



SERVIÇO DE ÁGUA E ESGOTO DO MUNICÍPIO DE BARIRI

PLANO DIRETOR DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE BARIRI/SP

RELATÓRIO 01

Características gerais da comunidade e descrição do sistema de abastecimento de água existente

Janeiro 2014



PLANO DIRETOR DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE BARIRI/SP

SERVIÇO DE ÁGUA E ESGOTO DO MUNICÍPIO DE BARIRI - SAEMBA



RELATÓRIO 01

[Caracterização da área de estudo]

[Identificação das diretrizes do Plano Diretor e Leis Municipais de Bariri sobre o uso e ocupação de solo]

[Levantamento de dados sobre os mananciais subterrâneos]

[Levantamento de dados sobre o manancial São Luiz]

[Levantamento da infraestrutura existente]

[Ações emergenciais na ETA]

Janeiro 2014

SUMÁRIO

| | | |
|---------|--|----|
| 1 | APRESENTAÇÃO | 5 |
| 2 | CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO | 6 |
| 2.1 | HISTÓRICO | 6 |
| 2.2 | LOCALIZAÇÃO | 6 |
| 2.3 | RELEVO E GEOLOGIA | 8 |
| 2.4 | CLIMA E HIDROLOGIA | 8 |
| 2.5 | RECURSOS HÍDRICOS | 9 |
| 2.6 | DINÂMICA POPULACIONAL | 12 |
| 2.7 | INFRAESTRUTURA SOCIAL | 13 |
| 2.7.1 | Educação | 13 |
| 2.7.2 | Saúde | 14 |
| 2.7.3 | Saneamento | 15 |
| 2.7.4 | Energia Elétrica | 17 |
| 2.8 | ATIVIDADES ECONÔMICAS | 18 |
| 2.8.1 | Considerações iniciais | 18 |
| 2.8.2 | Agropecuária | 19 |
| 2.8.3 | Indústria, Comércio e Serviços | 21 |
| 2.8.4 | Produto Interno Bruto | 21 |
| 3 | IDENTIFICAÇÃO DAS DIRETRIZES DO PLANO DIRETOR E LEIS MUNICIPAIS DE BARIRI SOBRE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO | 23 |
| 4 | LEVANTAMENTO DE DADOS SOBRE OS MANANCIAIS SUBTERRÂNEOS | 26 |
| 4.1 | CONSIDERAÇÕES SOBRE A CAPTAÇÃO E USO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS | 27 |
| 4.1.1 | Vantagens e desvantagens do uso de águas subterrâneas | 30 |
| 4.1.2 | Estimativa de custos para captação de água | 31 |
| 4.1.3 | Atividades abastecidas por águas subterrâneas e perdas | 31 |
| 4.2 | GEOLOGIA LOCAL, REGIONAL E HIDROGEOLOGIA | 33 |
| 4.2.1 | Aspectos Gerais | 33 |
| 4.2.2 | Aquífero Guarani | 34 |
| 4.2.3 | Formação Serra Geral | 37 |
| 4.2.4 | Grupo Bauru | 38 |
| 4.2.4.1 | Formação Adamantina | 39 |
| 4.2.5 | Geologia e Hidrogeologia Local | 40 |
| 4.2.5.1 | Aquífero e Potencialidade Geral do Guarani | 40 |
| 4.2.5.2 | Aquífero Serra Geral | 43 |

| | | |
|---------|---|----|
| 4.2.5.3 | Aquífero Bauru | 44 |
| 4.3 | POÇOS EM OPERAÇÃO E PERÍMETRO DE PROTEÇÃO..... | 45 |
| 4.3.1 | Poços em Operação..... | 45 |
| 4.3.2 | Áreas de Proteção Para Poços..... | 47 |
| 4.3.3 | Situação Física dos Poços em Superfície | 51 |
| 4.3.3.1 | Poço Barracão da Prefeitura (P1) | 51 |
| 4.3.3.2 | Poço Tiro de Guerra (P3) | 52 |
| 4.3.3.3 | Poço Santa Helena (P4) | 54 |
| 4.3.3.4 | Poço Sete De Setembro (P5) | 55 |
| 4.3.3.5 | Poço Nova Bariri (P6)..... | 57 |
| 4.3.3.6 | Poço Maria Luiza II e III (P7) | 58 |
| 4.3.3.7 | Poço Santo André (P8)..... | 60 |
| 4.4 | ÁREAS DECRETADAS COMO CONTAMINADAS NO MUNICÍPIO | 61 |
| 4.5 | ABANDONO DE POÇOS E TAMPONAMENTO..... | 65 |
| 4.6 | QUALIDADE DA ÁGUA DOS POÇOS..... | 68 |
| 4.6.1 | Coleta de Água em Poços..... | 71 |
| 4.7 | CONTROLE OPERACIONAL | 72 |
| 4.7.1 | Medições Mensais nos Poços..... | 74 |
| 4.8 | OPERAÇÃO E CUSTO OPERACIONAL..... | 76 |
| 4.8.1 | Operação | 76 |
| 4.8.2 | Regime de Operação | 77 |
| 4.8.3 | Consumo de Energia Elétrica nos Poços..... | 78 |
| 4.8.4 | Conjuntos Bombeadores Atuais, de Reserva e Novas Aquisições | 79 |
| 4.8.5 | Custo Operacional | 80 |
| 4.9 | MANUTENÇÃO E REABILITAÇÃO DE POÇOS | 80 |
| 4.9.1 | Diferenças..... | 81 |
| 4.9.2 | Fatos sobre a Manutenção de Poços | 82 |
| 4.9.3 | Problemas de Incrustações e Soluções | 83 |
| 4.9.4 | Frequência de Manutenções..... | 87 |
| 4.10 | POÇOS PARTICULARES NO MUNICÍPIO..... | 87 |
| 4.11 | ALOCAÇÃO E CONSTRUÇÃO DE NOVOS POÇOS | 90 |
| 4.11.1 | Cone de Rebaixamento e Raio de Influência..... | 91 |
| 4.11.2 | Exploração em Regime de Interferência | 92 |
| 4.11.3 | Capacidade Específica de um Poço | 93 |
| 4.11.4 | Desenvolvimento de Poços, Custo e Químicos | 94 |
| 4.12 | CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES..... | 96 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 4.12.1 | Custos de Captação de Águas Subterrâneas e Operação de Poços | 96 |
| 4.12.2 | Perímetro Imediato de Proteção e Perímetro de Alerta..... | 96 |
| 4.12.3 | Áreas Decretadas como Contaminadas no Município e Contaminações | 97 |
| 4.12.4 | Abandono de Poços e Tamponamento | 97 |
| 4.12.5 | Qualidade de Água dos Poços | 97 |
| 4.12.6 | Coleta de Amostras de Água nos Poços | 98 |
| 4.12.7 | Controle Operacional | 98 |
| 4.12.8 | Regime de Operação dos Poços | 98 |
| 4.12.9 | Consumo de Energia Elétrica Nos Poços | 98 |
| 4.12.10 | Conjuntos Bombeadores Atuais e Novas Aquisições | 99 |
| 4.12.11 | Custo de Operação | 99 |
| 4.12.12 | Manutenção e Reabilitação de Poços | 99 |
| 4.12.13 | Alocação e Construção de Novos Poços..... | 100 |
| 5 | LEVANTAMENTO DE DADOS SOBRE O MANANCIAL SÃO LUIZ..... | 102 |
| 5.1 | DISPONIBILIDADE HÍDRICA | 104 |
| 5.1.1 | Disponibilidade Hídrica na UGRHI-13..... | 104 |
| 5.1.2 | Disponibilidade Hídrica no Manancial São Luiz..... | 108 |
| 5.2 | OUTORGAS DE USO DE RECURSOS HÍDRICOS | 117 |
| 5.3 | SISTEMA DE CAPTAÇÃO JUNTO AO CÓRREGO DA LAGOA | 119 |
| 5.3.1 | Relatório Fotográfico do Sistema de Captação | 122 |
| 5.3.2 | Considerações sobre a Disponibilidade Hídrica no Córrego da Lagoa | 130 |
| 5.3.2.1 | Cálculo da Vazão Útil..... | 130 |
| 5.3.2.2 | Demandas do Sistema Público | 131 |
| 5.3.2.3 | Disponibilidade x Demandas | 131 |
| 5.3.2.4 | Vazão Adicional Solicitada ao DAEE | 132 |
| 5.3.2.5 | Avaliação da Situação da Captação | 132 |
| 5.4 | QUALIDADE DA ÁGUA DO MANANCIAL SÃO LUIZ..... | 133 |
| 5.5 | CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES..... | 140 |
| 6 | LEVANTAMENTO DA INFRAESTRUTURA EXISTENTE..... | 142 |
| 6.1 | CAPTAÇÃO E ADUÇÃO DE ÁGUA BRUTA | 142 |
| 6.2 | ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA..... | 145 |
| 6.3 | RESERVATÓRIOS | 155 |
| 6.4 | REDES DE DISTRIBUIÇÃO..... | 159 |
| 6.5 | POPULAÇÃO ATENDIDA E CONSUMO PER CAPITA..... | 159 |
| 6.6 | ÍNDICE DE PERDAS | 160 |
| 6.7 | CUSTO DE PRODUÇÃO DE ÁGUA | 162 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 6.7.1 | Custo de Produtos Químicos | 162 |
| 6.7.2 | Custos Operacionais | 164 |
| 6.7.3 | Custo de energia elétrica..... | 166 |
| 6.7.4 | Custos Totais | 168 |
| 7 | AÇÕES EMERGENCIAIS | 170 |
| 7.1 | COAGULAÇÃO | 170 |
| 7.1.1 | Coleta, preparação e caracterização das águas de estudo | 170 |
| 7.1.2 | Verificação das condições de coagulação com PAC e cloreto férrico para a água de estudo I 172 | |
| 7.1.2.1 | PAC | 172 |
| 7.1.2.2 | Cloreto férrico | 174 |
| 7.1.3 | Verificação das condições de coagulação com PAC e cloreto férrico para a água de estudo II 176 | |
| 7.1.3.1 | PAC | 177 |
| 7.1.3.2 | Cloreto férrico | 179 |
| 7.1.4 | Conclusões e orientações para reinício da etapa de coagulação na ETA de Bariri | 181 |
| 7.2 | INSPEÇÃO NOS FILTROS E AVALIAÇÃO DA LAVAGEM | 182 |
| 7.3 | INSPEÇÃO NOS DECANTADORES | 184 |
| 8 | Considerações finais | 186 |
| 9 | BIBLIOGRAFIA | 188 |
| ANEXO 1 | COMPILAÇÃO DE DADOS DOS POÇOS ATÉ NOVEMBRO DE 2013 | 192 |
| ANEXO 2 | ÁREAS CONTAMINADAS E REABILITADAS DO MUNICÍPIO DE BARIRI – CETESB, DEZEMBRO DE 2012 | 199 |
| ANEXO 3 | LAUDO SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA NO MANANCIAL SÃO LUIZ – RFARIA CONSULTORIA AMBIENTAL, FEVEREIRO DE 2013 | 202 |
| ANEXO 4 | PEÇAS GRÁFICAS | 207 |



1 APRESENTAÇÃO

O presente trabalho é resultado da contratação da Hidrosan Engenharia SS Ltda pelo Serviço de Água e Esgoto do Município de Bariri - SAEMBA, e consiste na elaboração do Plano Diretor de Água do Município de Bariri, conforme contrato n. 013/2013.

O trabalho foi dividido em 5 etapas. Neste relatório (Relatório R01) são apresentados os resultados da ETAPA A, composta pelas seguintes atividades:

- Atividade A1: Caracterização da Área de Estudo;
- Atividade A2: Identificação das Diretrizes do Plano Diretor de Bariri;
- Atividade A3: Levantamento de dados sobre os mananciais subterrâneos;
- Atividade A4: Levantamento de dados sobre o manancial São Luiz;
- Atividade A5: Levantamento de dados sobre a infra-estrutura existente;
- Atividade A6: Ações emergenciais na ETA para produção de água potável.



2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

2.1 HISTÓRICO

Bariri foi efetivamente fundada e reconhecida como município em 19 de dezembro de 1906, através da Lei Estadual nº 1038 (IBGE Cidades, 2013). Porém, a região começou de fato a ser ocupada em meados de 1833, quando funcionava como uma rota para as minas de ouro dos sertões de Goiás e Mato Grosso (SEADE, 2013). Antes de ser denominada Bariri, a vila era conhecida como o povoado de Nossa Senhora das Dores do Sapé, em homenagem à padroeira da cidade, e foi considerada uma freguesia do município de Jaú, durante 13 anos, entre 1877 e 1890.

Atualmente, Bariri abriga uma população de aproximadamente trinta e dois mil habitantes. Com relação à economia, o Produto Interno Bruto (PIB) é formado por 59% do setor de serviços, 34% da Indústria e 7% da Agricultura, na qual predomina o plantio de cana-de-açúcar. Em 2010, o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) foi 0,750, (IBGE Cidades, 2013).

2.2 LOCALIZAÇÃO

O município de Bariri está localizado na porção central do Estado de São Paulo, compreendendo uma área de aproximadamente 444km² e está a cerca de 330 km da capital. Os municípios com os quais faz fronteira são: Jaú, a sudeste; Bocaina, a leste; Itapuí, a sul; Itaju, a noroeste e; Boracéia, a sudoeste. A cidade é servida por duas rodovias estaduais, a SP 304, Rodovia Deputado Leônidas Pacheco Ferreira e, a SP 261, Rodovia Braz Fortunato. Em termos de administração, Bariri está inserida na região administrativa de Bauru, que é formada por outros 38 municípios e ocupa 16.105 km² (6,5%) do território do Estado (SEADE, 2013). As Figuras 2.1 e 2.2 apresentam a localização do município.



Figura 2.1 - Localização do município de Bariri no ESP (Fonte: Wikipédia 2013)



Figura 2.2 - Municípios da Região Administrativa de Bauri (Fonte: SEADE, 2013)



2.3 RELEVO E GEOLOGIA

O município de Bariri situa-se na transição entre as unidades de Planalto Ocidental Paulista e *Cuestas Basálticas*.

O Planalto Ocidental Paulista corresponde a cerca da metade do território do Estado e está inserido na Bacia Sedimentar do Paraná. Essa unidade está essencialmente assentada sobre rochas do Grupo Bauru, com formações predominantemente areníticas (ROSS e MOROZ, 1996). São encontradas altitudes variando entre 300 e 1000 metros, com terrenos levemente ondulados e predomínio de colinas amplas e baixas com topos aplanados. Os principais tipos de solo presentes são: latossolo vermelho-amarelo e vermelho-escuro, podzólico vermelho-amarelo, basalto, latossolo roxo e terra roxa estruturada.

Por outro lado, as *Cuestas Basálticas* estão incluídas na Depressão Periférica Paulista, localizadas principalmente na porção central do Estado e com altitudes variando entre 600 e 750 metros. Essa formação compreende uma densa rede de drenagem, incluindo os Rios Tietê, Paranapanema, Mogi-Guaçu e Pardo. São encontrados solos do tipo latossolo vermelho-amarelo e vermelho-escuro, podzólico vermelho-amarelo, areias quartzosas e, no Médio Tietê, pontos de latossolo roxo (SEADE, 2002).

2.4 CLIMA E HIDROLOGIA

De acordo com Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (CEPAGRI, UNICAMP), o Estado de São Paulo abrange sete tipos climáticos, definidos pela classificação de Koeppen. Dentre eles, o município de Bariri pertence ao tipo Aw, ou tropical com estação seca.

O clima no município é caracterizado por ter o verão quente e úmido, com influência da massa Tropical Atlântica. Há elevados índices pluviométricos e chuvas fortes, normalmente no período entre outubro e abril.

O inverno é seco e caracterizado por um período de estiagem entre maio e setembro. O mês mais frio possui temperaturas médias superiores a 18°C e no mês mais seco a precipitação é inferior a 60 mm.

As precipitações médias anuais variam entre 1200 e 1300 milímetros, enquanto que a temperatura média anual varia entre 21 e 23°C.

2.5 RECURSOS HÍDRICOS

O Estado de São Paulo é dividido em vinte e duas Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHs), de acordo com a proposta do Sistema de Informações para Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (SigRH), ver Figura 2.3. O município de Bariri está inserido na UGRHI 13 – Tietê/Jacaré, conforme a Figura 2.4.

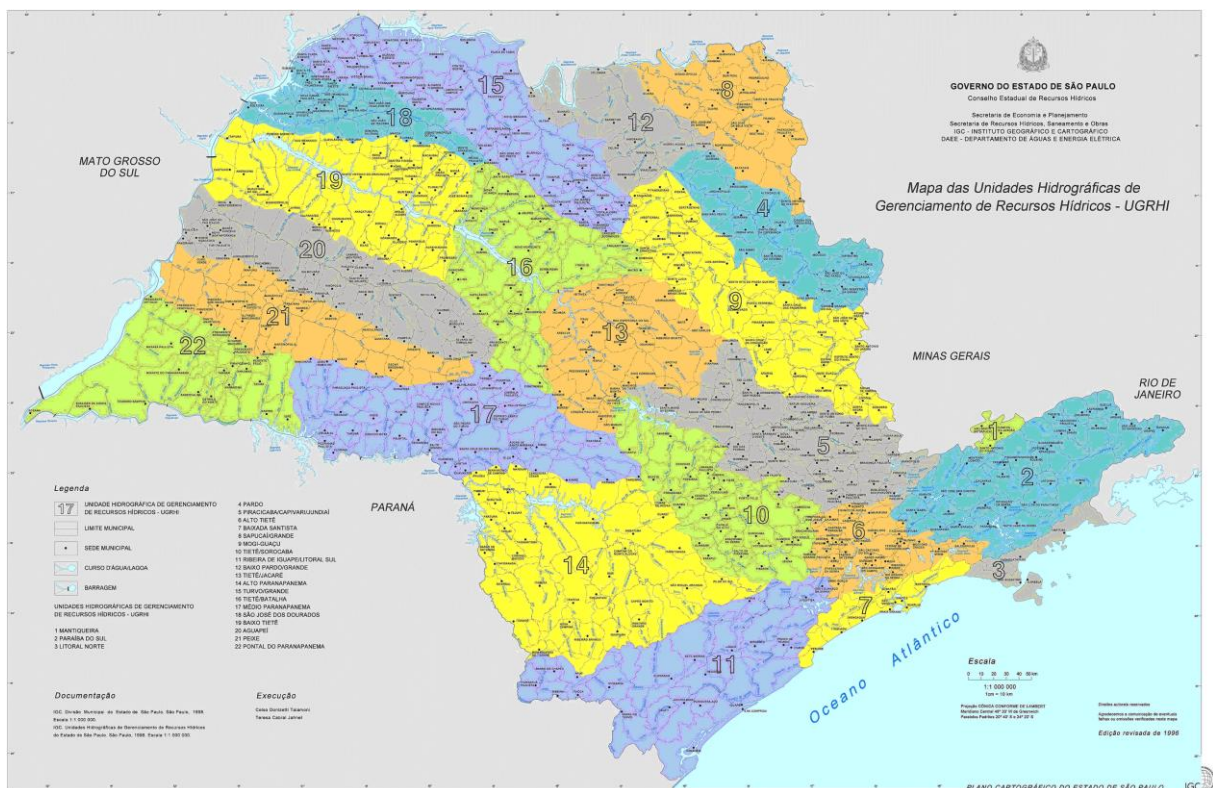


Figura 2.3 - Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (Fonte: SigRH, 2013)



Figura 2.4 - Localização de Bariri na UGRHI 13 (Adaptado: SigRH, 2013)

Com base no Relatório de Situação dos Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica Tietê-Jacaré, os principais dados acerca a UGRHI 13 são apresentados na Tabela 2.1. De acordo com a CETESB, a UGRHI 13 – Tietê/Jacaré é considerada como uma unidade em industrialização. No Plano de Bacia (2004-2007) foram identificados os principais problemas enfrentados pela unidade e são relacionados às elevadas demandas de água devidas à irrigação e ao setor sucroalcooleiro; risco de poluição das águas subterrâneas principalmente nas regiões de Bauru, Araraquara e Brotas; alta susceptibilidade a erosão nas regiões noroeste e sudeste da UGRHI; baixo índice de cobertura de tratamento de esgotos; entre outros.

Na Unidade de Gerenciamento 13, o índice de abastecimento público de água atinge os 99%, sendo 70% desse montante proveniente de aquíferos. O percentual de coleta de esgoto é cerca de 94%, porém o tratamento atinge somente 35% desse total. Apesar do lançamento de grande carga poluente, os principais rios são classificados como de boa ou regular qualidade, segundo SigRH, 2013.

Um dos pontos importantes a serem considerados na gestão da UGRHI 13 é a respeito das águas subterrâneas, uma vez que aproximadamente 31,2% da área total correspondem à zona de recarga do Sistema Aquífero Guarani, de acordo com Albuquerque Filho *et al* (2010). O Aquífero é utilizado para abastecimento público em diversos municípios da região. Além desse, há também os Aquíferos Cenozóico, Bauru e Serra Geral.

Tabela 2.1 - Dados Gerais da UGRHI 13

| | |
|-------------------------|--|
| Área de Drenagem | 11.803,87 km ² |
| Rios Principais | Rio Tietê (UHE Barra Bonita até UHE Ibitinga) |
| | Jacaré Guaçu |
| | Jacaré Pepira |
| Reservatórios | Bariri |
| | Ibitinga |
| | Lobo |
| Uso do solo | Atividades agropecuárias e agroindustriais. Predomínio de cana-de-açúcar, laranja, pastagens e áreas de reflorestamento. |
| Usos da água | Abastecimento público e industrial, geração de energia elétrica, recepção de efluentes domésticos e irrigação |
| Principais Atividades | Usinas de açúcar e álcool, mineração, curtumes e fundições |
| Unidades de Conservação | Três Unidades de Proteção Integral |
| | Quatro Unidades de Uso Sustentável |
| | Cinco Estações Experimentais |
| Sub-bacias | 1: Rio Jacaré-Guaçu e afluentes do Rio Tietê |
| | 2: Rio Jacaré-Pepira e afluentes diretos do Rio Tietê |
| | 3: Rio Jaú - Ribeirão da Ave Maria - Ribeirão do Sapé e afluentes diretos do Rio Tietê |
| | 4: Rio dos Lençóis - Ribeirão dos Patos e afluentes diretos do Rio Tietê |
| | 5: Rio Bauru - Ribeirão dos Patos e afluentes diretos do Rio Tietê |
| | 6: Rio Claro - Ribeirão Bonito - Ribeirão de Veado - Ribeirão da Água Limpa e afluentes diretos do Rio Tietê |

Fonte: Comitê de Bacia Hidrográfica do Tietê – Jacaré (2009)

Considerando a divisão em sub-bacias, o município de Bariri está incluído nas sub-bacias dos Rio Jaú, Ribeirão da Ave Maria, Ribeirão do Sapé e de afluentes diretos do Rio Tietê. Ainda segundo o relatório citado, a relação entre disponibilidade e demanda de água nessa sub-bacia já é crítica, considerando 50% da $Q_{7,10}$ e os aquíferos confinados. Esse fator é atribuído à urbanização e agricultura na região. Os rios que atravessam os limites do município são o Tietê e o Jacaré-Pepira; além disso, há diversos córregos e ribeirões de menor importância.

2.6 DINÂMICA POPULACIONAL

A Figura 2.5 demonstra a evolução da população de Bariri desde 1980. Nesse ano havia 19.821 habitantes no município.

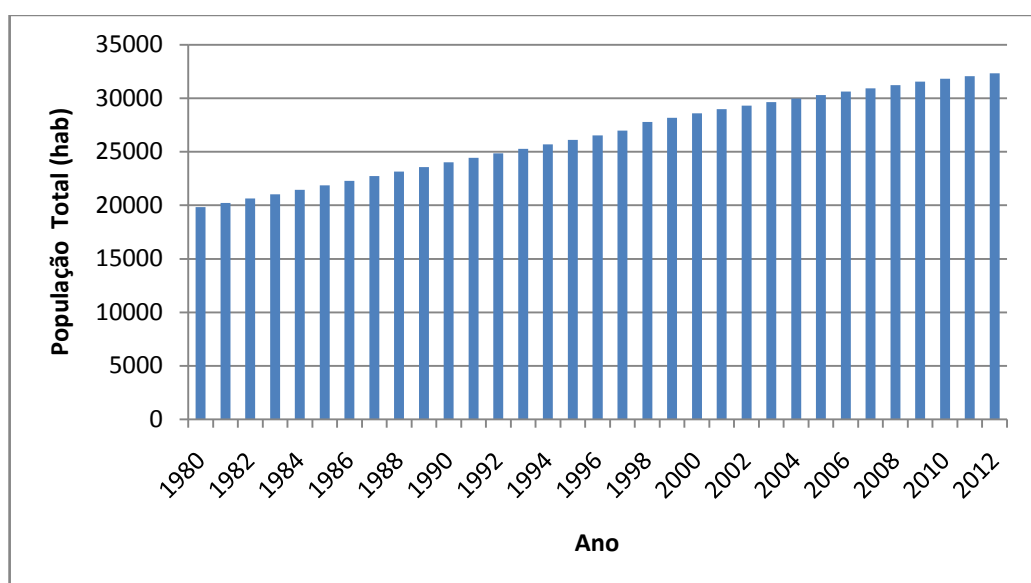


Figura 2.5 - Evolução da população de Bariri (Fonte: SEADE, 2011)

Com base nos dados do IBGE, a Tabela 2.2 apresenta o crescimento da população de Bariri a partir de 1991. Para comparação, apresenta-se também a população brasileira. Pode-se notar que há períodos em que a taxa de crescimento da população de Bariri foi superior à do Brasil, como entre 1996 e 2007. Porém, em outros períodos foi menor. Apesar das diferenças, de modo geral, verifica-se a tendência de desaceleração do crescimento tanto da cidade de Bariri, quanto do Brasil, a partir de 1996.

Tabela 2.2- População de Bariri: 1991 a 2010

| Ano | População Bariri | Taxa de Crescimento anual Bariri (%) | População Brasil | Taxa de Crescimento anual Brasil (%) |
|------|------------------|--------------------------------------|------------------|--------------------------------------|
| 1991 | 24.542 | 0,92 | 146.825.475 | 1,25 |
| 1996 | 25.671 | 2,49 | 156.032.944 | 2,21 |
| 2000 | 28.224 | 1,40 | 169.799.170 | 1,19 |
| 2007 | 30.995 | 0,64 | 183.987.291 | 1,23 |
| 2010 | 31.593 | | 190.755.799 | |

Fonte: IBGE, 2013

Para o ano de 2013, estimou-se a população total de 32.342 habitantes, segundo a Fundação SEADE, 2013. A projeção do IBGE, por outro lado, foi de 33.466 habitantes para o mesmo ano. A Tabela 2.3 fornece outros dados sobre Bariri.

Tabela 2.3 - Dados populacionais de Bariri, 2013

| | Bariri | Estado de São Paulo |
|---|---------|---------------------|
| População total | 32343 | 42304694 |
| Densidade Demográfica (hab/km ²) | 72,83 | 170,43 |
| Taxa geométrica de crescimento da população (% a.a.) | 0,82 | 0,87 |
| Grau de urbanização (%) | 94,88 | 95,94 |
| Índice de envelhecimento (%) | 80,28 | 61,55 |
| População com menos de 15 anos (%) | 19,56 | 20,35 |
| População com 60 anos ou mais (%) | 15,70 | 12,52 |
| Taxa de Natalidade (por mil habitantes) | 12,44 | 14,68 |
| Taxa de Fecundidade Geral (por mil mulheres entre 15 e 49 anos) | 48,84 | 51,60 |
| Taxa de Mortalidade Infantil (por mil nascidos vivos) | 25,25 | 11,55 |
| Taxa de Mortalidade na Infância (por mil nascidos vivos) | 32,83 | 13,35 |
| Taxa de Mortalidade pop. 15 e 34 anos (por 100 mil nessa faixa) | 128,28 | 119,61 |
| Taxa de Mortalidade pop. 60 anos e mais (por 100 mil nessa faixa) | 3677,83 | 3611,03 |

Fonte: SEADE, 2013

De acordo com as informações, nota-se a predominância da população de Bariri vivendo na área urbana, com densidade demográfica intermediária, inferior à média do Estado. Em 2013, a taxa de natalidade foi inferior à média estadual, mas por outro lado, em todas as faixas etárias, a taxa de mortalidade foi superior. Isso pode indicar uma menor taxa de crescimento do município nos próximos anos, se tais condições forem mantidas.

2.7 INFRAESTRUTURA SOCIAL

2.7.1 Educação

Na Tabela 2.4 são apresentadas as informações sobre os Censos Educacionais de 2007, 2009 e 2012 para o município de Bariri.

Tabela 2.4 - Dados Educacionais

| | Pré-escolar | | | Fundamental | | | Médio | | |
|---------------|-------------|------|------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 2007 | 2009 | 2012 | 2007 | 2009 | 2012 | 2007 | 2009 | 2012 |
| Nº de escolas | 11 | 8 | 8 | 10 | 11 | 11 | 4 | 5 | 4 |
| Docentes | 96 | 37 | 95 | 238 | 272 | 267 | 83 | 101 | 43 |
| Matrículas | 1220 | 642 | 765 | 4.091 | 4.498 | 4.158 | 1.214 | 1.085 | 1.218 |

Fonte: IBGE; Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais - INEP - Censo Educacional 2012.

Em relação ao índice de analfabetismo, Bariri tem se mantido acima dos níveis médios do Estado de São Paulo e da Região Administrativa de Bauru, conforme demonstrado na Figura 2.6. Apesar disso, há a tendência de diminuição da taxa ao longo dos anos, de modo que em 2010, o índice atingiu valores abaixo dos 6%.

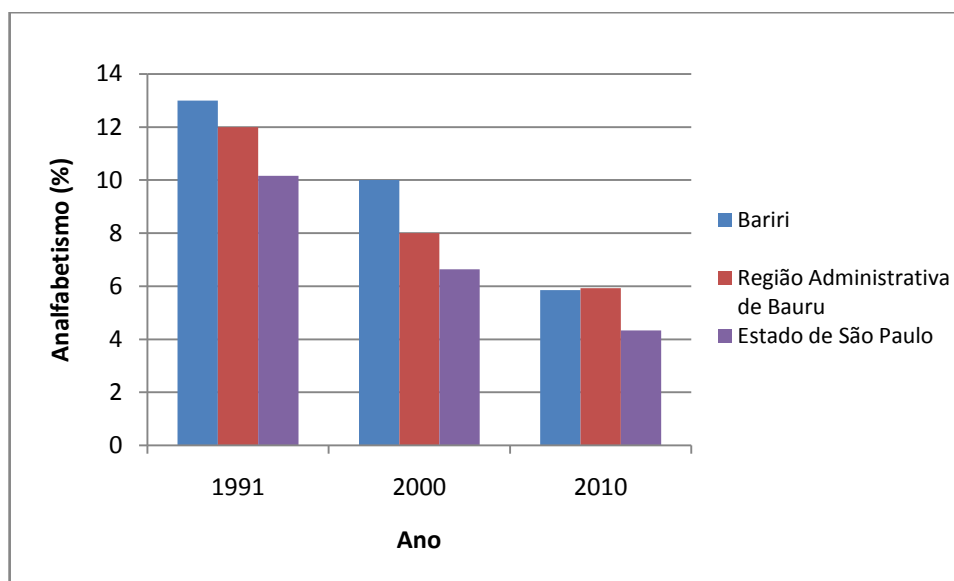


Figura 2.6 - Taxa de Analfabetismo da população com 15 anos ou mais (Fonte: IBGE e SEADE, 2013)

2.7.2 Saúde

A Tabela 2.5 apresenta o número de estabelecimentos de saúde públicos e privados existentes no município em 2005 e 2009. De acordo com o IBGE, no Censo de 2010 o número de estabelecimentos do SUS permaneceu em 12. Apesar de ter aumentado o número de estabelecimentos no período considerado, percebe-se que o número de leitos disponíveis para internação diminuiu.

Tabela 2.5 - Estabelecimentos de Saúde

| | 2005 | 2009 |
|--|------|------|
| Estabelecimentos de Saúde Públicos (SUS) | 7 | 12 |
| Estabelecimentos de Saúde Privados | 2 | 3 |
| Estabelecimentos de Saúde totais | 9 | 15 |
| Leitos para internação | 72 | 66 |

Fonte: IBGE, 2013.

Conforme já exposto, em 2013, os índices de Natalidade em Bariri resultaram menores em comparação ao Estado de São Paulo e a Região Administrativa de Bauru, enquanto que as taxas de mortalidade foram maiores. Apesar disso, ao longo dos anos o índice de mortalidade infantil no município variou muito, conforme a Figura 2.7, havendo períodos com valores superiores às médias do Estado e da região administrativa.

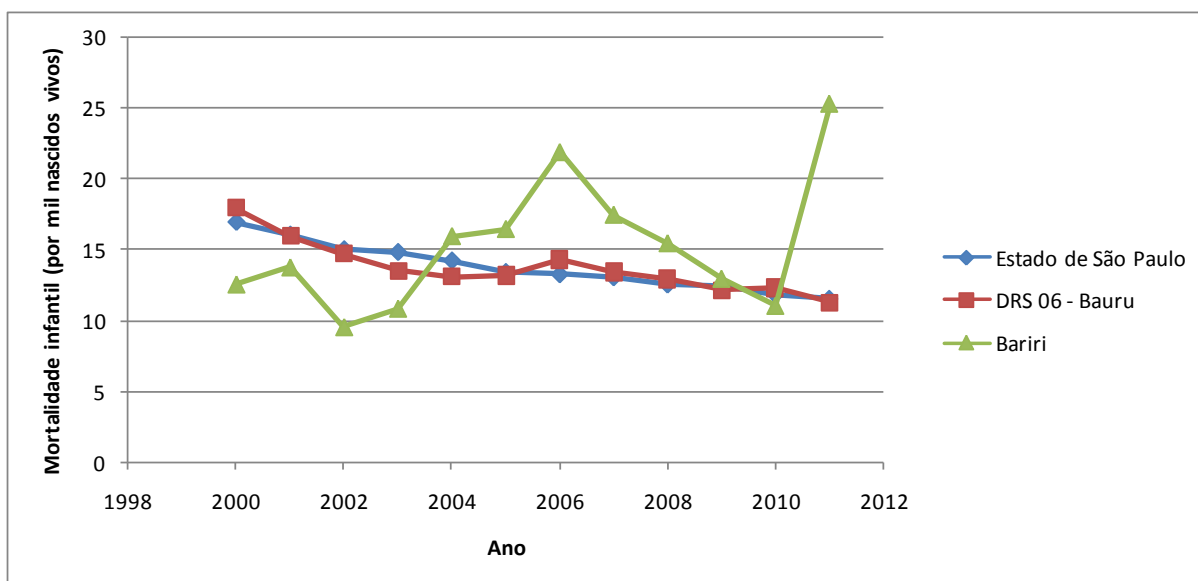


Figura 2.7- Taxas de Mortalidade Infantil (Fonte: SEADE, 2013)

A esperança de vida para o município de Bariri em 2008 foi cerca de 73,7 anos. A média do país neste mesmo ano foi de 72,9 anos. A última projeção do IBGE, em 2012, resultou a expectativa de vida média de 74,6 anos para a população brasileira.

2.7.3 Saneamento

As situações do Saneamento em Bariri, na Região Administrativa de Bauru e no Estado de São Paulo são mostradas na Tabela 2.6.

Tabela 2.6 - Situação do Saneamento

| Localidades | Variáveis (%) | 1991 | 2000 | 2010 |
|--------------------------------|--|------|------|------|
| Total do Estado de São Paulo | Abastecimento de Água – Nível de Atendimento | 96 | 97 | 97 |
| | Coleta de Lixo – Nível de Atendimento | 96 | 98 | 99 |
| | Esgoto Sanitário – Nível de Atendimento | 80 | 85 | 89 |
| Região Administrativa de Bauru | Abastecimento de Água – Nível de Atendimento | 98 | 98 | 98 |
| | Coleta de Lixo – Nível de Atendimento | 92 | 98 | 99 |
| | Esgoto Sanitário – Nível de Atendimento | 90 | 96 | 97 |
| Bariri | Abastecimento de Água – Nível de Atendimento | 99 | 99 | 99 |
| | Coleta de Lixo – Nível de Atendimento | 99 | 99 | 99 |
| | Esgoto Sanitário – Nível de Atendimento | 98 | 99 | 99 |

Fonte: SEADE, 2013

O Sistema de abastecimento de água e de coleta de esgoto é de responsabilidade do Serviço de Água e Esgoto do Município de Bariri (SAEMBA) e, de acordo com a Tabela 2.6, atende a praticamente toda a população. Na Tabela 2.7, são apresentadas mais informações sobre o saneamento em Bariri. O fornecimento de água é mantido por meio do manancial São Luiz (cerca de 50%) e diversos poços. A água bruta do manancial São Luiz é bombeada para a Estação de tratamento de água (ETA) de Bariri, cuja tecnologia é de ciclo completo com decantação (coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção, fluoração e correção de pH).

Ressalta-se que nos últimos a aplicação do coagulante foi interrompida, com prejuízos à produção de água filtrada na ETA, assunto que será discutido no item 6.2.

Tabela 2.7 - Dados sobre o saneamento em Bariri

| Ano | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|---|--------|---------|-------|--------|
| População Total Atendida com Abastecimento de Água (habitante) | 30995 | 32824 | 32824 | 31593 |
| População Rural Atendida com Abastecimento de Água (habitante) | 2000 | 1626 | 1626 | 1618 |
| População Urbana Atendida com Abastecimento de Água (habitante) | 28995 | 31198 | 31198 | 29975 |
| População total atendida com esgotamento sanitário (habitante) | 28995 | 31245 | 31245 | 29975 |
| Quantidade de Ligações Ativas de Água (Ligação) | 10290 | 10512 | - | 10718 |
| Quantidade de Ligações Totais de Água (Ligação) | 10771 | 10827 | - | 10813 |
| Quantidade de Economias Ativas de Água (economia) | 10490 | 10802 | - | 10813 |
| Quantidade de economias residenciais ativas de água (economia) | 10490 | 10272 | - | 10718 |
| Volume de Água produzido (m ³) | 4836 | 5064 | 5064 | 5650,2 |
| Volume de Água tratado em ETA (1000 m ³ /ano) | 2604 | 2799 | 2799 | 2604 |
| Volume de Água Tratada por Simples Desinfecção (1000 m ³ /ano) | 2232 | 2265 | 2265 | 3022,2 |
| Volume de Água Fluoretada (1000 m ³ /ano) | 4836 | 5064 | 5064 | 5650,2 |
| Consumo Total de Energia Elétrica nos sistemas de água (1000 kWh/ano) | 2277,1 | 2177,13 | 2203 | 2252 |
| Quantidade Equivalente de pessoal total (empregados) | 75 | 71 | 80 | 91 |

Fonte: SNIS, 2013

O esgoto doméstico é praticamente todo coletado, e a cidade conta com uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), que trata todo o efluente gerado com eficiência de 92%, segundo o Relatório de Águas Superficiais (2012). O corpo receptor do efluente da ETE é o Córrego Godinho e Sapé.

A coleta de lixo é feita por empresas terceirizadas. Segundo a Prefeitura, são geradas cerca de 22 toneladas por dia.

2.7.4 Energia Elétrica

A Tabela 2.8 apresenta o número de ligações existentes no município no período de 2001 a 2012. Da mesma forma, a Tabela 2.9 mostra a evolução do consumo de energia elétrica na cidade.

Tabela 2.8 - Número de consumidores de energia elétrica em Bariri

| Consumidores de Energia Elétrica | 2001 | 2005 | 2009 | 2012 |
|---|--------|--------|--------|--------|
| Total | 10.349 | 11.070 | 12.068 | 13.286 |
| Comércio e Serviços | 815 | 863 | 865 | 829 |
| Industrial | 182 | 184 | 170 | 164 |
| Residencial | 8.619 | 9.271 | 10.321 | 11.532 |
| Rural | 657 | 659 | 580 | 611 |
| Iluminação e Serviços Públicos e Outros | 76 | 93 | 132 | 150 |

Fonte: SEADE, 2013.

Tabela 2.9 - Consumo de Energia Elétrica em Bariri

| Consumo de Energia Elétrica (MWh) | 2001 | 2005 | 2009 | 2012 |
|---|--------|--------|--------|--------|
| Total | 43.208 | 59.491 | 71.878 | 87.340 |
| Comércio e Serviços | 5.399 | 12.176 | 9.794 | 11.537 |
| Industrial | 12.511 | 15.478 | 27.289 | 31.377 |
| Residencial | 14.541 | 16.954 | 21.537 | 25.288 |
| Rural | 5.386 | 8.656 | 6.210 | 11.034 |
| Iluminação e Serviços Públicos e Outros | 5.371 | 6.228 | 7.047 | 8.103 |

Fonte: SEADE, 2013.

A partir das Tabelas 2.8 e 2.9, percebe-se o aumento no consumo de energia elétrica dos setores industrial e de Comércio e Serviços; por outro lado, o número de ligações nesses mesmos setores diminuiu. Tal fato pode indicar a intensificação das atividades econômicas já existentes no município. No setor residencial tanto o número de consumidores como o próprio consumo de energia aumentaram com o tempo, seguindo a tendência de crescimento da população.

2.8 ATIVIDADES ECONÔMICAS

2.8.1 Considerações iniciais

Na Tabela 2.10 são mostradas as Estatísticas do Cadastro Central de Empresas do IBGE, para os anos de 2006 a 2011. Nota-se a redução no número de empresas atuantes na cidade, ao passo que o número de trabalhadores ocupados aumentou.

Tabela 2.10 - Estatísticas do Cadastro Central de Empresas em Bariri

| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Nº de Empresas atuantes | - | - | 1.175 | 1.238 | 1.228 | 1.155 |
| Nº de Unidades Locais | 1.080 | 1.069 | 1.189 | 1.250 | 1.246 | 1.176 |
| Pessoal ocupado assalariado | 5.828 | 6.896 | 7.429 | 7.525 | 8.391 | 9.006 |
| Pessoal ocupado total | 7.283 | 8.366 | 8.951 | 9.100 | 9.976 | 10.570 |
| Salário médio mensal | 2,3 | 2,3 | 2,4 | 2,2 | 2,1 | 2,2 |

Fonte: IBGE, 2013

A oferta de empregos é concentrada nos setores da indústria e dos serviços, conforme a Figura 2.8.

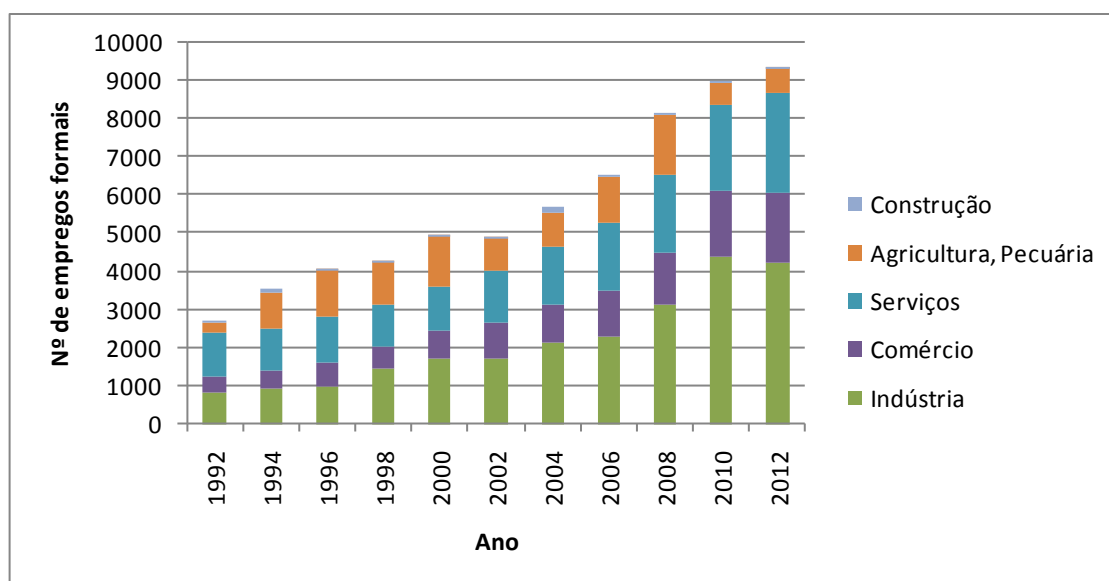


Figura 2.8 - Número de Empregos Formais em Bariri (Fonte: SEADE, 2013)

2.8.2 Agropecuária

As culturas agrícolas existentes no município de Bariri são exibidas na Tabela 2.11. Os principais cultivos são de cana-de-açúcar, laranja, milho e tangerina.

Tabela 2.11 - Produção Agrícola de Bariri

| Produção (ton/ano) | 2002 | 2004 | 2006 | 2008 | 2010 |
|------------------------------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|
| Abacate | 420 | 456 | 285 | 435 | 385 |
| Algodão Herbáceo (Em Caroço) | 90 | 144 | 180 | 18 | 0 |
| Amendoim (Em Casca) | 30 | 30 | 150 | 200 | 100 |
| Arroz (Em Casca) | 710 | 750 | 660 | 30 | 660 |
| Borracha (Látex Coagulado) | 38 | 38 | 57 | 58 | 55 |
| Café (Em Grão) | 876 | 300 | 240 | 150 | 225 |
| Cana-de-Açúcar | 650.000 | 960.000 | 1.040.000 | 1.776.000 | 1.864.000 |
| Feijão (Em Grão) | 1.993 | 300 | 36 | 90 | 54 |
| Laranja | 114.240 | 111.410 | 105.214 | 124.032 | 114.260 |
| Limão | 115 | 0 | 0 | 0 | 150 |
| Mamona (Baga) | 75 | 100 | 30 | 15 | 36 |
| Milho (Em Grão) | 16.300 | 13.890 | 14.100 | 9.435 | 5.040 |
| Soja (Em Grão) | 147 | 1.995 | 1.365 | 315 | 210 |
| Tangerina | 6.720 | 6.864 | 6.578 | 5.880 | 6.275 |
| Tomate | 120 | 75 | 75 | 75 | 75 |

Fonte: SEADE, 2013.

Em relação à pecuária, os principais rebanhos identificados foram o bovino e de galos, frangos, frangas e pintos, conforme Tabela 2.12.

Tabela 2.12 - Composição do Rebanho de Bariri

| Rebanho (cabeças) | 2002 | 2004 | 2006 | 2008 | 2010 |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|---------|
| Bovinos | 29.510 | 28.895 | 19.982 | 17.977 | 18.608 |
| Bubalinos | 32 | 96 | 112 | 145 | 156 |
| Caprinos | 210 | 75 | 12 | 50 | 50 |
| Equinos | 590 | 1.038 | 158 | 200 | 200 |
| Galinhas | 4.800 | 4.950 | 4.750 | 4.700 | 4.630 |
| Galos, Frangas, Frangos e Pintos | 65.000 | 68.000 | 60.000 | 58.000 | 610.800 |
| Muares | 150 | 195 | 175 | 100 | 86 |
| Ovinos | 340 | 1.121 | 394 | 980 | 930 |
| Suínos | 6.315 | 6.285 | 6.000 | 6.300 | 6.500 |

Fonte: SEADE, 2013.

O Valor Adicionado da Agricultura e Pecuária, em 2010, foi de 36 milhões de reais correntes, enquanto que em 2011 foi de 75 milhões, representando cerca de 11% do Valor Adicionado total do município (SEADE, 2013).

2.8.3 Indústria, Comércio e Serviços

De acordo com o IBGE, em 2011 havia 1.155 empresas atuantes em Bariri. Dentre essas, destacam-se a Usina Della Coletta, produtora de açúcar e álcool; a Globoaves, abatedouro de aves (Frangos de Corte); a Indústria de Plásticos Bariri; a Indústria Dublauto, atuante no mercado têxtil e calçadista; a Bec Flex, fabricante de espumas e colchões.

O Valor Adicionado pela indústria em 2001 foi de cerca de 198,7 milhões de reais, equivalente a 28% do PIB do município.

Uma das maneiras de se avaliar o desempenho do setor industrial é através do consumo de energia elétrica. De acordo com a Figura 2.9, observa-se o maior crescimento do consumo entre os anos de 2007 e 2008, indicando o aquecimento da economia industrial nesse período. O pico foi atingido em 2011, com cerca de 32.000 MWh consumidos. Em 2012, houve pequeno decréscimo.

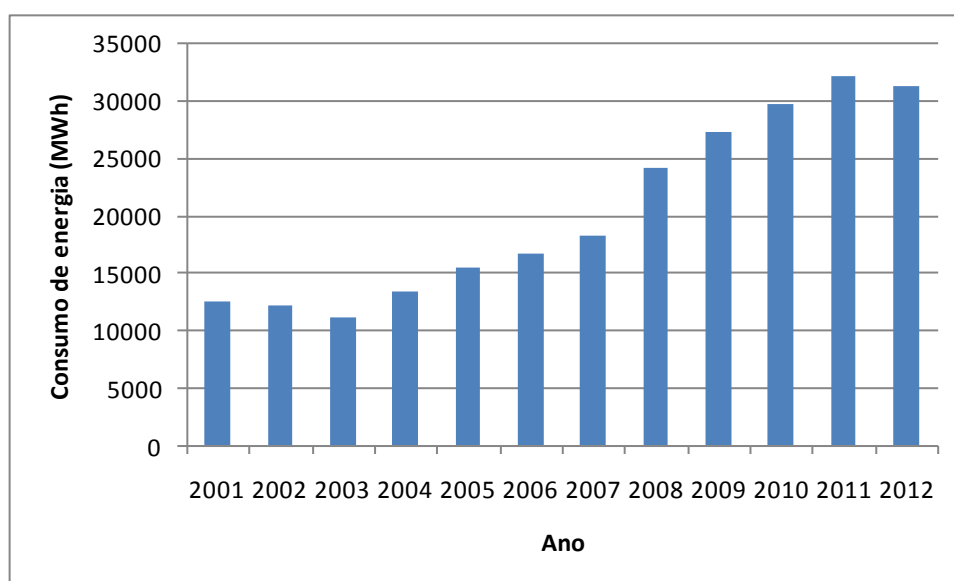


Figura 2.9 - Consumo de Energia Elétrica no Setor Industrial em Bariri (Fonte: SEADE, 2013)

2.8.4 Produto Interno Bruto

A Tabela 2.13 mostra a evolução do Produto Interno Bruto (PIB) do município de Bariri entre os anos de 2005 e 2011. Nota-se que entre 2008 e 2009, o valor adicionado da indústria teve um acréscimo superior a 100%. Tal fato coincide com o aumento da oferta de empregos e do consumo de energia elétrica no setor industrial neste período. Isso pode indicar o aquecimento da economia ou a instalação de uma indústria na cidade.

Em relação à agropecuária, o valor adicionado teve acréscimo significativo no ano de 2011, fato que coincide com o aumento do rebanho de galos, frangos, frangas e pintos nesse período.

Tabela 2.13 - Produto Interno Bruto - Bariri

| Ano | Valor Adicionado | | | | Impostos (em milhões de reais) | PIB (em milhões de reais) | PIB <i>per capita</i> (em reais) | |
|------|------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------|--------------------------------|---------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| | Agropecuária (em milhões de reais) | Indústria (em milhões de reais) | Serviços (em milhões de reais) | | | | | Total (em milhões de reais) |
| | | | Administração pública | Total (2) | | | | |
| 2005 | 37,23 | 78,24 | 33,89 | 187,78 | 303,25 | 31,96 | 335,21 | 11.186,81 |
| 2006 | 52,25 | 86,64 | 38,26 | 212,13 | 351,02 | 36,98 | 387,99 | 12.800,41 |
| 2007 | 50,03 | 67,85 | 45,38 | 219,73 | 337,61 | 35,95 | 373,56 | 12.194,63 |
| 2008 | 23,98 | 73,27 | 54,48 | 228,13 | 325,39 | 40,68 | 366,07 | 11.834,56 |
| 2009 | 27,04 | 153,03 | 64,95 | 276,87 | 456,94 | 55,11 | 512,05 | 16.397,77 |
| 2010 | 36,73 | 179,45 | 66,31 | 313,73 | 529,92 | 58,70 | 588,62 | 18.649,03 |
| 2011 | 75,53 | 198,71 | 71,44 | 362,05 | 636,30 | 75,75 | 712,05 | 22.376,59 |

Fonte: SEADE, 2013

Na Figura 2.10 é apresentada evolução do PIB no município de Bariri entre os anos de 2005 e 2011, sendo que nesse último ano a o Produto Interno Bruto foi superior a 700 milhões de reais.

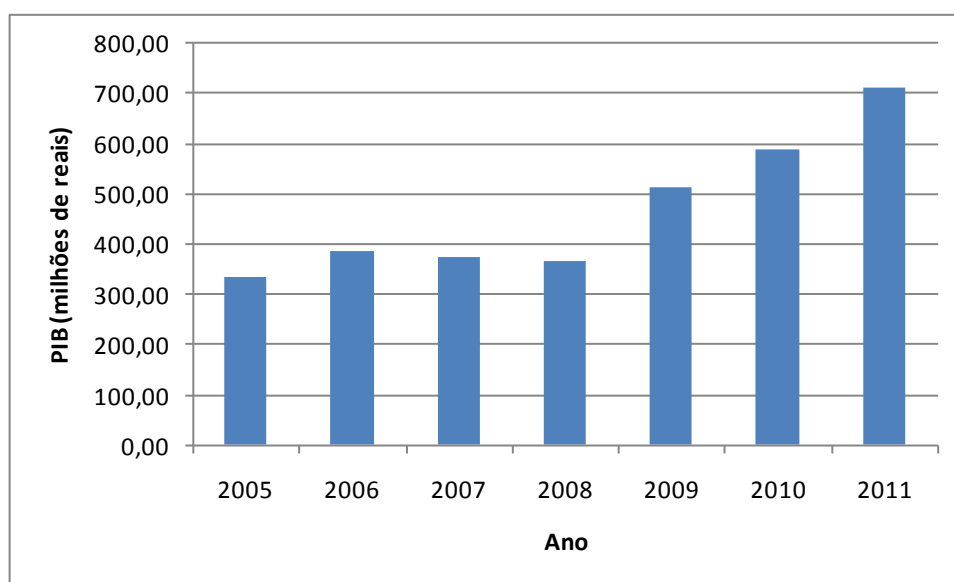


Figura 2.10 - Evolução do PIB em Bariri (Fonte: SEADE, 2013)



3 IDENTIFICAÇÃO DAS DIRETRIZES DO PLANO DIRETOR E LEIS MUNICIPAIS DE BARIRI SOBRE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

A concepção do plano diretor foi prevista na Lei Orgânica do município de Bariri – Lei nº 2042, de 02 de abril de 1990 (atualizada até Emenda 23/2006).

Dessa forma, em 09 de Outubro de 2006, foi estabelecido o Plano Diretor do município de Bariri pela Lei Complementar nº 39, a qual define os princípios fundamentais e objetivos gerais da política urbana. O documento recomenda o ordenamento territorial do município por meio de um Zoneamento e um Macrozoneamento .

O Macrozoneamento foi proposto levando em conta a infraestrutura instalada, as características de uso e ocupação do território, as características do meio ambiente natural e construído e, a implementação das ações de planejamento estabelecidas. Foram definidas duas Macrozonas para o município:

- Macrozona de Qualificação Urbana;
- Macrozona de Uso Multifuncional Rural.

O Zoneamento consiste na subdivisão das macrozonas. No total, foram definidas cinco zonas:

- Macrozona de Qualificação Urbana:
 - Zona 1 – Zona de Ocupação Induzida;
 - Zona 2 – Zona de Ocupação Condicionada;
 - Zona 3 – Zona de Ocupação Controlada Urbana;
- Macrozona de Uso Multifuncional Rural:
 - Zona 4 – Zona de Ocupação Controlada Rural;
 - Zona 5 – Zona de Produção Agrícola Sustentável.

Além dessa divisão, foram propostas também as Áreas de Especiais Interesses, que complementam o zoneamento por meio de normas especiais de parcelamento e uso e ocupação do solo. Há sete classes de especial interesse de ocupação:

- I - área especial de interesse ambiental;
- II - área especial de interesse histórico;
- III - área especial de interesse industrial;
- IV - área especial de interesse urbanístico;
- V - área especial de interesse de turístico;
- VI - área especial de interesse do transporte aéreo;
- VII - área especial de interesse social.



A Zona de ocupação induzida (1) compreende o território com melhores condições de infraestrutura da cidade. Predominam os usos relacionados ao comércio e serviços na área central. No centro concentram-se também os imóveis de interesse histórico e cultural e a população de alta renda.

A Zona 2, de ocupação condicionada, apresenta uma grande diversidade no padrão de ocupação. São encontradas áreas com carência de infraestrutura urbana, deficiência de áreas e equipamentos públicos e fragmentação/descontinuidade do sistema viário.

A terceira Zona, de Ocupação Controlada urbana, é composta por áreas com tendência à expansão, mas para as quais a infraestrutura é precária. As diretrizes referentes a essa zona visam controlar o crescimento desordenado em direção a tais áreas.

A Zona de Ocupação Controlada Rural (4) é uma área de transição entre o meio rural e o urbano, apresentando usos diversificados e tendência à expansão urbana. Há uma grande diversidade nos tipos de solo, na produção agrícola e nos agrossistemas. São encontradas nascentes de bacias hidrográficas, chácaras de recreio consolidadas e áreas de grande potencial turístico.

A quinta e última, é a Zona de Produção Agrícola Sustentável, composta por áreas com usos predominantemente rurais. Há grande diversidade de solos e de produção agrícola, apresentando as pequenas e médias propriedades rurais baseadas na agricultura familiar, com tradições e estrutura produtiva diversificada.

Em relação aos recursos hídricos e o abastecimento de água, o plano diretor trata desse assunto na seção II do Capítulo II – Da Infraestrutura Básica. Para o Abastecimento de água, define-se que o Poder Executivo será responsável em:

- (i) desenvolver alternativas de captação para abastecimento urbano;
- (ii) fomentar o reúso para fins menos nobres, tais como descargas em edifícios públicos, escolas e indústrias, formulando programas específicos para esta finalidade;
- (iii) impedir a abertura de novos loteamentos em áreas onde não há água canalizada tratada, evitando a abertura de novos poços artesianos;
- (iv) demarcar, recuperar e preservar as fontes e nascentes de água na malha e perímetro urbanos.

Ademais a essas informações, não foram disponibilizados outros documentos acerca do Plano Diretor. Outro ponto a ser observado é o não cumprimento do mesmo no município, de modo que os últimos cinco loteamentos aprovados pelo Poder Público Municipal foram feitos sem as considerações de Zoneamento e Macrozoneamento.



Além do Plano diretor, a Lei nº 53, de 09 de Setembro de 2009 institui a Política Municipal de proteção dos Mananciais destinados ao abastecimento público. Fica estabelecida a finalidade de proteger e recuperar a qualidade ambiental dos mananciais de interesse municipal para abastecimento público atual ou futuro, seja eles superficiais, subterrâneos, fluentes, emergentes ou em depósito. Prevalece a intenção de uso para abastecimento público em detrimento de qualquer outro interesse.

Para cumprimento da Lei, institui-se a proibição do lançamento de efluentes urbanos e industriais, sem o devido tratamento, em qualquer corpo de água; a disposição adequada de resíduos sólidos, de modo a evitar o comprometimento dos recursos hídricos; a prevenção da erosão do solo, do assoreamento e da poluição dos corpos de água; entre outras diretrizes.

Neste sentido, deverá ser priorizada a curto prazo a regularização da disposição dos resíduos gerados na ETA de Bariri, que desde a sua implantação são encaminhados diretamente a um tributário do Córrego da Lagoa, a jusante da captação.



4 LEVANTAMENTO DE DADOS SOBRE OS MANANCIAIS SUBTERRÂNEOS

O Município de Bariri conta atualmente com seis poços em operação (P3, P4, P5, P6, P7, P8) e está prevista a entrada em operação do P9, já perfurado e em fase de transição para o SAEMBA. Atualmente são produzidos aproximadamente 6.190 m³/dia, que representa 50,3% de toda água produzida e distribuída pelo SAEMBA

O restante do volume total da água distribuída é proveniente do manancial São Luiz, o qual abastece uma única ETA, com vazão de 100 L/s (360 m³/h) e tempo de operação de 17 horas por dia, perfazendo a produção de 6.120 m³/dia.

Representando praticamente 50% do abastecimento público, as águas subterrâneas são essenciais para o município e, assim, este sistema é avaliado em detalhe, com base nas informações históricas e nos dados coletados nas visitas a Bariri.

O Poço 1 (Barracão da Prefeitura) está fora de operação há aproximadamente cinco anos, e a vazão é praticamente nula.

