do poço

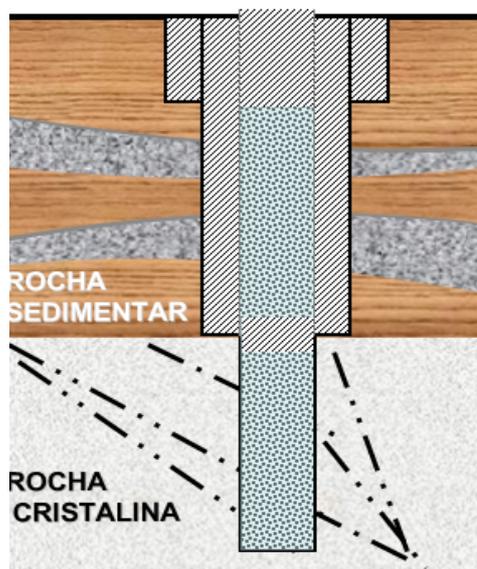


Figura 5.2 - Representação do tamponamento em poços em aquíferos fissurados  
Fonte: Bianchi Neto, modificado por Martins Neto, JPG, 2007

Tabela 5.6 – Procedimentos básicos para o tamponamento de poços em aquíferos mistos

1	Cortar o revestimento rente ao solo
2	Fazer desinfecção de preferência com bactericida sem cloro
3	Preencher com brita a rocha cristalina
4	Isolar a faixa de contato entre aquíferos com cimento
5	Preencher com areia até 6m abaixo do tubo de boca
6	Cimentar até a boca do poço
7	Cimentar os tubos de recarga de pré-filtro

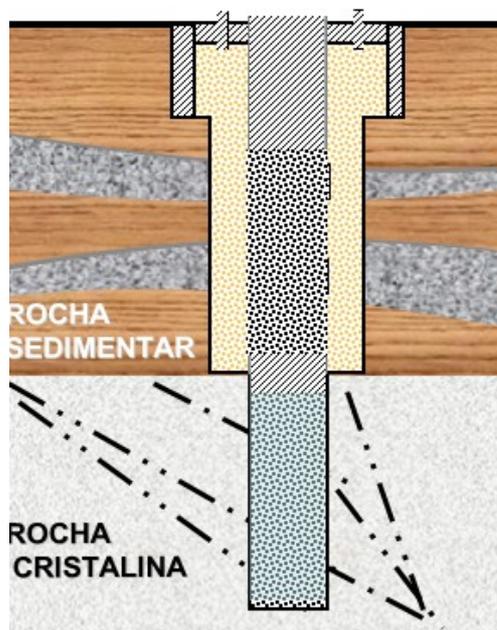


Figura 5.3 - Representação do tamponamento em poços em aquíferos mistos  
 Fonte: Bianchi Neto, modificado por Martins Neto, JPG, 2007

Tabela 5.7 – Procedimentos básicos para o tamponamento de poços em aquíferos confinados

1	Cortar o revestimento rente ao solo
2	Fazer desinfecção de preferência com bactericida sem cloro
3	Preencher com areia grossa até o topo do aquífero
4	Cimentar a partir do topo do aquífero até a boca do poço
5	Cimentar os tubos de recarga de pré-filtro

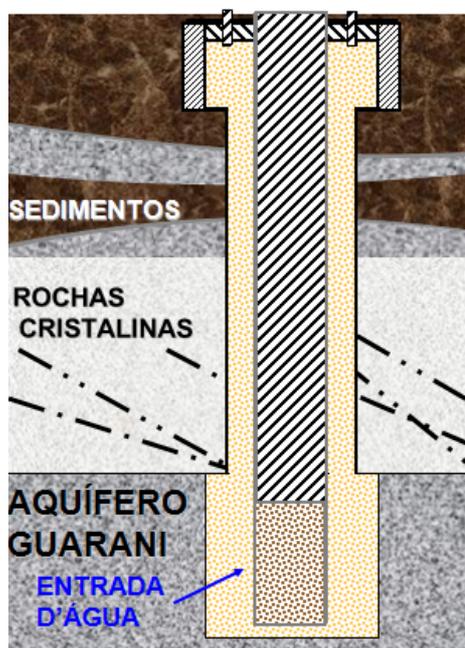


Figura 5.4 - Procedimentos para tamponamento de poços em aquíferos confinados  
Fonte: Bianchi Netto, modificado por Martins Netto, JPG, 2007

Recomenda-se a verificação de todos os poços abandonados do DAE Bauru, para confirmação de seu correto tamponamento, e também a criação de campanha de conscientização da população em geral e usuários privados, alertando sobre a necessidade legal do tamponamento de poços fora de operação e a importância destas medidas na preservação dos recursos hídricos subterrâneos.

## 5.5 Áreas contaminadas

Devido à existência de duas áreas decretadas como contaminadas próximas ao Poço Primavera II e mais uma área contaminada dentro do raio de 500 m deste poço, sugere-se que seja solicitado o Parecer Técnico da CETESB para verificação da necessidade de automonitoramento através de análises de água.

## 5.6 Recomendações específicas para os poços existentes

### 5.6.1 UP 06 – Consolação

Recomenda-se a limpeza do terreno e recomposição da laje de proteção.

### 5.6.2 UP 09 – Padilha

Recomenda-se a recomposição da laje de proteção e do alambrado ao redor do terreno.

### 5.6.3 UP 16 – Santa Cecília

Desativação do poço de acordo com as determinações da legislação estadual em vigor (Lei nº 7663/91).

### 5.6.4 UP 18 – Beija Flor

Recomenda-se a recomposição da laje de proteção e do alambrado ao redor do terreno.

### 5.6.5 UP 20 – Vania Maria

Recomenda-se a limpeza do terreno e recomposição da laje de proteção.

### 5.6.6 UP 21 – Jardim América

Recomenda-se a recomposição da laje de proteção e o cercamento do terreno.

### 5.6.7 UP 24 – Parque Real I

Recomenda-se a recomposição da laje de proteção, reparação do alambrado e remoção dos resíduos acumulados no entorno do terreno.

### 5.6.8 UP 25 – Gasparini

Recuperação dos vazamentos no reservatório; Reparação do alambrado. Recomposição da laje de proteção.

### 5.6.9 UP 26 – Bíblia

Recomenda-se a realização de estudo de acompanhamento do comportamento do nitrato nos últimos anos. Recomenda-se também monitoramento por análises de nitrato com frequência mensal por 24 meses consecutivos, para possibilitar a avaliação sazonal por dois ciclos completos de 12 meses, na busca de tendências, influências do clima e da origem dos problemas.

### 5.6.10 UP 27 – Cruzeiro do Sul II

Recomenda-se a recomposição da laje de proteção.

#### 5.6.11 UP 30 – Jaraguá II

Recomenda-se execução da laje de proteção, cercamento do terreno e execução de estrutura de drenagem pluvial. Deve ser verificada a situação do sistema de esgotamento sanitário na região do poço. Caso seja observada a presença de lançamentos irregulares, fossas em locais de risco ou com problemas de manutenção o DAE deve agir com urgência para evitar a contaminação do poço.

#### 5.6.12 UP 31 – Mary Dota

Recomenda-se a recomposição da laje e a remoção dos resíduos acumulados no entorno do terreno.

#### 5.6.13 UP 39 – Roosevelt II

Recomenda-se a desativação do poço de acordo com as determinações da legislação estadual em vigor (Lei nº 7663/91). O poço foi substituído pelo Roosevelt III, localizado no mesmo terreno.

#### 5.6.14 UP 41 – Tibiriçá III

É necessária a adequação da laje de proteção do poço; do portão de entrada para entrada de sonda de manutenção.

Recomenda-se a realização de estudo de acompanhamento do comportamento do nitrato nos últimos anos. Recomenda-se também monitoramento por análises de nitrato com frequência mensal por 24 meses consecutivos, para possibilitar a avaliação sazonal por dois ciclos completos de 12 meses, na busca de tendências, influências do clima e da origem dos problemas.

#### 5.6.15 UP 42 – Nova Esperança III

Recomenda-se a recuperação de trincas na laje de proteção.

#### 5.6.16 UP 45 – Primavera II

É necessária a remoção de resíduos acumulados no entorno do terreno. Verificar a adequação do canal de drenagem e a contribuição dele para a possibilidade de contaminação do solo. Caso seja verificado que o canal de drenagem representa riscos de contaminação ao solo e ao poço, será necessária a readequação do sistema de drenagem pluvial.

Recomenda-se a implantação de um regime de automonitoramento trimestral dos parâmetros BTEX, TPH's e PAH's. Recomenda-se também que seja solicitado um Parecer Técnico da CETESB para o ponto e a verificação da necessidade de implantação de novas análises ou mudanças no regime de automonitoramento.

#### 5.6.17 UP 46 – Villagio III

Recomenda-se a desativação do poço de acordo com as determinações do item 5.4.

#### 5.6.18 UP 47 – Chácaras Bauruenses

Recomenda-se a execução da laje de proteção do poço e da cerca de proteção.

#### 5.6.19 UP 54 – Manchester

Recomenda-se a correção da acomodação do solo ao lado da laje de proteção do poço. Execução de sistema de drenagem de águas pluviais no terreno do poço e entornos próximos.

### 5.7 Poços previstos

A implantação dos poços foi determinada com base nos estudos de crescimento populacional, de uso do solo e de disponibilidade hídrica regional na cidade de Bauru. Os poços previstos pelo DAE foram incorporados no plano diretor e deverão seguir os projetos de perfuração existentes.

Os demais poços propostos deverão ser perfurados seguindo o cronograma de atividades e investimentos apresentado no Volume 2 – Tomo V. Ressalta-se que os novos poços precisam de infraestrutura adequada para ser incorporados ao sistema de abastecimento de forma eficiente, incluindo o sistema de controle e operação por telemetria.

## 6 ADUTORAS DE ÁGUA TRATADA

As adutoras de água tratada foram definidas com base nos estudos para setorização do sistema de abastecimento de água de Bauru. Nesses estudos foram avaliadas as capacidades de produção de cada fonte produtora e o volume necessário para abastecer cada setor.

O comprimento e o traçado das tubulações existentes foram levantados a partir do cadastro digital disponibilizado pelo DAE durante o plano diretor. Para elaborar o plano diretor foi considerado que as tubulações existentes que serão utilizadas como adutoras têm coeficiente médio de rugosidade de Hazen-Williams igual à  $C = 110$ .

Recomenda-se que seja feito levantamento para confirmar o traçado e o comprimento das tubulações existentes que serão utilizadas como adutoras. Recomenda-se também a verificação da condição real de cada tubulação em relação à corrosão, à incrustação e ao coeficiente médio de rugosidade.

O monitoramento constante da ocorrência de água suja deve continuar. Recomenda-se o monitoramento de pressão nas adutoras de água tratada e o prosseguimento dos estudos com o ortopolifosfato.

