R.091.033.062.12

Plano de Redução e Controle de Perdas de Água e de Faturamento - PCP

CLIENTE:

Departamento de Água e Esgoto de Santa Bárbara d'Oeste - DAE

Contrato B&B x DAESBO N° 07/11

"**Elaboração do Plano Diretor de Combate a Perdas de Água na área urbana do município de Santa Barbara do Oeste/SP**"

Empreendimento FEHIDRO 483

Contrato FEHIDRO nº 327/2010

Medição 06 – Julho/12

R. Guararapes, 1664 - Brooklin - 04561-003 - São Paulo - SP - Fone/Fax: +55 11 **5103.2013** - bbengenharia@bbengenharia.com.br - www.bbengenharia.com.br

APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

Com base no diagnóstico operacional e de perdas dos sistemas existentes e nas necessidades identificadas no balanço hídrico e no relatório de diagnóstico da situação existente, desenvolveu-se o Plano de Redução e Controle de Perdas de Água e de Faturamento na área urbana do município de Santa Bárbara D'Oeste, detalhando-se as intervenções necessárias por componente de desenvolvimento operacional, apresentado no presente documento. Este relatório atende ao item 4.3 do Termo de Referência que norteia o objeto, e é apresentado em um único volume.

O Plano de Redução e Controle de Perdas de Água e de Faturamento na área urbana do município de Santa Bárbara D'Oeste tem como objetivo desenvolver um amplo diagnóstico dos sistemas de abastecimento de água existentes, tanto no tangente a aspectos de perdas reais como aspectos de perdas aparentes, bem como propor um plano de melhorias para os aspectos operacionais e de gestão do sistema.

As ações desenvolvidas no âmbito do presente Plano permitirão ao DAE conhecer e reduzir os índices de perdas de água, garantindo assim a ampliação da oferta de água na cidade de Santa Bárbara D'Oeste, minimizando as necessidades de expansão do sistema produtor, reduzindo também o consumo de energia elétrica, melhorando a eficiência dos serviços prestados e consequentemente da imagem da empresa junto a seus clientes, culminando com o alcance de valores compatíveis e exigidos para obtenção de outorgas e demais licenças.

O objeto do presente relatório, atendendo ao Termo de Referência que norteia este projeto, consolida o Plano de Redução e Controle de Perdas de Água e de Faturamento, detalhando-se para cada componente a seguir relacionado (itens a, b, c, d, e, f e g), todas as ações a serem desenvolvidas no decorrer dos trabalhos:

a) Macromedição e Pitometria
b) Micromedição

c) Cadastro Técnico

d) Sistema Integrado de Prestação de Serviços e Atendimento ao Público

e) Planejamento e Controle Operacional

f) Cadastro de Consumidores e Processo de Faturamento e Cobrança

g) Sistema de Informações Gerenciais – SIG

O presente relatório é elaborado com base, sobretudo, em informações levantadas em visitas técnicas junto ao DAE, bem como os dados de estudos e projetos existentes e bibliografias pertinentes.

R. Guararapes, 1664 - Brooklin - 04561-003 - São Paulo - SP - Fone/Fax: +55 11 5103.2013 - bbengenharia@bbengenharia.com.br - www.bbengenharia.com.br

INDICE ANALÍTICO

INDICE ANALÍTICO

1. INTRODUÇÃO 14

2. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL 18

2.1. ARTICULAÇÃO COM PLANOS E POLÍTICAS EXISTENTES 20

2.2. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO 32

2.3. CARACTERIZAÇÃO DO DAE SANTA BÁRBARA D'OESTE 35

2.4. PERDAS DE ÁGUA 94

2.5. MACROMEDIÇÃO E PITOMETRIA 94

2.6. MICROMEDIÇÃO 99

2.7. CADASTRO TÉCNICO 106

2.8. SISTEMA INTEGRADO DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS E ATENDIMENTO AO PÚBLICO 109

2.9. PLANEJAMENTO E CONTROLE OPERACIONAL 119

2.10. CADASTRO DE CONSUMIDORES, FATURAMENTO E COBRANÇA 120

2.11. SISTEMA DE INFORMAÇÕES GERENCIAIS – SIG 122

3. PROPOSIÇÃO E METAS 123

3.1. MACROMEDIÇÃO E PITOMETRIA 124

3.2. MICROMEDIÇÃO 136

3.3. CADASTRO TÉCNICO 143

3.4. SISTEMA INTEGRADO DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS E ATENDIMENTO AO PÚBLICO 148

3.5. PLANEJAMENTO E CONTROLE OPERACIONAL 167

3.6. CADASTRO DE CONSUMIDORES, FATURAMENTO E COBRANÇA 184

3.7. SISTEMA DE INFORMAÇÕES GERENCIAIS – SIG 235

4. PLANO DE INVESTIMENTO 239

R. Guararapes, 1664 - Brooklin - 04561-003 - São Paulo - SP - Fone/Fax: +55 11 5103.2013 - bbengenharia@bbengenharia.com.br - www.bbengenharia.com.br

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....244

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Cálculo de volumes de perdas reais DMC Jardim Romano..... 26

Quadro 2 – Cálculo de volumes de perdas reais DMC Orquídeas. 27

Quadro 3 – Cálculo de volumes de perdas reais DMC Grego..... 28

Quadro 4 – Índice de Perdas Reais para cada um dos blocos de setores. 29

Quadro 5 – Categorias de performance técnica – IWA. 30

Quadro 6 – Metas do Plano de Recursos Hídricos das Bacias. 32

Quadro 7 - Resumo do uso dos recursos hídricos no município. 34

Quadro 8 - Dados das captações de água superficiais do município. 35

Quadro 9 - Nível de instrução do quadro de pessoal do DAE..... 37

Quadro 10 - Captações superficiais no município. 38

Quadro 11 - Captações subterrâneas no município..... 39

Quadro 12 - Volumes dos reservatórios de água bruta..... 39

Quadro 13 – Extensão de rede por tipo..... 88

Quadro 14 - Idade das redes. 88

Quadro 15 – Extensão de rede por material. 89

Quadro 16 – Situação da macromedição do sistema de abastecimento de água. 96

Quadro 17 – Detalhamento dos medidores. 98

Quadro 18 - Número de ligações de água por categoria..... 99

Quadro 19 - Volumes micromedido, consumo médio e volume faturado por categoria..... 100

Quadro 20 - Relações entre ligações, economias e população..... 100

R. Guararapes, 1664 - Brooklin - 04561-003 - São Paulo - SP - Fone/Fax: +55 11 5103.2013 - bbengenharia@bbengenharia.com.br - www.bbengenharia.com.br

Quadro 21 – Comparativo de ligações ativas, inativas e com hidrômetro nas empresas. .. 101

Quadro 22 – Tempo de vida útil de hidrômetros. 105

Quadro 23 – Quantidade de hidrômetros x tempo de uso. 105

Quadro 24 – Situação do cadastro técnico do sistema de abastecimento de água. 108

Quadro 25 - Quadro tarifário para clientes residenciais. 121

Quadro 26 - Quadro tarifário para clientes comerciais ou industriais. 122

Quadro 27 - Faturamento de água por categoria, ano 2009. 122

Quadro 28 - Quadro de ações x investimentos para Macromedição e Pitometria. 136

Quadro 29 – Classes de hidrômetros e correspondentes valores de Qmín e Qt..... 138

Quadro 30 - Quadro de ações x investimentos para Micromedição. 143

Quadro 31 - Quadro de ações x investimentos para Cadastro Técnico. 148

Quadro 32 - Quadro de ações x investimentos para Sistema integrado de prestação de serviços e Atendimento ao público. 166

Quadro 33 - Os antigos e os novos modelos mentais para a redução das perdas..... 167

Quadro 34 - Componentes das perdas anuais inevitáveis – PRAI (Lambert) 180

Quadro 35 - Quadro de ações x investimentos para Planejamento e Controle operacional. 183

Quadro 36 – Modelo conceitual do sistema comercial 186

Quadro 37 – Consumo estimado em edificações residenciais..... 209

Quadro 38 - Seleção do medidor em função do consumo estimado..... 210

Quadro 39 - de hidrômetros em função do volume mensal 210

Quadro 40 - Seleção de hidrômetros em função do consumo mensal 210

Quadro 41 - Peso relativos dos pontos de utilização 211

Quadro 42 - Fator de multiplicação da vazão. 212

Quadro 43 - Vazão mínima para torneiras de boia..... 214

R. Guararapes, 1664 - Brooklin - 04561-003 - São Paulo - SP - Fone/Fax: +55 11 5103.2013 - bbengenharia@bbengenharia.com.br - www.bbengenharia.com.br

Quadro 44 - Plano de amostragem..... 220

Quadro 45 - Designação dos hidrômetros 225

Quadro 46 - Fabricantes de hidrômetro 225

Quadro 47 - Diâmetro dos hidrômetros 226

Quadro 48 - Quadro de ações x investimentos para Cadastro de consumidores, Faturamento e Cobrança. 235

Quadro 49 - Quadro de ações x investimentos para Sistema de informações gerenciais... 238

Quadro 50 - Quadro de investimentos a curto prazo. 241

Quadro 51 - Quadro de investimentos a médio prazo..... 242

Quadro 52 - Quadro de investimentos a longo prazo..... 243

Quadro 53 - Quadro da evolução de perdas e disponibilidade hídrica. 246

Quadro 54 - Quadro de investimentos. 247

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Projeto de setorização de Santa Bárbara d'Oeste..... 17

Figura 2 - Curva de demanda expressa em termos unitários. 23

Figura 3 - Localização do município de Santa Bárbara D'Oeste. 33

Figura 4 - Organograma recursos humanos do DAE Santa Bárbara d'Oeste. 36

Figura 5 - Vista geral da Represinha (esq.) e casas à beira do lago (dir.)..... 40

Figura 6 - Vista da barragem de montante (esq.) e jusante (dir.). 41

Figura 7 - Vista de jusante do canal de tomada..... 41

Figura 8 - Primeiro gradeamento (esq.) e segundo gradeamento (dir.). 42

Figura 9 - Vista exterior da casa de bomba. 42

Figura 10 - Vista interior da casa de bombas..... 43

Figura 11 - Estação de energia elétrica (esq.) e futuro gerador (dir.). 43
Figura 12 - Casa da bomba diesel (esq.) e bomba diesel (dir.)..... 44
Figura 13 - Vista geral do parque Araçariguama. 45
Figura 14 - Usina Açucareira Cillos..... 46
Figura 15 - Represa Usina de Cillos..... 46
Figura 16 - Poço de sucção Usina de Cillos..... 47
Figura 17 - Casa de bombas EEAB Cillos. 47
Figura 18 - Moradia irregular sobre casa de bombas. 48
Figura 19 - Capacidade e vazão média das ETAs. 48
Figura 20 - Medidor de vazão Parshall. 49
Figura 21 - Tanque floculador mecânico. 49
Figura 22 - Decantadores (esq.), módulos plásticos e vertedouro de saída (dir.). 50
Figura 23 - Filtros (esq.) e sala de controle de filtros (dir.). 50
Figura 24 - Reservatórios enterrados (esq.) e reservatório elevado, Castelinho (dir.). 51
Figura 25 - Poço de sucção ETA II. 51
Figura 26 - Laboratório de análises da água 52
Figura 27 - Caixa distribuidora (acima), calha Parshall (abaixo) e adição de cal hidratada e sulfato de alumínio (dir.). 53
Figura 28 - Floculadores da etapa 1. 54
Figura 29 - Decantadores de etapa 1 (esq.) e etapa 2 (dir.). 55
Figura 30 - Canal coletor de água decantada etapa 1 (esq.) e etapa 2 (dir.)..... 55
Figura 31 - Filtros de etapa 1 (esq.) e etapa 2 (dir.). 56
Figura 32 - Reservatório cálice (esq.) e reservatórios enterrados (dir.)..... 57
Figura 33 - Casa de bombas 57

R. Guararapes, 1664 - Brooklin - 04561-003 - São Paulo - SP - Fone/Fax: +55 11 5103.2013 - bbengenharia@bbengenharia.com.br - www.bbengenharia.com.br

Figura 34 - Laboratório bacteriológico (esq.) e físico-químico (dir.) 58
Figura 35 - Laboratório de análises de rotina (esq.) e de reagentes químicos (dir.)..... 58
Figura 36 - Tanques de sulfato e flúor (acima), depósito de cal (abaixo) e tanques de cloro (dir.)..... 59
Figura 37 - Adição de sulfato no canal de chegada..... 60
Figura 38 - Floculadores mecânicos..... 61
Figura 39 - Decantador 61
Figura 40 - Filtro em operação 62
Figura 41 - Reservatório elevado..... 63
Figura 42 - Laboratório de análises de rotina 63
Figura 43 - Solução de carvão ativado (esq.) e cilindros de cloro - 18kg (dir.). 64
Figura 44 - Tanque de sulfato de alumínio. 64
Figura 45 - Vista geral da ETA IV. 65
Figura 46 - Etapa 2 da ETA IV. 66
Figura 47 - Caixa divisória de vazão 67
Figura 48 - Calha Parshall: adição de cal e sulfato..... 67
Figura 49 - Bateria de floculadores mecânicos 68
Figura 50 - Canal de coleta de água decantada..... 68
Figura 51 - Filtro em operação (esq.) e filtro em manutenção (dir.). 69
Figura 52 - Reservatório elevado (esq.) e reservatórios apoiados (dir.). 70
Figura 53 - Laboratório (esq.) e sala de controle de filtros (dir.) 70
Figura 54 - Tanques de produtos químicos..... 71
Figura 55 - Centro de reservação Vila Brasil 72
Figura 56 - Casas de bombas (esq.) e conjunto moto bomba (dir.)..... 73

R. Guararapes, 1664 - Brooklin - 04561-003 - São Paulo - SP - Fone/Fax: +55 11 5103.2013 - bbengenharia@bbengenharia.com.br - www.bbengenharia.com.br

