



SERVIÇO DE ÁGUA E ESGOTO DO MUNICÍPIO DE BARIRI

PLANO DIRETOR DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE BARIRI/SP

RELATÓRIO 04

Concepção do sistema de abastecimento de água futuro para
o horizonte de 20 anos

Maio 2014

PLANO DIRETOR DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE BARIRI/SP

SERVIÇO DE ÁGUA E ESGOTO DO MUNICÍPIO DE BARIRI - SAEMBA



RELATÓRIO 04

[Concepção da reforma da ETA existente e do Sistema de Tratamento de Resíduos Gerados na ETA]

[Concepção da implantação de dois poços com capacidade mínima de 320 e 60 m³/h e desativação da ETA]

[Concepção do sistema de distribuição e de reservação]

Maio 2014



SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO.....	3
2	PARÂMETROS E CRITÉRIOS DE PROJETO.....	4
2.1	HORIZONTE DE PROJETO.....	4
2.2	POPULAÇÃO.....	4
2.2.1	População atendida.....	4
2.2.2	População equivalente das indústrias.....	5
2.3	VAZÕES TOTAIS DE PROJETO.....	6
2.4	SETORIZAÇÃO.....	9
2.5	RESERVAÇÃO.....	10
2.6	REDE DE DISTRIBUIÇÃO.....	13
3	CONCEPÇÃO DOS SISTEMAS PRODUTORES.....	14
3.1	ALTERNATIVA 1: MANANCIAL SÃO LUIZ E MANANCIAIS SUBTERRÂNEOS.....	15
3.1.1	Sistema produtor do manancial São Luiz.....	15
3.1.1.1	Preservação do manancial São Luiz.....	15
3.1.1.2	Captação do manancial São Luiz.....	18
3.1.1.3	ETA de Bariri.....	21
3.1.1.4	Sistema de tratamento dos resíduos gerados na ETA de Bariri.....	33
3.1.2	Sistemas produtores de mananciais subterrâneos.....	40
3.1.2.1	Manutenção e reabilitação dos poços existentes.....	40
3.1.2.2	Alocação e construção de novos poços.....	43
3.2	ALTERNATIVA 2: MANANCIAIS SUBTERRÂNEOS.....	45
3.2.1	Sistemas produtores existentes.....	46
3.2.2	Manutenção e reabilitação dos poços existentes.....	47
3.2.3	Sistemas produtores novos.....	47
3.2.3.1	Alocação e construção de novos poços.....	48
4	CONCEPÇÃO DO SISTEMA DE RESERVAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA TRATADA.....	49
4.1	DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO URBANA.....	49
4.2	LEVANTAMENTO SISTEMA DE RESERVAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO ATUAL.....	54
4.3	DEFINIÇÃO DOS SETORES PARA MÉDIO E LONGO PRAZOS.....	56
4.3.1	Zonas de pressão.....	57



4.3.2	Concepção da setorização.....	58
4.3.3	Descrição dos setores.....	61
4.3.3.1	Setor A.....	61
4.3.3.1.1	Alternativa 1 - Manancial São Luiz (ETA)	62
4.3.3.1.2	Alternativa 2 - Manancial subterrâneo (novo poço)	65
4.3.3.2	Setor B.....	66
4.3.3.2.1	Alternativa 1 - Manancial São Luiz (ETA)	66
4.3.3.2.2	Alternativa 2 - Manancial subterrâneo (novo poço)	68
4.3.3.3	Setor C.....	69
4.3.3.4	Setor D.....	72
4.3.3.5	Setor E.....	75
4.3.3.6	Setor F.....	77
4.3.3.7	Setor G.....	80
4.3.3.7.1	Alternativa 1 - Manancial São Luiz (ETA)	81
4.3.3.7.2	Alternativa 2 - Manancial subterrâneo (novo poço)	83
4.3.3.8	Setor H.....	84
4.4	RESERVAÇÃO DE ÁGUA TRATADA	87
4.5	ADUÇÃO DE ÁGUA TRATADA.....	88
4.6	ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ÁGUA TRATADA.....	88
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	90
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	92



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 nº 013/2013.

O trabalho foi dividido em cinco etapas. Neste relatório (Relatório R04) são apresentados os resultados da ETAPA D, composta pelas seguintes atividades:

- Atividade D1: Concepção da reforma da ETA existente e do Sistema de Tratamento de Resíduos Gerados na ETA;
- Atividade D2: Concepção da implantação de dois poços com capacidade mínima de 320 e 60 m³/h e desativação da ETA ;
- Atividade D3: Concepção do sistema de distribuição e de reservação .

2 PARÂMETROS E CRITÉRIOS DE PROJETO

2.1 HORIZONTE DE PROJETO

A concepção do sistema de abastecimento de água será realizada para um horizonte de projeto de 20 anos, com atendimento de 100% da população urbana, considerando-se duas etapas:

- 1ª etapa: até 2024;
- 2ª etapa: até 2034.

2.2 POPULAÇÃO

2.2.1 População atendida

A evolução da população do município de Bariri no decorrer do horizonte de projeto foi definida no Relatório 03, considerando o valor do censo de 2010 e uma taxa de crescimento geométrico de 1,35 % ao ano.

Para determinar a população atendida, foi considerada que a população urbana será igual à população total menos a rural, sendo a rural considerada constante e igual a 1.618 hab (população no ano de 2010). A Tabela 2.1 a seguir apresenta os dados populacionais de 2010 a 2034, com destaque para os anos de início de plano e dos anos finais das etapas de curto, médio e longo prazo.

Tabela 2.1 - Estimativa da população de Bariri para o horizonte de projeto de 20 anos a uma taxa de 1,35%

Ano	População total	População Rural	População Urbana
2010	31.593	1.618	29.975
2011	32.021	1.618	30.403
2012	32.455	1.618	30.837
2013	32.894	1.618	31.276
2014	33.340	1.618	31.722
2015	33.791	1.618	32.173
2016	34.249	1.618	32.631
2017	34.712	1.618	33.094
2018	35.182	1.618	33.564
2019	35.659	1.618	34.041
2020	36.142	1.618	34.524
2021	36.631	1.618	35.013
2022	37.127	1.618	35.509
2023	37.630	1.618	36.012
2024	38.139	1.618	36.521
2025	38.656	1.618	37.038
2026	39.179	1.618	37.561
2027	39.709	1.618	38.091
2028	40.247	1.618	38.629
2029	40.792	1.618	39.174
2030	41.344	1.618	39.726
2031	41.904	1.618	40.286
2032	42.472	1.618	40.854
2033	43.047	1.618	41.429
2034	43.629	1.618	42.011

2.2.2 População equivalente das indústrias

Através do relatório de consumo fornecido pelo SAEMBA, foi possível estimar o consumo mensal das indústrias do município de Bariri para o ano de 2014. O consumo total das indústrias resultou de 506 m³/mês e está dividido entre 4 áreas industriais.

Para estimar o crescimento das áreas industriais, foi determinada a população fictícia que corresponde ao consumo total de cada área industrial. Para tanto, foi considerado o consumo médio per capita de 198,2 L/hab.d.

O consumo médio per capita foi estimado considerando o volume total micromedido pelo SAEMBA em 2012 (2.267.716 m³), subtraído do consumo industrial estimado (5.860 m³) e dos consumidores especiais estimados (36.722 m³). Foi considerada também a população urbana projetada no mesmo ano (30.837 habitantes). Inicialmente, foi adotado valor de 201,5 L/hab.d, no entanto, com as informações enviadas pelo SAEMBA sobre consumo industrial e especial, o valor foi revisado em relação ao relatório R03.

$$\text{Consumo per capita} = \frac{C_{\text{micromedido total}} - (C_{\text{indústria}} + C_{\text{especial}})}{\text{População}}$$

$$\text{Consumo per capita (2012)} = \frac{2.267.716 \text{ m}^3/\text{ano} - (5.860 + 30.862)\text{m}^3/\text{ano}}{30.837 \text{ hab}}$$

$$\text{Consumo per capita (2012)} = 72,35 \frac{\text{m}^3}{\text{hab. ano}} = 198,2 \frac{\text{L}}{\text{hab. d}}$$

Na Tabela 2.2 estão apresentadas as populações fictícias equivalentes ao consumo industrial para o ano de 2014.

Tabela 2.2 - População fictícia equivalente ao consumo das indústrias em 2014

Áreas industriais	Consumo industrial (m ³ /mês)	População fictícia equivalente
Área da indústria de plástico / Frisokar	33	6
Pólo Industrial José Durante	171	29
Pólo Industrial José Durante Junior	302	51

2.3 VAZÕES TOTAIS DE PROJETO

As vazões totais de projeto para os anos de 2014 a 2034 foram calculadas com base nos seguintes parâmetros:

- Consumo médio per capita (q_{pc}) constante durante toda a vigência do plano diretor de água e igual a 198,2 L/hab.d;
- Índice de Perdas (IP) conforme o cenário de consumo CC2, ou seja, IP variando de 49,5% em 2019 a 40% em 2034 (valor da média nacional);
- População atendida (Pop);

- $K_1 = 1,2$ (dimensionamento do sistema de produção);
- $K_2 = 1,5$ (dimensionamento das redes).

A vazão do dia de maior consumo de atendimento à população e ao comércio é dada por:

$$Q_{dm} = \frac{K_1 \cdot \text{Pop} \cdot q_{pc}}{86400(1 - IP)}$$

A vazão da hora de maior consumo de atendimento à população e ao comércio é dada por:

$$Q_p = \frac{K_2 \cdot \text{Pop} \cdot q_{pc}}{86400(1 - IP)}$$

De acordo com o cenário CC2 proposto no Relatório 03, foi considerado que o índice de perdas se manterá constante e igual a 49,5% nos primeiros cinco anos de vigência do plano diretor, ou seja, até 2019. Este período será utilizado para elaboração de projetos, levantamento de verbas e estruturação de ações. A partir de então, serão tomadas medidas de controle e redução das perdas aparentes e reais, de modo que deverão ser executadas ações como a troca corretiva e preventiva de hidrômetros, a qualificação de mão-de-obra, a redução de fraudes, bem como a detecção e reparo de vazamentos, controle da pressão na rede e dos níveis dos reservatórios, entre outros. Por meio de tais ações, estimou-se que o índice de perdas será reduzido gradativamente a partir de 2020 até o final do plano de projeto, resultando em valor em torno de 40% em 2034.

Na Tabela 2.3 é apresentada a população e a respectiva vazão do dia de maior consumo de 2014 a 2034. Na Tabela 2.4 se encontra a vazão total do dia de maior consumo, considerando os valores de consumo industrial e especial.