Na descrição do Poço 3 (Tiro de Guerra) consta a exploração dos aquíferos Adamantina e Serra Geral, porém não existem informações sobre o perfil Geológico e Construtivo do mesmo; assim, essa informação deve ter sua origem na pequena profundidade do poço (120 m). Além disso, na visita de campo, foram observadas pequenas incrustações por óxidos e hidróxidos de ferro nas tubulações, o que pode reforçar a ideia da água ser proveniente dos basaltos da Formação Serra Geral.

O P4 (Santa Helena) é o poço de maior vazão, com 220 m³/h. A profundidade máxima atingida é de 400 m e, a partir dos 224 m, há o aproveitamento dos aquíferos Botucatu/Pirambóia. Neste caso, o Guarani foi perfurado e revestido, permitindo assim o melhor aproveitamento e a maior produção de água.

Os poços Sete de Setembro (P5), Nova Bariri (P6) e Maria Luiza II e III (P7) são descritos como aproveitando o aquífero Guarani. Apesar disso, são perfurados nos Basaltos da Formação Serra Geral, adentrando somente poucos metros o Guarani, dessa forma, também pode haver a contribuição da Formação Serra Geral.

Dentre todos, o Poço 5 é o mais antigo em operação, desde 1976. O poço é jorrante e a vazão documentada é de 50 m³/h, com rebaixamento de 6,6 m. Não foi possível averiguar os valores atuais, porém a partir da avaliação visual, estima-se que a produção seja menor, uma vez que apenas a vazão jorrante está em utilização e não há o uso de bombas.

O Poço 8 (Santo André) explora o aquífero Serra Geral a 204 m de profundidade e explota a vazão de 57 m³/h, aferida em Teste.



Além desses, estão outorgados outros três poços particulares no município, junto ao DAEE, os quais exploram a formação Botucatu/Pirambóia, com vazões de até 400 m³/h, confirmando a grande capacidade local de produção de água subterrânea.

A perfuração de novos poços para exploração do Aquífero Guarani a fim de suprir demandas futuras ou substituir o uso de água superficial é tratada no item Novos Poços. Essa ação requer estudos aprofundados, considerando uma ou mais localidades, distanciamentos, interferências entre poços, capacidades de produção de água de forma sustentável, sem prejuízo ao aquífero, além de outros itens, para que seja proposta uma condição de exploração correta e duradoura.

O consumo de energia elétrica nos poços, os rebaixamentos de níveis e as alterações na capacidade de produção de água também são tratados a seguir, sendo que foram observados dados que já demonstram a necessidade de manutenção dos poços, visando à preservação de suas capacidades de produção de água.

4.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE A CAPTAÇÃO E USO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

A água subterrânea é uma fonte bastante confiável de abastecimento de água e no Brasil é largamente utilizada, onde se estima que existam pelo menos 400.000 poços em operação. Dados do IBGE indicam que 15,6% dos domicílios utilizam exclusivamente água subterrânea no Brasil.

A captação total de água pelo SAEMBA, responsável pelo abastecimento público de Bariri está distribuída entre superficial e subterrânea, sendo que esta última representa aproximadamente 50,3% de toda água produzida (Figura 4.1). A captação é efetuada por seis poços, cujas distribuições percentuais e também da ETA são detalhadas na Figura 4.2.

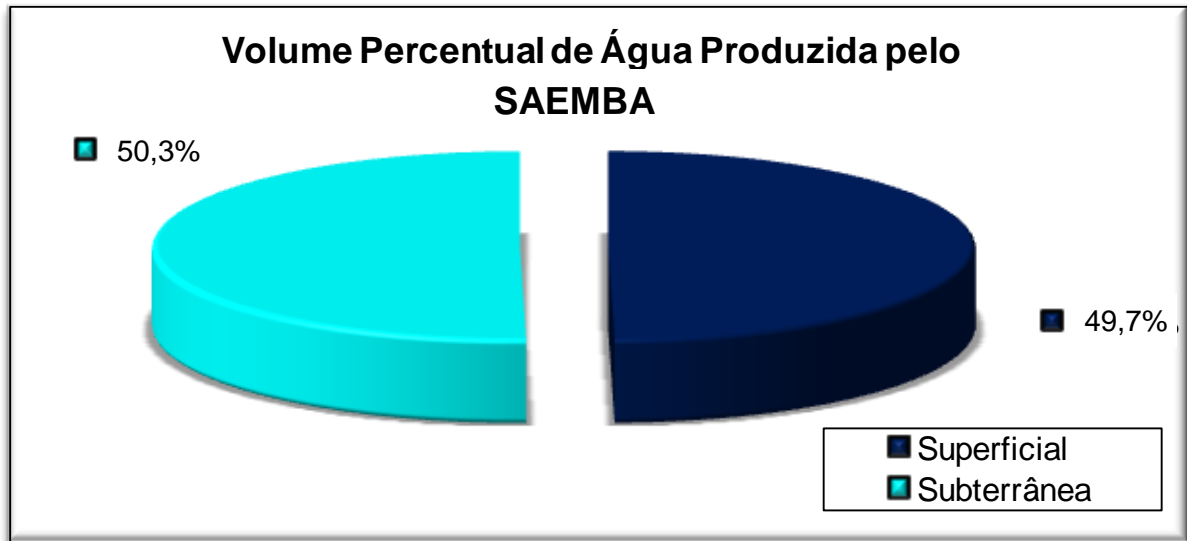


Figura 4.1 - Percentual de água Produzida (Subterrânea x Superficial) pelo SAEMBA Bariri

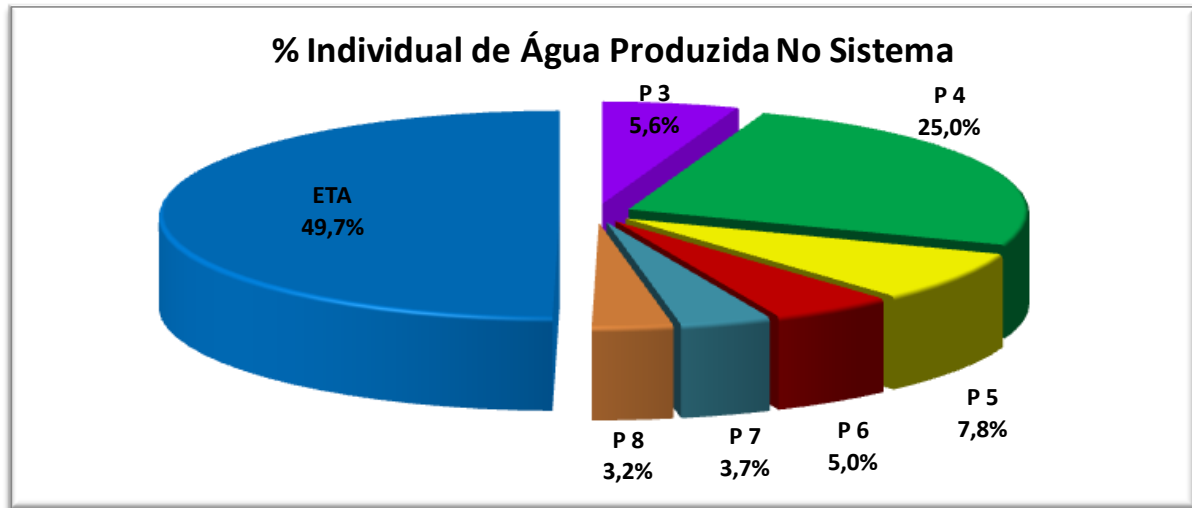


Figura 4.2 - Percentual Individual de Água Produzida Pelos Poços e ETA

Para efeito de comparação, na Figura 4.3 são apresentadas as porcentagens de água advindas de mananciais superficiais e subterrâneos de sistemas produtores operados pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP). Com aproximadamente mil poços em operação e produção equivalente a 12.667.000m³/mês, a SABESP produz 21% de água pela captação de águas subterrâneas.

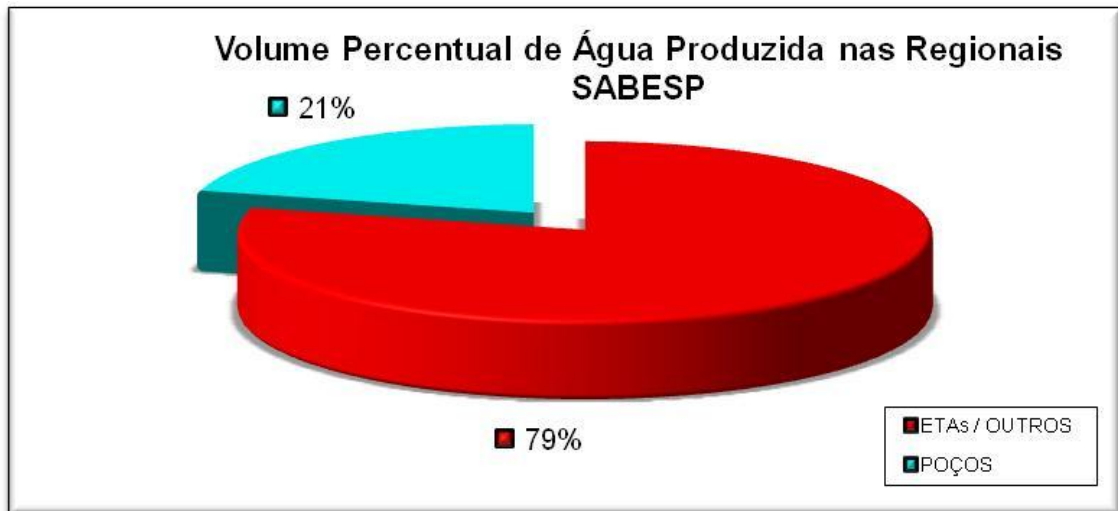


Figura 4.3 - Percentual de água produzida (subterrânea x superficial) na DSR SABESP

O número de comunidades abastecidas por água subterrânea em sistemas operados pela SABESP foi de 377, no ano de 2004. Esse valor representa 55% do total de comunidades abastecidas pela Companhia (Figura 4.4).

No Estado de São Paulo, dos 645 municípios, 462 (71,6%) são abastecidos total ou parcialmente com águas subterrâneas, sendo que 308 (47,7%) são municípios totalmente abastecidos por este recurso hídrico, resultando cerca de 5.500.000 pessoas (SILVA *et al*, 1998).



Figura 4.4 - Percentual de comunidades atendidas por poços operados pela SABESP.

Há atualmente mais de 30.000 poços cadastrados no DAEE e estima-se que este número seja apenas 25% do total de poços perfurados.



As informações sobre o uso da água subterrânea em Bariri e no Estado de São Paulo reforçam a importância deste recurso e a necessidade de preservação e uso racional. Assim sendo, o uso combinado de águas superficiais e subterrâneas para abastecimento total do Município deve ser considerado, assim como suas disponibilidades e limitações de exploração.

4.1.1 Vantagens e desvantagens do uso de águas subterrâneas

A exploração de águas subterrâneas apresenta as seguintes vantagens com relação às águas superficiais:

- O prazo de execução é menor;
- Os poços que apresentam bom nível técnico nas fases de projeto, construção e operação, segundo as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), têm vida útil superior a 20 anos, com amortização dos investimentos realizados de 5 a 8 anos;
- Menor custo operacional;
- A implantação do sistema completo pode ser efetuada de maneira gradativa ao longo do tempo (um poço de cada vez), de acordo com o aumento da demanda. Essa flexibilidade evita a aplicação de grandes investimentos em curto período de tempo;
- O sistema de produção de água subterrânea é mais protegido de eventuais contaminações;
- Normalmente dispensa tratamento com coagulação e filtração, sendo feitas apenas a cloração e a fluoração;
- Não acarreta inundação de áreas aproveitáveis na superfície, muitas vezes representadas por solos agricultáveis;
- A área requerida para captação e proteção é pequena;
- Permite a distribuição setorizada, constituindo sistemas isolados ou interligados.

As principais desvantagens do uso de águas subterrâneas em relação ao uso de águas superficiais para o abastecimento de água são:

- A distribuição espacial das bacias sedimentares possuidoras de aquíferos faz-se de maneira muito heterogênea;
- Em muitos casos, a recarga do sistema hídrico subterrâneo não ocorre na mesma velocidade da extração, resultando na exploração de parte das reservas permanentes, com o risco de exaustão, quando a captação não é devidamente monitorada;
- A superexploração pode acarretar subsidência de terrenos;
- Apesar de serem menos vulneráveis, geralmente a detecção da contaminação não é imediata, acarretando situações irrecuperáveis do aquífero;
- Apresentam, em geral, maior consumo de energia elétrica no sistema de bombeamento.

Independentemente das vantagens e das desvantagens anteriormente apresentadas, o uso de um manancial como fonte de abastecimento de água deve ser decidido somente após planejamento e gestão integrada dos recursos hídricos existentes no âmbito de cada bacia hidrográfica. Dessa forma, a utilização mais racional, econômica e de melhor qualidade da água poderá ser proporcionada aos múltiplos usos.

4.1.2 Estimativa de custos para captação de água

A Tabela 4.1 apresenta a estimativa dos custos para a captação de água.

Tabela 4.1 - Custos Internacionais da Água (não inclusos seu transporte)

| Tecnologias | Custos (US\$ por mil m ³) |
|--|---------------------------------------|
| Captação de rios (armazenamento) | 123 a 246 |
| Osmose Reversa (água salobra) | 120 a 397 |
| Eletrodíálise | 276 a 537 |
| Reuso de esgoto doméstico | 200 a 485 |
| Captação de água subterrânea (poços tubulares) | 80 a 88 |

Fonte: Águas Doces do Brasil, Rebouças *et al*, 2002.

Considerando os poços do município, perfuração com cerca de 400 m, que adentre ao aquífero Guarani, com capacidade de produção de 250 a 400 m³/h, atualmente teria custo ao redor de R\$1.200.000,00. Poços menores, na faixa entre 200 a 250 m, teriam valores na faixa de R\$100.000,00, e produção de água estimada em 50 m³/h. Esses valores representam aproximadamente R\$8.000,00/L/s de água produzida nos poços mais rasos e de R\$12.000,00 a R\$15.000,00/L/s para os poços mais profundos.

Em termos de comparação, tais valores para uma Estação de Tratamento de Água são da ordem de R\$ 20.000,00 a R\$ 50.000,00/L/s, dependendo da tecnologia e do grau de automação.

4.1.3 Atividades abastecidas por águas subterrâneas e perdas

O segmento agrícola é o maior consumidor de água para suprir a demanda de irrigação. Seu consumo é de aproximadamente 70% do total (Figura 4.5) e tem o maior índice de perdas de água, da ordem de 60%. O abastecimento público consome cerca de 8% do total e tem índices de perdas da ordem de 40% (Figura 4.6).



Figura 4.5 - Consumo percentual de água em função do uso (World Development Indicators - Banco Mundial, 2003)

O consumo da indústria é resulta em torno de 22%, com perdas de 20%, sendo que a tendência mundial é a de redução do consumo de água por produto, pelo aumento da eficiência nos processos produtivos e redução do custo industrial.

Os índices de perda apresentados na Figura 4.6 (média nacional de 40% para o abastecimento público) reforçam a necessidade de ações planejadas a curto, médio e longo prazos para controle de perdas. Investimentos em controle de perdas acarretam em aumento da produção de água e, conseqüentemente, redução dos investimentos em novos sistemas produtores superficiais e/ou subterrâneos. Em Bariri, o índice foi estimado em 49,5% no ano de 2012.

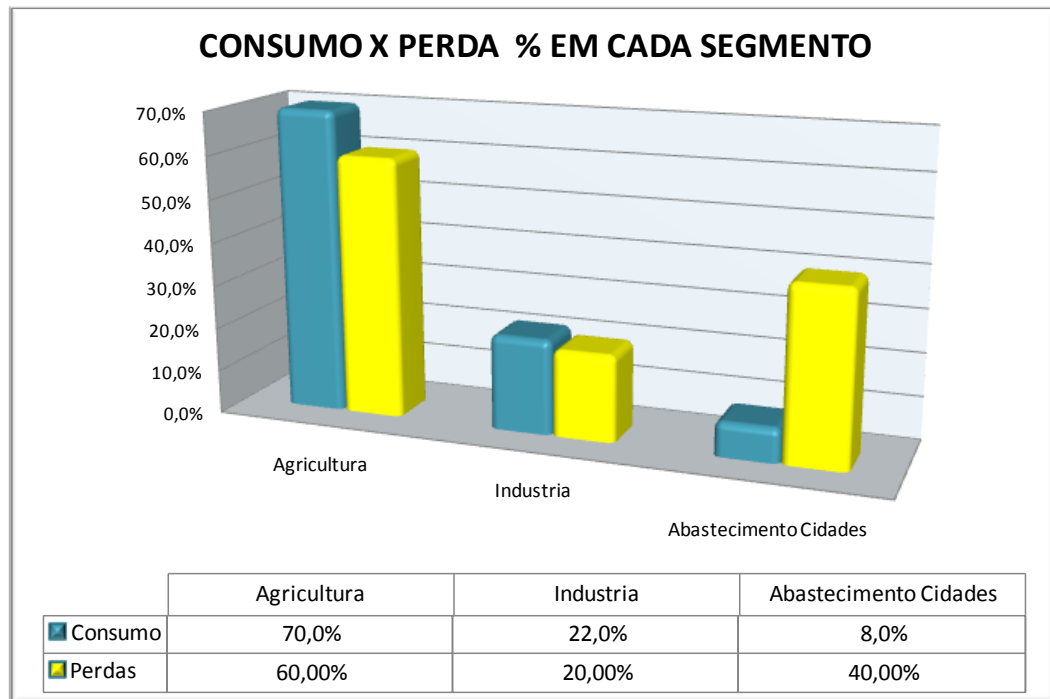


Figura 4.6 - Consumo x Perda por segmento (Martins Netto, 2011)

4.2 GEOLOGIA LOCAL, REGIONAL E HIDROGEOLOGIA

4.2.1 Aspectos Gerais

O Município de Bariri se encontra geologicamente posicionado da bacia do Rio Paraná. As principais litologias encontradas na área correspondem ao Aquífero Guarani (Formações Pirambóia e Botucatu), Formação Serra Geral e Grupo Bauru (Formações Marília e Adamantina).

No município, os poços mais profundos, e de maior capacidade de produção de água, exploram as Formações Pirambóia e Botucatu, com capacidade de produção de 220 a 400 m³/h. A Formação Serra Geral se encontra sobrepondo tais formações, com espessuras entre 100 e 250 m, e produção de água de 0,5 a 75 m³/h. Com importância restrita, estão documentados três poços que exploram o Grupo Bauru (Formação Adamantina) que por sua vez sobrepõe a Formação Serra Geral, e possuem vazões de 1,4; 3,0 e 9,0 m³/h (DAEE, 2013).

A área de estudo, assim como toda a bacia do Paraná, foi afetada por tectonismo, principalmente do tipo de falhamento em blocos e movimentos de soerguimento e subsidência (DAEE, 1976).

4.2.2 Aquífero Guarani

O Aquífero Guarani ocorre na porção oeste do Estado de São Paulo, ocupando cerca de 76% do seu território. A leste, está localizada a faixa aflorante (Figura 4.7), que se estende desde o município de Rifaina, a norte, até Fartura, ao sul. Esta faixa, com área de 16.000 Km², está inserida na Depressão Periférica e apresenta largura irregular, que se amplia ao longo das grandes drenagens, como é o caso do rio Jacaré-Pepira, quando atinge o máximo de 175 Km. Para oeste daquela faixa, o aquífero encontra-se confinado pelos basaltos de Formação Serra Geral, com extensão de cerca de 174.000 Km².

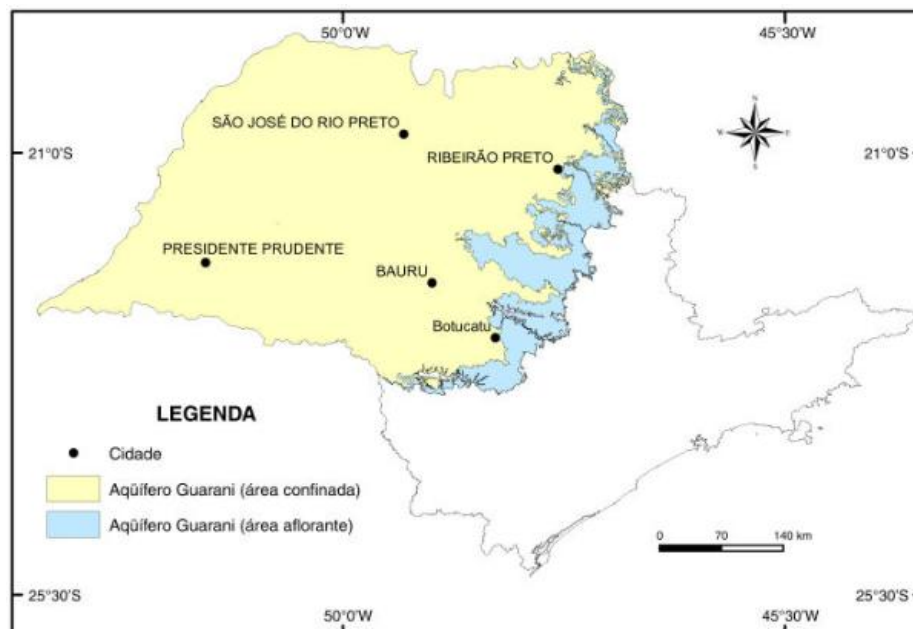
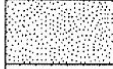

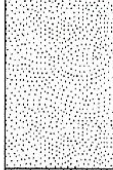
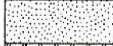

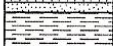
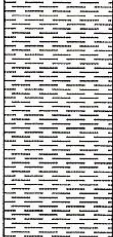


Figura 4.7 - Faixa Aflorante do Guarani no Estado de São Paulo

Este aquífero é composto por arenitos das formações Pirambóia, na base, e Botucatu, no topo (Figura 4.8).

A Formação Pirambóia, de idade triássica (MILANI 2004), é constituída por arenitos de granulação média a fina, localmente grossos e conglomeráticos, depositados em ambiente fluvio-lacustrino e eólico (CAETANO-CHANG & WU, 1992; MILANI *et al.*, 1994). Apresenta estratificação de médio porte, cruzada, planar ou acanalada e estratificação plano-paralela, com lâminas ricas em argila ou silte. No Jurássico-Cretáceo, segue-se a deposição eólica da Formação Botucatu, constituída predominantemente por arenitos de granulação média a fina, avermelhados, com grãos de alta esfericidade e bem selecionados, exibindo estratificação cruzada de grande porte. Todo pacote está assentado, em discordância angular, sobre o Grupo Passa Dois e parte dele, a porção confinada, está

recoberto pelos derrames basálticos da Formação Serra Geral, que apresenta *intertraps* de arenito (IPT 1981³).

| PERFIL | ESTRATIGRAFIA | LITOLOGIA |
|---|----------------------|--|
|  | GRUPO BAURU | Arenito avermelhado, gran. fina, calcífero, friável siltoso, bandado para siltito argiloso na base. |
|  | FORMAÇÃO SERRA GERAL | Basalto cinza, vesicular, amígdaloidal |
|  | FORMAÇÃO BOTUCATU | Arenito castanho claro, granulação média a muito fina, grãos arredondados a bem selecionados, localmente calcífero e com intrusões de diabásio |
|  | FORMAÇÃO PIRAMBOÍIA | Arenito cinza esverdeado, muito fino, siltoso, calcífero |
|  | FORMAÇÃO SERRA GERAL | Diabásio |
|  | FORMAÇÃO PIRAMBOÍIA | Arenito acinzentado muito fino a grosseiro, calcífero |
|  | GRUPO PASSA DOIS | Folhelhos com intercalações de diamictitos e arenitos |

Fonte: Petrobrás. Poço no município de Lins (LI-ST-1-SP 1960)

Figura 4.8 - Posição Estratigráfica do Aquífero Guarani

O aquífero Guarani é granular, homogêneo e, regionalmente livre na sua porção aflorante, a predominantemente confinado, constituindo um pacote contínuo desde sua área de afloramento, a leste, até o extremo oeste de São Paulo, onde extrapola os limites do Estado.

A superfície do topo, definida pelo contato com a Formação Serra Geral, mergulha para sudoeste, apresentando altitudes de 800 m no limite da parte aflorante até 1300 m abaixo do nível do mar na região de Presidente Prudente, junto ao rio Paraná (Figura 4.9). Os gradientes desta superfície são de 1,8 m/km ao longo do vale do rio Tietê, e de 3,8 m/km, pelo eixo próximo ao rio do Peixe até as imediações da cidade de Avaré.

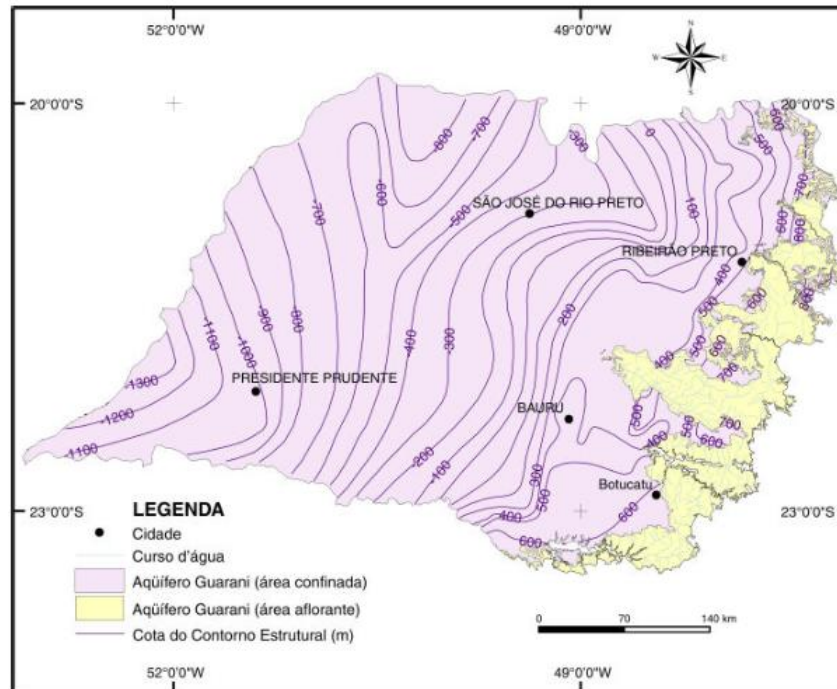


Figura 4.9 - Contorno Estrutural do Topo do Aquífero Guarani

A espessura do aquífero varia de aproximadamente 100 m na área aflorante até mais de 400 m, a oeste, ao longo da calha do rio Tietê, conforme a Figura 4.10 (MAPA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DE SÃO PAULO, 2005).

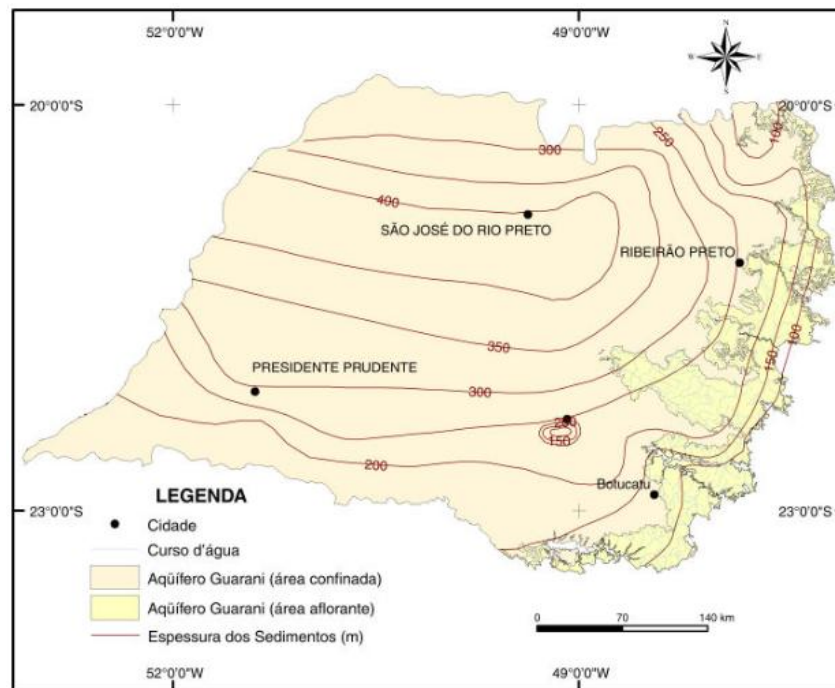


Figura 4.10 - Espessuras dos Sedimentos do Aquífero Guarani

4.2.3 Formação Serra Geral

Segundo White (1908), as eruptivas da Serra Geral compreendem um conjunto de derrames de basaltos toleíticos entre os quais se intercalam arenitos com as mesmas características dos pertencentes à Formação Botucatu. A eles, são associados corpos intrusivos de mesma composição, constituindo, sobretudo diques e *sills*.

Afloram os derrames em São Paulo, na parte superior das escarpas das cuestas basálticas e de morros testemunhos delas isolados pela erosão. Nos planaltos de rebordo dessas cuestas podem cobrir grandes extensões, como no nordeste do Estado. Penetram pelos vales que drenam o Planalto Ocidental, expondo-se principalmente nos dos rios Paranapanema, Tietê, Moji-Guaçu e Grande. Os corpos intrusivos tabulares concordantes são muito frequentes na Depressão Periférica, na região nordeste do Estado, onde chegam a suportar cuestas locais. Diques de diabásio existem por toda parte, penetrando nas rochas sedimentares da bacia ou nas cristalinas pré-cambrianas, alcançando a região litorânea.

Os arenitos da Formação Botucatu interdigitam-se, em grande escala, com os derrames da Formação Serra Geral, tornando questão complexa a da delimitação de ambas, em âmbito regional. É admissível que os arenitos Botucatu não cobriram simultaneamente toda a bacia do Paraná, na qual restaram expostas áreas de rochas mais antigas, para só mais tarde serem ocultadas pelas dunas,



quando o foram, ou ainda podem ter sido cobertas e posteriormente expostas com o próprio processo de progressão das dunas.

A Formação Serra Geral é recoberta em discordância angular, geralmente muito disfarçada, pelas várias formações que constituem o Grupo Bauru, ou depósitos cenozoicos. Localmente a discordância se observa em afloramento, podendo ser bem acentuada, tendo mesmo levado à total erosão dos basaltos, quando aquele grupo repousa sobre rochas paleozóicas, como é o caso da região próxima a Bauru (MARIANO & BARNER, 1976; SOARES *et al*, 1979).

A máxima espessura da formação, conhecida na sondagem de Presidente Epitácio, próximo à margem do rio Paraná, na região central e mais subsidente da bacia, é de 529 metros. As espessuras expostas em São Paulo, nas serras basálticas e bordas do Planalto Ocidental, possivelmente não alcançam um terço desse valor, mas não há elementos seguros para estimá-la.

Os derrames são formados por rochas de cor cinza escura e negra, afaníticas. Têm espessura individual variável, desde poucos metros a 50 metros ou mesmo 100 metros (LEINZ, 1949). Sua extensão horizontal, a julgar-se pelo exame de exposição nas escarpas das serras, no vale do rio Grande e por análise de fotografias aéreas, pode ultrapassar 10 quilômetros.

Arenitos intertrapianos apresentam-se intercalados entre derrames ou grupos de derrames. Têm as mesmas características que os da Formação Botucatu, geralmente mostrando estruturas tipicamente dunares, outras manifestando natureza hidroclástica. Podem mostrar-se silicificados em espessuras de alguns metros. A espessura dessas intercalações varia, de centímetro ou decímetros até 50 metros. São mais frequentes na parte inferior da formação, mas podem ocorrer também em níveis muito elevados.

Petrograficamente, os basaltos da Formação Serra Geral apresentam composição mineralógica muito simples, essencialmente constituídos da labradorita zonada associada à clinopiroxênios (augita e às vezes também pigeonita). Acessoriamente, mostram-se titano-magnetita, apatita, quartzo e raramente olivina ou seus produtos de transformação. Matéria vítrea, ou produtos de desvitrificação, podem ser abundantes, sobretudo às bordas dos derrames. A textura destes é intergranular ou intersertal, fina a muito fina, às vezes microlítica, com estrutura fluída podendo manifestar-se (MAPA GEOLÓGICO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1981).

4.2.4 Grupo Bauru

Cessados os derrames de lavas da Formação Serra Geral, que marcaram o final dos eventos posicionais e vulcânicos generalizados na área da Bacia do Paraná, observou-se tendência geral para o soerguimento epirogênico em toda a Plataforma Sul-Americana em território brasileiro. A porção norte da Bacia do Paraná, entretanto, comportou-se como área negativa relativamente aos soerguimentos marginais da bacia como um todo. Nessa área deprimida, acumulou-se o Grupo



Bauru, no Cretáceo Superior, que aparece em grande parte do Estado de São Paulo, recobrando as lavas basálticas do Planalto Ocidental. De acordo com Suguio *et al* (1977), “penecontemporaneamente a sedimentação de Bauru não ocorrem intensos movimentos tectônicos, a não ser o contínuo levantamento dos arcos marginais que se manifesta na variedade de fácies que podem ser delineadas em suas regiões marginais”.

Os mapeamentos geológicos regionais do oeste do Estado realizados a partir de 1975 permitiram uma melhor definição da estratigrafia dos depósitos suprabasálticos. Suguio *et al* (1977) subdividiu a “Formação Bauru” em três litofácies distintas. Landim & Soares (1976) pela primeira vez utilizara, a denominação Santo Anastácio, referindo-se a sedimentos encontrados no vale do rio homônimo, no extremo oeste do Estado, considerados como pertencentes a uma fácies de transição entre as formações Caiuá e Bauru. Soares *et al* (1979) e Stein *et al* (1979) redescrevem os arenitos Santo Anastácio, e os mapeiam por grande extensão da porção oeste do Estado de São Paulo. Finalmente, Soares *et al* (1980) e Almeida *et al* (1980b) propõem que a designação Grupo Bauru abranja as formações Caiuá, Santo Anastácio, Adamantina e Marília (MAPA GEOLÓGICO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1981).

4.2.4.1 Formação Adamantina

A denominação Formação Adamantina nomeia os depósitos originalmente designados “grez de Bauru” (CAMPOS, 1905), posteriormente denominados Arenito Bauru (PACHECO, 1913), Formação Bauru (WASHBURNE, 1930 e MORAES REGO, 1930), Série Bauru (ALMEIDA & BARBOSA, 1953) ou Grupo Bauru (FREITAS, 1964b).

Soares *et al* (1980) subdividem a unidade anteriormente denominada Bauru, e propõem formalmente a denominação Formação Adamantina para designar os bancos de arenitos alternados com lamitos, siltitos e arenitos lamíticos, situados estratigraficamente entre a Formação Santo Anastácio, desmembrada como uma unidade sotoposta litologicamente diferenciada, da ocorrência mais restrita, a Formação Marília, individualizada como uma unidade sobreposta, de ocorrência localizada.

De acordo com sua definição formal, a Formação Adamantina abrange “um conjunto de fácies cuja principal característica é a presença de bancos de arenitos de granulação de fina a muito fina, róseo a castanho, portando estratificação cruzada, com espessuras variando entre 2 a 20 metros, alternados com bancos de lamitos, siltitos e arenitos lamíticos, de cor castanho-avermelhado e cinza-castanho, maciços ou cruzada” (SOARES *et al*, 1980). São comuns a ocorrência de seixos de argilito da própria unidade, cimento e nódulos carbonáticos (IPT, 1981).

Almeida *et al* (1980) destacam que as características distintivas mais maçantes entre a Formação Santo Anastácio e a Formação Adamantina são que esta última tende, no geral, a apresentar sedimentos mais finos e bem selecionados, frequentemente com mica e mais raramente

feldspato, sílica amorfa e opacos, e com maior variedade de estruturas sedimentares. Estas características indicam maior maturidade textural e mineralógica, deposição em sistema flúvio-lacustre mais organizado que aquele da Formação Adamantina, que, segundo Coimbra (1976), compreendia principalmente áreas de sedimentos fanezóicos pré-existentes a noroeste e sudeste, áreas de rochas básicas do Grupo São Bento, metamórficas dos grupos Araxá e Canastra e alcalinas do Triângulo Mineiro a nordeste (MAPA GEOLÓGICO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1981).

4.2.5 Geologia e Hidrogeologia Local

Os principais aquíferos encontrados na área correspondem as Formações Pirambóia, Botucatu e Serra Geral. Os sedimentos do Grupo Bauru (Formações Marília e Adamantina), têm menor representatividade, sendo apenas dois poços particulares outorgados junto ao DAEE no Município, explorando o Adamantina com vazões de 1,4 e 3,0 m³/h, e um poço explorando o Grupo Bauru, com vazão de 9,0 m³/h.

A Formação Pirambóia ocorre em toda a área, assentada sobre a Formação Terezina. Ela é constituída por uma sequência predominantemente arenosa de granulação fina a média, com teor de argila crescente em direção à base, ocorrência local de arenitos grossos a conglomeráticos e intercalações pouco espessas de lamitos avermelhados, mais frequentes nas seções basais. (CAVAGUTI e SILVA, 1992).

A Formação Botucatu é representada por um pacote de arenitos avermelhados finos a médios, bem selecionados, de origem eólica. O contato superior pode ser abrupto com a Formação Serra Geral ou de maneira discordante com o Grupo Bauru.

A Formação Serra Geral é formada por derrames de lavas basálticas. Na parte basal, apresenta interdigitamento com arenitos da Formação Botucatu. O contato superior ocorre com o Grupo Bauru de forma discordante.

O Grupo Bauru é representado pelas Formações Adamantina (inferior) e Marília (superior), que recobrem todas as formações geológicas já descritas. Apresenta uma sequência basal lamítica, de origem lacustre, sobre a qual se encontram arenitos finos a grossos, argilosos, avermelhados, com algumas intercalações de lamitos avermelhados.

4.2.5.1 Aquífero e Potencialidade Geral do Guarani

O Aquífero Guarani, mostrado na Figura 4.11, é um aquífero sedimentar e de extensão regional, considerado um dos maiores reservatórios de água subterrânea do mundo, estendendo-se por 1.195.500 km².

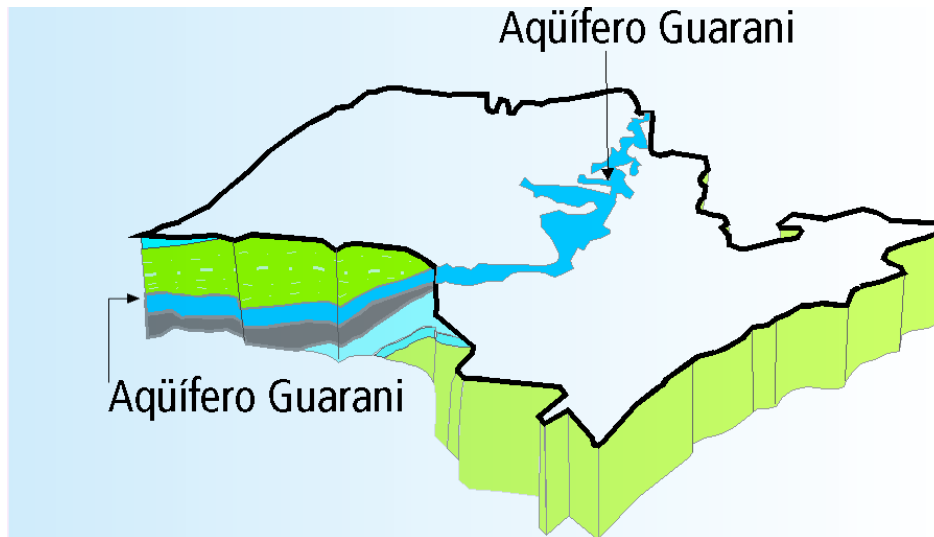


Figura 4.11 -Posicionamento do Aquífero Guarani no Estado de São Paulo

O estudo da potencialidade geral do Aquífero Guarani foi realizado com base em 111 poços selecionados (MAPA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DE SÃO PAULO, 2005). Destes, 34 foram considerados representativos das principais características do aquífero, tais como nível potenciométrico, cota da superfície do topo, espessura e faixas de vazão.

A superfície potenciométrica do aquífero Guarani apresenta a leste, na área aflorante, cotas de nível d'água da ordem de 800m, que diminuem no sentido oeste e atingem valores de até 400m de área confinada.

A geometria destes equipotenciais indica que o fluxo regional ocorre de leste para sudoeste (Figura 4.12). O gradiente hidráulico médio na porção confinada é de aproximadamente 0,001; enquanto na área aflorante ocorrem os maiores gradientes, como os observados ao longo dos eixos dos rios Pardo e Jacaré-Pepira, com valores de 0,008 e 0,003, respectivamente (MAPA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DE SÃO PAULO, 2005).

Na Figura 4.12, encontram-se indicadas as linhas que delimitam a área de confinamento e a de surgência das águas subterrâneas, de acordo com Silva (1983). O limite da área de confinamento é aproximadamente paralelo ao contato entre os basaltos da Formação Serra Geral e os arenitos da Formação Botucatu, desde as imediações de Ourinhos, a sul, até Franca, a norte. Na área de confinamento o nível potenciométrico do Aquífero Guarani localiza-se em cota superior à do contato com a formação Serra Geral.

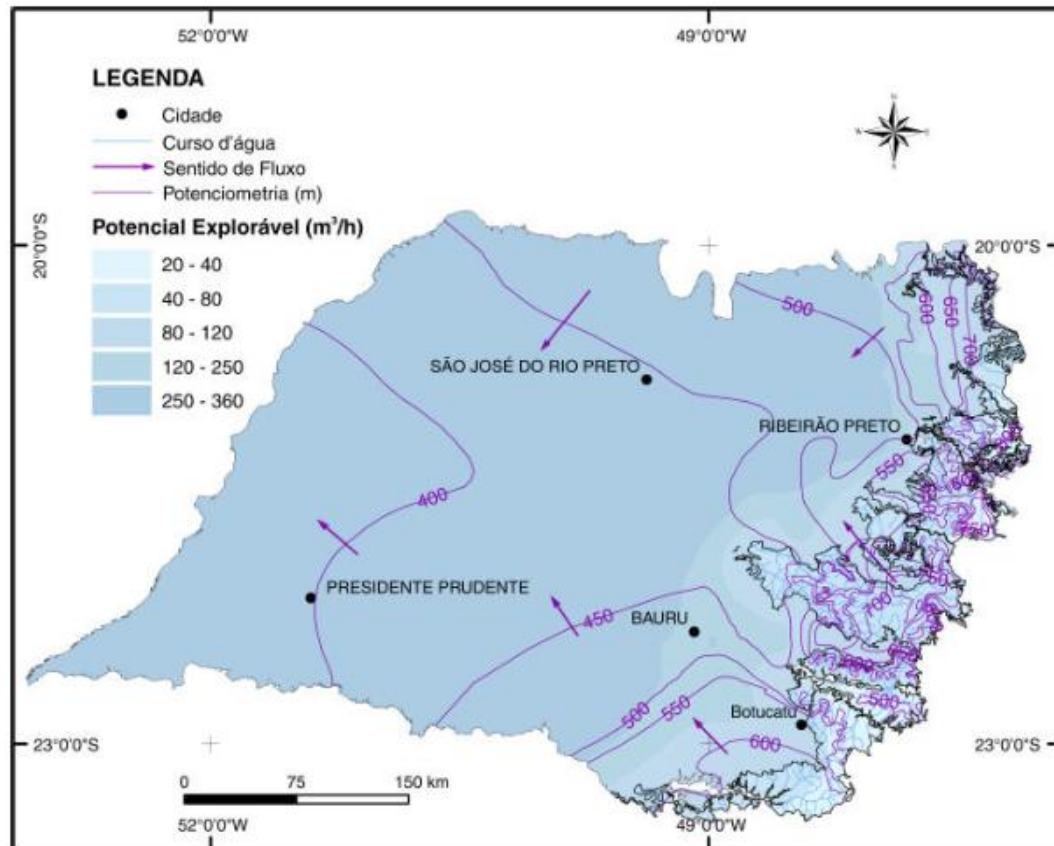


Figura 4.12 - Nível Piezométrico aparente do Aquífero Guarani e Vazões Exploráveis

No que se refere ao limite da área de surgência do Aquífero Guarani, este indica o local a partir do qual o nível de água subterrânea, sob pressão, eleva-se acima da superfície do terreno. A geometria irregular deste limite é concordante com a topografia regional (SILVA, 1983).

A condutividade hidráulica (K) do Aquífero Guarani como um todo, foi obtida pelo cálculo da média ponderada dos valores de K das formações Pirambóia (2,5 m/dia) e Botucatu (3,5 m/dia) (DAEE, 1974). O fator de ponderação correspondeu à somatória das espessuras de cada formação, considerando 14 poços localizados na porção confinada do Aquífero e 54 poços na área de afloramento. Os valores médios de K obtidos são 2,6 m/dia para a área confinada e 3,0 m/dia para a área livre.

Adotando o mesmo procedimento, foi calculada a média ponderada do coeficiente de armazenamento (S) para a porção livre do Aquífero Guarani, considerando um valor médio de 0,15 para a Formação Pirambóia (DAEE, 1974) e 0,25 para a Formação Botucatu (SILVA, 1983), obtendo-se, nesta área, um valor médio de 0,17. Na porção confinada, a média não foi calculada pela inexistência de valores definidos para cada uma das formações. Por este motivo, dentro do intervalo

de 10^{-3} e 10^{-5} fornecido pelo DAEE (1974), optou-se pelo valor de 10^{-3} , pois este possibilitou a obtenção de faixas de vazão mais compatíveis com a minoria dos poços perfurados.

A transmissividade (T), obtida com base no mapa de espessura do aquífero e nos valores de K é de aproximadamente $260 \text{ m}^2/\text{dia}$, ao longo do vale do rio Tietê, na área confinada.

O cálculo de vazão (Q) explorável admitiu o rebaixamento de 30% de espessura saturada de um período de 50 anos de bombeamento contínuo, como proposto por Costa (2000). Para um período de exploração considerada de 20 anos, resultou em um rebaixamento máximo proporcional de 12%, sendo este valor corrigido segundo a proposta de JACOB (1969, *apud* CUSTÓDIO & LLAMAS 1976), para a área de afloramento do aquífero. (MAPA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DE SÃO PAULO, 2005).

Como resultado, foram obtidas as seguintes faixas de vazão recomendada: de 20 a $40 \text{ m}^3/\text{h}$ e de 40 a $80 \text{ m}^3/\text{h}$, no sistema livre; e de 80 a $120 \text{ m}^3/\text{h}$, 120 a $250 \text{ m}^3/\text{h}$ e 250 a $360 \text{ m}^3/\text{h}$, no sistema confinado (Figura 4.12).

A menor faixa de vazão explorável (de 20 a $40 \text{ m}^3/\text{h}$) pode conter vazões inferiores a $20 \text{ m}^3/\text{h}$ nas áreas próximas a Formação Passa Dois, onde o Aquífero apresenta as menores espessuras saturadas. Dentro da área confinada, as vazões aumentam para oeste-noroeste, até se fixarem em valores máximos recomendados de $360 \text{ m}^3/\text{h}$, a partir da linha que se inicia em Ourinhos, a sudeste, e se estende até as proximidades de Miguelópolis, a nordeste (MAPA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DE SÃO PAULO, 2005).

4.2.5.2 Aquífero Serra Geral

A Figura 4.13 apresenta a localização do Aquífero Serra Geral no Estado de São Paulo

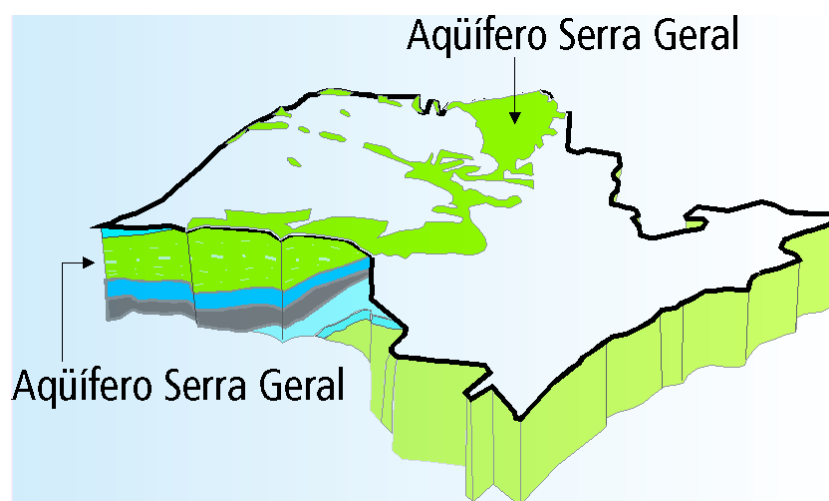


Figura 4.13 - Posicionamento do Aquífero Serra Geral no Estado de São Paulo

O Aquífero Serra Geral é um aquífero fraturado, de extensão regional. Ocupa a metade oeste do Estado de São Paulo, mas em sua maior parte, está recoberto pelo Aquífero Bauru. Sua porção aflorante, onde tem comportamento de aquífero livre, ocupa uma área de 31.900 km², que se estende por cidades como Franca, Sertãozinho, Jaú e Ourinhos.

Formado entre 138 e 127 milhões de anos atrás, o aquífero é constituído por uma sequência de derrames de lava vulcânica, que originaram as rochas basálticas.

Nos basaltos, as aberturas favoráveis ao armazenamento e ao fluxo da água subterrânea são fraturas originadas durante o resfriamento dos derrames de lava e, também, posteriormente à consolidação das rochas como resultado dos esforços tectônicos decorrentes da movimentação da crosta terrestre. Entre os derrames de lava, podem existir, também, outras feições geológicas favoráveis à circulação de água, representadas por camadas arenosas restritas e níveis de amígdalas e vesículas (bolhas aprisionadas durante o resfriamento da lava, gerando estruturas em forma de pequenas cavidades, ocas ou preenchidas por minerais).

Na área aflorante o Estado de São Paulo, onde se concentra grande parte dos poços existentes, a espessura do Aquífero Serra Geral alcança, em média, cerca de 300 metros.

4.2.5.3 Aquífero Bauru

A Figura 4.14 mostra o posicionamento do Aquífero Bauru em relação ao Estado de São Paulo.

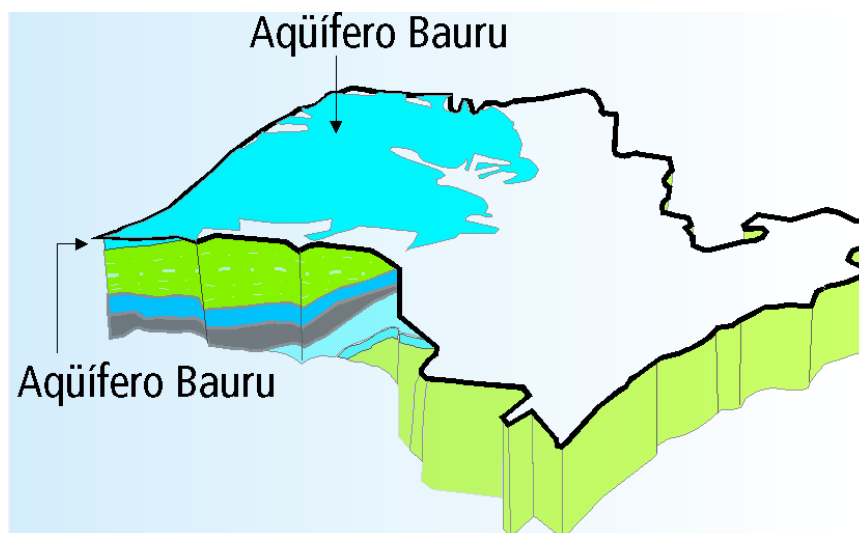


Figura 4.14 -Posicionamento do Aquífero Bauru no Estado de São Paulo



O Aquífero Bauri é um aquífero sedimentar, de extensão regional. Ocupa a metade oeste do Estado de São Paulo, numa área de cerca de 96.900 km², ocorrendo de Barretos a Bauri e estendendo-se até o Pontal do Paranapanema.

Sua área é totalmente aflorante em superfície, isto é, não tem qualquer outra unidade geológica confinando suas águas, o que lhe confere comportamento de aquífero livre. Isto significa que a recarga de água se faz por toda sua extensão. Por ser um aquífero livre e a água subterrânea situar-se a pouca profundidade, a perfuração de poços e a extração de água neste aquífero são facilitadas.

Formado há mais de 65 milhões de anos, este aquífero é composto por rochas sedimentares arenosas, areno-argilosas e siltosas, depositadas em ambiente desértico e fluvial, sob clima árido e semi-árido.

Na sua porção superior, os arenitos são intercalados por camadas de sedimentos de granulometria fina, como lamitos e siltitos, ou possuem uma cimentação de mineral carbonático entre os grãos de areia, o que diminui a capacidade deste aquífero de armazenar e transmitir água. Estes sedimentos são predominantes em termos de área de ocorrência, estendendo-se nas áreas norte, leste e sudeste de abrangência deste aquífero. Esta característica reflete na sua produtividade, onde as vazões sustentáveis recomendadas ficam, em geral, abaixo de 10 m³/h, como no caso das ocorrências no Município de Bariri.

Segundo Camaguti (1992), o Grupo Bauri com espessura média de 120 m, representa um aquífero de baixa qualidade, pois possui coeficiente de permeabilidade muito variável de local para local, principalmente em função da textura e da cimentação dos grãos. Seu valor médio é de 0,4 m/dia. A transmissividade média é da ordem de 50 m²/dia, variando desde 5 até 75 m²/dia. A capacidade específica oscila entre 0,1 e 2 e, somente em um raro caso excepcional, poderá ser superior a 2.

4.3 POÇOS EM OPERAÇÃO E PERÍMETRO DE PROTEÇÃO

4.3.1 Poços em Operação

Atualmente, estão seis poços em operação no município. A nomenclatura dos poços, ano de perfuração, vazões, nível estático (NE), nível dinâmico (ND), cota e coordenadas são apresentadas na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Poços em operação para Abastecimento de água em Bariri

| Poço | Nome | Aquífero Explorado | UTM Norte (Km) | UTM Leste (Km) | ND | Vazão (m ³ /h) Nov/13 | Prof. (m) | NE (m) | Cota (m) |
|------|--------------------------|------------------------|----------------|----------------|--------|----------------------------------|-----------|--------|----------|
| P3 | TIRO DE GUERRA (1987) | Adamantina/Serra Geral | 7557,69 | 732,91 | 53,94 | 40,20 | 120 | 35,11* | 430 |
| P4 | STA. HELENA (1988) | Guarani | 7556,36 | 731,94 | 55,50 | 220,00 | 400 | 0,50* | 438 |
| P5 | SETE DE SETEMBRO (1976) | Serra Geral/Botucatu | 7556,65 | 733,35 | 0,50 | 40,0* | 145 | 0,00 | 435 |
| P6 | NOVA BARIRI (2008) | Botucatu/Pirambóia | 7558,15 | 733,83 | 113,33 | 36,00 | 185 | 9,57* | 455 |
| P7 | M. LUIZA II E III (2012) | Guarani | 7556,45 | 731,51 | 25,90 | 26,70 | 252 | 20,3* | 460 |
| P8 | STO. ANDRÉ (2013) | Serra Geral | 7555,34 | 732,04 | 31,0* | 28,60 | 204 | 26,0* | 460 |

Fonte: Folha IBGE, 188

As vazões utilizadas foram medidas em Novembro de 2013, e os valores marcados com (*) são dados históricos.

A Figura 4.15 mostra a localização dos sete poços em Bariri (seis em operação e um paralisado), bem como a localização da ETA.



Figura 4.15 – Localização dos Poços em Operação de Bariri, 2013

4.3.2 Áreas de Proteção Para Poços

Comprovadamente existe a necessidade de delimitação de áreas de Proteção para os poços e, também, de adequações no Perímetro Imediato de Proteção Sanitária, conforme Instrução Técnica DPO 006- DAEE, artigo 3.2.1; item "b":

- b) O perímetro imediato de proteção sanitária deverá abranger raio de 10,00m, a partir do ponto de captação, cercado e protegido com alambrado constituído de telas de arame galvanizado, com malhas quadrangulares de 2"x2", fio nº 12, altura livre não inferior a 1,80m



e portão com fechamento adequado para manutenção. Para a fixação da tela, deverão ser usados mourões de concreto armado ou tubos de aço galvanizado de 2 polegadas, a cada 2,00 m e mureta de concreto com altura de 0,30m.

No estado de São Paulo, a Secretaria do Meio Ambiente e Instituto Geológico publicaram o Roteiro Orientativo para Delimitação de Área de Proteção de Poço, que tem o objetivo de auxiliar os Municípios na implementação de instrumentos de proteção dos recursos hídricos subterrâneos, com a Delimitação de Área de Proteção de Poços de Abastecimento Público.

Do ponto de vista da legislação, o Decreto Estadual 32.955 de 07/02/1991 em seu art. 20, estabelece uma categoria de área voltada à proteção sanitária e microbiológica da água captada por um poço, denominada Área de Proteção de Poços e Outras Captações. Estas áreas correspondem às porções da Zona de Captura mais próximas ao poço e são definidas segundo os Artigos 24 e 25 do referido Decreto, por dois parâmetros:

- Perímetro Imediato de Proteção Sanitária
 - Raio de 10 metros a partir do ponto de captação, cercado e protegido com telas, devendo seu interior ficar resguardado da entrada ou penetração de poluentes;
 - Este ponto de captação deverá ser dotado de laje de proteção sanitária para evitar a penetração de poluentes. A laje deve ser de concreto armado, fundida no local, envolver o tubo de revestimento, ter declividade do centro para as bordas, espessura mínima de dez centímetros e área não inferior a três metros quadrados.
- Perímetro de Alerta
 - Área de proteção interna destinada a proteção contra a contaminação microbiológica;
 - Toma-se por base uma distância a partir do ponto de captação, coaxial¹ ao sentido do fluxo, equivalente ao tempo de trânsito² de 50 (cinquenta) dias das águas do aquífero, no caso de poluentes não conservativos³.
 - No interior destes perímetros deverá haver disciplina das extrações de água, controle máximo das fontes poluidoras já implantadas e restrição de novas atividades potencialmente poluidoras.

¹ No mesmo eixo que o fluxo da água subterrânea.

² Distância percorrida pela água num intervalo de tempo de 50 dias.

³ Contaminantes não persistentes que degradam ou se decompõe ao longo do tempo, podendo ser removidos com relativa rapidez, pela intervenção de comunidades biológicas naturais (IRITAMI, 2010).

O perímetro de Alerta baseado no tempo de trânsito de 50 dias abrange uma pequena parte da Zona de Captura ao redor do poço e pode ser calculado por métodos como o Raio Fixo Calculado ou *Wyssling*.

Dessa forma, para os principais aquíferos do estado de São Paulo, utilizaram-se tais métodos para o cálculo dos tempos de trânsito para 50 dias, tomando-se como base os parâmetros determinados por Carvalho (2007) e informações dos aquíferos levantados pelo Instituto Geológico, além de dados de vazão provável discriminados no Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo (DAEE/IG/IPT/CPRM, 2005).

Posteriormente, compararam-se os resultados calculados pelas duas metodologias, de modo que os resultados se mostraram bastante próximas. Os resultados obtidos estão resumidos na Tabela 4.3. A Figura 4.16 define a distância radial R na delimitação do perímetro de alerta.

Tabela 4.3 - Distância radial proposta para aquíferos no Estado de São Paulo

| Unidade Hidrogeológica | Vazão do poço (m ³ /h) | Distância radial (R) proposta para o perímetro de alerta |
|---|-----------------------------------|--|
| Aquífero Furnas | | 40 m |
| Sistema Aquífero Guarani (porção livre, aflorante e porção confinada com até 50 metros de espessura de basalto) | Até 40 | 30 m |
| | Acima de 40 | 50 m |
| Sistema Aquífero Bauru | Até 20 | 30 m |
| | Acima de 20 | 60 m |
| Aquífero Taubaté | Até 40 | 30 m |
| | Acima de 40 | 50 m |
| Aquífero São Paulo | Até 20 | 30 m |
| | Acima de 20 | 50 m |
| Aquífero Litorâneo | | 30 m |
| Coberturas Cenozóicas | | 60 m |
| Sistema Aquífero Serra Geral e Diabásio | Até 30 | 40 m |
| | Acima de 30 | 70 m |
| Sistema Aquífero Cristalino | Até 15 | 30 m |
| | Acima de 15 | 50 m |
| | Cárstico | 100 m |

Fonte: IG, 2010

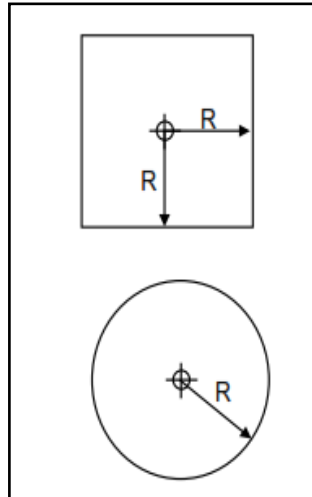


Figura 4.16 - Aplicação da distância radial R na delimitação do perímetro de alerta.