Figura 57 - Reservatório 31 de Março. 73
Figura 58 - Reservatório elevado. 75
Figura 59 - Reservatório semi-enterrado. 75
Figura 60 - Casa de bombas (esq.) e conjuntos moto bomba (dir.). 76
Figura 61 - Reservatório elevado (esq.) e semi-enterrado retangular (dir.). 76
Figura 62 - Conjuntos moto bomba. 77
Figura 63 - Reservatório elevado e apoiado 78
Figura 64 - Casa de bombas (esq.) e conjuntos moto bomba (dir.). 78
Figura 65 – Macromedidores. 79
Figura 66 - Reservatório elevado. 80
Figura 67 - Casa de bombas (esq.) e conjuntos moto bomba (dir.). 80
Figura 68 - Reservatório semi-enterrado. 81
Figura 69 - Reservatório apoiado 81
Figura 70 - Reservatório novos 82
Figura 71 - Reservatórios desativados. 83
Figura 72 - Reservatórios apoiados 84
Figura 73 - Reservatórios Cidade Nova. 85
Figura 74 - Reservatório elevado (esq.) e apoiado (dir.). 86
Figura 75 - Reservatórios Jardim Europa. 87
Figura 76 - Mapa de material das redes do município de Santa Bárbara d'Oeste. 88
Figura 77 – Número de ligações por categoria de consumidor. 100
Figura 78 – Padrão de ligação de água. 102
Figura 79 – Aparelho de leitura e entrega simultânea. 103

R. Guararapes, 1664 - Brooklin - 04561-003 - São Paulo - SP - Fone/Fax: +55 11 5103.2013 - bbengenharia@bbengenharia.com.br - www.bbengenharia.com.br

Figura 80 – Telas do sistema comercial informatizado. 104

Figura 81 – Idade do parque de hidrômetro. 106

Figura 82 – Ordem de serviço utilizada no DAESBO 110

Figura 83 – Fluxograma de manutenção de água. 115

Figura 84 – Tubo pitot tipo Cole 125

Figura 85 – TAP padrão ABNT 126

Figura 86 – Componentes na máquina muller para instalação de registros de derivação (tap) em tubulações em carga. 127

Figura 87 – Vista de um cálibre, ou galgador 129

Figura 88 – Aspecto de alguns registradores eletrônicos 129

Figura 89 – Aspecto típico de manômetros tipo Bourdon 130

Figura 90 - Laboratório móvel de Pitometria 135

Figura 91 – Curvas de erro do hidrômetro. 139

Figura 92 - Detalhe da programação do *data logger* e levantamento de perfil num cliente tipo especial, com medidor volumétrico 140

Figura 93 - Levantamento do perfil de consumo em cliente corporativo 140

Figura 94 – Ficha para atualização cadastral para consumidores do rol omum 152

Figura 95 - Ficha para atualização cadastral para grandes consumidores – frente 153

Figura 96 - Ficha para atualização cadastral para grandes consumidores – verso 154

Figura 97 - Ciclo completo de atualização do cadastro pelos leituristas 162

Figura 98 - Ciclo completo de atualização do cadastro pelos leituristas. 164

Figura 99- Diagrama de inter-relações de funções em uma organização operadora de SAA 175

Figura 100 - Tipos de vazamentos componentes do volume de perdas reais 179

R. Guararapes, 1664 - Brooklin - 04561-003 - São Paulo - SP - Fone/Fax: +55 11 5103.2013 - bbengenharia@bbengenharia.com.br - www.bbengenharia.com.br

Figura 101 - Parâmetros utilizados por Lambert para compor a fórmula empírica de cálculo das perdas inevitáveis 180

Figura 102 – Síntese de modelo do sistema comercial 185

Figura 103 - Comparação de um hidrômetro com sistema de telemetria, saída GPRS com um woltmann vertical. 189

Figura 104 - Modelo de gestão do parque de hidrômetros 192

Figura 105 - Esquema para avaliação das perdas com hidrômetro padrão 202

Figura 106 - Esquema para avaliação de submedição com hidrômetro padrão 202

Figura 107 - Exemplo de perfil de abastecimento de uma residência 215

Figura 108 - Armazenamento indicado para hidrômetros 222

Figura 109 – Numeração de hidrômetros 224

Figura 110 - Ciclo do método gerencial do PDCA. 237

Figura 111 – Evolução de perdas x disponibilidade hídrica 246

R. Guararapes, 1664 - Brooklin - 04561-003 - São Paulo - SP - Fone/Fax: +55 11 5103.2013 - bbengenharia@bbengenharia.com.br - www.bbengenharia.com.br

1. INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

As perdas de água ocorrem desde a captação até a entrega de água tratada ao consumidor final. Existem vários tipos de perdas, que em grande parte são causadas por operação e manutenção deficientes das tubulações e inadequada gestão comercial das companhias de saneamento. Desta forma, a vinculação entre o nível de perdas em uma companhia de saneamento e sua eficiência operacional é total, ou seja, é de se esperar que os sistemas de abastecimento de água bem operados possuam baixos índices de perdas.

Do ponto de vista empresarial, se o produto (água) for entregue e, por alguma ineficiência, não for faturado, tem-se um volume de produto onde foram incorporados todos os custos intrínsecos de produção industrial e transporte, mas que não está sendo contabilizado como receita da companhia, ou seja, é prejuízo, é perda. Desta forma, em uma companhia de saneamento, podem ser identificados dois tipos de perdas: as denominadas perdas reais e perdas aparentes.

As perdas reais ou operacionais originam-se de vazamentos no sistema que vão desde a captação até a distribuição propriamente dita, além de procedimentos operacionais como lavagem de filtros e descargas na rede, quando estes provocam consumos superiores ao estritamente necessário para operação.

A redução das perdas reais diminui os custos de produção por meio da contenção do consumo de energia, de produtos químicos e outros, utilizando as instalações existentes para ampliação da oferta, sem expansão do sistema produtor.

Perdas aparentes ou comerciais correspondem ao volume de água consumido, mas não contabilizado pela prestadora de serviços de saneamento, decorrente de erros de medição nos hidrômetros e demais tipos de medidores, fraudes, ligações clandestinas e falhas no cadastro comercial, etc. Nesse caso, então, a água é efetivamente consumida, mas não é faturada. Portanto a redução das perdas aparentes aumenta o faturamento, mas não os recursos hídricos.

Quando se analisa um indicador global para as perdas em áreas muito grandes, os resultados de controle e redução de perdas mostram-se pouco eficazes. O porte e o grande número de variáveis nessas áreas interferem nos resultados das ações de controle e não permitem distinguir claramente os resultados de cada ação em função da grande extensão de redes de distribuição de água. Além disso, a localização dos pontos de perda torna-se mais difícil em grandes áreas, retardando as providências de correção e, portanto, aumentando o volume total perdido.

Torna-se necessário, portanto, a implantação de setores de menor porte, em termos de extensão de redes e de quantidade de ligações. É nesse sentido, visando à maior eficiência na operação de sistemas de distribuição de água, que se estabeleceu o conceito de Distrito de Medição e Controle - DMC. Esse conceito é o estágio operacional mais eficaz em termos de controle de perdas.

A setorização possibilita uma análise mais detalhada do sistema de distribuição, identificando com maior eficiência os pontos com problemas de perdas.

O setor de abastecimento de água representa, portanto, uma unidade de planejamento para gerenciamento da operação e do controle de perdas. É definido como sendo uma porção da malha da rede de distribuição de água sob a influência de um reservatório ou de um ponto de distribuição, como, por exemplo, uma alimentação de uma adutora ou de um anel principal.

Os setores e/ou distritos podem conter mais de uma zona de pressão, que devem ser perfeitamente isoladas por patamares altimétricos, sendo seus pontos de alimentação conhecidos, assim como toda a água fornecida ao setor de abastecimento contabilizada por macromedição.

O controle em um setor de abastecimento já representa um salto de qualidade na gestão de perdas, representando uma unidade factível e razoavelmente adequada. Desta forma, quanto mais compartimentado for o sistema, melhores serão os controles que poderão ser efetuados, de forma a otimizar e direcionar os recursos para combate às perdas.

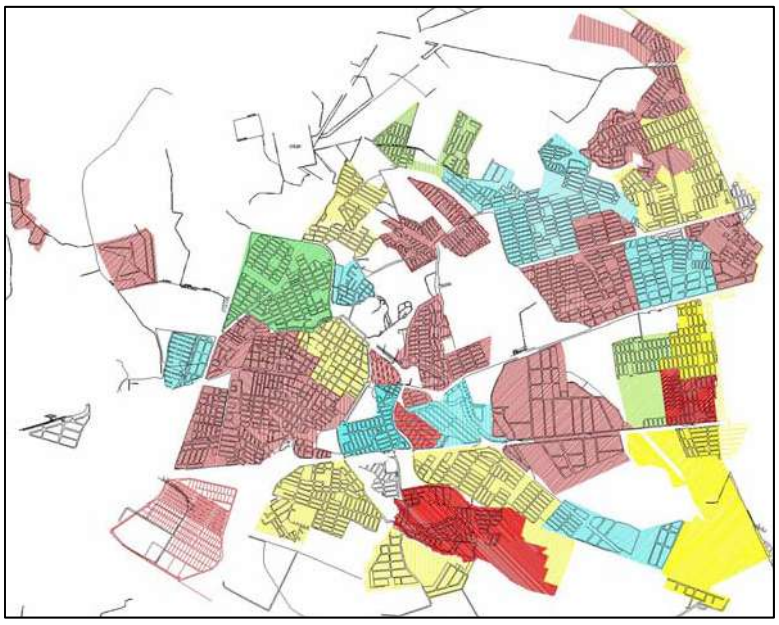
Para um gerenciamento eficiente do sistema de abastecimento de água é necessário, em

primeiro lugar, conhecer o sistema e estar constantemente atualizado com as ferramentas de monitoramento e controle disponíveis. Dentre essas ferramentas destacam-se o balanço hídrico, a modelagem hidráulica, o cadastro técnico e comercial.

O sistema de abastecimento de Santa Bárbara D'Oeste possui mais de 15 centros de reservação para atender a demanda da cidade, porém, a maior parte da rede não está setorizada por reservatório. Também não há uma setorização por subsistema de produção de água tratada (ETAs).

Existe um projeto de setorização já elaborado, segundo informações do DAE, onde as licitações para a execução das obras estão em andamento. Em paralelo, a equipe técnica do DAE já iniciou a setorização de algumas áreas do sistema de abastecimento, onde já estão implantados fisicamente aproximadamente 29 distritos. É importante salientar que, na hora da realização da setorização, os conceitos básicos de DMC devem ser respeitados, considerando a quilometragem e número de ligações do setor, além da necessidade de compatibilização do cadastro operacional com o comercial.

Figura 1 – Projeto de setorização de Santa Bárbara d'Oeste.



Fonte: DAE.

2. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL

DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL

De modo a contextualizar a elaboração do Plano de Redução e Controle de Perdas de Água e de Faturamento foi inicialmente desenvolvido um amplo diagnóstico dos sistemas de abastecimento de água existentes.

Esse diagnóstico levou em consideração os aspectos principais, abaixo relacionados, dentre outros:

- Avaliação do sistema de macromedição/pitometria disponível, envolvendo os equipamentos existentes, rotinas de coleta de dados, sistematização de informações, definição de equipamentos complementares, especificações e orçamentos e demais aspectos relevantes da atividade;
- Avaliação do parque de hidrômetros existentes, por meio das informações cadastrais disponíveis e através de levantamentos em campo;
- Avaliação do cadastro técnico dos sistemas de abastecimento de água operados, disponível no DAE, para permitir a definição das ações a serem realizadas visando o aumento da confiabilidade do referido cadastro;
- Avaliação da sistemática de atendimento às solicitações de serviços de manutenção de redes, das rotinas de encaminhamento desses pedidos para as equipes de campo, dos processos de execução dos serviços e dos procedimentos de apropriação e baixa dos serviços executados;
- Avaliação das rotinas utilizadas para o planejamento e o controle operacional dos sistemas de abastecimento de água em operação;
- Avaliação completa de todas as rotinas envolvidas no processo de comercialização dos serviços, uma vez que um dos objetivos do Termo de Referência que norteia este projeto é a redução das perdas de faturamento;
- Avaliação do cadastro com sua confiabilidade em diversas categorias e tipos de

R. Guararapes, 1664 - Brooklin - 04561-003 - São Paulo - SP - Fone/Fax: +55 11 5103.2013 - bbengenharia@bbengenharia.com.br - www.bbengenharia.com.br

usuários, para permitir uma tomada de decisão quanto à necessidade de ser efetuado um recadastramento de todos os consumidores;

- Avaliação das atividades de faturamento e cobrança, procedimentos em utilização, definindo-se as alterações para melhoria dos processos;
- Desenvolvimento do Sistema de Informação Gerencial – SIG.

2.1. ARTICULAÇÃO COM PLANOS E POLÍTICAS EXISTENTES

O objetivo deste tópico é expor diretrizes e planos a que está sujeito o município no que diz respeito à utilização dos recursos hídricos, buscando alcançar metas estabelecidas nos mesmos, com consequente otimização de tais recursos e principalmente respeitando o principio fundamental de integralidade da Lei nº 11.445, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico.

É importante salientar que o desenvolvimento do presente trabalho, pautou-se na análise e compatibilidade com os instrumentos aqui relacionados.

2.1.1. PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO

O Plano Municipal de Saneamento Básico - PMSB compreende o estabelecimento de ações para a universalização dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário, através da ampliação progressiva do acesso de todos os domicílios ocupados no município ao sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

O município de Santa Bárbara D'Oeste dispõe de um PMSB aprovado em Audiência Pública no ano de 2011, e que encontra-se em tramitação no executivo municipal, para fins de que seja decretado.