Tabela 2.3 - População atendida e vazões do dia de maior consumo e da hora de maior consumo no período de 2014 a 2034

Ano	População Urbana (hab)	Índice de perdas (%)	Vazão do dia de maior consumo		Vazão da hora de maior consumo	
			(m ³ /d)	(L/s)	(m ³ /d)	(L/s)
2014	31.722	49,53%	14.948	173	22.422	260
2015	32.173	49,53%	15.160	175	22.741	263
2016	32.631	49,53%	15.376	178	23.064	267
2017	33.094	49,53%	15.594	180	23.392	271
2018	33.564	49,53%	15.816	183	23.724	275
2019	34.041	49,53%	16.041	186	24.061	278
2020	34.524	48,89%	16.066	186	24.099	279
2021	35.013	48,26%	16.094	186	24.141	279
2022	35.509	47,62%	16.124	187	24.186	280
2023	36.012	46,99%	16.156	187	24.234	280
2024	36.521	46,35%	16.191	187	24.286	281
2025	37.038	45,72%	16.228	188	24.342	282
2026	37.561	45,08%	16.267	188	24.400	282
2027	38.091	44,45%	16.308	189	24.461	283
2028	38.629	43,81%	16.351	189	24.526	284
2029	39.174	43,18%	16.396	190	24.595	285
2030	39.726	42,54%	16.444	190	24.665	285
2031	40.286	41,91%	16.493	191	24.740	286
2032	40.854	41,27%	16.545	191	24.817	287
2033	41.429	40,64%	16.598	192	24.897	288
2034	42.011	40,00%	16.653	193	24.980	289

Tabela 2.4 - População atendida e vazões do dia de maior consumo e da hora de maior consumo no período de 2014 a 2034

Ano	Vazão do dia de maior consumo de atendimento à população e ao comércio (m ³ /d)	Vazão do dia de maior consumo de atendimento às indústrias (m ³ /d)	Vazão do dia de maior consumo atendimento aos consumidores especiais (m ³ /d)	Vazão total do dia de maior consumo	
				(m ³ /d)	(L/s)
2014	14.948	20,24	101,46	15.070	174
2015	15.160	20,52	102,83	15.284	177
2016	15.376	20,79	105,14	15.502	179
2017	15.594	21,08	106,56	15.722	182
2018	15.816	21,36	108,00	15.945	185
2019	16.041	21,65	109,46	16.172	187
2020	16.066	21,94	110,93	16.199	187
2021	16.094	22,24	112,43	16.228	188
2022	16.124	22,54	113,95	16.260	188
2023	16.156	22,84	115,49	16.295	189
2024	16.191	23,15	117,05	16.331	189
2025	16.228	23,46	118,63	16.370	189
2026	16.267	23,78	120,23	16.411	190
2027	16.308	24,10	121,85	16.454	190
2028	16.351	24,42	123,50	16.499	191
2029	16.396	24,75	125,16	16.546	192
2030	16.444	25,09	126,85	16.596	192
2031	16.493	25,43	128,56	16.647	193
2032	16.545	25,77	130,30	16.701	193
2033	16.598	26,12	132,06	16.756	194
2034	16.653	26,47	133,84	16.813	195

2.4 SETORIZAÇÃO

A norma brasileira NBR-12218 de 1994 estabelece as condições que a rede de distribuição deve obedecer, destacando-se, com relação à setorização, a pressão estática máxima nas tubulações distribuidoras, igual a 500 KPa (50 mca) e a mínima dinâmica, de 100 KPa (10 mca).

Assim sendo, em função dos sistemas produtores, reservatórios existentes, tubulações de diâmetro maior que 100 mm e curvas de nível, foram definidos os setores de abastecimento, os quais são apresentados no item 4.3 deste relatório.

2.5 RESERVAÇÃO

A norma brasileira NBR-12217 de julho 1994 *Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público* recomenda que o volume necessário para atender às variações de consumo horário deve ser avaliado a partir de dados de consumo, aplicando-se o fator de 1,2 para levar em conta incertezas dos dados utilizados. Na ausência de dados confiáveis para a avaliação do volume útil, deve-se proceder com um estudo técnico-econômico específico que justifique o valor adotado.

Ressalta-se ainda que, segundo a referida norma, **a cada zona de pressão deve corresponder um volume útil, previsto em um ou mais reservatórios interligados**. No caso de Bariri/SP, não há divisão física das zonas de pressão, uma vez que a rede de abastecimento de água encontra-se interligada.

Devido à ausência de macromedidores nas saídas dos reservatórios e nas adutoras de água tratada, não foi possível o levantamento da curva de variação do consumo horário de cada zona de pressão nas horas do dia de maior consumo. Sendo assim, foi considerada a curva senoidal padrão, na qual o volume mínimo total de reservação para atender a variação horária da zona de pressão resulta próximo de 15,9 % do Vdmc (volume do dia de maior consumo), como mostrado na Figura 2.1.

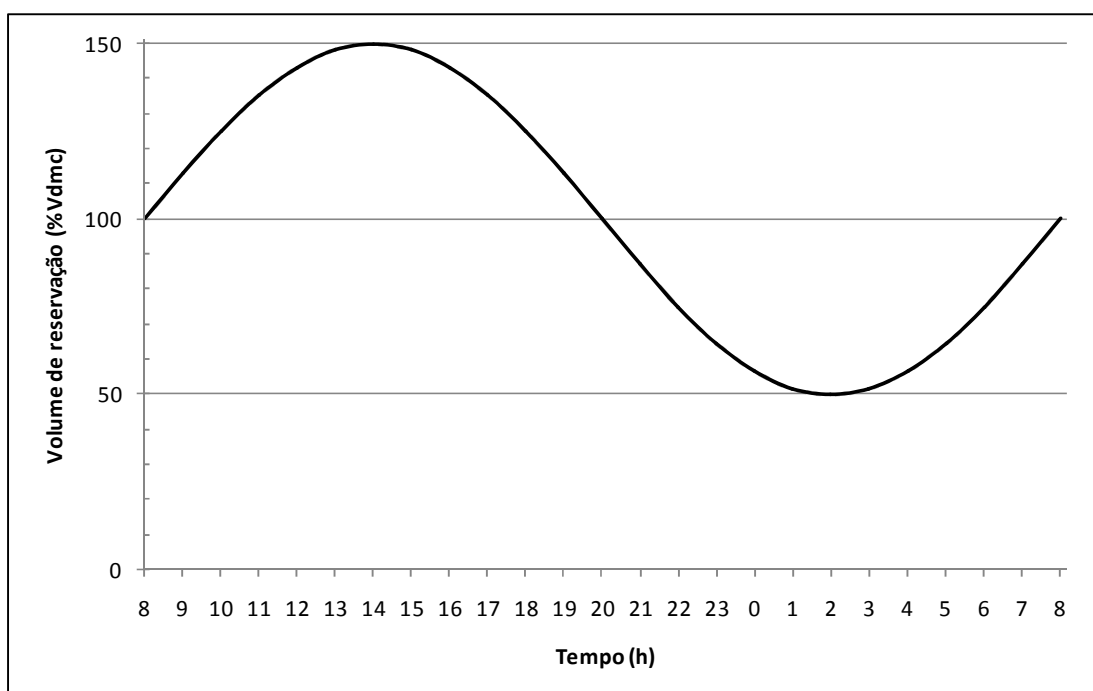


Figura 2.1 - Variação de consumo segundo a curva senoidal padrão

No caso da zona de pressão ser totalmente atendida por um reservatório elevado, há três condições possíveis:

- I. O volume de 0,159 Vdmc é armazenado no reservatório semi-enterrado (ou apoiado), de forma que o reservatório elevado funciona como uma caixa de passagem. Assim, a vazão de recalque do reservatório semi-enterrado (ou apoiado) resulta igual à vazão máxima horária, ou seja, 1,5 Qdmc;
- II. O volume de 0,159 Vdmc é armazenado no reservatório elevado, de forma que o reservatório semi-enterrado (apoiado) funciona como um poço de sucção. Assim, a vazão de recalque do reservatório semi-enterrado (ou apoiado) ao elevado resulta igual à vazão média horária (ou seja, do dia de maior consumo), Qdmc;
- III. Quando o volume total a ser armazenado é dividido entre os dois reservatórios, a vazão de recalque do reservatório semi-enterrado (ou apoiado) para o reservatório elevado depende da parcela que será armazenada no reservatório elevado, conforme mostrado na Figura 2.2, obtida a partir da Figura 2.1, para um volume mínimo a ser armazenado igual a 15,9% de Vdmc.

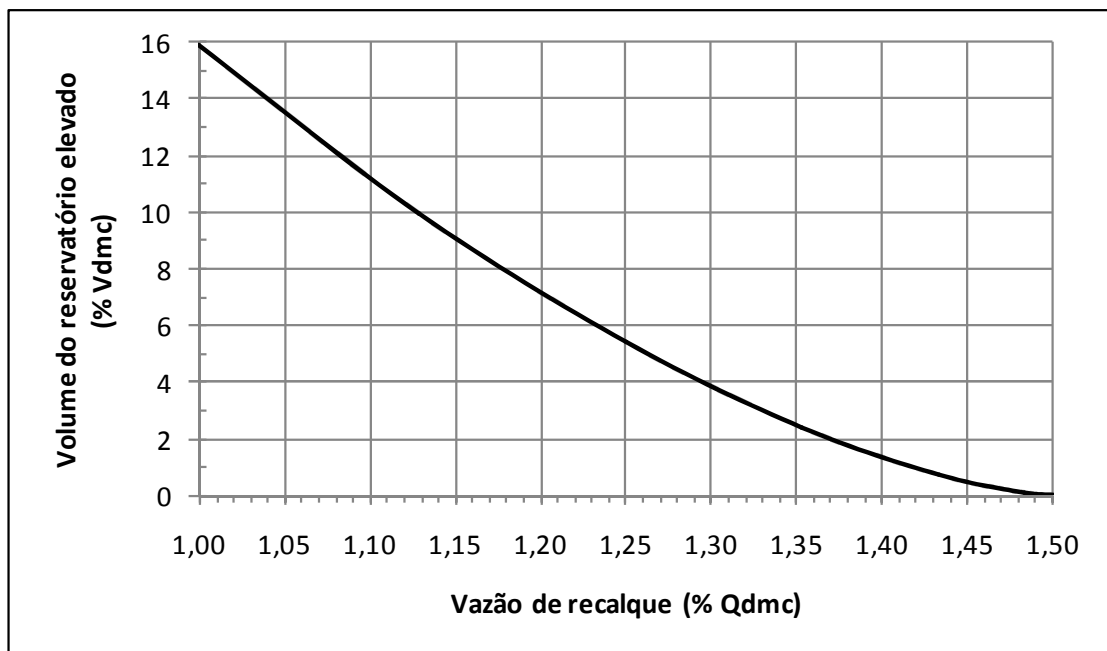


Figura 2.2 - Relação entre a capacidade do reservatório elevado e a vazão de recalque entre os reservatórios semi-enterrado (ou apoiado) e o elevado para um volume de armazenamento total de 15,9 % do Vdmc

Por exemplo, para $Q_r = 1,2 \text{ Qdmc}$, o volume do reservatório elevado resultaria de 7% do Vdmc. O volume restante a ser armazenado, de 9% de Vdmc, seria armazenado no reservatório semi-enterrado (ou apoiado).