Conforme mostrado na Figura 4.16, para os aquíferos Guarani e Serra Geral, as distâncias radiais se encontram na faixa de 50 a 70 m, e são bastante pequenas, e dentro das quais se devem prever medidas de proteção aos poços.

As principais restrições para os "Perímetros de Alerta" são:

- Disciplina das extrações
- Controle de fontes poluidoras existentes
- Restrições a novas atividades potencialmente poluidoras

A importância da proteção dos poços é reforçada pelos estudos de Pompéia (1996) e José (1997), a partir dos quais se propõe o diagrama representado na Figura 4.17, que relaciona algumas das principais fontes de contaminação.



Figura 4.17 - Causas intrinsecamente associadas à contaminação de poços.

4.3.3 Situação Física dos Poços em Superfície

Os seis poços em operação se encontram em condições satisfatórias no que diz respeito aos Perímetro Imediato de Proteção e Perímetro de Alerta, com instalações cercadas e lajes de proteção efetuadas de forma correta, sendo necessárias apenas pequenas adequações/manutenções. Os poços contam ainda com pontos de dosagem a aplicação de cloro e de flúor para atendimento da Portaria MS 2914 de 2011, sobre Padrão de Potabilidade, em vigor no Brasil.

4.3.3.1 Poço Barracão da Prefeitura (P1)

O P1 - Barracão da Prefeitura foi incluído neste item, mas deverá ser adequadamente tamponado, conforme as condições que serão tratadas no item 4.5 deste relatório. Uma imagem deste poço é apresentada na Figura 4.18.



Figura 4.18 - Poço 1 - Barracão da Prefeitura

4.3.3.2 Poço Tiro de Guerra (P3)

Conforme a Figura 4.19, o poço se encontra com o Perímetro Imediato de Proteção cercado; além disso, conta com laje de proteção, tubo de medição de nível, hidrômetro, válvula de retenção, registro de regulagem de vazão e acesso a sonda de manutenção. O Perímetro de Alerta também se encontra protegido. A Figura 4.20 mostra os pontos de aplicação de cloro e de flúor.



Figura 4.19 - Poço 3 - Tiro de Guerra



Figura 4.20 - P 3 - Detalhe dos pontos para cloração e fluoretação

4.3.3.3 Poço Santa Helena (P4)

O poço se encontra com seu Perímetro Imediato de Proteção (Figura 4.21) cercado e há laje de proteção, tubo de medição de nível, hidrômetro, válvula de retenção, registro de regulagem de vazão e acesso a sonda de manutenção. O Perímetro de Alerta deverá ser acompanhado no sentido SW, por se encontrar em área urbanizada. O ponto de aplicação de cloro e de flúor está localizados na base do reservatório.

No dia da visita, verificou-se que o hidrômetro não estava em funcionamento e carecia de manutenção, conforme mostrado na Figura 4.22



Figura 4.21 - Poço 4 - Santa Helena

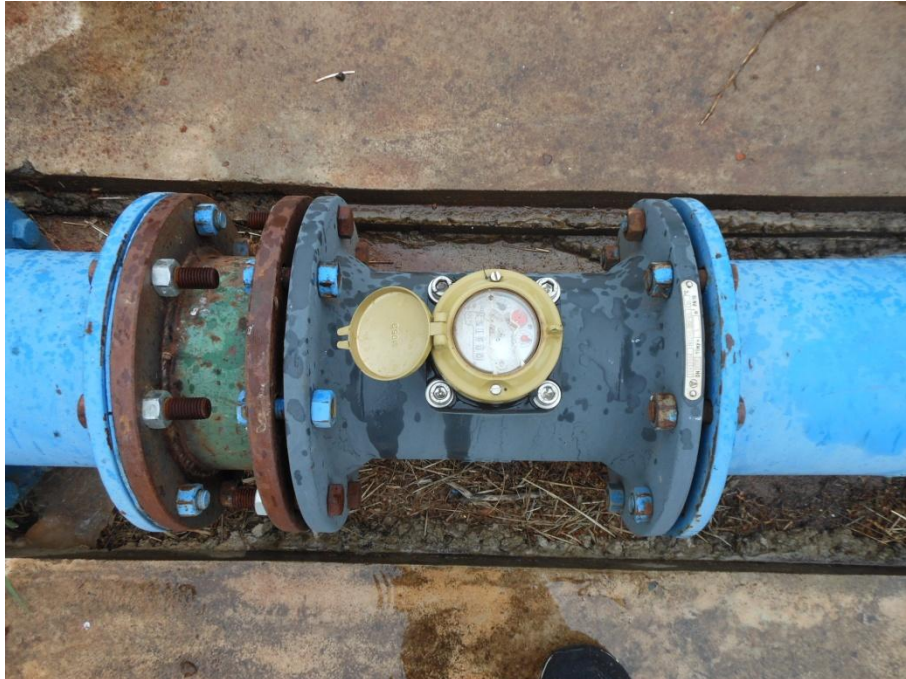


Figura 4.22 - Hidrômetro do Poço 4 – Santa Helena

4.3.3.4 Poço Sete De Setembro (P5)

Conforme a Figura 4.23, o poço se encontra com o Perímetro Imediato de Proteção cercado e com laje de proteção. Este poço é jorrante e não está equipado com bomba, de modo que a água explotada é encaminhada ao reservatório subterrâneo ao lado (Figura 4.24). Também está protegido o Perímetro de Alerta.



Figura 4.23 - Poço 5 - Sete de Setembro



Figura 4.24 - Detalhe da chegada da água no reservatório

4.3.3.5 Poço Nova Bariri (P6)

Este poço se encontra com o Perímetro Imediato de Proteção cercado, como mostrado na Figura 4.25, conta ainda com laje de proteção, tubo de medição de nível, hidrômetro, válvula de retenção, registro de regulagem de vazão, acesso à sonda de manutenção. O Perímetro de Alerta também está protegido. Os pontos de aplicação de cloro e flúor são exibidos na Figura 4.26.



Figura 4.25 - Poço 6 - Nova Bariri



Figura 4.26 - Poço 6 – Pontos de cloração e fluoretação

4.3.3.6 Poço Maria Luiza II e III (P7)

O poço se encontra com o Perímetro Imediato de Proteção cercado, de acordo com a Figura 4.27. Há laje de proteção, tubo de medição de nível, hidrômetro, válvula de retenção, registro de regulagem de vazão e acesso à sonda de manutenção. O Perímetro de Alerta também está protegido. Os pontos de aplicação de cloro e flúor são mostrados na Figura 4.28.



Figura 4.27 - Poço 7 - Maria Luiza II e III



Figura 4.28 - Pontos para cloração e fluoretação

4.3.3.7 Poço Santo André (P8)

Este poço também se encontra com o Perímetro Imediato de Proteção cercado, conforme a Figura 4.29; há laje de proteção, tubo de medição de nível, hidrômetro, válvula de retenção, registro de regulagem de vazão e acesso à sonda de manutenção. Também está protegido o Perímetro de Alerta. As setas em vermelho na Figura 4.29 indicam os pontos de aplicação de cloro e de flúor.

“O tubo de medição de nível de ½”, mostrado na Figura 4.30, não permitiu a descida do medidor de nível, no dia da visita. Sugere-se que seja substituído por tubo de 3/4" na próxima manutenção.



Figura 4.29 - Poço 8 - Santo André



Figura 4.30 - Detalhe do Tubo de Medição de nível

4.4 ÁREAS DECRETADAS COMO CONTAMINADAS NO MUNICÍPIO

As áreas contaminadas no Município de Bariri foram determinadas com base no Relatório de Áreas Contaminadas e Reabilitadas no Estado de São Paulo, de Dezembro de 2012, CETESB. Foram encontradas duas áreas decretadas como contaminadas no Município.

De acordo com o Anexo 2 deste relatório, a primeira área é referente ao Posto São Cristóvão de Bariri, localizado à Av. XV de Novembro, 1895, coordenadas UTM E-734,243; N-7.557,853. A segunda, ao Posto Santa Rosa de Bariri, localizado à Av. Expressa Sul, sem número, coordenadas UTM E-732,017; N-7.556,598. A Figura 4.31 apresenta as áreas em questão.

A fim de se verificar se os poços do SAEMBA seriam afetados pelas áreas contaminadas, foram determinados raios de 500 m a partir do Posto Santa Rosa e do Posto São Cristóvão.

A determinação do raio de 500 m é baseada à Resolução SES/SERHS/SMA nº 3, de 21 de junho de 2006, DAEE, em seu Artigo 8º, parágrafo segundo, que trata da Renovação de Outorgas de Uso. No caso em que seja encontrada uma área contaminada no raio de 500 m do poço, o SAEMBA deverá solicitar à CETESB um Parecer Técnico referente à qualidade ambiental, a fim de estipular o regime especial de coletas e análises, visando o acompanhamento da qualidade da água deste poço e a proposição das medidas necessárias.

Em áreas urbanas, a situação mais preocupante está relacionada aos postos de combustíveis líquidos, que representam cerca 74% de todas as áreas já decretadas como contaminadas no Estado

de São Paulo (CETESB, 2006), sendo que os principais contaminantes são hidrocarbonetos aromáticos, hidrocarbonetos policíclicos, metais e solventes halogenados.



Figura 4.31 - Áreas Contaminadas no Município de Bariri (Fonte: CETESB, 2012 e SAEMBA,2013)

A sobreposição dos raios demonstrou que o P1-Barracão da Prefeitura se encontra dentro do raio de 500 m da área contaminada do Posto São Cristovão (Figura 4.32), a aproximadamente a 197 m do seu centro. Como este poço não dispõe de informações completas e o histórico indica aproveitamento do Aquífero Bauru, deve-se proceder ao seu adequado tamponado, a fim de evitar comunicação entre aquíferos e eventual aprofundamento da pluma de contaminação.



Figura 4.32 - Detalhe da Área Contaminada "Posto São Cristóvão" e os poços próximos

O Poço 6 - Nova Bariri se encontra no limite do raio de 500 m do Posto São Cristóvão, no entanto, a última análise de água não demonstrou qualquer contaminação. Apesar disso, futuras análises são indispensáveis para o acompanhamento de possíveis alterações nos parâmetros relacionados aos combustíveis e subprodutos.

Em relação à área adjunta ao Posto Santa Rosa (Figura 4.33) nenhum poço é afetado, de modo que os mais próximos são o P5-Sete de Setembro, a 680 m e, o P4-Santa Helena, a 926 m do posto. De qualquer forma, a recuperação da área e a execução das medidas impostas pela CETESB devem ser acompanhadas.



Figura 4.33 - Detalhe da Área Contaminada "Posto Santa Rosa" e os poços próximos

Como medida preventiva e para diagnóstico de qualquer alteração, recomenda-se a coleta e análise de água semestral, durante o ano de 2014 para BTEX, TPH's e PAH's, nos Poços 4, 5, 6. Se não for observada qualquer anomalia, retorna-se para o padrão anual de análise nos moldes da Portaria MS 2914 de 2011, que também contempla estes parâmetros.

Antes da determinação de um novo ponto de perfuração, deverá ser verificada a existência e importância de Fontes pontuais com potencial de contaminação de solo e águas subterrâneas descritas no Anexo I da Resolução SES/SERHS/SMA nº 3, de 21 de junho de 2006, além da obrigatória consulta à versão atual na data da nova locação, do Relatório de Áreas Contaminadas - CETESB, pois, como visto, a proximidade com áreas contaminadas pode comprometer a qualidade da água e impor regimes de controle de qualidade mais rigorosos, que elevarão o custo operacional. Além disso, em última instância, pode impedir o uso do recurso hídrico subterrâneo.

Todas as áreas contaminadas e remediadas no município de Bariri (CETESB, 2012), estão relacionadas no ANEXO 2, com todas as informações disponíveis.

4.5 ABANDONO DE POÇOS E TAMPONAMENTO

O abandono de poços e o não tamponamento também são fatores relevantes na contaminação de poços e aquíferos, uma vez que podem comunicar aquíferos que antes não se comunicavam e promover o transporte de contaminantes.

O abandono de poços deve ser uma medida estruturada e planejada. Deve-se antes realizar a manutenção dos mesmos e promover a adequada desincrustação química, principalmente quando as características da água favorecerem a inscrustação, como ocorre em Bariri. No caso de queda de bombas e de outros equipamentos ou rompimentos que causem danos estruturais irreversíveis essas atividades não podem ser executadas.

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

O Poço Barracão da Prefeitura, que se encontra fora de operação há aproximadamente cinco anos e está a aproximadamente 200 m de uma área decretada como contaminada pela CETESB, deve ser tamponado o mais breve possível.

Como não foi disponibilizado o perfil Geológico Construtivo do poço, baseado na profundidade geológica esperada, recomendam-se os procedimentos para tamponamento do mesmo:

- 1 - Injetar bactericida não clorado pelo tubo de medição de nível (15 litros de FERBAX);
- 2 - Retirar o conjunto bombeador instalado;
- 3 - Aplicar 500 litros de água limpa no poço a fim de forçar a entrada do bactericida no aquífero;
- 4 - Como o poço possui um "colar de cimento" ao redor do tubo, pode-se trazer a cimentação até este nível do topo do "colar";
- 5 - Preencher o poço com brita lavada até seis metros abaixo do nível da laje de proteção;
- 6 - Preencher com argamassa de areia e cimento 3:1, até o nível do topo do "colar".

Os procedimentos básicos para tamponamento de poços, em condições variáveis, em função dos aquíferos explorados, estão resumidos nas Figuras 4.34 a 4.37.

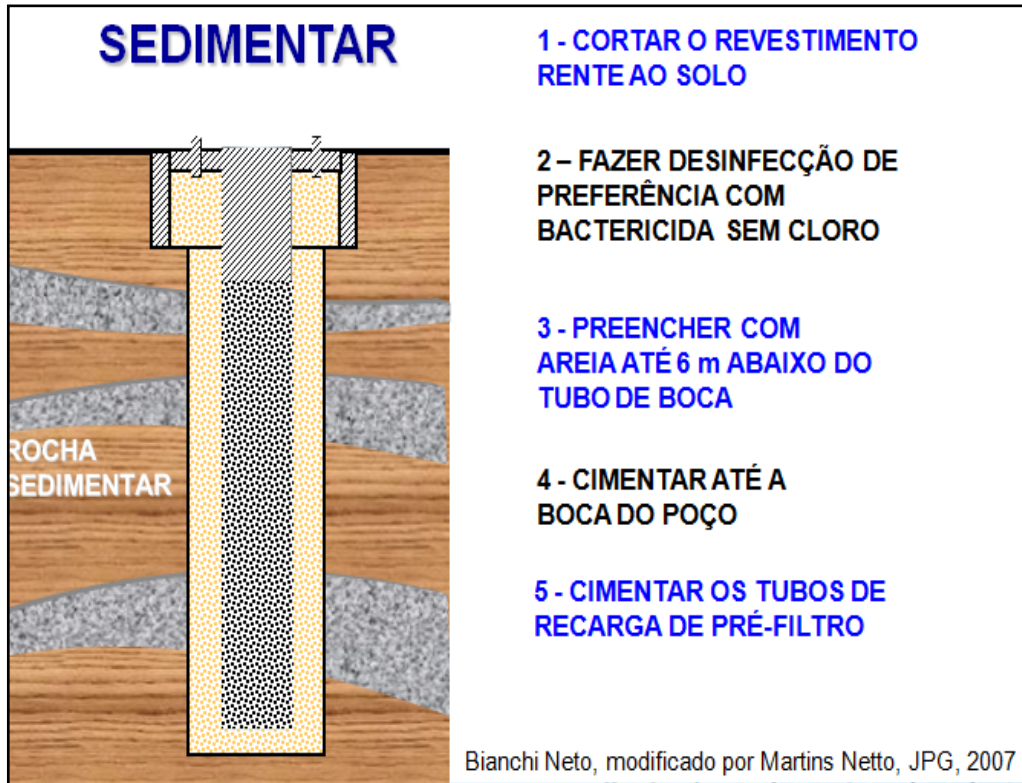


Figura 4.34 - Procedimentos para Tamponamento de Poços de Sedimento

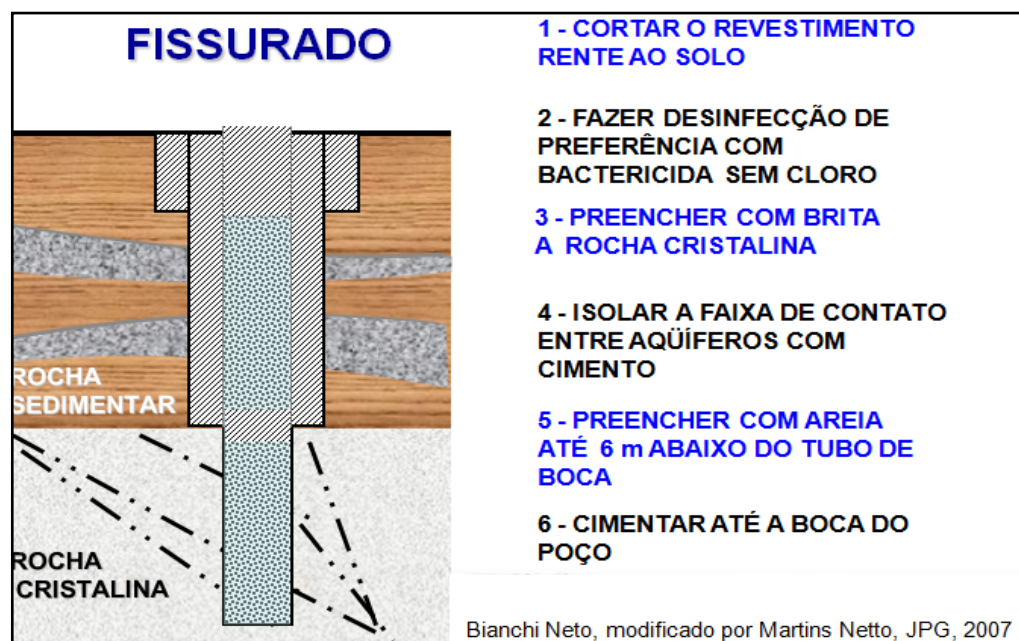


Figura 4.35 - Procedimentos para Tamponamento de Poços de Rocha



Figura 4.36 - Procedimentos para Tamponamento de Poços Mistos (Sedimento e Rocha)

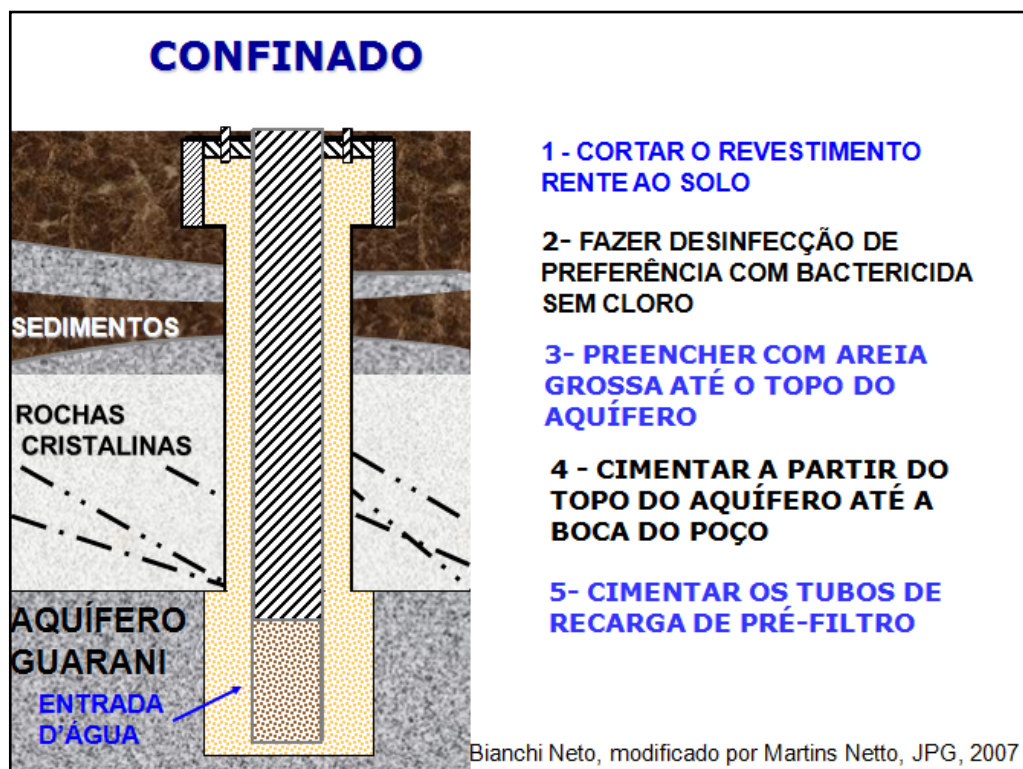


Figura 4.37 - Procedimentos para Tamponamento de Poços no Guarani confinado

4.6 QUALIDADE DA ÁGUA DOS POÇOS

A avaliação foi feita com base nos dados disponíveis para os poços P3, P4, P5 e P6. Os parâmetros analisados foram os estabelecidos pela Portaria MS 2914 de 2011, para água potável e não foi encontrada nenhuma anormalidade.

A realização de novas análises, incluindo os poços mais novos (P7 e P8) está prevista para o início do ano de 2014.

O nitrato é o contaminante de maior ocorrência em aquíferos no mundo. Estudos hidrogeológicos desenvolvidos pelo IG/SMA, IGc/USP e CETESB têm detectado esse contaminante extensivamente nos aquíferos paulistas (IG, 2011), com grandes ocorrências no Aquífero Bauru.

Como o Bauru "capeia" o Basalto Serra Geral no Município, o nitrato foi avaliado isoladamente, mas não demonstrou qualquer elevação, estando abaixo do limite de detecção de 0,005 mg/L nas quatro análises de 2013, até porque os poços do SAEMBA não captam água nesse aquífero, em função da proteção que o Serra Geral oferece por sua impermeabilidade; e pela atuação confinante que o Serra Geral proporciona ao Aquífero Guarani no Município.

Os resultados das amostras de água coletadas nos poços P3, P4, P5 e P6 em 2013 são apresentados nas Tabelas 4.4 a 4.11.

Tabela 4.4 - Parâmetros Microbiológicos da água dos poços P3 a P6 (Anexo I da Portaria 2.914/2011)

| Parâmetro | P3 | P4 | P5 | P6 | VMP |
|-------------------------------|----|----|----|----|----------|
| Escherichia coli (NMP/100mL) | 0 | 0 | 0 | 0 | Ausência |
| Coliformes Totais (NMP/100mL) | 0 | 0 | 0 | 0 | Ausência |

Tabela 4.5 - Parâmetros físico-químicos da água dos poços P3 a P6 (Anexos II a VI da Portaria 2.914/2011)

| Parâmetro | P3 | P4 | P5 | P6 | VMP |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| Temperatura (°C) | 25,97 | 27,85 | 27,98 | 26,24 | - |
| pH | 7,79 | 8 | 7,3 | 7,7 | 6,0 a 9,0 |
| Condutividade (ms/cm) | 0,295 | 0,253 | 0,3 | 0,341 | - |
| O. D. (mg/L) | 7,04 | 7,8 | 7,5 | 6,1 | - |
| Potencial Redox | 314 | 387 | 291 | 355 | - |
| Cloro Livre (mg/L) | 0,58 | 0,83 | 0,89 | 0,96 | 5 |
| Fluoreto (mg/L) | 0,05 | 0,09 | 0,4 | 0,23 | 1,5 |

Tabela 4.6 – Parâmetros Inorgânicos da água dos poços P3 a P6 (Anexo VII da Portaria 2.914/2011)

| Parâmetro | P3 | P4 | P5 | P6 | Limite de detecção | VMP |
|-------------------------|-----|-----|-----|-----|--------------------|-------|
| Antimônio (mg/L) | <LD | <LD | <LD | <LD | 0,003 | 0,005 |
| Arsênio (As) (µg/L) | <LD | <LD | <LD | <LD | 0,002 | 0,001 |
| Bário (Ba) (mg/L) | <LD | <LD | <LD | <LD | 0,2 | 0,7 |
| Cádmio (Cd) (mg/L) | <LD | <LD | <LD | <LD | 0,002 | 0,005 |
| Chumbo (Pb) (mg/L) | <LD | <LD | <LD | <LD | 0,003 | 0,01 |
| Cianeto (mg/L) | <LD | <LD | <LD | <LD | 0,005 | 0,07 |
| Cobre (mg/L) | <LD | <LD | <LD | <LD | 0,005 | 2 |
| Cromo (Cr) (mg/L) | <LD | <LD | <LD | <LD | 0,002 | 0,05 |
| Fluoreto (mg/L) | <LD | <LD | <LD | <LD | 0,005 | 1,5 |
| Mercúrio (Hg) (mg/L) | <LD | <LD | <LD | <LD | 0,001 | 0,001 |
| Níquel (mg/L) | <LD | <LD | <LD | <LD | 0,005 | 0,07 |
| Nitrato (mg/L)(Como N) | <LD | <LD | <LD | <LD | 0,005 | 10 |
| Nitrito (mg/L) (Como N) | <LD | <LD | <LD | <LD | 0,006 | 1 |
| Selênio (mg/L) | <LD | <LD | <LD | <LD | 0,002 | 0,01 |
| Urânio (mg/L) | <LD | <LD | <LD | <LD | 0,02 | 0,03 |

Tabela 4.7 - Parâmetros Orgânicos da água dos poços P3 a P6 (Anexo VII da Portaria 2.914/2011)

| Parâmetro | P3 | P4 | P5 | P6 | VMP |
|---------------------------------------|---------|---------|---------|---------|-----|
| Acrilamida (µg/L) | < 0,006 | < 0,006 | < 0,006 | < 0,006 | 0,5 |
| Benzeno(µg/L) | < 0,002 | < 0,002 | < 0,002 | < 0,002 | 5 |
| Benzeno[a]pireno (µg/L) | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | 0,7 |
| Cloreto de Vinila (µg/L) | < 0,006 | < 0,006 | < 0,006 | < 0,006 | 2 |
| 1,2 Dicloroetano (µg/L) | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | 10 |
| 1,2 Dicloroetano (µg/L) | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | 30 |
| 1,2 Dicloroetano (µg/L) (cis + trans) | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | 50 |
| Diclorometano (µg/L) | < 0,002 | < 0,002 | < 0,002 | < 0,002 | 20 |
| Di(2-etilhexil) ftalato (µg/L) | < 0,002 | < 0,002 | < 0,002 | < 0,002 | 8 |
| Estireno (µg/L) | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | 20 |
| Pentaclorofenol (µg/L) | < 0,002 | < 0,002 | < 0,002 | < 0,002 | 9 |
| Tetracloroeto de Carbono (µg/L) | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | 4 |
| Tetracloroetano (µg/L) | < 0,002 | < 0,002 | < 0,002 | < 0,002 | 40 |
| Triclorobenzenos (µg/L) | < 0,003 | < 0,003 | < 0,003 | < 0,003 | 20 |
| Tricloroetano (µg/L) | < 0,002 | < 0,002 | < 0,002 | < 0,002 | 20 |
| 2,4 D + 2,4,5 T (µg/L) | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | 30 |

Tabela 4.8 - Agrotóxicos na água dos poços P3 a P6 (continuação do Anexo VII da Portaria 2.914/2011)

| Parâmetro | P3 | P4 | P5 | P6 | VMP |
|---|---------|---------|---------|---------|------|
| 2,4 D + 2,4,5 T (µg/L) | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | 30 |
| Alaclor (µg/L) | < 0,3 | < 0,3 | < 0,3 | < 0,3 | 20 |
| Aldicabre + Aldicarbesulfona + Aldicarbesufóxido (µg/L) | < 0,3 | < 0,3 | < 0,3 | < 0,3 | 10 |
| Aldrin e Dieldrin (µg/L) | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | 0,03 |
| Atrazina (µg/L) | < 0,7 | < 0,7 | < 0,7 | < 0,7 | 2 |
| Carbendazim + benomil (µg/L) | < 0,7 | < 0,7 | < 0,7 | < 0,7 | 120 |
| Bentazona (µg/L) | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | 300 |
| Carbofurano (µg/L) | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | 7 |
| Clordano (µg/L) | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | 0,2 |
| Clorpirifós + clorpirifós-oxon (µg/L) | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | 30 |
| DDT+DDD+DDE (µg/L) | < 0,002 | < 0,002 | < 0,002 | < 0,002 | 1 |
| Diuron (µg/L) | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | 90 |
| Endossulfan (µg/L) | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | 20 |
| Endrin (µg/L) | < 0,3 | < 0,3 | < 0,3 | < 0,3 | 0,6 |
| Glifosfato (µg/L) | < 150 | < 150 | < 150 | < 150 | 500 |
| Lindano (µg/L) | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | 2 |
| Mancozebe (µg/L) | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | 180 |
| Metamidófos (µg/L) | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | 12 |
| Metolaclo (µg/L) | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | 10 |
| Molinato (µg/L) | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | 6 |
| Parationa Metílica (µg/L) | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | 9 |
| Pendimentalina (µg/L) | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | 20 |
| Permetrina (µg/L) | < 0,06 | < 0,06 | < 0,06 | < 0,06 | 20 |
| Profenófos (µg/L) | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | 60 |
| Simazina (µg/L) | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | 2 |
| Tebuconazol (µg/L) | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | 180 |
| Terbufós (µg/L) | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | 1,2 |
| Trifluralina (µg/L) | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | 20 |

Tabela 4.9 – Desinfetantes e Produtos Secundários da Desinfecção da água dos poços P3 a P6 (Anexo VII da Portaria 2.914/2011)

| Parâmetro | P3 | P4 | P5 | P6 | VMP |
|----------------------------------|---------|---------|---------|---------|------|
| Ácidos holoacéticos total (mg/L) | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | 0,08 |
| Bromato (mg/L) | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | 0,01 |
| Cloraminas Total (mg/L) | < 0,002 | < 0,002 | < 0,002 | < 0,002 | 4 |
| 2,4,6 Triclorofenol (mg/L) | < 0,002 | < 0,002 | < 0,002 | < 0,002 | 0,2 |
| Trihalometanos Total (mg/L) | 0,016 | 0,01 | 0,013 | 0,023 | 0,1 |

Tabela 4.10 - Cianotoxinas na água dos poços P3 a P6 (Anexo VIII da Portaria 2.914/2011)

| Parâmetro | P3 | P4 | P5 | P6 | VMP |
|----------------------|----|----|----|----|-----|
| Microcistinas (µg/L) | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Saxitoxinas (µg/L) | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |

Tabela 4.11 - Organolépticos da água dos poços P3 a P6 (Tabela X da Portaria 2.914/2011)

| Parâmetro | P3 | P4 | P5 | P6 | VMP |
|---------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Alumínio (mg/L) | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | 0,2 |
| Amônia (como NH ₃) (mg/L) | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | 1,5 |
| Cloreto (mg/L) | 5,22 | 5,22 | 6,4 | 5,78 | 250 |
| Cor Aparente (uH) | 0 | 2 | 0 | 1 | 15 |
| 1,2 diclorobenzeno (mg/L) | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | 0,01 |
| 1,4 diclorobenzeno (mg/L) | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | 0,03 |
| Dureza total (mg/L) | 2,78 | 4,77 | 9,8 | 3,27 | 500 |
| Etilbenzeno (mg/L) | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | 0,2 |
| Ferro (mg/L) | 0,09 | 0,08 | 0,117 | 0,05 | 0,3 |
| Manganês (mg/L) | < 0,008 | < 0,008 | < 0,008 | < 0,008 | 0,1 |
| Monoclorobenzeno (mg/L) | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | 0,12 |
| Odor (mg/L) | Não Objetável | Não Objetável | Não Objetável | Não Objetável | Não Objetável |
| Gosto (mg/L) | Não Objetável | Não Objetável | Não Objetável | Não Objetável | Não Objetável |
| Sódio (mg/L) | 3,01 | 2,74 | 5,23 | 3,74 | 200 |
| Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L) | 0,188 | 0,191 | 0,191 | 0,217 | 1000 |
| Sulfato (mg/L) | 0,107 | 0,198 | 1,16 | 0,194 | 250 |
| Sulfeto de Hidrogênio (mg/L) | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | 0,1 |
| Surfactantes (mg/L) | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | 0,5 |
| Tolueno (mg/L) | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | 0,17 |
| Turbidez (mg/L) | 0,4 | 0,48 | 2,09 | 0 | 5 |
| Zinco (mg/L) | 0,16 | 0,27 | 0,22 | 0,21 | 5 |
| Xileno (mg/L) | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | 0,3 |

4.6.1 Coleta de Água em Poços

A coleta de água de um poço deve ser feita de maneira cuidadosa, uma vez que qualquer alteração no momento da coleta pode resultar, por exemplo, em valores anômalos para metais, e contaminantes, além de promover fortes alterações na cor e na turbidez.

O momento da coleta deve ser adequadamente estipulado de modo a proporcionar uma amostra representativa e com resultado confiável. Logo que um poço começa a ser operado, ocorre

um forte rebaixamento, que afeta a produção da água que está armazenada. Tal situação não representa a condição hidroquímica real da água no aquífero. Desta forma, para se fazer uma coleta adequada, deve-se aguardar um tempo mínimo de seis horas em operação contínua do poço para obtenção de uma amostra fidedigna.

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

O esquema da Figura 4.38 demonstra de forma simplificada os procedimentos básicos para coleta de água em poços.

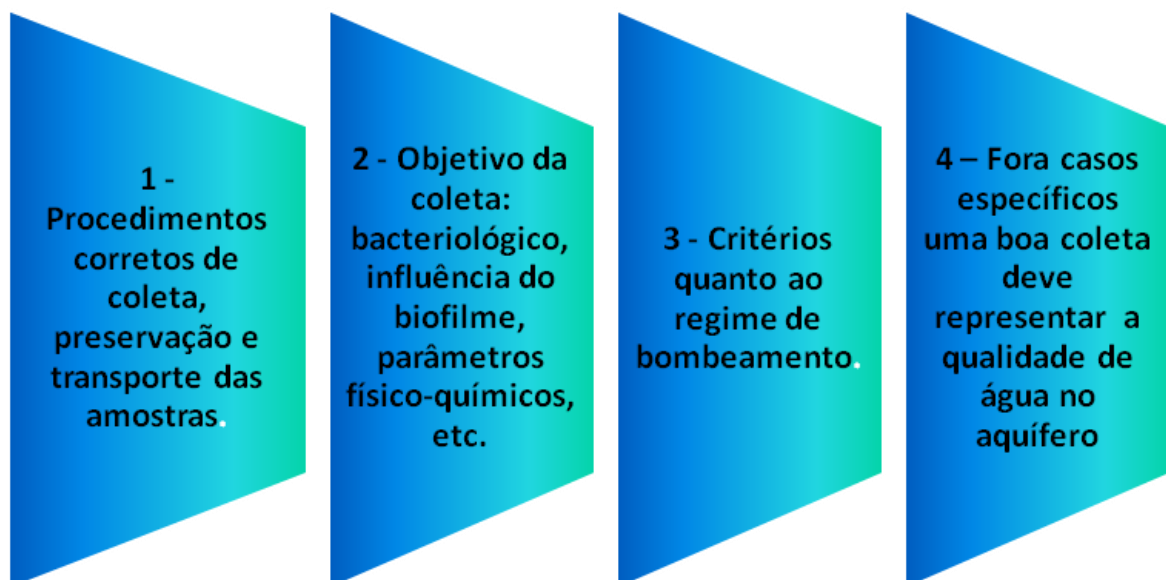


Figura 4.38 - Procedimentos básicos para coleta de água em poços

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

4.7 CONTROLE OPERACIONAL

O controle Operacional é fundamental para o bom funcionamento do sistema, através do qual é possível prever problemas futuros, projetar novas obras, programar verbas de investimentos e criar programas adequados de manutenção.



Abaixo estão relacionados itens para o Cadastramento dos poços e conjuntos bombeadores, assim como medidas que devem ser realizadas, para se criar um histórico da operação dos poços e controle operacional.

CADASTRO DOS POÇOS

- Empresa perfuradora;
- Ano;
- Vazão;
- Nível Estático (NE);
- Nível Dinâmico (ND);
- Profundidade;
- Filtros;
- Formação (Embasamento Cristalino, Bauru, Guarani, etc.);
- Perfil Geológico e Construtivo completo;
- Dados do teste de vazão.

CADASTRO DOS EQUIPAMENTOS DE BOMBEAMENTO

- Nº do Bem Patrimonial;
- Marca;
- Modelo;
- Potência;
- Tensão;
- No. Motor e bomba;
- Custo de aquisição;
- Diâmetro do equipamento;
- Localização (poço, estoque, manutenção).

RELATÓRIOS GERADOS

- Movimento mensal;
- Acompanhamento;
- Relação de bombas;
- Histórico de bombas.

4.7.1 Medições Mensais nos Poços

HORÍMETRO

Importância

- Perfuração de novos poços;
- Aumento / diminuição das horas trabalhadas;
- Troca de equipamentos por maior ou menor vazão.

VOLTÍMETRO

Importância

- Na troca ou compra de equipamento (220/380/440 V);
- Baixa tensão – queima equipamento;
- Regular tap trafo;
- Problemas com a concessionária de energia.

Obs.: As medidas de Tensão da rede Elétrica são muito importantes, pois alterações na Voltagem podem encurtar a vida dos conjuntos bombeadores, e causar sua queima, além de aumentar o consumo de energia por volume de água extraída.

AMPERÍMETRO

Importância

- Antecipar troca de equipamento antes da queima;
- Indica falta de submersão na bomba.

MANÔMETRO

Importância

- Medir a pressão de operação (kgf/cm² ou mca);
- Indica problemas de incrustação nas adutoras;
- Indica problemas de furos na coluna de adução no poço;
- Dá indícios sobre o desgaste do bombeador.

CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

Importância

- Medir a pressão de operação (kgf/cm² ou mca);
- Medir o consumo real de energia em cada poço;
- Faz parte do cálculo de consumo em m³/kWh;



- Aumento / diminuição das horas trabalhadas;
- Troca de equipamentos – maior ou menor vazão;
- Indica a eficiência do sistema (bomba + poço);
- Alteração dos regimes de exploração.

VAZÃO INSTANTÂNEA E PRODUÇÃO MENSAL DE ÁGUA

Importância

- Determinar o volume atual de produção (m^3/h , L/s);
- Determinar a produção mensal ($m^3/mês$);
- Aumento/diminuição das horas trabalhadas;
- Troca de equipamentos – maior ou menor vazão;
- Quanto produz – quanto vende – quanto perde;
- Desempenho do poço, sistema, equipamento.

NÍVEL ESTÁTICO (TRIMESTRAL)

Importância

- Rebaixamento do aquífero;
- Cálculo da vazão específica;
- Recarga do aquífero (recuperação).

Obs.: O nível estático deve sempre ser tomado em conjunto com a informação do tempo em que o poço se encontra paralisado, pois este tem relação com o tempo e até sua completa estabilização pode demonstrar variações importantes.

NÍVEL DINÂMICO

Importância

- Desempenho do aquífero;
- Cálculo da vazão específica;
- Necessidade de manutenção ou perfuração;
- Redimensionamento de equipamentos.

Obs.: Medidas de Níveis dinâmicos devem ser sempre acompanhadas de vazão e vice-versa.

REBAIXAMENTO ESPECÍFICO (CALCULAR COM OS DADOS DE CAMPO)

Importância

- Cálculo do rebaixamento específico (quanto maior, pior o poço);
- Determina a vazão máxima de exploração;
- Tempo de recuperação.

CAPACIDADE ESPECÍFICA (CALCULAR COM OS DADOS DE CAMPO)

$$Q_{\text{esp}} = \frac{Q}{s} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} / \text{m} \right]$$

Importância

- Indicador do rendimento do Aquífero;
- Cálculo de ND para determinada vazão;
- Quanto maior melhor;
- Necessidade de manutenção;
- Possibilidade de aumento de vazão.

A falta de Controle Operacional:

- Afeta a capacidade de produção de água;
- Desestabiliza a operação;
- Acentua o processo de exaustão dos poços e aquíferos;
- Requer medidas emergenciais e de alto custo.

4.8 OPERAÇÃO E CUSTO OPERACIONAL

4.8.1 Operação

Estabelecer regimes de bombeamento, considerando as demandas de pico de consumo de água, reservação, distribuição, faixas de custo de energia, e demais itens do sistema não é tarefa simples, mas ajustes na operação dos poços trazem os benefícios de preservação da capacidade de produção de água e redução dos valores gastos com energia elétrica, além de também contribuir para redução de perdas no sistema.

Por se tratar de um sistema relativamente pequeno, a operação dos poços não é complicada, e vem sendo efetuada de maneira correta. Com a implementação das medidas de Controle Operacional, o sistema deverá ficar totalmente monitorado e, dessa forma, poderão ser tomadas as medidas preventivas quanto à manutenção, trocas de bomba, aumento de demandas e demais itens do sistema como um todo.

4.8.2 Regime de Operação

De acordo a literatura, o regime máximo de exploração recomendado para os poços é de 20 h/dia, valor também determinado pela Instrução Técnica DPO nº 006, do Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo - DAEE, atualizada em 03 de Agosto de 2012, a qual propõe no Artigo Segundo - Condições Gerais, Item 2.2:

"2.2 - O DAEE não emitirá outorgas de recursos hídricos subterrâneos para períodos de bombeamento superiores a 20 horas por dia, no interesse da preservação, conservação e manutenção do equilíbrio hidrodinâmico das águas subterrâneas."

Fora a condição de exploração do Poço 5, que é jorrante e opera 24 horas por dia, os demais têm trabalhado abaixo das 20 horas máximas permitidas. Os poços 3, 6 e 7 operam em regime de 17 horas por dia, das 6h às 23h, cujo funcionamento é controlado por *timer* ajustável. Os Poços 4 e 8 têm operado em média 14 horas por dia, e seu funcionamento está sendo comandado pelos níveis dos reservatórios.

Os regimes de bombeamento estão plotados no gráfico seguinte (Figura 4.39), sendo que a média considerada excluiu o Poço 5, que opera com regime contínuo.

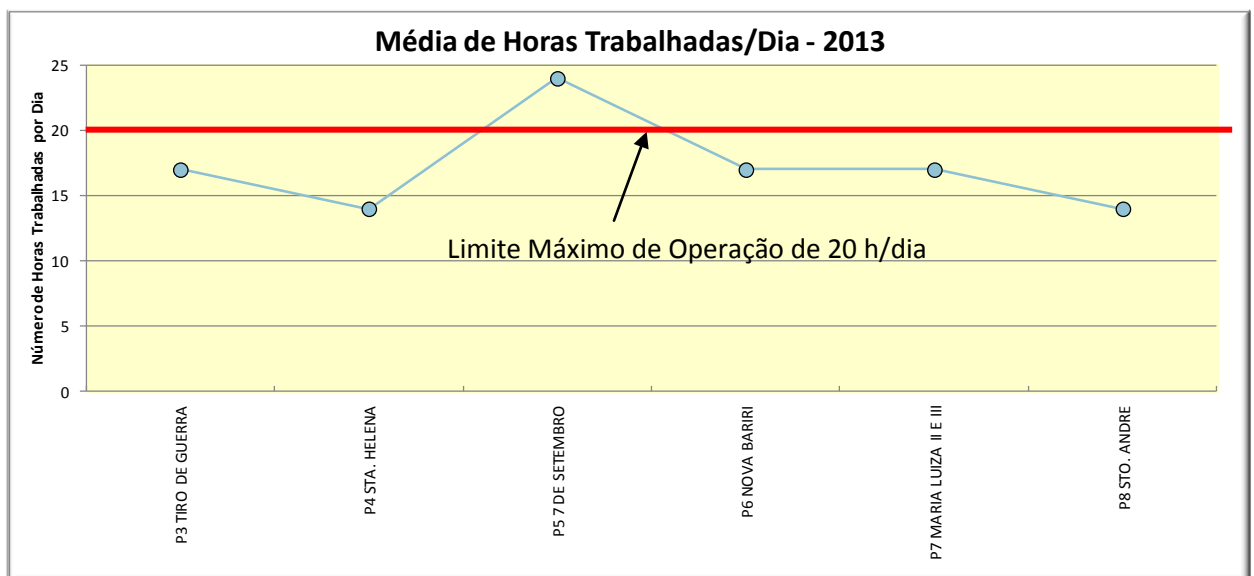


Figura 4.39 - Tempo médio de operação dos Poços em 2013.

4.8.3 Consumo de Energia Elétrica nos Poços

O consumo de energia elétrica está sempre posicionado como o primeiro ou segundo item de maior peso no custo dos Sistemas de Abastecimento e Água. Neste sentido, medidas que possam representar reduções são de extrema importância.

Para cálculo de médias, limites e padrões para os consumos de energia dos poços, foram plotados os consumos de energia em kW/m³ de água produzida por todos os poços, conforme a Figura 4.40.

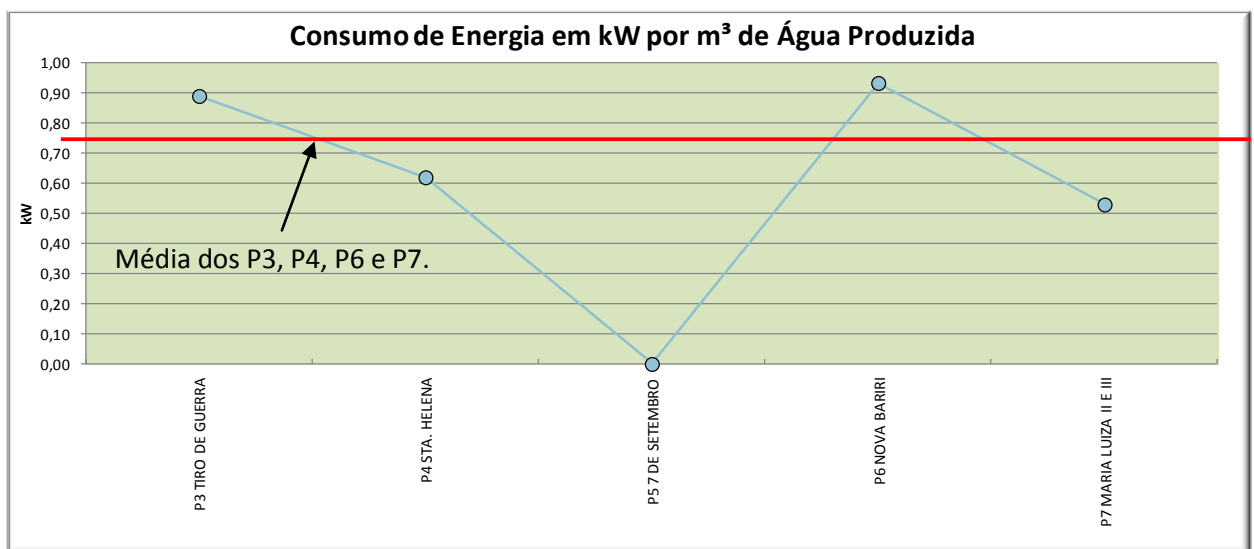


Figura 4.40 - Consumo de Energia em kW/m³ de água produzida nos poços em Bariri (dados de 2013)

Para estabelecer o valor médio do custo do kW, a ser aplicado ao consumo em R\$/m³, foi utilizada a somatória de custos de todos os poços, (considerando todas as faixas e variações de utilização), dividido pela produção total de água/dia, que resultou o custo médio de R\$ 0,311/kW de energia elétrica para os poços. Neste número, foi considerado somente o valor efetivamente pago, não sendo considerada qualquer possível recuperação tributária.

Por sua vez, o consumo médio dos Poços 3, 4, 6 e 7 em kW/m³ de água explorada, foi de 0,744 kW/m³, que multiplicado pelo valor de R\$ 0,311/kW resulta em um custo médio de energia de R\$ 0,215/m³ de água produzida nos poços.

O Poço 5, foi excluído das médias por ser jorrante e sua produção, na vazão atual, se dá sem o consumo de energia elétrica.

O Poço 8 não dispunha de informações sobre seu consumo de energia elétrica.

O custo em R\$/m³ de água produzida, para cada poço individualmente, está representado na Figura 4.41.

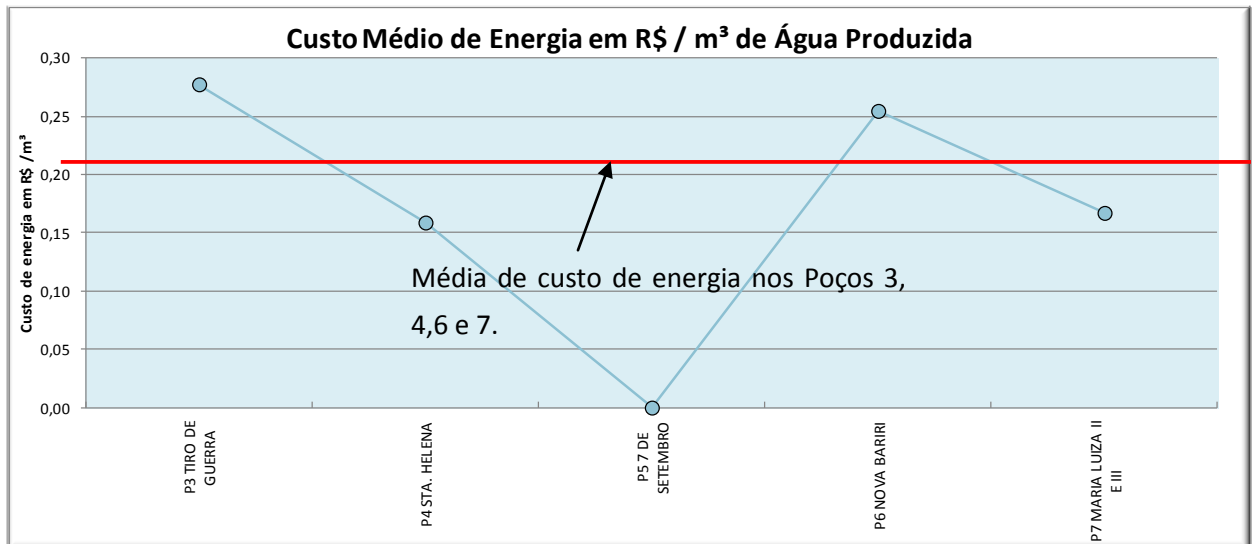


Figura 4.41 - Custo Médio de Energia para da Produção de Água dos Poços em R\$/m³

O Poço 6 Nova Bariri apresenta o maior consumo de energia por m³ e, assim, seu conjunto bombeador, marca Ebara Modelo 516-15/380 V, foi avaliado e no ponto atual com vazão de 36 m³/h e Nível Dinâmico a 113,3 m, este conjunto é adequado, e se encontra na faixa de seu maior rendimento, da ordem de 60%. O fato de ter maior consumo de energia está relacionado com ao nível dinâmico que é o mais baixo de todos os poços, resultando em maior altura manométrica dos conjuntos bombeadores.

4.8.4 Conjuntos Bombeadores Atuais, de Reserva e Novas Aquisições

Ajustes no sistema e trocas de bombas podem representar redução do consumo de energia elétrica. O controle operacional também influencia nesse ponto, como por exemplo, a leitura simples da Amperagem, que pode indicar desgaste nos motores e bombeadores.

A disponibilidade de conjuntos bombeadores reserva para os poços é importante para o correto dimensionamento das bombas a serem substituídas e para atendimento de situações emergenciais.

No momento de aquisição de um novo conjunto bombeador para substituição ou reserva devem-se considerar os dados atuais e se buscar o modelo mais adequado e de maior eficiência energética. Um erro que ocorre com frequência envolvendo usuários de poços é o de instalar o conjunto bombeador disponível no momento do problema, que pode acarretar no aumento significativo do consumo de energia ao longo do tempo.

4.8.5 Custo Operacional

Todos os fatores discutidos neste item têm influência sobre o custo de operação de um poço, sendo que estes têm vida longa e qualquer sensível alteração pode representar importantes valores gastos a mais ou a menos, ao longo dos anos. Poços bem construídos e "desenvolvidos" produzem mais água e o custo operacional é menor. O monitoramento e ajustes do sistema também reduzem o custo operacional, bem como as manutenções preventivas, que permitem maior produção de água e aumento de faturamento.

Para cálculo de custo operacional dos poços, foram considerados o custo médio de energia elétrica e os custos estimados de manutenção dos poços. Desconsideraram-se os gastos com mão-de-obra e com tratamento da água.

A Tabela 4.12 apresenta a estimativa dos custos com manutenção e desincrustação química dos poços, que deverão ser realizada a cada dois anos.

Tabela 4.12- Estimativa de Custos para Manutenções/Desincrustações Químicas

| Poço | Ano perfuração | Profundidade (m) | Vazão (m ³ /h) | Custo estimado para Manutenção/Desincrustação |
|---------------------------|----------------|------------------|---------------------------|---|
| P3 - Tiro de Guerra | 1987 | 120 | 40,2 | R\$ 25.000,00 |
| P4 - Santa Helena | 1988 | 400 | 220 | R\$ 100.000,00 |
| P5 - 7 de Setembro | 1976 | 145 | 40 | R\$ 30.000,00 |
| P6 - Nova Bariri | 2008 | 185 | 36 | R\$ 30.000,00 |
| P7 - Maria Luiza II e III | 2012 | 252 | 26,7 | R\$ 30.000,00 |
| P8 - Santo André | 2013 | 204 | 28,6 | R\$ 25.000,00 |
| Total | | | | R\$ 240.000,00 |
| Total/ano (2 anos) | | | | R\$ 120.000,00 |
| Total/mês | | | | R\$ 10.000,00 |

Com base na Tabela 4.12 e considerando a produção média de água nos poços de 2.205.987m³/ano, tem-se o custo médio de manutenção/desincrustação, que é igual a R\$ 0,054/m³. Somando a esse valor os gastos médios com energia elétrica (R\$0,215/m³), obtém-se o custo operacional de R\$ 0,269/m³.

4.9 MANUTENÇÃO E REABILITAÇÃO DE POÇOS

Durante a operação normal dos poços, a água sofre alterações de pH, temperatura e pressão no momento que entra nos poços. Estas alterações geram precipitações e corrosão, em diferentes intensidades que dependem da composição hidroquímica da água.

Muitas vezes estas incrustações não são percebidas imediatamente, porém seu acúmulo ao longo do tempo causa problemas de redução da produção de água e alterações de qualidade.

Com a redução de vazão e o rebaixamento dos níveis, os conjuntos bombeadores saem de seus pontos máximos de rendimento, para os quais foram projetados. Com a queda de rendimento dos conjuntos bombeadores, ocorre aumento do consumo de energia elétrica por m³ de água explorada em um poço.

Outro fato que deve ser ressaltado, e que tem indicado a execução dos trabalhos de reabilitação, é a redução do fornecimento de água. Populações e regiões abastecidas por sistemas que dependem de poços, com a perda de vazão, acabam sofrendo as consequências pela falta de manutenção preventiva.

Um problema comum decorre do fato que as manutenções são efetuadas, na maioria dos casos, somente de forma corretiva, com prejuízos aos sistemas e aos próprios poços, que podem ter seu fim decretado de forma prematura, por falta de manutenção.

A manutenção nos poços deve ser vista como ferramenta para garantir o abastecimento de água e para manter sua vazão. As manutenções não devem ser tratadas somente como um custo adicional. Na verdade, o investimento recuperado em curto prazo, que se dá através da redução do consumo de energia elétrica e da venda de água nos Sistemas de Abastecimento.

Nenhum estudo de implantação de programas de manutenção pode ser devidamente efetuado sem a consideração dos custos envolvidos. Esses são, na verdade, os fatores determinantes na escolha entre os diversos programas manutenções, e na execução dos mesmos. Os custos envolvidos devem considerar sempre os fatores associados, como a perda da produção de água e faturamento, e principalmente a falta de abastecimento das populações e negócios.

O tempo de necessário para realização das manutenções é determinado em função da profundidade dos poços, conforme mostrado na Tabela 4.13.

Tabela 4.13 - Tempo necessário para manutenção de poços

| Profundidade | Tempo de Manutenção |
|----------------|---------------------|
| 100 a 200 m | 3 a 5 dias |
| 300 a 400 m | 4 a 6 dias |
| Mais que 400 m | 5 a 10 dias |

4.9.1 Diferenças

A manutenção dos poços não se restringe à troca de bombas. De maneira simplificada a manutenção e reabilitação de poços são processos que visam à remoção de incrustações de origem orgânica ou inorgânica, a fim de se manter ou recuperar a capacidade inicial de produção de água.



Manutenções nos conjuntos bombadores visam reparar desgastes ou danos nas bombas, e problemas elétricos nos motores.

Exemplos de manutenções usuais são:

- Troca de bomba;
- Substituição de tubulações;
- Manutenções em poços que ainda não apresentaram problemas significativos, visando remover incrustações e não permitir o avanço dos problemas (preventivo).

Exemplos de reabilitação/desincrustação química são:

- Processos de desincrustação química para remoção de incrustações mais profundas, reabilitação de vazão e qualidade (corretivo);
- Intervenções em poços rompidos.

4.9.2 Fatos sobre a Manutenção de Poços

Em resumo, as principais considerações a respeito da manutenção dos poços são:

- A manutenção preventiva é mais barata do que a corretiva;
- As manutenções corretivas são realizadas em caráter emergencial, por falta de manutenções preventivas (fora casos de raios, sobrecarga e outros acidentes) e tem custo muito superior quando comparadas as manutenções preventivas;
- Usualmente não são realizadas de forma adequada, por falta de tempo ou disponibilidade de recurso;
- O controle sistemático da manutenção é considerado um ponto alto de redução de custos operacionais;
- O dinheiro aplicado em programas de manutenção é, na verdade, um investimento, que proporciona redução nos custos operacionais e grande possibilidade de retorno de investimentos.

O programa de manutenção adequado alonga os intervalos entre as operações, além de:

- Aumentar a produção de água;
- Diminuir os custos nas paralisações;
- Reduzir o consumo de energia elétrica;
- Melhorar a qualidade da água;
- Minimizar custos de tratamento;
- Alongar a vida dos equipamentos;

- Diminuir a necessidade de novas perfurações.

Deve-se considerar ainda, para as manutenções não programadas:

- A perda de receita por paralisação dos poços;
- Desabastecimento de populações com forte prejuízo social;
- Dificuldades administrativas para a contratação emergencial.

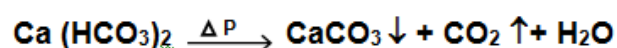
4.9.3 Problemas de Incrustações e Soluções

A percolação da água subterrânea na formação geológica ocorre lentamente, fazendo com que a água permaneça em contato prolongado com os minerais contidos nestes materiais. Este contato é suficientemente prolongado a ponto de proporcionar o equilíbrio entre a água contendo sais minerais dissolvidos e o meio ambiente. Em determinada condição, mantém-se em solução a quantidade exata de um ou mais minerais. Qualquer perturbação destas condições desequilibra o sistema de solução, resultando na precipitação de materiais insolúveis (CETESB, 1978; DRISCOLL, 1995).

As características das águas do Aquífero Guarani têm demonstrado forte capacidade de incrustações nos poços, pela precipitação de carbonatos de cálcio. Os carbonatos são sais inorgânicos ou seus respectivos minerais que apresentam na sua composição química o íon carbonato CO_3^{-2} .

Quanto ao cálcio, seu teor nas águas subterrâneas varia, de uma forma geral, de 10 a 100 mg/L, podendo atingir 250 a 300 mg/l em determinadas regiões. As principais fontes de cálcio são os plagioclásios cálcicos, calcita, dolomita, apatita, entre outros.

O carbonato de cálcio é pouco solúvel em água; dessa forma, o cálcio se apresenta nas águas na forma de bicarbonato, com a solubilidade em função da quantidade do CO_2 presente. Por sua vez, a quantidade de CO_2 dissolvida depende da temperatura e da pressão, que são fatores que determinam a solubilidade do bicarbonato de cálcio, ocasionando variações que ora levam à solubilização do carbonato de cálcio, ora levam à sua precipitação, conforme reação a seguir:



Em que Δp é variação de pressão.

Para a remoção das incrustações formadas pelo carbonato de cálcio, faz-se necessária a quebra destas moléculas e a manutenção dos íons solúveis, possibilitando na sequência as suas remoções. Estes processos são tratados como desincrustação química dos poços.