Tem como meta a estruturação do saneamento a fim de:

- Estabelecer ações para a universalização do acesso aos serviços de Saneamento Básico;

- Garantir as condições de qualidade dos serviços existentes buscando sua melhoria e ampliação às localidades não atendidas;
- Implementar os serviços ora inexistentes, em prazos factíveis;
- Criar instrumentos para regulação, fiscalização e monitoramento e gestão dos serviços;
- Estimular a conscientização ambiental da população e;
- Atingir condição de sustentabilidade técnica, econômica, social e ambiental aos serviços de saneamento básico.

2.1.2. PROGRAMA REÁGUA

O último estudo sistematizado sobre análise de perdas no sistema remete-se àquele elaborado para fins de atendimento às necessidades do Programa REÁGUA (2009) promovido pela Secretaria de Saneamento e Energia do Estado, no qual o DAE foi inscrito e credenciado.

Este Programa consiste na redução das perdas reais de água em todo o sistema de abastecimento do município, garantindo a ampliação da disponibilidade de água para o abastecimento urbano, na cidade de Santa Bárbara D'Oeste, minimizando a necessidade de expansão do sistema produtor, reduzindo também o consumo de energia elétrica, melhorando a eficiência dos serviços prestados, com o objetivo de atingir indicadores de perdas inferiores àqueles determinados no diagnóstico atualizado do sistema.

Neste sentido, e com vistas ao atendimento das metas do Programa REÁGUA, cujos recursos financeiros são transferidos pelo Estado a fundo perdido, mediante a apuração de indicadores de perdas e metas estabelecidas previamente, algumas ações precisam ser implementadas pelo DAE, como:

- Desenvolvimento dos mecanismos necessários ao sucesso do projeto, nas áreas de gestão e de técnicas de controle de perdas;

- Acompanhamento sistemático das ações com ferramentas eficazes de planejamento e controle de projetos;
- Orientação técnica das equipes, no sentido de nortear as ações que deverão ser implementadas no sistema, medindo seus custos e resultados, em respeito à disponibilidade de recursos financeiros, humanos e materiais;
- Medidas de fortalecimento institucional, capazes de perenizar as ações empreendidas.

Para se determinar o diagnóstico atual das perdas do sistema, foi empreendido um estudo baseado na metodologia da IWA, resultando:

- Índice de perdas do sistema: 287 l/lig.dia ±26%, o que significa que o valor encontra-se na faixa de 212 l/lig.dia a 362 l/lig.dia;
- Volume anual de perdas: 5.700.000 m³/ano ±24,8%, determinando uma faixa entre 4.300.000 m³/ano a 7.100.000 m³/ano.

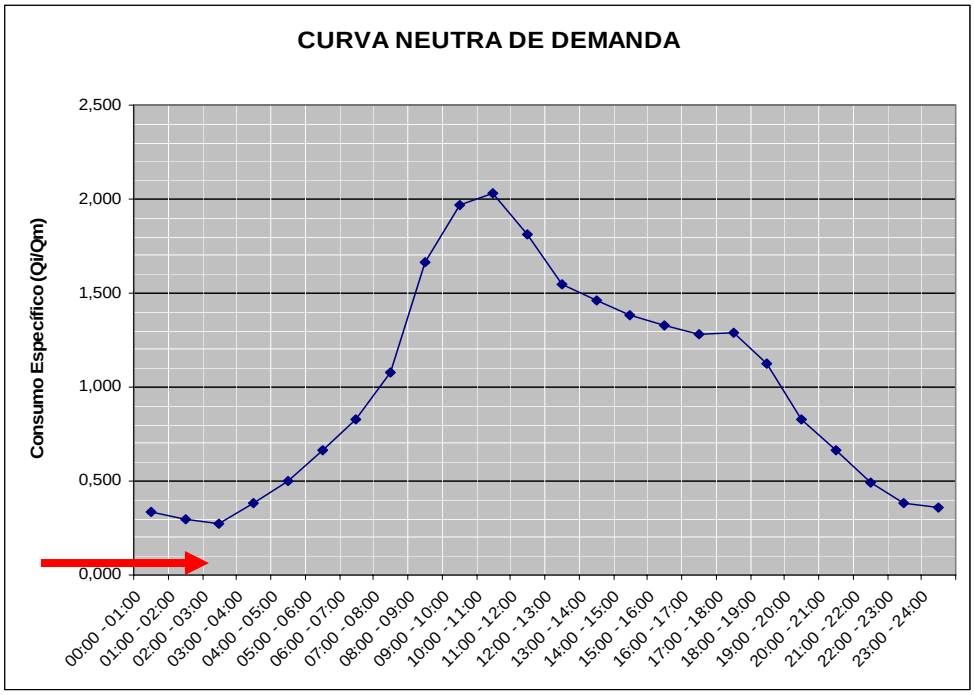
Uma macromedição confiável é de fundamental importância para o cálculo de perdas, pois é dado de entrada do Balanço Hídrico, fornecendo, em decorrência, os indicadores de perdas. Como o DAE não dispõe desses dispositivos de medição em todas as saídas das estações de tratamento de água para a distribuição, o Balanço Hídrico (modelo top down) apresentou algumas inconsistências decorrentes da utilização de estimativas, portanto, recorreu-se, para a aferição destes indicadores, ao método das vazões mínimas noturnas (bottom up), que "calibra" as perdas reais obtidas no modelo top down, e indiretamente, os valores utilizados para a determinação das perdas aparentes.

A vazão mínima noturna utilizada para definição do indicador de perdas no modelo bottom up, é um excelente indicador do nível de perdas reais que estão ocorrendo em um sistema. Isto se dá porque normalmente, os consumos noturnos são reduzidos, principalmente em áreas residenciais. Alterações na vazão mínima de uma unidade de abastecimento podem significar ocorrência de vazamentos. Entretanto, é preciso ressalvar que em locais onde o

abastecimento é intermitente o consumo noturno não fornece dados confiáveis sobre perdas.

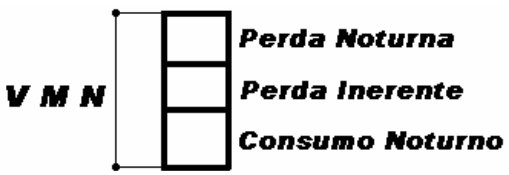
As vazões consumidas pela população abastecida pelo sistema de água variam ao longo do dia e do ano em função da sazonalidade. Normalmente, o pico diário curva de consumo está compreendido entre 12h00min e 14h00min. Esse pico vai caindo até atingir o consumo mínimo entre 03h00min e 04h00min da madrugada. Uma curva deste tipo é exemplificada na figura a seguir.

Figura 2 - Curva de demanda expressa em termos unitários.



No exemplo da figura, a vazão mínima representa cerca de 27% da vazão média e ocorre entre as 03h00 e 04h00 da manhã.

A vazão mínima noturna inerente tem três componentes: o consumo noturno legítimo, as perdas inerentes ao sistema e as perdas noturnas recuperáveis. Graficamente temos:



Normalmente, em áreas residenciais, o consumo noturno legítimo não ultrapassará 5% da vazão mínima noturna, desde que o abastecimento seja contínuo e com boas condições de pressão, ou seja, condições similares às que ocorrem no DAE de Santa Bárbara D`Oeste. (fonte: Lambert, 2002).

As perdas inerentes ou vazamentos inerentes são vazões muito baixas, que normalmente ocorrem nas juntas e nos estágios iniciais dos processos de corrosão. Estes vazamentos não são detectáveis através do geofonamento ou pesquisa acústica. Mesmo em sistemas bem gerenciados, estas perdas ocorrem.

Quando em um sistema de água se tem um valor baixo para as vazões mínimas noturnas e um alto índice de perdas, tem-se um forte indício da ocorrência de submedições nos hidrômetros e/ou macromedidores, ligações clandestinas e/ou irregulares ou fraudes nos hidrômetros, que são o universo das perdas aparentes.

A extensão de redes, o número de ligações e a PMS (pressão média do setor) total são dados necessários para o cálculo das perdas reais inevitáveis, da IWA (International Water Association). Com este indicador calculado mais o FCI – Fator de Condição da Infraestrutura calcula-se as perdas reais características do sistema analisado.

Com o volume de vazamentos do horário da vazão mínima noturna, mais a variação horária das pressões médias, calcula-se o volume diário de vazamentos. Com o volume diário de vazamentos, menos as perdas inevitáveis do sistema analisado, tem-se o volume potencialmente recuperável, para uma dada condição de infraestrutura e de pressurização do sistema.

O valor obtido para as perdas reais anuais correntes pode ser comparado com o valor obtido para as perdas reais por meio do balanço hídrico. Deste modo pode se recalibrar as estimativas de perdas aparentes, o que será uma excelente informação para o pessoal da área comercial.

Outra utilidade dos DMCs, caso sejam considerados representativos de áreas maiores, é permitir uma boa estimativa dos volumes de perdas reais dessas áreas maiores. São

realizadas extrapolações usando como fatores de ponderação o número de ligações, o TMA (tempo médio de abastecimento) e as PMS (pressões médias representativas) dos setores respectivos.

Para o desenvolvimento deste estudo, foram selecionados três DMCs amostrais do sistema, onde se reuniu condições hidráulicas adequadas à realização dos testes. Este diagnóstico é apresentado a seguir, segundo os DMCs selecionados:

R. Guararapes, 1664 - Brooklin - 04561-003 - São Paulo - SP - Fone/Fax: +55 11 5103.2013 - bbengenharia@bbengenharia.com.br - www.bbengenharia.com.br

- DMC Jardim Romano

Quadro 1 – Cálculo de volumes de perdas reais DMC Jardim Romano.

CÁLCULO DE VOLUMES DE PERDAS REAIS DMC JARDIM ROMANO							
OBS: N = log(L0/L1) / log(P0/P1) L1 = L0.(P1/P0) ^ N1 PRAI = (18.ER + 0,8.NL).P				Extensão rede:	30,72	km	
				Nº Ligações:	2943	ligações totais	
				Vazamentos:	**75,39**	m³/h	
				N1 ADOTADO:	1,15	FCI:	3
ORDEM	HORÁRIO	Pressões médias	Volumes horários de vazamentos	FND = (P_i/P_{3-4}) ^ N1	Perdas inevitáveis - IWA	PIsist = (FCI)x(PIiwa)	Potencialmente recuperável
		mca	m³/h		m³/h	m³/h	m³/h
1	00:00 - 01:00	39,19	64,62	0,86	4,88	14,63	49,99
2	01:00 - 02:00	41,83	69,65	0,92	5,26	15,77	53,88
3	02:00 - 03:00	43,25	72,38	0,96	5,46	16,39	55,99
4	03:00 - 04:00	44,81	75,39	1,00	5,69	17,07	58,32
5	04:00 - 05:00	44,41	74,62	0,99	5,63	16,90	57,72
6	05:00 - 06:00	45,36	76,46	1,01	5,77	17,31	59,14
7	06:00 - 07:00	39,69	65,57	0,87	4,95	14,85	50,72
8	07:00 - 08:00	36,01	58,63	0,78	4,43	13,28	45,35
9	08:00 - 09:00	32,25	51,65	0,69	3,90	11,70	39,95
10	09:00 - 10:00	26,78	41,71	0,55	3,15	9,44	32,26
11	10:00 - 11:00	25,37	39,19	0,52	2,96	8,88	30,32
12	11:00 - 12:00	24,37	37,42	0,50	2,82	8,47	28,95
13	12:00 - 13:00	27,12	42,32	0,56	3,19	9,58	32,73
14	13:00 - 14:00	27,65	43,27	0,57	3,27	9,80	33,47
15	14:00 - 15:00	26,00	40,31	0,53	3,04	9,13	31,18
16	15:00 - 16:00	30,67	48,75	0,65	3,68	11,04	37,71
17	16:00 - 17:00	29,25	46,16	0,61	3,48	10,45	35,71
18	17:00 - 18:00	26,88	41,89	0,56	3,16	9,49	32,40
19	18:00 - 19:00	20,83	31,24	0,41	2,36	7,07	24,17
20	19:00 - 20:00	23,49	35,87	0,48	2,71	8,12	27,75
21	20:00 - 21:00	26,59	41,37	0,55	3,12	9,37	32,00
22	21:00 - 22:00	31,85	50,91	0,68	3,84	11,53	39,38
23	22:00 - 23:00	34,84	56,44	0,75	4,26	12,78	43,66
24	23:00 - 00:00	36,44	59,44	0,79	4,49	13,46	45,98
	PMS - TOTAIS:	**32,7**	**1265,3**	**16,78**	**95,51**	**286,52**	**978,7**
INDICADORES DO DMC - EXTRAPOLAÇÕES ANUALIZADAS							
PERDAS REAIS ANUAIS CORRENTES:				461.817	m³/ano		
PERDAS REAIS ANUAIS INEVITÁVEIS:				34.860	m³/ano		
IVI:				13,2			
PERDAS REAIS EM l/lig.dia:				430	l/lig.dia		
VOLUME RECUPERÁVEL ANUAL:				357.236	m³/ano		

Fonte: DAE.

R. Guararapes, 1664 - Brooklin - 04561-003 - São Paulo - SP - Fone/Fax: +55 11 **5103.2013** - bbengenharia@bbengenharia.com.br - www.bbengenharia.com.br

- DMC Orquídeas

Quadro 2 – Cálculo de volumes de perdas reais DMC Orquídeas.