A norma brasileira PNB 594/77, anterior à NBR 12.217/94, recomendava especificamente para os reservatórios elevados, um volume mínimo de 1/3 do volume total do dia de maior consumo para projeto de reservatório.

Para o projeto dos reservatórios do município de Bariri foi utilizado o valor de 30% do volume do dia de maior para o cálculo dos volumes de reservação. Nessas condições, em relação ao volume mínimo de 15,9% de V_{dmc} , tem-se um coeficiente de segurança de 1,89 (30,0/15,9). Este valor foi utilizado com fator de multiplicação no cálculo da relação entre o volume do reservatório elevado e a vazão de recalque de um reservatório semi-enterrado ou apoiado a um elevado para o armazenamento total de 30% do V_{dmc} , como apresentado na Figura 2.3.



Figura 2.3 - Relação entre a capacidade do reservatório elevado e a vazão de recalque entre os reservatórios semi-enterrado (ou apoiado) e o elevado para um volume de armazenamento total de 30 % do V_{dmc}

Tendo-se, em qualquer zona de pressão, o volume do dia de maior consumo e, fixando-se o volume total de armazenamento entre os reservatórios semi-enterrado (ou apoiado) e o elevado, pode-se construir uma figura semelhante às Figuras 2.2 ou 2.3 e ser efetuado um estudo econômico, trabalhando-se com algumas condições que relacionam o volume do reservatório elevado e a vazão de recalque do semi-enterrado (ou apoiado) para o elevado, ou pode-se, simplesmente, adotar a capacidade do reservatório elevado com base nos reservatórios padrão existentes no mercado (de chapa metálica) ou do diâmetro (de concreto com forma deslizante) e obter a vazão de recalque.

2.6 REDE DE DISTRIBUIÇÃO

A norma brasileira NBR-12218 de 1994, estabelece as condições que a rede de distribuição deve obedecer, tais como:

- velocidade mínima nas tubulações = 0,6 m/s;
- velocidade máxima nas tubulações = 3,5 m/s;
- diâmetro mínimo dos condutos secundários = 50 mm;
- hidrantes para combate a incêndio: devem ser separados por uma distância máxima de 600 m e estarem ligados a tubulações de 150 mm de diâmetro em área de grande risco e a tubulações de 100 mm de diâmetro em áreas de menor risco;
- rede existente:
 - o aproveitamento parcial ou total da rede existente deve ser estudado de acordo com a norma NBR-12211 de 1992 “Estudos de Concepção de Sistemas Públicos de Abastecimento de Água”;
 - as partes aproveitáveis da rede existente devem satisfazer a norma NBR-12218;
- traçado dos condutos principais e secundários:
 - os condutos principais devem ser localizados em vias públicas formando, preferencialmente, circuitos fechados;
 - os condutos secundários devem formar rede malhada, podendo ou não ser interligados nos pontos de cruzamento;
 - ao longo de condutos principais, com diâmetro maior que 300 mm, devem ser previstos condutos secundários de distribuição;
- dimensionamento:
 - deve-se, preferencialmente, utilizar a fórmula universal para cálculo da perda de carga;
 - em anéis fechados, o dimensionamento deve ser feito por método iterativo, até que os resíduos máximos de vazão e de pressão sejam de, no máximo, 0,1 L/s e 0,5 KPa (0,5 mca), respectivamente.

3 CONCEPÇÃO DOS SISTEMAS PRODUTORES

Foram consideradas duas alternativas para concepção dos sistemas produtores em Bariri. A primeira alternativa contempla o uso do manancial superficial São Luiz e de mananciais subterrâneos, sendo necessário para tanto, a reforma da ETA. A segunda alternativa prevê somente o uso de mananciais subterrâneos, sendo prevista a perfuração de dois poços em substituição a ETA (P13 e P14) para futura desativação da mesma. Em função da setorização, verificou-se que, em ambas as alternativas, será necessário perfurar dois poços adicionais: P11 (já previsto pelo SAEMBA) para atender o setor H e P12 para atender o setor F. Na Tabela 3.1 é apresentado o resumo dos sistemas produtores considerados nas duas alternativas.

Tabela 3.1 - Resumo das alternativas de concepção dos sistemas produtores

	Sistemas Produtores		
	Manancial superficial	Mananciais subterrâneos existentes	Mananciais subterrâneos previstos
Alternativa 1	São Luiz	P03 - Tiro de guerra P04 - Santa Helena P05 - Sete de setembro P06 - Nova Bariri P07 - Maria Luiza II e III P08 - Santo André/Garotinho P09 - Primavera II P10 - Residencial Mirágua	P11 - Jd. das Américas P12
Alternativa 2	---	P03 - Tiro de guerra P04 - Santa Helena P05 - Sete de setembro P06 - Nova Bariri P07 - Maria Luiza II e III P08 - Santo André/Garotinho P09 - Primavera II P10 - Residencial Mirágua	P11 - Jd. das Américas P12 P13 P14



3.1 ALTERNATIVA 1: MANANCIAL SÃO LUIZ E MANANCIAIS SUBTERRÂNEOS

Atualmente, o sistema de abastecimento do município de Bariri/SP possui um sistema produtor do manancial superficial São Luiz e oito sistemas produtores de mananciais subterrâneos. O uso em conjunto dos dois tipos de mananciais é interessante, pois possibilita maior flexibilidade de produção, principalmente quando um dos sistemas apresenta algum tipo de problema.

Dessa forma, a Alternativa 1 contempla a manutenção dos sistemas produtores existentes, com as reformas necessárias para o adequado funcionamento. Além disso, prevê a perfuração de dois poços adicionais (P11 e P12) para complementação da produção e atendimento da população até 2034.

3.1.1 Sistema produtor do manancial São Luiz

3.1.1.1 Preservação do manancial São Luiz

Conforme foi observado nas vistorias técnicas (Figuras 3.1 e 3.3) e abordado no Relatório 01, 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 das lagoas, 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 3.1 - 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 3.2 - Contaminação por material oleoso



Figura 3.3 - Proliferação de vegetação aquática nas lagoas de reserva de água

Sendo assim, deverão ser realizadas medidas urgentes para preservação do manancial São Luiz, tais como:

- 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;
- retirada das estruturas de madeira utilizadas para barrar parcialmente os canais, para evitar que ocorra nos canais o acúmulo de sujeira e matéria orgânica que comprometem a qualidade da água do manancial;
- limpezas periódicas dos canais e lagoas com retirada de plantas aquáticas que atraem insetos e contaminam a água.

Para evitar a lixiviação de contaminantes, também podem ser realizadas barreiras físicas como curvas de nível antes da área de abrangência do manancial, porém, como essa área é extensa, essa é uma medida onerosa.

Recomenda-se que a médio prazo sejam contratados estudos específicos para definição dos intervalos de limpeza das lagoas e dos canais, bem como das medidas de proteção e preservação do

manancial mais adequadas tanto para a área da captação como um todo, como para os canais e lagoas.

Na Tabela 3.2 é apresentada estimativa dos custos envolvidos na preservação do manancial São Luiz.

Tabela 3.2 Estimativa dos custos envolvidos na preservação do manancial São Luiz

Medidas	Custo estimados
Limpezas periódicas dos canais e lagoas	R\$ 6.500,00
Estudos específicos para preservação da área do manancial	R\$ 60.000,00
Medidas de proteção do manancial (plantio mudas, cercamento e construção de curvas de nível)	R\$ 250.000,00

Ressalta-se que o custo com as medidas de proteção do manancial será melhor estimado com a elaboração dos estudos específicos para preservação do manancial São Luiz.

3.1.1.2 Captação do manancial São Luiz

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) na 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 reservação, visando complementar a captação nas ocasiões de baixa disponibilidade.

- EEAB

A EEAB é composta por um poço de sucção e uma casa de bombas. A casa de bombas (Figura 3.4), que abriga os três conjuntos moto-bomba da EEAB, 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.



Figura 3.4 - Casa de bombas na captação de água bruta do manancial São Luiz (Fonte: arquivo Hidrosan, 2013)

Sendo assim, deverá ser efetuada a reforma da EEA contemplando a reforma do telhado da casa de bombas e o adequado fechamento do buraco na parede desta.

Além disso, para evitar problemas de abastecimento ocasionados por quebra de equipamentos, deverá ser elaborado um programa de manutenção preventiva das bombas da captação e das válvulas da adutora.

- Instalação de hipoclorito de sódio

Atualmente o armazenamento de hipoclorito é feito na parte exterior da casa de bombas, sendo que em parte dos reservatórios não há proteção alguma, e a aplicação é efetuada no poço de sucção através de um tanque localizado acima do mesmo e provido de torneira, que fica parcialmente aberta e promove o gotejamento deste produto, conforme fotos apresentadas nas Figura 3.5. 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.

Sendo assim, será necessária a construção de uma instalação para adequado armazenamento do hipoclorito de sódio, utilizado na captação para a pré-oxidação da água bruta, e instalação de um sistema de dosagem (bombas dosadoras).



Figura 3.5 - Armazenamento e dosagem de hipoclorito de sódio para pré-cloração da água bruta na captação
(Fonte: arquivo Hidrosan, 2013 e 2014)

Para dimensionamento da instalação de armazenamento e dosagem de hipoclorito de sódio, foram adotadas as seguintes condições de operação:

- produto comercial com 12 % de cloro ativo e massa específica de 1,2 Kg/L;
- dosagem de cloro mínima na pré-oxidação de 2,0 mg/L e máxima de 10,0 mg/L;
- tempo máximo de funcionamento de 21 h;
- vazão aduzida de 100 L/s (não foi considerada a redução da vazão na ETA, mas sim a paralisação da ETA nos casos em que os reservatórios estiverem cheios).