## 7 ELEVATÓRIAS DE ÁGUA TRATADA

As elevatórias de água tratada foram definidas com base nos estudos para setorização do sistema de abastecimento de água de Bauru. Nesses estudos foram avaliadas as capacidades de produção de cada fonte produtora, o volume necessário para abastecer cada setor e as características dos reservatórios (existentes e propostos) e das adutoras de água tratada.

As elevatórias de água tratada propostas podem ser categorizadas como:

- Interna: recalcam a água tratada de um reservatório para outro dentro de uma mesma UR;
- Externa: recalcam a água tratada de um poço de sucção ou de uma UR para outra UR;
- *Booster*: recalque em linha;

O pré-dimensionamento das elevatórias foi realizado para a vazão crítica máxima ao longo do período de vigência do plano diretor. O desnível geométrico utilizado no pré-dimensionamento considera o nível mínimo de água no reservatório ou no poço de sucção a montante e a entrada no reservatório a jusante.

A perda de carga nos sistemas de recalque foi estimada considerando, além das estruturas padronizadas de recalque adequadas a vazão, as características da linha de recalque entre os reservatórios. No caso das elevatórias externas, a linha de recalque é representada pela adutora de água tratada e no caso das elevatórias internas pela tubulação de encaminhamento.

Recomenda-se que sejam elaborados projetos individualizados das elevatórias em que sejam levantadas as características existentes das linhas de recalque e as elevatórias atendam as vazões apresentadas no plano diretor. É importante que as estações elevatórias sejam projetadas conforme a configuração proposta de no mínimo 2 bombas, sendo uma em funcionamento e uma de reserva.

A automação das elevatórias é imprescindível para a operação do sistema. A alternância entre o funcionamento das bombas das elevatórias deve ser realizada diariamente, a fim de manter a bomba reserva sempre em condições operacionais e capaz de atender períodos emergenciais e de manutenção da bomba.

A utilização de inversores de frequência deve ser avaliada na ocasião do projeto, verificando as condições operacionais de maior ocorrência e a viabilidade econômica na utilização desses equipamentos. Ressalta-se que os inversores de frequência podem aumentar a flexibilidade operacional e conduzir a uma economia significativa no consumo de energia elétrica.

## 8 RESERVATÓRIOS

Recomenda-se a elaboração de um banco de dados com a ficha catalográfica dos reservatórios e com levantamentos topográficos atualizados das características físicas e das tubulações de entrada e saída. Essa ficha deve fazer parte de um sistema digital de controle com acesso disponível aos setores de planejamento e operação;

É recomendável também a elaboração de um plano de manutenção preventivo e de recuperação dos reservatórios, contemplando inclusive o terreno onde está localizado.

O sistema de abastecimento de Bauru possui um número elevado de unidades produtoras e de reservação, que o torna relativamente complexo. Portanto, a automação é indispensável para a operação e o controle eficientes do sistema. Para isso, deverão ser instalados medidores de nível ultrassônicos, macromedidores de vazão e medidores de pressão. Estes dispositivos de leitura deverão ser associados à telemetria e ao CCO. No Item 11 é mostrado um esquema sugerido para a elaboração do sistema de automação e controle do abastecimento de água.

Não foi investigado neste plano diretor o acúmulo de sedimento no fundo dos reservatórios, entretanto, durante a visita técnica ao reservatório R1-B, foi observado grande acúmulo de areia no fundo. Recomenda-se que seja realizada investigação do acúmulo de sedimento em todos os reservatórios e elaborado um plano de manutenção para realizar a remoção desse material.

Recomendações específicas:

R0-A – Avaliação estrutural do reservatório; Recuperação dos vazamentos;

R0-B – Recuperação dos vazamentos; Verificação das elevatórias para as novas condições de operação;

T0 – Recuperação dos vazamentos;

R1-A – Verificação das elevatórias para as novas condições de operação;

R1-B – Recomposição dos respiros e janelas de inspeção; Verificação das elevatórias para as novas condições de operação;

T1 – Instalação de extravasor no reservatório;

R3 - Verificação das elevatórias para as novas condições de operação;

T3 – Instalação de extravasor;

R4 - Verificação das elevatórias para as novas condições de operação;

R5 - Verificação das elevatórias para as novas condições de operação;

R6 - Verificação das elevatórias para as novas condições de operação;

R7-B - Verificação das elevatórias para as novas condições de operação;

R8-A - Verificação das elevatórias para as novas condições de operação;

R10 – Readequação do reservatório para aproveitamento do volume útil;

- R12-B – Verificação das elevatórias para as novas condições de operação;
- T12 – Recuperação dos vazamentos;
- T13 – Desativação;
- T14 – Verificação estrutural da base do reservatório; Investigação de vazamentos; Implantação de sistema de drenagem de águas pluviais;
- R15 - Verificação das elevatórias para as novas condições de operação;
- T18 – Desativação;
- T19 – Recuperação dos vazamentos;
- T20 – Verificar a correta desativação do poço localizado no terreno do T20;
- R23 - Verificação das elevatórias para as novas condições de operação;
- T24 – Substituição do reservatório T24 pelo T24-B;
- R25 – Readequação do reservatório para o aproveitamento do volume útil; Remoção das ligações de abastecimento com a rede; Verificação das elevatórias para as novas condições de operação;
- R28-A – Readequação da elevatória para as novas condições de projeto;
- T28 – Recuperação dos vazamentos;
- R29 - Verificação das elevatórias para as novas condições de operação;
- T30 – Desativação do reservatório T30 e construção de outro reservatório na parte mais alta do setor;
- R32 - Verificação das elevatórias para as novas condições de operação;
- R34 - Verificação das elevatórias para as novas condições de operação;
- R35 – Readequação da elevatória para as novas condições de projeto;
- R37 – Recuperação dos vazamentos;
- R38 – Desativação;
- R 39 – Recuperação dos vazamentos;
- R40 - Verificação das elevatórias para as novas condições de operação;

## 8.1 Rebaixamento do NA mínimo

Com o objetivo de elevar o volume útil do reservatório, a instalação da tubulação de saída em um poço de rebaixo foi prevista nas situações indicadas no Volume 02 - Tomo II (UR07, UR12, UR28 e UR25). Contudo, o rebaixamento da cota do NA mínimo deve ser analisado em conjunto com a redução de pressão na rede, com o objetivo de garantir as pressões mínimas dinâmicas estabelecidas para condições de maior consumo horário (10 mca).

## 9 REDE DE DISTRIBUIÇÃO

### 9.1 Rede principal

#### 9.1.1 Instalação de rede nas áreas de expansão

A instalação de rede nas regiões de expansão urbana (região 6), que não estão ocupadas atualmente, deverá ser concluída no ano previsto de ocupação da região. A Tabela 3.8 apresenta o período previsto para ocupação das regiões de expansão (destaque em verde claro). A porcentagem de ocupação indica a relação entre a população prevista no ano e a população de saturação.

Tabela 9.1 - Período inicial de ocupação das regiões de expansão da cidade de Bauru

Região	Ocupação (%)				População urbana (hab)			
	2014	2019	2024	2034	2014	2019	2024	2034
6.1	4	4	4	76	72	72	72	1314
6.2	1	8	20	75	28	227	566	2124
6.3	7	8	11	70	1078	1232	1694	10780
6.4	1	1	2	40	102	102	204	4080
6.5	1	1	2	55	10	10	21	572
6.6	1	1	2	45	60	60	119	2679
6.7	0	0	2	20	0	0	117	1169
6.8	1	2	8	40	212	326	1305	6523
6.9	2	15	30	80	4	40	80	213
6.10	0	0	1	100	0	0	34	3437
6.11	10	10	20	60	85	85	170	509
6.12	0	0	1	10	0	0	4	35
6.13	0	0	1	10	0	0	46	455
6.14	0	0	0	20	0	0	0	711
6.15	0	0	0	50	0	0	0	215
6.16	0	0	10	50	0	0	76	382
6.17	50	80	100	100	90	144	180	180
6.18	20	20	30	70	176	176	263	615
6.19	0	10	20	30	0	308	616	924
6.20	0	0	30	50	0	0	629	1049

Os setores S10, S10VB1 e S48 estão localizados parcialmente na região 6.14, enquanto o setor S15A localiza-se parcialmente na região 6.15. De acordo com a Tabela 3.4, essas regiões serão ocupadas no período de 2024 a 2034, períodos em que a rede deverá ser instalada para atender a demanda de água na região. Contudo, a instalação da rede nas regiões de expansão poderá ser instalada antecipadamente à sua ocupação, caso a obra interfira no abastecimento de uma região já consolidada.

### 9.1.2 Material da rede primária

Na maioria da rede primária poderão ser utilizadas tubulações do tipo PVC DEFOFO ou PVC PBA, de classe 15, de aplicação válida para pressões de serviço de até 0,75 MPa (cerca de 75 mca), visto que no dimensionamento a pressão máxima estática foi mantida abaixo de 50 mca em quase todos os setores.

Os setores que apresentam pressões muito altas (acima de 40 mca) em algumas regiões, são: S01VB1 e S47VB1 (ver desenhos do Volume 02 – Tomo VI). Nesses casos, recomenda-se a utilização de tubos mais resistentes, como os tubos PVC PBA, classe 20, para pressões de serviço de até 1,00 MPa (cerca de 100 mca).

## 9.2 Hidrantes

Os hidrantes devem ser localizados de acordo com o estabelecido na NBR 12218/1994 da ABNT, que dispõe que os hidrantes devem ser separados pela distância máxima de 600m, contada ao longo dos eixos das ruas.

Nos setores isolados, de demanda inferior a 50L/s, em que não forem instalados hidrantes na rede, recomenda-se a instalação de um ponto de tomada junto aos reservatórios que abastecem esses setores para alimentar os carros-pipa de combate à incêndios.

## 9.3 Medição de pressão

Recomenda-se a medição de pressão em, no mínimo, dois pontos de cada setor de abastecimento e a transmissão de dados em tempo real a CCO de abastecimento para o monitoramento contínuo do sistema.

## 9.4 Micromedição

É fundamental que os hidrômetros instalados nas economias sejam de propriedade do DAE e passem por aferição e calibração antes de serem instalados. Esta recomendação deve ser seguida o mais rápido possível, visto que o plano diretor de água considera que a redução de perdas nos 5 primeiros anos está relacionada diretamente as perdas aparentes.

Deve ser implantado um centro de aferição de hidrômetros com capacidade de aferir todos hidrômetros instalados na cidade de Bauru com intervalo máximo de 10 anos, preferencialmente a cada 5 anos. Considerando o número atual de ligações em Bauru, estima-se que o centro de aferição deva ter capacidade inicial de aferição de 1500 hidrômetros por mês.

O centro de aferição deverá possuir instrumentos calibrados e certificados. Foi estimado um número mínimo de pessoas para executar essa tarefa em horário comercial de expediente em 6. Além dos técnicos em aferição, este centro deverá contar com um coordenador ou gerente de atividades, com atribuição de planejar as atividades, verificar problemas nos resultados e gerenciar os funcionários. Este centro deve estar vinculado diretamente à diretoria de controle de perdas e responder ao centro de controle de faturamento e cobranças.