Para solução dos problemas de incrustação nos poços, têm sido utilizados agentes desincrustantes a base de ortofosfatos de características ácidas, que tem demonstrado real capacidade de solubilizar os depósitos de carbonato de cálcio com grande velocidade e segurança, sem agredir os metais do poço, mantendo o pH baixo e os íons metálicos solúveis, possibilitando suas remoções, com excelentes resultados de recuperação de vazão nos poços.

Para o eficiente processo de desincrustação química, considera-se a capacidade do agente de solubilizar as incrustações, sem agredir o poço, e relação massa x massa, ou seja, a quantidade de desincrustante necessária para a quantidade de incrustações que o poço apresenta.

Os agentes utilizados devem ainda ser:

- Certificados;
- Isentos de metais pesados;
- Possuir certificados de produtos não tóxicos;
- Seguros para os usuários, poços e meio ambiente.

Produtos como os ácidos clorídrico e muriático podem ser fontes de contaminações e oferecem sérios riscos de manuseio, de aplicação e pode danificar o poço de forma irreversível.

Associados ao agente desincrustante, podem ser utilizados processos mecânicos ou hidráulicos (pistoneamento, jateamento, escovação, "Air Lift") que potencializam a sua ação, com o aprofundamento na Formação Geológica.

Com a evolução dos desincrustantes para ortofosfatos de características ácidas, os processos passaram a ser mais químicos do que mecânicos. Nos processos mais antigos, em que agentes mais fracos a base de ácido cítrico ou carbônico eram aplicados, usava-se a ação mecânica/hidráulica mais intensa. Em alguns casos, os poços não resistiam a estas ações e eram perdidos.

Para demonstrar o que se pode ser feito atualmente no que diz respeito à desincrustação química de poços, são apresentados dois exemplos a seguir, dos poços da SABESP P15 e P18 no município de Fernandópolis, SP. Estes poços possuem profundidades de 1460 m e de 1605 m, exploram o aquífero Guarani e apresentavam incrustações que foram removidas por processos de desincrustação química com a utilização de ortofosfatos de características ácidas.

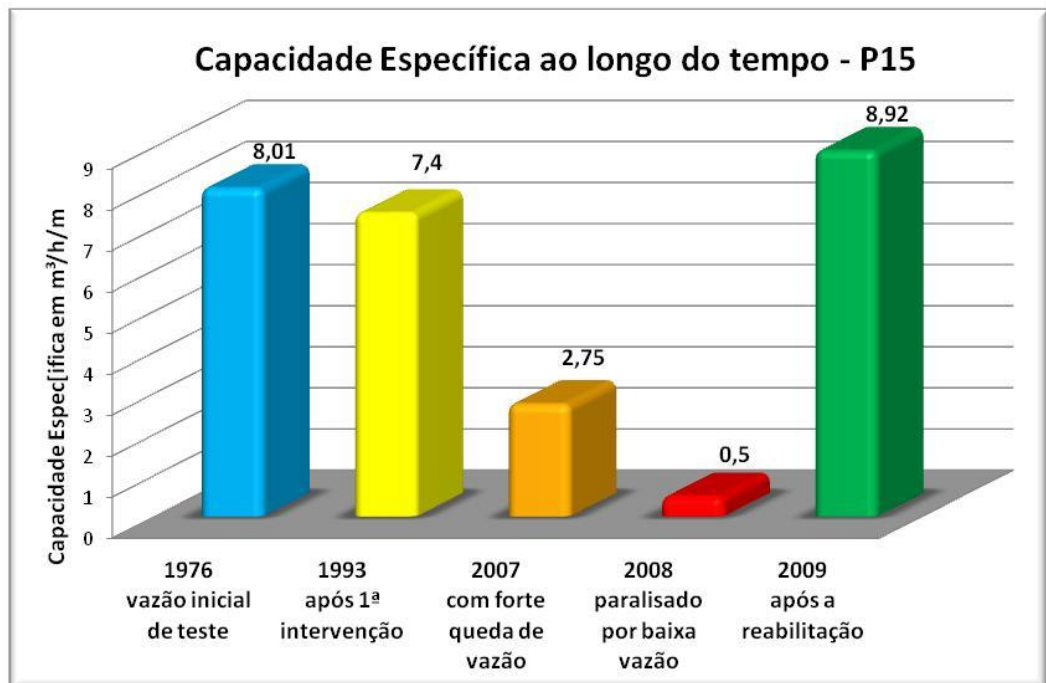


Figura 4.42 - Capacidade Específica em m³/h/m do poço P15 da SABESP – Fernandópolis ao longo do tempo, com ênfase para os resultados após a desincrustação química em 2009

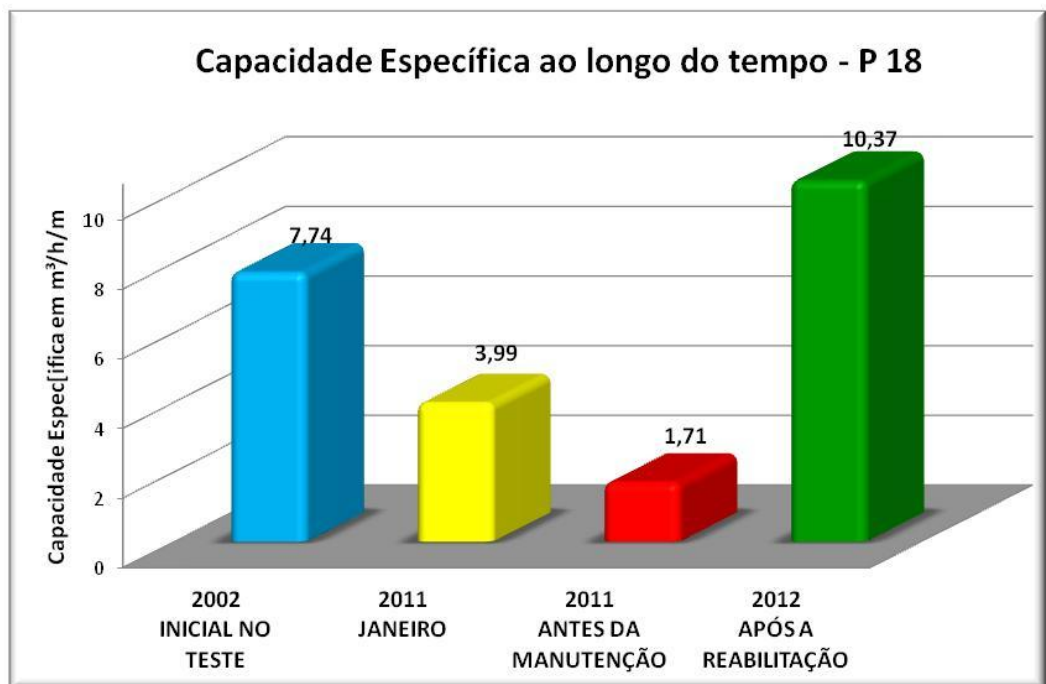


Figura 4.43 - Capacidade Específica em m³/h/m, do P18 – SABESP – Fernandópolis ao longo do tempo, com ênfase a imensa diferença entre “antes” e “após” os trabalhos com *NO RUST*

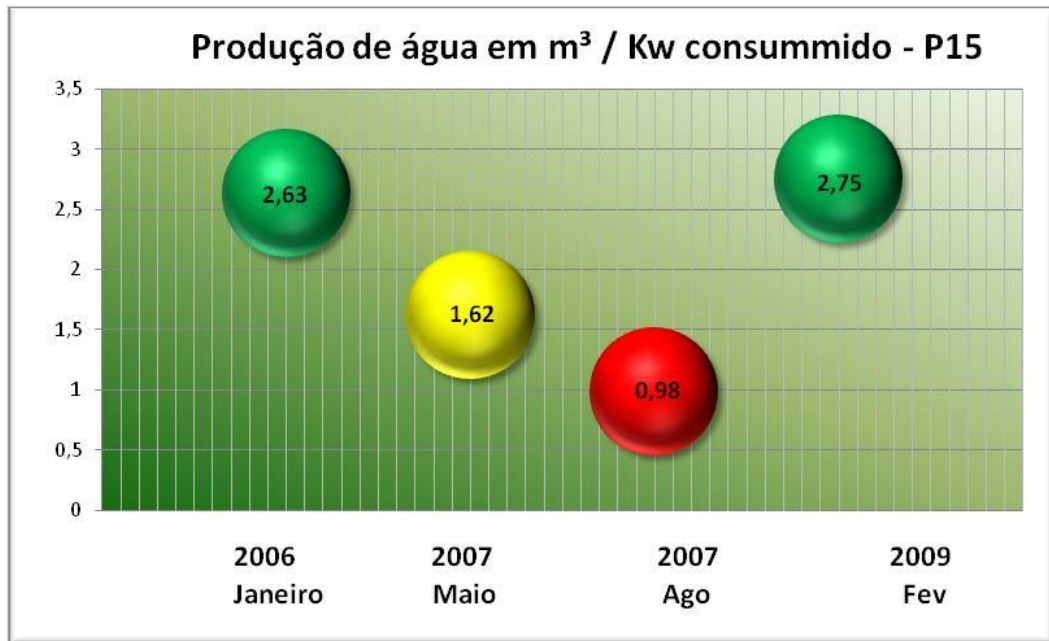


Figura 4.44 - - Produção de água em m³/kW, antes e depois da desincrustação química, para o poço 15, Fernandópolis

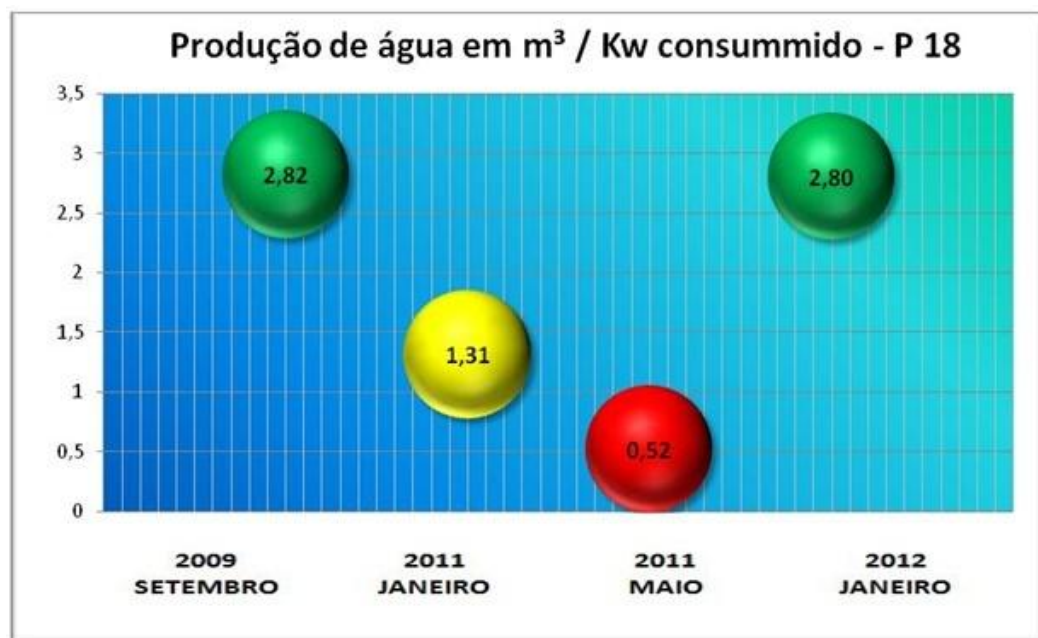


Figura 4.45 - Produção de água em m³/kW, antes e depois da desincrustação química, para o poço 18, Fernandópolis



4.9.4 Frequência de Manutenções

Os programas de manutenção devem ser iniciados pelos poços mais problemáticos, com a separação de 3 a 5 poços a partir do início do programa. Alterações de qualidade da água e redução da vazão produzida são sintomas típicos de que o momento ideal para realização da manutenção passou. De maneira geral, são atribuídos alguns intervalos entre manutenções:

- Poços de rocha: 18 a 24 meses;
- Poços de sedimento: 12 a 18 meses;
- Manutenção das bombas: 10.000 h de operação.

Salienta-se que a manutenção feita de forma correta e com os químicos adequados alonga os intervalos entre as manutenções e reduz os custos de operação.

O acompanhamento mais fácil deve ser feito pela perda da capacidade específica de um poço. Esta avaliação pode demonstrar processos de incrustação em andamento e indicar o momento da desincrustação química. Variações de 5 a 7 % na capacidade específica de um poço devem ser avaliadas com cuidado e podem indicar a necessidade de manutenção no poço.

A perfilagem óptica (filmagem) é uma ferramenta importante para a confirmação dos problemas e se ter uma idéia da extensão do problema nos filtros. Pode ser utilizada após os processos de desincrustação química na visualização dos resultados, mas não é ferramenta absoluta e não deve ser utilizada isoladamente. Um correto teste de vazão, antes e após os trabalhos, é essencial para confirmar os resultados obtidos.

4.10 POÇOS PARTICULARES NO MUNICÍPIO

Foi efetuado junto ao DAEE o levantamento de todos os poços cadastrados no Município de Bariri, e estes dados foram tratados buscando separação quanto aos aquíferos explorados e quanto às vazões outorgadas.

No que se refere ao número de poços por aquífero explorado, com um total cadastrado de 31 poços, o maior percentual (51,6% ou 16 poços), explora o aquífero Serra Geral, seguido do Botucatu/Pirambóia (35,5% ou 11 dos poços) e por fim o aquífero Bauru, com 4 poços (12,9%).

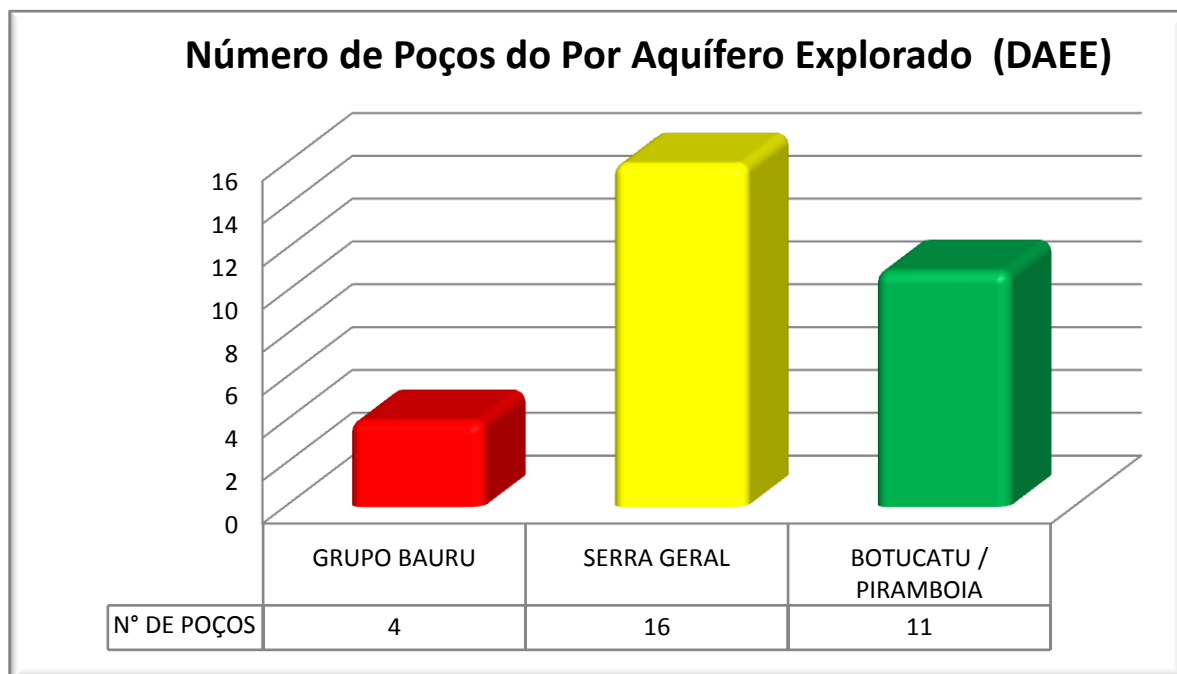


Figura 4.46 - Número de Poços Cadastrados DAEE x Aquífero Explorado em Bariri

A informação sobre os poços particulares no Município é importante para novas locações, manutenção das distâncias adequadas e acompanhamento no que se refere ao abandono de poços.

A relação completa dos 31 poços cadastrados no DAEE em Novembro de 2013 é dada na Tabela 4.14.

Tabela 4.14 – Poços Cadastrados no Município de Bariri

| Nº | Folha IBGE | Aquífero | UTM Norte (Km) | UTM Leste (Km) | Vazão (m³/h) | Prof. | Nível Estático (m) | Cota (m) |
|----|------------|--------------------|----------------|----------------|--------------|--------|--------------------|----------|
| 1 | 164 | Botucatu | 7,571.50 | 736.25 | 90 | 168.00 | 38.40 | - |
| 2 | 164 | Botucatu/Pirambóia | 7,570.97 | 737.16 | 280 | 351.00 | 63.63 | 482 |
| 3 | 164 | Botucatu | 7,570.49 | 737.92 | 15 | 100.00 | 32.71 | 523 |
| 4 | 164 | Serra Geral | 7,558.08 | 732.74 | 15 | 158.00 | 6.30 | 453 |
| 5 | 164 | Serra Geral | 7,565.53 | 736.21 | 2,9 | - | - | - |
| 6 | 187 | Serra Geral | 7,554.37 | 729.12 | 10 | 100.00 | 10.00 | 411 |
| 7 | 187 | Serra Geral | 7,548.24 | 730.84 | 2,5 | 246.00 | 3.95 | 774 |
| 8 | 187 | Serra Geral | 7,562.59 | 727.91 | 4 | 120.00 | 43.18 | - |
| 9 | 187 | Serra Geral | 7,563.89 | 725.84 | 30 | 387.00 | 58.00 | 510 |
| 10 | 187 | Serra Geral | 7,559.10 | 730.66 | 10 | 55.00 | 10.52 | 437 |
| 11 | 187 | Serra Geral | 7,554.19 | 728.89 | 20 | 120.00 | 16.30 | 424 |
| 12 | 188 | Serra Geral | 7,558.74 | 735.02 | 1 | 180.00 | 80.00 | 510 |
| 13 | 188 | Botucatu | 7,563.05 | 736.40 | 400 | 250.48 | 2.40 | 450 |
| 14 | 188 | Adamantina | 7,559.24 | 732.38 | 3 | 147.00 | 47.00 | 550 |
| 15 | 188 | Botucatu | 7,559.07 | 736.30 | 70 | 303.00 | 7.02 | - |
| 16 | 188 | Serra Geral | 7,559.29 | 736.27 | 0,5 | 60.00 | 0.00 | - |
| 17 | 188 | Serra Geral | 7,557.99 | 734.59 | 5 | - | 0.00 | - |
| 18 | 188 | Botucatu/Pirambóia | 7,549.38 | 732.18 | 9 | 240.00 | 6.30 | 425 |
| 19 | 188 | Serra Geral | 7,556.52 | 735.13 | 48 | 116.00 | 12.00 | 480 |
| 20 | 188 | Serra Geral | 7,556.55 | 735.30 | 35 | 114.00 | 12.00 | 490 |
| 21 | 188 | Serra Geral | 7,565.30 | 732.75 | 13,2 | 88.00 | 58.00 | 540 |
| 22 | 188 | Botucatu/Pirambóia | 7,555.48 | 736.07 | 25 | 100.00 | 8.72 | 448 |
| 23 | 188 | Serra Geral | 7,555.81 | 737.15 | 9 | 90.00 | 16.45 | 487 |
| 24 | 188 | Serra Geral | 7,556.62 | 735.19 | 75 | 156.00 | 18.10 | 480 |
| 25 | 188 | Bauru | 7,555.04 | 733.00 | 9 | 138.00 | 25.00 | 464 |
| 26 | 188 | Botucatu | 7,559.70 | 732.22 | 15 | 210.00 | 14.75 | 551 |
| 27 | 188 | Grupo Bauru | 7,558.16 | 733.53 | 3,1 | - | 0.00 | - |
| 28 | 188 | Botucatu/Pirambóia | 7,559.15 | 735.95 | 350 | 350.00 | 15.10 | 476 |
| 29 | 188 | Adamantina | 7,564.88 | 735.99 | 1,4 | - | - | - |
| 30 | 188 | Botucatu/Pirambóia | 7,555.52 | 736.09 | 30 | - | - | - |
| 31 | 188 | Botucatu/Pirambóia | 7,555.52 | 736.07 | 30 | - | - | - |

Fonte: DAEE, 2013

4.11 ALOCAÇÃO E CONSTRUÇÃO DE NOVOS POÇOS

Como mencionado, existe a possibilidade de se perfurar um novo poço em Bariri, o qual deve explorar o aquífero Botucatu/Pirambóia com vazão esperada de 250 a 400 m³/h, substituindo a atual captação superficial.

Em geral, os custos operacionais de captação da água subterrânea são menores que os da água superficial, pois se devem considerar, nesse último, os custos da Estação de Tratamento de Água e do Sistema de Tratamento dos Resíduos gerados na ETA.

Esta mudança é uma decisão estratégica e será objeto de estudo neste trabalho.

O principal fator para alocação de um novo poço é sua capacidade de produzir água de maneira sustentável por um período longo de tempo. Logo, salientam-se alguns pontos importantes na alocação e implantação:

- os critérios de facilidade na alocação, redução de custos na perfuração, entre outros, devem ser analisados junto à produção sustentável de água;
- deve-se fazer a avaliação hidrogeológica juntamente com o projeto de perfuração adequado, o qual considere os químicos para o desenvolvimento, os fluidos de perfuração e todos os demais itens do processo;
- subordinadamente à produção de água, com reduzida interferência entre poços, e em regiões não contaminadas e com menor vulnerabilidade, devem vir os critérios de custo de implantação. Tudo isso deve ser avaliado em conjunto;
- a alocação de novos poços, ou a substituição, deve considerar a existência e importância de "Fontes Pontuais Com Potencial de Contaminação de Solo e Águas Subterrâneas" descritas no Anexo I da Resolução SES/SERHS/SMA nº 3, de 21 de junho de 2006, além da obrigatória consulta à versão atual do Relatório de Áreas Contaminadas – CETESB. Isso é necessário, pois a proximidade com áreas contaminadas pode comprometer a qualidade da água, impor regimes de controle de qualidade mais rigorosos, que elevarão o custo operacional, e, em última instância, inviabilizar o uso do recurso hídrico subterrâneo;
- devem ser solicitadas licenças de Perfuração junto ao DAEE e considerados distanciamentos com poços preexistentes, sejam do SAEMBA ou particulares.

Desta forma, recomenda-se a elaboração de um estudo detalhado para a alocação de um ou mais poços para substituição da água superficial pela subterrânea, o que possivelmente reduzirá os custos operacionais envolvidos. O estudo deve considerar:

- Novo Levantamento de dados dos Poços de Guarani, não mais restrito a somente área do Município;
- Avaliação Hidrogeológica;



- Teste de vazão no Poço 4 - Santa Helena (Vazão Máxima + 04 escalonados _ recuperação longa);
- Teste de Interferência entre os Poços 4 - 7 - 8, considerando que os poços 7 e 8 não são totalmente penetrantes no Guarani;
- Avaliação de critérios Geológicos e Estruturais para Locação de Poços;
- Interpretação dos testes de vazão e interferência e determinação dos parâmetros locais do Guarani, como Transmissividade, Armazenamento, Capacidade Específica, Rebaixamento Específico, Vazão Máxima e Vazão Explorável;
- Projeção de rebaixamentos no aquífero para os próximos 10, 20 e 30 anos;
- Considerar itens para locação como os comentados no início deste Capítulo;
- Solicitação de Licença de Perfuração para o Poço;
- Acompanhamento do teste de vazão do novo poço e correlação com os dados obtidos no Poço 4;
- Determinação da vazão Explorável no Novo Poço.

O custo estimado para realização da avaliação hidrogeológica e estudo detalhado para Locação, incluindo os pedidos de Licença de Perfuração/Posterior Outorga de Uso, incluindo os Testes de Vazão e Interferência no P4 é de R\$ 60.000,00.

Na elaboração do Estudo devem ser considerados fatores importantes, que influenciam na exploração de água subterrânea, os quais serão tratados nos itens subsequentes.

4.11.1 Cone de Rebaixamento e Raio de Influência

O tempo de bombeamento de um poço é determinado pelo Raio de Influência. Quando se bombeia um poço, ocorre um rebaixamento do nível de água no aquífero e conseqüentemente forma-se um cone de rebaixamento, como exemplificado na Figura 4.47. À distância do centro do poço até o final do cone de depressão, dá-se o nome de Raio de Influência, e nessa região o efeito de bombeamento é nulo.

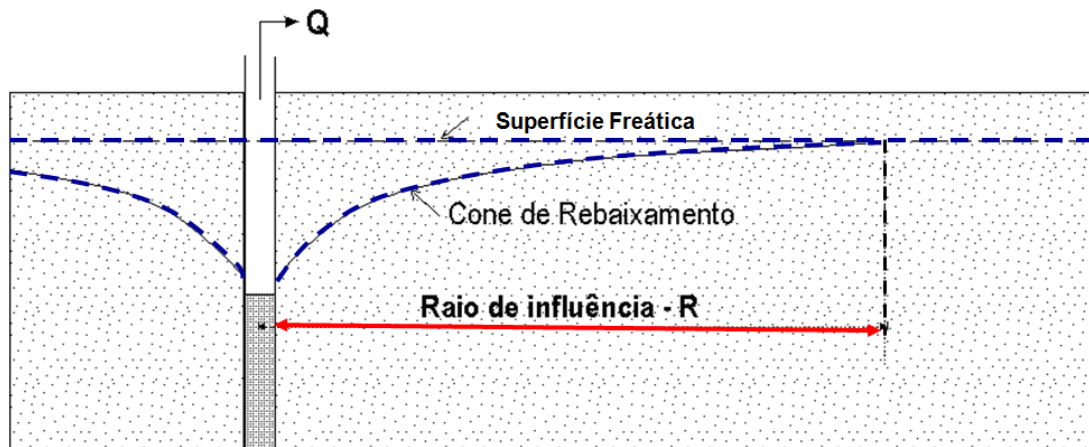


Figura 4.47- Formação do Cone de Depressão e o raio de influência.

Para o cálculo do Raio de Influência de um poço, utiliza-se a equação de Thiem:

$$R = 1,5 \cdot \sqrt{\frac{T \times t}{S}}$$

Onde:

R = Raio de Influência

T = Transmissividade (m²/dia)

t = tempo (dias)

S = Coeficiente de Armazenamento do aquífero (adimensional)

Da equação, denota-se que o tempo de bombeamento de um poço (t) é proporcional ao quadrado do Raio de Influência (R).

4.11.2 Exploração em Regime de Interferência

Quando dois ou mais poços se encontram muito próximos, pode ocorrer a sobreposição dos cones de rebaixamento. Dessa forma, os rebaixamentos são somados nessa zona de interferência, conforme mostrado nas Figuras 4.48 e 4.49.

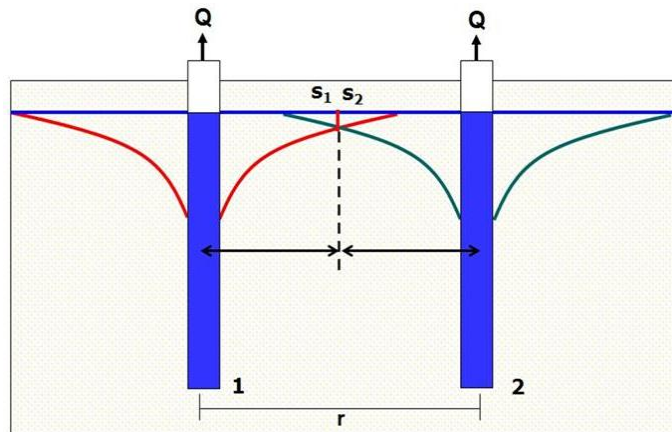


Figura 4.48 - Cones de Depressão em Operação Isolada (Fonte: Feitosa, 2008)

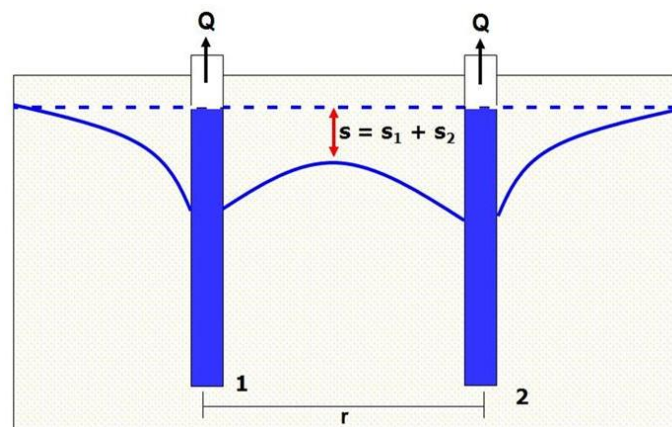


Figura 4.49 - Cones de Depressão em Interferência (Fonte: Feitosa, 2008)

Em uma bateria de poços, ou mesmo em dois poços onde os cones se tocam, ocorre uma exploração em regime de interferência, e a vazão total produzida por estes poços é menor do que somatória das vazões individuais.

O entendimento deste conceito é importante para identificação de problemas relacionados com quedas de vazão, que podem ter como base a entrada em operação de novos poços em um sistema já estabelecido, provocando, dessa forma, rebaixamentos anômalos no poço original.

4.11.3 Capacidade Específica de um Poço

A vazão ideal e máxima a serem exploradas por um poço são determinadas por um correto teste de vazão e sua interpretação, onde são conhecidos parâmetros hidrodinâmicos do poço e podem ser interpretados dados do aquífero. Um destes parâmetros é a capacidade específica do poço dada pela fórmula:



$$Q_{esp} = \frac{Q}{S} \left[\frac{m^3}{h} / m \right]$$

Em que:

Q = Vazão

S=Rebaixamento, dado pela diferença entre o nível dinâmico e o nível estático, ou seja:

$$S = ND(m) - NE(m)$$

A simples informação da vazão produzida, sem os níveis, não representa a real capacidade de produção de um poço, pois envolve o posicionamento do conjunto bombeador e sua capacidade de produção de água. Como a vazão tem relação com o Nível Dinâmico (ND), a determinação da capacidade específica é indicador mais preciso da condição de exploração.

A capacidade específica também pode ser usada para diagnosticar problemas no sistema. Caso haja queda de vazão, a simples tomada do nível dinâmico indica se o problema está nas bombas, que provoca elevação do ND ou, no próprio poço, que as incrustações provocam rebaixamento do ND.

A vazão máxima ou crítica corresponde ao rebaixamento no ponto crítico, e não pode ser ultrapassada, com o risco de prejuízos ao aquífero e ao poço.

4.11.4 Desenvolvimento de Poços, Custo e Químicos

Para a perfuração de um poço é necessária a utilização de fluido de perfuração, cujas funções principais são estabilizar o furo durante os trabalhos, remover o material que está sendo perfurado e lubrificar brocas/martelos de perfuração.

Em poços de sedimento, como os do Aquífero Guarani, o fluido é de extrema importância e requer todo cuidado e atenção. Não necessariamente o melhor fluido para a perfuração é o melhor para o poço, pois pode causar danos irreversíveis ao aquífero.

Um bom fluido para o poço deve atender à perfuração e ser removido ao término desta. Dentro deste conceito existe uma gama de formulações, sendo que fluidos inorgânicos (polímeros acrílicos e a própria bentonita) oferecem dificuldades adicionais para sua remoção. Fluidos com base Orgânica (CMC - Carboxi-metil-celulose) têm muitas vantagens sobre os inorgânicos.

O desenvolvimento de poços é uma associação de processos hidráulicos, mecânicos e químicos, com a finalidade de remover todo e qualquer material que dificulte o fluxo de água entre o aquífero e o poço, tendo em vista que qualquer método de perfuração provoca perdas de cargas constritivas nos poços (MARTINS NETTO, 2011).

Um desenvolvimento adequado permite o aumento da porosidade e da permeabilidade no pré-filtro e das proximidades do poço na Formação, permitindo que o fluxo do aquífero para o poço

seja o mais laminar possível, a produção isenta de areia, materiais coloidais e com uma eficiência hidráulica do poço tendendo a 100%.

Recomenda-se que sejam aplicados valores elevados para o desenvolvimento de poços, permitindo, assim, a realização de operações mais completas e a utilização de químicos adequados. Não se deve economizar no Fluido de Perfuração e nem nos químicos e desenvolvimento dos poços.

Para exemplificar a importância do tema, apresenta-se a Figura 4.50, que compara 3 poços perfurados na mesma área, sendo que os dois que apresentaram resultados superiores foram desenvolvidos com produto a base de Ortofosfatos de Características Ácidas, em detrimento do primeiro poço que utilizou produto a base de Hexametáfosfato de sódio (MARTINS NETTO, 2008).

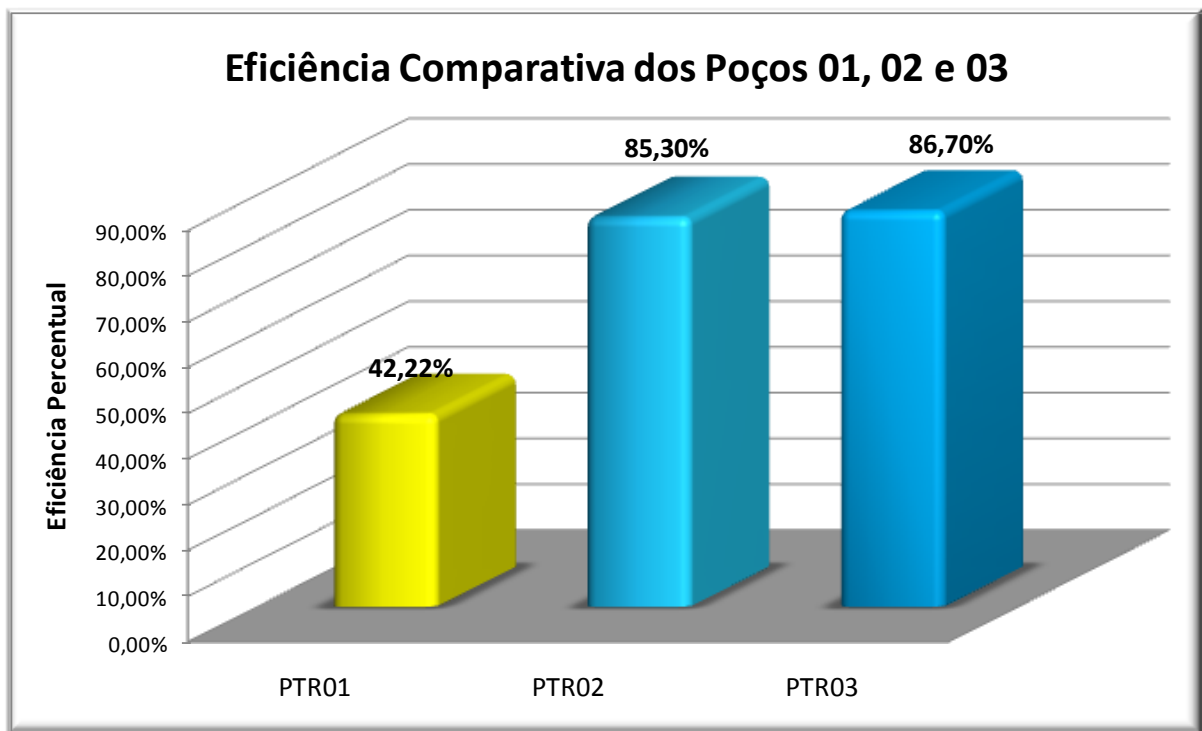


Figura 4.50 - Eficiência Hidráulica Comparativa de 3 poços desenvolvidos com químicos diferentes (Fonte: Martins Netto, 2008)

A eficiência hidráulica citada na Figura 4.50 foi calculada com base nos dados do teste de vazão, considerando as perdas de carga no aquífero e no poço. As perdas do aquífero se mantiveram iguais nos três casos, por outro lado, as perdas no poço foram minimizadas quando se promoveu um desenvolvimento eficiente nos últimos dois casos.

Estes resultados, e inúmeros outros disponíveis, reforçam a importância da mudança dos produtos a base de hexametáfosfato para produtos a base de ortofosfato como agente preferencial



no desenvolvimento dos poços. Outra opção é o uso de agentes a base de peróxidos para decomposição do CMC empregado nos fluidos de perfuração.

4.12 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A atual situação de uso combinado de águas superficiais e subterrâneas para abastecimento total do Município oferece segurança para o sistema como um todo, porém já existe a dificuldade na regularização da Outorga para captação de água superficial. Uma das alternativas frente a esse problema é a perfuração de um novo poço, capaz de substituir totalmente o uso da água superficial, de modo que o município seja suprido 100% por água subterrânea. Ao longo do Plano Diretor este assunto será detalhadamente estudado

Deve-se considerar que um poço alocado, perfurado e explorado adequadamente é capaz de suprir a demanda da cidade por um longo tempo. Além disso, o custo de operação de um poço em R\$/m³ de água produzida é muito menor do que o custo de operação e tratamento de água em uma ETA.

Com índices de perda muito expressivos, da ordem de 50% no abastecimento de água do Município, não se pode pensar exclusivamente em aumento da capacidade de captação e produção de água, medidas paralelas devem ser tomadas para controle de perdas, sendo que a redução das pode implicar diretamente em menor necessidade de novas captações e exploração de água superficial e/ou subterrânea.

4.12.1 Custos de Captação de Águas Subterrâneas e Operação de Poços

Considerando a geologia do município, uma perfuração na faixa de 400 m que adentre ao aquífero Guarani e tenha capacidade de produção de água de 250 a 400 m³/h, resulta o custo atual ao redor de R\$1.200.000,00. Poços menores, na faixa entre 200 e 250 m e que penetram o Guarani apenas poucos metros, tem valores na faixa de R\$ 100.000,00, e uma produção de água estimada em 50 m³/h. Tais valores representam aproximadamente R\$8.000,00/L/s de água produzida nos poços mais rasos e; R\$12.000 a R\$15.000,00/L/s nos poços mais profundos.

4.12.2 Perímetro Imediato de Proteção e Perímetro de Alerta

Os poços se encontram em condições satisfatórias com os Perímetros Imediatos de Proteção Sanitária protegidos e de acordo com as Legislações e recomendação em vigor.

Considerando um Perímetro de Alerta, para tempo de trânsito da água de 50 dias, que demonstram raios de 50 a 70m para os Aquíferos Botucatu e Serra Geral, no interior destes



perímetros deverá haver disciplina das extrações de água, controle máximo das fontes poluidoras já implantadas e restrição de novas atividades potencialmente poluidoras.

Para novos poços, a escolha para o local de perfuração deve considerar ainda a viabilidade de proteção de sua Zona de Contribuição aplicação de restrições de uso do solo.

4.12.3 Áreas Decretadas como Contaminadas no Município e Contaminações

Como o Poço Barracão da Prefeitura se encontra fora de operação e muito próximo da área decretada contamina do Posto São Cristovão, este deverá ser adequadamente tamponado.

O Poço Nova Bariri se encontra no limite de 500 m da mesma área decretada como contaminada do Posto São Cristovão. Apesar das análises não terem indicado nenhuma alteração, o poço deverá ser continuamente acompanhado e monitorado.

Os demais poços não se encontraram incluídos em nenhuma área decretada como contaminada, em um limite de 500 m.

Como medida preventiva, pode ser realizada uma análise de água semestral, para: BTEX, TPH's e PAH's, intermediária à análise anual, que também contempla estes parâmetros.

No caso de se furar um novo poço, deverá ser consultado o Relatório de Áreas Contaminadas – CETESB, e verificadas as Fontes Pontuais Com Potencial de Contaminação de Solo e Águas Subterrâneas, conforme a Resolução SES/SERHS/SMA nº 3, de 21 de junho de 2006, Anexo I.

4.12.4 Abandono de Poços e Tamponamento

Recomenda-se o correto tamponamento do Poço Barracão da Prefeitura, que se encontra fora de operação há cerca de cinco anos e está localizado a aproximadamente 200 m de uma área decretada como contaminada pela CETESB.

Afora isso, sugere-se a correta operação dos poços, com regimes adequados e programas de manutenções, o que pode permitir o uso sustentável dos recursos hídricos subterrâneos por longos períodos.

4.12.5 Qualidade de Água dos Poços

Os resultados das análises de água dos poços estudados demonstraram estar em conformidade com todos os parâmetros analisados se encontram dentro dos limites permitidos para água potável, estabelecidos pela Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.



4.12.6 Coleta de Amostras de Água nos Poços

O momento da coleta é fundamental para que seja obtida uma amostra representativa da qualidade da água no aquífero nos aspectos físico-químico e bacteriológico. De forma geral, o poço deverá estar em operação contínua no mínimo há 6 horas para que seja efetuada a coleta da amostra de água.

Dependendo do objetivo, poderá ser variado o momento da coleta para obtenção de resultados mais específicos do ponto de vista biológico, da influência do biofilme e da estabilidade das bactérias no aquífero. Coletas para contaminantes específicos podem ter recomendações próprias.

4.12.7 Controle Operacional

Ajustes na operação dos poços trazem o benefício da preservação da capacidade de produção de água, redução dos gastos com energia elétrica, além de contribuir também para a redução de perdas no sistema.

Deve-se atualizar o Cadastro dos poços e dos conjuntos bombeadores. Além disso, devem-se gerar relatórios mensais de acompanhamento baseados nas informações mensais coletadas de horímetros, amperímetros, consumo de energia elétrica, níveis estático e dinâmico, entre outros.

A falta de controle operacional afeta a capacidade de produção de água; desestabiliza a operação; acentua o processo de exaustão dos poços e aquíferos; requer medidas emergenciais e de alto custo.

4.12.8 Regime de Operação dos Poços

Os Poços Tiro de Guerra, Santa Helena, Nova Bariri Maria Luiza II e III e Santo André operam abaixo do regime máximo de exploração de 20 h/dia estipulado pela Instrução Técnica DPO nº 006, do DAEE, atualizada em 3 de Agosto de 2012. O Poço Sete de Setembro é jorrante e opera 24 horas por dia, de modo que a água é totalmente aproveitada. Dessa forma, não há problemas quanto ao regime de operação dos poços do Município de Bariri.

4.12.9 Consumo de Energia Elétrica Nos Poços

Para o estabelecimento do custo médio de energia elétrica em R\$/kW, foi utilizada a soma de custos em reais de todos os poços, divididos pela produção total de água, resultando R\$ 0,27/kW, sem considerar qualquer possível recuperação tributária.

Por sua vez, o consumo médio dos Poços 3, 4, 6 e 7 em kW/m³ de água explorada, foi de 0,744 kW/m³, que multiplicado pelo valor de R\$ 0,311/kW resultou em um custo médio de energia de R\$ 0,215/m³ de água produzida nos poços.



O Poço Sete de Setembro foi excluído das médias por ser jorrante e sua produção, na vazão atual, se dá sem o consumo de energia elétrica. O Poço Santo André também não foi considerado por não ter os dados de consumo de energia disponíveis.

4.12.10 Conjuntos Bombedores Atuais e Novas Aquisições

Os rebaixamentos dos níveis e as incrustações nos poços forçam a operação dos conjuntos motor-bomba fora dos pontos ideais de funcionamento, de máximo rendimento, ocasionando o aumento do consumo de energia por m³ de água produzida. Manutenções para a recuperação das vazões perdidas e a substituição de conjuntos motor-bomba redimensionados para as condições atuais de funcionamento poderão reduzir os consumos de energia elétrica.

A disponibilidade de conjuntos motor-bomba reservas para os poços é importante para o atendimento em situações emergenciais.

4.12.11 Custo de Operação

Fatores como "desenvolvimento", controle operacional, regime de operação, interferência entre poços, bombas adequadas e manutenções interferem diretamente no custo de operação de um poço.

Poços construídos corretamente e "desenvolvidos" possuem maiores eficiência de produção de água (vazões maiores e consumo de energia elétrica menor). Para tanto, são necessários investimentos no momento da perfuração do poço, nas operações e na compra de produtos químicos na linha dos ortofosfatos, para que os poços sejam operados com sua real e total capacidade de produção de água.

Manutenções preventivas reduzem o custo de operação, permitem maior produção de água e conseqüentemente aumentam o faturamento.

Tomando-se a produção média anual de água nos poços de 2.205.987m³, e dividindo-a pelos custos de energia médios de R\$0,215/m³ e as estimativas para manutenção, tem-se o valor de R\$0,269/m³ para o custo de energia e manutenção nos poços.

4.12.12 Manutenção e Reabilitação de Poços

A operação normal dos poços causa incrustações, que devem ser removidas em processos de desincrustação química para que sejam mantidas suas capacidades de produção de água.

Deve ser criado um programa de manutenção/desincrustação química, a ser aplicado inicialmente em uma parcela dos poços para acompanhamento dos resultados e ajustes necessários, a partir daí, os resultados podem ser estendidos para todos os poços em operação.



O programa de manutenção e desincrustação química poderá permitir a recuperação de capacidades de produção, com:

- Aumento a produção de água;
- Redução dos regimes de operação de 24 h/dia;
- Redução do consumo de energia elétrica por m³ de água produzida;
- Redução do custo de energia em R\$ por uso em faixas mais baratas;
- Aumento do faturamento com a venda de água;
- Redução de impactos sociais com a falta d'água.

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

- Certificados;
- Isentos de metais pesados;
- Possuir certificados de produtos não tóxicos;
- Seguros para os usuários, poços e meio ambiente.

A falta de manutenção e a incrustação causam ou agravam problemas de rompimento e perda de poços, os quais poderiam ser evitados.

4.12.13 Alocação e Construção de Novos Poços

Em relação à construção de novos poços, existe o projeto do poço 11, que deverá atender a um novo loteamento próximo ao Jardim Umuarama. Há também o poço 10, que já está em funcionamento e possui capacidade de exploração de 20 m³/h, com reservatório de 20 m³. Atualmente, esse poço é particular e atende somente a um condomínio, no entanto, já está prevista a sua ampliação e incorporação por parte do SAEMBA

Em relação à perfuração de outros poços, investiga-se a implantação de um poço que explore o aquífero Botucatu/Pirambóia com vazão esperada de 250 a 400 m³/h, o qual poderia substituir parte da captação superficial, reduzindo, dessa forma, os custos operacionais.

Caso essa alternativa se mostre viável, recomenda-se a elaboração de um Estudo detalhado para alocação do poço, que contemple itens como:

- Novo Levantamento de dados dos Poços de Guarani, não mais restrito a somente área do Município;
- Avaliação Hidrogeológica;



- Teste de vazão no Poço 4 - Santa Helena (Vazão Máxima + 04 escalonados _ recuperação longa);
- Teste de Interferência entre os Poços 4, 7 e 8, considerando que os poços 7 e 8 não são totalmente penetrantes no Guarani;
- Avaliação de critérios Geológicos e Estruturais para Locação de Poços;
- Interpretação dos testes de vazão e interferência e determinação dos parâmetros locais do Guarani, como Transmissividade, Armazenamento, Capacidade Específica, Rebaixamento Específico, Vazão Máxima e Vazão Explorável;
- Projeção de rebaixamentos no aquífero para os próximos 10, 20 e 30 anos;
- Considerar itens para alocação como os comentados no início deste Capítulo;
- Solicitação de Licença de Perfuração para o Poço;
- Acompanhamento do teste de vazão do novo poço e correlação com os dados obtidos no Poço 4;
- Determinação da vazão Explorável no Novo Poço.

O custo estimado para realização da avaliação hidrogeológica e do estudo detalhado para alocação, incluindo os pedidos de Licença de Perfuração/Posterior Outorga de Uso, incluindo os testes de vazão e interferência no P4 é de R\$ 60.000,00.

Deve-se ainda solicitar a outorga de uso de todos os outros poços em operação no município.



5 LEVANTAMENTO DE DADOS SOBRE O MANANCIAL SÃO LUIZ

Este item destina-se a apresentar os estudos de disponibilidade hídrica da região em que está situado o manancial de captação superficial de água que abastece cerca de 50% da população de Bariri, SP, pelo sistema público gerenciado pelo SAEMBA – Serviço de Água e Esgoto do Município de Bariri.

Em resumo, este sistema é constituído de uma captação superficial, composta por 41 nascentes denominadas de manancial São Luiz, que são encaminhadas por tubulações e canais a céu aberto até um sistema de Lagoas de Armazenamento que contribuem para a formação do Córrego da Lagoa. Esse manancial é responsável pelo fornecimento de aproximadamente 100 L/s de água, que corresponde à demanda diária de 50% da população abastecida pelo SAEMBA.

Depois de captada e recalçada por meio de uma Estação Elevatória de Água Bruta – EEAB existente no local, a água segue para tratamento em uma ETA de ciclo completo localizada na Zona Leste do município.

Esse sistema, juntamente com a captação de água subsuperficial por poços tubulares profundos, tem sido suficiente para atender à população atualmente, porém, estima-se que exista grande susceptibilidade a contaminações na área dessa captação superficial, e também grande desperdício da água coletada junto aos mananciais.

A Figura 5.1 apresenta um croqui esquemático desenvolvido pela ANA (Atlas do Abastecimento de Água, 2010), sobre o Sistema de Abastecimento de Água de Bariri a partir das informações fornecidas pelo SAEMBA.

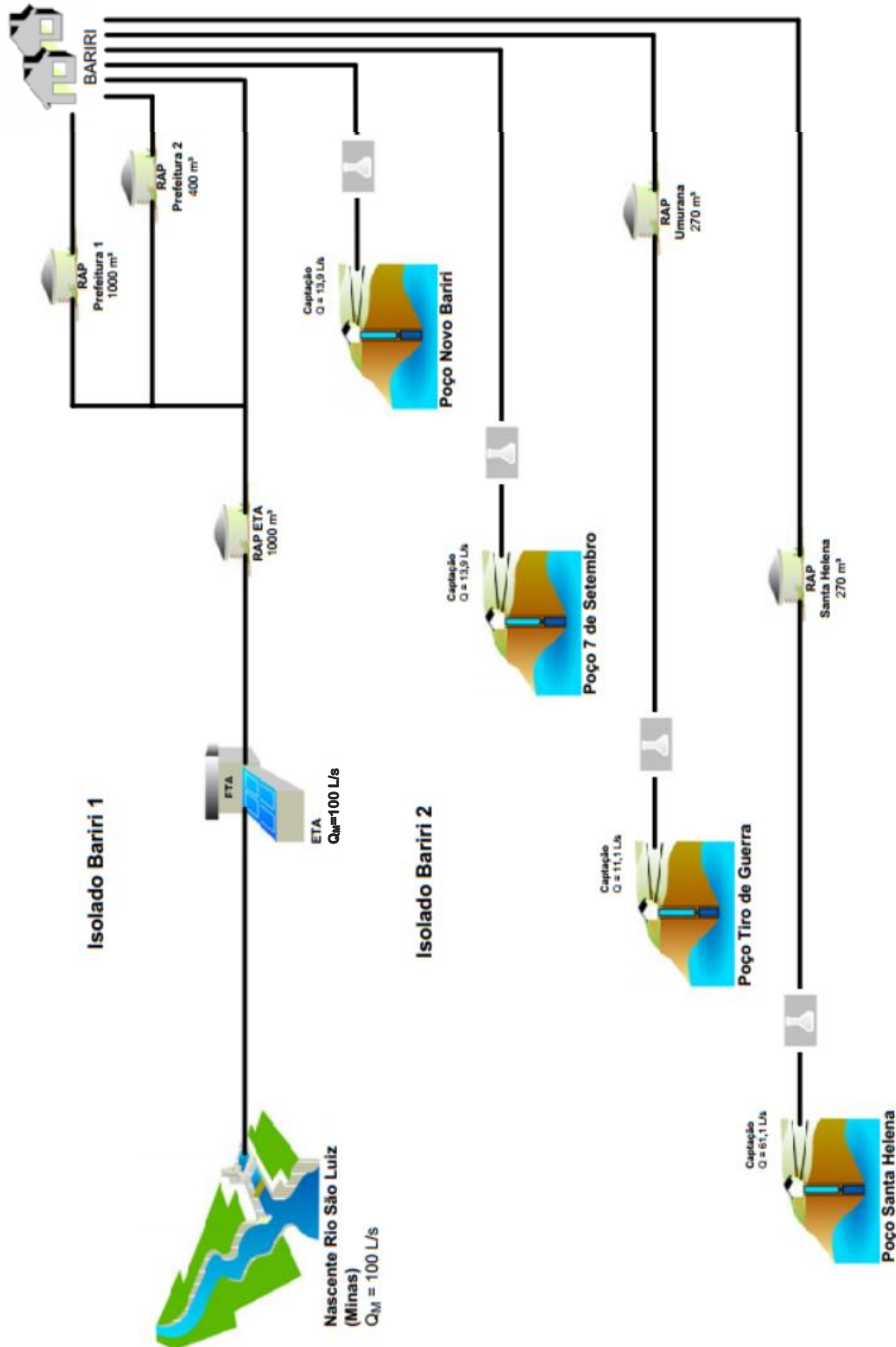


Figura 5.1 - Croqui do Sistema de Abastecimento de Água de Bariri – Atlas do Abastecimento de Água, 2010 – ANA

5.1 DISPONIBILIDADE HÍDRICA

5.1.1 Disponibilidade Hídrica na UGRHI-13

A região em que está localizado o município de Bariri está inserida na UGRHI-13 Tietê-Jacaré, cuja configuração administrativa proposta pelo SIGRH é dividida em seis sub-bacias. A sub-bacia da qual faz parte o município de Bariri é a de número 3, do Rio Jaú, Ribeirão da Ave Maria, Ribeirão do Sapé e afluentes diretos do Rio Tietê, e, de acordo com os dados de estudos realizados pelo FEHIDRO-DAEE, no relatório de Revisão do Plano de Bacia da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Tietê/Jacaré (2008), elaborado pela empresa Cooperativa de Serviços e Pesquisas Tecnológicas e Industriais – CPTI, essa UGRHI possui disponibilidade hídrica superficial ($Q_{7,10}$) igual a $4,69 \text{ m}^3/\text{s}$.

Na Tabela 5.1 são apresentadas as informações da subdivisão realizada para as bacias componentes da UGRHI 13 e os dados de balanços hídricos realizados para cada uma das 06 sub-bacias instituídas.

Tabela 5.1 – Descrição, nomes e respectivas áreas das sub-bacias da UGRHI-13

| Nº | Sub-bacia - Nova Divisão | Área | |
|-------|--|-----------------|--------|
| | | Km ² | % |
| 1 | Sub-bacia do Rio Jacaré-Guaçu e afluentes do Rio Tietê | 4183,47 | 35,4% |
| 1a | Trecho com afluentes diretos do Rio Tietê - jusante do Rio Jacaré-Guaçu | 95,40 | 0,8% |
| 1b | Trecho com afluentes diretos do Rio Tietê - montante do Rio Jacaré-Guaçu | 22,61 | 0,2% |
| 1c | Trecho do Rio Jacaré-Guaçu inundado | 173,27 | 1,5% |
| 1d | Trecho do Rio Jacaré-Guaçu corrente | 3892,19 | 33,0% |
| 2 | Sub-bacia do Rio Jacaré-Pepira e afluentes diretos do Rio Tietê | 2670,28 | 22,6% |
| 2a | Trecho do Rio Jacaré-Pepira inundado | 129,02 | 1,1% |
| 2b | Trecho com afluentes diretos do Rio Tietê - montante do Rio Jacaré-Pepira | 75,17 | 0,6% |
| 2c | Trecho do Rio Jacaré-Pepira corrente | 2466,09 | 20,9% |
| 3 | Sub-bacia do Rio Jaú-Ribeirão da Ave-Maria-Ribeirão do Sapé e afluentes diretos do Rio Tietê | 1527,61 | 12,9% |
| 4 | Sub-bacia do Rio Lençóis-Ribeirão dos Patos e afluentes diretos do Rio Tietê | 1436,61 | 12,2% |
| 5 | Sub-bacia do Rio Bauru-Ribeirão Grande-Ribeirão Pederneiras e afluentes diretos do Rio Tietê | 826,80 | 7,0% |
| 6 | Sub-bacia do Rio Claro-Ribeirão Bonito-Ribeirão do Veado-Ribeirão da água limpa e afluentes diretos do Rio Tietê | 1159,10 | 9,8% |
| Total | | 11803,87 | 100,0% |

Fonte: CPTI, 2008

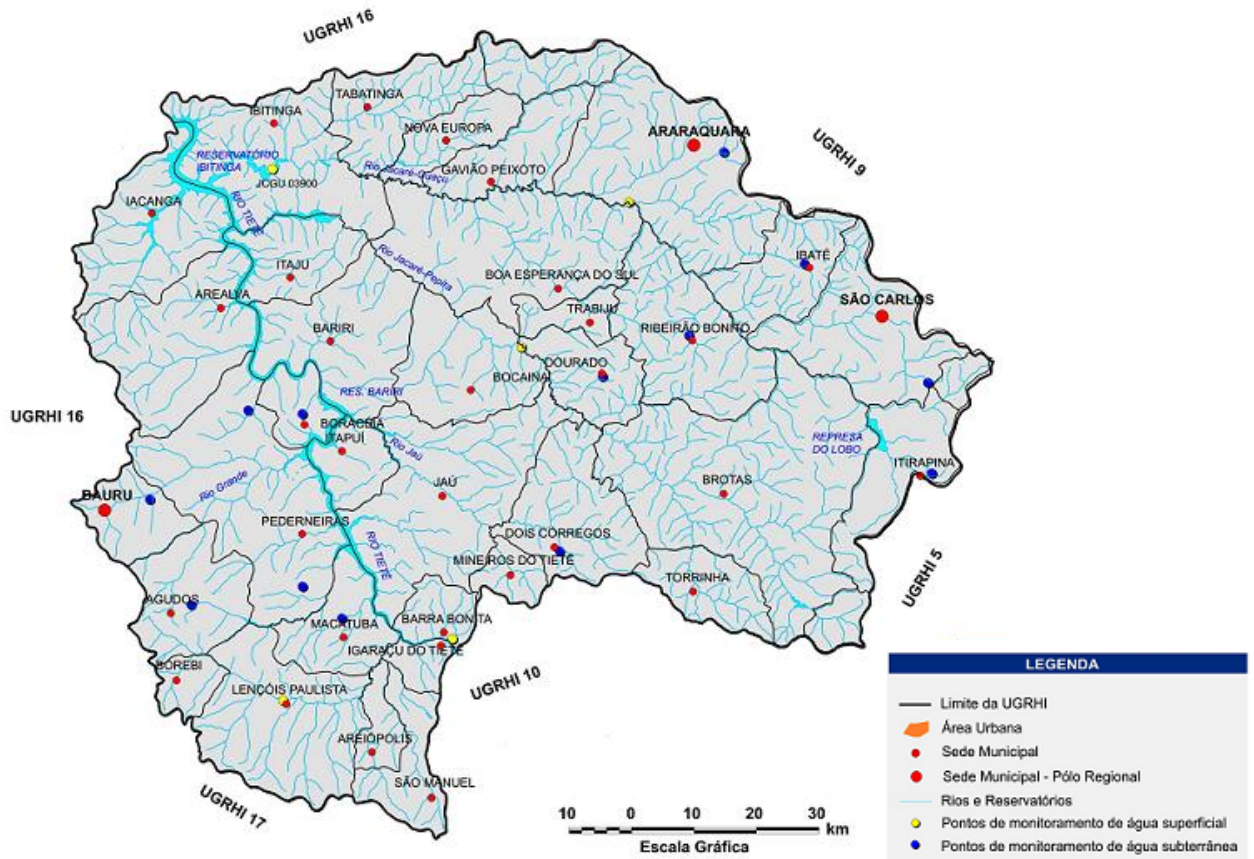


Figura 5.2- Mapa da Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos Tietê-Jacaré (UGRHI13), seus municípios componentes e UGRHIs limítrofes (Fonte: SIGRH, 2013)

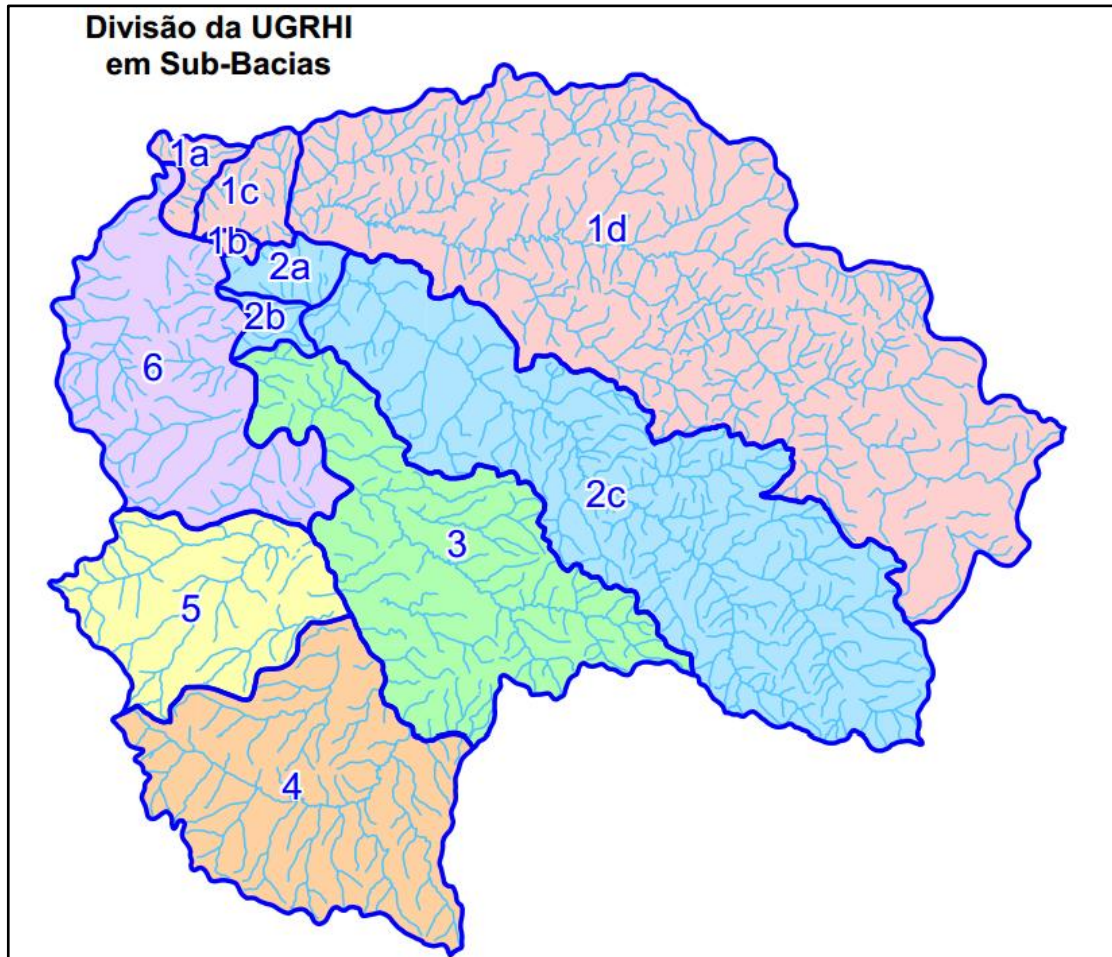


Figura 5.3 - Divisão das sub-bacias da UGRHI 13 – Tietê-Jacaré

A Tabela 5.2 apresenta os valores de disponibilidade, vazão média e vazão mínima por sub-bacia determinada para a UGRHI 13.