Para estas considerações, resultam as seguintes estimativas:

- dosagem mínima de hipoclorito de sódio = 16,7 mg/L;
- dosagem máxima de hipoclorito de sódio = 83,3 mg/L;
- consumo mínimo diário = 126 Kg/d;
- consumo máximo diário = 630 Kg/d;
- Consumo mensal mínimo estimado = 3,8 t/mês;



- Consumo mensal máximo estimado = 18,9 t/mês;
- Vazão mínima estimada da bomba peristáltica = 5 L/h;
- Vazão máxima estimada da bomba peristáltica = 25 L/h.

Com base no consumo máximo estimado, será necessário o armazenamento do hipoclorito de sódio em 6 containeres de 1000 L (aproximadamente 1,2 t).

Visando simplificar o sistema de dosagem, são recomendadas duas bombas dosadoras (1 reserva) modelo ALP09 do fabricante Albin, com capacidade máxima de 60 L/h, pressão de operação de 4 bar, ou equivalente técnico.

A instalação de hipoclorito de sódio deverá ser alocada próxima à casa de bombas, conforme desenhos em anexo.

3.1.1.3 ETA de Bariri

A ETA de Bariri possui capacidade nominal de 100 L/s e, atualmente, funciona 17 h por dia. A chegada da água bruta é feita em uma câmara seguida de um canal e de um vertedor Parshall, onde é feita a mistura rápida. A água é, então, dividida em dois módulos idênticos de tratamento, constituídos 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 areia, e operados segundo o princípio da distribuição equitativa de vazões;
- 1 vertedor final de água filtrada.

A água filtrada nos dois módulos de tratamento verte 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).

A ETA está em funcionamento desde 2000 e necessita ser reformada. Ressalta-se que durante as visitas técnicas efetuadas pela equipe técnica da Hidrosan, foram verificados diversos problemas, incluindo vazamentos, estruturas degradadas, deterioração dos anteparos dos floculadores e das lonas dos decantadores, válvulas de descarga das unidades oxidadas e

inoperantes, exposição da água filtrada à contaminação devido à oxidação da tampa de inspeção dos vertedores, e ausência de um sistema de tratamento dos resíduos gerados na ETA.

Neste item é apresentada a concepção da reforma proposta para a ETA de Bariri, com o pré-dimensionamento das intervenções recomendadas. Ressalta-se que para execução da reforma será necessária a elaboração de um projeto básico com detalhamento das reformas propostas e dos projetos executivos hidráulico, elétrico e estrutural.

Os subitens a seguir abordam as propostas de reforma de cada unidade de tratamento da ETA de Bariri.

- Mistura rápida e divisão de vazão

A ETA de Bariri utiliza mistura rápida hidráulica composta por vertedor Parshall. Para coagulação, conforme proposto pela equipe da Hidrosan, desde o dia 23/04 de 2014 está sendo aplicado o PAC.

A divisão de vazão entre os módulos de tratamento é efetuada por vertedores localizados na entrada dos floculadores. Os vertedores apresentam mau estado de conservação e, por isso, recomenda-se que sejam substituídos por vertedores de resina, que deverão ser instalados na mesma cota para garantir a divisão de vazão equitativa entre os módulos.

- Flocculação

Os floculadores da ETA de Bariri são do tipo hidráulico com chicanas de madeira e escoamento vertical, comuns em estações de pequeno porte no Brasil. Os floculadores possuem as seguintes dimensões:

- comprimento = 9,05 m;
- largura = 2,30 m;
- altura = 5,15 m.

Como parte das chicanas foi removida devido ao mau estado e as chicanas remanescentes estão quebradas, desgastadas e/ou desencaixadas, os floculadores não estão funcionando adequadamente, o que prejudica a formação de flocos e as etapas de tratamento subsequentes. Sendo assim, recomenda-se a retirada de todos os anteparos existentes e a instalação de novas chicanas nas duas unidades de flocculação.

As novas chicanas deverão ser instaladas de modo que sejam formados 44 canais com escoamento vertical, conforme desenhos em anexo. As aberturas inferiores e superiores terão altura de 0,55 m e largura de 0,568 m ou 0,582 m quando localizadas na seção transversal e de 0,812 m ou 0,825 m quando localizadas na seção longitudinal.

Além da instalação de novas chicanas, recomenda-se a substituição dos vertedores na entrada dos floculadores por vertedores de fibra de vidro, que deverão ser instalado com as cristas na mesma cota para garantir a divisão equitativa de vazão entre os módulos de tratamento. Também se recomenda a recuperação da estrutura de concreto dos floculadores, visto que em alguns pontos encontra-se desgastada, e a manutenção das válvulas de drenagem das unidades de floculação.

- Decantação

Cada módulo de tratamento da ETA de Bariri possui dois decantadores de alta taxa com lonas e taxa virtual de escoamento superficial de $103 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{d}$ para a vazão na ETA de 100 L/s. A distribuição de água floculada nos decantadores é efetuada por duas tubulações DN 300 mm providas de 12 saídas laterais cada e a coleta de água decantada por quatro tubulações DN 150 mm perfuradas.

A remoção de lodo é hidráulica, sendo que cada decantador possui dois poços de lodo e um sistema de tubulações com diâmetros variáveis para descarga do lodo acumulado.

Atualmente, os decantadores não estão funcionando de maneira adequada, uma vez que os suportes e as lonas se encontram deteriorados, com partes quebradas ou rompidas, e os tubos de coleta de água decantada desalinhados. Além disso, a estrutura de concreto dos decantadores encontra-se desgastada em alguns pontos, necessitando ser recuperada.

Para garantir o funcionamento adequado dos decantadores, as lonas plásticas deverão ser substituídas por perfis tubulares de decantação, que deverão ser instalados com inclinação de 60° ao longo de todo o decantador. As características dos perfis tubulares recomendados são:

- comprimento = 1,00 m;
- largura = 0,09 m;
- altura = 0,05 m.

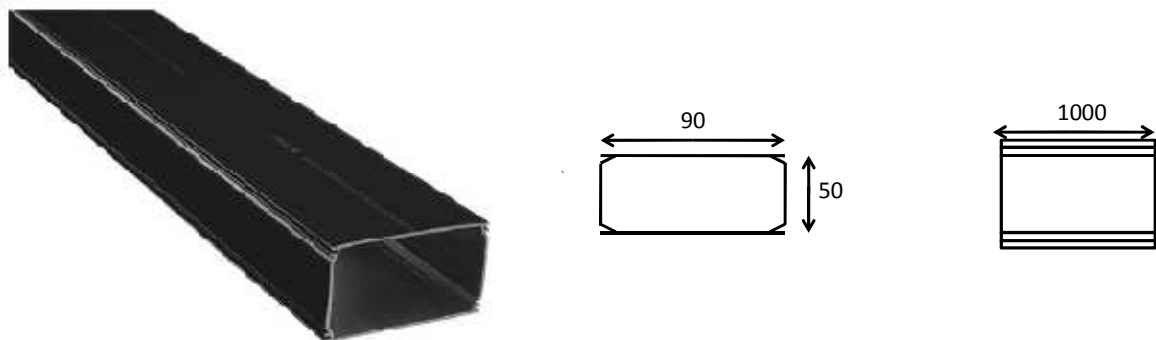


Figura 3.6 - Foto e dimensões dos perfis tubulares em mm

A área a ser coberta pelas módulos é de $16,5 \text{ m}^2$, necessitando um total de 124 perfis tubulares. Com essas configurações, os decantadores irão remover partículas com velocidade de sedimentação igual ou superior a $1,47 \text{ cm/min}$.

Além disso, para o adequado funcionamento dos decantadores, os tubos de coleta de água decantada deverão ser alinhados para garantir coleta equitativa entre eles, evitando a ocorrência de fluxo preferencial e arraste dos flocos. Desta forma, os tubos deverão ser posicionados sem inclinação e de modo que as geratrizes superiores de todos os tubos fiquem posicionadas na mesma cota.

Também foi prevista adequação das tubulações de descarga dos decantadores, visando tanto à redução da vazão de descarga quanto a retirada do lodo dos dois poços. Para tanto, foi proposta a instalação de duas reduções de DN 150 x 100 mm no poço mais distante e de duas reduções de DN 200 x 75 mm no poço mais próximo da descarga, conforme desenhos em anexo.

- Filtração

A ETA de Bariri possui no total 8 filtros, quatro em cada módulo de tratamento. As características dos filtros são:

- o uma câmara filtrante por unidade;
- o fundo dos filtros com blocos universais para lavagem com água;
- o meio filtrante constituído de areia (0,25 m) e antracito (0,40 m);
- o camada suporte de pedregulho;
- o lavagem somente com água dos filtros remanescentes em operação no módulo de tratamento (velocidade ascensional de $0,70 \text{ m/min}$);
- o dimensões = comprimento de 2,00 m, largura de 2,10 m e altura total de 5,40 m;
- o taxa média de filtração de $257 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$.

Os filtros possuem vertedores triangulares para a entrada de água decantada e uma tubulação de interligação extrema para cada módulo com DN 100 mm. Dessa forma, podem ser operados tanto com taxa constante quanto com taxa declinante variável.

Ainda que a operação dos filtros possa ser efetuada com taxa declinante variável para uma bateria com 4 unidades, esta configuração não é aconselhável. Sendo assim, deverá ser efetuada a interligação das tubulações DN 100 mm que promovem a interligação dos filtros de um mesmo módulo de tratamento, formando uma única bateria com 8 filtros.

Conforme mencionado anteriormente, atualmente o meio filtrante é composto por areia e antracito e lavado somente com água com velocidade ascensional de 0,71 m/min. Ressalta-se que este meio filtrante pode estar comprometido após anos operando com apenas uma lavagem mensal, sendo que durante a pré-operação com o uso de coagulante na ETA, cuja aplicação foi iniciada dia 23/04, foi observada pequena duração da carreira de filtração e rápida colmatção dos filtros.

Desta forma, o meio filtrante deverá ser substituído por um novo com camada dupla de areia e antracito. A camada constituída de antracito deverá possuir as seguintes características: 0,50 m de espessura; tamanho do maior grão de 1,68 mm; tamanho do menor grão de 0,71 mm; tamanho efetivo (D_{10}) de 0,95 mm; coeficiente de desuniformidade de 1,42; coeficiente de esfericidade de 0,65; porosidade de 0,45 e massa específica de 1650 Kg/m³. Na Tabela 3.3 são apresentadas as subcamadas de antracito no meio filtrante e na Figura 3.7 a curva granulométrica do antracito.