Hidrômetros calibrados deverão ser mantidos em estoque para ser instalados nas economias durante o período de aferição úteis. Nesses casos, a cobrança pela água deve ser feita a partir da composição dos valores indicados nos hidrômetros utilizados durante o período de aferição.

Em caso de constatação de fraude, devem ser tomadas providências para coibir este tipo de prática. Recomenda-se que além das medidas de compensação financeira, sejam adotadas práticas sócio-educativas, auxiliando a compreensão do usuário sobre os prejuízos do aumento do índice de perdas em sistemas de abastecimento.

## 9.5 Macromedição

Recomenda-se a instalação de macromedidores de vazão, do tipo eletromagnético, nos seguintes locais:

- saídas de todos os poços;
- saídas de todos os reservatórios que encaminham vazão para a rede ou para outros reservatórios, incluindo o reservatório elevado da mesma unidade de reservação;
- saídas de todos os poços de sucção;
- entrada de todos os setores de abastecimento.

## 9.6 Água suja

Recomenda-se que seja feito um levantamento da condição das redes principais e o monitoramento constante da ocorrência de água suja.

Para controle e redução das ocorrências de água suja nas redes deve ser mantida a aplicação de orto-polifosfatos. Os orto-polifosfatos reduzem a demanda de cloro e a corrosão em redes metálicas, sendo largamente utilizados nos sistemas públicos e privados de abastecimento de água.

## 10 REDUÇÃO E CONTROLE DE PERDAS

Foi considerada no plano diretor a elaboração de um plano de combate a perdas, gerenciado pela diretoria de controle de perdas do DAE.

O cenário de redução de perdas considerado para a elaboração do plano diretor foi a de redução dos índices de 48,7% aferido em 2013 para 25,0% em 2034. Nos 5 primeiros anos do plano diretor (2014-2019) a redução de perdas foi vinculada diretamente ao combate às fraudes e à submedição, sendo as principais medidas a ser adotadas:

- Alteração na lei de propriedade do hidrômetro;
- Substituição dos hidrômetros existentes pelo novo padrão a ser estabelecido pelo DAE com base na faixa de consumo de cada economia;
- Criação da bancada de aferição de hidrômetros;

A partir de 2019 a redução de perdas foi vinculada diretamente a setorização da rede. A ordem de setorização da rede está apresentada no Volume 02 - Tomo IV, e deverá reduzir sistematicamente as perdas pelo controle operacional do sistema.

### 10.1 Vazamentos e sobrepressão na rede de distribuição

O controle e o reparo dos vazamentos em Bauru são realizados de forma passiva, a partir dos vazamentos visíveis, que afloram à superfície. Recomenda-se, contanto, o controle ativo dos vazamentos, através de métodos acústicos de pesquisa, uma vez que grande parte dos vazamentos não visíveis demora a aflorar, ou não afloram.

Os procedimentos básicos descritos por Tsutiya (2004) para redução das perdas reais por vazamentos não-visíveis da rede incluem a seleção da área, a medição de pressão, a localização do ponto de vazamento por métodos acústicos e o reparo do vazamento.

Com relação à pressão de serviço nas redes de distribuição, a elevação da pressão de serviço nas redes de distribuição tem efeito duplo na quantificação dos volumes perdidos, pois além de aumentar a frequência de arrebentamentos, aumenta a vazão dos vazamentos. Assim sendo, espera-se que as perdas reais sejam minimizadas pela adequação das pressões em valores compatíveis com uma boa operação do sistema de distribuição, sem potencializar a ocorrência de vazamentos.

A pesquisa por vazamentos reais pode ser otimizada a partir dos indícios e informações disponíveis sobre a rede. O monitoramento da vazão noturna indica as regiões onde os índices de vazamento são maiores (quanto maior a relação entre vazões mínimas diárias e a vazão média, maior o potencial de vazamentos). Outros indicadores de áreas prioritárias para a detecção de vazamentos são os registros históricos de ocorrência, pressões altas ou idade das redes.

O desenvolvimento dos sistemas de medição de vazões é fundamental a identificação e controle de perdas reais e aparentes. A análise dos volumes macro e micromedidos permite a localização dos setores ou regiões com maior índice de perdas e servem como ferramentas de controle e operação do sistema (ver item 11).

## 10.2 Setorização

Para instalação dos setores de abastecimento são necessários dados topográficos para determinação da pressão na rede, da localização e dimensionamento dos reservatórios e aos estudos da necessidade e capacidade das estações elevatórias. Recomenda-se, portanto, que sejam levantados dados topográficos da cidade e das regiões do município sujeitas à ocupação no horizonte de projeto deste plano diretor. Os setores que não possuem dados topográficos disponíveis são: S24, S32A, S47VB1 e S49.

Para o controle da vazão produzida que atende cada setor, devem ser instalados macromedidores na entrada de todos os setores. Recomenda-se a utilização do macromedidor de vazão eletromagnético.

## 11 CONTROLE E OPERAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO

Nos próximos itens estão apresentadas as recomendações propostas para a implantação do sistema de controle e operação do sistema de abastecimento de água de Bauru.

### 11.1 Controle centralizado

O controle do sistema de abastecimento será realizado em um Centro de Controle Operacional (CCO) a ser implantado na sede do DAE. O CCO receberá os dados de monitoramento da ETA, captações, poços, elevatórias, adutoras e reservatórios, e terá o controle operacional dos poços, elevatórias e reservatórios.

O controle operacional da ETA e das captações deverá ser realizado em um CCO dedicado exclusivamente ao sistema produtor Batalha (CCO Batalha). O CCO Batalha deverá ser localizado na ETA. Os dados de monitoramento da produção de água na ETA e de seu funcionamento, assim como das captações, devem ser transmitidos ao CCO de abastecimento.

O envio de informação ao CCO é realizado por monitoramento remoto (telemetria), responsável pela emissão de sinais coletados pelas Unidades Terminais Remotas (UTR, ou Unidades de Transmissão Remotas), instaladas nos poços, reservatórios, elevatórias e ETA. Cada UTR poderá conter um Controlador Lógico Programável (CLP), o qual armazena instruções para implementação de funções específicas para controlar, através de módulos de entradas e saídas, vários tipos de máquinas ou processos.

A leitura de dados e o controle sobre os equipamentos monitorados pelas UTR são geralmente realizados pelo sistema SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*), que possibilita a interface homem-máquina por meio de ambientes gráficos.

Em sistemas de controle do tipo SCADA, é usualmente prevista a instalação de uma estação mestre (ou uma estação mestre com submestres). Suas funções principais são a varredura das UTR, a transmissão de comandos do operador, a manutenção do banco de dados históricos, a interface com o operador e a comunicação com submestres (sistemas hierárquicos).

A Figura 11.1 representa o controle integrado do sistema de abastecimento de água, apresentado por Tsutiya (2004) no livro *Abastecimento de Água*.

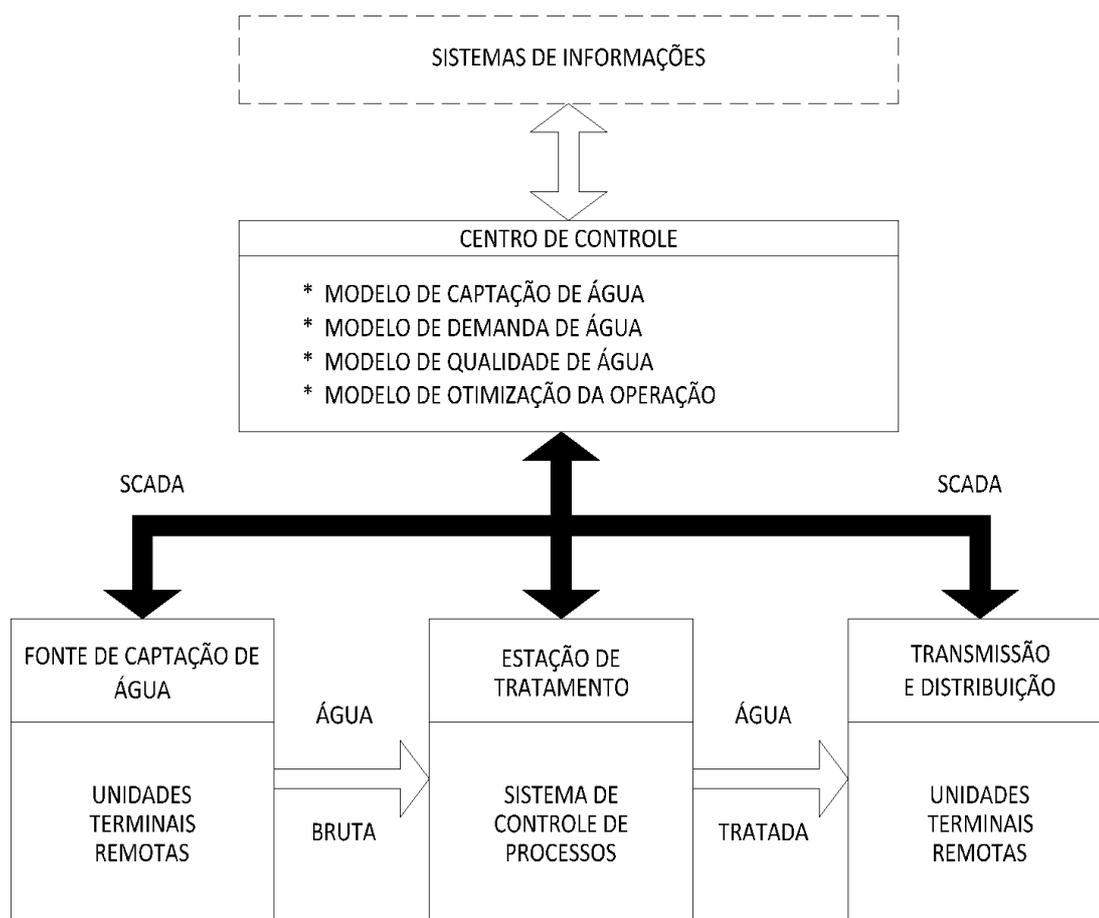


Figura 11.1 – Controle integrado do sistema de abastecimento de água (TSUTIYA, 2004)

Recomenda-se que o sistema de automação seja concebido de maneira global, configurando um sistema integrado. Contudo, a implementação física pode ser feita em etapas, conforme a disponibilidade de recursos e de acordo com as prioridades. Cada etapa, definida no projeto de automação, poderá ser realizada em ordem de prioridade, obtendo-se parte do benefício no decorrer da execução do projeto.

Na automação do sistema de abastecimento de água de Bauru podem ser previstas subdivisões no CCO, como, por exemplo, uma para cada grande sistema de abastecimento definido no plano diretor de água (sistemas Norte, Leste e ETA).

O controle operacional centralizado constitui uma ferramenta fundamental para a tomada de decisões, tornando-as mais rápidas e precisas. Os controladores recebem os dados com uma pequena defasagem de tempo e podem distribuir as vazões produzidas de forma a suprir as necessidades do sistema de abastecimento, atenuando o desequilíbrio entre a oferta e a demanda de água.