Tabela 5.2 - Valores de Q_m e $Q_{7,10}$ para as sub-bacias da UGRHI 13

| Sub-bacia | Q_m (m ³ /s) | $Q_{7,10}$ (m ³ /s) |
|------------|---------------------------|--------------------------------|
| 1 | 31,12 | 12,85 |
| 2 | 19,87 | 8,2 |
| 3 | 11,36 | 4,69 |
| 4 | 10,69 | 4,41 |
| 5 | 6,15 | 2,54 |
| 6 | 8,62 | 3,56 |
| Total - TJ | 87,81 | 36,25 |

Fonte: CPTI, 2008

Tabela 5.3 - Balanço de disponibilidade e demandas hídricas cadastradas para a UGRHI 13 e suas sub-bacias

| Sub-bacia | Disponibilidade Hídrica (m ³ /s) | | | Demandas Cadastradas** (m ³ /s) | | | Cenários Oferta x Demanda (%) | |
|------------|---|------------------------------|-------------------|--|--------------|--------------------|-------------------------------|--------|
| | Q _{7,10} (a) | 50% Q _{7,10} (b) | Aq. Conf.* (c) | Captações (d) | Poços (e) | Lançamentos (f) | (i) | (ii) |
| 1 | 12,85 | 6,43 | 7,80 | 10,5550 | 6,0187 | 8,10 | 74,24 | 116,51 |
| 2 | 8,20 | 4,10 | 5,00 | 11,1402 | 0,8321 | 0,60 | 123,43 | 131,56 |
| 3 | 4,69 | 2,35 | 2,80 | 6,2264 | 0,6720 | 4,50 | 71,52 | 134,08 |
| 4 | 4,41 | 2,21 | 2,70 | 1,1875 | 1,0635 | 0,90 | 38,78 | 45,89 |
| 5 | 2,54 | 1,27 | 1,50 | 0,1555 | 2,0837 | 0,40 | 70,64 | 80,84 |
| 6 | 3,56 | 1,78 | 2,20 | 0,3647 | 0,1052 | 0,10 | 11,52 | 11,81 |
| Total - TJ | 36,25 | 18,13 | 22,00 | 29,6293 | 10,7752 | 14,60 | 73,83 | 100,70 |

(*): A deliberação do CRH 62 de 04 de Setembro de 2006 considera como disponibilidade subterrânea apenas a contribuição de aquíferos confinados;

(**): Dados obtidos no banco de dados do Sistema de Outorgas, de DAEE (2008);

(i): $100 \times (d+e) / (b+c+f)$

(ii): $100 \times (d+e) / (b+c)$

Verifica-se a partir das tabelas apresentadas que a disponibilidade hídrica da Sub-bacia 3, da qual fazem parte os cursos d'água do município de Bariri, apresenta valores médios em relação às demais sub-bacias, e que a oferta de água para abastecimento público superficial nesta sub-bacia é deficitária, pois a vazão captada é cerca de 1,3 vezes superior à disponibilidade de vazão mínima Q_{7,10}, e mais de 2,6 vezes a disponibilidade de 50% da Q_{7,10}.

Essa deficiência é suprida em grande parte pela grande disponibilidade hídrica de água subterrânea, já que a área em que se insere a UGRHI 13 e, mais especificamente a Sub-bacia 03, é rica em mananciais subsuperficiais como os aquíferos Guarani e Bauru.

No município de Bariri, além da captação superficial junto ao Córrego da Lagoa para abastecimento público, existem diversos poços em operação perfurados para captar água em ambos os aquíferos citados.

Os poços Tiro de Guerra, Sete de Setembro, Maria Luiza II, Santo André e Nova Bariri retiram água do aquífero Bauru e o poço Santa Helena capta água junto ao aquífero Guarani, correspondendo, no total, aos restantes 50% da água fornecida à população pelo SAEMBA.

A Figura 5.4 apresenta uma ampliação do Mapa de Diagnóstico do Plano de Bacias da UGRHI 13 ilustrando as formações dos aquíferos Botucatu e Guarani na região em que se insere o município de Bariri, e o local em que está implantada a captação superficial junto ao sistema de nascentes do manancial São Luiz.

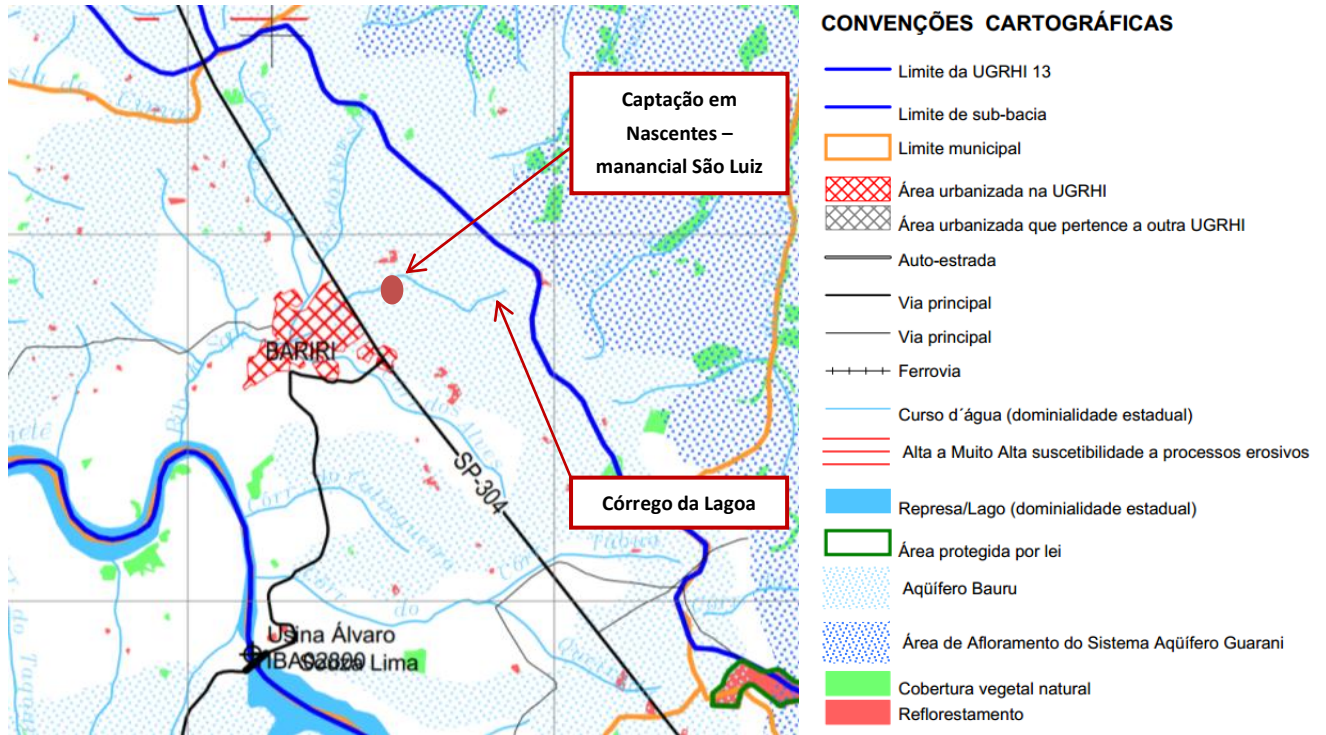


Figura 5.4 - Ampliação do Mapa de Diagnóstico do Plano de Bacias da UGRHI 13 ilustrando as formações dos aqüíferos Bauru e Guarani, além do córrego da Lagoa e do manancial São Luiz em Bariri,SP

5.1.2 Disponibilidade Hídrica no Manancial São Luiz

Conforme observado, o município de Bariri está localizado em posição privilegiada em relação aos mananciais subsuperficiais, porém, com relação aos mananciais superficiais, a disponibilidade é menor do que a demanda na Sub-bacia 3, principalmente se consideradas as áreas de contribuição da bacia no desenvolvimento dos cálculos de disponibilidade conforme a metodologia estabelecida pelo DAEE.

A Figura 5.5 apresenta os principais mananciais existentes no território de Bariri, sendo que, apenas o Córrego da Lagoa (nascentes do manancial São Luiz) é utilizado para abastecimento público.

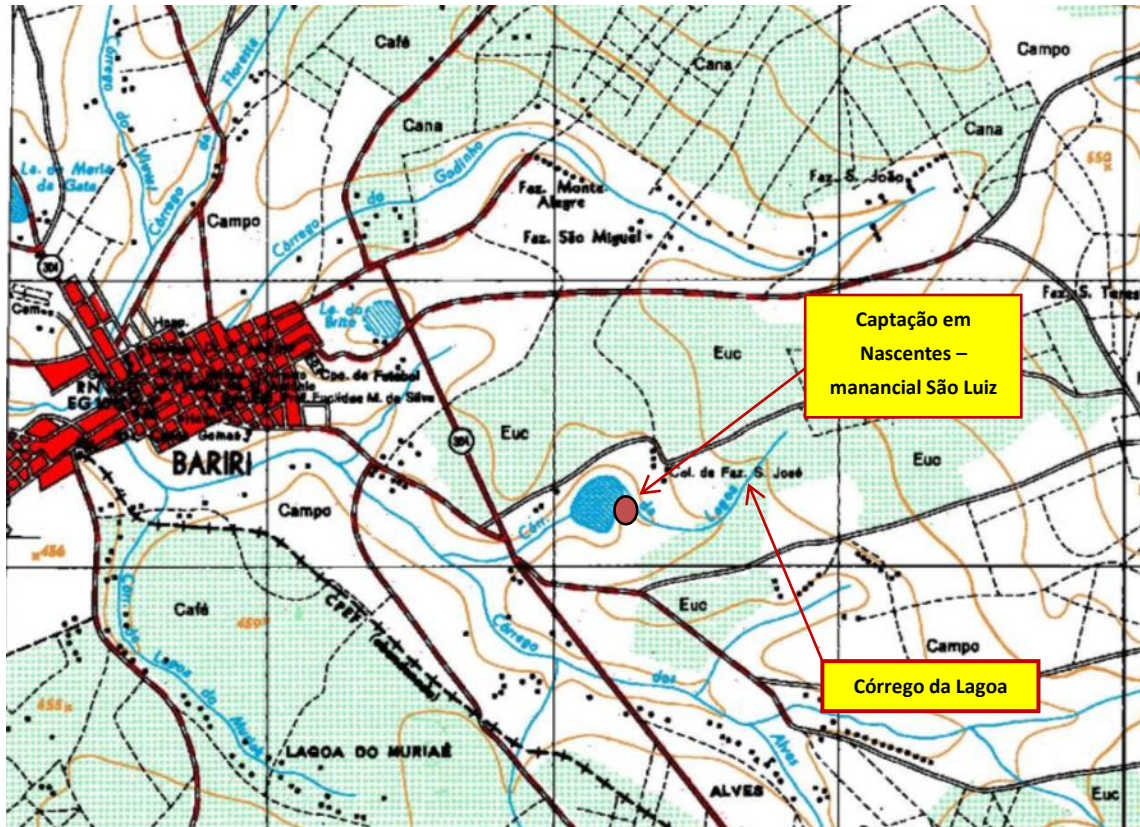


Figura 5.5 -Principais mananciais do município de Bariri e o Córrego da Lagoa

A disponibilidade hídrica para o Córrego da Lagoa (manancial São Luiz) foi determinada conforme a metodologia proposta pelo DAEE-SP na publicação Regionalização Hidrológica do Estado de São Paulo (1988)¹, utilizando-se dos dados históricos e equacionamento desenvolvido a partir das equações de chuva, isoietas, área da bacia, permeabilidade do solo e equações de cálculo de vazões de cheia para o Período de Retorno de 100 anos, conforme metodologia de I-Pai-Wu.

A área de contribuição da Bacia foi determinada a partir das curvas de nível da Carta Topográfica IBGE Folha SF-22-Z-B-II-2 – BARIRI, na escala 1: 50.000, elaborada em 1972.

Os cálculos e resultados são apresentados nas planilhas a seguir, sendo que foram realizados cálculos também através do site do SIGRH para verificação da conformidade com os valores calculados.

¹ Revista Águas e Energia Elétrica - DAEE - ano 5 - nº 14 – 1988

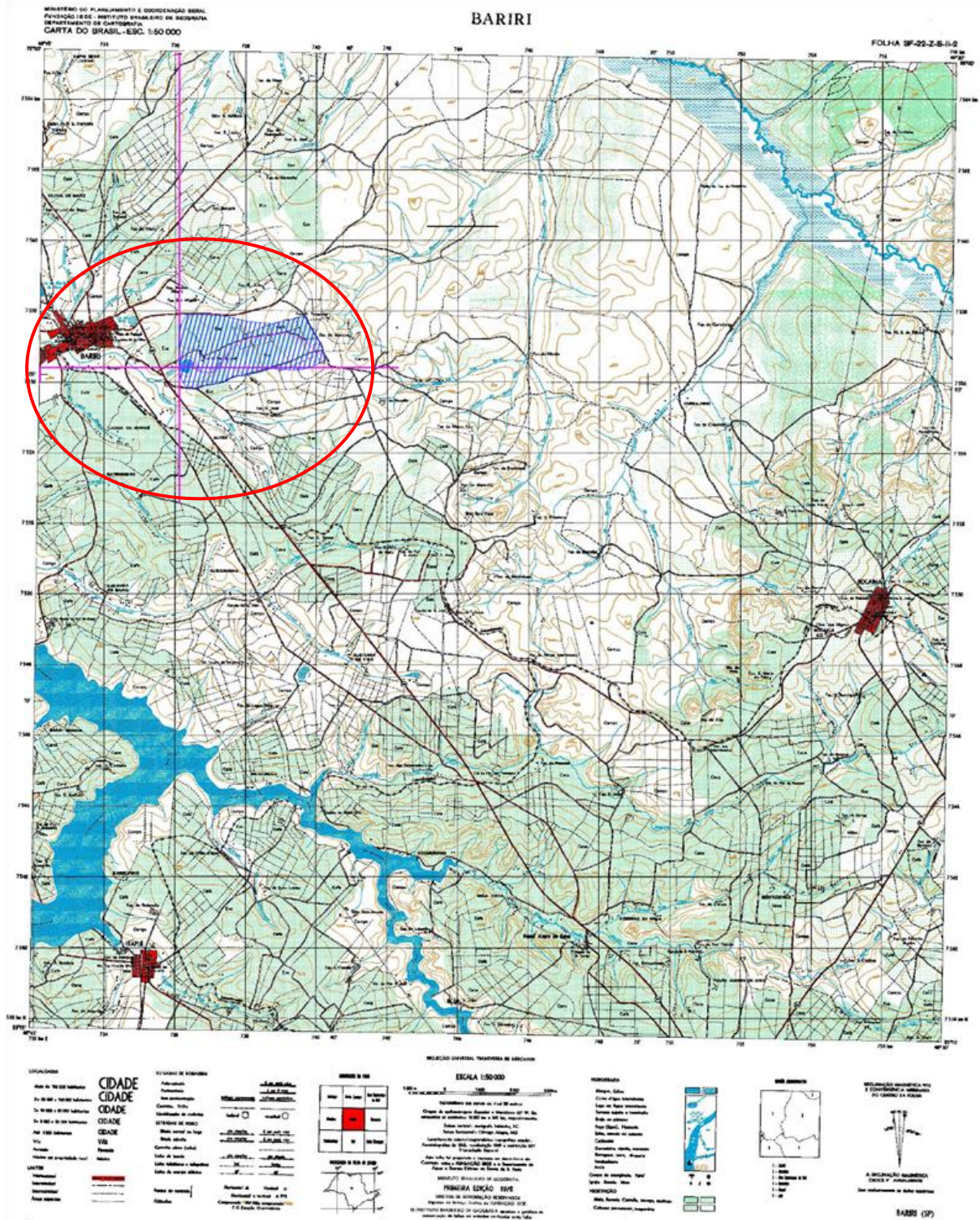


Figura 5.6 -Carta Topográfica IBGE 1:50.000 do município de Bariri, localizando a Bacia de contribuição do ponto de captação junto ao Córrego da Lagoa

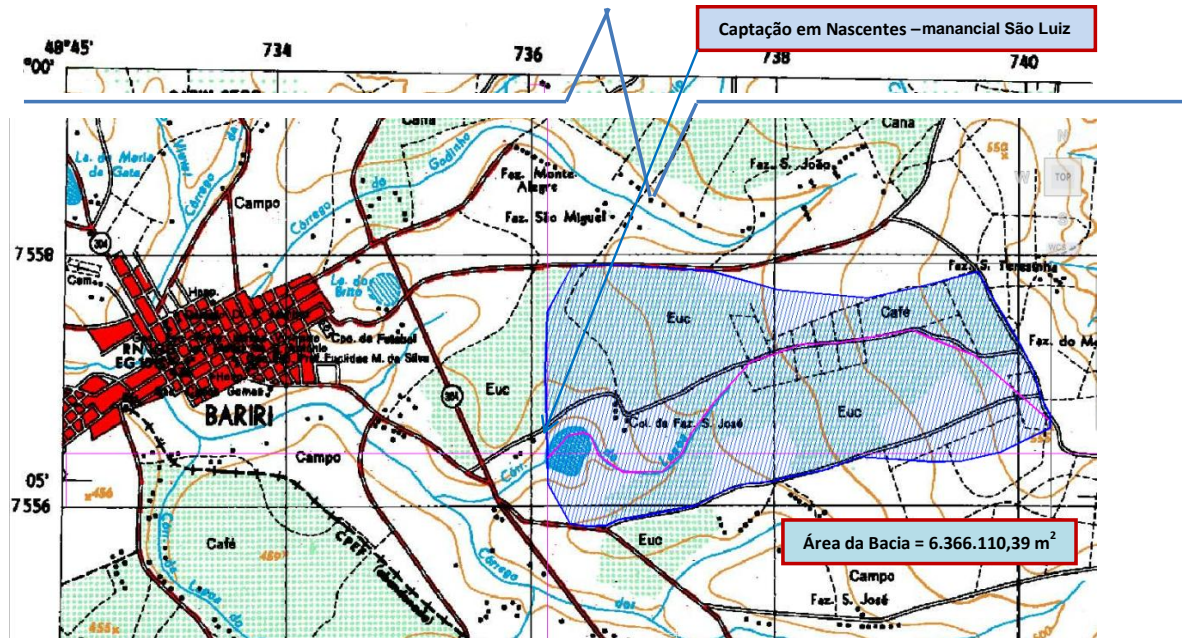


Figura 5.7 -Ampliação da Carta Topográfica IBGE 1:50.000 do município de Bariri, localizando a Bacia de contribuição do ponto de captação junto ao Córrego da Lagoa

A equação de chuvas utilizada foi a da cidade de Bauru, elaborada pelo DAEE na publicação Equação de Chuvas Intensas do Estado de São Paulo (1999), conforme mostrado na Figura 5.8.

| BAURU | |
|--|---------|
| $i_{t,T} = 35,4487 (t+20)^{-0,8894} + 5,9664 (t+20)^{-0,7749} \cdot [-0,4772 - 0,9010 \ln \ln(T/T-1)]$ | |
| Parâmetros | |
| A | 35,4487 |
| B | 20 |
| C | -0,8894 |
| D | 5,9664 |
| E | 20 |
| F | -0,7749 |
| G | -0,4772 |
| H | -0,9010 |
| t | 60,72 |
| T | 100 |

Intensidade de Chuva

it,T = 86,53

(mm/h)

Figura 5.8 – Equação de chuvas da cidade de Bauru (Fonte: DAEE, 1999)

De acordo com a conformação e características gerais da Bacia, sua área, e cotas do ponto mais elevado do talvegue e do ponto de captação em estudo, foram determinados os parâmetros necessários para o cálculo das vazões de chuva conforme a metodologia de I-Pai-Wu.

| | |
|-----------------|--|
| ÁREA | |
| Área da Bacia | 6.366.110,39 m ² 6,366 km ² 6.366,11 ha. |
| COTAS | |
| Topo Talvegue | 555 m |
| Ponto de Estudo | 439 m |
| $\Delta H =$ | 116 m |

| Área Bacia | L | S | T | tc | K | I | AD | | | | | | |
|---|--------|-------------------|-------------------|---|-------------|--------|-------|---|------|-------------------------|--------|-----|-----|
| 6,366 | 4,634 | 18,221 | 100 | 60,72 | 0,918508374 | 86,527 | 6,366 | | | | | | |
| Vazões calculadas (m³/s) Q médio 0,049 Q _{7,10} 0,017 Q firme 0,026 (Valor Site SIGRH) Q útil 0,009 | | | | Parâmetros Região M a -4,62 b 0,0098 xt 0,654 A 0,6141 B 0,0257 qp 0,429 Pm(mm/ano) 1250 k 2628000 d 4 C 0,85 | | | | | | | | | |
| $Q_{\text{útil}} = Q_{\text{firme}} - Q_{7,10}$ $Q_{7,10} + Q_{\text{demanda}} = Q_{\text{firme}}$ | | | | <table border="1"> <tr> <td>d</td> <td>3,98</td> </tr> <tr> <td>Q_{Firme Calc}</td> <td>0,0293</td> </tr> <tr> <td>C2=</td> <td>0,4</td> </tr> </table> <p>*C2 depende da impermeabilidade do solo do local*</p> | | | | d | 3,98 | Q _{Firme Calc} | 0,0293 | C2= | 0,4 |
| d | 3,98 | | | | | | | | | | | | |
| Q _{Firme Calc} | 0,0293 | | | | | | | | | | | | |
| C2= | 0,4 | | | | | | | | | | | | |
| Cálculo das Vazões | | | | | | | | | | | | | |
| | l/s | m ³ /s | m ³ /h | | | | | | | | | | |
| Q | 7,63 | 0,0076 | 27,47 | | | | | | | | | | |
| Q _m | 48,57 | 0,049 | 174,86 | | | | | | | | | | |
| Q _{7,10} | 17,28 | 0,017 | 62,19 | | | | | | | | | | |
| Q _{95%} | 20,84 | 0,021 | 75,02 | | | | | | | | | | |
| Q útil | 8,72 | 0,009 | 31,41 | | | | | | | | | | |
| Q firme | 26,00 | 0,026 | 93,60 | | | | | | | | | | |
| Q _{30,10} | 20,32 | 0,020 | 73,17 | | | | | | | | | | |

Figura 5.9 – Planilha de cálculos: metodologia I-Pai-Wiu

Os parâmetros utilizados nos cálculos foram determinados a partir das informações e mapas contidos na publicação Regionalização Hidrológica do Estado de São Paulo (1988) e das Isoietas elaboradas para o Estado de São Paulo, conforme as figuras a seguir.

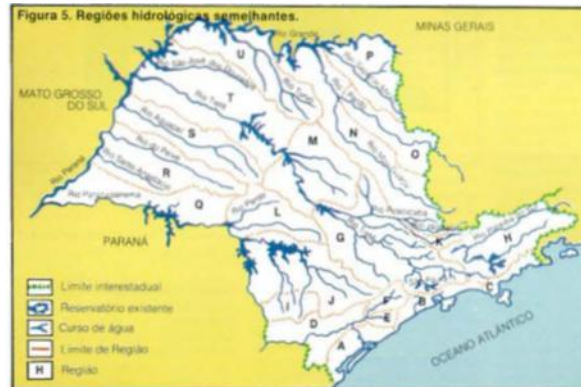


Figura 5.10 - Mapa para determinação dos parâmetros de regionalização hidrológica

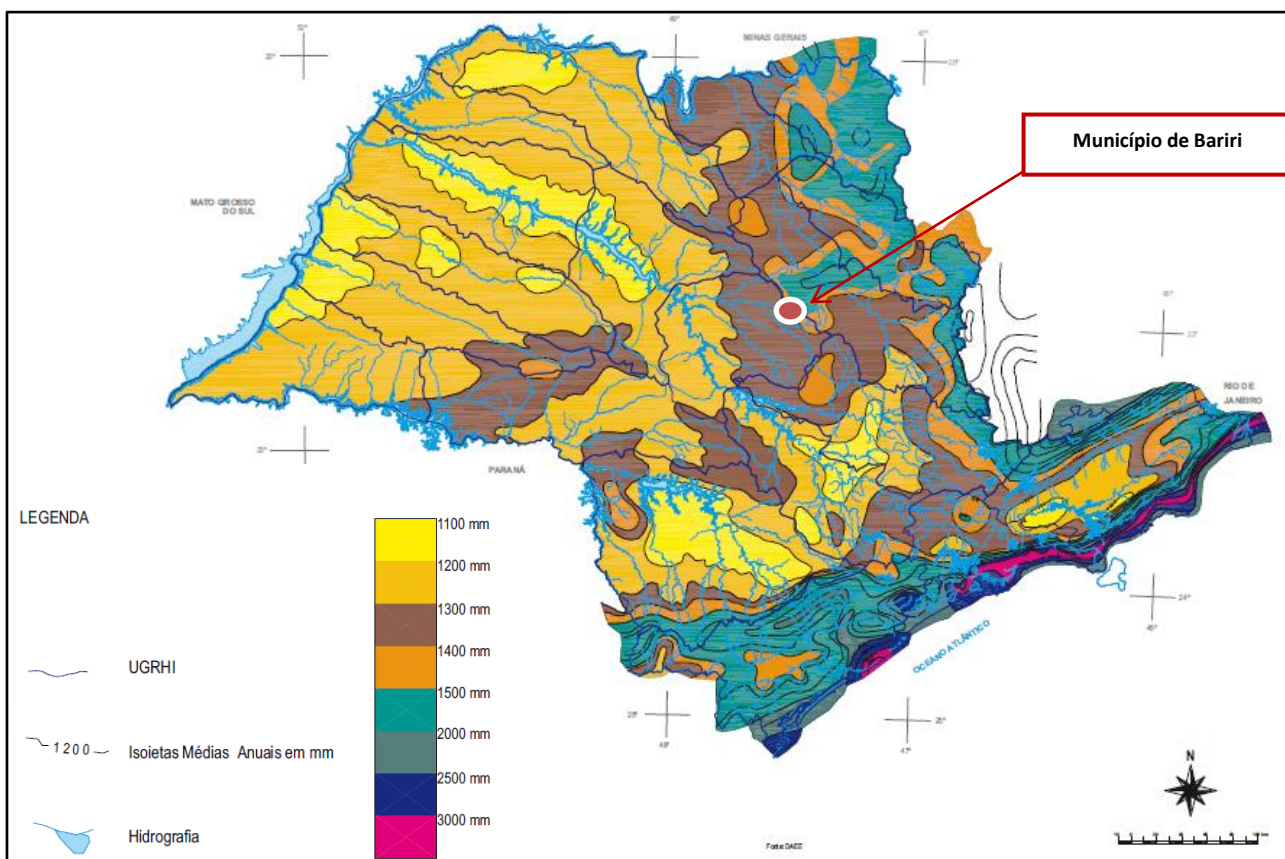


Figura 5.11 - Mapa das Isoietas determinadas para o Estado de São Paulo

Os cálculos confirmatórios, realizados através do site do SIGRH, são apresentados na Figuras 5.12 a 5.14.

Posicionar o ponto de saída da bacia hidrográfica por:

Coordenadas Geográficas
 Coordenadas UTM

Dados de entrada:

Área da bacia hidrográfica (km²):

Longitude do Meridiano Central: °

Coordenadas Geográficas:

Latitude: ° ' ''

Longitude: ° ' ''

Resultados

| | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Precipitação anual média (mm): | <input type="text" value="1292,1"/> |
| Região hidrológica: | <input type="text" value="M"/> ▼ |
| Região hidrológica (parâmetro C): | <input type="text" value="Z"/> ▼ |
| Latitude: | 22° 04' 28" |
| Longitude: | 48° 44' 25" |
| Norte (m): | 7557195,973 |
| Este (m): | 733173,017 |

Figura 5.12 – Planilha de cálculos SIGRH

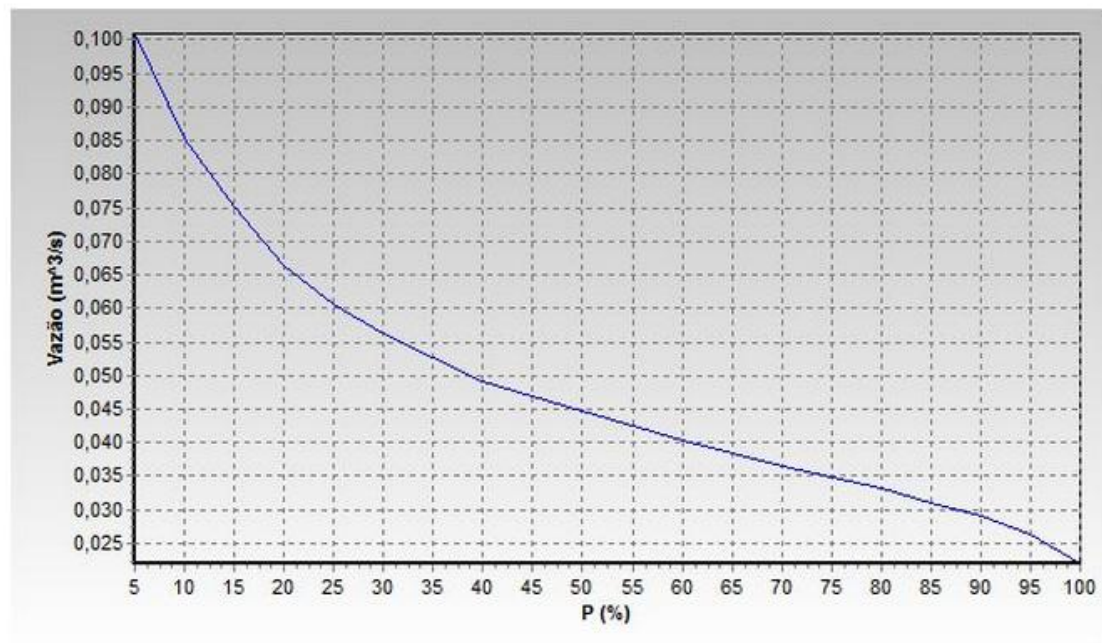
Resultado 1: Vazão média de longo termo

Vazão média plurianual (m^3/s): **0,051**

Resultado 2: Curva de Permanência

Vazão para "P (%)" de permanência (m^3/s):

| P (%) | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Q (m^3/s) | 0,101 | 0,085 | 0,075 | 0,066 | 0,061 | 0,056 | 0,049 | 0,045 | 0,040 | 0,037 | 0,035 | 0,033 | 0,031 | 0,029 | 0,026 | 0,022 |



Resultado 3: Volume de regularização

Volume necessário para se regularizar "Qf" com risco "R (%)" de probabilidade de não atendimento em um ano qualquer ($10^6 m^3$):

Vazão firme "Qf" (m^3/s): **0,026**

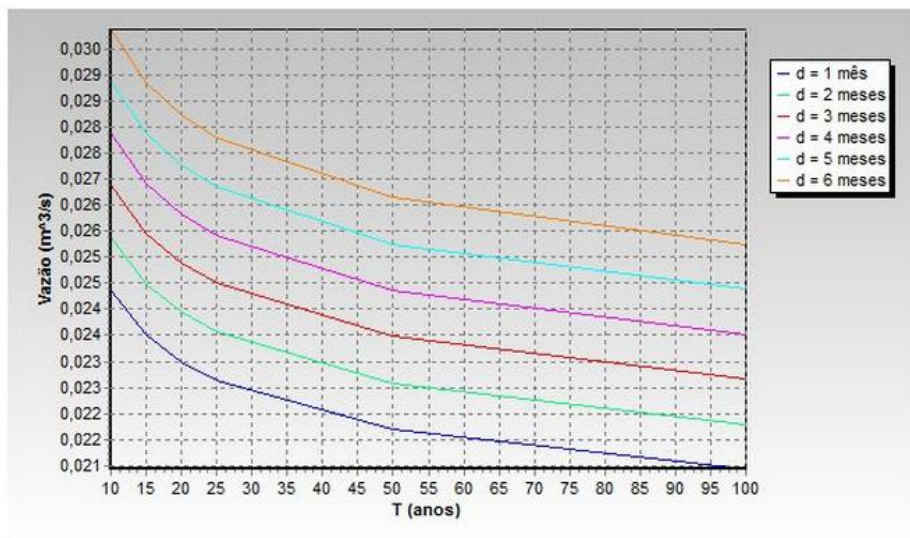
| | | | | | | |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| T (anos) | 10 | 15 | 20 | 25 | 50 | 100 |
| R (%) = 100 / T | 10,00 | 6,67 | 5,00 | 4,00 | 2,00 | 1,00 |
| Volume ($10^6 m^3$) | 0,002 | 0,004 | 0,007 | 0,008 | 0,014 | 0,019 |
| Dur. crítica (meses) | 0,869 | 1,324 | 1,620 | 1,831 | 2,421 | 2,927 |

Figura 5.13 – Planilha de cálculos SIGRH (continuação)

Resultado 4

Vazão mínima anual de "d" meses consecutivos com "T" anos de período de retorno (m^3/s):

| T (anos) | d = 1 mês | d = 2 meses | d = 3 meses | d = 4 meses | d = 5 meses | d = 6 meses |
|----------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 10 | 0,025 | 0,026 | 0,027 | 0,028 | 0,029 | 0,030 |
| 15 | 0,024 | 0,025 | 0,026 | 0,027 | 0,028 | 0,029 |
| 20 | 0,024 | 0,024 | 0,025 | 0,026 | 0,027 | 0,028 |
| 25 | 0,023 | 0,024 | 0,025 | 0,026 | 0,027 | 0,028 |
| 50 | 0,022 | 0,023 | 0,024 | 0,025 | 0,026 | 0,027 |
| 100 | 0,021 | 0,022 | 0,023 | 0,024 | 0,025 | 0,026 |



Resultado 5: $Q_{7,T}$

Vazão mínima anual de 7 dias consecutivos com "T" anos de período de retorno: $Q_{7,T}$ (m^3/s):

| T (anos) | 10 | 15 | 20 | 25 | 50 | 100 |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Q (m^3/s) | 0,021 | 0,020 | 0,020 | 0,020 | 0,019 | 0,018 |

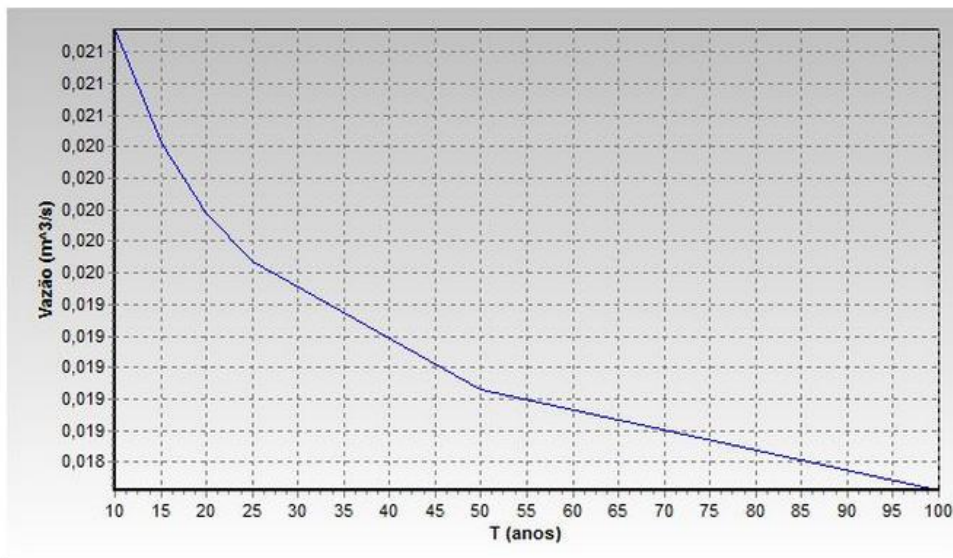


Figura 5.14 - Planilha de cálculos SIGRH (continuação)

Os resultados obtidos através da Metodologia de Regionalização Hidrológica do DAEE são semelhantes aos obtidos pelos cálculos do SIGRH, e, portanto foram os utilizados nesse estudo, conforme mostrado na Tabela 5.4.

Tabela 5.4 - Resultados dos cálculos de disponibilidade hídrica

| | L/s | m ³ /s | m ³ /h |
|-----------------------|-------|-------------------|-------------------|
| Q | 7,63 | 0,0076 | 27,47 |
| Q _m | 48,57 | 0,0486 | 174,85 |
| Q _{7,10} | 17,28 | 0,0173 | 62,21 |
| 50% Q _{7,10} | 8,64 | 0,0086 | 31,10 |
| Q _{95%} | 20,84 | 0,0208 | 75,02 |
| Q _{útil} | 8,72 | 0,0087 | 31,39 |
| Q _{firme} | 26,00 | 0,0260 | 93,60 |
| Q _{30,10} | 20,32 | 0,0203 | 73,15 |

A partir da Tabela 5.4, verifica-se que o valor da vazão mínima Q_{7,10} para o Córrego da Lagoa é de apenas 17,28L/s, de onde se extrai que a vazão de captação máxima sem que exista um reservatório de armazenamento de água para os períodos de estiagem, correspondente a 50% da Q_{7,10} é de apenas 8,64L/s.

Comparando-se essas vazões com as demandas identificadas junto ao SAEMBA, verifica-se que os valores regularizáveis, de acordo com a metodologia do DAEE, são da ordem de 8,6% da demanda do sistema.

5.2 OUTORGAS DE USO DE RECURSOS HÍDRICOS

O Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE é o órgão estadual responsável pela avaliação, cadastramento e publicação das outorgas de uso de recursos hídricos no Estado de São Paulo, e possui um sistema de informações que disponibiliza os dados de outorgas solicitadas, deferidas e indeferidas por usuário, que pode ser consultado *online* em seu site.

Essa consulta foi realizada para o município de Bariri, cujos resultados obtidos para as outorgas de sistemas públicos solicitadas ao DAEE são apresentados na Tabela 5.5.

Nesta tabela, verifica-se que os Autos sob n^o. 35102 tratam do pedido de outorga de captação superficial para abastecimento público no Córrego da Lagoa, com vazão solicitada igual a 166,0 m³/h (46,0L/s), que corresponde a 46% da demanda atual do sistema de abastecimento pelo manancial superficial responsável por atender 50% da demanda total do município.



Tabela 5.5 – Cadastramento e publicações de outorgas para uso dos recursos hídricos em Bariri

| Num | Código Rio/Poço | Dist Foz (Km) | Nome do Rio/Aquífero | Autos | Usuário | Finalid.e Uso | Uso | Seq | Sitadmin | Vazão (m3/h) | Hora/Dia | Dia/Mês | Mês/Ano | UTM-Norte (Km) | UTM-Leste (Km) | UTM-MC |
|-----|-----------------|---------------|-------------------------------|---------|---------|---------------|-------------------------|-----|------------------|--------------|----------|---------|---------|----------------|----------------|--------|
| 4 | | 0.00 | | 9704415 | Publico | Passage | Travessia aerea | 3 | Req indeferido | 0.00 | 0 | 0 | 0 | 7,556.56 | 734.67 | 51 |
| 5 | | 0.00 | | 9704415 | Publico | Passage | Travessia aerea | 2 | Req indeferido | 0.00 | 0 | 0 | 0 | 7,556.68 | 733.90 | 51 |
| 6 | | 0.00 | | 9704415 | Publico | Passage | Travessia aerea | 1 | Req indeferido | 0.00 | 0 | 0 | 0 | 7,556.60 | 733.72 | 51 |
| 8 | | 0.00 | Formacao Botucatu - Piramboia | 9702683 | Publico | Ab.publ | Captacao subterranea | 2 | Lic.perf e impl. | 50.00 | 20 | 0 | 0 | 7,555.59 | 733.95 | 51 |
| 27 | | 0.00 | | 9702683 | Publico | Sanitar | Lancamento em rede | 1 | Cadastrado daee | 0.00 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 |
| 33 | | 0.00 | | 35102 | Publico | | Captacao subterranea | 1 | | 76.00 | 20 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 |
| 67 | 102089 | 2.20 | Sape, Rib Do Alves, Cor Dos | 9702683 | Publico | Sanitar | Lancamento superficial | 1 | Impl autorizada | 239.00 | 24 | 30 | 0 | 7,556.25 | 730.30 | 51 |
| 68 | 102089 | 5.70 | Sape, Rib Do Alves, Cor Dos | 35102 | Publico | | Lancamento superficial | 2 | | 0.00 | 0 | 0 | 0 | 7,556.97 | 732.96 | 51 |
| 70 | 102089 | 95.00 | Sape, Rib Do Alves, Cor Dos | 9705827 | Publico | Passage | Travessia intermediaria | 2 | Impl autorizada | 0.00 | 0 | 0 | 0 | 7,556.55 | 734.65 | 51 |
| 72 | 10208901 | 0.50 | Viuval, Cor Do | 35102 | Publico | | Lancamento superficial | 1 | | 184.00 | 24 | 0 | 0 | 7,557.65 | 732.94 | 51 |
| 73 | 10208901 | 0.77 | Viuval, Cor Do | 9704415 | Publico | Ds/limp | Desassoreamento | 1 | Serv autorizado | 0.00 | 0 | 0 | 0 | 7,558.16 | 733.08 | 51 |
| 74 | 10208901 | 2.80 | Viuval, Cor Do | 9705827 | Publico | Passage | Travessia intermediaria | 1 | Impl autorizada | 0.00 | 0 | 0 | 0 | 7,560.50 | 732.50 | 51 |
| 75 | 1020890101 | 0.00 | | 35102 | Publico | | Captacao subterranea | 3 | | 0.00 | 0 | 0 | 0 | 7,556.96 | 733.12 | 51 |
| 85 | 10208902 | 1.00 | Lagoa, Cor Da | 35102 | Publico | | Captacao superficial | 1 | | 166.00 | 24 | 0 | 0 | 7,556.42 | 736.12 | 51 |
| 119 | 1880016 | 0.00 | Formacao Botucatu - Piramboia | 9702683 | Publico | Ab.publ | Captacao subterranea | 1 | Portaria | 50.00 | 11 | 30 | 0 | 7,558.15 | 733.83 | 51 |

Fonte: DAEE, 2014



Verifica-se também, que não existem informações cadastradas sobre se o processo foi ou não deferido pelo DAEE, e, de acordo com dados obtidos junto ao SAEMBA, não existe outorga expedida para a Captação junto ao manancial São Luiz (Córrego da Lagoa).

Dessa forma, faz-se necessária a solicitação de outorga dos 100,0L/s retirados do Córrego da Lagoa, conforme a demanda do sistema público de abastecimento, e conforme as informações passadas à Agência Nacional de Águas – ANA.

5.3 SISTEMA DE CAPTAÇÃO JUNTO AO CÓRREGO DA LAGOA

O sistema de captação superficial operado pelo SAEMBA retira água de 41 nascentes do manancial São Luiz, que contribui para formação do Córrego da Lagoa, através de tubulações e canais a céu aberto, que vão se juntando sequencialmente, em forma de “espinhas de peixe” formando um canal principal que chega à Estação Elevatória de Água Bruta.

O bombeamento da água bruta é feito por sistema com 3 bombas centrífugas, duas em funcionamento e uma reserva, que possuem capacidade máxima de adução em torno de 100,0L/s, sendo que toda a vazão captada é encaminhada à ETA para tratamento.

Esse manancial está localizado próximo à zona de afloramento do aquífero Guarani e sobre o aquífero Bauru, sendo que, durante vistoria técnica realizada, foi possível observar que existem diversos pontos de afloramento de água cristalina, que tornam o solo bastante úmido e fértil.

A área de nascentes apresentada na figura a seguir possui cerca de 37,0 ha e apresenta tanto locais de vegetação preservada como locais desmatados, suscetíveis a erosões e contaminação do solo.



Figura 5.15 -Área de distribuição das nascentes que contribuem para formação do Córrego da Lagoa (manancial São Luiz)



Figura 5.16 - Vegetação e áreas descampadas existentes no entorno das nascentes do manancial São Luiz

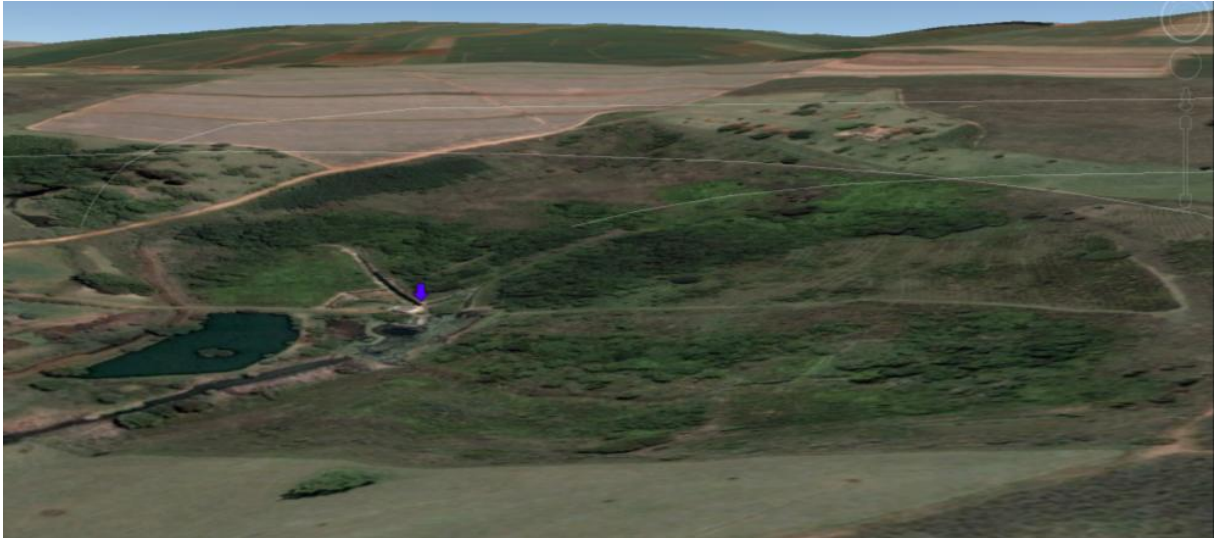


Figura 5.17 - Vista da bacia de contribuição no ponto de captação

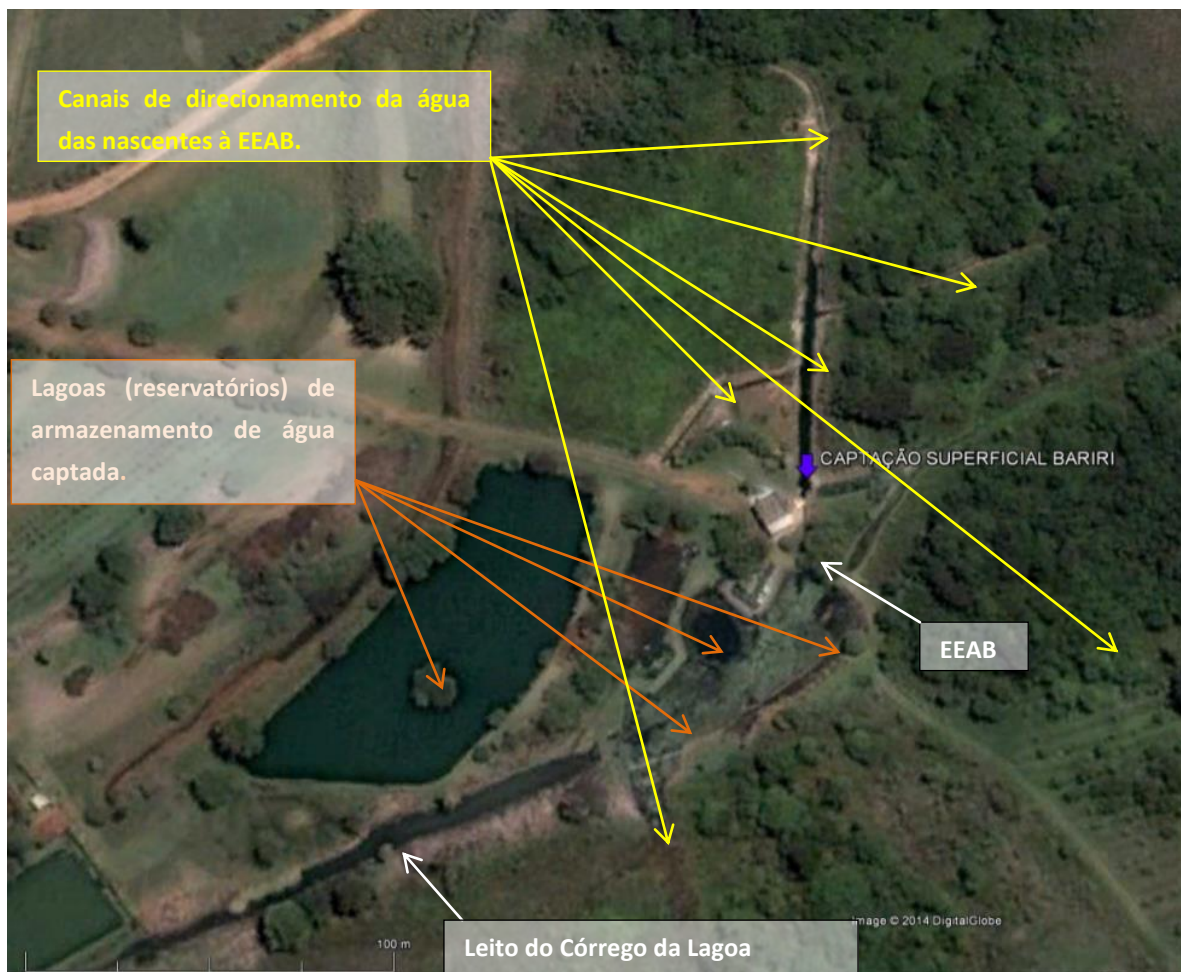


Figura 5.18 - Disposição das estruturas da captação superficial junto ao manancial São Luiz

A seguir é apresentado um relatório fotográfico do sistema de captação, contendo fotos dos locais da captação, nascentes, canais e lagoas, bem como fotos da EEAB que encaminha a água captada ao sistema de tratamento.

5.3.1 Relatório Fotográfico do Sistema de Captação



Figura 5.19 - Caixas de captação de água em que chegam as tubulações vindas das nascentes



Figura 5.20 - Detalhes das tubulações que chegam às caixas de captação



Figura 5.21 - Início do canal principal de encaminhamento da água ao poço de sucção (EEAB)



Figura 5.22 - Canal principal de encaminhamento da água ao poço de sucção (EEAB)



Figura 5.23 - crescimento de vegetação aquática no canal principal de encaminhamento da água ao poço de sucção



Figura 5.24 - Encontro do canal principal com um canal secundário vindo de outro ponto de nascentes



Figura 5.25 – Mancha na superfície da água, indicando possível contaminação



Figura 5.26 - Acúmulo de matéria orgânica devido ao florescimento e decomposição de algas no final do canal principal



Figura 5.27 - Chegada do canal principal no poço de sucção (EEAB).



Figura 5.28 - Vista das lagoas de armazenamento de água



Figura 5.29 - Vista de uma das lagoas com florescimento de algas e crescimento de vegetação aquática



Figura 5.30 - Detalhe da vegetação no interior da lagoa



Figura 5.31 - Crescimento da vegetação em outra lagoa do sistema



Figura 5.32 - Vista geral das lagoas localizadas no entorno da EEAB



Figura 5.33 - EEAB (ao fundo) e lagoas em ponto final de extravasamento da água excedente (que não é encaminhada ao sistema de tratamento)



Figura 5.34 - EEAB



Figura 5.35 - Tanques de produtos químicos dosados na captação



Figura 5.36 - Locais de dosagem de produtos químicos na captação



Figura 5.37 - Bombas da EEAB.



Figura 5.38 - Tubulação de início da adutora de água bruta até o sistema de tratamento e vertedor de saída da água excedente que não é encaminhada à ETA

5.3.2 Considerações sobre a Disponibilidade Hídrica no Córrego da Lagoa

De acordo com os cálculos realizados e com as informações obtidas durante a vistoria técnica no local da captação, verificou-se que existem algumas divergências entre os cálculos teóricos e a situação observada na prática, no cotidiano da operação do sistema de captação superficial pelo SAEMBA.

Essas divergências são apresentadas e discutidas nos itens que seguem.

5.3.2.1 Cálculo da Vazão Útil

A Vazão Útil é considerada como a que pode de ser captada com a regularização da vazão do córrego ao longo do ano através da execução de um reservatório (barragem/lagoa), quando a vazão a ser captada é superior à vazão mínima do curso d'água.

Os estudos de disponibilidade hídrica da captação realizados no Item 5.1 forneceram, de acordo com os cálculos, vazão mínima igual a:

$$Q_{7,10} = 17,28 \text{ L/s (corresponde à vazão mínima observada no córrego no ponto de captação que se mantém disponível por 07 dias consecutivos considerando-se período de retorno igual a 10 anos).}$$

De acordo com os cálculos efetuados, e com os valores apresentados pelo DAEE para as coordenadas geográficas da seção de estudo, tem-se a vazão firme máxima no Córrego da Lagoa nesta seção igual a:

$$Q_{F \text{ máx}} = 26,0 \text{ L/s}$$

Essa vazão firme corresponde à máxima vazão que poderá ser regularizada no Córrego da Lagoa, com a execução do maior reservatório permitido pelo DAEE para a duração crítica de 6 meses.

Desses 26,0 L/s regularizáveis, deve-se manter a vazão mínima no córrego, por exigência do órgão outorgante. Dessa forma, do máximo regularizável, pode-se captar para abastecimento público apenas a diferença entre a vazão firme e a vazão mínima, a qual será denominada vazão útil. O valor da vazão útil na seção foi calculado de acordo com as metodologias definidas pelo DAEE (planilhas do item 5.1.2), e é utilizado para comparação com a demanda do sistema público informada pelo SAEMBA.

$$Q_{\text{útil máx}} = Q_{F \text{ máx}} - Q_{7,10} = 26,0 - 17,28$$

$$Q_{\text{útil máx}} = 8,72 \text{ L/s}$$

Para que seja possível captar essa vazão de 8,72L/s junto ao córrego, é necessária a utilização de um reservatório de acumulação de água (barragem/lagoa), exatamente como foi observado no local.

O cálculo do volume de água que deve ser armazenado nesses reservatórios/lagoas é apresentado na Figura 5.39, tendo sido obtido o seguinte valor:

$$V_{reserv} = 33.195m^3$$

| VOLUME NECESSÁRIO PARA A VAZÃO DE PROJETO | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------|--------------------------|---------------------------|---------------|--------|--------|----------------------|-----|----------|---------------------------|------------|
| PARA VAZÃO PRETENDIDA NO PROJETO ----> | $Q_{proj} =$ | 100 l/s | 0,1 m ³ /s | | | | | | | | |
| Volume reservatório | | 33.915,32 m ³ | 33.915,32 | | | | | | | | |
| <table border="1"> <tr> <th colspan="2">RESERVATÓRIO</th> </tr> <tr> <td>Prof. Média =</td> <td>1,00 m</td> </tr> <tr> <td>Área =</td> <td>33915 m²</td> </tr> <tr> <td>L =</td> <td>184,16 m</td> </tr> </table> | | RESERVATÓRIO | | Prof. Média = | 1,00 m | Área = | 33915 m ² | L = | 184,16 m | $(Q_{proj} - Q_{7,10}) =$ | 82,724 l/s |
| RESERVATÓRIO | | | | | | | | | | | |
| Prof. Média = | 1,00 m | | | | | | | | | | |
| Área = | 33915 m ² | | | | | | | | | | |
| L = | 184,16 m | | | | | | | | | | |
| | | $Q_{extra\ DAEE} =$ | 8,638 m ³ /s | | | | | | | | |
| | | | 50% da $Q_{7,10}$ | | | | | | | | |
| VOLUME CRÍTICO | | | | | | | | | | | |
| $V = [Q_f - x_t * (A + B * d) * Q] * K * d$ | | | | | | | | | | | |
| 203.484,44 | para d= | 24 meses | 68.657,01 para d= 6 meses | | | | | | | | |

Figura 5.39 – Cálculo do volume necessário para o reservatório de regularização de vazão no manancial

Não existem informações precisas sobre os volumes totais de água armazenados nas lagoas existentes, porém, acredita-se com base nas observações locais, que esse volume existente seja superior ao calculado, considerando-se o número de lagoas existentes e sua área superficial total.

5.3.2.2 Demandas do Sistema Público

A demanda total do empreendimento é igual a:

$$Q_{D\ total} = 100,0\ L/s$$

Esse valor de demanda foi determinado a partir das informações do SAEMBA, conforme a divisão do sistema de abastecimento público pelas captações subterrâneas (poços) e pela superficial junto ao manancial São Luiz.

5.3.2.3 Disponibilidade x Demandas

Nota-se que a demanda total do empreendimento é muito superior à disponibilidade de água calculada para o Córrego da Lagoa nesta seção ($Q_{Utilmax}$), e que, mesmo considerando-se a existência de reservatórios de armazenamento (lagoas) para regularizar a vazão captável junto ao



manancial nessa seção, não será possível retirar toda a água necessária ao empreendimento mantendo-se no curso d'água à jusante da barragem a vazão mínima do córrego, de acordo com os parâmetros do DAEE.

Portando, esse local de estudo, em tese, não comportaria uma captação superficial para abastecimento dos 100,0L/s necessários, conforme informações do SAEMBA.

5.3.2.4 Vazão Adicional Solicitada ao DAEE

O DAEE, em algumas regiões, de acordo com a disponibilidade hídrica da Bacia e usuários de jusante, permite a utilização de valores adicionais de vazão correspondentes a até 50% da $Q_{7,10}$ para usuários públicos.

Dessa forma, é possível solicitar ao DAEE a utilização de vazão adicional conforme os cálculos a seguir:

$$Q_{Util}^* = Q_{util\ máx} + (50\%) \times Q_{7,10} = 8,72 + 0,5 \times 17,28 = 17,36 \text{ L/s}$$

Em que Q_{Util}^* representa a máxima vazão que pode ser captada do Córrego da Lagoa com a execução do reservatório de acumulação e captação adicional de 50 % da $Q_{7,10}$ para a seção considerada.