CÁLCULO DE VOLUMES DE PERDAS REAIS DMC ORQUÍDEAS							
OBS: N = log(L0/L1) / log(P0/P1) L1 = L0.(P1/P0) ^ N1 PRAI = (18.ER + 0,8.NL).P				Extensão rede:	5,23	km	
				Nº Ligações:	1050	ligações totais	
				Vazamentos:	**40,56**	m³/h	
			N1 ADOTADO:	1,15		FCI:	3
ORDEM	HORÁRIO	Pressões médias	Volumes horários de vazamentos	FND = (P_i/P_{3-4}) ^ N1	Perdas inevitáveis - IWA	PIsist = (FCI)x(PIiwa)	Potencialmente recuperável
		mca	m³/h		m³/h	m³/h	m³/h
1	00:00 - 01:00	49,41	35,77	0,88	2,00	6,00	29,78
2	01:00 - 02:00	53,33	39,06	0,96	2,18	6,55	32,51
3	02:00 - 03:00	54,44	39,99	0,99	2,23	6,70	33,29
4	03:00 - 04:00	55,11	40,56	1,00	2,27	6,80	33,76
5	04:00 - 05:00	54,21	39,80	0,98	2,22	6,67	33,13
6	05:00 - 06:00	53,44	39,15	0,97	2,19	6,56	32,59
7	06:00 - 07:00	50,65	36,81	0,91	2,06	6,17	30,64
8	07:00 - 08:00	43,22	30,67	0,76	1,71	5,14	25,53
9	08:00 - 09:00	37,35	25,93	0,64	1,45	4,35	21,59
10	09:00 - 10:00	31,83	21,57	0,53	1,21	3,62	17,96
11	10:00 - 11:00	26,99	17,85	0,44	1,00	2,99	14,86
12	11:00 - 12:00	23,27	15,05	0,37	0,84	2,52	12,53
13	12:00 - 13:00	24,42	15,91	0,39	0,89	2,67	13,24
14	13:00 - 14:00	26,65	17,59	0,43	0,98	2,95	14,64
15	14:00 - 15:00	33,29	22,72	0,56	1,27	3,81	18,91
16	15:00 - 16:00	31,07	20,98	0,52	1,17	3,52	17,47
17	16:00 - 17:00	34,15	23,39	0,58	1,31	3,92	19,47
18	17:00 - 18:00	30,46	20,51	0,51	1,15	3,44	17,07
19	18:00 - 19:00	26,78	17,69	0,44	0,99	2,96	14,72
20	19:00 - 20:00	27,14	17,96	0,44	1,00	3,01	14,95
21	20:00 - 21:00	29,96	20,12	0,50	1,12	3,37	16,75
22	21:00 - 22:00	34,59	23,74	0,59	1,33	3,98	19,76
23	22:00 - 23:00	41,40	29,19	0,72	1,63	4,89	24,30
24	23:00 - 00:00	44,86	32,01	0,79	1,79	5,36	26,65
	PMS - TOTAIS:	**38,3**	**644,0**	**15,88**	**35,98**	**107,93**	**536,1**
INDICADORES DO DMC - EXTRAPOLAÇÕES ANUALIZADAS							
				PERDAS REAIS ANUAIS CORRENTES:	235.070	m³/ano	
				PERDAS REAIS ANUAIS INEVITÁVEIS:	13.132	m³/ano	
				IVI:	17,9		
				PERDAS REAIS EM l/lig.dia:	613	l/lig.dia	
				VOLUME RECUPERÁVEL ANUAL:	195.675	m³/ano	

Fonte: DAE.

R. Guararapes, 1664 - Brooklin - 04561-003 - São Paulo - SP - Fone/Fax: +55 11 5103.2013 - bbengenharia@bbengenharia.com.br - www.bbengenharia.com.br

- DMC Grego

Quadro 3 – Cálculo de volumes de perdas reais DMC Grego.

CÁLCULO DE VOLUMES DE PERDAS REAIS DMC GREGO							
OBS: N = log(L0/L1) / log(P0/P1) L1 = L0.(P1/P0) ^ N1 PRAI = (18.ER + 0,8.NL).P				Extensão rede:	11,2	km	
				Nº Ligações:	1336	ligações totais	
				Vazamentos:	**31,60**	m³/h	
			N1 ADOTADO:	1,15		FCI:	3
ORDEM	HORÁRIO	Pressões médias	Volumes horários de vazamentos	FND = (P_i/P_{3-4}) ^ N1	Perdas inevitáveis - IWA	PIsist = (FCI)x(Pliwa)	Potencialmente recuperável
		mca	m³/h		m³/h	m³/h	m³/h
1	00:00 - 01:00	22,64	31,75	1,00	1,24	3,72	28,03
2	01:00 - 02:00	22,18	31,00	0,98	1,21	3,63	27,38
3	02:00 - 03:00	23,40	32,97	1,04	1,29	3,86	29,11
4	03:00 - 04:00	22,55	31,60	1,00	1,23	3,70	27,90
5	04:00 - 05:00	24,02	33,98	1,08	1,33	3,98	30,00
6	05:00 - 06:00	22,67	31,79	1,01	1,24	3,72	28,07
7	06:00 - 07:00	21,98	30,68	0,97	1,20	3,59	27,09
8	07:00 - 08:00	17,15	23,07	0,73	0,90	2,70	20,37
9	08:00 - 09:00	16,09	21,43	0,68	0,84	2,51	18,93
10	09:00 - 10:00	13,94	18,17	0,58	0,71	2,13	16,05
11	10:00 - 11:00	11,67	14,81	0,47	0,58	1,73	13,08
12	11:00 - 12:00	10,89	13,68	0,43	0,53	1,60	12,08
13	12:00 - 13:00	15,23	20,12	0,64	0,78	2,35	17,77
14	13:00 - 14:00	15,83	21,04	0,67	0,82	2,46	18,57
15	14:00 - 15:00	15,09	19,91	0,63	0,78	2,33	17,58
16	15:00 - 16:00	17,34	23,36	0,74	0,91	2,73	20,63
17	16:00 - 17:00	18,11	24,56	0,78	0,96	2,87	21,68
18	17:00 - 18:00	19,54	26,80	0,85	1,05	3,14	23,66
19	18:00 - 19:00	17,26	23,24	0,74	0,91	2,72	20,52
20	19:00 - 20:00	16,95	22,76	0,72	0,89	2,66	20,09
21	20:00 - 21:00	14,58	19,14	0,61	0,75	2,24	16,90
22	21:00 - 22:00	17,40	23,45	0,74	0,91	2,74	20,71
23	22:00 - 23:00	19,63	26,94	0,85	1,05	3,15	23,79
24	23:00 - 00:00	20,44	28,22	0,89	1,10	3,30	24,92
	PMS - TOTAIS:	**18,2**	**594,5**	**18,81**	**23,19**	**69,57**	**524,9**
INDICADORES DO DMC - EXTRAPOLAÇÕES ANUALIZADAS							
				PERDAS REAIS ANUAIS CORRENTES:	216.988	m³/ano	
				PERDAS REAIS ANUAIS INEVITÁVEIS:	8.465	m³/ano	
				IVI:	25,6		
				PERDAS REAIS EM l/lig.dia:	445	l/lig.dia	
				VOLUME RECUPERÁVEL ANUAL:	191.593	m³/ano	

Fonte: DAE.

Com base nas tabelas, apresenta-se a seguir o IPL (Índice de Perdas por Ligação) de cada DMC:

R. Guararapes, 1664 - Brooklin - 04561-003 - São Paulo - SP - Fone/Fax: +55 11 5103.2013 - bbengenharia@bbengenharia.com.br - www.bbengenharia.com.br

- Jardim Romano - IPL de 430l/lig.dia;
- Orquídeas - IPL de 613l/lig.dia;
- Grego - IPL de 445l/lig.dia.

Para a determinação no índice de perdas reais do sistema elaborou-se, em planta, uma divisão teórica do sistema distribuidor, seguindo estudos de setorização existentes no DAE, onde foram realizadas medições de pressão nos potenciais pontos médios de todos os setores que compõem o sistema de abastecimento de água de Santa Bárbara D'Oeste.

Com base nos valores obtidos das medições em campo, e a relação das pressões com as características de cada setor, tais como extensão, idade das redes e a pressão média do sistema (PMS), foram constituídos três blocos de setores, conforme sua similaridade com cada um dos três DMCs amostrais que foram aqui apresentados.

Obtidas as pressões médias nos blocos de setores, foi estimado o índice de perdas do bloco, com base em uma ponderação que levou em conta os fatores número de ligações e pressões médias de abastecimento, no bloco e no DMC amostral.

O coeficiente N1 foi atribuído como igual a 1,15 para todos os setores, dada à insuficiência de argumentos e condições técnicas para determinação científica do mesmo.

Com a implementação desta rotina de cálculos, foi possível a obtenção do Índice de Perdas Reais de cada um dos Blocos, a partir de seu DMC representativo, conforme apresentado a seguir:

Quadro 4 – Índice de Perdas Reais para cada um dos blocos de setores.

BLOCO	PMS (mca)	IPL (l/lig.dia)
BLOCO A - GREGO	20,27	504
BLOCO B - ORQUÍDEAS	44,67	732
BLOCO C - ROMANO	28,61	369

Por fim, procedeu-se uma ponderação entre os blocos, considerando-se seus respectivos números de ligações totais e índices de perdas calculados na etapa anterior, determinando-se assim o índice de perdas do sistema, que foi aferido em 518,00 l/lig.dia.

Segundo Liemberger, a partir da matriz do balanço hídrico – WB-EasyCalc, as categorias de performance técnica dos sistemas de abastecimento de água variam de A até D, em função dos índices de perdas do sistema, conforme quadro abaixo.

Quadro 5 – Categorias de performance técnica – IWA.

Categoria de performance técnica		ILI	litros/ligação.dia (quando o sistema está pressurizado) numa pressão média de:				
			10 m	20 m	30 m	40 m	50 m
País Desenvolvido	A	1 - 2		< 50	< 75	< 100	< 125
	B	2 - 4		50-100	75-150	100-200	125-250
	C	4 - 8		100-200	150-300	200-400	250-500
	D	> 8		> 200	> 300	> 400	> 500
País em Desenvolvimento	A	1 - 4	< 50	< 100	< 150	< 200	< 250
	B	4 - 8	50-100	100-200	150-300	200-400	250-500
	C	8 - 16	100-200	200-400	300-600	400-800	500-1000
	D	> 16	> 200	> 400	> 600	> 800	> 1000

Onde,

Categoria A: Redução adicional de perda pode não ser econômica, ao menos que haja insuficiência de abastecimento; são necessárias análises mais criteriosas para identificar o custo de melhoria efetiva;

Categoria B: Potencial para melhorias significativas; considerar o gerenciamento de pressão; práticas melhores de controle ativo de vazamentos, e uma melhor manutenção da rede;

Categoria C: Registro deficiente de vazamentos; tolerável somente se a água é abundante e barata; mesmo assim, analisar o nível e a natureza dos vazamentos e intensificar os esforços para redução de vazamentos;

R. Guararapes, 1664 - Brooklin - 04561-003 - São Paulo - SP - Fone/Fax: +55 11 5103.2013 - bbengenharia@bbengenharia.com.br - www.bbengenharia.com.br

Categoria D: Uso muito ineficiente dos recursos; programa de redução de vazamentos é imperativo e altamente prioritário.

Com o índice de perdas apresentado para o DAESBO, em 518l/lig.dia, o mesmo enquadra-se na categoria de performance C, tendo como meta, ao final das ações no horizonte do plano, atingir a categoria de performance B, chegando a um índice de perdas de 225l/lig.dia.

2.1.3. PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS

Existe no âmbito municipal um Plano de Recursos Hídricos, sendo as principais diretrizes as estabelecidas no Plano Diretor de Desenvolvimento do Municipio. No entanto a Agência de Água Piracicaba, Capivari e Jundiaí tem elaborado o Plano de Recursos Hídricos para a Bacia PCJ, cuja ultima revisão corresponde ao período 2008-2011.

Neste documento é feito uma caracterização das bacias em termos socioeconômicos e físicos (com ênfase nos recursos hídricos), sendo apresentado um diagnostico de situação e um prognóstico de demandas de água e cargas poluidoras, e finalmente é relacionado o plano de ações de curto, meio e longo prazo para atingir as metas desejadas. Para o sistema de abastecimento de água constam:

- Porcentagem de perdas de água;
- Índice de perdas por ligação;
- Consumo per capita.

Outras recomendações do plano são implementação de medidas não estruturais que possam refletir no balanço entre a oferta e a demanda (por exemplo: Programa de Educação Ambiental), ou a continuidade de programas de recuperação de mata ciliar nas áreas de mananciais.

As metas do Plano de Recursos Hídricos das Bacias são detalhadas a seguir:

Quadro 6 – Metas do Plano de Recursos Hídricos das Bacias.

	METAS	2008-2011 curto	2012-2015 médio	Após 2016 longo
ESGOTO	Coleta e afastamento de esgotos	95%	98%	100%
	Tratamento de efluentes urbanos	90%	95%	100%
	Eficiência no tratamento de efluentes	80%		95%
ÁGUA	Cobertura de abastecimento	99,5%		100%
	Controle de perdas globais	30%		25%
	Índice de perdas por ligação	Elaborar plano	300 l/lig/d	200 l/lig/d
	Consumo médio per capita	400 l/hab/d	375 l/hab/d	350 l/hab/d

As metas a serem estabelecidas no Plano de Redução e Controle de Perdas de Água e de Faturamento nos quesitos mencionados, deverão ser compatíveis às metas do Plano de Recursos Hídricos das Bacias PCJ e demais planos e políticas existentes, sendo atualizadas as informações dos mesmos.

2.2. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

Com uma população urbana de 178.596 habitantes (IBGE 2010), com área da unidade territorial de 271km^2, Santa Bárbara D'Oeste pertence à região metropolitana de Campinas, situa-se a 138km da capital paulista e a apenas 48km de Campinas. Sua privilegiada localização, boa infraestrutura e bons indicadores de qualidade de vida, além de clima temperado com temperatura média anual da ordem de 22ºC, inverno seco e verão chuvoso contribuem para o crescimento cada vez maior da cidade, atrai grandes investimentos, gera emprego e renda.

As principais estradas de acesso ao município são a Rodovia dos Bandeirantes (SP-348) e a Rodovia Anhangüera (SP-330), de modo a alcançar os principais polos econômicos do Estado.