Para o funcionamento do sistema de controle e operação do abastecimento de água devem ser previstos, entre outros:

- A instalação de equipamentos e acessórios de medição (macromedidor de vazão eletromagnético, sensor de pressão para água tratada, medidores ultrassônicos, transmissores de pressão e de status de bombas, antenas, sensores de presença de cloro residual, etc.);
- A instalação de inversores de frequência e *soft-starter* nas estações elevatórias de maior vazão (*booster* e outras definidas pelo DAE);
- A interligação do CCO com os medidores (CLP, sistema SCADA etc.) e com o CCO Batalha;
- A transmissão de dados (via radiofrequência, internet, satélite ou outro definido na concepção do sistema);
- A instalação de um *software* supervisor;
- Treinamento de operação do sistema (equipamentos de telecomando), de operação do programa supervisor e de instalação, configuração e manutenção dos equipamentos utilizados;
- Suporte técnico da(s) empresa(s) contratada(s) para o projeto de automação, telemetria, telecomando e telessupervisão.

## 11.2 Medição de vazão e controle de perdas

O balanço hídrico do município de Bauru e dos setores, individualmente, poderá ser realizado com base nas vazões macromedidas (entradas) e micromedidas (saídas) e permitirá a quantificação e detecção das regiões com maior índice de perdas de água.

### 11.2.1 Macromedição

Os macromedidores de vazão de água tratada deverão ser instalados nas adutoras, nas tubulações de entrada dos setores e à jusante das estações elevatórias definidas a critério do DAE Bauru.

Nos casos em que as saídas dos reservatórios coincidirem com a entrada de um ou mais setores, a macromedição na entrada dos setores será suficiente para determinação da vazão de saída do reservatório.

Estima-se que será necessária a instalação de 184 macromedidores. Recomenda-se a instalação do macromedidor de vazão eletromagnético.

## 11.2.2 Micromedição

Falhas e fraudes em micromedidores são responsáveis pela maior parte das perdas aparentes de água. Para a devida medição dos valores consumidos, os micromedidores devem ser aferidos e trocados regularmente, por meio de um programa de aferição. É fundamental que todos os medidores sejam instalados e sigam o padrão de qualidade requerido pela autarquia.

O controle da micromedição será feito pelo DAE através da leitura dos hidrômetros. Os dados obtidos nas leituras devem ser confrontados com os dados de vazão aduzida ao respectivo setor, afim de identificar possíveis fraudes e vazamentos.

## 11.2.3 Manômetros

Para o monitoramento da pressão na rede e nas adutoras de água tratada, recomenda-se a instalação de dois manômetros por setor de abastecimento e um manômetro por adutora de água tratada. As informações de pressão devem ser enviadas à CCO em tempo real.

Estima-se que nas adutoras de água tratada e na rede primária dos setores será necessária a instalação de 236 manômetros.

## 11.3 Sistema produtor Batalha

A automação do sistema produtor Batalha foi prevista com a instalação do centro de controle operacional Batalha na ETA. Nesse sistema as unidades poderão operar tanto de modo remoto (pela central de controle) quanto pela operação local.

O sistema produtor Batalha será composto por 4 unidades:

- Captação complementar;
- Captação existente;
- ETA Batalha;
- ETR;

Os pontos para operação remota da captação complementar são:

- Grade mecanizada 01 e 03 (liga – desliga);
- Grade mecanizada 02 e 04 (liga – desliga);
- Caixa de areia 01 (liga – desliga);
- Caixa de areia 02 (liga – desliga);
- Elevatória complementar Bomba 01 (liga – desliga);
- Elevatória complementar Bomba 02 (liga – desliga);
- Elevatória complementar Bomba 03 (liga – desliga);

Os parâmetros de controle e monitoramento da captação complementar são:

- Funcionamento das grades mecanizadas 01, 02, 03 e 04;
- Funcionamento das caixas de areia 01 e 02;
- Funcionamento das Bombas 01, 02 e 03 da elevatória complementar (pressão na saída das bombas);
- Nível de água no poço de sucção;
- Vazão na adutora complementar;
- Pressão nos pontos de medição da adutora complementar;
- Dispositivo anti-golpe;
- Funcionamento da elevatória na captação existente;

Os pontos para operação remota da captação existente são:

- Elevatória de água bruta Bomba 01 (liga – desliga);
- Elevatória de água bruta Bomba 02 (liga – desliga);
- Elevatória de água bruta Bomba 03 (liga – desliga);
- Elevatória de água bruta Bomba 04 (liga – desliga; e inversor de frequência);
- Aplicação de dióxido de cloro no barrilete (liga – desliga; e dosagem).

Os parâmetros de controle e monitoramento da captação existente são:

- Funcionamento da elevatória complementar;
- Funcionamento das Bombas 01, 02, 03 e 04 da elevatória existente (pressão na saída das bombas);
- Operação da ETA (normal ou reduzida);
- Nível de água nos reservatórios abastecidos pela ETA;
- Vazão nas adutoras existentes de água bruta;
- Dispositivo anti-golpe;
- Pressão nos pontos de medição das adutoras existentes;

Os pontos para operação remota da ETA são:

- Aplicação de CAP a montante da mistura rápida (liga – desliga; dosagem);
- Aplicação de Cal a montante da mistura rápida (liga – desliga; dosagem);
- Aplicação de PAC na unidade de mistura rápida (liga – desliga; dosagem);
- Comportas de divisão de vazão de água coagulada (abre – fecha; operação individualizada);
- Floculadores tipo paletas verticais (liga – desliga; rotação; operação individualizada);
- Floculadores tipo turbina (liga – desliga; rotação; operação individualizada);

- Removedores de lodo dos decantadores (liga – desliga; frequência de passagem; operação individualizada por decantador);
- Filtros:
  - Entrada (abre – fecha);
  - Saída de água filtrada (abre-fecha; variação de ângulo);
  - Drenagem (abre – fecha);
  - Descarga (abre – fecha);
  - Entrada de água de lavagem (abre – fecha);
  - Entrada de ar para lavagem (abre – fecha);
  - Bomba de lavagem (liga – desliga);
  - Soprador de ar para lavagem (liga – desliga);
- Aplicação de cloro no canal comum de água filtrada (liga – desliga; dosagem);
- Aplicação de ácido fluossilícico no canal comum de água filtrada (liga – desliga; dosagem);
- Aplicação de hidróxido de sódio no canal comum de água filtrada (liga – desliga; dosagem);
- Aplicação de ortopolifosfato de sódio no canal comum de água filtrada (liga – desliga; dosagem);

Os parâmetros de controle e monitoramento da ETA são:

- Funcionamento da captação existente;
- Vazão de água bruta aduzida à ETA;
- Qualidade da água bruta (cor, turbidez, pH, concentração algal, cloro residual, dióxido de cloro residual);
- Dosagem de produtos químicos na unidade de mistura rápida (Cal, PAC e CAP);
- Módulos de floculação e decantação em funcionamento;
- Funcionamento dos equipamentos de floculação (rotação);
- Funcionamento dos removedores de lodo nos decantadores (frequência de passagem);
- Nível de água no canal comum dos filtros;
- Nível de água em cada um dos filtros;
- Nível de água para lavagem dos filtros no reservatório;
- Funcionamento do soprador de ar;
- Tempo de lavagem dos filtros;
- Nível de água no TRV (ETR);
- Ângulo de abertura da válvula de saída de água filtrada;
- Qualidade da água filtrada (Turbidez);
- Dosagem de produtos químicos na água filtrada (Hidróxido de sódio, cloro, ortopolifosfato de sódio e ácido fluossilícico);

- Vazão de saída de água tratada;

A ETR deve ser operada automaticamente no regime normal de operação, sem a necessidade de intervenções do operador, ou *“in loco”* diretamente no painel de controle. Os parâmetros para operação da ETR são:

- Funcionamento da ETA;
- Nível de água no TRV;
- Funcionamento do misturador submersível;
- Funcionamento das bombas de recalque (pressão, vazão);
- Vazão de saída da ETR;
- Funcionamento da ETE;

Ressalta-se que o sistema de controle centralizado, que está previsto para ser implantado na sede do DAE, não será responsável pela operação das unidades do sistema produtor Batalha.

## 11.4 Poços

A operação e manutenção preventiva dos poços são consideradas essenciais para o bom funcionamento do poço em longo período de tempo. Manutenções de caráter preventivo contribuem para a diminuição das despesas de energia e depreciação dos materiais e equipamentos e mantém os padrões qualitativos e quantitativos do volume produzido.

Os principais parâmetros operacionais para um controle operacional eficiente de poços são (TSUTIYA, 2004):

- Viabilização de equipamentos mais eficientes para determinadas condições de operações (bombas, quadros, etc.);
- Estabelecimentos de regimes ideais de operação para sistemas com um ou mais poços operando conjuntamente;
- Padronização de equipamentos para a montagem de estoques adequados que solucionem quaisquer problemas, não dependendo dos prazos dos fornecedores, e que possam suprir de imediato os equipamentos danificados;
- Averiguação e análise prévia dos dados operacionais (Q, NE, ND, qualidade da água, aspectos dos equipamentos, etc.), com o objetivo de prevenir problemas de funcionamento do poço.

A Figura XX apresenta um exemplo automação de poços profundos.