Tabela 3.3 - Características da camada de antracito do meio filtrante

Subcamada	Tamanho (mm)	Espessura (cm)
1	0,71 -0,84	2,50
2	0,84 -1,00	5,00
3	1,00 -1,19	10,00
4	1,19 -1,41	20,00
5	1,41 -1,68	12,50

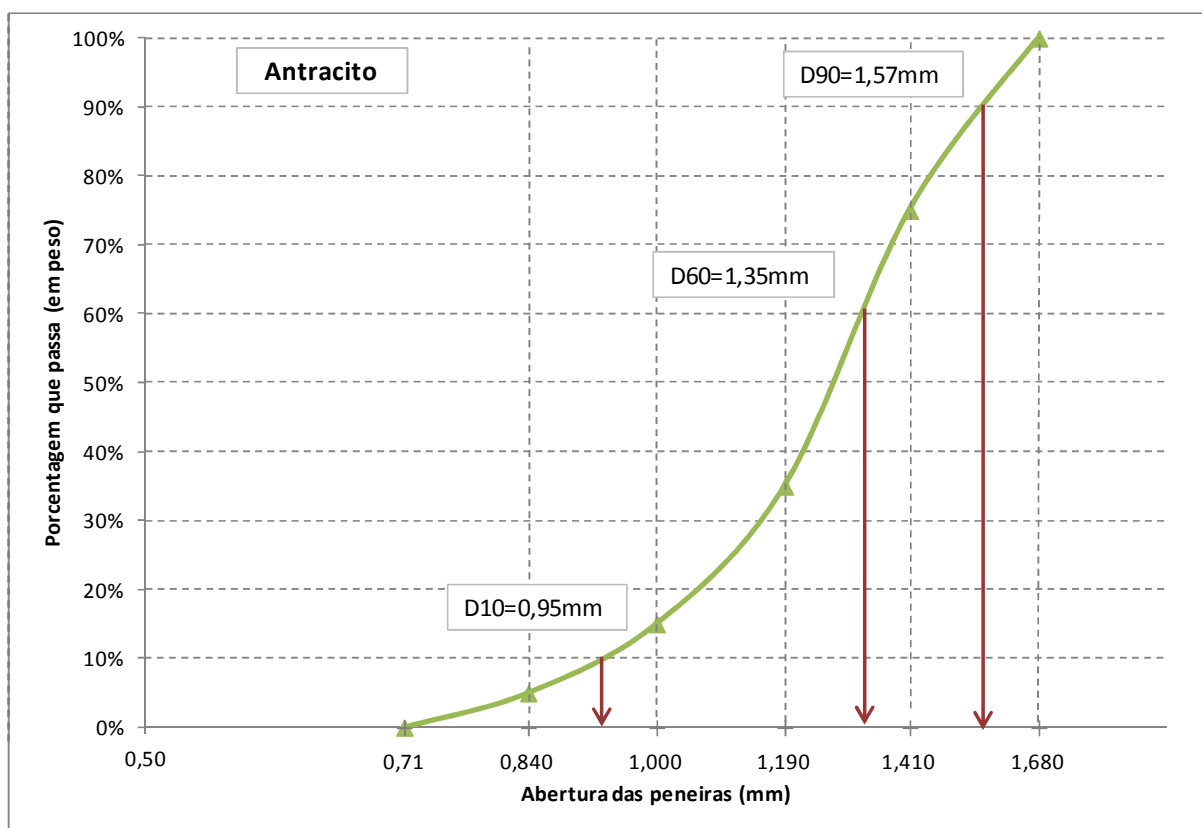


Figura 3.7- Curva granulométrica do antracito

A camada constituída de areia deverá possuir as seguintes características: 0,20 m de espessura; tamanho do maior grão de 1,41 mm; tamanho do menor grão de 0,34 mm; tamanho efetivo (D_{10}) de 0,45 mm; coeficiente de desuniformidade de 1,58; coeficiente de esfericidade de 0,80; porosidade de 0,40 e massa específica de 2650 Kg/m³. A utilização da camada de areia mais fina tem como objetivo garantir o atendimento à Portaria 2914/2011. Na Tabela 3.4 são apresentadas as subcamadas de areia no meio filtrante e na Figura 3.8 a curva granulométrica da areia.

Tabela 3.4 Características da camada de areia do meio filtrante

Subcamada	Tamanho (mm)	Espessura (cm)
1	0,34 -0,42	1,00
2	0,42 -0,50	3,00
3	0,50 -0,60	4,00
4	0,60 -0,71	4,00
5	0,71 -0,84	5,00
6	0,84 -1,00	2,00
7	1,00 -1,19	0,60
8	1,19 -1,41	0,40

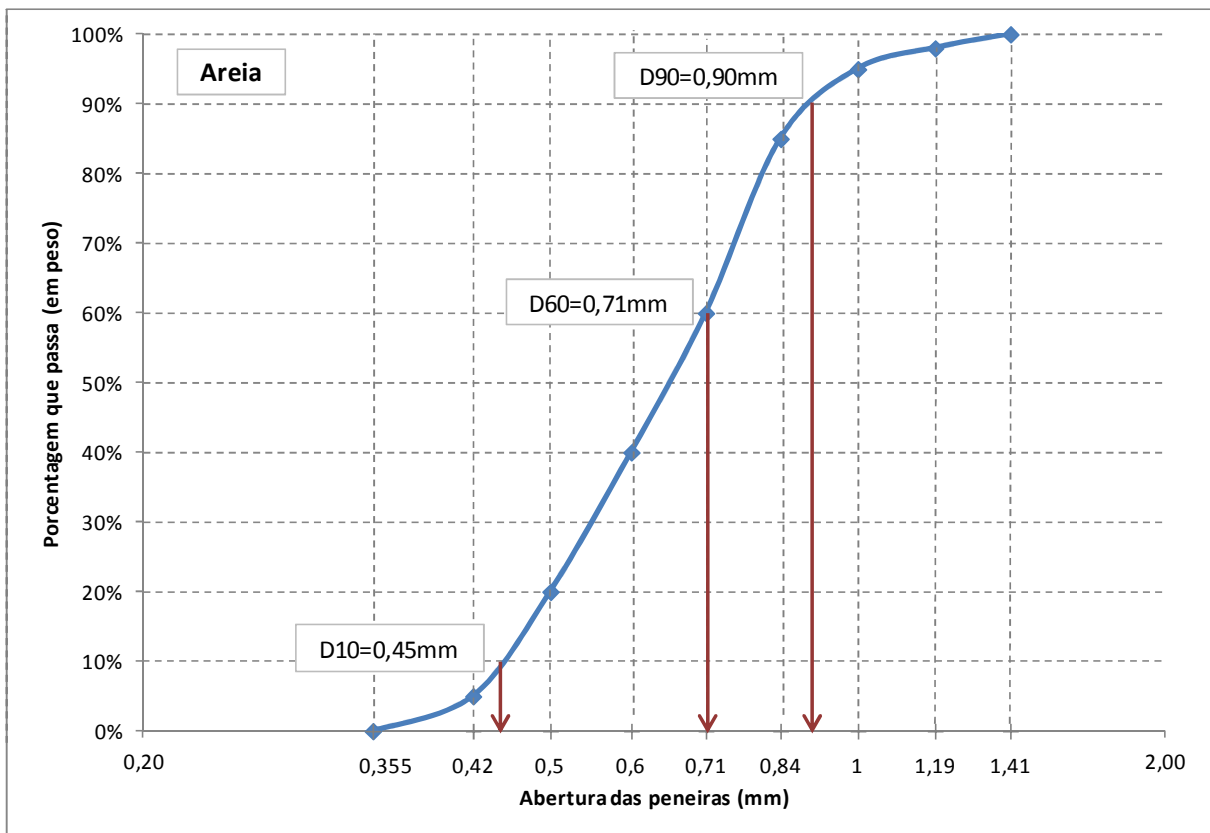


Figura 3.8 -Curva granulométrica da areia

Ressalta-se que o sistema de lavagem não será modificado, ainda que para o uso de meio filtrante com camada dupla seja recomendado o uso de lavagem de ar seguida de lavagem com água. Isso porque a atual configuração dos filtros impossibilita a adequação dos filtros para lavagem com ar e o controle da lavagem com água para que esta não ocorra simultaneamente à lavagem com ar.

Outro ponto a ser considerado, é a vazão de operação da ETA, uma vez que vazões abaixo de 100 L/s (50 L/s em cada módulo) provocam a redução da velocidade ascensional de lavagem, comprometendo a eficiência desse processo. Como exemplo, quando a vazão for de 35 L/s para cada módulo, a velocidade ascensional resulta em 0,50 m/min, este valor é normalmente da ordem de 0,71 m/min para a vazão de 50 L/s. Dessa forma, quando os reservatórios estiverem com capacidade elevada, recomenda-se que vazão na ETA não seja reduzida, mas sim que seja reduzido o tempo de operação da mesma.

Também deverá ser efetuada a troca das placas com vertedores triangulares da entrada dos filtros por placas de resina, que deverão ser instaladas de modo que as cristas dos vertedores sejam posicionadas na mesma cota em todos e que não ocorram vazamentos, garantindo a divisão equitativa da vazão entre os filtros. Além disso, deverá ser efetuada a manutenção das válvulas das

tubulações de descarga de água de lavagem dos filtros, pois estas apresentam vazamentos, e a recuperação da estrutura dos filtros.

Na Figura 3.9 é apresentado o atual estado de conservação dos vertedores de entrada de água decantada nos filtros e das válvulas de descarga de água de lavagem dos filtros.



Vertedor de entrada nos filtros



Vazamento na válvula de descarga de água de lavagem

Figura 3.9 - Vertedor de entrada de água decantada e válvula de descarga de água de lavagem dos filtros (Fonte: arquivo Hidrosan, 2013)

- Desinfecção, fluoração e estabilização final da água

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 água filtrada. Devido às características corrosivas destes produtos, esta parte da ETA se encontra extremamente desgastada. Tanto os vertedores triangulares de água filtrada quanto a tampa de inspeção da caixa encontram-se extremamente corroídos (Figura 3.10), além do desgaste observado na estrutura de concreto.



Vertedor de água filtrada de um módulo



Tampa da câmara geral de água filtrada

Figura 3.10 - Saída de água filtrada (Fonte: arquivo Hidrosan, 2013)

Sendo assim, recomenda-se a recuperação da estrutura da câmara, bem como a substituição dos vertedores e da tampa de inspeção por novos feitos de resina. Ressalta-se que se identificou 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, conforme Figura 3.11. Este vazamento deverá ser sanado e deverá ser instalada uma peça com aba de vedação na saída da câmara geral de água filtrada para evitar vazamentos futuros neste ponto.