As coordenadas geográficas do município são 22º45'15" de latitude e 47º24'45" de longitude e sua altitude média é de 560m em relação ao nível do mar.

Figura 3 - Localização do município de Santa Bárbara D'Oeste.

Fonte: G1 – Globo.

2.2.1. ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Na região da Bacia Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ), as águas subterrâneas têm sido utilizadas para o abastecimento doméstico, industrial e público. Estima-se que atualmente a exploração destes mananciais seja feita através de cerca de 5.000 poços, com uma produção média de 3.000 l/h/poço, totalizando uma vazão de 3m³/s, representando apenas 16% do potencial dos mananciais subterrâneos.

Os aquíferos subterrâneos compreendem os sistemas as seguir destacados:

- Sistema Aquífero Tubarão – Formado por rochas sedimentares heterogêneas, pois possui camadas arenosas, siltosas e argilosas, tem área de 550km², com cerca de 600km de extensão
- Localizado entre Campinas e Piracicaba, o aquífero apresenta uma vazão explorável aproximada de 5.000l/s, com produtividade dos poços podendo variar de 10.000 a 50.000l/h;

- Sistema Aquífero Botucatu – Formado por rochas sedimentares mesozoicas cobertas por derrames basálticos, possui área de 3.280km². Localizado no baixo curso do Rio Piracicaba, apresenta vazão explorável aproximada de 6.000l/s, com produtividade dos poços variando de 20.000 a 70.000l/h. O Aquífero Botucatu juntamente com o Aquífero Piramboia, formam o Aquífero Guarani;
- Sistema Aquífero Itararé – Formado por rochas sedimentares, possui 200km², com produtividade dos poços variando de 500 a 700l/h;
- Sistema Aquífero Cristalino – Formado por rochas cristalinas e metamórficas, possui área de 6.100km². Localizado a montante de Campinas, apresenta vazão explorável aproximada de 13.000l/s, com produtividade dos poços variando de 5.000 a 50.000l/h.

2.2.2. PRINCIPAIS USOS DOS RECURSOS HÍDRICOS NO MUNICÍPIO

Existe no município grande quantidade de captações de água, tanto superficial quanto subterrânea, públicas e privadas, sendo que apenas parte destas tem outorga do órgão correspondente.

Quadro 7 - Resumo do uso dos recursos hídricos no município.

TIPO DE CAPTAÇÃO		QUANTIDADE	VAZÃO (l/s)	%
PÚBLICO	SUPERFICIAL	4	949	66
	SUBTERRANEA	13	34	2
INDUSTRIAL	SUPERFICIAL	27	72	5
	SUBTERRANEA	63	333	23
OUTROS	SUPERFICIAL	10	12	1
	SUBTERRANEA	30	42	3
TOTAL		**147**	**1443**	**100**

Fonte: DAEE.

Na região são identificadas quatro captações superficiais para abastecimento público: Parque das Águas, Santa Alice, Araçariguama e Usina de Cillos, e três captações subterrâneas: Cruzeiro do Sul (desativada), Andorinhas e Santo Antônio do Sapezeiro. As vazões aproximadas destas captações são apresentadas a seguir:

Quadro 8 - Dados das captações de água superficiais do município.

NOME	VAZÃO (l/s)	OUTORGA
Parque das Águas	N/I	N/I
Usina de Cillos	19	N/I
Santa Alice	650	1.000
Araçariguama	30	N/I

Fonte: Comitê PCJ.

2.3. CARACTERIZAÇÃO DO DAE SANTA BÁRBARA D'OESTE

O Departamento de água e esgoto (DAE) de Santa Bárbara d'Oeste é uma autarquia criada pela Lei Municipal n° 1.649 de 30 de Dezembro de 1985, responsável por administrar os sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário do município. O DAE possui autonomia administrativa, personalidade jurídica, patrimônio e receita próprios.

A sede do DAE, esta localizada atualmente na Rua José Bonifácio, 400, no centro do município, onde se encontram instalados os 18 departamentos existentes além do atendimento ao público. Além da sede o DAE possui o Centro Operacional "Mauro da Bomba" (Almoxarifado), é uma unidade ampla, onde estão localizados as máquinas, materiais e equipamentos do DAE, além de refeitório, oficina mecânica e um centro de treinamento. Essa unidade está localizada na Avenida Corifeu de Azevedo Marques, 1900 – Vila Boldrin.

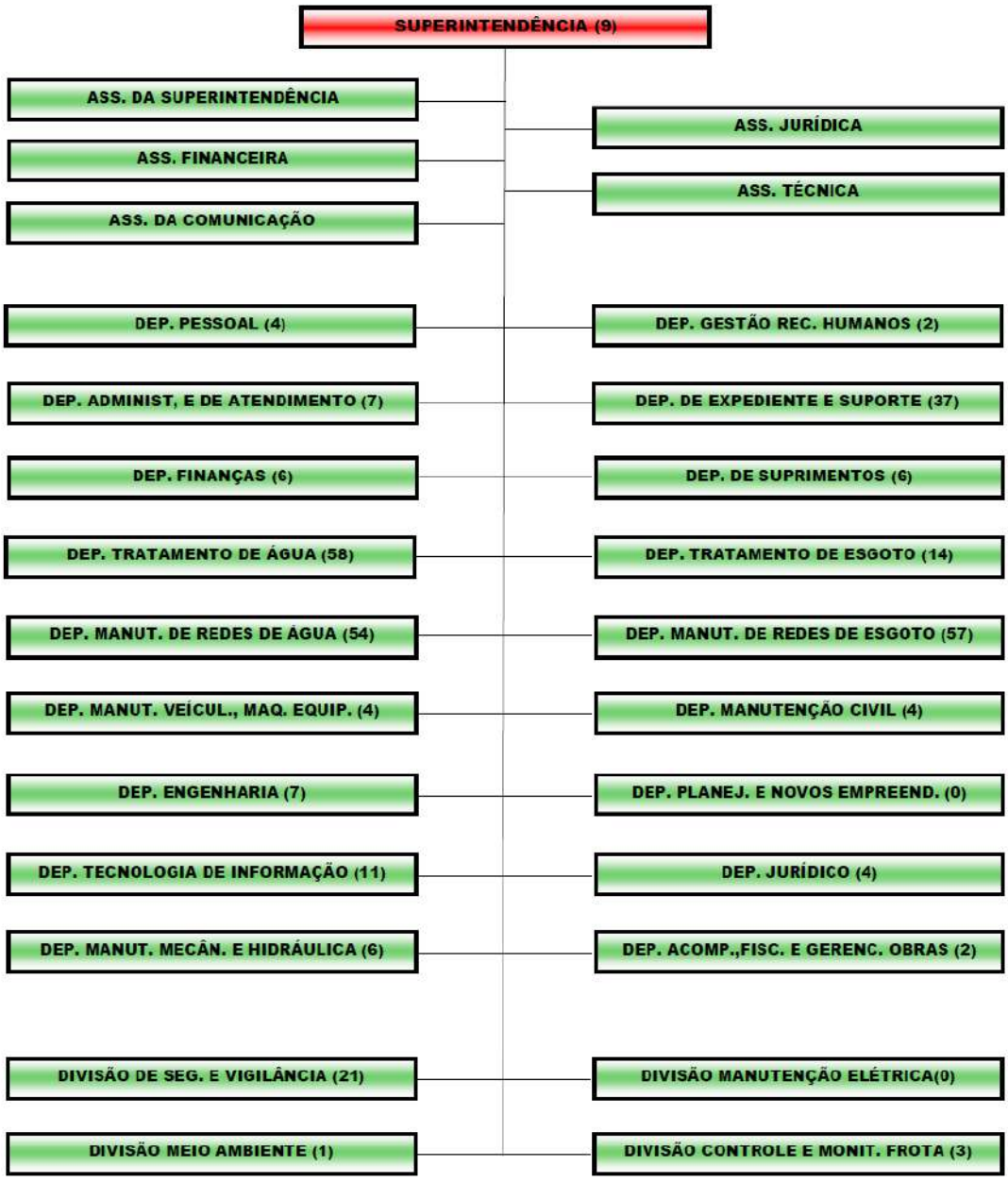
Para o atendimento da população da zona leste da cidade, o DAE implementou dois postos de atendimento regional, nos bairros Cidade Nova e Jardim Europa, nessas unidades é possível retirar a 2ª via e parcelamento de contas, entre outros.

No final de 2010 o departamento possuía uma frota de 117 veículos, sendo 31 veículos destinados ao uso da área administrativa, 33 ao uso dos departamentos de tratamento e manutenção de redes de esgoto e 53 ao uso dos departamentos de tratamento e manutenção de redes de água.

Segundo a Lei Municipal n° 3.150 de 30 de Dezembro de 2009, a estrutura administrativa do

DAE é constituída por uma (1) diretoria de superintendência, cinco (5) assessorias, dezoito (18) departamentos e quatro (4) divisões, conforme organograma abaixo, onde pode verificar-se também a quantidade de funcionários em cada departamento, apresentado entre parênteses.

Figura 4 - Organograma recursos humanos do DAE Santa Bárbara d'Oeste.



Fonte: DAE.

R. Guararapes, 1664 - Brooklin - 04561-003 - São Paulo - SP - Fone/Fax: +55 11 5103.2013 - bbengenharia@bbengenharia.com.br - www.bbengenharia.com.br

A diretoria de superintendência é o órgão integrante da superior administração do município, ligada diretamente ao Prefeito. As assessorias são unidades especializadas, destinada a oferecer suporte técnico e consultoria ao Diretor Superintendente, aos departamentos e às divisões. Os departamentos e as divisões são unidades administrativas diretamente vinculadas à diretoria de superintendência. Os setores são unidades administrativas vinculadas diretamente aos departamentos, responsáveis por tarefas de menos complexidade.

A tabela a seguir apresenta a grau de instrução do quadro de pessoal do DAE, agrupado por áreas de atuação:

Quadro 9 - Nível de instrução do quadro de pessoal do DAE.

ÁREA	Total	Superior Completo	Completou 2º Grau		Não completou 2º Grau		
			Superior	2º Completo	2º Incompleto	1º Completo	1º Incompleto
DIREÇÃO	9	7 **78%**	0	1 **11%**	0	1 **11%**	0
ADMINISTRATIVA	62	15 **24%**	16	21 **60%**	3	4 **16%**	3
OPERACIONAL	197	9 **5%**	4	69 **37%**	15	54 **58%**	46
TÉCNICA	10	6 **60%**	1	3 **40%**	0	0 **0%**	0
APOIO	45	6 **13%**	2	24 **58%**	8	0 **29%**	5
TOTAIS	323	43 **13%**	141 **44%**		139 **43%**		

Fonte: DAE.

De acordo com o DAE em 2010 foram realizados treinamentos e capacitações, tanto para o pessoal administrativo quanto para o pessoal operacional.

Segundo dados disponíveis pela Autarquia, a vazão média diária captada pelo sistema é de 875l/s aproximadamente, compreendendo quatro captações superficiais e duas subterrâneas (o poço Cruzeiro do Sul, que seria a 3ª captação subterrânea, está desativado). Todos os mananciais utilizados na produção de água encontram-se dentro do município e nenhum deles é utilizado por outro município.

R. Guararapes, 1664 - Brooklin - 04561-003 - São Paulo - SP - Fone/Fax: +55 11 5103.2013 - bbengenharia@bbengenharia.com.br - www.bbengenharia.com.br

A bacia de abastecimento é composta por córregos e ribeirões que, combinados com a construção de três principais represas (6.747.400m³) configuram um sistema que oferece uma vazão regularizada e garante à população um abastecimento contínuo nos períodos de estiagem.

O sistema é composto por três mananciais principais:

- Bacia do Ribeirão dos Toledos;
- Bacia do Córrego Araçariguama;
- Bacia do Córrego Santa Bárbara.

A cidade de Santa Bárbara D'Oeste é abastecida quase que na sua totalidade por manancial superficial. Alguns poços profundos complementam o abastecimento em comunidades mais afastadas.

O sistema utiliza como principal manancial o Ribeirão dos Toledos e seus afluentes, responsáveis por 95% da água captada. Além deste manancial o sistema tem mais duas captações em outros córregos, sendo abastecidas as áreas urbanas periféricas através de três perfurações no aquífero Itararé. A qualidade da água do principal curso do município, o Rio Piracicaba, não permite a exploração deste manancial para abastecimento de água potável com custos razoáveis.

- Captações Superficiais:

Quadro 10 - Captações superficiais no município.

Captação	Vazão média (l/s)	Outorga (l/s)	Validade
Santa Alice	830	856,1	15/08/2011
Araçariguama	19	7,7	25/02/2010
Parque das Águas	-	55,6	-
Usina de Cillos	18	30*	15/08/2011
TOTAL	**867**	**919,4**	

* Não tem Portaria

Fonte: DAESBO.

- Captações Subterrâneas:

Quadro 11 - Captações subterrâneas no município.

Poço artesiano	Volume médio (m³/mês)
Andorinhas	1.000
Santo Antônio do Sapezeiro	500
Cruzeiro de Sul	Desativado
TOTAL	**1.500**

Fonte: Comitê PCJ.

Aproximadamente 60% da bacia do manancial Ribeirão dos Toledos encontra-se dentro do município de Santa Bárbara D'Oeste, tendo algumas de suas nascentes nos municípios de Sumaré, Monte Mor e Capivari. Esta área foi decretada por lei Área de Proteção e Recuperação de Mananciais no ano 2002.

Para a exploração deste manancial foram construídas três barragens: a represa São Luiz (Ribeirão São Luiz), e as represas Cillo e Areia Branca (Ribeirão dos Toledos).

Quadro 12 - Volumes dos reservatórios de água bruta.

Reservatório	Volume (m³)
Cillos	1.160.000
Areia Branca	3.500.000
São Luiz	2.040.000
TOTAL	**6.700.000**

Fonte: Comitê PCJ.