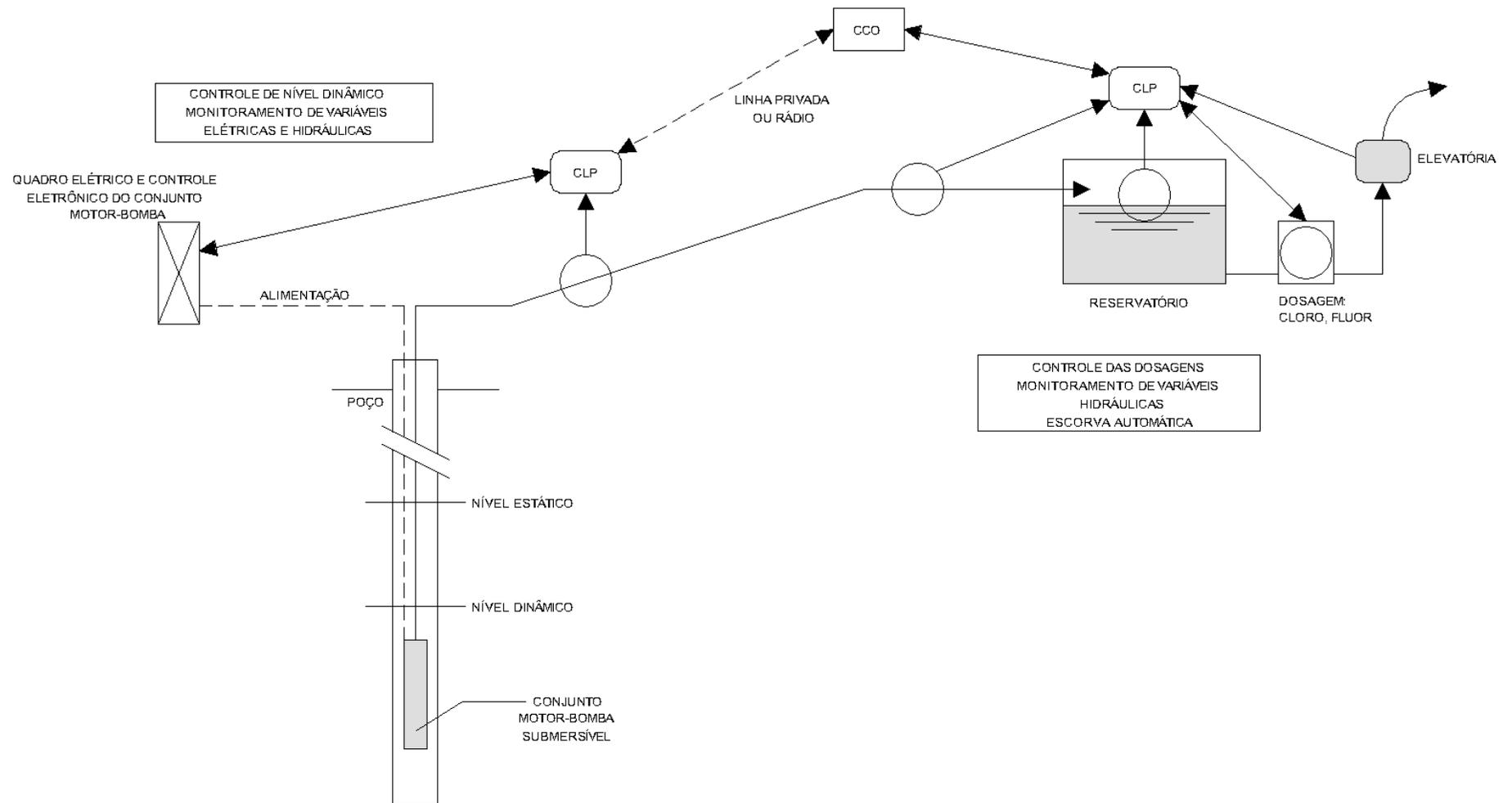


Figura 11.2 – Exemplo de automação de poços profundos (adaptado de Tsutiya, 2004)

Os parâmetros do nível da água no poço e no reservatório e os dados do conjunto motobombas são enviados ao CLP, que transfere os dados ao CCO, responsável pelo controle dos elementos e instalações. Os principais dados a serem monitorados nas unidades de produção (poços) são:

- Nível dinâmico: possibilita o ajuste do volume bombeado à capacidade de produção do poço;
- Vazão produzida e consumo de energia elétrica do motor, para o mesmo nível de água: permite a detecção de perda de capacidade gradual da bomba e a adoção de ações de manutenção preditiva;
- Vazão produzida: controle preciso das dosagens de produtos químicos.

O monitoramento do histórico de vazão e do nível dinâmico do poço é essencial para a detecção da degradação da bomba do poço. Dessa forma, descobre-se a causa de perda na capacidade da bomba, resultando em sua remoção para reparo em um período de tempo determinado.

## 11.5 Reservatórios

A operação de reservatórios consiste, basicamente, na abertura ou fechamento de válvulas de controle e partida ou desligamento de bombas. A operação e o monitoramento atual são realizados “in loco” pelos operadores face às demandas correntes, e estão sujeitos aos riscos de extravasão e esvaziamento dos reservatórios.

Os principais parâmetros operacionais dos reservatórios são:

- Limite baixo: nível mínimo do reservatório para que não haja formação de vórtice, entrada de ar na tubulação de saída, ou mal funcionamento da estação elevatória a jusante (se houver);
- Limite alto: nível máximo do reservatório que propicia tempo hábil de manobra, evitando que a água atinja o extravasor ou que a bóia de segurança seja acionada;
- Limite da bóia: nível de água a partir do qual é acionado o mecanismo de uma bóia que atua localmente no fechamento da válvula de controle do reservatório, independente da atuação do operador, sendo a bóia considerada um recurso de segurança extrema;
- Limite de extravasamento: lâmina de água a partir do qual começa a haver perda de água pelo sistema de extravasamento;
- Folga: altura correspondente à diferença entre o limite da bóia e o limite alto; corresponde ao acréscimo de volume entre a emissão do alarme de limite alto e o total

fechamento da válvula de controle. A folga define o limite operacional máximo do reservatório;

- Volume nominal: Volume compreendido entre o fundo do reservatório e o nível do extravasor (limite de extravasamento);
- Volume útil: volume compreendido entre o limite baixo e o limite alto.

A Figura 11.2 ilustra os níveis operacionais do reservatório.

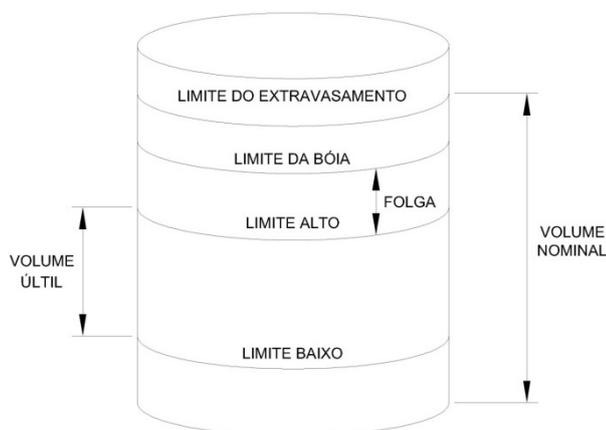


Figura 11.3 – Níveis operacionais do reservatório

Os medidores de nível dos reservatórios são imprescindíveis para a operação e o controle adequados do sistema de reservação, distribuição e adução. Os medidores ultrassônicos, instalados na laje de cobertura dos reservatórios, são geralmente utilizados para a medição dos níveis operacionais.

Recomenda-se deixar o reservatório sempre cheio às 6:00 horas, para que esvazie gradativamente ao longo do dia, repetindo o mesmo processo no dia seguinte, respeitando os limites operacionais. Recomenda-se a adoção de um coeficiente de segurança para os limites operacionais, para cobrir eventuais desvios relativos às alterações da curva de consumo setorial, como em dias de muito calor.

Os reservatórios, em algumas unidades de reservação, podem estar ligados em um sistema de vasos comunicantes, em que cada um pode abastecer outros reservatórios e alguns setores. No exemplo ilustrativo da Figura 11.3, o reservatório apoiado (RA0), abastecido pela ETA, abastece o reservatório RA1, operando em sistemas de vasos comunicantes com o RA2, passando por uma estação elevatória do tipo *booster*. O reservatório RA1 atende 2 setores e abastece o RA3, que atende outros 2 setores. O RA2, por sua vez, não possui saída direta para nenhum setor, mas encaminha vazão por estação elevatória ao reservatório elevado, responsável pelo abastecimento de um setor em zona alta, e para o RA1 pelo sistema de vasos comunicantes.

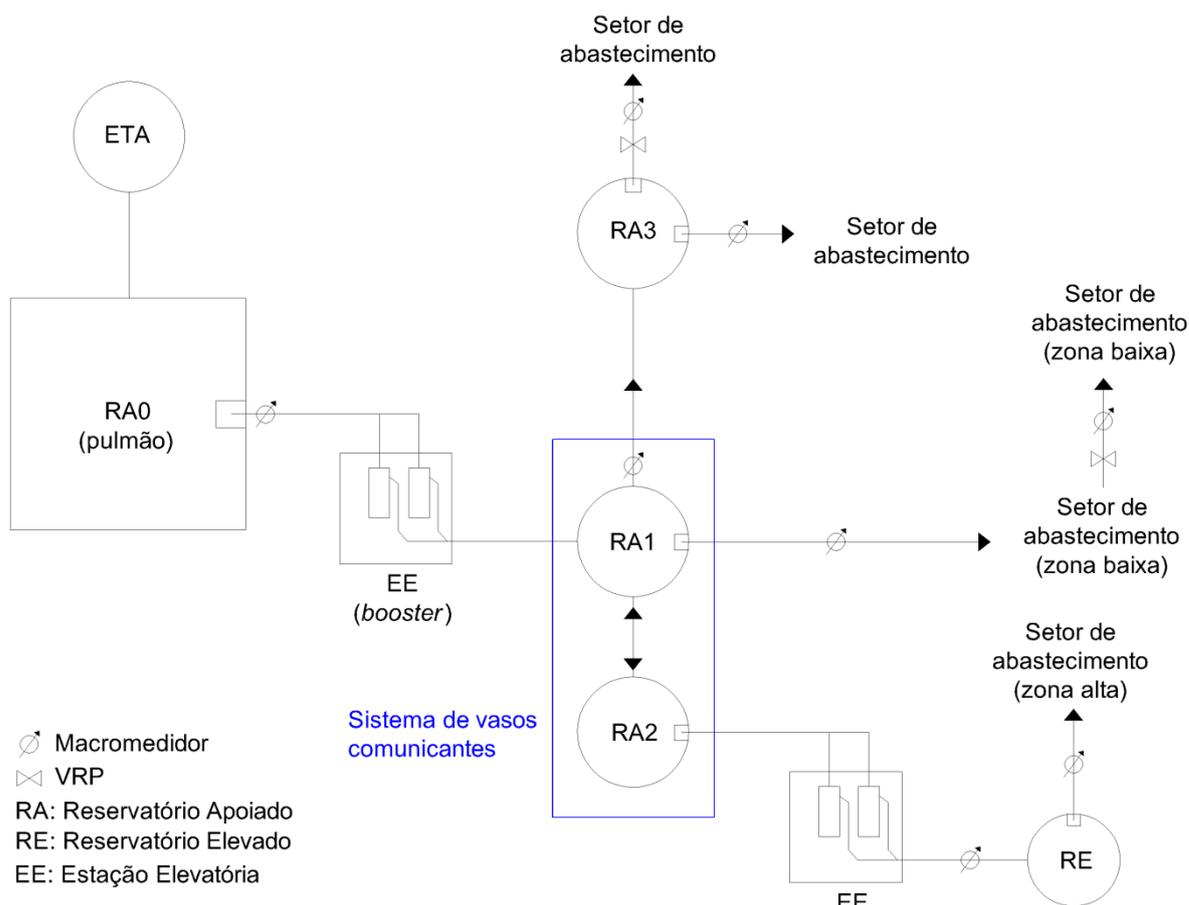


Figura 11.4 – Esquema de abastecimento ilustrativo com dois reservatórios operando em sistema de vasos comunicantes

As curvas de consumo podem ser determinadas por setor (ou sistema de abastecimento) a partir de dados históricos coletados da vazão consumida no decorrer do dia. Pelo histórico atualizado da curva de consumo setorial, pode-se determinar o volume de reservação mínimo necessário para garantir o abastecimento, setor por setor. A análise setorial possibilita a redistribuição das vazões produzidas e encaminhadas aos setores de modo a suprir a vazão consumida dos setores de maior consumo.