Nota-se, porém que o valor de Q_{Util}^* ainda é muito inferior à demanda superficial do SAEMBA ($Q_{DTotal} = 100,0 \text{ L/s}$).

5.3.2.5 Avaliação da Situação da Captação

De acordo com os cálculos realizados, foi possível observar que utilizando a metodologia preconizada pelo DAEE para determinação da disponibilidade hídrica de um manancial superficial, não é possível se obter o valor de vazão superficial outorgável compatível com a demanda do sistema público.

Ocorre que, desde que a captação junto ao manancial São Luiz foi implantada no local, o SAEMBA vem extraíndo quantidades muito superiores aos 26,0 L/s correspondentes à vazão firme calculada de acordo com a metodologia do DAEE.

Além disso, verificou-se conforme as informações coletadas, que o SAEMBA vem captando sem interrupção, pelo menos nos últimos 5 anos, cerca de 100,0L/s, mesmo nas épocas de estiagem.

Com base no que foi exposto e nas observações locais, verifica-se a necessidade de se investigar o manancial, por se tratar de local de afloramento de água por nascentes vindas de um dos dois aquíferos que existem na região (Bauru e Guarani), principalmente se observada a proximidade da conhecida zona de afloramento do aquífero Guarani, conforme o Mapa de Diagnóstico da UGRHI 13, apresentado na Figura 5.4.



As informações fornecidas pelo SAEMBA ainda relatam que, mesmo na época de estiagem, captando-se os 100,0L/s para abastecimento público, verifica-se que existe extravasamento de água (excedente) no sistema que forma o Córrego da Lagoa, no leito do qual, observam-se diversos locais de Pesque-pague que utilizam essa água.

Verifica-se, portanto, que a água captada no local pelo SAEMBA não é fruto apenas da recarga superficial do lençol da bacia na qual se insere o Córrego da Lagoa, e sim, muito provavelmente, devido ao afloramento de aquífero que ocorre na área, disponibilizando água em abundância para ser utilizada no abastecimento da população.

5.4 QUALIDADE DA ÁGUA DO MANANCIAL SÃO LUIZ

O manancial São Luiz, conforme exposto anteriormente, é abastecido tanto pela recarga superficial do lençol da bacia na qual se insere o Córrego da Lagoa, quanto pelo o afloramento de aquífero que ocorre na área, e, portanto, sua água tende a ser de excelente qualidade, quando avaliada por suas origens.

Durante a visita realizada ao local e conforme avaliações de qualidade da água bruta na ETA realizadas pelo SAEMBA, foi possível observar que, apesar das 41 minas existentes fornecerem água de excelente qualidade, existem diversos pontos de contaminação no caminho entre as nascentes e a captação, que devem ser gerenciados corretamente para que não acarretem problemas de degradação da qualidade da água destinada para tratamento.

Conforme foi observado nas vistorias técnicas (Figuras 5.40 e 5.42), existem situações de exposição da água do manancial a pontos de contaminação por lixiviação de materiais dispostos no solo, por deterioração das algas presentes na água parada, pela degradação das plantas aquáticas no interior dos lagos, e de folhas e animais mortos levados para o interior do canal durante as chuvas, além da configuração favorável à ocorrência do fenômeno de eutrofização.



Figura 5.40 -Ponto de degradação da água captada junto a um barramento executado para evitar a chegada de galhos, folhas e materiais grosseiros no sistema de bombeamento



Figura 5.41 - Contaminação por material oleoso



Figura 5.42 - Proliferação de vegetação aquática nas lagoas de reserva de água

Apesar dessas diversas fontes de contaminação, o florescimento de algas em excesso (eutrofização) é o mais preocupante, pois, com o crescimento excessivo dessas algas, diversas espécies se misturam no ambiente aquático, sendo que algumas cepas de algas, em especial as do grupo cianofíceas ou cianobactérias, podem produzir metabólitos que causam gosto e odor, alterando as características organolépticas das águas e, também, toxinas altamente potentes (hepatoxinas e neurotoxinas), causando risco à saúde pública.

O fenômeno de eutrofização está associado à presença de elevadas concentrações de nutrientes, muitas vezes decorrentes de lançamento de efluentes domésticos ou industriais e/ou contaminação por insumos agrícolas.

Verificou-se que, pela configuração da bacia e os usos do solo em seu entorno, conforme a Figura 5.43, existe uma grande suscetibilidade de contaminação do manancial pelo carreamento de agrotóxicos utilizados nas plantações, além da possibilidade de assoreamento do manancial durante as chuvas.

Além disso, de acordo com o laudo de qualidade da água bruta do manancial (Anexo 3), solicitado pelo SAEMBA em fevereiro de 2013, os parâmetros de coliformes fecais e coliformes totais estiveram acima dos padrões permitidos pela Resolução CONAMA 357/2005. Tais resultados indicam a suscetibilidade de contaminação do manancial por efluentes domésticos, apesar de não ser observado nenhum ponto de despejo na área de captação pela equipe do SAEMBA ou nas visitas técnicas pela equipe da Hidrosan.

As Figuras 5.43 e 5.44 apresentam a configuração geral da área da bacia do Córrego da Lagoa e do manancial de captação.

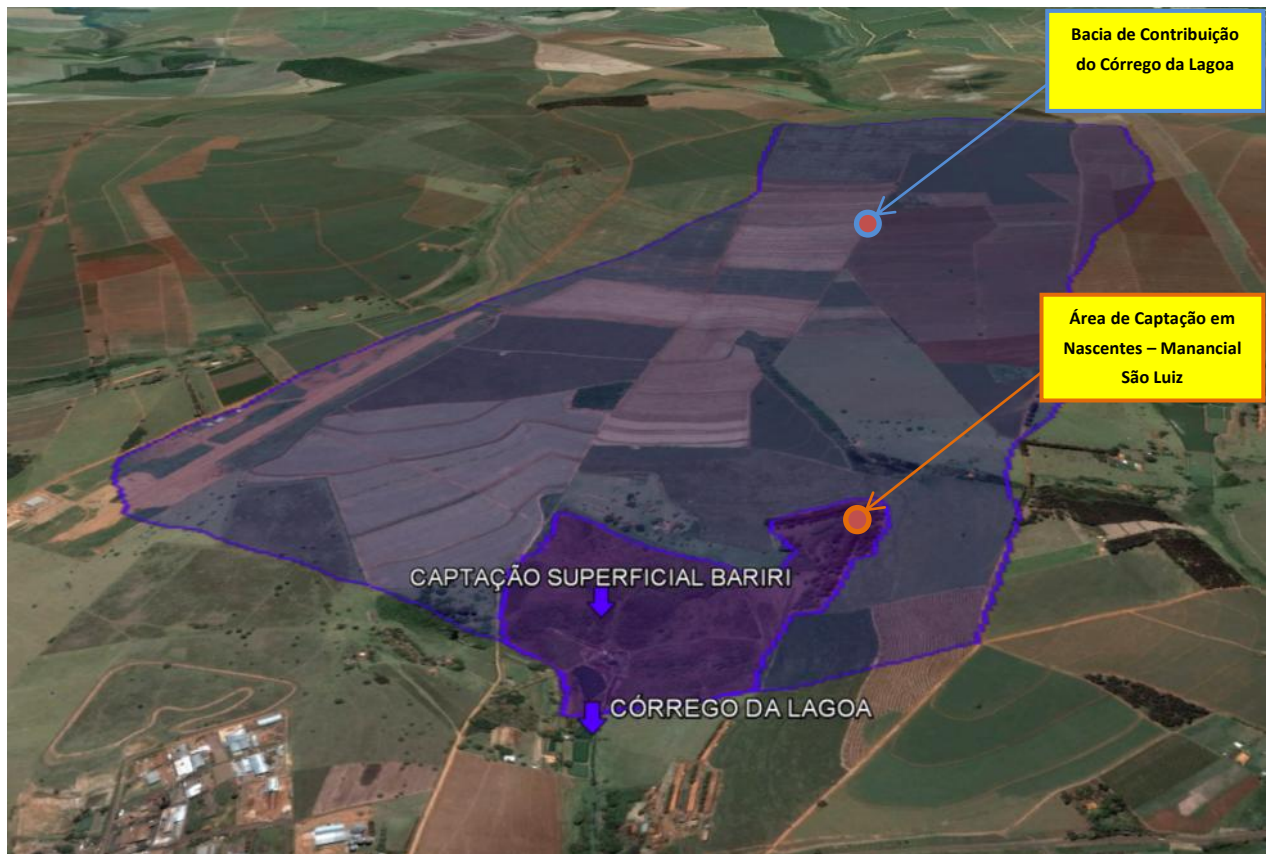


Figura 5.43 -Bacia de Contribuição do Córrego da Lagoa e área de nascentes do manancial São Luiz



Figura 5.44 - Leito do córrego após passagem pelo sistema de captação

Durante a vistoria técnica, foi possível observar que a quase totalidade do uso do solo da área que cerca o manancial na Bacia é composta por plantações de cana-de-açúcar, que utilizam agrotóxicos, os quais devem lixiviar para o manancial.

Uma forma de impedir essa contaminação é a realização de barreiras físicas como curvas de nível antes da área de abrangência do manancial, porém, como essa área é extensa, isso seria oneroso.

Outra forma é a manutenção da vegetação de proteção dessas nascentes, e adensamento das mesmas, para que também funcionem como barreira física, e, como foi possível observar durante a vistoria realizada, existem pontos com vegetação preservada convivendo com pontos de áreas desmatadas e pastos.

Com o intuito de se avaliar a qualidade da água e a presença de contaminantes, foram realizados exames e análises da água captada em três pontos distintos que atestaram a boa qualidade da água captada, mas também identificaram fontes de contaminação por matéria orgânica que podem ser associadas aos fatores citados anteriormente.

As amostras de água avaliadas foram coletadas em três locais distintos, sendo o primeiro ponto localizado nas nascentes e denominado de “mina”, o segundo na entrada do poço de sucção, e, o terceiro, na lagoa localizada junto à captação, que funciona como reservatório, e é utilizada apenas quando se observa que a água das nascentes não é suficiente para abastecimento da população. Os resultados das amostras estão apresentados na Tabela 5.6.

Tabela 5.6 - Resultados das análises de água realizadas para o manancial

| Parâmetro | Amostras | | |
|----------------|----------|---------------------------|-------|
| | Mina | Entrada do Poço de Sucção | Lagoa |
| Cor (Pt-Co) | 3 | 9 | 105 |
| pH | 5,52 | 6,49 | 9,25 |
| COT (mg C/L) | 6,97 | 10,58 | 18,29 |
| Turbidez (NTU) | 1,38 | 2,66 | 43,3 |

Nota-se que a concentração de matéria orgânica (COT) na água da “mina” é inferior à da entrada do poço de sucção e da lagoa, o que sugere que a contaminação por matéria orgânica ocorra tanto no transporte da água pelos canais desde as nascentes até a captação, quanto nas lagoas.

Quanto aos dados operacionais medidos pelo SAEMBA, foram fornecidos os parâmetros de turbidez, pH e cor aparente, no período de Janeiro a Setembro de 2013.

Os valores de turbidez da água bruta não ultrapassaram 25 uT nesse período, como pode ser visto nas Figuras 5.45 e 5.46. Percebe-se que nos dias de ocorrência dos maiores valores de turbidez de 2013, dias 08 a 10/06, a turbidez se manteve por períodos longos (até 54 h) acima de 10 uT.

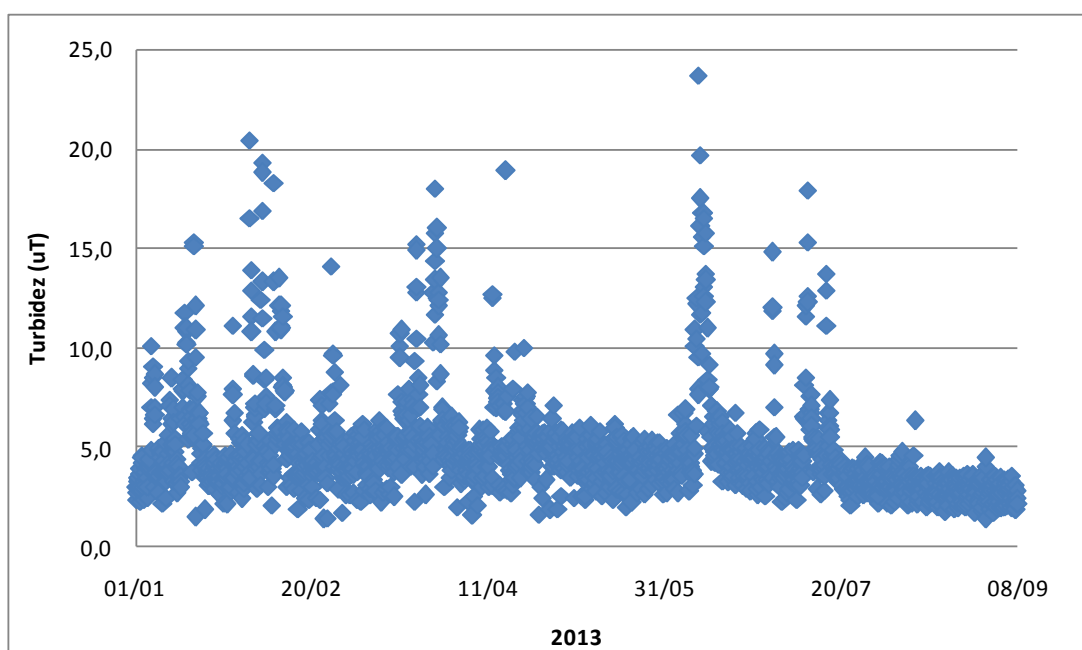


Figura 5.45 - Variação da turbidez da água bruta do manancial São Luiz em 2013

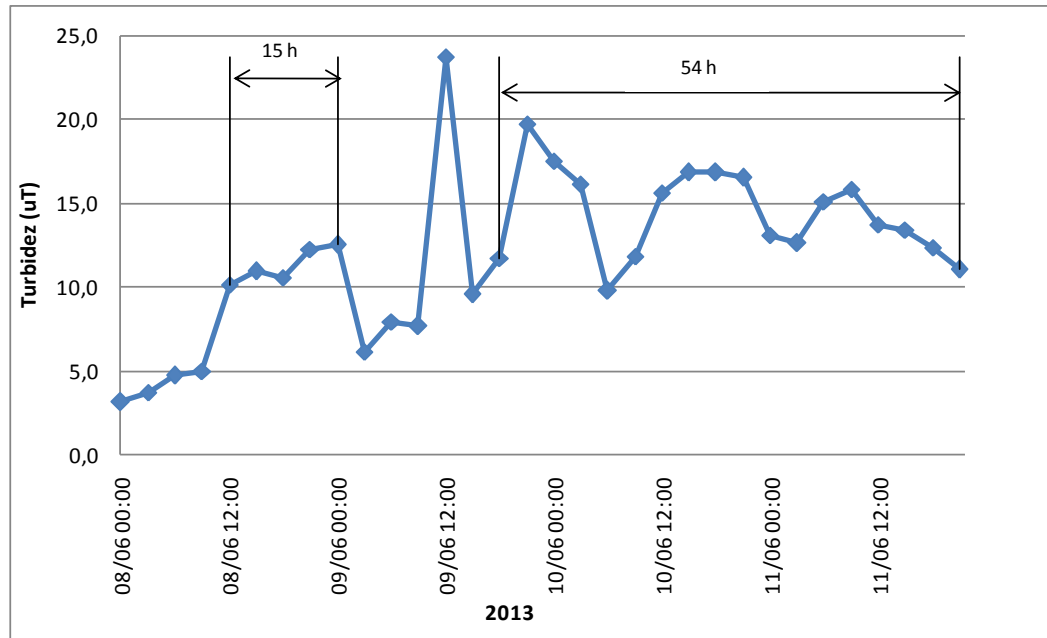


Figura 5.46 - Variação da turbidez da água bruta do manancial São Luiz nos dias de ocorrência do maior pico em 2013

O pH da água bruta se manteve entre 6,70 e 7,90 no período considerado (Figura 5.47), se enquadrando, portanto, nos requisitos da Resolução CONAMA 357/2005, que estabelece os limites de pH de 6,0 a 9,0, para águas da classe II. Grande parte dos valores ficou entre 6,80 a 7,20, indicando neutralidade. Valores acima de 7,50 podem promover a proliferação de certos gêneros de algas.

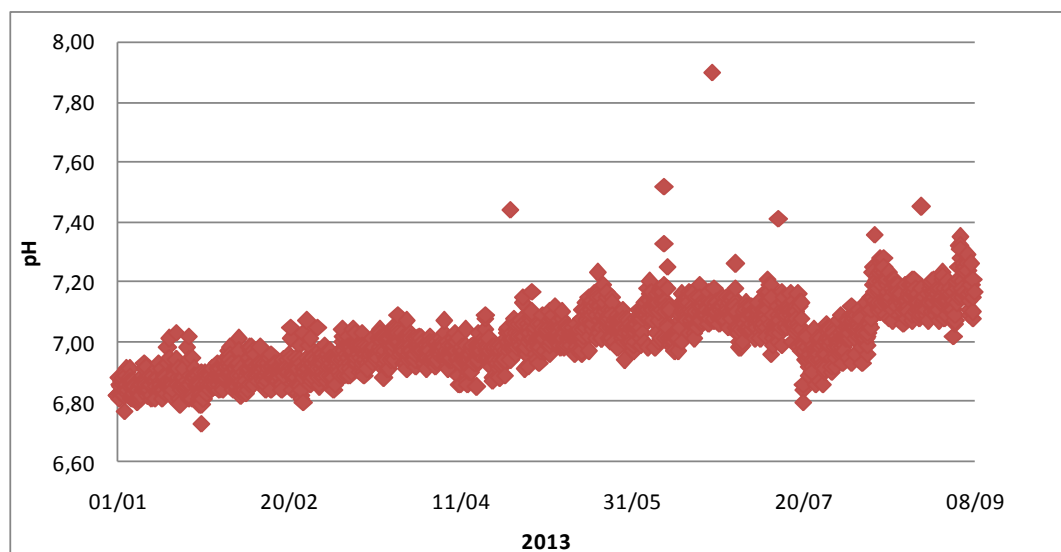


Figura 5.47 - Variação do pH da água bruta do manancial São Luiz em 2013

Finalmente, na Figura 5.48 são apresentados os valores horários para cor aparente de água bruta até Setembro de 2013. Grande parte dos valores resultou entre 10 e 100 uH.

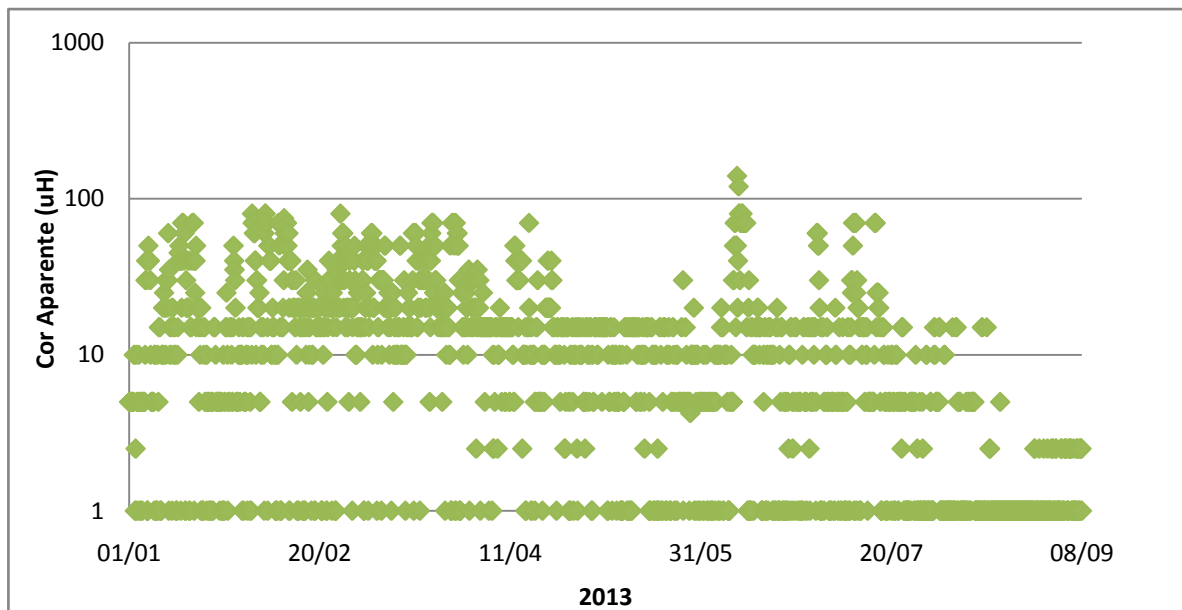


Figura 5.48 - Variação da cor aparente da água bruta do manancial São Luiz em 2013

5.5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A captação está localizada na Bacia do Córrego da Lagoa, que, apesar de não apresentar valores de disponibilidade hídrica suficientes, se considerada a metodologia de cálculo do DAEE, possui 41 nascentes que são encaminhadas por tubulações e canais a céu aberto a um canal principal que transporta a água até a chegada na EEAB responsável pelo bombeamento constante dessa água captada para a ETA.

Observou-se então, que a disponibilidade hídrica existente no local é muito superior à teórica, e, avaliando-se as questões hidrogeológicas da área, é possível inferir que existe afloramento da água dos aquíferos Guarani e/ou Bauru no local, que fornecem água de boa qualidade à captação.

Dessa forma, o local da captação junto ao manancial São Luiz, que ajuda a formar o Córrego da Lagoa no município de Bariri é adequado, e apresenta disponibilidade hídrica satisfatória para atendimento à demanda de 100,0L/s utilizada pelo SAEMBA para fornecimento de água a cerca de 50% da população de Bariri.

Apesar de extrair a água regularmente do local, o SAEMBA não dispõe de outorga de captação superficial deste manancial cadastrada junto ao DAEE, e, portanto, precisa realizar essa



solicitação com urgência para regularizar sua situação perante o órgão. Essa solicitação deve ser realizada através de projetos específicos para tal finalidade com estudos mais aprofundados.

Quanto aos quesitos de qualidade, verificou-se que a água captada possui qualidade excelente, porém, devido à susceptibilidade de contaminação da área das nascentes e por se tratar de manancial superficial, necessita de tratamento adequado e desinfecção anteriormente à sua distribuição para a população pelas redes de abastecimento público.

É importante ressaltar que devem ser realizadas medidas urgentes de proteção de toda a área de mananciais com a execução de plantio de mudas para recomposição e adensamento da vegetação, visando criar uma barreira física para combate à lixiviação de contaminantes das culturas de cana-de-açúcar do entorno da área de nascentes, e também do carreamento de areia para os canais de captação do manancial.

Outra medida que deve ser realizada com extrema urgência é a limpeza dos canais e lagoas retirando-se todas as plantas aquáticas que acabam por atrair insetos, acumular matéria orgânica em decomposição e contaminar a água.

Observou-se no canal, na chegada à EEAB, que o SAEMBA instalou barreiras físicas que estão acumulando uma espécie de espuma na superfície da água. Essa barreira também deve ser retirada e devem ser realizados estudos e projetos específicos para as medidas de proteção, tanto da área, como do canal. Propõe-se também a definição de intervalos corretos de limpeza das lagoas de armazenamento, para que, quando se utilize essa água, tenha-se segurança que sua qualidade atende aos requisitos do sistema de tratamento a que será destinada.

6 LEVANTAMENTO DA INFRAESTRUTURA EXISTENTE

6.1 CAPTAÇÃO E ADUÇÃO DE ÁGUA BRUTA

Cerca de 50% do abastecimento da cidade de Bariri é feito por meio de captação superficial junto ao manancial São Luiz. Conforme mencionado no item 5, este manancial está localizado na Bacia do Córrego da Lagoa, possui 41 nascentes e, devido às características hidrogeológicas da área, infere-se que recebe contribuição de afloramento de água subterrânea dos aquíferos Guarani e Bauru.

O sistema de captação funciona da seguinte forma: toda a água drenada na região das 41 nascentes conflui para um canal, este canal alimenta o poço de sucção da estação elevatória de água bruta (EEAB) no qual é feita a aplicação de hipoclorito de sódio, a EEAB possui 3 conjuntos moto-bomba (2 em funcionamento e 1 reserva) e toda água aduzida vai para tratamento na ETA. Quando a disponibilidade hídrica supera a demanda da captação, a água excedente é encaminhada para duas lagoas que promovem a reserva visando complementar a captação nas ocasiões de baixa disponibilidade.

Conforme já mencionado no item 5, a chegada de água no poço de sucção se dá através de um canal (Figura 6.1), o qual foi parcialmente barrado por uma estrutura de madeira, a fim de reter folhas e material suspenso visando preservação dos conjuntos moto-bomba. Porém, tal estrutura está promovendo o acúmulo de muita sujeira e matéria orgânica na superfície, formando uma espuma no canal. Além da presença de espuma, há muita vegetação e lodo no fundo do canal, indicando necessidade de manutenção e limpeza periódicas.



Figura 6.1 - Canal de chegada de água bruta no poço de sucção (Fonte: arquivo Hidrosan, Janeiro de 2014)

A EEAB é composta por um poço de sucção e uma casa de bombas. No poço de sucção é efetuada a aplicação de hipoclorito de sódio, através de um tanque localizado acima do poço de sucção e provido de torneira, que fica parcialmente aberta e promove o gotejamento deste produto, conforme fotos apresentadas na Figura 6.2. Observa-se que o sistema de aplicação é precário e que não existe um controle da dosagem, uma vez que esta varia de acordo com o nível de hipoclorito no tanque.



Figura 6.2 - Tanques de hipoclorito de sódio - Pré-cloração da água bruta na captação (Fonte: arquivo Hidrosan, 2013 e 2014)

Além disso, o armazenamento de hipoclorito é feito na parte exterior da casa de bombas e em parte dos reservatórios não há proteção alguma, como pode ser visto na Figura 6.3.



Figura 6.3 - Armazenamento de produtos químicos (Fonte: arquivo Hidrosan, 2013 e 2014)

A casa de bombas (Figura 6.4), que abriga os três conjuntos moto-bomba da EEAB, também necessita de adequações, uma vez que parte do telhado foi removida junto à parede, o que permite a entrada de água quando chove, e existe um buraco na parede no ponto de saída da adutora. Não foram disponibilizados ou não existem informações acerca do projeto da adutora, no entanto,

verificou-se em levantamento que esta é composta por tubulação e acessórios de 250mm de diâmetro, sendo o trecho inicial de ferro, uma parte de amianto e outra de ferro fundido (fotos da Figura 6.5).



Figura 6.4 - Casa de bombas na captação de água bruta do manancial São Luiz (Fonte: arquivo Hidrosan, 2013)



Trecho ferro fundido na saída da casa de bombas

Trecho de cimento amianto

Figura 6.5 - Adutora de água bruta do manancial São Luiz (Fonte: arquivo Hidrosan, Agosto de 2013)

As lagoas permaneceram sem manutenção durante vários anos, o que proporcionou o crescimento de algas e permitiu o acúmulo de plantas aquáticas, que acabam por atrair insetos, e de matéria orgânica em decomposição, conforme mostrado nas fotografias da Figura 6.6, tiradas em fevereiro de 2013. Apesar de ter ocorrido uma limpeza recentemente, observou-se novamente o acúmulo de vegetação sobre as lagoas, em visita realizada em Janeiro de 2014 (Figura 6.7).



Figura 6.6 - Fotos das lagoas de água bruta (Fonte: arquivo Hidrosan, Fevereiro de 2013)



Figura 6.7 - Fotos das lagoas de água bruta (Fonte: arquivo Hidrosan, Janeiro de 2014)

As condições das lagoas comprometem a qualidade da água e, nas ocasiões de utilização da água reservada, podem promover risco à saúde pública, uma vez que a reação da matéria orgânica dissolvida com o cloro pode produzir compostos orgânicos halogenados potencialmente carcinogênicos, e algumas cepas de algas, em especial as do grupo cianofíceas ou cianobactérias, podem produzir toxinas altamente potentes (hepatoxinas e neurotoxinas).

6.2 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

A ETA, em funcionamento desde 2000, foi adaptada a partir de um projeto desenvolvido pela SABESP na década de oitenta. O parâmetro básico para a escolha do tipo e tamanho desta Estação deve ter sido a vazão e não a qualidade da água, fato que tem contribuído para o insucesso do funcionamento de muitas ETAs implantadas dessa forma.



Como base nas tecnologias de tratamento e na qualidade da água bruta afluyente à ETA, pode-se afirmar que a tecnologia de tratamento em ciclo completo não é adequada ao tratamento desta água, o que foi constatado pelos técnicos do SAEMBA no início da operação da ETA. Águas que geralmente apresentam-se com valores baixos de turbidez dificilmente são tratadas eficientemente em ETAs de ciclo completo, acarretando consumo excessivo de produtos químicos e qualidade insatisfatória da água tratada.

Uma tecnologia mais apropriada à qualidade da água bruta seria a filtração direta ascendente ou descendente, para a qual, a coagulação seria realizada no mecanismo de neutralização de cargas, requerendo menor dosagem do coagulante e, provavelmente, eliminando o uso de cal para ajuste do pH de coagulação. Outro ponto a ser considerado são os gastos envolvidos. O custo de implantação da Filtração Direta Ascendente, por exemplo, é da ordem de 50 a 70% menor em relação ao Tratamento em Ciclo Completo e, os custos de operação, são menores em 30 a 50%.

Quanto às características da ETA, esta possui capacidade nominal de 100 L/s e funciona 17 h por dia. A chegada da água bruta ocorre em uma câmara seguida de um canal e um vertedor Parshall, onde ocorre a mistura rápida. A água é, então, dividida em dois módulos idênticos de tratamento, cada um constituído por:

- 1 câmara de floculação hidráulica, provida de chicanas de madeira para escoamento vertical;
- 2 decantadores de alta taxa, providos de lonas para formação dos dutos de sedimentação;
- 4 filtros de taxa constante, contendo meio filtrante de antracito e areia, e operados segundo o princípio da distribuição equitativa de vazões;
- 1 vertedor final de água filtrada.

A água filtrada dos dois módulos de tratamento vertem para uma câmara geral de água filtrada, na qual é efetuada a desinfecção final e a fluoração. Desta câmara, a água é encaminhada para o reservatório existente na ETA (R01).

Na Figura 6.8 são apresentadas fotos das vistas da ETA de Bariri, tiradas em 2013.



Vista geral da ETA



Vista lateral da ETA



Instalação dos laboratório e casa de química



Reservatório existente na ETA (R01)

Figura 6.8 - Vista geral da ETA (Fonte: arquivo Hidrosan, 2013)

A mistura rápida ocorre na calha Parshall, cuja garganta tem largura nominal igual a 22,5 cm. Nos primeiros anos de operação, as aplicações da alcalinizante (cal) e de coagulante (cloreto férrico) eram feitas à montante da garganta da calha (fotos da Figura 6.9). No entanto, segundo informações do SAEMBA, faz anos que foram paradas as aplicações desses produtos químicos na ETA de Bariri, contribuindo para produção de água com qualidade em desacordo com o padrão de potabilidade (Portaria 2914/2011), uma vez que a coagulação química é etapa primordial para que ETAs de ciclo completo produzam água potável. A Figura 6.10 mostra a calha Parshall em funcionamento, em agosto de 2013.



Locais de aplicação de produtos químicos –
Antes do vertedor Parshall



Vertedor Parshall – Saída do vertedor Parshall

Figura 6.9 - Vertedor Parshall da ETA fora de operação (Fonte: arquivo Hidrosan, 2001)



Figura 6.10 - Vertedor Parshall da ETA em funcionamento (Fonte: arquivo Hidrosan, 2013)

O sistema segue com floculação hidráulica, do tipo de chicanas com escoamento vertical. Há dois módulos de floculação, cada um com onze canais. Para a vazão máxima de 100 L/s, o tempo total de floculação é de 29 minutos. As dimensões básicas da unidade de floculação são as seguintes:

comprimento total de 9,05 m; largura total de 2,30 m; profundidade útil com aproximadamente 4,20 m. A Figura 6.11 apresenta fotos da unidade de floculação, tiradas em 2001, quando o sistema ainda se encontrava bem conservado.



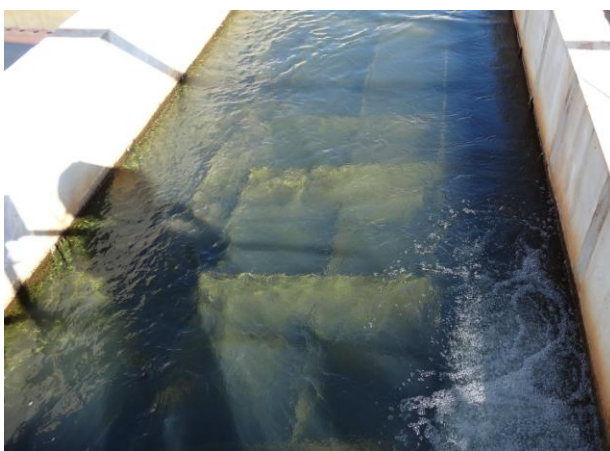
Unidade de floculação hidráulica em canais com chicanas



Canal de interligação da unidade de floculação com os decantadores

Figura 6.11 - Unidades de floculação da ETA fora de operação (Fonte: arquivo Hidrosan, 2001)

Atualmente, as unidades de floculação se encontram em péssimo estado de conservação. Durante as visitas técnicas realizadas pela Hidrosan em 2013 e 2014, identificou-se a retirada da parte superior das chicanas de madeira, devido ao mau estado, além disso, a estrutura que ainda permaneceu também se encontra desgastada e mal encaixada, como pode ser visto na Figura 6.12.



Retirada da parte superior das chicanas



Mau estado de conservação das madeiras

Figura 6.12 - Unidade de floculação da ETA em funcionamento (Fonte: arquivo Hidrosan, 2013)

O decantador é de alta taxa com lonas, conforme fotos da Figura 6.13, tiradas em 2001. Para a vazão de 100L/s, a taxa virtual de escoamento superficial é de $103 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{d}$. Durante a visita de 20/08/2013, foi observada grande quantidade de algas aderidas nas paredes e tubos de coleta de água e grande deterioração dos suportes e das lonas (Figura 6.14). Na visita mais recente, em 09/01/2014, os decantadores já estavam limpos, no entanto, não foi efetuado nenhuma adequação no suportes e nas lonas, que ainda se encontravam em parte quebrados ou rompidos, conforme a Figura 6.15.



2 decantadores em cada Módulo



Lâminas de Plástico Desalinhas

Figura 6.13 - Decantadores da ETA fora de operação (Fonte: arquivo Hidrosan, 2001)

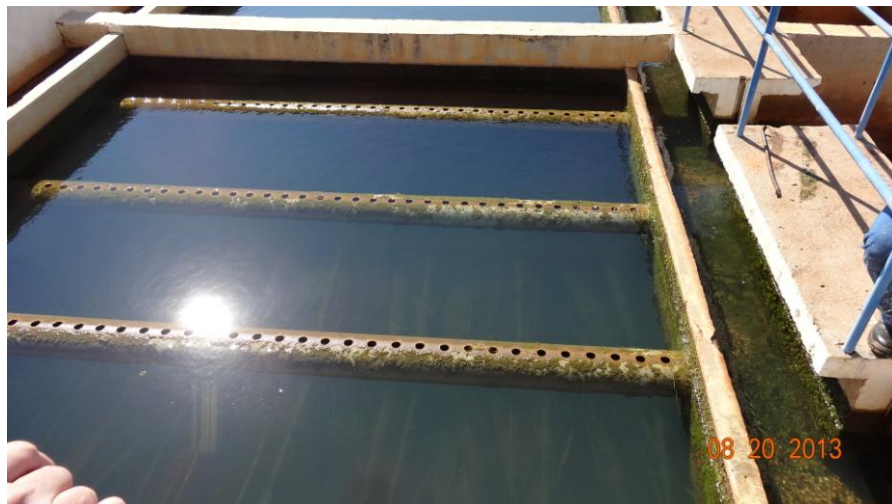


Figura 6.14 - Decantadores da ETA em operação (Fonte: arquivo Hidrosan, 2013)



Figura 6.15 - Deterioração dos suportes e lonas do decantador (Fonte: arquivo Hidrosan, 2014)

A filtração é realizada de acordo com o sistema de distribuição equitativa de vazões. Há dois módulos de filtração, cada um composto por quatro filtros idênticos, conforme fotos da Figura 6.16, tiradas em 2001. Os filtros possuem área 2,10 x 2,00 m; o meio filtrante é constituído de areia (0,25 m) e antracito (0,40 m); o meio filtrante já foi trocado duas vezes desde o início de operação da ETA, sendo a última em 2011.

A lavagem de um filtro é feita com água proveniente dos três remanescentes na bateria de cada módulo. Para a vazão de 100 L/s, a taxa de filtração é de 257 m³/m².d. Considerando a vazão de 50 L/s para cada módulo, a velocidade ascensional para lavagem resulta da ordem de 0,71 m/min e, se a vazão for de 35L/s para cada módulo, essa velocidade resulta de 0,50 m/min.

Pelo fato da lavagem ser efetuada somente com água (não é usado ar para lavagem auxiliar) é desejável uma velocidade ascensional mínima de 0,70 m/min, de modo a garantir uma expansão do meio filtrante suficiente para liberar o material retido nos vazios intergranulares. Nas ocasiões em que a vazão em cada módulo resultar inferior a 50 L/s, a velocidade ascensional resultará inferior a de 0,70 m/min e, com certeza, em pouco tempo haverá necessidade da troca de material filtrante.

Desta forma, para que não seja comprometida a vida útil do material filtrante, devido à formação de bolas de lodo, causando sérios problemas ao processo da filtração, a ETA apresenta pouca flexibilidade com relação à redução de vazão e recomenda-se que esta opere somente com duas condições de funcionamento, 100 L/s (com os dois módulos em operação) ou 50 L/s (com apenas um módulo em operação), ou que sejam interligados os filtros dos dois módulos de tratamento, de forma que quando um deles fosse lavado, seja obtida uma velocidade ascensional maior.

Segundo informações obtidas com os técnicos do SAEMBA na visita de 20/08/2013, pelo fato de não estarem sendo aplicados os produtos químicos para a coagulação da água bruta, os filtros

eram lavados somente uma vez por mês, condição que compromete a vida útil do material filtrante. Visando evitar tal comprometimento, atualmente os filtros são lavados uma vez por dia.

A conservação dos filtros também se encontra deficiente, com acúmulo de lodo nas paredes, vazamento nas válvulas de descarga de água de lavagem, vazamento nas comportas de isolamento, entre outros. Além disso, os vertedores de saída de água filtrada dos módulos e a tampa da câmara geral de água filtrada se encontram corroídos e há muita ferrugem.

Na Figura 6.16 são apresentadas fotos das unidades de filtração e da câmara geral de água filtrada no início da operação da ETA e na Figura 6.17 são apresentadas fotos do atual estado de conservação.



Vista geral dos filtros e canal de alimentação



Vertedor de entrada nos filtros



Interligação das saídas dos filtros



Caixa geral de saída de água filtrada

Figura 6.16 - Filtros (Fonte: arquivo Hidrosan, 2001)



Vertedor de entrada nos filtros



Vazamento na válvula de descarga de água de lavagem



Vertedor de água filtrada de um módulo



Tampa da câmara geral de água filtrada

Figura 6.17 - Saída de água filtrada (Fonte: arquivo Hidrosan, 2013)

A desinfecção final é realizada com cloro. As aplicações de hipoclorito de sódio e de ácido fluossilícico são feitas por injetores na câmara geral de água filtrada. Identificou-se também um grande vazamento no encaminhamento de água tratada ao reservatório, entre a saída da câmara geral de água filtrada e válvula da tubulação de encaminhamento. Na Figura 6.18 é possível verificar o acúmulo de água entre a saída da câmara geral de água filtrada e válvula da tubulação de encaminhamento, além do caminho percorrido pela água na grama, no qual esta aparece mais viçosa.



Vazamento entre a saída da câmara geral de água filtrada e válvula da tubulação de encaminhamento



Caminho percorrido pela água proveniente do vazamento

Figura 6.18 - Vazamento na descarga de água de lavagem (Fonte: arquivo Hidrosan, 2013)

O armazenamento dos produtos químicos utilizados para desinfecção final e fluoração, hipoclorito de sódio e ácido fluossilícico, é efetuado de maneira improvisada e inadequada, entre os módulos de tratamento e abaixo da calha Parshall, conforme Figura 6.19.



Figura 6.19 - Armazenamento de produtos químicos (Fonte: arquivo Hidrosan, 2013)

A casa de química existente (Figura 6.20) está instalada no mesmo edifício do laboratório e encontra-se desativada. No início da operação, a dosagem dos produtos químicos era feita por

gravidade, desta forma, no pavimento superior, têm-se os tanques de preparo de suspensão de cal e de solução de cloreto férrico, ambos desativados, conforme as fotos da Figura 6.20.



Figura 6.20 - Tanque desativados no pavimento superior - Casa de química (Fonte: arquivo Hidrosan, 2013)

Não há tratamento do lodo proveniente dos decantadores, tampouco da água de lavagem proveniente dos filtros. Os resíduos gerados na ETA de Bariri são descartados in-natura no corpo de água.

Fica evidente a precariedade das condições estruturais e operacionais da ETA do município Bariri/SP. Tais condições comprometem a qualidade da água fornecida, o que pode ser um risco para a população. A melhoria do abastecimento público requer a execução de ações emergenciais, mas não exclui a necessidade de reformar ETA, adequar a operação, capacitar os operadores e implantar um sistema de tratamento dos resíduos gerados.

6.3 RESERVATÓRIOS

Sobre o sistema de reservação, a cidade conta com vários reservatórios, que armazenam a água proveniente da ETA e dos poços, conforme os dados apresentados a seguir.

Ressalta-se que este item ainda será complementado, tanto em função de informações pendentes que serão disponibilizadas pelo SAEMBA, quanto em função das análises dos próximos estudos, abordando, entre outros tópicos, a necessidade de aumento da capacidade de reservação.

Reservatório 01 - ETA

É localizado junto à Estação de Tratamento de água, na Avenida Antonio Galizia, 1001, Bairro Livramento. O Reservatório é semi-enterrado, construído em concreto e tem capacidade de armazenar 1000m³, conforme a Figura 6.21.



Figura 6.21 – Reservatório da ETA (Fonte: arquivo Hidrosan, 2013)

Reservatórios 02 e 03 - Barracão Prefeitura

Há dois reservatórios construídos junto ao Poço Barracão da Prefeitura, localizados à Rua Paschoal Bollini, s/ nº - Jardim Alvorada. O Reservatório 2 é elevado, feito em concreto e possui capacidade para 400m³, o Reservatório 3 é do tipo apoiado, metálico e comporta até 1000m³, de modo que é alimentado pelo R02. As fotografias são mostradas na Figura 6.22.



Figura 6.22 - Reservatório 2 e 3, respectivamente (Fonte: arquivo Hidrosan, 2013)

Reservatório 04 - Santa Helena

O reservatório 4 é referente ao maior poço de Bariri, sendo localizado na Rua Orlando Belluzzo, 818 - Bairro Santa Helena. É construído em concreto, com formato de tulipa e tem capacidade 400m³. Na visita realizada em Janeiro de 2014, foram identificadas rachaduras na base do reservatório, indicando possíveis vazamentos ou problemas estruturais (Figura 6.23).



Figura 6.23 - Reservatório Santa Helena (Fonte: arquivo Hidrosan, 2014)

Reservatório 05 - Umuarama

O Reservatório Umuarama, mostrado na Figura 6.24 é localizado no Bairro José Bonifácio. Foi construído para receber a água do poço Tiro de Guerra, de modo que é constituído por material metálico, no formato circular apoiado, tem capacidade de armazenar até 300m³.



Figura 6.24 - Reservatório Umuarama (Fonte: arquivo Hidrosan, 2013)

Reservatório 06 - Jardim Maravilha / Ipês

Este reservatório se encontra na Rua São Bernardo, sem número. É circular apoiado, metálico e tem capacidade para até 300m³, conforme mostrado na Figura 6.25.



Figura 6.25 – Reservatório Jardim Maravilha/Ipês (Fonte: arquivo Hidrosan, 2013)

Reservatório 07 - Maria Luiza II

É localizado na Rua Salvador de Alice, 415. O Reservatório não está sendo utilizado, pois o poço abastece diretamente a rede. É do tipo metálico e possui 300m³ de capacidade de armazenamento. A Figura 6.26 apresenta uma foto do reservatório.



Figura 6.26 - Reservatório Maria Luiza II (Fonte: arquivo Hidrosan, 2013)

Reservatório 08 - Santo André

Este reservatório está localizado junto ao poço Santo André. É do tipo metálico e tem capacidade para 300m³ de armazenamento, conforme mostrado na Figura 6.27.



Figura 6.27 - Reservatório Santo André (Fonte: arquivo Hidrosan, 2013)

Reservatório 10

O reservatório tem capacidade 20 m³, é referente ao poço 10 e atende somente a um condomínio. Atualmente é propriedade particular, no entanto, está prevista a expansão e incorporação pelo SAEMBA.

6.4 REDES DE DISTRIBUIÇÃO

No desenho em anexo, apresenta-se o levantamento das redes de distribuição principais, feito junto ao SAEMBA. Foram consideradas as tubulações com diâmetro superior a 75 mm.

6.5 POPULAÇÃO ATENDIDA E CONSUMO PER CAPITA

Em relação aos anos de 2010 e 2011, os Diagnósticos dos Serviços de Água e Esgoto do SNIS (Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento), apresentam alguns índices, conforme apresentado na Tabela 6.1.

Tabela 6.1 - Dados sobre Tratamento de Água em Bariri

| Parâmetro | 2010 | 2011 |
|---|-------|-------|
| Índice de Atendimento com rede de água (%) | 100 | 99,2 |
| Índice de Atendimento com rede de água - Urbano (%) | 100 | 99,9 |
| Consumo médio per capita de água (L/hab.dia) | 181,5 | 206,9 |
| Índice de perdas na distribuição (%) | 61,9 | 58,6 |
| Quantidade total de ligações | 10813 | 11820 |
| Quantidade de ligações ativas | 10718 | 11700 |

Fonte: SNIS, 2013

Segundo informações disponibilizadas pelo SAEMBA referentes ao ano de 2012, o município de Bariri atingiu um total de 11.788 ligações, distribuídas entre os consumidores residenciais, não residenciais (indústrias, comércios) e públicos, conforme Tabela 6.2. Considerando a projeção populacional de 32.102 habitantes (IBGE, 2014), um índice de atendimento com rede de água de 100% e consumo total no ano de 2.267.716 m³, o consumo per capita no ano de 2012 em Bariri foi de 193,54 L/hab.dia.

Tabela 6.2 - Nº de ligações e consumo em 2012

| Consumidores | Nº de Ligações | Consumo total em 2012 (1000 m ³) | Consumo médio por ligações (m ³) |
|------------------|----------------|--|--|
| Residenciais | 11.130 | 2127 | 16 |
| Não Residenciais | 582 | 99 | 14 |
| Público | 76 | 42 | 47 |
| Total | 11.788 | 2.268 | 16 |

Fonte: SAEMBA, 2013

Não foram disponibilizadas informações quanto ao consumo total no ano de 2013. Porém, quando analisados os dados referentes ao número de ligações no município, verifica-se que houve um aumento de 2012 para 2013, sendo que até novembro de 2013, o número de ligações chegou a 12.587, sendo 11.872 residenciais, 638 não residenciais e, 77 públicas.

6.6 ÍNDICE DE PERDAS

Na Tabela 6.3 estão apresentados os dados levantados junto ao Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) para o sistema produtor de Bariri no período entre 2007 e 2010. Observa-se que para o período estudado, foram disponibilizados apenas dois valores para o índice de perdas na distribuição, por volta de 61,9 %. Ressalta-se ainda que, segundo dados do SNIS

para o ano de 2008 o valor de perdas na distribuição no município foi superior a média nacional de 41,1 % para o mesmo ano, motivo pelo qual é fundamental que a SAEMBA envide esforços no sentido de melhorar ainda mais a rede de distribuição para reduzir o índice de perdas.

A Tabela 6.3 apresenta os dados do SNIS sobre o sistema de abastecimento de água de Bariri (SNIS, 2013).

Tabela 6.3 – Dados sobre o abastecimento de água no município de Bariri

| Ano | População (hab) | Volume produzido (m ³ /ano) | Volume micromedido (m ³ /ano) | Índice de Perdas Totais (%) |
|------|-----------------|--|--|-----------------------------|
| 2007 | 30.995 | 4.836.000 | - | - |
| 2008 | 32.824 | 5.064.000 | 1.989.000 | 61,88 |
| 2009 | 32.824 | 5.064.000 | 276.000 | - |
| 2010 | 31.593 | 5.650.200 | 711.460 | 61,9 |

Fonte: SNIS 2013

Ressalta-se que o cálculo do índice de perdas real depende da medição exata das vazões da ETA e dos poços ao longo dia. Pelo fato de parte dos poços bombearem a água diretamente na rede, a vazão varia em função da pressão na rede, que por sua vez varia em função da demanda de água na cidade. Somente com a instalação de macromedidores totalizadores em todos os sistemas produtores é que será possível a determinação exata das perdas de água no sistema de distribuição.

Para o ano de 2012, a estimativa do índice de perdas foi baseada na vazão dos sistemas produtores (Tabela 6.4) e no volume de água consumido na cidade, igual a 2.267.716 m³, de acordo com a micromedição do SAEMBA.

Tabela 6.4 - Produção anual de água em Bariri

| Sistemas Produtores | Vazão média (m ³ /h) | Período de funcionamento (h/dia) | Produção diária (m ³ /dia) | Produção anual (m ³ /ano) |
|---------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| Manancial São Luiz | 360 | 17 | 6.120 | 2.233.800 |
| P3- TG | 40,2 | 17 | 683 | 249.441 |
| P4 - Santa Helena | 220 | 14 | 3.080 | 1.124.200 |
| P5 - 7 de setembro | 40 | 24 | 960 | 350.400 |
| P6- Nova Bariri | 36 | 17 | 612 | 223.380 |
| P7- Maria Luiza II | 26,7 | 17 | 454 | 165.674 |
| P8 - Santo André | 28,57 | 14 | 400 | 145.993 |
| Total | 751,47 | - | 12.309 | 4.492.887 |



Nessas condições, o índice de perdas em 2012 resultou em:

$$i = 1 - \left(\frac{\text{Volume consumido}}{\text{Volume produzido}} \right) = 1 - \left(\frac{2.267.716 \text{ m}^3}{4.492.887 \text{ m}^3} \right)$$

$i = 49,5\%$

6.7 CUSTO DE PRODUÇÃO DE ÁGUA

O custo de produção da água tratada por um sistema de abastecimento representa o valor monetário médio de determinado volume produzido, atualmente medido em R\$/m³. Esse custo de produção compõe o valor médio da água distribuída nos sistemas de abastecimento, que também é composto por custos de manutenção da rede, dos reservatórios, das elevatórias de água bruta e tratada, da ETA, dos poços, dos setores administrativo e operacional, entre outros. Com o custo médio da água distribuída acrescido dos tributos, é possível avaliar a viabilidade do valor atual da tarifa de água cobrada pelo SAEMBA na cidade de Bariri.

Os custos de produção de água tratada foram calculados considerando os valores gastos com energia elétrica das unidades produtoras (poços e ETA), os custos com produtos químicos e os custos operacionais, sendo que todos os dados foram fornecidos pelo SAEMBA, para o período de Novembro de 2012 a Outubro de 2013. Com o intuito de se comparar, o sistema foi subdividido entre água superficial (Captação+ETA) e água subterrânea (poços).

6.7.1 Custo de Produtos Químicos

Os únicos produtos químicos utilizados no sistema de abastecimento de água são o hipoclorito de sódio e o ácido fluossilícico. Tais produtos são usados tanto na Captação do manancial São Luiz e Estação de Tratamento de água, quanto na desinfecção da água dos poços; de modo que a compra é realizada de uma só vez para todas as unidades. Dessa forma, os gastos são apresentados na Tabela 6.5.

Tabela 6.5 - Gastos com Produtos Químicos

| Período | | Hipoclorito de Sódio | Ácido Fluossilícico |
|---------|-----------|----------------------|---------------------|
| 2012 | Novembro | R\$ 6.408,00 | |
| | Dezembro | R\$ 6.408,00 | |
| 2013 | Janeiro | - | - |
| | Fevereiro | R\$ 7.879,20 | R\$ 1.728,00 |
| | | R\$ 9.172,80 | |
| | Março | - | - |
| | Abril | R\$ 14.040,00 | R\$ 1.560,00 |
| | Maio | R\$ 5.400,00 | - |
| | | R\$ 4.950,00 | |
| | Junho | R\$ 5.400,00 | R\$ 780,00 |
| | Julho | R\$ 6.750,00 | R\$ 1.560,00 |
| | Agosto | R\$ 5.724,00 | R\$ 1.326,00 |
| | Setembro | R\$ 5.400,00 | - |
| | Outubro | R\$ 6.480,00 | R\$ 624,00 |
| Total | | R\$ 84.012,00 | R\$ 7.578,00 |

Fonte: SAEMBA, 2013

Levando em conta as vazões provenientes do sistema de água superficial (6.120 m³/dia) e subterrânea (6.190 m³/dia), é possível estimar os gastos para compra de produtos químicos relativos a cada um. A estimativa é apresentada na Tabela 6.6.

Tabela 6.6 - Fração dos gastos relativos à água superficial e água subterrânea

| Sistema | Localidade | Vazão (m ³ /dia) | | Hipoclorito de Sódio | Ácido Fluossilícico | Custo por localidade | Custo por sistema |
|------------------|--------------------|-----------------------------|--------|----------------------|---------------------|----------------------|-------------------|
| Água superficial | Captação | 6.120 | 33,2% | R\$ 27.898,73 | R\$ 2.516,50 | R\$ 30.415,23 | R\$ 60.830,46 |
| | ETA | 6.120 | 33,2% | R\$ 27.898,73 | R\$ 2.516,50 | R\$ 30.415,23 | |
| Água subterrânea | P3- Tiro de Guerra | 683 | 3,7% | R\$ 3.115,36 | R\$ 281,01 | R\$ 3.396,37 | R\$ 30.759,54 |
| | P4 - Santa Helena | 3.080 | 16,7% | R\$ 14.040,54 | R\$ 1.266,48 | R\$ 15.307,01 | |
| | P5 -7 de setembro | 960 | 5,2% | R\$ 4.376,27 | R\$ 394,75 | R\$ 4.771,02 | |
| | P6- Nova Bariri | 612 | 3,3% | R\$ 2.789,87 | R\$ 251,65 | R\$ 3.041,52 | |
| | P7- Maria Luiza II | 454 | 2,5% | R\$ 2.069,16 | R\$ 186,64 | R\$ 2.255,80 | |
| | P8 - Santo André | 400 | 2,2% | R\$ 1.823,35 | R\$ 164,47 | R\$ 1.987,82 | |
| Total | | 18.429 | 100,0% | R\$ 84.012,00 | R\$ 7.578,00 | R\$ 91.590,00 | R\$ 91.590,00 |

Portanto, o gasto total com a compra de produtos químicos para o sistema de água superficial (Captação+ETA) foi igual a R\$ 60.830,46, no período de Novembro de 2012 a Outubro de

2013. Da mesma forma, para o sistema de água subterrânea o gasto foi de R\$ 30.759,54. A Figura 6.28 apresenta um resumo dessas informações.

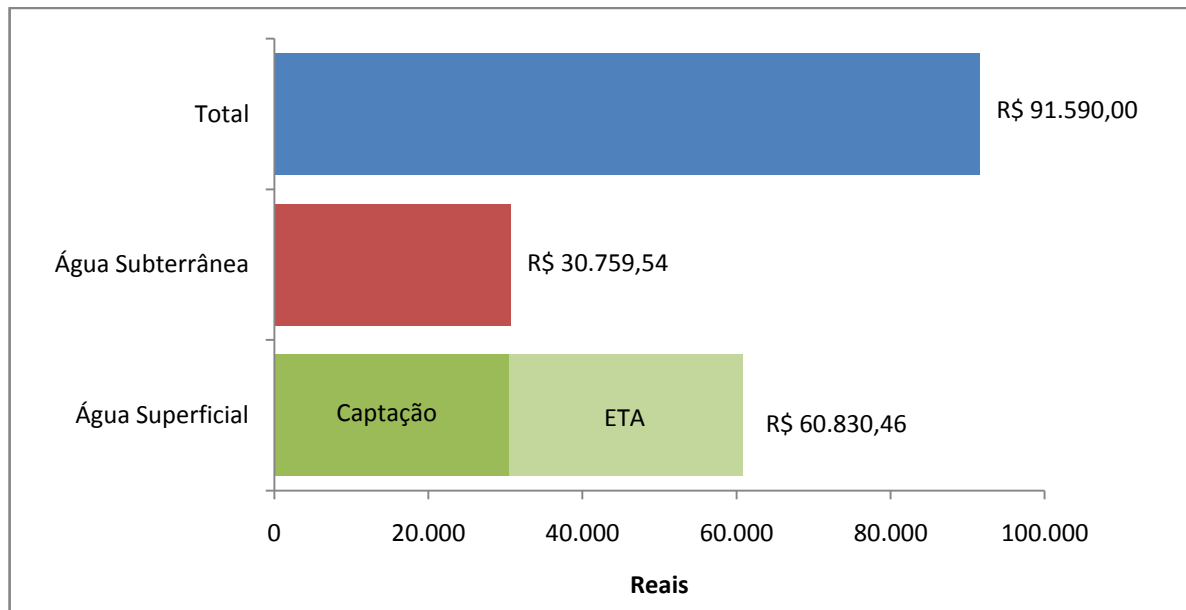


Figura 6.28 - Resumo de gastos com produtos químicos

6.7.2 Custos Operacionais

Os principais gastos relacionados a este item são os da folha de pagamento. O SAEMBA é responsável tanto pelo Sistema de Abastecimento de água, quanto pelo Sistema de tratamento de esgoto da cidade, portanto, parte dos funcionários, principalmente do setor administrativo, atua em ambas as áreas. A Tabela 6.7 relaciona os cargos e remunerações existentes no SAEMBA em 2013.

Tabela 6.7 - Relação de cargos e remunerações

| Cargo | Nº de contratados | Remuneração |
|----------------------------------|-------------------|---------------|
| Diretor Superintendente | 1 | R\$ 4.165,48 |
| Diretor Adjunto | 2 | R\$ 2.876,13 |
| Chefe de Setor | 6 | R\$ 1.890,17 |
| Assessor Jurídico Assistente | 1 | R\$ 1.890,17 |
| Técnico Administrativo | 1 | R\$ 1.890,17 |
| Oficial Administrativo | 1 | R\$ 1.019,54 |
| Encarregado do Serviço de água | 1 | R\$ 796,46 |
| Encarregado do Serviço de esgoto | 1 | R\$ 796,46 |
| Motorista | 3 | R\$ 796,46 |
| Operador de Máquinas | 2 | R\$ 796,46 |
| Agente Administrativo | 3 | R\$ 721,57 |
| Encanador | 6 | R\$ 721,57 |
| Leiturista | 5 | R\$ 703,94 |
| Operador de ETA | 7 | R\$ 1.019,54 |
| Operador de ETE | 3 | R\$ 1.019,54 |
| Operador de Bomba de água | 5 | R\$ 686,77 |
| Auxiliar da Manutenção | 11 | R\$ 686,77 |
| Vigilante | 3 | R\$ 686,77 |
| Total | 62 | R\$ 64.891,72 |

Fonte: SAEMBA, 2014

O cálculo dos gastos totais inclui, além do salário dos funcionários, outros encargos e benefícios a serem pagos, tais como: INSS, abono de férias, 13º salário, imposto de renda, entre outros.

A contabilidade de despesas com pagamento de pessoal e encargos sociais para o ano de 2013 foi de R\$ 1.457.534,03. Segundo o SAEMBA, cerca de ⅓ de todos os custos da instituição são relacionados ao sistema de abastecimento de água, portanto, os gastos com folha de pagamento nesse setor foram cerca de R\$ 971.689,35, em 2013.

Em relação à subdivisão entre água superficial (Captação+ETA) e água subterrânea a estimativa dos custos foi feita em função da produção diária de cada setor, conforme mostrado na Tabela 6.8. A Figura 6.29 também apresenta um resumo das informações.