A cidade conta com quatro Estações de Tratamento de Água - ETA, com capacidade de tratamento de 1.280l/s, onde está em construção mais uma com previsão para tratar 500 l/s.

Além de água tratada o sistema fornece água bruta sem tratamento para cinco (5) grandes clientes, destinada à incorporação em processos produtivos industriais, representando aproximadamente 9% da água captada. Existe um projeto para a substituição do fornecimento de água bruta para as indústrias por efluente tratado da ETE Toledos I.

O tratamento da água das captações superficiais é feito em quatro Estações de Tratamento de Água (ETA), localizadas dentro do perímetro urbano do município; as captações

subterrâneas contam com sistemas de desinfecção e fluoração. A ETA I e a ETA II estão localizadas muito próximas, na parte mais alta do centro da cidade. Foram as primeiras a serem construídas e são responsáveis pelo abastecimento dos bairros mais antigos. A ETA III, de pequena capacidade, abastece basicamente os bairros delimitados entre a estrada de ferro, a Rodovia Luiz de Queiroz e a Estrada Cillos. A ETA IV é a mais moderna e a maior de todas. Atende basicamente toda a região leste da cidade, além de alguns bairros da região norte. Localizada num ponto de cota elevada, no centro geográfico da cidade, e com obras de ampliação recentemente concluídas, vai se converter na principal ETA do sistema.

2.3.1. CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA

2.3.1.1. CAPTAÇÃO SANTA ALICE (REPRESINHA)

A captação Santa Alice encontra-se localizada dentro do perímetro urbano da cidade no bairro de mesmo nome. É a maior captação do sistema no que se refere à disponibilidade e capacidade instalada. Abastece as ETAs II e IV com aproximadamente 830l/s o que representa um 95% do total de água captada.

A água captada e aduzida para a ETA II através de uma tubulação de ferro fundido de 700mm de diâmetro e de 3.200m de extensão aproximadamente, e para a ETA IV através de uma linha de PEAD de 630mm de diâmetro e 4.000m de extensão aproximadamente.

Figura 5 - Vista geral da Represinha (esq.) e casas à beira do lago (dir.).

A área ao redor da Represinha está protegida por vegetação, porém existem terrenos privados próximos à área com casas e chácaras, as quais têm acesso à beira do lago.

A captação tem uma barragem de nível de concreto para garantir o afogamento da tomada de água. A barragem está dotada de comportas metálicas para controle da vazão, porém não são operadas.

Figura 6 - Vista da barragem de montante (esq.) e jusante (dir.).

Do lado da barragem encontra-se o canal de tomada de concreto, que possui duas grades metálicas para retenção de sólidos grosseiros.

Figura 7 - Vista de jusante do canal de tomada.

Figura 8 - Primeiro gradeamento (esq.) e segundo gradeamento (dir.).

Figura 9 - Vista exterior da casa de bomba.

A estação elevatória de água bruta - EEAB, composta por cinco conjuntos de bombeamento, é uma edificação construída em estrutura metálica ao lado da captação. Abriga também todo o sistema de bombeamento composto pelas tubulações, válvulas, painéis elétricos e transformadores de energia elétrica. Dois conjuntos recalcam água para a ETA II e outros dois para a ETA IV; o quinto conjunto é reserva podendo operar para as duas linhas de recalque.

Foi instalado recentemente na EEAB um gerador de energia elétrica de emergência. Este equipamento já está em operação.

Figura 10 - Vista interior da casa de bombas.

Figura 11 - Estação de energia elétrica (esq.) e futuro gerador (dir.).

Não há medição de vazão, apesar da existência de um medidor, fora de operação, instalado na adutora de água bruta que abastece a ETA II. A medição de pressão é feita através de manômetros instalados nas tubulações de adução de água bruta.

Em uma pequena edificação, na área da captação, está instalado um conjunto de recalque movido a diesel, que era utilizado em situações de emergência devido à falta de energia elétrica. Atualmente foi incorporado ao sistema para reforço da adução em algumas horas do dia.

Figura 12 - Casa da bomba diesel (esq.) e bomba diesel (dir.).

A operação da EEAB é totalmente automatizada e comandada à distância, pelo Centro de Controle (CCO) localizado na sede do DAE. Há também operação local realizada por operadores fixos trabalhando em turnos de 12 x 36 horas.

2.3.1.2. CAPTAÇÃO PARQUE DAS ÁGUAS

Localizada fora do perímetro urbano do município, ao sul da Rodovia dos Bandeirantes, no local conhecido como Parque das Águas.

A captação é composta por uma barragem, um canal de tomada e a estação elevatória de água bruta.

Originalmente a barragem foi construída para a regularização da vazão da captação Santa Alice, juntamente com as represas Areia Branca e São Luiz.

Esta captação abastece o reservatório Santão através de uma tubulação de aço revestido de 400mm de diâmetro e 3.150m de extensão aproximadamente.

2.3.1.3. CAPTAÇÃO ARAÇARIGUAMA

A captação Araçariguama está localizada na lagoa do parque Araçariguama e abastece a ETA I com uma vazão aproximada de 19l/s.

Figura 13 - Vista geral do parque Araçariguama.

A captação é composta por uma tubulação de tomada e uma tubulação de 200m de extensão aproximadamente, que conduz por gravidade a água captada até a EEAB 4.

Não existe cadastro da linha de adução desde a lagoa até o poço de sucção da EEAB.

A área do parque é de acesso público, porém fica fechada no período noturno, não há operadores nesta unidade.

A EEAB 4 se localiza na área física do Almoxarifado do DAE na Rua Corifeu de A. Marques, no bairro de Boldrin. É composta por um poço de sucção e EEAB.

Duas bombas abastecem a ETA I através de uma tubulação de FoFo de 250mm de diâmetro e 1.400m de extensão aproximadamente. A EEAB 4 possui um conjunto reserva instalado no local. A estação é totalmente automatizada e comandada à distância, pelo centro de controle na sede do DAE.

2.3.1.4. CAPTAÇÃO USINA DE CILLOS

A captação Usina de Cillos se localiza no córrego Cillos, dentro dos terrenos da antiga Usina Açucareira Cillos. Originariamente esta captação servia à Usina Açucareira para obtenção de água para a própria indústria.

Figura 14 - Usina Açucareira Cillos.

Trata-se de uma captação de pequena produção que abastece a ETA III através de uma tubulação de FoFo de 200mm de diâmetro e de 2.200m de extensão aproximadamente.

Segundo informações do DAE opera com uma vazão média de 18l/s, porém a captação não está dotada de medidor de vazão.

A captação é composta por uma barragem, pelo reservatório Usina de Cillos, por uma tomada de água de concreto e uma casa de bombas.

O reservatório recebe água da captação Parque das Águas através de uma tubulação de aço revestido de 400mm de diâmetro e 4.700m de extensão aproximadamente.

Figura 15 - Represa Usina de Cillos.

Este reservatório apresentou problemas de floração de algas, motivo pelo qual foi modificado o processo de tratamento da ETA III, incorporando uma etapa de adição de carvão ativado antes da coagulação.

A estrutura de tomada consiste num poço de sucção de concreto construído no extremo do reservatório. As dimensões desta estrutura, assim como as da casa de bombas, são bem maiores do requerido pela vazão captada atualmente.

Figura 16 - Poço de sucção Usina de Cillos.

A casa de bombas, onde estão instalados dois conjuntos moto bombas, é uma construção de alvenaria muito antiga e se apresenta em péssimo estado de conservação.

Figura 17 - Casa de bombas EEAB Cillos.

Na laje da casa de bombas foi construída uma moradia irregular que é ocupada atualmente por uma família.

Figura 18 - Moradia irregular sobre casa de bombas.

Esta captação não dispõe de controle de acesso ao prédio nem pessoal permanente.

2.3.2. ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA

O sistema de abastecimento dispõe de quatro ETAs para tratamento da água a ser distribuída:

Figura 19 - Capacidade e vazão média das ETAs.

ETA	Capacidade (l/s)	Vazão média (l/s)
I	30	20
II	600	450
III	30	18
IV	800	300
TOTAL	**1.460**	**788**

Em todos os casos o tipo de tratamento é convencional com adição de coagulante, mistura rápida, coagulação e floculação, decantação de alta taxa, filtração rápida descendente em leito de areia e antracito, cloração e fluoretação.

Em todas as ETAs é efetuada a correção de pH por adição de cal tanto na entrada de água bruta quanto na saída de água filtrada. Em algumas ETAs também é realizada a pré-cloração.

2.3.2.1. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA I (ETA I)

Esta ETA está localizada na Avenida Monte Castelo, 414, bairro Centro, sendo a mais antiga das estações de tratamento em operação. É abastecida pelo sistema produtor Araçariguama

através de uma tubulação de FoFo de 250mm de diâmetro. A capacidade instalada na ETA é de 30l/s e a vazão média de operação é de 20l/s.

A adutora descarrega em uma calha Parshall a qual é utilizada para medir a vazão de entrada do processo, assim como para realizar a mistura rápida após a adição da cal (correção do pH) e do sulfato de alumínio (coagulante) para o processo de coagulação.

Figura 20 - Medidor de vazão Parshall.

Após a adição de coagulante a água passa para o floculador localizado ao lado da calha Parshall. A unidade consiste em um tanque de concreto cilíndrico dotado com um agitador mecânico de eixo vertical.

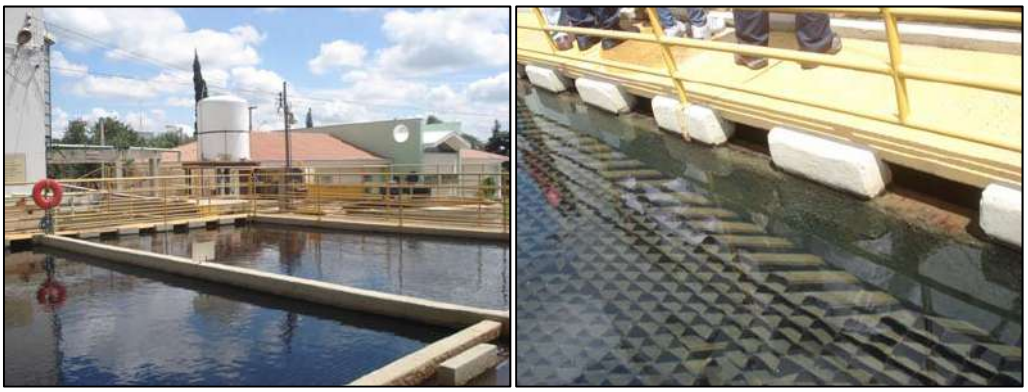
Figura 21 - Tanque floculador mecânico.

Após a floculação a água passa por um canal de concreto e daí para os decantadores. As unidades de decantação são compostas por dois tanques retangulares equipados com

módulos plásticos que diminuem o gradiente de velocidade aumentando a taxa e a eficiência da decantação.

A captação da água na saída do decantador é feita por vários vertedores de concreto que descarregam no canal distribuidor de água decantada para os filtros, também de concreto.

Figura 22 - Decantadores (esq.), módulos plásticos e vertedouro de saída (dir.).



O sistema de filtração composto por 3 filtros rápidos de fluxo descendentes e taxa constante, com leito de areia e antracito.

Figura 23 - Filtros (esq.) e sala de controle de filtros (dir.).

Os efluentes de decantadores e água de lavagem de filtros são encaminhadas para o córrego Araçariguama. Após a filtração é adicionada cal para correção do pH, cloro para desinfecção e ácido fluossilícico para a obtenção do íon flúor em atendimento a portaria 518/05 do Ministério da Saúde.

Na ETA existe um reservatório elevado chamado Castelinho com 180m³ de capacidade e 3 reservatórios enterrados com volume total de 1.520m³.

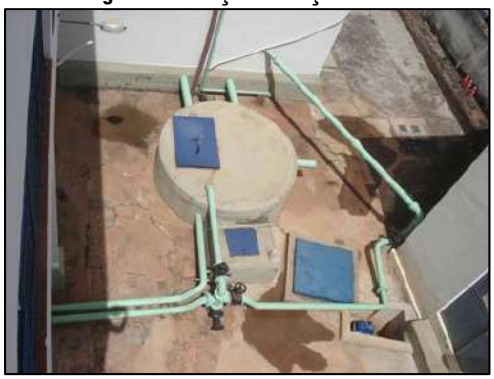
O reservatório elevado abastece a zona alta do centro da cidade, enquanto que os reservatórios enterrados abastecem a zona baixa. Esses últimos têm suas saídas interligadas, para que seja possível a realização de manutenção em uma das unidades, foi instalado um conjunto de registros que permitem isolar a unidade em manutenção mantendo as demais em operação fazendo com que não haja interrupção no abastecimento.

Há pouco tempo foi instalado um macromedidor na tubulação de saída dos reservatórios enterrados.

Ainda existe na ETA um poço de sucção que abastece o mesmo setor que o reservatório elevado por bombeamento direto.

Figura 24 - Reservatórios enterrados (esq.) e reservatório elevado, Castelinho (dir.).

Figura 25 - Poço de sucção ETA II.



A ETA possui um laboratório para a realização de análises de rotina para controle dos processos de tratamento como medição de turbidez, cor, pH, cloro residual e flúor.

Figura 26 - Laboratório de análises da água

Os produtos químicos utilizados na ETA são:

- Sulfato de alumínio líquido;
- Cal hidratada;
- Cloro gás;
- Ácido fluossilícico;

O prédio da ETA I tem controle de acesso e vigilância. A operação é feita por operador fixo, trabalhando em escala de plantão de 12 x 36 horas.

2.3.2.2. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA II (ETA II)

A ETA II está localizada na Rua Calil Baruque, 687, no bairro Vila Aparecida, muito próxima da ETA I. A capacidade instalada é de 600l/s, que corresponde à vazão média de operação. É a maior estação do sistema até a conclusão das obras da ETA IV que passará a ser a estação de maior capacidade do sistema de abastecimento do município.