### 11.5.1 Recalque

O controle do bombeamento entre reservatórios pode ser feito automaticamente em função dos níveis de água (NA) dos reservatórios. O bombeamento deve ser interrompido quando NA atinge o valor máximo estabelecido para o reservatório receptor (limite alto) ou quando o reservatório base atingir o nível mínimo. A bomba só poderá ser acionada novamente após a redução do nível de água

do reservatório receptor para um valor pré-determinado e se o reservatório base estiver com o nível superior ao pré-determinado para acionamento da bomba.

A Figura 3.4 apresenta um exemplo ilustrativo do recalque de um reservatório apoiado a um elevado, em que o nível de água do reservatório elevado atingiu o limite do extravasor. Considera-se que, nessas condições, houve falha operacional do sistema. A estação elevatória deveria ser desligada ao atingir o limite máximo (limite alto) do reservatório receptor, não permitindo a elevação do nível a ponto de atingir o extravasor.

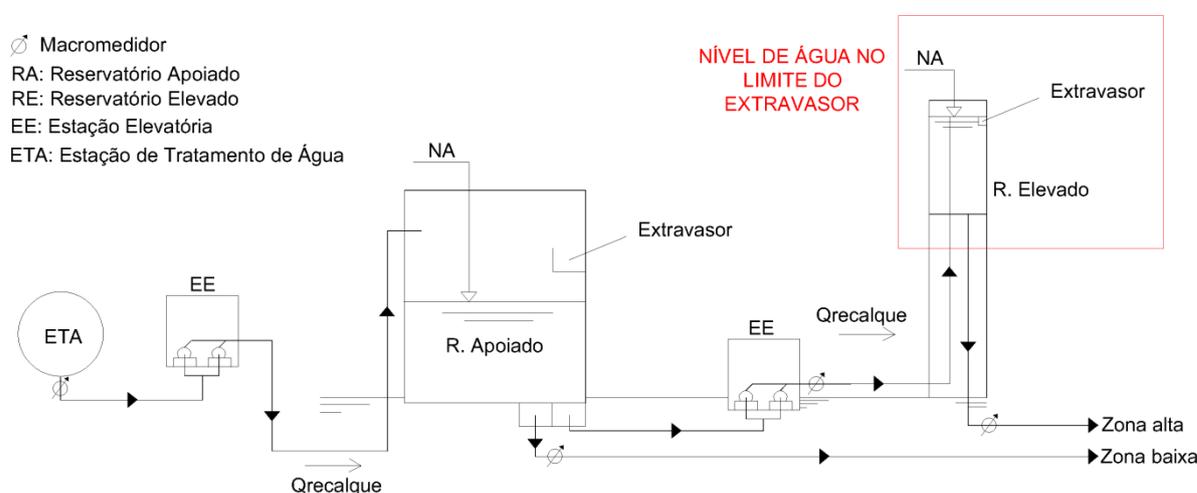


Figura 11.5 – Esquema ilustrativo de falha no recalque em que o nível de água atinge o limite do extravasor

## 11.5.2 Reservatório de posição intermediária

O reservatório de posição intermediária regulariza a vazão das transições entre bombeamento e/ou adução por gravidade. Neste Plano, o R25 foi considerado como reservatório de posição intermediária, deixando de veicular vazão para a rede. Seu objetivo é regularizar a vazão de entrada e distribuí-la à UR07 e aos reservatórios elevados T19A e T19B. Outros exemplos de reservatórios de posição intermediária são: R14, R24 e R40.

## 11.6 Adução

A adução de água tratada será realizada por gravidade ou por intermédio de estações elevatórias, sendo veiculada em ambos os casos por tubulações virgens. O encaminhamento de vazão aos reservatórios foi projetado com base nos dias de maior consumo dos anos 2019, 2024 e 2034. Entretanto, o encaminhamento de vazão nas adutoras deverá ser reavaliado regularmente, em função das variações de produção e consumo, distribuídas espacialmente na cidade de Bauru e no distrito de Tibiriçá.

Para o ano de 2019, será necessária a complementação da vazão da unidade de reservação UR03 no sistema Norte, por meio de uma ramificação na rede primária do setor S12. Neste caso, a adutora que liga a rede ao reservatório (ADT\_S12R03) deverá dispor de uma Válvula Limitadora de Vazão (VLV), para manter a vazão de jusante constante em um valor pré-estabelecido. A vazão de complementação do sistema em 2019, para o dia de maior consumo, será de 168 m<sup>3</sup>/d. A Figura 11.6 ilustra um esquema da complementação de vazão da rede ao reservatório, para o atendimento do setor de abastecimento no dia de maior consumo.

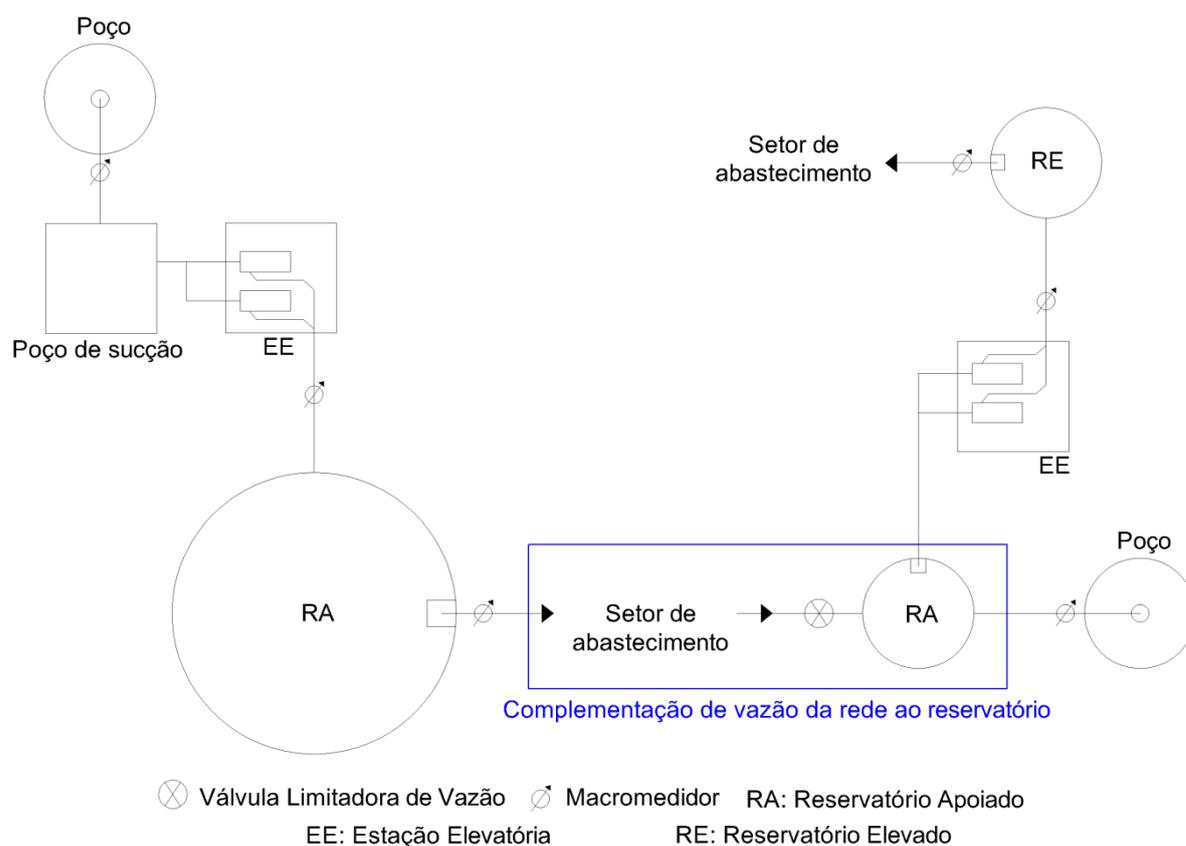
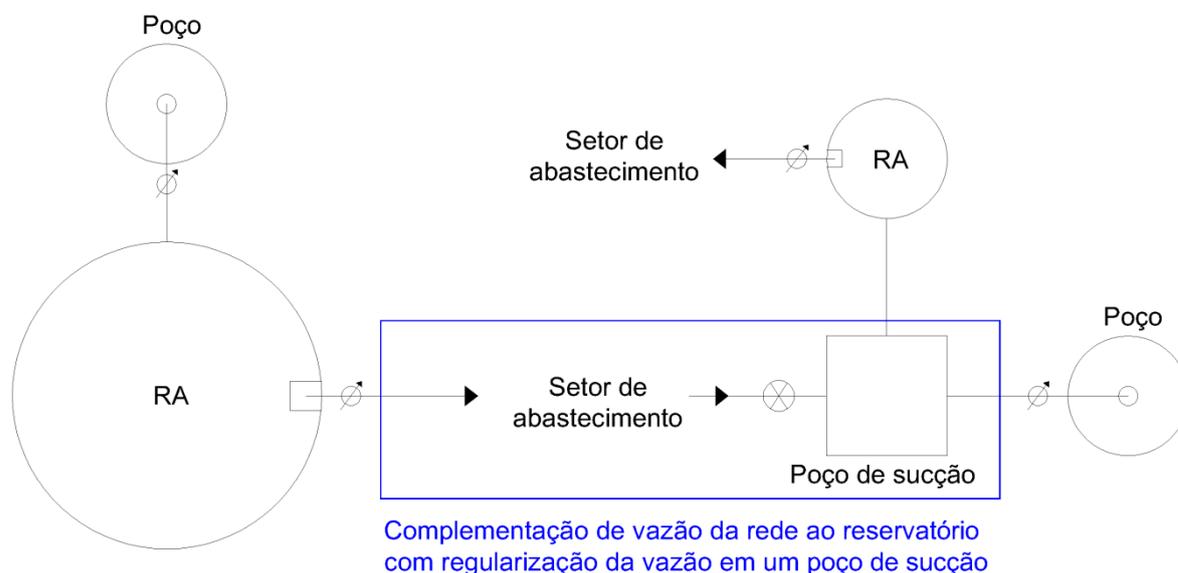


Figura 11.6 - Complementação de vazão da rede ao reservatório

Nas outras adutoras de conexão da rede primária à adutoras de água tratada para complementação da vazão dos reservatórios, também será necessária a instalação de VLV. Este é o caso das adutoras ADT\_S43P21 e ADT\_S42P39. A Figura 3.6 apresenta o caso em que a complementação de vazão ocorre por intermédio de um poço de sucção, que regulariza a vazão de saída, para abastecimento de um reservatório.