Tabela 6.8 – Fração dos custos operacionais

| Sistema | Localidade | Vazão (m ³ /dia) | | Custo por localidade | Custo por sistema |
|------------------|--------------------|-----------------------------|--------|----------------------|-------------------|
| Água superficial | Captação | 6.120 | 33,2% | R\$ 322.678,85 | R\$ 645.357,70 |
| | ETA | 6.120 | 33,2% | R\$ 322.678,85 | |
| Água subterrânea | P3- Tiro de Guerra | 683 | 3,7% | R\$ 36.032,47 | R\$ 326.331,66 |
| | P4 - Santa Helena | 3.080 | 16,7% | R\$ 162.393,93 | |
| | P5 -7 de setembro | 960 | 5,2% | R\$ 50.616,29 | |
| | P6- Nova Bariri | 612 | 3,3% | R\$ 32.267,88 | |
| | P7- Maria Luiza II | 454 | 2,5% | R\$ 23.932,01 | |
| | P8 - Santo André | 400 | 2,2% | R\$ 21.089,07 | |
| Total | | 18.429 | 100,0% | R\$ 971.689,35 | R\$ 971.689,35 |

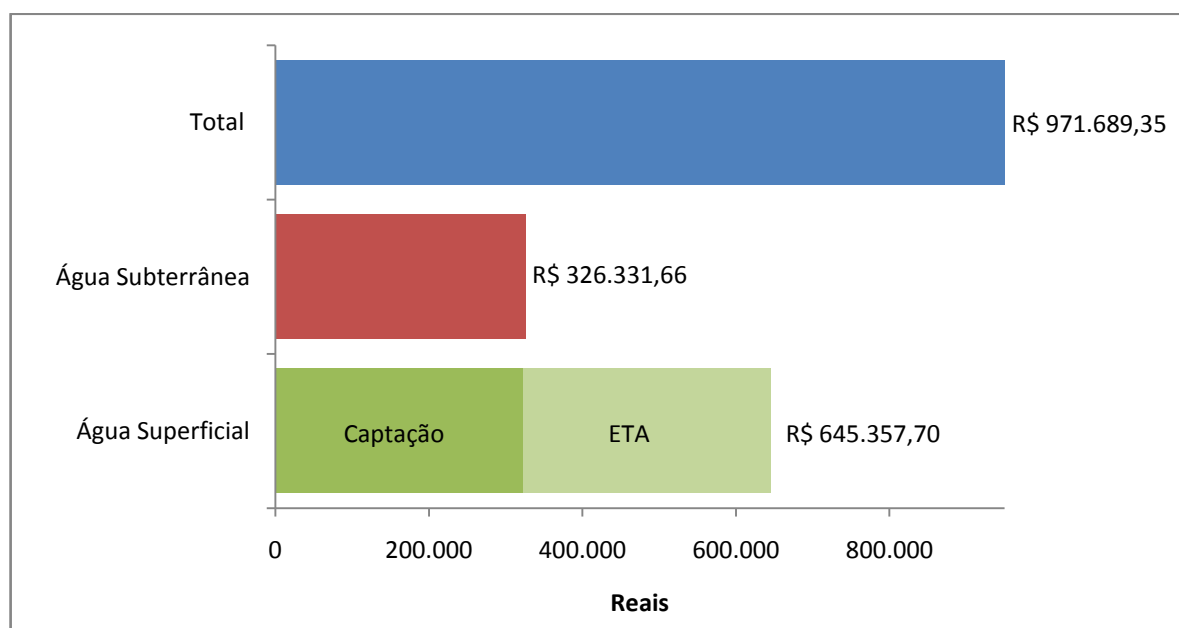


Figura 6.29 – Resumo dos Custos Operacionais

6.7.3 Custo de energia elétrica

Os principais gastos com energia elétrica no sistema de abastecimento de água são observados nas três áreas: Captação, ETA e Poços. A energia é usada para manter em funcionamento bombas e demais equipamentos eletro/eletrônicos.

Considerando a Captação, foi fornecida uma conta de energia do mês de Janeiro de 2013, a qual serviu de base para o cálculo do gasto com energia elétrica para todo o período de Novembro de 2012 a Outubro de 2013.



Dessa forma, em Janeiro de 2013, o SAEMBA gastou 46.778 kWh na captação do manancial São Luiz, tendo um custo de R\$ 13.714,20. Considerando que o mês tenha 31 dias, foi obtido:

$$\left(\frac{R\$ 13.714,20}{31 \text{ dias}}\right) \times 365 \text{ dias} = R\$ 161.473,65$$

Portanto, o gasto anual com energia elétrica na captação foi cerca de R\$ 161.473,65.

Da mesma forma ocorreu com a Estação de tratamento de água. Foi fornecida a conta de Janeiro de 2013, utilizada para calcular os gastos em todo o período de Novembro de 2012 a Outubro de 2013.

Foram gastos 56.361 kWh na ETA de Bariri, em Janeiro de 2013. Este montante equivale a um custo de R\$ 16.528,53. Considerando que o mês tenha 31 dias, foi obtido:

$$\left(\frac{R\$ 16.528,53}{31 \text{ dias}}\right) \times 365 \text{ dias} = R\$ 194.610,11$$

Logo, o gasto anual com energia elétrica na ETA foi aproximadamente R\$ 194.640,11.

Em relação ao sistema de água subterrânea, os gastos com energia elétrica foram estimados de acordo com o item 4.8.3, do presente relatório. Conforme esse tópico, o custo médio de energia elétrica para exploração de 1 m³ de água subterrânea em Bariri equivale a R\$ 0,215/m³. Sendo assim, considerando-se a vazão de cada poço, obtiveram-se os resultados apresentados na Tabela 6.9.

Tabela 6.9 - Custo de energia elétrica para captação da água subterrânea

| Poço | Vazão horária (m ³ /h) | Tempo de Operação (h/dia) | Vazão diária (m ³ /dia) | Produção anual (m ³) | Custo (R\$) | |
|-------|-----------------------------------|---------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------|----------------|
| P3 | Tiro de Guerra | 40,2 | 17,0 | 683,4 | 249.441 | R\$ 53.629,82 |
| P4 | Santa Helena | 220,0 | 14,0 | 3.080,0 | 1.124.200 | R\$ 241.703,00 |
| P5 | Sete de Setembro | 40,0 | 24,0 | 960,0 | 350.400 | R\$ 75.336,00 |
| P6 | Nova Bariri | 36,0 | 17,0 | 612,0 | 223.380 | R\$ 48.026,70 |
| P7 | M. Luiza II e III | 26,7 | 17,0 | 453,9 | 165.674 | R\$ 35.619,80 |
| P8 | Santo André | 28,6 | 14,0 | 400,4 | 146.146 | R\$ 31.421,39 |
| Total | | 391,5 | - | 6.189,7 | 2.259.241 | R\$ 485.736,71 |

Dessa forma, o gasto total com energia elétrica na exploração da água subterrânea foi cerca de R\$ 485.736,71.

Todos os gastos estão resumidos na Figura 6.30.

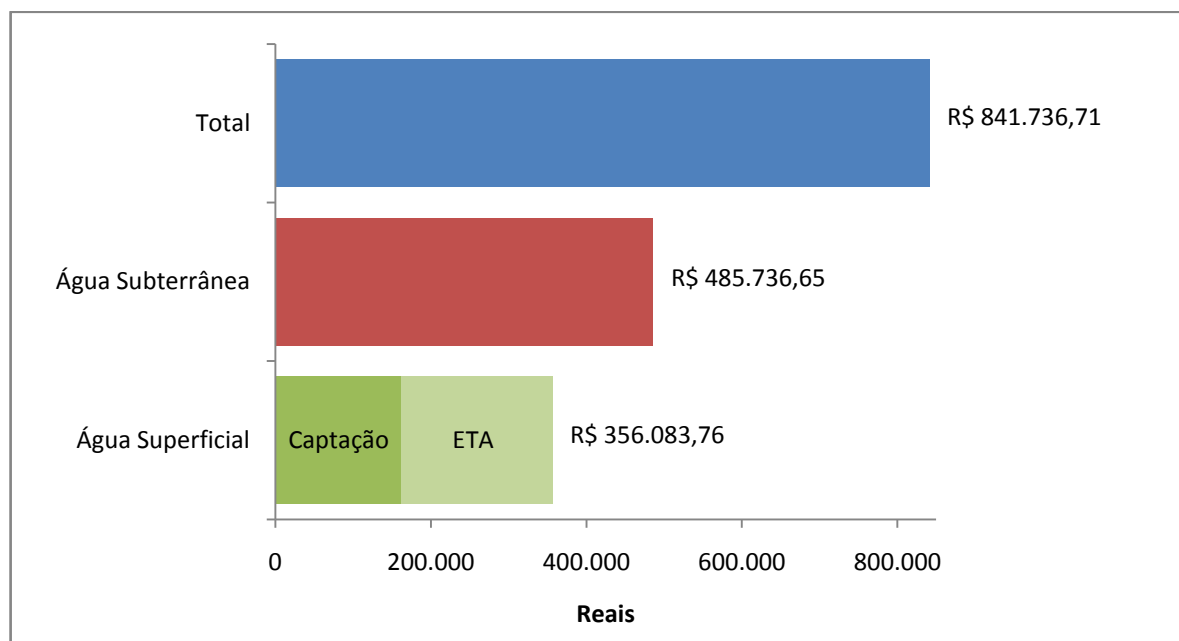


Figura 6.30 - Resumo de gastos com energia elétrica

6.7.4 Custos Totais

A Tabela 6.10 apresenta o total de custos para manter o Sistema de Abastecimento de Água em Bariri, no período de Novembro de 2012 a Outubro de 2013. Foram computados os gastos com aquisição de produtos químicos, pagamento de operadores e energia elétrica. A 6.31 consiste em uma representação gráfica da mesma situação.

Tabela 6.10 – Custos do Sistema de Abastecimento de água de Bariri

| Sistema | Localidade | Vazão (m³/dia) | | Produtos Químicos | Operação | Energia Elétrica | Total |
|------------------|--------------------|----------------|--------|-------------------|----------------|------------------|------------------|
| Água superficial | Captação | 6.120 | 33,2% | R\$ 30.415,23 | R\$ 322.678,85 | R\$ 161.473,65 | R\$ 514.567,72 |
| | ETA | 6.120 | 33,2% | R\$ 30.415,23 | R\$ 322.678,85 | R\$ 194.610,11 | R\$ 547.704,19 |
| Água subterrânea | P3- Tiro de Guerra | 683 | 3,7% | R\$ 3.396,37 | R\$ 36.032,47 | R\$ 53.629,82 | R\$ 93.058,65 |
| | P4 - Santa Helena | 3.080 | 16,7% | R\$ 15.307,01 | R\$ 162.393,93 | R\$ 241.703,00 | R\$ 419.403,94 |
| | P5 -7 de setembro | 960 | 5,2% | R\$ 4.771,02 | R\$ 50.616,29 | R\$ 75.336,00 | R\$ 130.723,31 |
| | P6- Nova Bariri | 612 | 3,3% | R\$ 3.041,52 | R\$ 32.267,88 | R\$ 48.026,70 | R\$ 83.336,11 |
| | P7- Maria Luiza II | 454 | 2,5% | R\$ 2.255,80 | R\$ 23.932,01 | R\$ 35.619,80 | R\$ 61.807,61 |
| | P8 - Santo André | 400 | 2,2% | R\$ 1.987,82 | R\$ 21.089,07 | R\$ 31.421,39 | R\$ 54.498,28 |
| Total | | 18.429 | 100,0% | R\$ 91.590,00 | R\$ 971.689,35 | R\$ 841.820,46 | R\$ 1.905.099,82 |

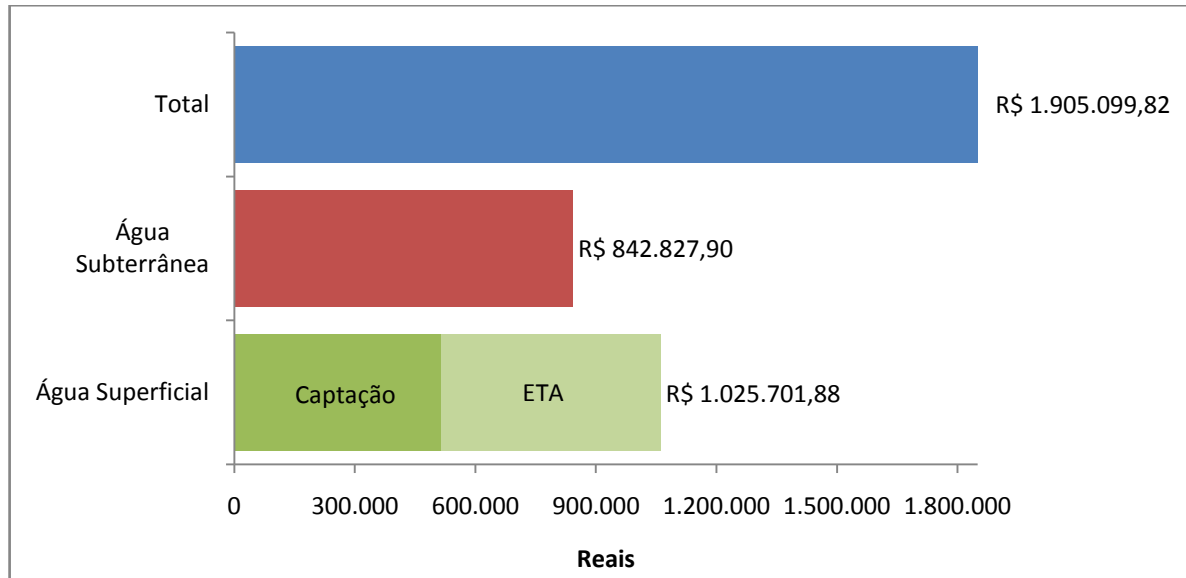


Figura 6.31 – Resumo dos gastos do Sistema de Abastecimento de água de Bariri

Levando em conta todos os gastos relacionados na Tabela 6.10 e a produção de água para esse período, é possível estimar o custo mínimo para produção de água tratada, medido em R\$/m³, conforme é mostrado na Tabela 6.11.

Tabela 6.11 - Custo para produção de água

| | Produção diária (m ³ /dia) | Produção anual (m ³ /ano) | Custo anual | Custo da água (R\$/m ³) |
|------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|------------------|-------------------------------------|
| Água Superficial | 6.120 | 2.233.800 | R\$ 1.025.701,88 | R\$ 0,46 |
| Água Subterrânea | 6.190 | 2.259.350 | R\$ 824.375,28 | R\$ 0,36 |
| Total | 12.310 | 4.493.150 | R\$ 1.850.077,16 | R\$ 0,41 |

Para os consumidores residenciais e públicos, a tarifação aplicada pelo SAEMBA, em 2013, foi dividida em dois grupos. Para o consumo de 1 a 10 m³, foi cobrada uma taxa constante de R\$ 7,50. Acima desse valor, a tarifa aumentava proporcionalmente ao volume consumido. Portanto o menor preço que um consumidor poderia pagar pela água era:

$$\left(\frac{R\$ 7,50}{10 m^3} \right) = R\$ 0,75/m^3$$



7 AÇÕES EMERGENCIAIS

7.1 COAGULAÇÃO

7.1.1 Coleta, preparação e caracterização das águas de estudo

Visando à retomada da aplicação de produtos químicos para coagulação da água bruta afluyente à ETA, a equipe da Hidrosan executou ensaios de tratabilidade com duas águas de estudo, representativas das épocas de estiagem e de chuvas do manancial São Luiz:

- Água de estudo I: representativa do período de estiagem, com turbidez em torno de 4,0 uT;
- Água de estudo II: representativa do período de chuvas, com turbidez em torno de 25 uT, preparada a partir da mistura da água de estudo I com o sedimento coletado no manancial São Luiz (valor máximo fixado com base nos dados de turbidez da água bruta afluyente à ETA em 2013).

As análises de caracterização das águas de estudo foram feitas no Laboratório de Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos/USP e os resultados se encontram na Tabela 7.1. Destacam-se os valores obtidos dos metais ferro e alumínio, que resultaram acima dos máximos permitidos na Portaria MS 2914 de 2011, e do valor de COT, considerado elevado, indicando que pode estar ocorrendo a contaminação por agrotóxicos na bacia do manancial.

A alcalinidade da água bruta resultou valor médio para as duas águas caracterizadas, indicando que não será necessário o uso de alcalinizante para o ajuste do pH de coagulação.

Tabela 7.1 - Caracterização físico-química e microbiológica das águas de estudo

| Parâmetros | Valores para água de estudo I | Valores para água de estudo II |
|--|-------------------------------|--------------------------------|
| pH | 6,91 | 6,82 |
| Cor Aparente (uH) | 17 | 58 |
| Cor Verdadeira (uH) | 8 | 12 |
| COT (mg/L) | 10,02 | 11,85 |
| Abs UV 254 nm (cm ⁻¹) | 0,047 | 0,072 |
| Turbidez (uT) | 4,13 | 24,9 |
| Condutividade Elétrica (µS/cm) | 66,15 | 68,83 |
| Dureza Total (mg/L CaCO ₃) | 30 | 30 |
| Alcalinidade Total (mg/L CaCO ₃) | 50 | 51 |
| Sulfato (mg/L) | < 1 | 1 |
| N Amoniacal (mg/L NH ₃) | < 0,01 | 0,03 |
| Nitrato (mg/L NO ₃) | 0,04 | 0,17 |
| Nitrito (mg/L NO ₂) | < 0,001 | < 0,001 |
| Fosfato (mg/L PO ₄) | 0,3 | 0,4 |
| Óleos e graxas (mg/L) | < 2 | < 2 |
| Sólidos sedimentáveis (mL/L.h) | < 0,1 | 0,1 |
| Sólidos Totais (mg/L) | 78 | 102 |
| Sólidos Totais Fixos (mg/L) | 58 | 64 |
| Sólidos Totais Voláteis (mg/L) | 20 | 38 |
| Sólidos Suspensos Totais (mg/L) | 7 | 22 |
| Sólidos Suspensos Fixos (mg/L) | 1 | 17 |
| Sólidos Suspensos Voláteis (mg/L) | 6 | 5 |
| Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L) | 71 | 80 |
| Sólidos Dissolvidos Fixos (mg/L) | 57 | 47 |
| Sólidos Dissolvidos Voláteis (mg/L) | 14 | 33 |
| Surfactantes (mg/L LAS) | < 0,1 | < 0,1 |
| Alumínio (mg/L) | 0,23 | 0,59 |
| Bário (mg/L) | < 0,005 | < 0,005 |
| Cádmio (mg/L) | 0,001 | 0,005 |
| Cobre (mg/L) | < 0,003 | < 0,003 |
| Cromo (mg/L) | 0,016 | 0,010 |
| Chumbo (mg/L) | < 0,01 | < 0,01 |
| Ferro (mg/L) | 0,277 | 0,391 |
| Manganês (mg/L) | < 0,003 | < 0,003 |
| Níquel (mg/L) | < 0,008 | < 0,008 |
| Prata (mg/L) | < 0,001 | 0,002 |
| Zinco (mg/L) | 0,009 | 0,020 |
| Sódio (mg/L) | 3,3 | 3,4 |
| Coliformes totais (NMP/100 mL) | Ausente | 3,8 x 10 ³ |
| <i>E. Coli</i> (NMP/100 mL) | Ausente | Ausente |

7.1.2 Verificação das condições de coagulação com PAC e cloreto férrico para a água de estudo I

Os ensaios de coagulação, floculação, sedimentação e filtração foram feitos no laboratório da ETA de Bariri. Foram utilizados os seguintes equipamentos/acessórios: jarreste, filtros de papel Whatman 40, turbidímetro, colorímetro, potenciômetro, vidrarias diversas etc., todos do acervo da Hidrosan.

A água de estudo I foi coletada antes da aplicação de produtos na ETA. No dia da coleta, foram feitas algumas medidas, listadas a seguir:

- Turbidez: 4,13 uT;
- Cor aparente: 3,4 uH;
- pH: 6,41 a 6,54;
- Temperatura: 20 a 23,5 °C.

As condições do ensaio, considerando a água de estudo e o funcionamento da ETA, foram:

- Mistura rápida: $T_{mr} = 5$ s; $G_{mr} = 1000$ s⁻¹ = 465 a 495 rpm;
- Floculação: $T_f = 25$ min; $G_f = 15$ s⁻¹ = 24 a 26 rpm;
- Sedimentação: $V_{s1} = 1,5$ cm/min, $V_{s2} = 2,5$ cm/min, $V_{s3} = 3,5$ cm/min;
- Filtração: filtro de papel Whatman 40.

7.1.2.1 PAC

Foram avaliadas diversas dosagens do coagulante PAC a fim de identificar a melhor condição de coagulação para remoção de turbidez na água decantada. A Figura 7.1 apresenta uma foto do ensaio realizado com a água de estudo I e coagulante PAC.

Na Tabela 7.2 e na Figura 7.2 são apresentados os resultados do ensaio de coagulação com PAC, floculação, sedimentação e filtração.



Figura 7.1 - Foto do ensaio com a água de estudo I e uso do PAC como coagulante

Tabela 7.2 - Resultados do ensaio de coagulação com PAC, floculação, sedimentação e filtração no tratamento da água de estudo I

| Dosagem de PAC (mg/L) | Água coagulada | Água decantada | | | Água filtrada | |
|-----------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------|-------------------|
| | pH de coagulação | V_{s1} (1,5 cm/min) | V_{s2} (2,5 cm/min) | V_{s3} (3,5 cm/min) | Turbidez (uT) | Cor aparente (uH) |
| | | Turbidez (uT) | Turbidez (uT) | Turbidez (uT) | | |
| - | 6,55 | 4,21 | 3,97 | 4,00 | - | - |
| 2,0 | 6,51 | 4,05 | 3,99 | 3,89 | - | - |
| 4,0 | 6,51 | 4,04 | 4,22 | 4,09 | - | - |
| 6,0 | 6,52 | 4,15 | 4,18 | 4,13 | - | - |
| 8,0 | 6,50 | 3,93 | 4,07 | 3,87 | - | - |
| 10,0 | 6,51 | 3,98 | 3,05 | 2,50 | 0,31 | 12,3 |
| 12,0 | 6,59 | 3,48 | 3,26 | 1,71 | 0,20 | 11,8 |
| 14,0 | 6,56 | 3,49 | 2,19 | 1,81 | 0,11 | 12,1 |
| 16,0 | 6,55 | 3,10 | 2,16 | 1,31 | 0,14 | 19,6 |
| 18,0 | 6,52 | 2,67 | 1,53 | 1,21 | 0,14 | 18,0 |
| 20,0 | 6,57 | 2,56 | 1,87 | 1,27 | 0,13 | 19,3 |
| 22,0 | 6,55 | 2,25 | 1,54 | 1,19 | 0,10 | 13,0 |

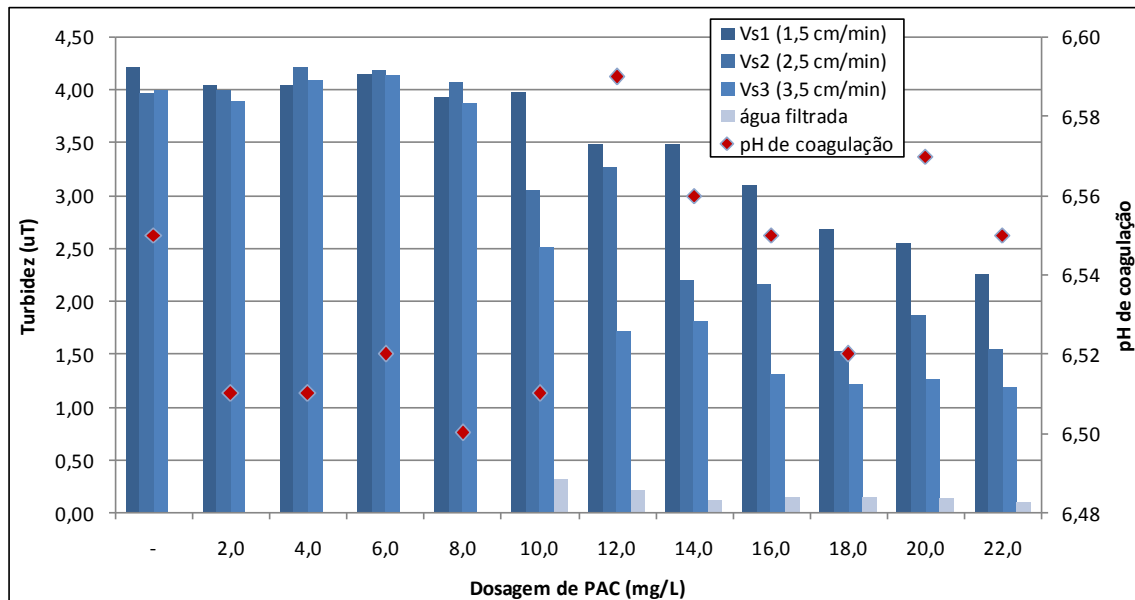


Figura 7.2 - Turbidez das águas decantada e filtrada e pH de coagulação em função da dosagem de PAC para a água de estudo I

Pela análise dos resultados, observa-se que a partir da dosagem de 8,0 mg/L de PAC foram obtidos valores de turbidez na água decantada abaixo de 3,0 uT para V_{s3} (3,5 cm/min). Valores de turbidez na água filtrada abaixo de 0,5 uT foram obtidos a partir da dosagem de PAC de 10,0 mg/L.

Para comparação entre os coagulantes, foi selecionada a dosagem de PAC de 14,0 mg/L, cujos resultados foram 0,11 uT de turbidez e 12,2 uH de cor aparente na água filtrada, valores inferiores aos estabelecidos pela Portaria MS 2914 de 2011.

7.1.2.2 Cloreto férrico

Foram avaliadas diversas dosagens do coagulante cloreto férrico a fim de identificar a melhor condição de coagulação. A Figura 7.3 apresenta uma foto do ensaio realizado com a água de estudo I com o uso do coagulante cloreto férrico.

Na Tabela 7.3 e Figura 7.4 são apresentados os resultados do ensaio de coagulação com o cloreto férrico, floculação, sedimentação e filtração.

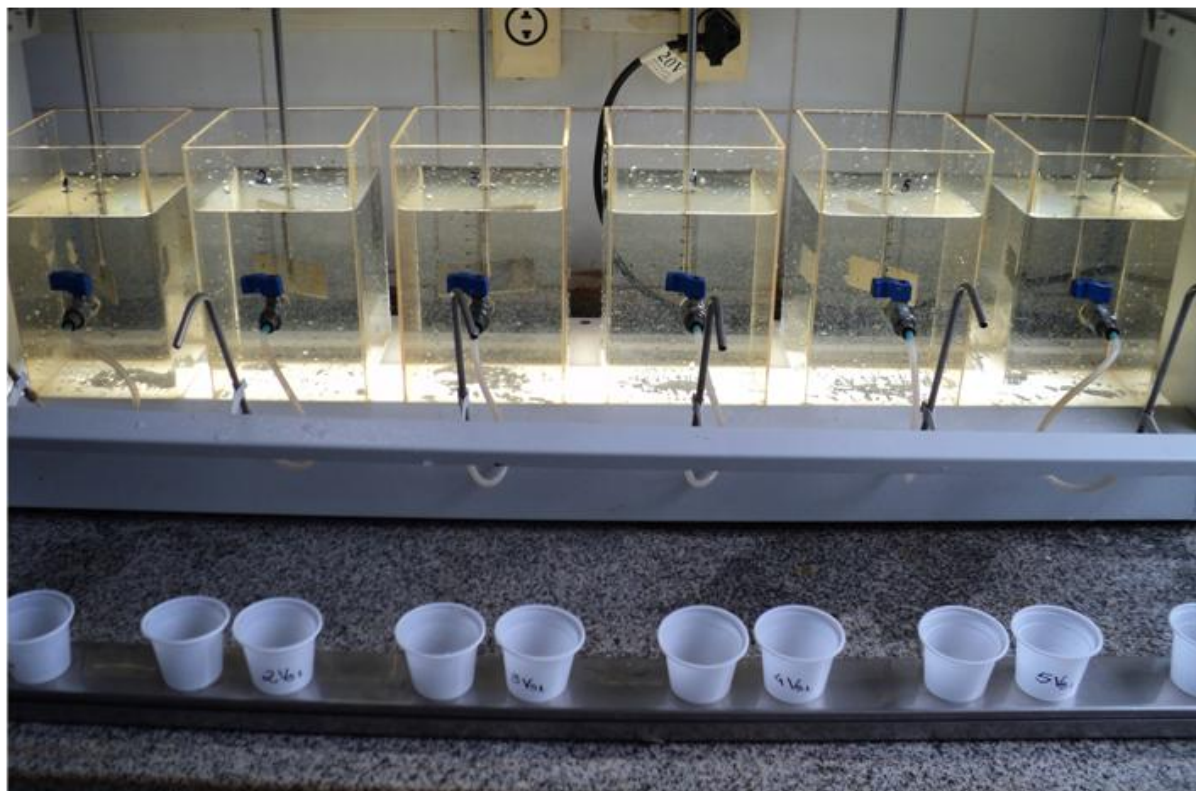


Figura 7.3 - Foto do ensaio com a água de estudo I e uso do cloreto férrico como coagulante

Tabela 7.3 - Resultados do ensaio de coagulação com o cloreto férrico, floculação, sedimentação e filtração no tratamento da água de estudo I

| Dosagem de cloreto férrico (mg/L) | Água coagulada | Água decantada | | | Água filtrada | |
|-----------------------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------|-------------------|
| | | V_{s1} (1,5 cm/min) | V_{s2} (2,5 cm/min) | V_{s3} (3,5 cm/min) | Turbidez (uT) | Cor aparente (uH) |
| | pH de coagulação | Turbidez (uT) | Turbidez (uT) | Turbidez (uT) | | |
| - | 6,45 | 3,40 | 3,42 | 3,40 | - | - |
| 9,0 | 6,38 | 3,70 | 3,62 | 3,69 | - | - |
| 12,0 | 6,34 | 3,96 | 3,89 | 3,91 | - | - |
| 15,0 | 6,31 | 3,93 | 3,85 | 3,84 | - | - |
| 18,0 | 6,30 | 2,97 | 1,58 | 1,18 | 0,27 | 14,0 |
| 21,0 | 6,31 | 1,76 | 0,80 | 1,41 | 0,28 | 6,7 |

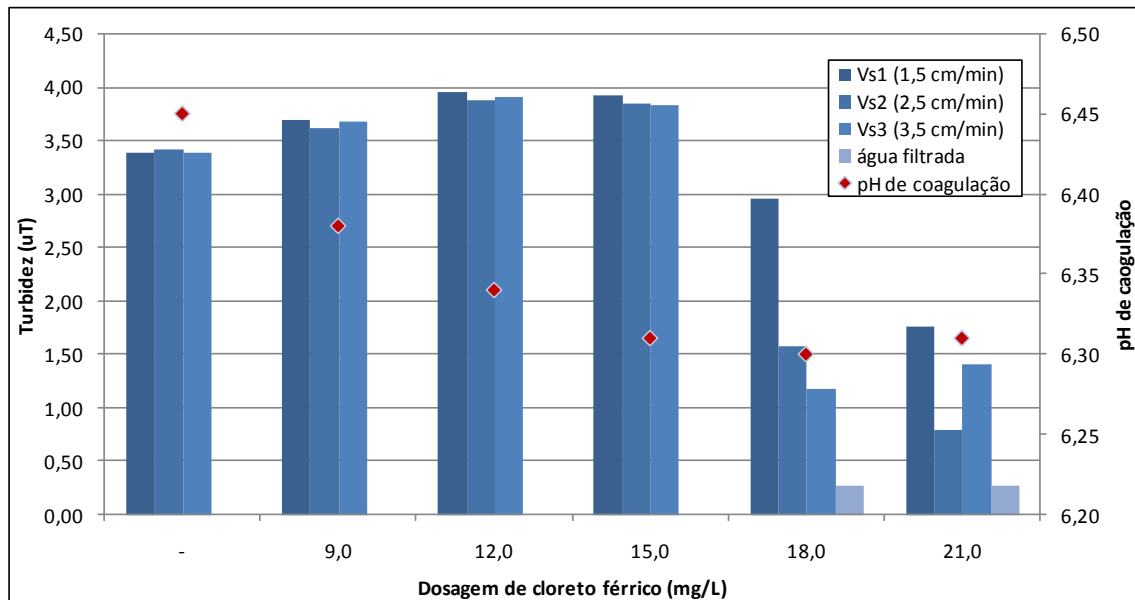


Figura 7.4 - Turbidez das águas decantada e filtrada e pH de coagulação em função da dosagem de cloreto férrico para a água de estudo I

Resultados de turbidez abaixo de 3,0 uT da água decantada (V_{s3}) e de 0,5 uT da água filtrada foram obtidos com dosagens acima de 18 mg/L do produto comercial líquido. Para comparação entre os coagulantes, foi escolhida a dosagem de cloreto férrico de 21 mg/L, cujos resultados foram 0,28 uT de turbidez e 6,7 uH de cor aparente na água filtrada, valores inferiores aos estabelecidos pela Portaria MS 2914 de 2011.

7.1.3 Verificação das condições de coagulação com PAC e cloreto férrico para a água de estudo II

Os ensaios realizados com a água de estudo II tiveram como objetivo avaliar o comportamento dos coagulantes estudados para a condição crítica de operação da ETA.

No dia da preparação, a água de estudo II apresentava as seguintes características:

- Turbidez: 23,9 uT;
- Cor aparente: 105 uH;
- pH: 6,64 a 6,71;
- Temperatura: 20 a 23,5 °C.

As condições do ensaio, considerando as características da água de estudo e o funcionamento da ETA, foram:

- Mistura rápida: $T_{mr} = 5$ s; $G_{mr} = 1000$ s⁻¹ = 465 a 495 rpm;
- Floculação: $T_f = 25$ min; $G_f = 20$ s⁻¹ = 32 a 34 rpm;

- Sedimentação: $V_{s1} = 1,5$ cm/min, $V_{s2} = 2,5$ cm/min, $V_{s3} = 3,5$ cm/min;
- Filtração: filtro de papel Whatman 40.

7.1.3.1 PAC

A Figura 7.5 apresenta uma foto do ensaio com a água de estudo II e coagulante PAC.

Na Tabela 7.4 e na Figura 7.6 são apresentados os resultados do ensaio, no qual a coagulação da água de estudo foi efetuada com PAC. Foram avaliadas diversas dosagens do coagulante PAC a fim de identificar a melhor condição de coagulação.



Figura 7.5 - Foto do ensaio com a água de estudo II e uso do PAC como coagulante

Tabela 7.4 - Resultados do ensaio de coagulação com PAC, floculação e sedimentação e filtração no tratamento da água de estudo II

| Dosagem de PAC (mg/L) | Água coagulada pH de coagulação | Água decantada | | | Água filtrada | |
|-----------------------|------------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------|-------------------|
| | | V _{s1} (1,5 cm/min) | V _{s2} (2,5 cm/min) | V _{s3} (3,5 cm/min) | Turbidez (uT) | Cor aparente (uH) |
| | | Turbidez (uT) | Turbidez (uT) | Turbidez (uT) | | |
| - | 6,56 | 23,5 | 23,2 | 23,2 | 13,6 | 55,1 |
| 15,0 | 6,62 | 15,6 | 10,9 | 5,08 | 0,74 | 7,8 |
| 18,0 | 6,62 | 14,6 | 10,1 | 4,3 | 0,35 | 13,2 |
| 21,0 | 6,62 | 9,09 | 3,9 | 2,68 | 0,41 | 14,0 |
| 24,0 | 6,60 | 5,94 | 3,19 | 2,74 | 0,27 | 15,6 |
| 27,0 | 6,58 | 4,95 | 3,67 | 2,78 | 0,36 | 20,5 |
| 30,0 | 6,63 | 4,91 | 3,19 | 1,98 | 0,27 | 9,2 |
| 33,0 | 6,50 | 4,01 | 3,72 | 3,72 | 0,52 | 13,5 |
| 36,0 | 6,50 | 3,37 | 3,31 | 3,31 | 0,28 | 10,1 |

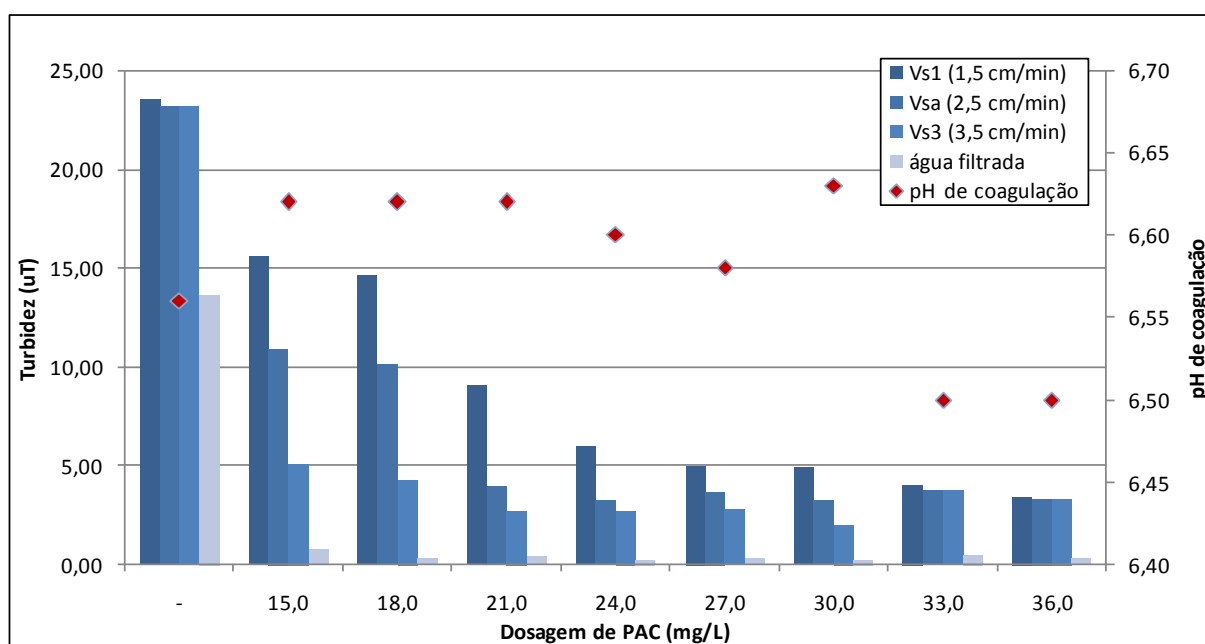


Figura 7.6 - Turbidez das águas decantada e filtrada e pH de coagulação em função da dosagem de PAC para a água de estudo II

Observa-se na Tabela 7.4 e na Figura 7.6 que com dosagens de PAC a partir de 30 mg/L foram obtidos valores de turbidez da água decantada inferiores a 5 uT para todas as velocidades de sedimentação estudadas. Com a dosagem de 30 mg/L, a turbidez da água filtrada resultou em 0,27 uT e a cor aparente em 9,2 uH, sendo esta dosagem escolhida para comparação dos coagulantes.

7.1.3.2 Cloreto férrico

Foram avaliadas diversas dosagens do coagulante cloreto férrico a fim de identificar a melhor condição de coagulação no tratamento da água de estudo II. A Figura 7.7 apresenta uma foto do ensaio realizado com a água de estudo II e coagulante cloreto férrico.

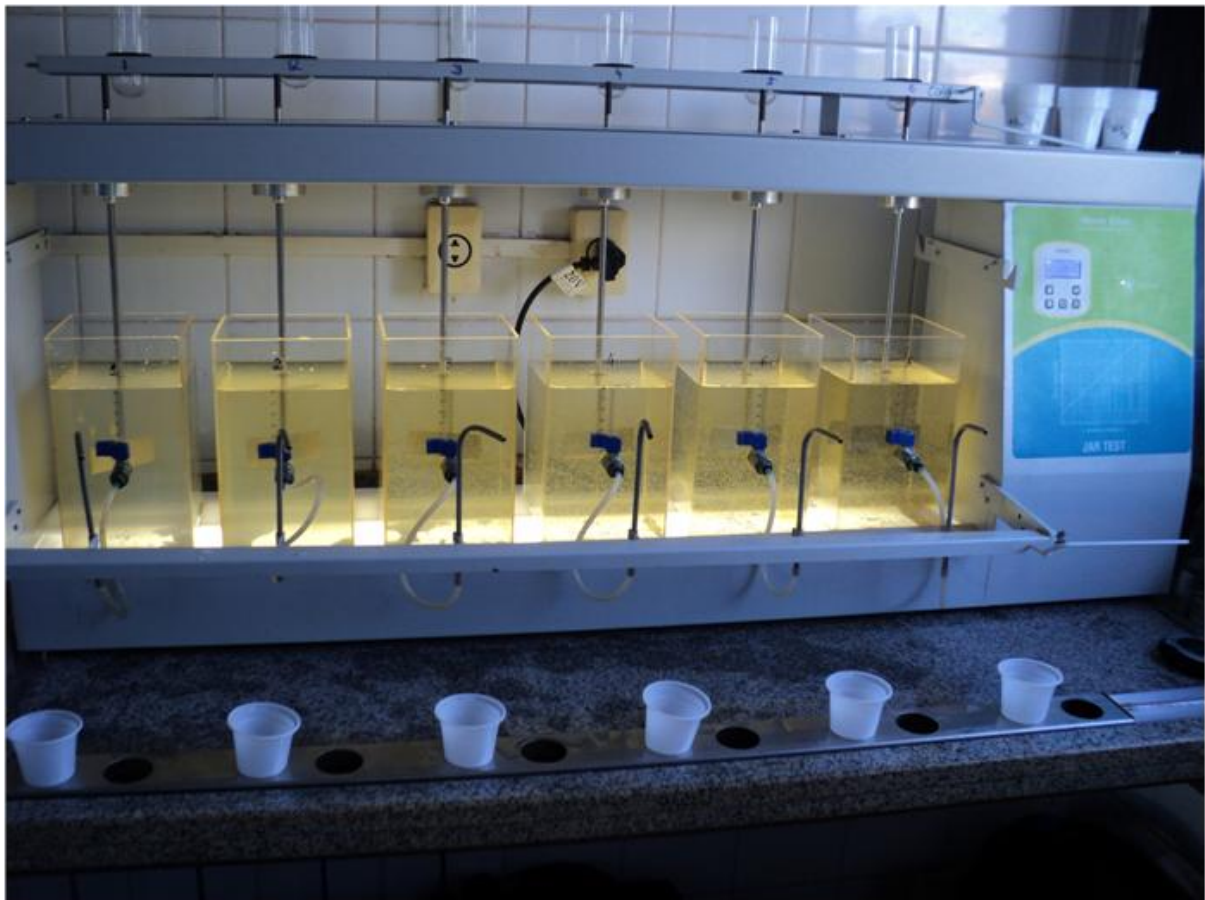


Figura 7.7 - Foto do ensaio com a água de estudo II e uso do cloreto férrico como coagulante

Na Tabela 7.5 e na Figura 7.8 são apresentados os resultados do ensaio simulando o tratamento em ciclo completo com coagulação com cloreto férrico.

Tabela 7.5 - Resultados do ensaio de coagulação com cloreto férrico, floculação e sedimentação e filtração no tratamento da água de estudo II

| Dosagem de Cloreto Férrico (mg/L) | água coagulada pH de coagulação | água decantada | | | Água filtrada | |
|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------|-------------------|
| | | V _{s1} (1,5 cm/min) | V _{s2} (2,5 cm/min) | V _{s3} (3,5 cm/min) | Turbidez (uT) | Cor aparente (uH) |
| | | Turbidez (uT) | Turbidez (uT) | Turbidez (uT) | | |
| 24,0 | 6,43 | 14,8 | 10,40 | 10,20 | 4,18 | 13,3 |
| 27,0 | 6,38 | 5,44 | 4,55 | 3,88 | 0,94 | 6,9 |
| 30,0 | 6,34 | 3,85 | 4,41 | 3,09 | 0,62 | 10,5 |
| 33,0 | 6,33 | 2,63 | 2,03 | 1,77 | 0,54 | 10,2 |
| 36,0 | 6,48 | 4,01 | 2,46 | 1,57 | 0,25 | 10,7 |

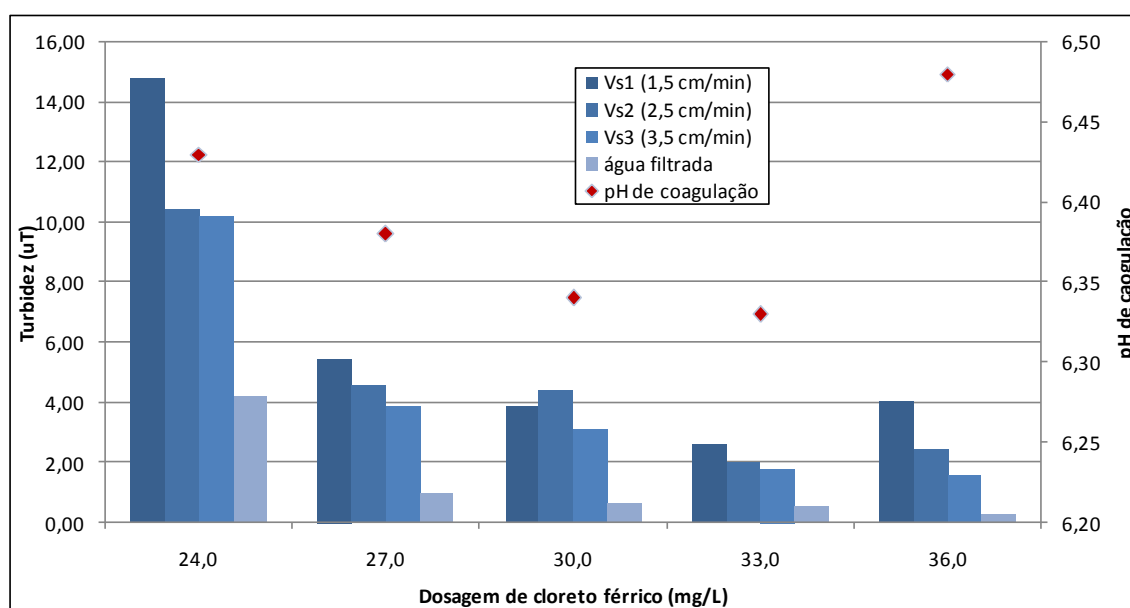


Figura 7.8 - Turbidez das águas decantada e filtrada e pH de coagulação em função da dosagem de cloreto férrico para a água de estudo II

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 7.5 e Figura 7.8, com dosagens de cloreto férrico a partir de 30 mg/L foram obtidos valores de turbidez da água decantada inferiores a 5uT para todas as velocidades de sedimentação estudadas. Com a dosagem de 36 mg/L, a turbidez da água filtrada resultou em 0,25 uT e a cor aparente em 10,7 uH, sendo esta dosagem escolhida para comparação dos coagulantes.

Assim como observado para a água de estudo I, não houve a necessidade de aplicação de alcalinizante para ajuste do pH de coagulação. A alcalinidade da água do manancial São Luiz foi suficiente para manter o pH de coagulação na faixa adequada para tal processo.



7.1.4 Conclusões e orientações para reinício da etapa de coagulação na ETA de Bariri

Com base nos resultados dos ensaios de coagulação, floculação, sedimentação e filtração feitos para as duas águas de estudo, representativas dos períodos de estiagem e de chuvas do manancial São Luiz, concluiu-se que com ambos os coagulantes testados (PAC e cloreto férrico) foi obtida água decantada com valores de turbidez inferiores a 5 uT e água filtrada em conformidade com os padrões estabelecidos na Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde (Padrão de Potabilidade).

O uso do PAC proporciona maior flexibilidade e simplicidade operacional e nos ensaios efetuados as dosagens deste coagulante resultaram inferiores às dosagens de cloreto férrico, de forma que a Hidrosan recomenda para o reinício da coagulação na ETA de Bariri a utilização deste produto como coagulante.

O produto utilizado nos ensaios de tratabilidade foi o PAC 1060 do fabricante KEMIRA, produto comercial com densidade entre 1,240 e 1,300 g/cm³, porcentagem de alumina entre 9,00 e 11,00% e basicidade acima de 60%. As características da amostra de PAC utilizada são:

- Densidade relativa de 1,254 g/cm³;
- Porcentagem de alumina de 10,58%;
- Basicidade mínima de 63,17%.

Sobre o sistema de aplicação e armazenamento de PAC, as informações a seguir poderão auxiliar a equipe do SAEMBA para a locação/compra dos equipamentos necessários:

- Dosagem mínima estimada de 5,0 mg/L;
- Dosagem máxima estimada de 30,0 mg/L;
- Vazão na ETA de 100 L/s (não foi considerada redução de vazão na ETA, mas sim a paralisação da ETA nos casos nos quais os reservatórios estão com capacidade elevada);
- Tempo de funcionamento da ETA de 17 h/dia (segundo informações fornecidas pela equipe técnica do SAEMBA, o funcionamento a ETA de Bariri/SP é paralisado entre 22 e 5 h);
- Consumo diário mínimo estimado de:

$$\frac{(100 \text{ L/s} \times 5,0 \text{ mg/L} \times 17 \text{ h/dia} \times 3600 \text{ s/h})}{1.000.000 \text{ Kg/mg}} = 30,6 \text{ Kg/dia}$$

- Consumo diário máximo estimado de:

$$\frac{(100 \text{ L/s} \times 30,0 \text{ mg/L} \times 17 \text{ h/dia} \times 3600 \text{ s/h})}{1.000.000 \text{ Kg/mg}} = 183,6 \text{ Kg/dia}$$



- Consumo mensal mínimo estimado de 918 kg/mês (0,74 m³/mês);
- Consumo mensal máximo estimado de 5508 kg/mês (4,44 m³/mês);
- Vazão mínima estimada da bomba dosadora de:

$$\frac{(100 \text{ L/s} \times 5,0 \text{ mg/L} \times 3600 \text{ s/h})}{1.254.000 \text{ mg/L}} = 1,44 \text{ L/h}$$

- Vazão máxima estimada da bomba dosadora de:

$$\frac{(100 \text{ L/s} \times 30,0 \text{ mg/L} \times 3600 \text{ s/h})}{1.254.000 \text{ mg/L}} = 8,61 \text{ L/h}$$

Visando simplificar o sistema de armazenamento e dosagem, evitando a necessidade de tanques de armazenamento e tanques de transferência, sem que o funcionamento das bombas dosadoras seja comprometido, recomenda-se a instalação de bombas dosadoras peristálticas para a dosagem de PAC. Recomenda-se duas bombas dosadoras (1 reserva) modelo DULCO Flex DF4a do fabricante Prominent, com capacidade máxima de 12,0 L/h, pressão de operação de 1,5 a 2,0 bar, ou equivalente técnico.

Com base no consumo máximo estimado, recomenda-se a aquisição e armazenamento do PAC em containeres de 1000 L (aproximadamente 1,3 t), sendo que a aquisição deverá ser planejada pelo SAEMBA de modo que a aplicação não seja interrompida e que o armazenamento não exceda o período de validade do produto.

A aplicação do PAC deverá ser feita na garganta do vertedor Parshall, de preferência em meia cana de aplicação.

7.2 INSPEÇÃO NOS FILTROS E AVALIAÇÃO DA LAVAGEM

Durante o período em que a equipe da Hidrosan esteve na ETA de Bariri para a realização dos ensaios de tratabilidade, foram também realizadas a inspeção nos filtros e avaliação da lavagem.

A lavagem dos filtros da ETA de Bariri é realizada somente com água, sendo a lavagem ascensional de um filtro efetuada com água proveniente dos três remanescentes na bateria de cada módulo.

Para a avaliação da lavagem, foi feito o acompanhamento do procedimento usual adotado para a lavagem dos filtros. Segundo o operador que realizou tal procedimento, a lavagem é realizada a partir da abertura da válvula de descarga do filtro. Espera-se de 20 a 30 minutos e a válvula é fechada.

Durante o procedimento de lavagem foram constatadas algumas irregularidades que são descritas a seguir:

- A comporta de entrada de água no filtro não foi fechada, de modo que a água vinda dos decantadores continuou a verter no filtro durante o processo de lavagem (conforme Figura 7.9), gerando volume maior de resíduo;

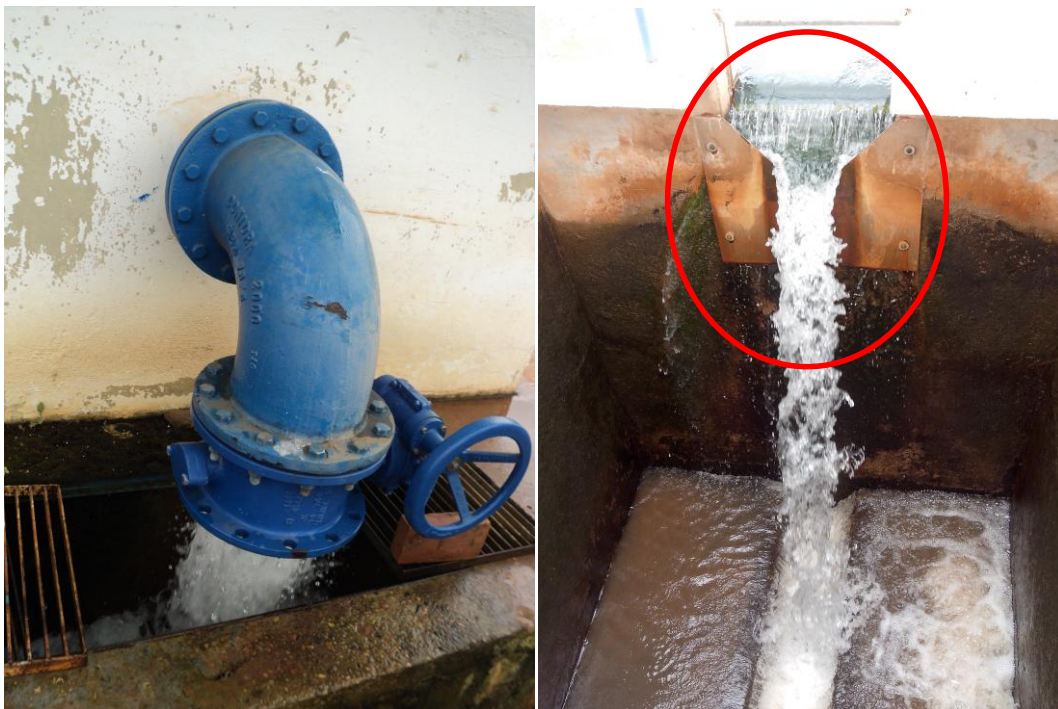


Figura 7.9 – Válvula de descarga do filtro e comporta de água decantada aberta durante a lavagem do filtro

- A válvula da interligação entre os filtros também não foi fechada, de modo que o nível de água nos filtros em funcionamento e a vazão filtrada resultaram abaixo do previsto para o processo de lavagem, causando a perda da velocidade ascensional de lavagem (conforme Figura 7.10);



Figura 7.10 – Tubulação de comunicação entre os filtros aberta durante a lavagem

Estava programada também a realização de um ensaio para verificação da turbidez da água de saída durante a lavagem do filtro, esta, porém, não pôde ser efetuada devido à diluição desta água pela água que verte no filtro durante a lavagem, fato que invalidava o ensaio.

7.3 INSPEÇÃO NOS DECANTADORES

A inspeção foi realizada durante a visita da equipe Hidrosan em Janeiro de 2014, quando os decantadores foram esvaziados. Por conta das más condições de conservação e as dificuldades de acesso, não foi possível averiguar a parte inferior das unidades, de modo que a inspeção foi feita somente na parte superior.

Conforme citado no item 6.2, foram detectadas várias deficiências na unidade de decantação. A mais grave certamente é o estado das lonas, em grande parte derrubadas, rompidas ou esgarçadas, e dos os suportes de madeira que estão muito desgastados e se desmontando. Além disso, os tubos de coleta de água decantada estão desalinhados e um deles se desprende da parede, e está pendente. O revestimento dos decantadores também está gasto, favorecendo a adesão de algas e lodo.

Sabe-se que um simples desalinhamento das lonas e dos tubos de coleta já é capaz de alterar o comportamento hidráulico do escoamento, e afetar a remoção de partículas, quanto mais a situação atual dos decantadores, que inviabiliza todo o tratamento e é crucial para o mau funcionamento da ETA.



Uma das ações que devem ser executadas de imediato consiste no reparo e adequação das lonas, para que o decantador possa funcionar com alta taxa. Além disso, é fundamental retomar a aplicação de coagulante, de modo a promover a aglutinação das partículas, aumentando a sua massa e favorecendo a remoção por gravidade nas unidades de decantação.



8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme o cronograma proposto e apresentado na Tabela 8.1, as próximas atividades a serem desenvolvidas pela equipe da Hidrosan para o Plano Diretor de Água do Município de Bariri, correspondem à ETAPA B, que compreende a análise do sistema de abastecimento de água existente e o estudo de tratabilidade da água e dos resíduos gerados na ETA. Além disso, serão complementadas as informações pendentes nesse relatório. A data de entrega do Relatório R02 está prevista para 28 de Fevereiro de 2014, bem como a apresentação e consolidação dos resultados.



Tabela 8.1 – Cronograma específico para elaboração do Plano Diretor de Água do Município de Bariri

| ETAPA | Atividades | Mês | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|---|-----------------|--|--|---|--|--|---|--|--|---|--|--|---|--|--|---|--|--|---|--|--|---|--|--|
| | | 1 | | | 2 | | | 3 | | | 4 | | | 5 | | | 6 | | | 7 | | | 8 | | |
| ETAPA A | Finalizada | [Orange blocks] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ETAPA B | B1. Análise do sistema de abastecimento de água existente | [Blue blocks] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | B2. Estudos de Tratabilidade de Água e dos Resíduos gerados na ETA | [Blue blocks] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | B3. Elaboração e entrega do Relatório R02 | [Blue blocks] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | B4. Reunião para apresentação e consolidação dos resultados | [Blue blocks] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ETAPA C | C1. Projeção populacional | [Red blocks] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | C2. Projeção da demanda de água Balanço Hídrico | [Red blocks] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | C3. Elaboração e entrega do Relatório R03 | [Red blocks] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | C4. Reunião para apresentação e consolidação dos resultados | [Red blocks] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ETAPA D | D1. Concepção da reforma da ETA existente e do Sistema de Tratamento de Resíduos Gerados na ETA | [Green blocks] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | D2. Concepção do sistema de distribuição e de reservação | [Green blocks] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | D3. Elaboração e entrega do relatório R04 | [Green blocks] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | D4. Reunião para apresentação e consolidação dos resultados | [Green blocks] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ETAPA E | E1. Elaboração do texto final da alternativa escolhida | [Purple blocks] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | E2. Elaboração de cronograma orçamentário de implantação | [Purple blocks] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | E3. Elaboração e entrega do relatório final | [Purple blocks] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | E4. Reunião para apresentação e consolidação dos resultados | [Purple blocks] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



9 BIBLIOGRAFIA

ALBUQUERQUE FILHO, J. L.; NICOLAU, M. C.; MOREIRA, D. C.; CARVALHO, A. M. Estudo da recarga na área de afloramento do sistema aquífero guarani na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Tietê/Jacaré, região central do estado de São Paulo: resultados preliminares. XVI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. São Luís, MA, 2010.

BIBLIOTECA VIRTUAL DO GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Caracterização do Território Paulista. Trecho extraído do Anuário Estatístico do Estado de São Paulo. Fundação SEADE, 2002. Disponível em: < <http://www.bibliotecavirtual.sp.gov.br/pdf/saopaulo-caracterizacaodoterritorio.pdf>> Acessado em 12 de Dezembro de 2013

BRASIL. Ministério da Saúde. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Portaria n. 2.914, de 12 de Dezembro 2012.

CAVAGUTI, N., SILVA, F.P. (1992) Gestão dos Recursos Hídricos Subterrâneos na cidade de Bauru – SP, Face as Características Hidrogeológicas Especiais da Região. 7º Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, p. 74 – 79, Belo Horizonte.

CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS À AGRICULTURA (CEPAGRI). Clima nos Municípios Paulistas. UNICAMP. Disponível em: < <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>> Acessado em 12 de Dezembro de 2013.

CETESB - Áreas Contaminadas e Reabilitadas no Estado de São Paulo - Dez 2012; <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/areas-contaminadas/2012/.pdf>

CLEARY, ROBERT W. Águas Subterrâneas. Florida: Princeton Groundwater, 2007. 112 p.

COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DO TIETÊ-JACARÉ. Relatório de Situação dos Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica Tietê-Jacaré. Araraquara, 2009. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/ARQS/RELATORIO/CRH/CBH-TJ/1323/relatorio%20de%20situacao%202009.pdf>> Acessado em 13 de Dezembro de 2013.



COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br/>> Acessado em 13 de Dezembro do 2013.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Relatório de Qualidade das águas superficiais no Estado de São Paulo. 2012. Disponível em < <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes-/>> Acessado em 17 de Dezembro do 2013.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. Resolução Nº 357, de 17 de Março de 2005. Disponível em < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf> > Acessado em 30 de Janeiro de 2014.