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



Caminho percorrido pela água proveniente do vazamento

Figura 3.11 - Vazamento na saída de água tratada da ETA para o reservatório (Fonte: arquivo Hidrosan, 2013)

Além disso, ressalta-se que deverá ser efetuada a aplicação de geocálcio na água tratada para correção do pH. A correção do pH da água tratada visa o atendimento da Portaria 2914/2011, que estabelece que este parâmetro deve permanecer na faixa de 6,00 a 9,50, além disso, visa a estabilização final da água tratada.

Como a ETA de Bariri não possui câmara de contato, recomenda-se que a aplicação de geocálcio seja efetuada na saída do reservatório da ETA. O ensaio de estabilização da água tratada, realizado pela equipe Hidrosan e apresentado no Relatório 02, indicou que o pH da água tratada deverá ficar entre 8,50 e 9,00 para que o índice de estabilização de Langelier (IEL) resulte ligeiramente positivo.

Quando a água tratada não está estabilizada ela apresenta comportamento corrosivo ou incrustante, o que prejudica a rede de distribuição e a qualidade da água durante a distribuição.

- Casa de química

Atualmente, a casa de química existente na ETA, localizada no mesmo edifício do laboratório, encontra-se desativada e o armazenamento dos produtos químicos utilizados para coagulação, desinfecção final e fluoração (PAC, 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 3.12.



Figura 3.12 - Armazenamento de produtos químicos (Fonte: arquivo Hidrosan, 2013)

Portanto, foi proposta a construção de uma nova casa de química para adequar o armazenamento dos produtos químicos utilizados na ETA, bem como abrigar o sistema de dosagem. Além dos produtos químicos já utilizados na ETA, deverá ser efetuada a aplicação contínua de geocálcio na água tratada para correção do pH e estabilização final da água.

Cada produto químico deverá ser alocado separadamente e para dimensionamento das instalações de armazenamento e dosagem foram efetuadas as seguintes considerações:

- PAC = produto comercial líquido com 10,58 % de alumina, basicidade mínima de 63,17 % e densidade relativa de 1,254 Kg/L. Dosagens mínimas de PAC de 5 mg/L e máxima de 30 mg/L;
- hipoclorito de sódio = produto comercial líquido com concentração de cloro ativo de 12 % e massa específica de 1,2 Kg/L. Dosagens de cloro mínimas na pré-oxidação de 1,0 mg/L e máxima de 3,0 mg/L, que correspondem a dosagens mínimas de hipoclorito de sódio de 8,3 mg/L e máxima de 25 mg/L;
- ácido fluossilícico = produto comercial líquido com concentração de íon fluoreto de 20 % e massa específica de 1,175 kg/L. Dosagens mínimas de íon fluoreto de 0,6 mg/L e máxima de 0,8 mg/L;
- geocálcio = produto comercial líquido com concentração de cal de 20 % e massa específica 1,1 Kg/L. Dosagens mínimas de geocálcio de 10 mg/L e máxima de 30 mg/L;
- tempo máximo de funcionamento da ETA de 21 h;
- vazão de 100 L/s (não foi considerada redução de vazão na ETA, mas sim a paralisação da ETA nos casos nos quais os reservatórios estiverem com capacidade elevada).

Sendo assim, para o PAC têm-se as seguintes estimativas:

- Consumo mínimo diário = 37,8 Kg/d;
- Consumo máximo diário = 226,8 Kg/d;
- Consumo mensal mínimo estimado = 1,1 t/mês;
- Consumo mensal máximo estimado = 6,8 t/mês;
- Vazão mínima estimada da bomba peristáltica = 1,4 L/h;
- Vazão máxima estimada da bomba peristáltica = 8,6 L/h.

Para o hipoclorito de sódio têm-se as seguintes estimativas:

- Consumo mínimo diário = 63 Kg/d;
- Consumo máximo diário = 189 Kg/d;
- Consumo mensal mínimo estimado = 1,9 t/mês;
- Consumo mensal máximo estimado = 5,7 t/mês;
- Vazão mínima estimada da bomba peristáltica = 2,5 L/h;
- Vazão máxima estimada da bomba peristáltica = 7,5 L/h.

Para o ácido fluossilícico têm-se as seguintes estimativas:

- Consumo mínimo diário = 28,6 Kg/d;
- Consumo máximo diário = 38,2 Kg/d;
- Consumo mensal mínimo estimado = 0,9 t/mês;
- Consumo mensal máximo estimado = 1,2 t/mês;
- Vazão mínima estimada da bomba peristáltica = 1,2 L/h;
- Vazão máxima estimada da bomba peristáltica = 1,6 L/h.

Para o geocálcio têm-se as seguintes estimativas:

- Consumo mínimo diário = 75,6 Kg/d;
- Consumo máximo diário = 226,8 Kg/d;
- Consumo mensal mínimo estimado = 2,3 t/mês;
- Consumo mensal máximo estimado = 6,8 t/mês;
- Vazão mínima estimada da bomba peristáltica = 3,3 L/h;
- Vazão máxima estimada da bomba peristáltica = 9,8 L/h.

Com base no consumo máximo estimado para cada produto, o hipoclorito de sódio e o ácido fluossilícico deverão ser adquiridos e armazenados em containeres de 1000 L, enquanto o geocálcio deverá ser adquirido através de caminhão tanque e armazenado em tanque de fibra de vidro. Deverão ser armazenados 2 container de PAC, 3 container de hipoclorito de sódio e 1 container de ácido fluossilícico. O tanque de geocálcio deverá ter capacidade de 10 m³ e ser instalado ao lado da casa de química, em uma bacia de contenção, conforme desenhos em anexo.

Recomenda-se que todas as bombas de aplicação de produtos químicos sejam substituídas por bombas peristálticas, pois este tipo de bomba não sofre alteração de dosagem em função da

variação do volume no container durante a aplicação. Ressalta-se que deverão ser instaladas duas bombas peristálticas (1 em funcionamento e 1 reserva).

Em função das vazões de dosagem estimadas, são recomendados os seguintes modelos de bombas ou equivalentes técnicos:

- PAC = modelo DULCO Flex DF4a 02120 do fabricante Prominent, com capacidade máxima de 12,0 L/h, pressão de operação de 1,5 a 2,0 bar;
- hipoclorito de sódio = modelo DULCO flex DF4a 02120 do fabricante Prominent, com capacidade máxima de 12,0 L/h, pressão de operação de 1,5 a 2,0 bar;
- ácido fluossilícico = modelo DULCO flex DF2a 0224 do fabricante Prominent, com capacidade máxima de 2,4 L/h, pressão de operação de 1,5 bar;
- geocálcio = modelo DULCO Flex DF4a 02120 do fabricante Prominent, com capacidade máxima de 12,0 L/h, pressão de operação de 1,5 a 2,0 bar.

A instalação da nova casa de química deverá ser efetuada no espaço disponível em frente a ETA, conforme desenhos em anexo, sendo que na ocasião de projeto deverá ser estudado o melhor posicionamento.

3.1.1.4 Sistema de tratamento dos resíduos gerados na ETA de Bariri

O sistema de tratamento dos resíduos gerados na ETA de Bariri foi concebido considerando a junção dos resíduos gerados (descarga dos decantadores, floculadores e filtros e água de lavagem dos filtros) em um tanque de regularização de vazão (TRV) e encaminhamento da vazão regularizada dos resíduos à ETE de Bariri.

Esse sistema já tem sido adotado por várias cidades brasileiras, além disso, há diversas vantagens que embasam a escolha deste modelo de tratamento:

- diminuição dos custos e da área de implantação, por ser um sistema único de tratamento, sem as etapas de adensamento/clarificação e desaguamento;
- diminuição dos custos de operação, uma vez que não requer a utilização de produtos químicos e o gasto com energia elétrica é reduzido;
- operação simplificada, por se tratar de um sistema único sem a necessidade de adição de quaisquer produtos químicos;
- fácil manutenção e limpeza, podendo ser realizadas durante as 3h de não operação do sistema.

- Operação de adensamento e desaguamento de lodo concentrado na ETE.

Ressalta-se que, caso se opte pela utilização do cloreto férrico como coagulante, possibilidade assegurada pelos ensaios de tratabilidade, poderá ocorrer a melhora na eficiência da ETE, uma vez que o cloreto férrico potencializa a etapa biológica, dependendo do tipo de tratamento da ETE. Essa investigação será aprofundada na ocasião de projeto.

A concepção do sistema foi realizada com base nos relatórios já apresentados e na experiência técnica da equipe da Hidrosan, considerando:

- Vazão na ETA: 100 L/s;
- Tempo de funcionamento: 21 h;
- Coeficiente (a) que relaciona SST com turbidez: 0,8;
- Módulos de decantação em funcionamento: 4 unidades;
- Concentração de SST no lodo removido nos decantadores: 10 g/L;
- Filtros em funcionamento: 8 filtros;
- Taxa média de filtração: 257,14 m³/m².d;
- Duração da carreira de filtração: 21 h;
- Volume de água para lavagem de um filtro: 30 m³;
- Concentração de SST na água de lavagem dos filtros: 0,2 g/L;
- Valor máximo do valor médio de turbidez diário: 25 uT

O layout da concepção proposta para o sistema de tratamento de resíduos concebido está apresentado na Figura 3.13.