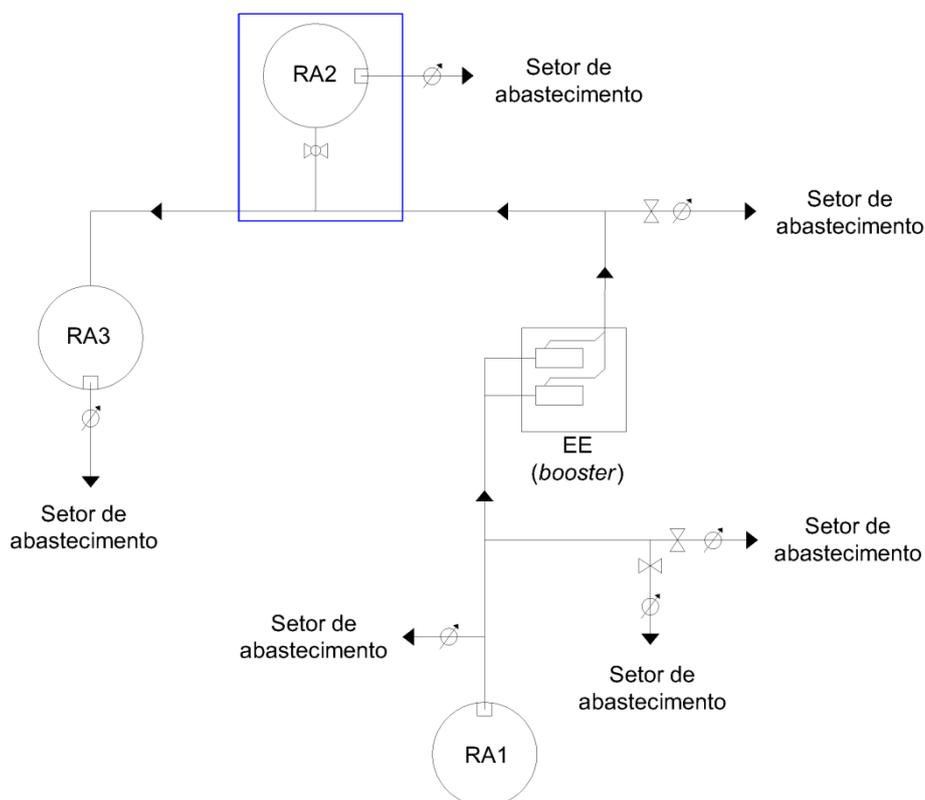


- |                               |                          |                          |
|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| ⊗ Válvula Limitadora de Vazão | ⊗ VRP                    | RE: Reservatório Elevado |
| ⊗ Macromedidor                | RA: Reservatório Apoiado | EE: Estação Elevatória   |

Figura 11.7 - Complementação de vazão da rede ao reservatório com regularização da vazão em um poço de sucção

A jusante da EEF (*booster* Falcão, no sistema de abastecimento ETA Batalha) haverá consumo de vazão de um setor (S06VB1) e distribuição de vazão a dois reservatórios (UR15 e UR05). Para garantir as pressões mínimas nas adutoras que abastecem o reservatório mais a montante, é indicada a instalação de uma Válvula Sustentadora de Pressão (VSP) para manter as pressões mínimas a montante da válvula, como representado no esquema da Figura 3.7. Na Figura 3.7, a EE representa o *booster* Falcão e a entrada de água no sistema é representada pelo reservatório RA1.

Controle das pressões mínimas a montante  
pela válvula sustentadora de pressão



- |  |                                 |  |              |                          |                        |
|--|---------------------------------|--|--------------|--------------------------|------------------------|
|  | Válvula Sustentadora de Pressão |  | Macromedidor | RA: Reservatório Apoiado | EE: Estação Elevatória |
|  | Válvula Limitadora de Vazão     |  | VRP          | RE: Reservatório Elevado |                        |

Figura 11.8 – Esquema representativo da instalação de uma VSP

Da mesma maneira, no sistema de abastecimento norte, a UP31 deverá abastecer a UR10 e a UR28 em série, por meio da mesma adutora. Neste caso, indica-se a instalação de uma VSP seguida de uma VLV, como indicado na Figura 3.8.

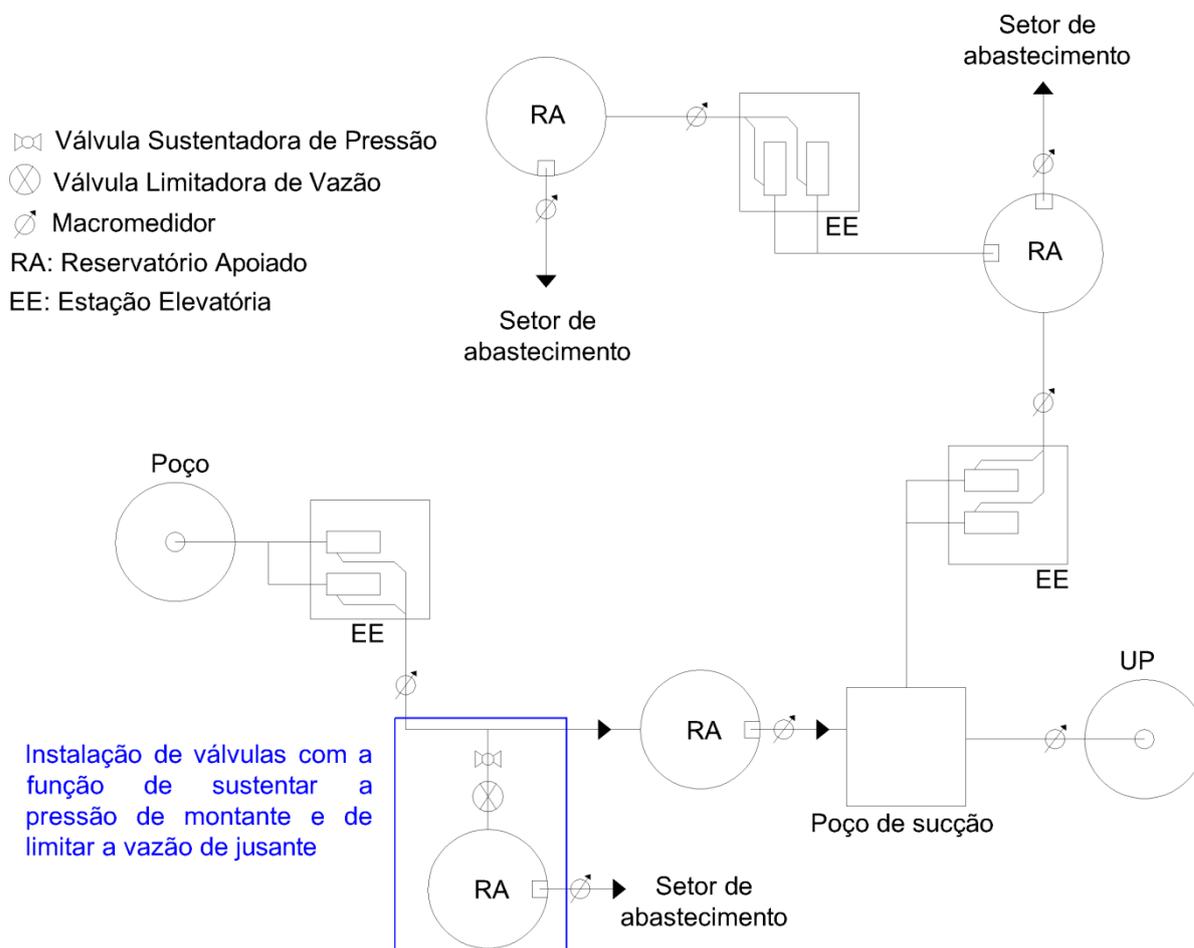


Figura 11.9 – Indicação da instalação de VSP e VLV no sistema de abastecimento

## 11.7 Estações elevatórias de água tratada

Os principais componentes de uma estação elevatória são: conjunto motobomba, tubulações de sucção, barrilete e recalque, poço de sucção e casa de bomba.

O controle e operação das Estações Elevatórias de Água Tratada (EEAT) consistem, basicamente, no estabelecimento das condições de parada e partida dos conjuntos motobombas e como será feito seu controle.

Neste Plano Diretor, considerou-se que todos os setores de abastecimento serão atendidos diretamente por reservatórios, estrategicamente localizados para atender os requisitos de pressão e velocidade nas tubulações, sem a necessidade de uma estação elevatória a jusante. Portanto, todas as EEAT foram concebidas para bombear vazão aos reservatórios ou poços de sucção.

Considerou-se a instalação das EEAT junto às unidades de produção ou reservação, como representado na Figura 3.9.

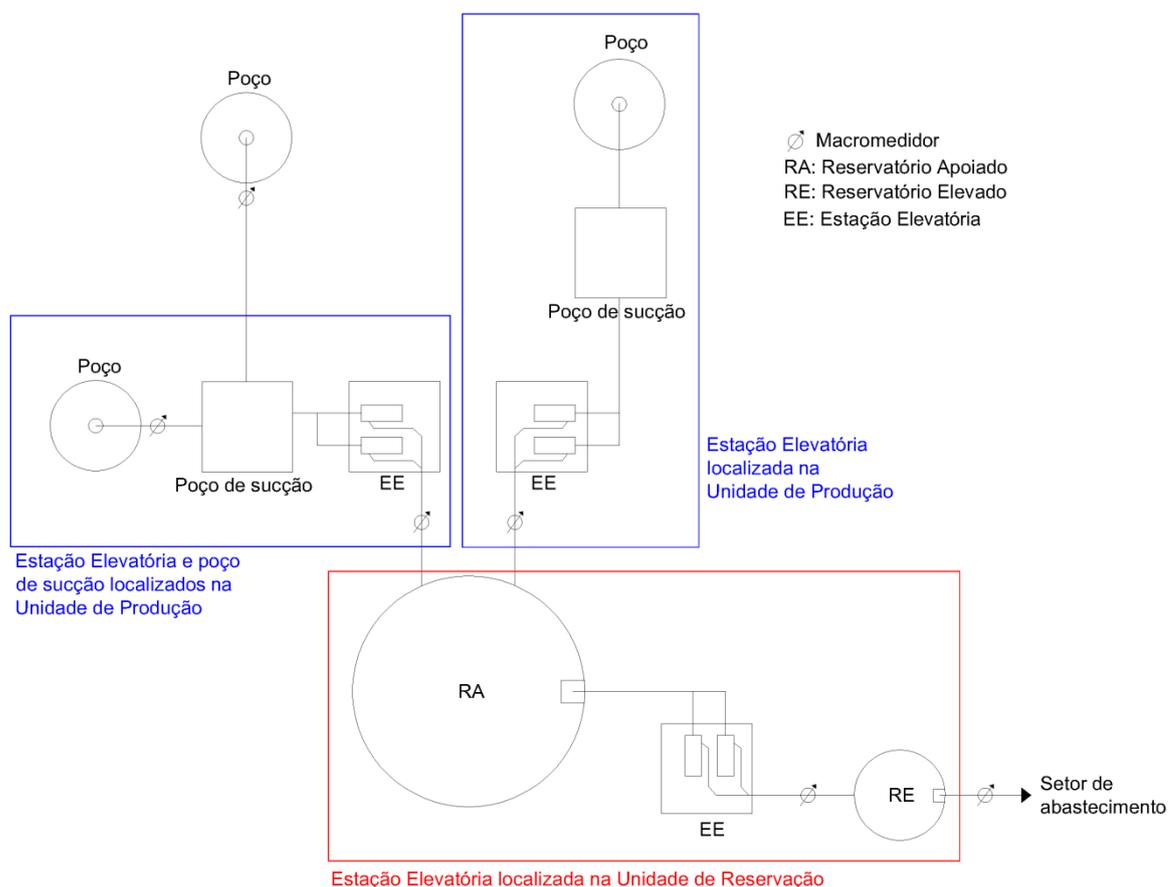


Figura 11.10 – Esquema ilustrativo da localização de estações elevatórias em unidades de produção e reservação

O controle dos conjuntos motobombas será realizado pelo monitoramento dos níveis dos reservatórios, munidos de sensor de nível ultrassônico. Ademais, os reservatórios poderão contar com bóias de controle de nível, com a função de proteção contra falhas do sistema digital.