A estação é abastecida desde a captação Santa Alice através de uma tubulação de FoFo de 700 mm de diâmetro.

A linha de adução de chegada à ETA II apresenta atualmente um grau de corrosão e incrustação elevado. Com a entrada em operação da ETA IV o DAE pretende recuperar a adutora através de uma limpeza e revestimento das tubulações.

A ETA foi construída em duas etapas, a primeira na década de 1960 e a segunda na década de 1980. Cada uma das etapas pode operar o sistema isoladamente da outra. A etapa 1 tem uma vazão média de 270 l/s e a etapa 2 tem uma vazão média de 180l/s.

A linha adutora de 700 mm descarrega numa estrutura que divide a vazão de chegada entre as duas etapas da estação de tratamento. Nesse local é feita a dosagem da cal e do sulfato de alumínio e a medição de vazão através de um medidor Parshall que também é utilizado na mistura rápida dos produtos químicos aplicados.

Figura 27 - Caixa distribuidora (acima), calha Parshall (abaixo) e adição de cal hidratada e sulfato de alumínio (dir.).

A água coagulada é distribuída por um canal de concreto entre as unidades floculadoras mecânicas.

Figura 28 - Floculadores da etapa 1.

As unidades de decantação são compostas por dois decantadores em cada etapa, equipados com módulos tubulares para o aumento da taxa de decantação.

Para homogeneizar a distribuição do fluxo de água, há um distribuidor de fluxo, consistido de uma cortina de madeira com orifícios, na entrada dos decantadores.

A água coagulada é colhida por calhas metálicas com borda dentada dispostas na metade posterior das unidades.

Observou-se que algumas das calhas não estão niveladas produzindo fluxo concentrado em algumas zonas, o que pode prejudicar a eficiência do tratamento, criando zonas de alta velocidade com arraste dos flocos.

Figura 29 - Decantadores de etapa 1 (esq.) e etapa 2 (dir.).

Figura 30 - Canal coletor de água decantada etapa 1 (esq.) e etapa 2 (dir.).

Após a decantação a água passa para a unidade de filtração composta por filtros de fluxo vertical descendente e taxa constante, com leito de areia e antracito.

A bateria de filtros do módulo 1 compreende quatro filtros e a bateria do módulo 2 é composta por quatro filtros.

A lavagem dos filtros é feita por retro lavagem com água tratada; os filtros do módulo 1 ainda estão dotados de dispositivos para lavagem superficial dos leitos.

Figura 31 - Filtros de etapa 1 (esq.) e etapa 2 (dir.).

As águas residuais de operação da ETA (efluente de decantadores, lavagem de filtros, etc.) são encaminhadas para o córrego Araçariguama.

A quantidade de água consumida na lavagem dos filtros é muito alta segundo os dados levantados com o pessoal do DAE, atingindo aproximadamente 15% da água tratada. O DAE esta considerando a possibilidade de encaminhar a água de lavagem para o inicio do processo através de um sistema de recuperação de água de lavagem. Estima-se necessário e de alta prioridade analisar este problema para reduzir o consumo de água de lavagem.

Na água filtrada é adicionado cal para correção de pH, cloro para garantir a presença de cloro residual e a fluoretação a partir de solução de flúor a base de ácido fluorsilícico.

Na ETA II existem quatro reservatórios. Um reservatório elevado chamado de Cálice com capacidade de 500m^3, um apoiado de fibra de vidro, e dois enterrados de capacidade de 1.000m^3 cada um.

O reservatório elevado abastece os bairros Terras di Siena, Flamboyant, Alfa, Vila Aparecida, Vila Bética, Linópolis, Jardim América, Vila Alves, Naidelice, Vila Maria e Bufford.

O reservatório apoiado de fibra de vidro abastece os bairros Vila Olinda, Antônio Prezzoto, Garrido, Vila Boldrin, Vila Galdina e parte do Centro.

Os dois reservatórios enterrados são interligados, e abastecem por gravidade os bairros de Vila Borges, Vila Olinda, Antonio Prezotto, Garrido, São Luiz, Bortoletto, Boldrin, Santa Luzia,

Laudissi e Itamarati, e por bombeamento os bairros Panambi, Dulce, Linópolis, Santa Luzia, Primavera, Santa Terezinha e Santa Cruz, e os reservatórios Vila Brasil, São Francisco, Romano, Paulista, Vale das Cigarras e Cruzeiro do Sul.

Figura 32 - Reservatório cálice (esq.) e reservatórios enterrados (dir.).

Do lado dos dois reservatórios enterrados se localiza a estação elevatória de água tratada, composta por sete conjuntos moto bombas, sendo um deles reserva. A estação abastece os reservatórios Vila Brasil, Vale das Cigarras, Cruzeiro do Sul, Romano, São Francisco, e para distribuição direta na rede.

Figura 33 - Casa de bombas

Na ETA II está localizado o laboratório central que efetua as análises para o controle de qualidade da água em todas as fases do processo de abastecimento, além das análises de rotina necessárias para o controle da qualidade do processo de tratamento da ETA, como pH, cor, turbidez, cloro, flúor.

Figura 34 - Laboratório bacteriológico (esq.) e físico-químico (dir.)

Figura 35 - Laboratório de análises de rotina (esq.) e de reagentes químicos (dir.)

Os produtos químicos utilizados na ETA são:

- Sulfato de alumínio líquido;
- Cal hidratada;
- Cloro gás;
- Ácido fluorsilícico;

As condições gerais utilizadas na manipulação e estocagem desses produtos são adequadas.

Dispõe-se de equipamento de proteção individual - EPI em lugares visíveis e acessíveis, assim como placas indicando as áreas de perigo.

Figura 36 - Tanques de sulfato e flúor (acima), depósito de cal (abaixo) e tanques de cloro (dir.).

As unidades de reservação e bombeamento da estação de tratamento são totalmente automatizadas e são controladas à distância pelo Centro de Controle localizado na sede do DAE.

Na ETA II trabalham duas equipes em turnos de 12 horas, cada uma composta por dois operadores e um ajudante, responsáveis pela operação das unidades e da realização das análises de rotina para o controle do processo de tratamento de água. Também trabalham quatro laboratoristas no período diurno: dois no laboratório de análises físico químicas, um no laboratório de análises bacteriológicas, e um no laboratório de reagentes.

2.3.2.3. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA III (ETAIII)

A ETA III esta localizada na Rua Antônio Pedroso s/nº, no bairro Santa Rita, próxima a estrada de ferro.

Trata-se da ETA de menor capacidade e menor produção de água do sistema. Existe a possibilidade de desativar esta ETA, cuja área de abastecimento seria atendida pela ETA IV.

A ETA III é abastecida desde a captação Usina de Cillos através de uma adutora de FoFo de 200mm de diâmetro. Não existe dispositivo de medição de vazão de entrada, que é estimada em 19l/s.

Esta ETA tem um processo convencional simplificado de tratamento, compreendendo coagulação e mistura rápida, decantação simples e filtração. Porém, tem a particularidade de ser a única ETA onde é adicionado carvão ativado antes de coagulação, devido problemas na qualidade da água bruta motivado por floração de algas no manancial.

Em termos gerais as instalações da ETA III apresentam mal estado de conservação e deficiência nos processos.

A adutora descarrega num canal onde é adicionada a cal hidratada para correção de pH e a solução de sulfato de alumínio para coagulação; previamente é dosado o carvão ativado na tubulação de água bruta. A ETA não está dotada de unidade para fazer a mistura rápida, sendo que atualmente há um dispositivo improvisado para produzir alguma mistura.

Figura 37 - Adição de sulfato no canal de chegada

A floculação é feita em um tanque de concreto equipado com dois misturadores mecânicos de eixo vertical.

A unidade de floculação foi mal dimensionada, uma vez que o tempo de retenção é insuficiente para a formação de flocos.

Figura 38 - Floculadores mecânicos

A água floculada passa diretamente para as duas unidades de decantação contíguas aos floculadores.

Esses tanques têm uma geometria inapropriada, causando a superposição das zonas de entrada e saída comprometendo a eficiência do processo de decantação com consequente sobrecarga no sistema de filtração.

Figura 39 - Decantador

A água decantada entra diretamente na bateria de filtros composta por dois filtros de leito de areia e antracito, de taxa constante e fluxo descendente.

Aparentemente a turbidez da água na entrada dos filtros é alta, e como foi dito anteriormente sobrecarrega o sistema de filtração. Ao reter maior volume de sólidos os filtros têm carreiras de filtragem mais curtas, aumentando a frequência na lavagem e consequentemente, o consumo de água.

A lavagem dos filtros é feita por retro lavagem com água tratada, não existindo sistema de recuperação de água de lavagem.

Figura 40 - Filtro em operação

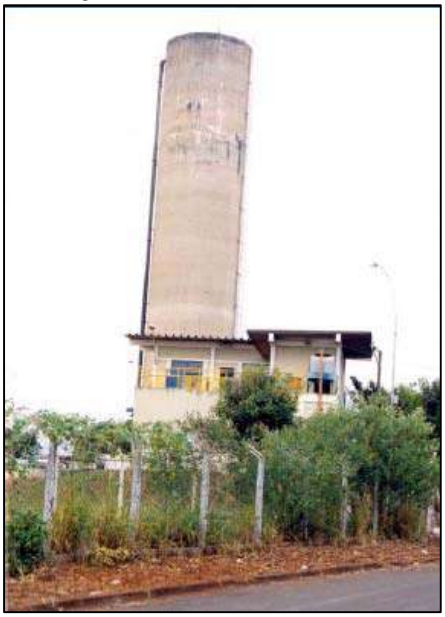
As águas de operação da ETA (efluente de decantadores, lavagem de filtros, etc.) são encaminhadas para o córrego Lagoa dos Patos.

Na ETA III existem dois reservatórios de água tratada: um reservatório semi-enterrado circular de concreto com capacidade de 2.000m³, e um reservatório elevado de concreto com capacidade de 200m³.

O reservatório de 2.000m³ abastece o reservatório elevado, através de uma estação elevatória de água tratada - EEAT.

O reservatório elevado abastece o Inocoop e Parque Industrial Bandeirantes.

Figura 41 - Reservatório elevado.



O laboratório de análises rotineiras para controle do processo de tratamento se localiza na galeria de controle de filtros.

Figura 42 - Laboratório de análises de rotina

Os produtos químicos utilizados na ETA são:

- Carvão ativado;
- Sulfato de alumínio líquido;
- Cal hidratada para correção de pH;
- Cloro gás;
- Ácido fluorsilícico;

As condições gerais utilizadas na manipulação e estocagem desses produtos são adequadas.

Figura 43 - Solução de carvão ativado (esq.) e cilindros de cloro - 18kg (dir.).

Figura 44 - Tanque de sulfato de alumínio.

As unidades de reservação e bombeamento da estação de tratamento são automatizados e equipados com telemetria, são controladas pelo o Centro de Controle localizado na sede do DAE.

A estação tem um operador permanente responsável pelo controle e operação das unidades da planta, e da realização das análises de rotina para o controle do processo.

A área onde se localiza a ETA tem controle de acesso, e dispõe de área para ampliação.

2.3.2.4. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA IV (ETA IV)

A ETA IV localiza-se na Avenida Prefeito Isaías Romano, 500, no bairro Souza Queiroz. É a mais nova das ETAs e foi concluída recentemente. Com a conclusão das obras se tornou a maior de todas as estações do sistema por capacidade instalada. O DAE está solicitando junto ao PAC II uma nova adutora de água bruta para aumentar a vazão em toda a ETA IV.

Sua localização estratégica foi escolhida por ser um ponto de cota elevada, localizada aproximadamente no centro geográfico do perímetro urbano do município, o que permite abastecer as regiões Leste, Norte e Sul do município.

Figura 45 - Vista geral da ETA IV.

A ETA IV é abastecida pela captação Santa Alice com uma vazão média de 380l/s, através de uma tubulação de PEAD 630mm de diâmetro e 3400m de extensão aproximadamente.

A ETA IV foi construída em duas etapas: a primeira delas foi concluída no ano 1998 e está em operação desde esse ano, e a segunda ainda em fase de ajuste, já está operando em caráter experimental.

As obras da segunda etapa da ETA IV são parte das obras financiadas pelo programa PAC.

Figura 46 - Etapa 2 da ETA IV.

Do total de água bruta aduzida, 300l/s são tratados na etapa 1 da ETA e os outros 80 l/s são distribuídos sem tratamento para indústrias. A produção atual de água tratada da ETA IV representa aproximadamente 38% do total.

Atualmente não se tem possibilidade de explorar completamente a capacidade instalada, pois a linha adutora seria insuficiente e a outorga de água para a exploração da captação Santa Alice não permite a obtenção da vazão requerida.

O tipo de tratamento utilizado na etapa 1 é similar ao das ETA I e II, tanto no referente aos processos quanto ao desenho das unidade; já a etapa 2 tem os mesmos processos, porém existem algumas diferenças quanto ao desenho das unidades.

A água bruta chega da captação Santa Alice em uma caixa que divide o fluxo de entrada em três: o fluxo para a etapa 1, o fluxo para a etapa 2 e a vazão de água bruta para distribuição para as indústrias.

Figura 47 - Caixa divisória de vazão

Depois da caixa de chegada de água bruta a água entra no processo por uma calha Parshall onde é medida a vazão e adiciona-se a cal hidratada para correção de pH, sulfato e alumínio para coagulação.

A calha descarrega no canal de distribuição de água para os floculadores onde começa o processo de coagulação/floculação.

Figura 48 - Calha Parshall: adição de cal e sulfato

A bateria de floculadores é composta por 10 tanques floculadores com agitadores mecânicos de eixo vertical; cada módulo tem cinco tanques, com gradientes de velocidade diferentes.

Figura 49 - Bateria de floculadores mecânicos

A decantação da água floculada é feita em três tanques decantadores de alta taxa, equipados com módulos tubulares.