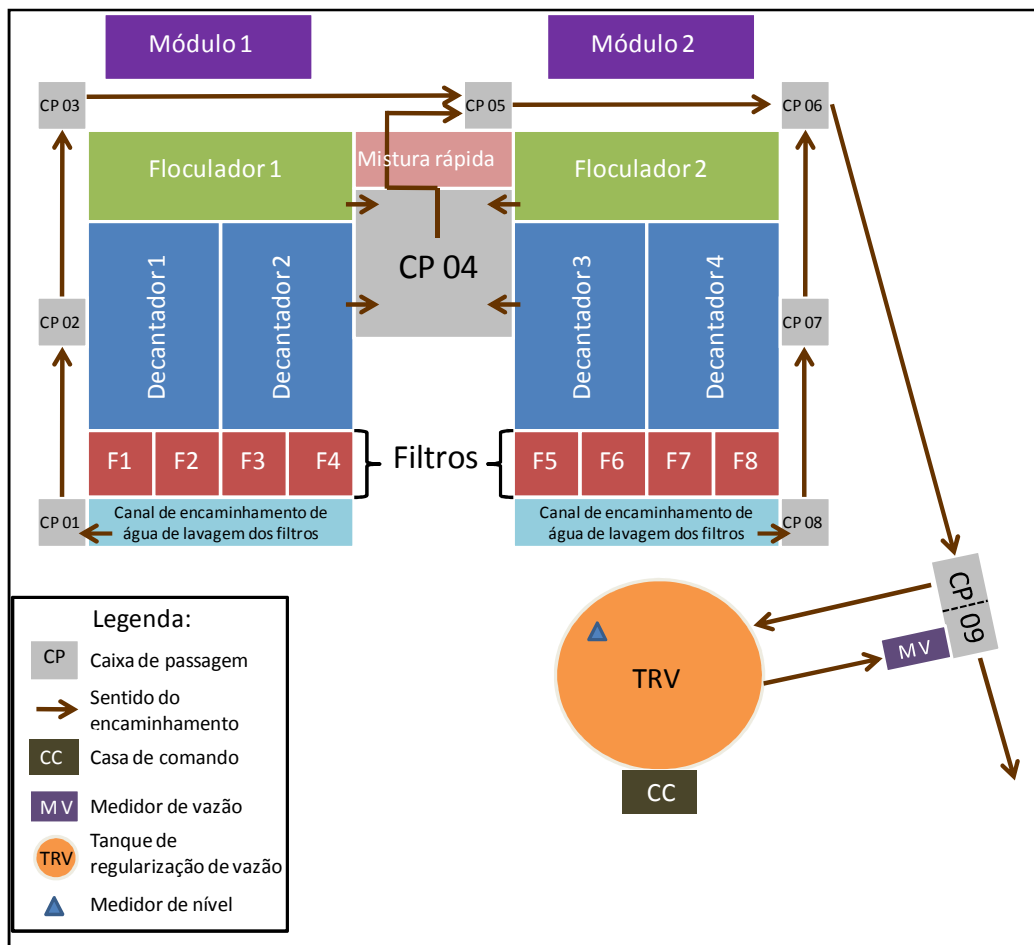


Figura 3.13- Planta esquemática do sistema de tratamento de resíduos

O sistema de tratamento dos resíduos gerados na ETA será composto por caixas de passagem e tubulações de concreto para encaminhamento dos resíduos, tanque de regularização de vazão (TRV), casa de comando (CC), medidor de vazão e bombeamento da vazão de lodo gerada, regularizada em 21 h, para a ETE.

Nos itens a seguir estão apresentados os detalhes de concepção de cada unidade do sistema de tratamento dos resíduos gerados na ETA.

- Veiculação dos resíduos

Na concepção do sistema de resíduos gerados na ETA, foram previstas 9 caixas de passagem para o encaminhamento dos resíduos, sendo que destas, 8 são existentes e somente uma, a CP 09, deverá ser construída.

A caixa de passagem CP 09 receberá o resíduo gerado na ETA e também o resíduo homogêneo, com a vazão regularizada, proveniente do TRV. Para isto, esta deverá possuir dois

compartimentos distintos, impedindo a mistura dos efluentes. Esta configuração foi adotada visando o aproveitamento das tubulações já existentes na ETA.

Assim, valendo-se da configuração existente e da concepção proposta, os resíduos gerados nas unidades de filtração (descarga dos filtros e água de lavagem) serão descarregados em canais de descarga (um para cada módulo) e encaminhados por gravidade às caixas de passagem CP 01 e CP 8, para os módulos 1 e 2, respectivamente.

As caixas de passagem CP 02 e CP 07 receberão as descargas dos decantadores 1 e 4, respectivamente, enquanto a caixa de passagem CP 05 receberá as descargas dos decantares 2 e 3. As descargas da unidade de floculação também irão para a caixa de passagem CP 04 para ambos os floculadores, como mostra o esquema apresentado na Figura 3.13.

Todo o resíduo gerado será encaminhado por gravidade ao TRV por meio de tubulações de concreto, com a entrada livre no tanque. O resíduo homogeneizado será bombeado ao medidor de vazão (vertedor Parshall), sendo então encaminhado a um dos compartimentos da caixa de passagem CP 09, por meio de tubulação de ferro fundido, e desta para o interceptor mais próximo a ETE por gravidade. O melhor local para lançamento dos resíduos regularizados deverá ser estudado na etapa de projeto, na qual será verificada também a tensão trativa. Na Figura 3.14 está apresentado o esquema do sistema de encaminhamento.

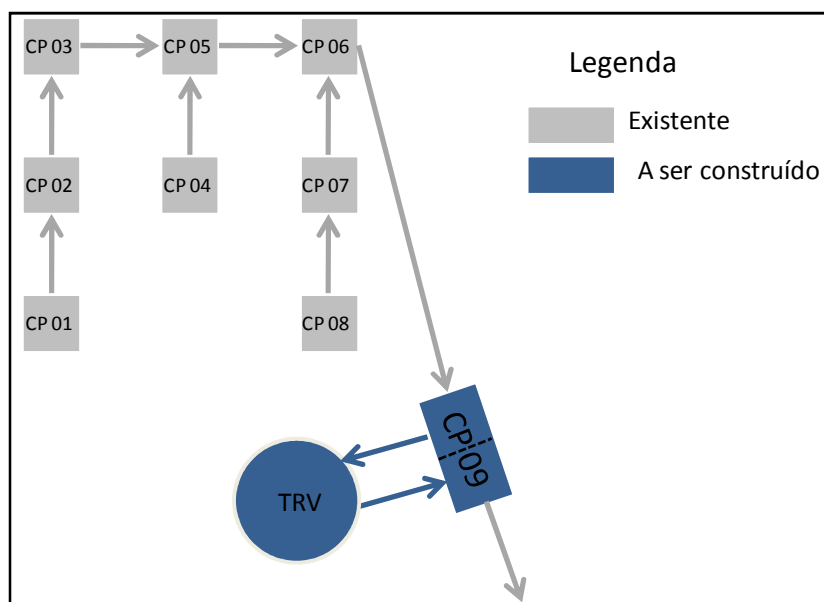


Figura 3.14 - Planta esquemática do sistema de encaminhamento dos resíduos na ETA

- Tanque de regularização de vazão (TRV)

O TRV foi concebido para exercer a função de recepção, homogeneização e regularização de vazão dos resíduos gerados na ETA. Para isto, foi prevista a utilização de equipamentos de automação e controle do processo. O TRV será localizado próximo aos filtros, perto do acesso principal aos módulos de tratamento da ETA, conforme observado na Figura 3.14, de forma a aproveitar as tubulações de encaminhamento já existentes e minimizar os custos de implantação.

O TRV foi dimensionado para atender as condições críticas de geração de resíduos, suportando a lavagem de um filtro (30 m^3) e a descarga de lodo de todos os decantadores no mesmo intervalo de tempo (19 m^3). Foi considerada uma vazão regularizada de encaminhamento à ETE igual a $3,03 \text{ L/s}$.

Assim, as principais características do TRV são:

- diâmetro: $5,00 \text{ m}$;
- altura total: $7,25 \text{ m}$;
- altura útil: $2,80 \text{ m}$;
- altura mínima: $1,40 \text{ m}$;
- volume útil: $55,0 \text{ m}^3$;
- volume morto: $27,5 \text{ m}^3$.

Estas dimensões foram definidas de forma a garantir o volume mínimo no tanque para que o misturador submersível possa operar continuamente durante as 21 horas de operação da ETA. Esta medida visa garantir a homogeneização e suspensão dos sólidos, evitando que estes precipitem na tubulação de encaminhamento ou no próprio tanque.

Na Figura 3.15 está apresentado um corte com a configuração proposta para o TRV.

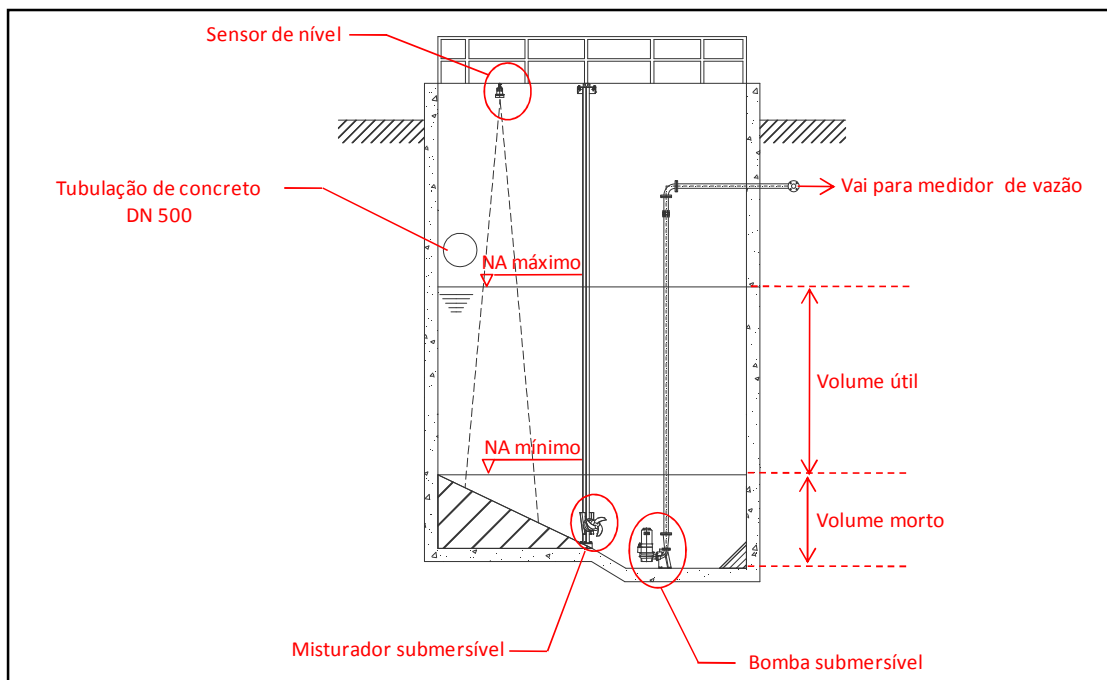


Figura 3.15 -Corte esquemático do TRV

Foram previstos os seguintes equipamentos para a operação e controle do TRV:

- 01 medidor de nível ultrassônico: o medidor de nível ultrassônico irá monitorar o nível dos resíduos no TRV. Sua função é primordial no processo de controle e automação da operação do Sistema de Tratamento de Resíduos;
- 01 misturador submersível: o misturador submersível será responsável por efetuar a homogeneização dos resíduos no TRV, evitando a deposição de sólidos no fundo do tanque. A operação deste equipamento deverá ser contínua;
- 02 bombas submersíveis (uma reserva): deverá ser utilizada uma bomba submersível KSB KRT F 80-200, ou equivalente técnico, com capacidade para bombear os resíduos gerados na ETA com vazão média de encaminhamento para rede coletora de esgoto de 3,03 L/s. A bomba submersível reserva, com as mesmas características, ficará no almoxarifado, para substituição em casos de problemas com a bomba que será utilizada;
- válvula de retenção: será utilizada uma válvula de retenção de comando manual para impedir o refluxo de resíduos quando ocorrer paralisação da bomba. A válvula será instalada no início da tubulação de recalque, para proteção contra golpes de aríete e facilitar a manutenção;

- o medidor de vazão: a tubulação de recalque encaminhará o resíduo do TRV a um canal. Neste canal foi prevista a instalação de um vertedor Parshall de garganta 3'' de abertura.