Deverá ser previsto o escalonamento das partidas dos conjuntos motobombas e a proteção contra partidas simultâneas, de modo a reduzir a intensidade dos transitórios hidráulicos e para que não ocorra violação de limites contratuais de fornecimento de energia, respectivamente.

Com relação ao número de bombas, as EEAT irão operar com dois conjuntos motobombas, pré-dimensionados para o maior valor de vazão nos dias de maior consumo no decorrer do horizonte de projeto. Assim, cada EEAT contará com duas bombas, funcionando de maneira alternada.

### 11.7.1 Estações elevatórias do tipo *booster*

O controle de estações elevatórias do tipo *booster* é geralmente realizado pelas medidas de pressão e vazão de recalque. No caso de pressão estável, o controle é realizado pela vazão. Se for observado o acréscimo da pressão em relação à vazão, o bombeamento deverá ser reduzido. O



mesmo ocorre no caso da pressão nas adutoras alcançar um valor máximo (parametrizado), em condições de baixas vazões de consumo.

Nos *boosters* das EEF e EEE, deverá ser prevista a instalação de inversores de frequência. A EEF possui uma situação mais instável, pois, ao abastecer dois reservatórios e dois setores, está sujeita a maiores e mais frequentes variações de pressão e vazão.

### 11.7.2 Poço de sucção

Os poços de sucção previstos para o sistema de abastecimento têm a função de receber o recalque de uma ou mais fontes e garantir condições operacionais para o recalque do poço de sucção para um ou mais reservatórios.

O controle do sistema de recalque do poço de sucção deve estar diretamente vinculado à operação das fontes produtoras, dos reservatórios relacionados ao poço de sucção e ao nível de água no poço de sucção.

## 12 VALORES DA TARIFA DE ÁGUA

O valor da tarifa de água para consumo residencial foi reajustada em 9% pela Resolução nº 007, de 16/06/2014, publicada no DOB 2405 de 19/06/2014. O valor para consumo residencial de 6 m<sup>3</sup> a 10 m<sup>3</sup> aumentou de R\$ 1,08/m<sup>3</sup> para R\$ 1,18 /m<sup>3</sup>. A partir de 10 m<sup>3</sup>, o aumento da tarifa é progressivo chegando a R\$ 6,62/m<sup>3</sup> para o consumo de 100 m<sup>3</sup>.

Ressalta-se que apesar do reajuste realizado recentemente, a tarifa de água de Bauru está defasada em relação às cidades de porte similar no estado de São Paulo. Os gráficos das Figuras 12.1 e 12.2 mostram os valores das tarifas de água de Bauru em relação às tarifas de municípios de médio a grande porte para o consumo de 10 m<sup>3</sup> e 100 m<sup>3</sup>, na categoria “residencial padrão”.

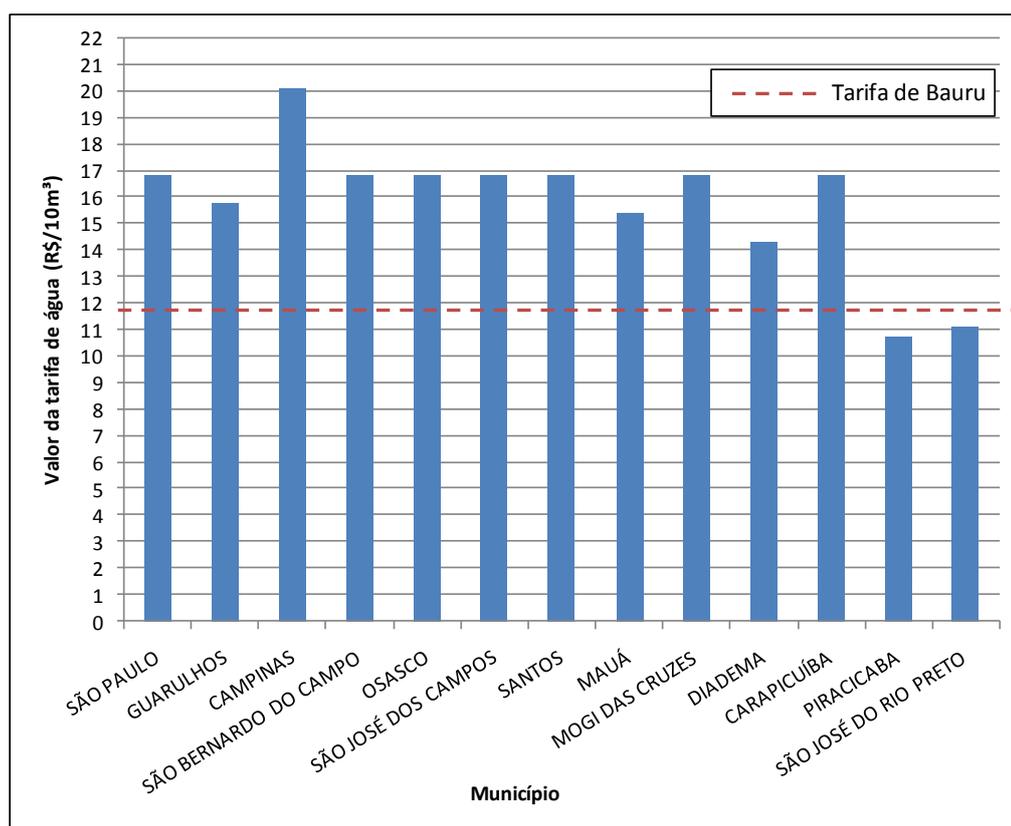


Figura 12.1 – Tarifa de água para o consumo de 10m<sup>3</sup> na categoria “residencial padrão”

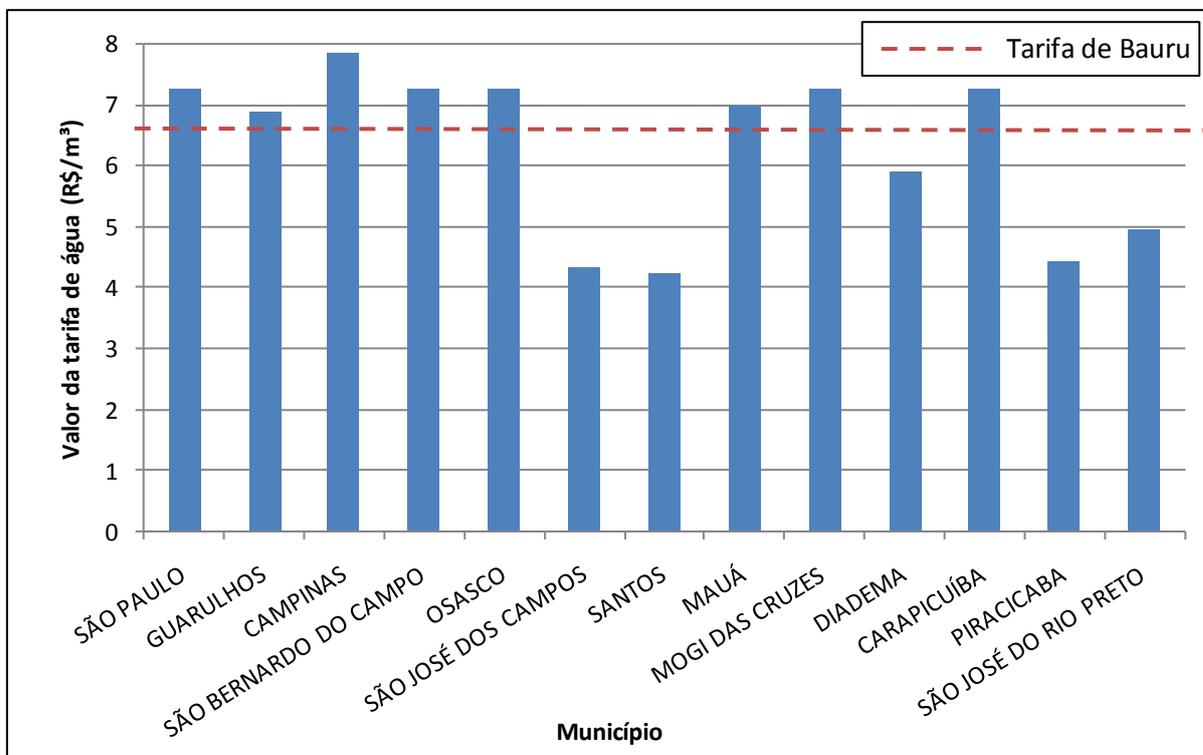


Figura 12.2 – Tarifa de água por m<sup>3</sup> para o consumo de 100m<sup>3</sup> na categoria “residencial padrão”

Observa-se que para o consumo de 10 m<sup>3</sup>, a tarifa de Bauru é inferior a todos os municípios estudados, com exceção de Piracicaba e de São José do Rio Preto. A diferença entre a tarifa dos municípios que cobram uma tarifa maior do que a de Bauru é de 41% acima da tarifa cobrada pelo DAE.

De acordo com a Lei Federal nº 114445 de 05 de janeiro de 2007, o reajuste das tarifas de água não pode ser realizado em intervalos inferiores a 12 meses.

É fundamental que o valor da tarifa de água esteja equilibrado com os investimentos necessários para a implantação do Plano Diretor e com os custos de produção de água durante e após a implantação do Plano Diretor.

Ressalta-se que o montante financeiro necessário para a implantação do plano diretor será considerável e que a implantação da captação complementar do rio Batalha irá aumentar os custos de produção de água.

Espera-se que com a implantação do plano diretor ocorra redução expressiva no índice de perdas, possibilitando o reestabelecimento do caixa do DAE e a diminuição nos aumentos de tarifa.

[www.hidrosanengenharia.com.br](http://www.hidrosanengenharia.com.br)



Av. São Carlos, 2205, r. 106  
Zip Code. 13560-900  
São Carlos SP Brazil  
phone +55 16 3371 3466

Av. São Carlos, 2205, sl.106  
CEP: 13560-900  
São Carlos SP  
tel. 16 3371 3466