A coleta da água decantada é feita através de calhas metálicas com borda dentada, dispostas transversalmente ao sentido de fluxo do decantador que conduzem a água para os canais, localizados ao longo dos decantadores. Observou-se boa distribuição na saída d'água nas calhas.

Figura 50 - Canal de coleta de água decantada

O processo realiza a filtração de água numa bateria de filtros de taxa constante e fluxo ascendente, em leito de areia e antracito, composta por cinco filtros.

A lavagem dos filtros é feita por retro lavagem com água tratada; a água deste processo retorna ao tratamento e o lodo é enviado para uma empresa terceirizada.

Figura 51 - Filtro em operação (esq.) e filtro em manutenção (dir.).

As águas de operação da ETA (efluente de decantadores, lavagem de filtros, etc.) são encaminhadas para o Ribeirão dos Toledos.

Existem na ETA IV três reservatórios de água tratada semi-enterrados retangulares com capacidade de 2.000m³ cada um.

Os reservatórios apoiados abastecem somente a célula superior do elevado, a qual abastece os seguintes reservatórios: 31 de Março, São Francisco, Planalto do Sol, Cidade Nova, São Fernando e Palmeiras.

Figura 52 - Reservatório elevado (esq.) e reservatórios apoiados (dir.).

O prédio da ETA tem um laboratório para realização das análises de rotina para controle do processo. O DAE tem planos de transferir algumas de suas instalações para este prédio, como por exemplo, os laboratórios instalados atualmente na ETA II e o Centro de Controle sediado no escritório central.

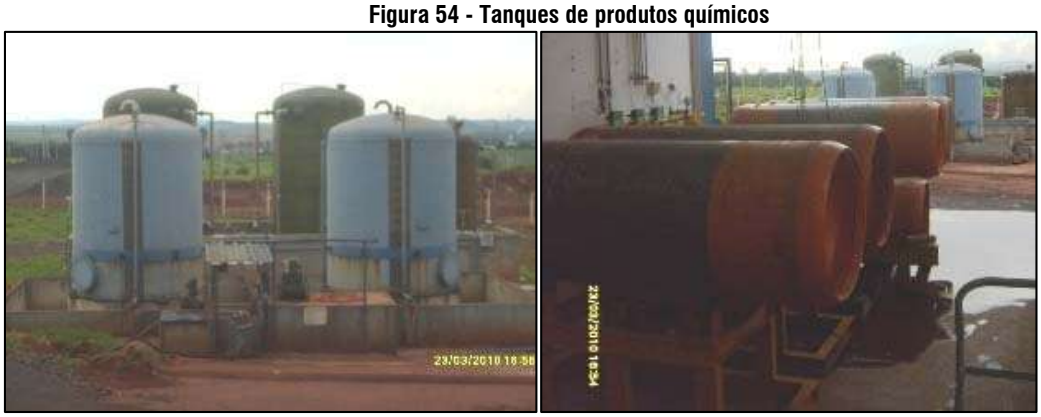
Figura 53 - Laboratório (esq.) e sala de controle de filtros (dir.)

Os produtos químicos manipulados na ETA são:

- Sulfato de alumínio líquido;
- Cal hidratada para correção de pH;
- Cloro gás;
- Ácido fluorsilícico;

Nos fundos da estação há instalado quatro tanques de fibra para armazenamento do sulfato de alumínio e a solução de cal. As medidas gerais utilizadas na manipulação e estocagem desses produtos são adequadas.

Figura 54 - Tanques de produtos químicos



A ETA conta com automatização dos processos de tratamento, e telemetria para controle dos equipamentos elevatórios e reservatórios, sendo controlado a partir do centro de controle na sede do DAE. Há presença de pessoal permanente para operação das unidades e realização das analises de rotina.

Por tratar-se de uma região ainda pouco desenvolvida, dispõe-se de grandes áreas para futuras ampliações. São 27 centros de reservação de água tratada, excluindo os reservatórios localizados nas ETAs, totalizando um volume de reservação de 33.900m³.

Em 2008 foi aprovada, através do Programa de Aceleração do Crescimento - PAC, uma solicitação de financiamento para a construção da etapa 2 da ETA IV e para a construção de cinco centros de reservação. Os centros de reservação incluídos no programa são: Santa Rita, Vila Rica, Cruzeiro do Sul, Jardim Europa e Distrito Industrial II.

Os projetos dos novos reservatórios foram elaborados pelo DAE e consistem basicamente num reservatório apoiado de concreto de 1.500m³ de capacidade e um reservatório elevado de fibra de vidro, com capacidade de 250m³, sobre torre de concreto.

Atualmente a maioria das obras financiadas pelo programa já foram concluídas ou estão próximas de sua conclusão.

2.3.3. CENTROS DE RESERVAÇÃO E ADUÇÃO

Classificam-se dentro deste grupo aqueles centros de reservação que além de abastecer a rede de distribuição, aduzem água para outros reservatórios. Os reservatórios têm sua operação automatizada, sendo monitorada e comandada à distância pelo centro de controle localizado na sede do DAE. Encontram-se dentro deste grupo os seguintes centros de reservação: Vila Brasil, São Francisco, 31 de Março, Planalto do Sol, Amélia, e Palmeiras.

- Vila Brasil

Figura 55 - Centro de reservação Vila Brasil

O centro de reservação Vila Brasil fica localizado na Rua Pará s/nº, no Bairro Vila Brasil. É composto por uma estação elevatória de água tratada - EEAT e dois reservatórios de concreto com uma capacidade total de 1.750m³, sendo um reservatório semi-enterrado de 1.500m³ e um reservatório elevado de 250m³.

O reservatório semi-enterrado é abastecido por bombeamento pela ETA II e abastece o reservatório São Joaquim, e os bairros Jardim Batagin e Jardim Icaraí. A tubulação que abastecia este reservatório era de cimento amianto até recentemente, porém já foi substituída.

O setor do reservatório elevado compreende os bairros Residenciais Furlan, Vila Brasil, Grego, Grego II, Santa Cecília, Miguel Cláudio Grego, Colina Santa Bárbara, Parte Alta do Siqueira Campos e Vila Lola.

Figura 56 - Casas de bombas (esq.) e conjunto moto bomba (dir.).

Segundo informações fornecidas pelos técnicos do DAE as tubulações de ferro que têm quatro anos de operação sofreram um processo acelerado de corrosão interna, o problema foi constatado em uma inspeção de campo.

A tubulação em cimento amianto que abastecia o Batagin e Icaraí foi substituída por tubulação em PEAD DE 200mm. O terreno onde se localiza o centro de reservação tem pouco espaço para ampliação, está cercado com placas de identificação do DAE, permitindo-se a entrada apenas de funcionários autorizados. O reservatório não conta com funcionários permanentes.

- 31 de Março

Figura 57 - Reservatório 31 de Março.

O centro de reservação 31 de Março localiza-se na Rua Ranieri Mazzilli s/nº, no bairro 31 de Março. Consiste num único reservatório elevado de concreto com capacidade total de 1.000m³, dividido em uma célula superior e uma inferior.

Antigamente o reservatório era abastecido exclusivamente pelo reservatório semi-enterrado Vila Brasil através de uma linha de recalque que também operava como linha primária de distribuição. Esta linha foi desativada e atualmente o reservatório é abastecido apenas pela ETA IV por gravidade através de uma adutora de PEAD de 315 mm de diâmetro.

O reservatório 31 de Março alimenta os bairros, Conjunto Habitacional Trabalhadores, 31 de Março, Ângelo Giubina, San Marino, Jardim Batagim e Jardim Icaraí.

A necessidade de pressurizar a linha para abastecer o reservatório elevado demandava altas pressões na linha afetando a rede de distribuição. Segundo informações fornecidas pelos técnicos do DAE aconteciam frequentes arrebentamentos nas tubulações.

O reservatório abastece pela célula superior o reservatório Vila Rica e o bairro São Joaquim. As duas células do reservatório elevado apresentam sensor de nível. Observaram-se vazamentos na parede do reservatório particularmente no local da divisão das duas células.

Existem macromedidores instalados nas saídas do reservatório.

O terreno onde se localiza o reservatório não tem área reservada para ampliação. Está cercado com identificação do DAE no portão, permitindo-se a entrada apenas de funcionários autorizados. Não há pessoal permanente alocado, sendo que o pessoal do almoxarifado é encarregado de operar o centro de reservação. A manutenção do reservatório é feita pela equipe de manutenção do DAE.

- São Francisco

Figura 58 - Reservatório elevado.

O centro de reservação São Francisco fica localizado na Rua Xavante, 80 no bairro Jardim São Francisco. É composto por uma estação elevatória de água tratada e dois reservatórios de concreto com um volume total de 1.750m³, sendo um reservatório semi-enterrado 1.500m³ e um reservatório elevado 250m³.

O reservatório semi-enterrado circular é abastecido pela ETA II e pela ETA IV. Abastece através de bombas os reservatórios Amélia e Distrito Industrial.

Figura 59 - Reservatório semi-enterrado.

O reservatório elevado é abastecido pelo semi-enterrado através de uma tubulação de 250mm de diâmetro, e abastece os bairros: Boa Vista, Paulista, Bela Vista, Mariana e São Francisco.

O reservatório elevado São Francisco é considerado um pulmão para a linha do reservatório Paulista. O reservatório do Jardim Paulista tem previsão de desativação tão logo cheguem os novos conjuntos moto bomba do Reservatório Elevado do São Francisco.

A estação elevatória tem instalado duas casas com dois conjuntos moto bomba cada, que abastecem a ETA III, os reservatórios Amélia, Santa Rita e Industrial.

Figura 60 - Casa de bombas (esq.) e conjuntos moto bomba (dir.).

Este centro possui um acesso controlado através de cercas de proteção e dispõe de grande área para possíveis ampliações. Conta com a presença de funcionários permanentes no local.

- Amélia

Figura 61 - Reservatório elevado (esq.) e semi-enterrado retangular (dir.)

O centro de reservação Amélia fica localizado na Rua do Cloro s/nº, no bairro Jardim Amélia. Este conjunto é o maior centro de reservação do sistema, possui três reservatórios de

concreto com um volume total de 4.680 m³, sendo um reservatório semi-enterrado circular de 1.500m³, um reservatório semi-enterrado retangular de 3.000m³ e um reservatório elevado 180m³.

É abastecido pelo reservatório São Francisco por meio de tubulações de ferro fundido e cimento amianto, uma de 200mm e outra de 300mm de diâmetro respectivamente.

O centro abastece por bombeamento, além do reservatório elevado, os reservatórios Mollon IV, Palmeiras, São Fernando e Cidade Nova, e os bairros: Jardim Amélia, Pântano, Pântano II, Vila Mollon, Jardim Mollon IV e Brasília, Monte Líbano, Jacira III, Jardim dos Cedros, Cidade Nova, Pérola, Esmeralda, Cidade Nova II, Adélia, Santa Rosa, Turmalinas, Cândido Bertini, Cândido Bertini II, Dona Regina e São Camilo.

O reservatório elevado contém duas células, onde apenas a superior está ativada, a qual abastece os bairros Jardim Amélia e Pântano. A água é elevada até a célula superior por quatro bombas localizadas abaixo da torre do reservatório. As tubulações de saída deste reservatório apresentam vazamentos. A célula inferior desativada recebe a água que extravasa da célula superior. Como não há saída, a água fica estagnada no local podendo ser fonte de contaminação.

A estação elevatória se encontra numa casa ao lado do reservatório, onde se têm instaladas sete conjuntos moto bomba.

Figura 62 - Conjuntos moto bomba.

O centro conta com automatização e telemetria: acionamento de bombas, sensores de nível e, sendo controlada a distância pelo o Centro de Controle na sede do DAE.

O terreno tem pouco espaço para ampliação, é cercado sendo permitida apenas a entrada de pessoal autorizado. Neste local há um funcionário permanente.

- Planalto do Sol

Figura 63 - Reservatório elevado e apoiado

O reservatório Planalto do Sol fica localizado na Rua Belém s/nº no bairro Planalto do Sol. Compreende uma estação elevatória e quatro reservatórios com um volume total de 3.250m³, sendo dois reservatórios semi-enterrados de 1.500m³ cada um, um reservatório elevado de 250m³ e um reservatório apoiado de 285m³ (desativado). Os reservatórios semi-enterrados e o apoiado são de concreto, já o elevado é de fibra de vidro.

Na estação elevatória existem instalados quatro conjuntos moto bomba, que abastecem o reservatório elevado a partir dos reservatórios semi-enterrados, sendo dois deles de reserva.

Figura 64 - Casa de bombas (esq.) e conjuntos moto bomba (dir.).

Os reservatórios semi-enterrados são abastecidos pelo reservatório elevado da ETA IV, e abastecem por gravidade o reservatório Laranjeiras e os bairros: Planalto do Sol (zona baixa), Planalto do Sol II (zona baixa), Jardim Laranjeiras, Orquídeas e Nova Conquista.

Já o reservatório elevado abastece os bairros: Planalto do Sol, Parque Zabani, Planalto do Sol II (parte alta), Cidade Nova, Cidade Nova II e Pérola.

A tubulação que abastece os bairros Zabani e Planalto do Sol (parte alta) foi trocada, pois era subdimensionada para atender os dois bairros adequadamente, causando falta de água frequentemente. O DAE aumentou de 110mm para 250mm sendo desta forma sanado o problema.

O reservatório elevado possui by-pass, quando o mesmo se encontra interditado, os bairros são abastecidos por bombeamento direto.

As saídas das tubulações de distribuição da zona alta têm instalados medidores de vazão (não operantes). A instalação destes medidores não é a recomendada por não respeitar distâncias mínimas.

Figura 65 – Macromedidores.

O terreno do centro de reservação está cercado permitindo a entrada apenas para funcionários autorizados. Há presença de funcionários permanentes no local dos reservatórios.