DAEE - DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA, Manual de Operação e Manutenção de Poços - DAEE, São Paulo, 1982, 2ª Ed, 90 p.

DAEE - DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA DO ESTADO DE SÃO PAULO – 2005. Mapa das águas subterrâneas do Estado de São Paulo. Disponível no site DAEE: www.dae.sp.gov.br

DAEE - DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA DO ESTADO DE SÃO PAULO – Instrução Técnica - DPO - 006 de 03.08.2012. Disponível no site DAEE: www.dae.sp.gov.br

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B. (2005) Métodos e técnicas de tratamento de água. 2ª Edição. São Carlos: Rima

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B.; VOLTAN, P. E. N. (2011). Tratabilidade de água e dos resíduos gerados em estações de tratamento de água. São Carlos, SP, Brasil. LDiBe

DRISCOLL, F.G.. Groundwater and wells. 2ª Ed., Johnson Screens, St. Paul, Minnesota, 1995. 1089 p.

FOSTER, S.S.D.A e HIRATA, R.C.A. *Groundwater pollution risk evaluation: the methodology using available data*. Lima: CEPIS/PAHO/WHO, 1998. 78P

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS (SEADE). Disponível em: <<http://www.seade.gov.br/>> Acessado em 16 de Dezembro de 2013.

GONÇALES, V.G; GIAMPÁ, C.E.Q, Águas Subterrâneas e Poços Tubulares Profundos, 1ª Ed., São Paulo, 2006 – SP, 501 p.



GONÇALVES, V.G; MARIANO, I.B; SOUZA FILHO, M.N; GIANPÁ, C.E.Q - Manual de Perfuração de Poços Tubulares para Investigação e Captação de Água Subterrânea no Sistema Aquífero Guarani, 1ª edição, Montevidéu, 2007.

HIRATA, R.C.A & NUNES DA SILVA, A. 1999. Mapa hidrogeológico da Bacia do Alto Tietê. In: Macedo, A. (coord.). Banco de Dados Espaciais da Bacia do Alto Tietê. LIG-IGc-USP. São Paulo; www.geolig.igc.usp.br

IG, Projeto Ambiental Estratégico Aquíferos : Síntese das atividades período 2007 – 2010 / Mara Akie Iritani, Luciana Martin Rodrigues Ferreira, Amélia João Fernandes, Sibebe Ezaki, São Paulo IG - Instituto Geológico, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em <http://www.ibge.gov.br/> Acessado em 16 de Dezembro de 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2009 -Censo Populacional do Brasil - Rio de Janeiro- RJ,: IBGE, 2009.

IPT Manual de Métodos para Interpretação de Ensaio de Aquífero. Relatório Técnico N° 25.999, São Paulo, 1988.

IRITANI, M.A; EZAKI, S. (IG/SMA). Cadernos do Projeto Ambiental Estratégico Aquíferos: Secretaria do Meio Ambiente, Instituto Geológico. São Paulo, 2010. Número 2. 48p.

IRITANI, M.A; EZAKI, S; AS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO ESTADO DE SÃO PAULO; São Paulo : Secretaria de Estado do Meio Ambiente - SMA, 2009.; 104 p, 2a. edição.

MAPA GEOLÓGICO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1:500.000, 1981 - IPT

MARTINS NETTO, J.P.G; FRANCO F., F.W.B., BIANCHI NETTO, C., : Aumento da Produção de Água, Redução do Consumo de Energia Elétrica e Recuperação de Investimentos, Através da Manutenção e Desincrustação Química em Poços, com a Utilização de Produtos a Base de Orto-Fosfatos Ácidos, XVIII - AESABESP , São Paulo, 2007.



MARTINS NETTO, J.P.G; FRANCO F., F.W.B., BIANCHI NETTO, C.; A Desincrustação Química e Recuperação de Poços no Aquífero Guarani, com 1.460 e 1605 m de Profundidade, Através da Utilização do NO RUST. XXIII AESABESP, São Paulo, 2012.

MARTINS NETTO, J.P.G.; CARNEIRO, S.R.C, Inovações Nos Processos de Desenvolvimento de Poços Profundos - XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Natal, 2008, - 2002, CD-ROM

MARTINS NETTO, J.P.G; Planejamento, Construção de Poços Tubulares Profundos e Testes e Bombeamento. ONU/UNESCO - ANA - Agência Nacional de Águas, Brasil, 2011.

PAULA E SILVA, F. de, CAVAGUTI, N. (1994) Nova Caracterização Estratigráfica e Tectônica do Mesozóico na Cidade de Bauru – SP. Geociências, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 83-99.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BARIRI. Lei Complementar nº 39, de 09 de Outubro de 2006, institui o Plano Diretor de Bariri. Disponível em:

<http://www.leinasnuvens.com.br/legislacao/SP/bariri/l_comp/2006/outubro/39.php>

Acessado em 10 de Janeiro de 2014.


ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. Revista do Departamento de Geografia. Universidade de São Paulo, 1996. Disponível em: <<http://citrus.uspnet.usp.br/rdg/ojs/index.php/rdg/article/view/196>> Acessado em 12 de Dezembro de 2013.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES PARA GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO (SigRH). Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/>> Acessado em 13 de Dezembro de 2013.



ANEXO 1

COMPILAÇÃO DE DADOS DOS POÇOS ATÉ NOVEMBRO DE
2013




| NOME DO POÇO: Tiro de Guerra | | | | Número UP: P3 | | | |
|--|--|--|--|---|--|------------------------------|--|
| Endereço: Rua Floriano Peixoto, 54 | | | | Município: Bariri | | | |
| Coordenadas : | | 732,910 km E | | 7.557,69 km N | | | |
| Ano de Perfuração: 1987 | | Profundidade (metros): 120 | | Aquífero: Adamantina/Serra Geral | | | |
| Perfil Construtivo | | <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não | | Anexo | | <input type="checkbox"/> Sim | |
| Outorga: | | <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não | | Licença de Operação | | | |
|  | | | |  | | | |
| QUALIDADE DE ÁGUA | | | | | | | |
| Alterações: | | <input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não | | pH: | | 8,16 | |
| Última Análise: | | 26/06/2012 | | Data: | | 26/06/2012 | |
| | | | | Nitrato (mg/L): | | <0,005 VMP = 10 mg/L | |
| DADOS HISTÓRICOS | | | | | | | |
| ANO | | NE*: | | ND: | | Vazão: | |
| | | 33,09 | | 50,75 | | 50,0 | |
| | | | | | | Q/s: 2,830 m³/h/m | |
| SÉRIE DOS ÚLTIMOS 05 ANOS PARA CAPACIDADE ESPECÍFICA (Q/s) m³/h/m | | | | | | | |
| 2008 | | 2009 | | 2010 | | 2011 | |
| | | | | | | 2012 | |
| | | | | | | m³/h/m | |
| DADOS ATUAIS | | | | | | | |
| ANO | | 2012 | | NE*: | | ND: | |
| | | | | 33,09 | | 53,94 | |
| | | | | Vazão (m³/h): | | 40,2 | |
| | | | | Q/s: | | 2 m³/h/m | |
| INFORMAÇÕES DO CONJUNTO BOMBEADOR / ENERGIA | | | | | | | |
| Prof. Instalação (altura do Crivo): | | 90 | | Marca: Ebara | | Modelo: BHS 516 -13 | |
| HMT (mca): | | Ø Tub. | | Potência: 30 | | Voltagem: | |
| Média de Horas Diárias Trabalhadas: | | Ano: 2012 | | m³/KW : | | KW/m³ : | |
| INFORMAÇÕES SOBRE ÁREAS CONTAMINADAS | | | | | | | |
| Contaminação Confirmada Cetesb em Raio 500 m | | | | <input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não | | | |
| Número da página CETESB | | | | Data: | | | |
| RECOMENDAÇÕES / OBSERVAÇÕES | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| NOME DO POÇO: Santa Helena | | | | Número UP: P4 | | | | |
|---|------------|------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Endereço: Rua Orlando Beluzo, 818 | | | | Município: Bariri | | | | |
| Coordenadas : | | 731,940 km E | | 731,94 km N | | | | |
| Ano de Perfuração: | 1988 | Profundidade (metros): | 400 | Aquífero: | Guarani | | | |
| Perfil Construtivo | () Sim | () Não | Anexo | () Sim | | | | |
| Outorga: | () Sim | () Não | Licença de Operação | | | | | |
|  | | | | | | | | |
| QUALIDADE DE ÁGUA | | | | | | | | |
| Alterações: | () Sim | (X) Não | pH: | 7,59 | | | | |
| Última Análise: | 26/06/2012 | Data: | 26/06/2012 | Nitrato (mg/L): | <0,005 | VMP = 10 mg/L | | |
| DADOS HISTÓRICOS | | | | | | | | |
| ANO | NE*: | 0,50 | ND: | 40,5 | Vazão: | 220 | Q/s: 5,52 m ³ /h/m | |
| SÉRIE DOS ÚLTIMOS 05 ANOS PARA CAPACIDADE ESPECÍFICA (Q/s) m ³ /h/m | | | | | | | | |
| 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | m ³ /h/m | | | |
| DADOS ATUAIS | | | | | | | | |
| ANO | 2012 | NE*: | 0,50 | ND: | 55,5 | Vazão (m ³ /h): | 220 | Q/s: 4,00 m ³ /h/m |
| INFORMAÇÕES DO CONJUNTO BOMBEADOR / ENERGIA | | | | | | | | |
| Prof. Instalação (altura do Crivo): | 72 | Marca: | Ebara | Modelo: | BHS 1012-5 | | | |
| HMT (mca): | Ø Tub. | Potência: | 125 | Voltagem: | | | | |
| Média de Horas Diárias Trabalhadas: | 13:00 | Ano: | m ³ /KW : | KW/m ³ : | | | | |
| INFORMAÇÕES SOBRE ÁREAS CONTAMINADAS | | | | | | | | |
| Contaminação Confirmada Cetesb em Raio 500 m | () Sim | (X) Não | | | | | | |
| Número da página CETESB | Data: | | | | | | | |
| RECOMENDAÇÕES / OBSERVAÇÕES | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| NOME DO POÇO: Sete de Setembro | | | | Número UP: P5 | | | |
|--|--|----------------------------|--|---|--|----------------------|--|
| Endereço: Rua Sete de Setembro, 1.600 | | | | Município: Bariri | | | |
| Coordenadas : | | 733,350 km E | | 7.556,65 km N | | | |
| Ano de Perfuração: 1976 | | Profundidade (metros): 145 | | Aquífero: Serra Geral/Botucatu | | | |
| Perfil Construtivo | | () Sim () Não | | Anexo | | () Sim | |
| Outorga: | | () Sim () Não | | Licença de Operação | | | |
|  | | | |  | | | |
| QUALIDADE DE ÁGUA | | | | | | | |
| Alterações: | | () Sim (X) Não | | pH: | | 7,83 | |
| Última Análise: | | 04/07/2013 | | Data: | | 04/07/2013 | |
| | | | | Nitrato (mg/L): | | <0,005 VMP = 10 mg/L | |
| DADOS HISTÓRICOS | | | | | | | |
| ANO | | NE*: | | ND: 6,65 | | Vazão: 40 | |
| | | | | | | Q/s: 6,015 m³/h/m | |
| SÉRIE DOS ÚLTIMOS 05 ANOS PARA CAPACIDADE ESPECÍFICA (Q/s) m³/h/m | | | | | | | |
| 2008 | | 2009 | | 2010 | | 2011 | |
| | | | | | | 2012 | |
| | | | | | | m³/h/m | |
| DADOS ATUAIS | | | | | | | |
| ANO | | NE*: | | ND: 6,65 | | Vazão (m³/h): 40 | |
| | | | | | | Q/s: 6,015 m³/h/m | |
| INFORMAÇÕES DO CONJUNTO BOMBEADOR / ENERGIA | | | | | | | |
| Prof. Instalação (altura do Crivo): | | | | Marca: | | Modelo: | |
| HMT (mca): Ø Tub. | | | | Potência: | | Voltagem: | |
| Média de Horas Diárias Trabalhadas: | | | | Ano: | | m³/KW : | |
| | | | | | | KW/m³ : | |
| INFORMAÇÕES SOBRE ÁREAS CONTAMINADAS | | | | | | | |
| Contaminação Confirmada Cetesb em Raio 500 m | | | | () Sim (X) Não | | | |
| Número da página CETESB | | | | Data: | | | |
| RECOMENDAÇÕES / OBSERVAÇÕES | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| NOME DO POÇO: Nova Bariri | | | Número UP: P6 | | |
|---|------------------------|---------------------|----------------------------------|-----------------|-----------------------------------|
| Endereço: Av. Braz Fortunato, 295 | | | Município: Bariri | | |
| Coordenadas: | | 733,830 km E | 7.558,15 km N | | |
| Ano de Perfuração: | Profundidade (metros): | 185 | Aquífero: Serra Geral e Botucatu | | |
| Perfil Construtivo | () Sim () Não | Anexo | () Sim | | |
| Outorga: | () Sim () Não | Licença de Operação | | | |
|  | | | | | |
| QUALIDADE DE ÁGUA | | | | | |
| Alterações: | () Sim (X) Não | pH: | | 7,7 | |
| Última Análise: | 04/07/2013 | Data: | 04/07/2013 | Nitrato (mg/L): | <0,005 VMP = 10 mg/L |
| DADOS HISTÓRICOS | | | | | |
| ANO | NE*: | 9,57 | ND: | 103,7 | Vazão: 50 Q/s: 0,530 m³/h/m |
| SÉRIE DOS ÚLTIMOS 05 ANOS PARA CAPACIDADE ESPECÍFICA (Q/s) m³/h/m | | | | | |
| 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | m³/h/m |
| DADOS ATUAIS | | | | | |
| ANO | NE*: | 9,57 | ND: | 103,4 | Vazão (m³/h): 36 Q/s: 0,34 m³/h/m |
| INFORMAÇÕES DO CONJUNTO BOMBEADOR / ENERGIA | | | | | |
| Prof. Instalação (altura do Crivo): | Marca: | Modelo: BHS 222-5 | | | |
| HMT (mca): Ø Tub. | Potência: | Voltagem: | | | |
| Média de Horas Diárias Trabalhadas: | Ano: | m³/KW : | Ebara 516-15 / 380 V | | |
| INFORMAÇÕES SOBRE ÁREAS CONTAMINADAS | | | | | |
| Contaminação Confirmada Cetesb em Raio 500 m | () Sim (X) Não | | | | |
| Número da página CETESB | Data: | | | | |
| RECOMENDAÇÕES / OBSERVAÇÕES | | | | | |
| | | | | | |

| | | | | | |
|---|-----------|------------------------|----------------------|-------------------|-------------------------------------|
| NOME DO POÇO: Maria Luiza II e III | | | Número UP: P7 | | |
| Endereço: Rua Salvador de Alice, 415 | | | Município: Bariri | | |
| Coordenadas : | | 734,400 km E | 7.557,72 km N | | |
| Ano de Perfuração: | 2012 | Profundidade (metros): | 252 | Aquífero: Guarani | |
| Perfil Construtivo | () Sim | () Não | Anexo | () Sim | |
| Outorga: | () Sim | () Não | Licença de Operação | | |
|  | | | | | |
| QUALIDADE DE ÁGUA | | | | | |
| Alterações: | () Sim | () Não | pH: | | |
| Última Análise: | | Data: | Nitrato (mg/L): | VMP = 10 mg/L | |
| DADOS HISTÓRICOS | | | | | |
| ANO | NE*: | 20,3 | ND: | 27,43 | Vazão: 5,16 Q/s: 7,230 m³/h/m |
| SÉRIE DOS ÚLTIMOS 05 ANOS PARA CAPACIDADE ESPECÍFICA (Q/s) m³/h/m | | | | | |
| 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | m³/h/m |
| DADOS ATUAIS | | | | | |
| ANO | NE*: | 20,3 | ND: | 25,90 | Vazão (m³/h): 26,7 Q/s: 4,76 m³/h/m |
| INFORMAÇÕES DO CONJUNTO BOMBEADOR / ENERGIA | | | | | |
| Prof. Instalação (altura do Crivo): | Marca: | Modelo: | | | |
| HMT (mca): Ø Tub. | Potência: | Voltagem: | | | |
| Média de Horas Diárias Trabalhadas: | Ano: | m³/KW : | KW/m³ : | | |
| INFORMAÇÕES SOBRE ÁREAS CONTAMINADAS | | | | | |
| Contaminação Confirmada Cetesb em Raio 500 m | () Sim | (X) Não | | | |
| Número da página CETESB | Data: | | | | |
| RECOMENDAÇÕES / OBSERVAÇÕES | | | | | |
| | | | | | |

| NOME DO POÇO: Santo André | | | | Número UP: P8 | | | |
|---|---------|------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| Endereço: Av. Perimetral Prof. Carlos Ferreira de Moraes, S/N | | | | Município: Bariri | | | |
| Coordenadas : | | 732,040 km E | | 7.555,34 km N | | | |
| Ano de Perfuração: | 2013 | Profundidade (metros): | 204 | Aquífero: | Serra Geral | | |
| Perfil Construtivo | () Sim | () Não | Anexo | (X) Sim | | | |
| Outorga: | () Sim | () Não | Licença de Operação | | | | |
|  | | | | | | | |
| QUALIDADE DE ÁGUA | | | | | | | |
| Alterações: | () Sim | () Não | pH: | | | | |
| Última Análise: | Data: | | Nitrato (mg/L): | | VMP = 10 mg/L | | |
| DADOS HISTÓRICOS | | | | | | | |
| ANO | NE*: | 26,0 | ND: | 36,0 | Vazão: | 57,0 | Q/s: 5,70 m ³ /h/m |
| SÉRIE DOS ÚLTIMOS 05 ANOS PARA CAPACIDADE ESPECÍFICA (Q/s) m ³ /h/m | | | | | | | |
| 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | m ³ /h/m | | |
| DADOS ATUAIS | | | | | | | |
| ANO | 2012 | NE*: | 26,0 | ND: | 31,0 | Vazão (m ³ /h): | 28,6 Q/s: 5,7 m ³ /h/m |
| INFORMAÇÕES DO CONJUNTO BOMBEADOR / ENERGIA | | | | | | | |
| Prof. Instalação (altura do Crivo): | | Marca: | | Modelo: | | | |
| HMT (mca): Ø Tub. | | Potência: | | Voltagem: | | | |
| Média de Horas Diárias Trabalhadas: | | Ano: | | m ³ /KW : | | KW/m ³ : | |
| INFORMAÇÕES SOBRE ÁREAS CONTAMINADAS | | | | | | | |
| Contaminação Confirmada Cetesb em Raio 500 m | | | | () Sim (X) Não | | | |
| Número da página CETESB | | | | Data: | | | |
| RECOMENDAÇÕES / OBSERVAÇÕES | | | | | | | |
| | | | | | | | |

ANEXO 2

ÁREAS CONTAMINADAS E REABILITADAS DO MUNICÍPIO DE
BARIRI – CETESB, DEZEMBRO DE 2012.





Áreas Contaminadas e Reabilitadas no Estado de São Paulo

POSTO SÃO CRISTÓVÃO DE BARIRI LTDA

AV 15 DE NOVEMBRO 1895 - CENTRO - BARIRI

Atividade indústria comércio posto de combustível resíduo acidentes agricultura desconhecida

Coordenadas (m): fuso 22 DATUM SAD69 UTM_E 734.243,00 UTM_N 7.557.853,00

Classificação contaminada

reutilização

Etapas do gerenciamento

| | |
|--|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> avaliação da ocorrência | <input type="checkbox"/> avaliação preliminar |
| <input checked="" type="checkbox"/> medidas para eliminação de vazamento | <input type="checkbox"/> investigação confirmatória |
| <input checked="" type="checkbox"/> investigação confirmatória | <input type="checkbox"/> investigação detalhada |
| <input type="checkbox"/> investigação detalhada e plano de intervenção | <input type="checkbox"/> avaliação de risco/ gerenciamento do risco |
| <input type="checkbox"/> remediação com monitoramento da eficiência e eficácia | <input type="checkbox"/> concepção da remediação |
| <input type="checkbox"/> monitoramento para encerramento | <input type="checkbox"/> projeto de remediação |
| | <input type="checkbox"/> remediação com monitoramento da eficiência e eficácia |
| | <input type="checkbox"/> monitoramento para encerramento |

Fonte de contaminação

armazenagem produção manutenção emissões atmosféricas tratamento de efluentes
 descarte disposição infiltração acidentes desconhecida

Meios impactados

| Meio impactado | Propriedade | |
|--------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| | Dentro | Fora |
| solo superficial | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| subsolo | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| águas superficiais | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| águas subterrâneas | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| sedimentos | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ar | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| biota | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Contaminantes

combustíveis líquidos fenóis
 metais biocidas
 outros inorgânicos ftalatos
 solventes halogenados dioxinas e furanos
 solventes aromáticos anilinas
 solventes aromáticos halogenados radionuclídeos
 PAHs microbiológicos
 PCBs outros
 metano/outros vapores/gases

existência de fase livre
 existência de POPs

Medidas emergenciais

- isolamento da área (proibição de acesso à área)
- ventilação/exaustão de espaços confinados
- monitoramento do índice de explosividade
- monitoramento ambiental
- remoção de materiais (produtos, resíduos, etc.)
- fechamento/interdição de poços de abastecimento
- interdição edificações
- proibição de escavações
- proibição de consumo de alimento

Medidas de controle institucional

| restrição | proposta na avaliação de risco ou no plano de intervenção | comunicada ao órgão responsável | implantada |
|------------------------|---|---------------------------------|--------------------------|
| uso de solo | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| uso água subterrânea | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| uso água superficial | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| consumo alimentos | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| uso de edificações | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| trabalhadores de obras | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Medidas de remediação

- | | | |
|--|--|---|
| <input type="checkbox"/> bombeamento e tratamento | <input type="checkbox"/> oxidação/redução química | <input type="checkbox"/> barreira física |
| <input type="checkbox"/> extração de vapores do solo (SVE) | <input type="checkbox"/> barreiras reativas | <input type="checkbox"/> barreira hidráulica |
| <input type="checkbox"/> air sparging | <input type="checkbox"/> lavagem de solo | <input type="checkbox"/> biorremediação |
| <input type="checkbox"/> biosparging | <input type="checkbox"/> remoção de solo/resíduo | <input type="checkbox"/> fitorremediação |
| <input type="checkbox"/> bioventing | <input type="checkbox"/> recuperação fase livre | <input type="checkbox"/> biopilha |
| <input type="checkbox"/> extração multifásica | <input type="checkbox"/> encapsulamento geotécnico | <input type="checkbox"/> atenuação natural monitorada |
| <input type="checkbox"/> dechlorinação reductiva | <input type="checkbox"/> cobertura de resíduo/solo contaminado | <input type="checkbox"/> outros |

Medidas de controle de engenharia



Diretoria de Controle e Licenciamento Ambiental

dezembro/2012

Página 192 de 4573

Áreas Contaminadas e Reabilitadas no Estado de São Paulo

BARIRI

POSTO SANTA ROSA DE BARIRI LTDA

AV EXPRESSA SUL S/N - LAGOA MESSIAS - BARIRI

Atividade indústria comércio posto de combustível resíduo acidentes agricultura desconhecida

Coordenadas (m): fuso 22 DATUM SAD69 UTM_E 732.017,00 UTM_N 7.556.598,00

Classificação contaminada sob investigação

reutilização

Etapas do gerenciamento

| | |
|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> avaliação da ocorrência <input checked="" type="checkbox"/> medidas para eliminação de vazamento <input checked="" type="checkbox"/> investigação confirmatória <input type="checkbox"/> investigação detalhada e plano de intervenção <input type="checkbox"/> remediação com monitoramento da eficiência e eficácia <input type="checkbox"/> monitoramento para encerramento | <input type="checkbox"/> avaliação preliminar <input type="checkbox"/> investigação confirmatória <input type="checkbox"/> investigação detalhada <input type="checkbox"/> avaliação de risco/ gerenciamento do risco <input type="checkbox"/> concepção da remediação <input type="checkbox"/> projeto de remediação <input type="checkbox"/> remediação com monitoramento da eficiência e eficácia <input type="checkbox"/> monitoramento para encerramento |
|---|--|

Fonte de contaminação

armazenagem produção manutenção emissões atmosféricas tratamento de efluentes
 descarte disposição infiltração acidentes desconhecida

Meios impactados

| Meio impactado | Propriedade | |
|--------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| | Dentro | Fora |
| solo superficial | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| subsolo | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| águas superficiais | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| águas subterrâneas | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| sedimentos | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ar | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| biota | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

existência de fase livre
 existência de POPs

Contaminantes

combustíveis líquidos fenóis
 metais biocidas
 outros inorgânicos ftalatos
 solventes halogenados dioxinas e furanos
 solventes aromáticos anilinas
 solventes aromáticos halogenados radionuclídeos
 PAHs microbiológicos
 PCBs outros
 metano/outros vapores/gases

Medidas emergenciais

- isolamento da área (proibição de acesso à área)
- ventilação/exaustão de espaços confinados
- monitoramento do índice de explosividade
- monitoramento ambiental
- remoção de materiais (produtos, resíduos, etc.)
- fechamento/interdição de poços de abastecimento
- interdição edificações
- proibição de escavações
- proibição de consumo de alimento

Medidas de controle institucional

| restrição | proposta na avaliação de risco ou no plano de intervenção | comunicada ao órgão responsável | implantada |
|------------------------|---|---------------------------------|--------------------------|
| uso de solo | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| uso água subterrânea | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| uso água superficial | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| consumo alimentos | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| uso de edificações | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| trabalhadores de obras | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Medidas de remediação

- | | | |
|--|--|---|
| <input type="checkbox"/> bombeamento e tratamento | <input type="checkbox"/> oxidação/redução química | <input type="checkbox"/> barreira física |
| <input type="checkbox"/> extração de vapores do solo (SVE) | <input type="checkbox"/> barreiras reativas | <input type="checkbox"/> barreira hidráulica |
| <input type="checkbox"/> air sparging | <input type="checkbox"/> lavagem de solo | <input type="checkbox"/> biorremediação |
| <input type="checkbox"/> biosparging | <input type="checkbox"/> remoção de solo/resíduo | <input type="checkbox"/> fitorremediação |
| <input type="checkbox"/> bioventing | <input type="checkbox"/> recuperação fase livre | <input type="checkbox"/> biopilha |
| <input type="checkbox"/> extração multifásica | <input type="checkbox"/> encapsulamento geotécnico | <input type="checkbox"/> atenuação natural monitorada |
| <input type="checkbox"/> dechlorinação reductiva | <input type="checkbox"/> cobertura de resíduo/solo contaminado | <input type="checkbox"/> outros |

Medidas de controle de engenharia

ANEXO 3

LAUDO SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA NO MANANCIAL SÃO LUIZ – RFARIA CONSULTORIA AMBIENTAL, FEVEREIRO DE 2013.





Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental

RFaria Consultoria Ambiental



Cliente: SAEMBA – Serviço de Água e Esgoto do Município de Bariri
CNPJ: 02.310.729/0001-90
Local: Rua Sete de Setembro, 1043
Cidade: Bariri (SP)
Contato: Sr. Marcos Cerigatto.
Telefone: (14) 3662-9413

NÚMERO CONTROLE LAUDO: 001/2013-SAEMBA

DADOS SOBRE A AMOSTRA

Tipo: água bruta
Data da coleta: 20/02/2013 Horário: 09h30min
Data de entrada no laboratório: 20/02/2013 Horário: 14h00min
Responsável pela coleta: Lisbeth Podanoschi.

Local da coleta: MANANCIAL – ÁGUA BRUTA

Resultados Analíticos conforme CONAMA 357 – 17/03/2005

RESULTADOS LABORATORIAIS

Tabela 1 – Padrão microbiológico

| PARÂMETROS | VALORES DETERMINADOS |
|--|----------------------|
| <i>Escherichia coli</i> (NMP/100ml) | 15,6 |
| Coliformes totais (NMP/100ml) | > 48392 |

NMP – Número mais provável



Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental



RFaria Consultoria Ambiental

Tabela 2 – Resultados analíticos conforme a Resolução do CONAMA 357

| Parâmetro Inorgânicos (metais) | Unidade | Resultados analíticos | VMP CONAMA 357 ART 15 |
|--------------------------------|---------|-----------------------|-----------------------|
| Alumínio Dissolvido | mg/L | 0,013 | 0,1 |
| Antimônio | mg/L | <0,005 | 0,005 |
| Arsênio | mg/L | <0,01 | 0,01 |
| Bário | mg/L | 0,38 | 0,7 |
| Berílio | mg/L | <0,01 | 0,04 |
| Boro | mg/L | <0,01 | 0,5 |
| Cádmio | mg/L | <0,001 | 0,001 |
| Chumbo | mg/L | <0,001 | 0,01 |
| Cobalto | mg/L | <0,005 | 0,05 |
| Cobre dissolvido | mg/L | <0,005 | 0,009 |
| Cromo | mg/L | 0,012 | 0,05 |
| Ferro Dissolvido | mg/L | 0,202 | 0,3 |
| Lítio | mg/L | <0,01 | 2,5 |
| Manganês | mg/L | <0,01 | 0,1 |
| Merúrio | mg/L | <0,0001 | 0,0002 |
| Níquel | mg/L | 0,01 | 0,025 |
| Prata | mg/L | <0,005 | 0,01 |
| Selênio | mg/L | <0,008 | 0,01 |
| Urânio | mg/L | <0,01 | 0,02 |
| Vanádio | mg/L | <0,01 | 0,1 |
| Zinco | mg/L | 0,012 | 0,18 |
| Parâmetros Orgânicos | Unidade | Resultados analíticos | VMP CONAMA 357 ART 15 |
| Benzeno | µg/L | <0,001 | 0,005 |
| Benzo(a)antraceno | µg/L | <0,05 | 0,05 |
| Benzo(a)pireno | µg/L | <0,05 | 0,05 |
| Benzo(b)fluoranteno | µg/L | <0,05 | 0,05 |
| Benzo(k)fluoranteno | µg/L | <0,05 | 0,05 |
| Carbaril | µg/L | <0,02 | 0,02 |
| Clordano(cis e trans) | µg/L | <0,02 | 0,04 |
| Dibenzo(a,h)antraceno | µg/L | <0,05 | 0,05 |
| 1,2-Dicloroetano | µg/L | <0,001 | 0,01 |
| 1,1-Dicloroetano | µg/L | <0,001 | 0,003 |
| 2,4-Diclorofenol | µg/L | <0,1 | 0,3 |
| Diclorometano | mg/L | <0,001 | 0,02 |
| Tetracloroeto de Carbono | mg/L | <0,001 | 0,002 |

Rua Mariswaldo Ruggiero, 170 - Pq. Douradinho - São Carlos - SP - CEP: 13568-648

Fone: 16-3416-6582

CNPJ: 14.675.506/0001-34



Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental



RFaria Consultoria Ambiental

| | | | |
|---------------------|------|--------|--------|
| Tetracloroetano | mg/L | <0,001 | 0,01 |
| Tolueno | µg/L | 0,236 | 2 |
| Toxafeno | µg/L | <0,01 | 0,01 |
| Triclorobenzenos | Mg/L | <0,002 | 0,02 |
| Tricloroetano | Mg/L | <0,001 | 0,03 |
| 2,4,6-Triclorofenol | Mg/L | <0,001 | 0,01 |
| Xilenos | µg/L | 5 | 300 |
| Hexaclorobenzeno | µg/L | <0,005 | 0,0065 |

Tabela 3 – Resultados Físico-químicos

| PARÂMETROS | VALORES DETERMINADOS | VMP ⁽¹⁾ |
|-----------------------------------|----------------------|--------------------|
| DBO (mg/l) | 2,16 | 5,0 |
| pH | 6,07 | 6,0 - 9,5 |
| Cloreto Total (mg/l) | 2,57 | 250 |
| Fluoreto Total (mg/l) | 0,06 | 1,4 |
| Nitrito (mg/l) | 0,21 | 1,0 |
| Nitrato (mg/l) | 2,79 | 10,0 |
| Sólidos Dissolvidos Totais (mg/l) | 12,25 | 500 |
| Sulfato (mg/l) | 0,04 | 250 |
| Lítio Total (mg/l) | < 0,002 | 2,5 |
| OD | 7,26 | <5,0 |
| Turbidez (NTU) | 26,89 | 100,0 |
| Nitrogênio Total (mg/l) | 1,15 | 3,7 |
| Fósforo Total | 0,025 | 0,050 |

(1) Valor máximo permitido

Os Procedimentos das análises estão de acordo com os padrões exigidos pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20ª edição. Exames Microbiológicos determinados através do método COLILERT.

Metais: SMEWW 3120 B – Inductively Coupled Plasma (ICP) Method
Mercúrio: EPA 245.7



Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento
Ambiental



RFaria Consultoria Ambiental

Interpretação dos Resultados

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores Máximos Permitidos pelo CONAMA 357, artigo 15 de 17 de março de 2005 – Padrão para águas de classe 02, podemos observar que:

Os parâmetros Coliformes totais e Coliformes Fecais não satisfazem os limites permitidos.

Observação: Água bruta, sem tratamento.

Demais parâmetros estão em conformidade com esta resolução, não sendo observado nenhum contaminante potencialmente tóxico.

São Carlos, 07 de Novembro de 2006.

Profa. Dra. Takako Matsumura-Tundisi
Responsável Técnica
CRBio nº 33694/01-D

São Carlos, 05 de Março de 2013.

ANEXO 4

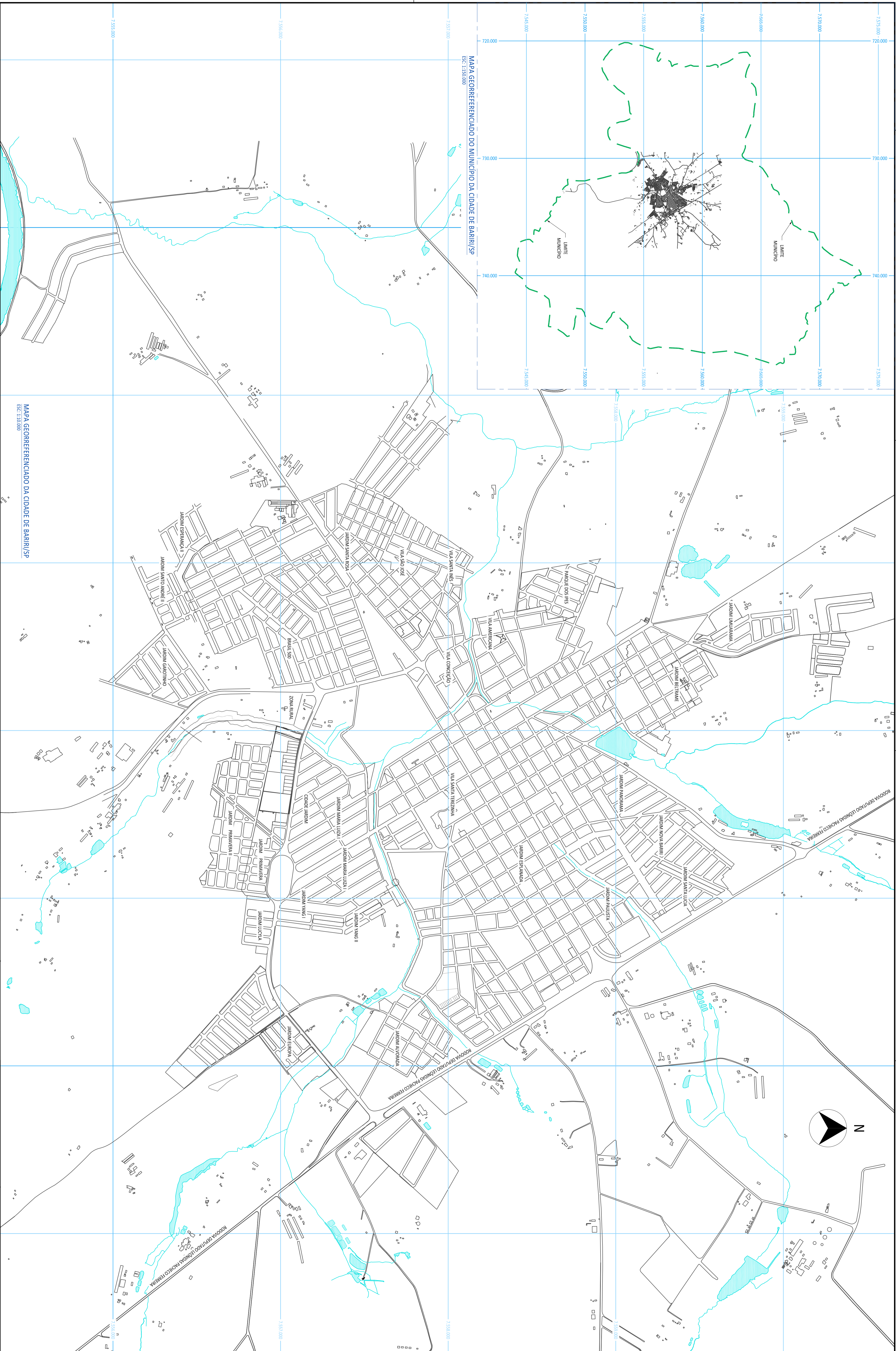
PEÇAS GRÁFICAS



Lista de desenhos

| Folha | Título |
|-------|---|
| 1 | MAPA GEORREFERENCIADO DO MUNICÍPIO E DA CIDADE DE BARIRI/SP |
| 2 | MAPA GEORREFERENCIADO DA CIDADE DE BARIRI/SP COM LOCALIZAÇÃO DOS POÇOS E RESERVATÓRIOS |
| 3 | MAPA GEORREFERENCIADO DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DA REDE PRIMÁRIA E DAS UNIDADES DO SISTEMA DA CIDADE DE BARIRI/SP |
| 4 | PLANTA DO MANANCIAL SÃO LUIZ E CAPTAÇÃO DA CIDADE DE BARIRI/SP |
| 5 | PLANTA E LOCALIZAÇÃO DA ETA DA CIDADE DE BARIRI/SP |
| 6 | PLANTA SUPERIOR DA ETA DE BARIRI/SP |

PARTE A SER REMOVIDA



MAPA GEORREFERENCIADO DO MUNICÍPIO DA CIDADE DE BARRI/SP
ESC: 1:30.000

MAPA GEORREFERENCIADO DA CIDADE DE BARRI/SP
ESC: 1:10.000

| LEGENDA | |
|---------|------------------------|
| V.B. | Vértice Barométrica |
| V.G. | Vértice Geométrica |
| V.L. | Vértice de Referência |
| L.D. | Limite de Demarcação |
| T.A.V. | Topo com Data de Visão |
| C.L. | Comando Entomométrico |

PROIBIDA A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTA DOCUMENTAÇÃO SEM AUTORIZAÇÃO POR ESCRITO DA HIDROSAN ENGENHARIA S/S LTDA, EXCETO PARA A FINALIDADE A QUAL ESTA SENDO FORNECIDO

| VISTO E ACEITO | |
|----------------|--|
| ANALISADO | ESTA APROVAÇÃO NÃO REPRESENTA A CONTRATAÇÃO DAS RESPONSABILIDADES E OBRIGAÇÕES ESTABELECIDAS NO CONTRATO |
| ACEITO | |
| VISTO | |

NOTAS
Todas as dimensões das partes civis estão expressas em metro (m) e os diâmetros das tubulações estão em milímetros (mm), salvo exceções expressas nos desenhos.
Dn - diâmetro nominal - Di - diâmetro interno

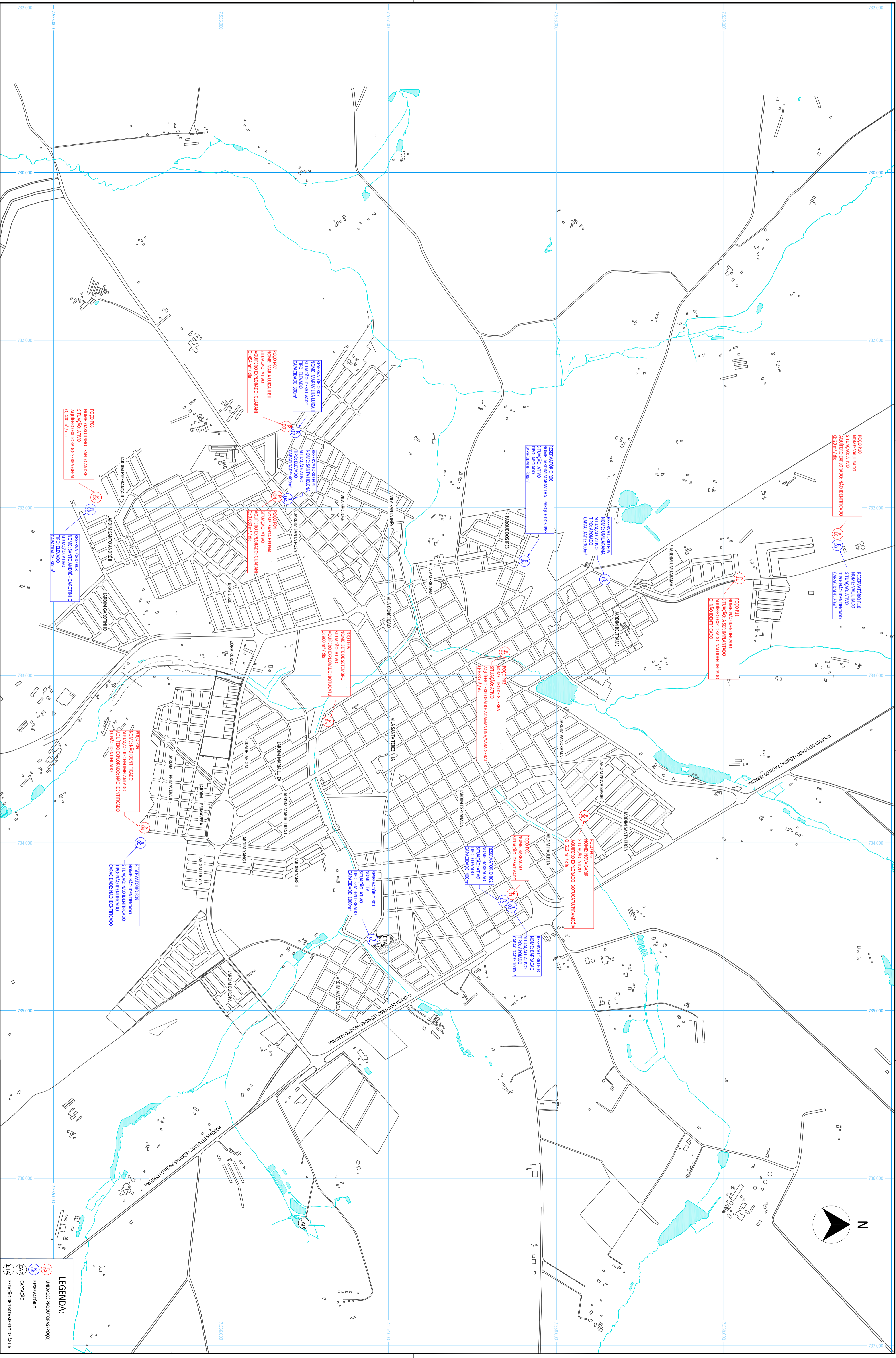
CLIENTE:
SAEMBA
LOCAL:
BARRI/SP




comprimisso com a água

| PLANO DIRETOR DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE BARRI/SP | |
|--|---------|
| MAPA GEORREFERENCIADO DO MUNICÍPIO E DA CIDADE DE BARRI/SP | |
| DATA DE ELABORAÇÃO | 01/2014 |
| DATA DE ATUALIZAÇÃO | 01/06 |

PARTE A SER REMOVIDA



| LEGENDA | |
|---------|------------------------|
| V.B. | Vilaça Brasileira |
| V.G. | Vilaça Guaraná |
| V.R. | Vilaça de Residência |
| J.D. | Junta de Drenagem |
| T.V. | Tubo com Vaso de Vidro |
| C.E. | Comando Eletromecânico |

OBSERVAÇÃO

PROIBIDA A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTA DOCUMENTO SEM AUTORIZAÇÃO POR ESCRITO DA **HI-DROSAN ENGENHARIA S.S LTDA.**, EXCETO PARA A FINALIDADE A QUAL ESTÁ SENDO FORNECIDO


| VISTO E ACEITO | |
|----------------|---|
| ANÁLISE | RESPOSTAS/ALTERAÇÕES E OBSERVAÇÕES ESTABELECIDAS NO COMANDO |
| ACEITO | |
| VISTO | |

NOTAS

Todas as dimensões das partes civis estão expressas em metro (m) e os diâmetros das tubulações estão em milímetros (mm), salvo exceções expressas nos desenhos. DØ - diâmetro nominal - Di - diâmetro interno

CLIENTE:

SAEMBA



LOCAL:

BARIRI/SP



comprimisso com a água

PLANO DIRETOR DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE BARIRI/SP

MAPA GEORREFERENCIADO DA CIDADE DE BARIRI/SP COM LOCALIZAÇÃO DOS POÇOS E RESERVATÓRIOS.

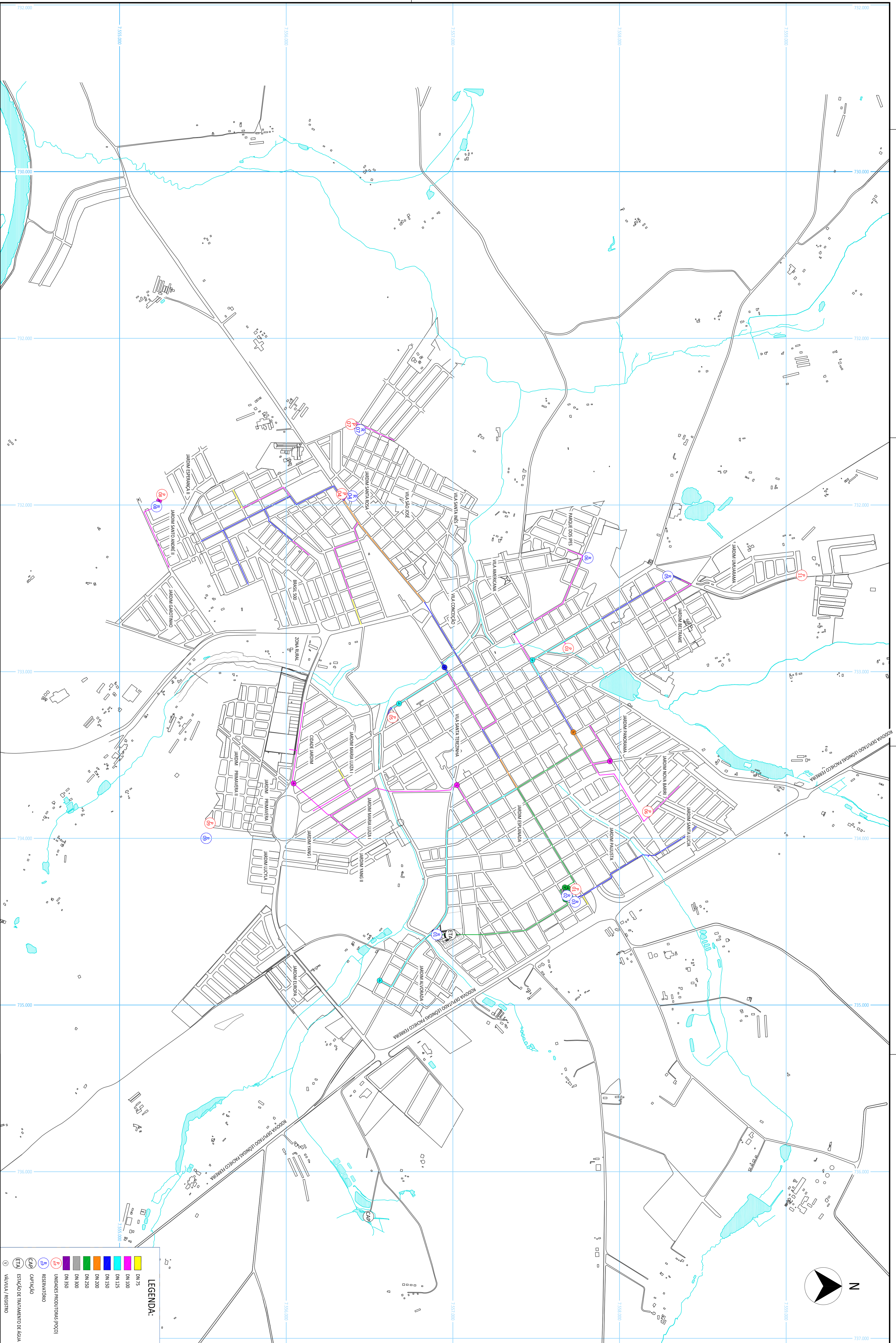
PROJETO: MAPA GEORREFERENCIADO DA CIDADE DE BARIRI/SP COM LOCALIZAÇÃO DOS POÇOS E RESERVATÓRIOS

DATA: 01/2014

REVISÃO: 02/06

| LEGENDA: | |
|----------|-------------------------------|
| | UNIDADES PRODUTORAS (POÇO) |
| | RESERVATÓRIO |
| | ESTÁGIO DE TRATAMENTO DE ÁGUA |

PARTE A SER REMOVIDA



LEGENDA

| | | | |
|------|--------------------|------|-------------------------|
| V.B. | Vitória Brasileira | J.D. | Luiz de Figueiredo |
| V.G. | Vila Guaraná | T.V. | Toco com das Velhas |
| V.H. | Vila de Resende | C.C. | Comunidade Estremozinho |

OBSERVAÇÃO

PROIBIDA A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTA DOCUMENTAÇÃO SEM AUTORIZAÇÃO POR ESCRITO DA **HI-DROSAN ENGENHARIA S.S LTDA.**, EXCETO PARA A FINALIDADE A QUAL ESTÁ SENDO FORNECIDO

VISTO E ACEITO

ESTA ACFERÇÃO NÃO SEENTA A CONTRATAÇÃO DAS RESPONSABILIDADES E OBRIGAÇÕES ESTABELECIDAS NO CONVENIO

| | |
|--------------------|--------------------|
| ANALISADO | ACEITO |
| <i>[Signature]</i> | <i>[Signature]</i> |
| VISTO | |

NOTAS

Todas as dimensões das partes civis estão expressas em metro (m) e os diâmetros das tubulações estão em milímetros (mm), salvo exceções expressas nos desenhos
 DN - diâmetro nominal - Di - diâmetro interno

CLIENTE: SAEMBIA

LOCAL: BARRI/SP

compromisso com a água

PLANO DIRETOR DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE BARRI/SP

MAPA GEORREFERENCIADO DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DA REDE PRIMÁRIA E DAS UNIDADES DO SISTEMA DA CIDADE DE BARRI/SP

SOB O CUIDADO DO SENHOR DELEGADO MUNICIPAL DE BARRI/SP

DATA: 01/2014

REVISÃO: 03/06

LEGENDA:

| | |
|--|--------|
| | DN 75 |
| | DN 100 |
| | DN 125 |
| | DN 150 |
| | DN 200 |
| | DN 250 |
| | DN 300 |
| | DN 350 |
| | DN 400 |
| | DN 450 |
| | DN 500 |

UNIDADES PRODUTORAS (POÇO)

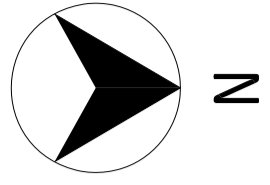
RESERVAÇÃO

CAPTAÇÃO

ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

VALVULA / REGISTRO

PARTE A SER REMOVIDA



| LEGENDA | | | |
|---------|------------------|------|--------------------------|
| V.B. | Vidua Brasileira | L.D. | Luva de Proteção |
| V.G. | Vidua Brasileira | T.V. | Tubo com Base de Vedação |
| V.H. | Vidua Brasileira | C. | Comando Eletromecânico |

OBSERVAÇÃO

PROIBIDA A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTA DOCUMENTAÇÃO SEM AUTORIZAÇÃO POR ESCRITO DA **HIDROSAN ENGENHARIA S.S LTDA.**, EXCETO PARA A FINALIDADE A QUAL ESTA SENDO FORNECIDO

VISTO E ACEITO

ESTA ACEITAÇÃO NÃO SEENTA A CONTRATAÇÃO DAS RESPONSABILIDADES E OBRIGAÇÕES ESTABELECIDAS NO CONTRATO

ANALISADO: _____
 ACEITO: _____
 VISTO: _____

NOTAS

Todas as dimensões das partes civis estão expressas em metro (m) e os diâmetros das tubulações estão em milímetros (mm), salvo exceções expressas nos desenhos

DN: diâmetro nominal - DI: diâmetro interno

CLIENTE

SAEMBA
 BARRI/SP

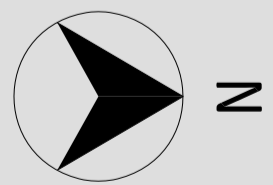


PLANO DIRETOR DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE BARRI/SP

PLANTA DO MANANCIAL SÃO LUÍZ CAPTAÇÃO DA CIDADE DE BARRI/SP

PROJETO EXECUTIVO
 DATA: 01/2014
 ESCALA: 1:400
 FOLHA: 04/06

PARTE A SER REMOVIDA



AV. BRASILEIRÃO C. GUARARAPES

AVENIDA DE ANTONIO GALVA

AUTOPRA DE AGUA BRUTA (VILA DOMMARCIALI)

AUTOPRA DE AGUA TRATADA

AUTOPRA DE AGUA BRUTA

CASA PARA CONTROLE DA ETA

RESERVATORIO DE AGUA

CASA DE BOMBA

CASA PARA ESCOAMENTO DE AGUA DE LAVAGEM DA ETA

DESCARGA DE AGUA DE LAVAGEM

CASA DE QUIMICA

GARAGEM

SALA DOS ENCAMISADOS

VESTIBULO

SALA TECNICA

COZINHA

ALMOBERADO

ALMOBERADO

RUA MARCELO GAMA

| LEGENDA | |
|---------|-------------------------|
| V.B. | Utilidade Especifica |
| V.G. | Utilidade Geral |
| V.H. | Utilidade de Reserva |
| J.D. | Limite de Demarcação |
| T.A.V. | Tubo com Aba de Vedação |
| C.T. | Comando Eletromecânico |

OBSERVAÇÃO

PROIBIDA A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTA DOCUMENTO SEM AUTORIZAÇÃO POR ESCRITO DA **HI-DROSAN ENGENHARIA S.S LTDA.**, EXCETO PARA A FINALIDADE A QUAL ESTA SENDO FORNECIDO

| VISTO E ACEITO | |
|----------------|--|
| ANALISADO | ESTA APROVAÇÃO NÃO SEENTA A CONTRATAÇÃO DAS RESPONSABILIDADES E OBRIGACOES ESTABELECIDAS NO CONTRATO |
| ACEITO | |
| VISTO | |

NOTAS

Todas as dimensões das partes civis estão expressas em metro (m) e os diâmetros das tubulações estão em milímetros (mm), salvo exceções expressas nos desenhos

DN: diâmetro nominal - DI: diâmetro interno

CLIENTE:

SAEMBA



LOCAL: **BARIRI/SP**



compromisso com a água

PLANO DIRETOR DE AGUA DO MUNICIPIO DE BARIRI/SP

PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DA ETA DA CIDADE DE BARIRI/SP

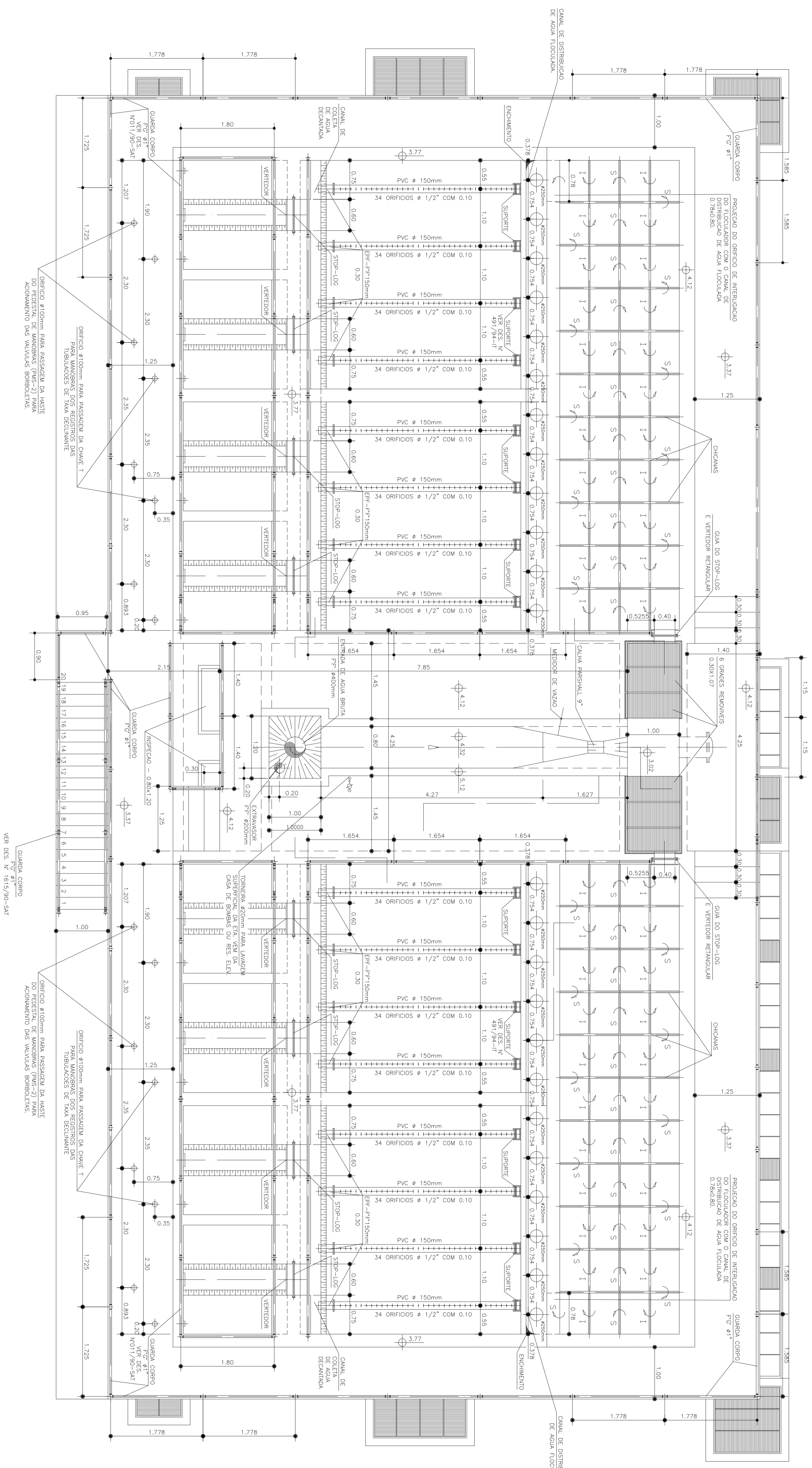
LOCAL: BARIRI/SP

DATA: 01/2014

PROJETO: 05/06

| TÍTULOS | |
|---------|---------|
| PROJETO | 1:250 |
| DATA | 01/2014 |
| PROJETO | 05/06 |

PARTE A SER REMOVIDA



| | | | | | | | | | |
|----------------|------------------|-------------------|--------------------|--|--|---------------------------------|--|--|--|
| LEGENDA | | OBSERVAÇÃO | | NOTAS | | CLIENTE | | PLANO DIRETOR DE AGUA DO MUNICIPIO DE BARRI/SP | |
| V.B. | Vista de Banho | L.D. | Luiz de Fátima | <p>ESTA AFEIÇÃO NÃO REPRESENTA A CONTRATAÇÃO DAS RESPONSABILIDADES E OBRIGAÇÕES ESTABELECIDAS NO CONTRATO</p> <p>Todas as dimensões das partes civis estão expressas em metro (m) e os diâmetros das tubulações estão em milímetros (mm), salvo exceções expressas nos desenhos. Dn - diâmetro nominal - Di - diâmetro interno</p> | | SAEMBA | | <p>compromisso com a água</p> | |
| V.G. | Vista de Garagem | T.A.V. | Tecno Saneamento | | | LOCAL: BARRI/SP | | | |
| V.L. | Vista de Laje | C.T. | Comando Estrutural | | | PROJETO DE ARQUITETURA: 01/2014 | | | |
| | | | | | | | | DATA DE EMISSÃO: 06/06 DATA DE REVISÃO: 06/06 VERSÃO: 01 | |

PROIBIDA A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTA DOCUMENTAÇÃO SEM AUTORIZAÇÃO POR ESCRITO DA HIDROSAN ENGENHARIA S.S LTDA, EXCETO PARA A FINALIDADE A QUAL ESTÁ SENDO FORNECIDO

www.hidrosanengenharia.com.br



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

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