Além dos equipamentos citados, deverá ser construída uma edificação para reunir os painéis de comando dos equipamentos especificados no TRV (casa de comando - CC). A casa terá dimensões de 2,0 m x 3,0 m e não será instalada perto da tubulação de encaminhamento de resíduos para evitar possíveis problemas na manutenção da tubulação.

Serão instalados na Casa de Comando os seguintes equipamentos e acessórios:

- o 01 mesa de comando: a mesa de comando terá a opção de ligar e desligar os equipamentos por meio de botoeiras (bomba submersível e misturador submersível);
- o o display do medidor de nível ultrassônico, apresentando o nível no TRV;
- o 01 quadro elétrico;
- o 01 cabo de aço.

Ressalta-se que a vazão regularizada do resíduo deverá ser aferida por meio de régua no vertedor Parshall. Na Figura 3.16 está apresentado o esquema da parte final do encaminhamento dos resíduos que deverá ser implantado na ETA.

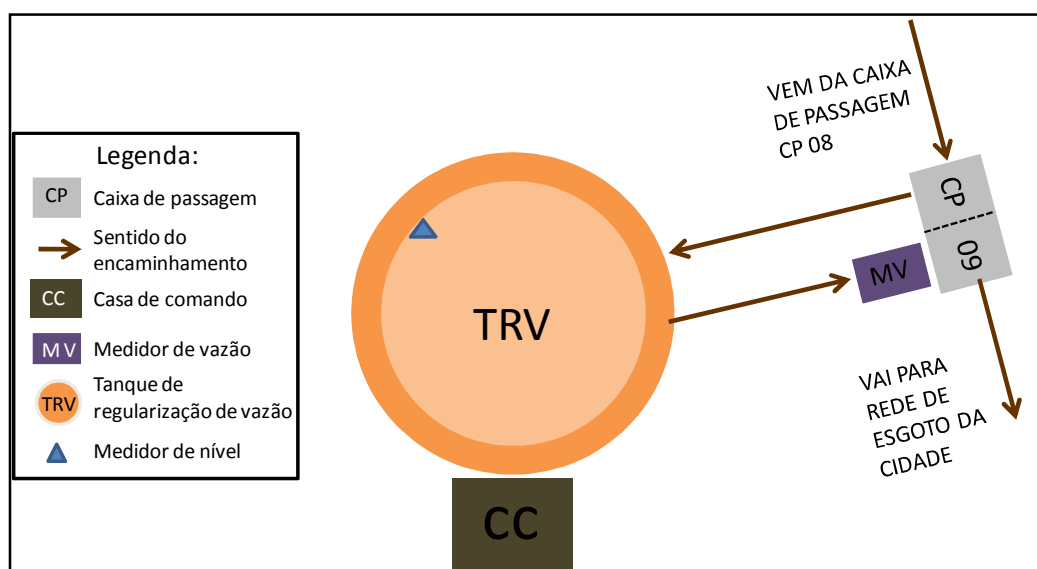


Figura 3.16 - Esquema da parte a ser construída no sistema de encaminhamento

3.1.2 Sistemas produtores de mananciais subterrâneos

3.1.2.1 Manutenção e reabilitação dos poços existentes

A manutenção nos poços deve ser vista como ferramenta para garantir o abastecimento de água e para manter sua vazão, pois um programa adequado de manutenção proporciona:

- Aumentar a produção de água ou reduzir tempo de funcionamento;
- 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.

Além disso, a manutenção preventiva é mais barata do que a corretiva, que devido ao caráter emergencial, usualmente é realizada de forma inadequada, por falta de tempo ou disponibilidade de recurso na ocasião. Sendo assim, os recursos aplicados em programas de manutenção proporcionam redução nos custos operacionais e grande possibilidade de retorno de investimentos.

Destaca-se que as manutenções preventivas envolvem tanto manutenções usuais (troca de bomba; substituição de tubulações, etc.) quanto reabilitação/desincrustação química.

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 foi ultrapassado. 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. Para maximizar a eficiência do processo de desincrustação química, deve 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.

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.

O tempo necessário para realização das manutenções é determinado em função da profundidade dos poços, conforme mostrado na Tabela 3.5.

Tabela 3.5 - 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

Na Tabela 3.6 estão apresentados os custos estimados com a manutenção/desincrustação química dos poços, que deverá ser realizada a cada dois anos.

Tabela 3.6 - Custo estimado para manutenção/desincrustação química em função da profundidade dos poços

Poço	Ano Perfuração	Profundidade (m)	Vazão (m ³ /h)	Custo estimado para manutenção/desincrustação química
P03 - Tiro de guerra	1987	120	40,2	R\$ 25.000,00
P04 - Santa Helena	1988	400	220	R\$ 100.000,00
P05 - Sete de setembro	1976	145	40,0*	R\$ 30.000,00
P06 - Nova Bariri	2008	185	36	R\$ 30.000,00
P07 - Maria Luiza II e III	2012	252	26,7	R\$ 30.000,00
P08 - Santo André/Garotinho	2013	204	28,6	R\$ 25.000,00
P09 - Primavera II	2013	190	50,0	R\$ 30.000,00
P10 - Residencial Mirágua	Não informado	210	20	R\$ 30.000,00
Total				R\$ 300.000,00
Total/ano				R\$ 150.000,00
Total/mês				R\$ 12.500,00

Além do custo com a manutenção/desincrustação química, que dividido em 24 meses, resulta parcela mensal de R\$ 12.500,00, deve-se considerar o custo de revisão e aquisição de novas bombas e o valor adicional de R\$ 15.000,00/poço para a elaboração dos projetos iniciais de manutenção dos poços.

Ressalta-se que no início do programa de manutenção deverá ser solicitada a outorga de uso de todos os poços em operação no município e contemplado o correto tamponamento do Poço Barracão da Prefeitura (P01), 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.

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.

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".

O custo estimado para o correto tamponamento do poço P01 é de \$ 5.0000,00, pois o DAEE solicita a presença de um geólogo para acompanhar o tamponamento.

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.

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.

3.1.2.2 Alocação e construção de novos poços

Em relação à construção de novos poços, existe o projeto do poço P11, que deverá atender o Setor H em conjunto com o poço P10 (ver item 4.2.3.8), e deverá ser construído também o poço P12, para atender o Setor F (ver item 4.2.3.6).

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 deverá considerar:

- novo levantamento de dados dos poços do aquífero Guarani, não mais restrito a somente área do município;
- avaliação hidrogeológica;
- teste de vazão no Poço P04 - Santa Helena (vazão máxima + 04 escalonados _ recuperação longa);
- teste de interferência entre os Poços P04 - P07 - P08, considerando que os poços P07 e P08 não são totalmente penetrantes no Guarani;
- interpretação dos testes de vazão e interferência e determinação dos parâmetros locais do aquífero 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;
- avaliação de critérios geológicos e estruturais para locação de poços, tais como cone de rebaixamento, raio de influência, exploração em regime de interferência, capacidade específica do poço, desenvolvimento do poço e fluido de perfuração;
- 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.

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.

Considerando a geologia do município, os custos estimados para construção de novos poços que adentrem no aquífero Guarani estão apresentados na Tabela 3.7.

Tabela 3.7 - Estimativa do custo de construção de novos poços no aquífero Guarani

Profundidade (m)	Capacidade de produção (m ³ /h)	Custo estimado
200 a 250	50	R\$ 100.000,00
400	250 a 400	R\$ 1.200.000,00

Como os poços P11 e P12 deverão ter capacidade de produção de 50 m³/h, o custo estimado para construção dos novos poços é de R\$ 200.000,00. Os valores apresentados na Tabela 3.6 indicam que estes poços, por serem mais rasos, apresentam custo de aproximadamente R\$8.000,00 por L/s de água produzida.

3.2 ALTERNATIVA 2: MANANCIAIS SUBTERRÂNEOS

Nesta alternativa, prevê-se o abastecimento de Bariri somente por mananciais subterrâneos. No total, seriam perfurados quatro novos poços, sendo dois previstos pela setorização (P11 e P12) e dois em substituição a ETA existente (P13 e P14).

As vantagens da exploração de águas subterrâneas com relação às águas superficiais são apresentadas a seguir:

- Menor custo operacional;
- Permite a distribuição setorizada, constituindo sistemas isolados ou interligados;
- 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;

- 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 prazo de execução é menor;
- A área requerida para captação e proteção é pequena;
- O sistema de produção de água subterrânea é mais protegido de eventuais contaminações;
- Não acarreta inundação de áreas aproveitáveis na superfície, muitas vezes representadas por solos agricultáveis;
- Normalmente dispensa tratamento com coagulação e filtração, sendo feitas apenas a cloração e a fluoração.

Como atualmente a captação de água no manancial São Luiz não possui outorga e o município de Bariri encontra-se em uma condição privilegiada quanto à exploração de água subterrânea, a Alternativa 2 propõe a substituição da ETA por dois poços com capacidade mínima de produção de 60 e 320 m³/h, respectivamente, e futura desativação da captação do manancial São Luiz e da ETA de Bariri.

Desta forma, esta alternativa prevê que o sistema de abastecimento do município de Bariri passará a ser atendido exclusivamente por sistemas produtores de mananciais subterrâneos.

3.2.1 Sistemas produtores existentes

Atualmente, o município de Bariri conta com 8 sistemas produtores de mananciais subterrâneos, com capacidade de produção entre 20 e 220 m³/h, conforme Tabela 3.8.

Tabela 3.8 - Sistemas produtores de mananciais subterrâneos existentes em Bariri

Poço	Ano Perfuração	Profundidade (m)	Vazão (m ³ /h)
P03 - Tiro de guerra	1987	120	40,2
P04 - Santa Helena	1988	400	220
P05 - Sete de setembro	1976	145	40,0*
P06 - Nova Bariri	2008	185	36
P07 - Maria Luiza II e III	2012	252	26,7
P08 - Santo André/Garotinho	2013	204	28,6
P09 - Primavera II	2013	190	50,0
P10 - Residencial Mirágua	Não informado	210	20

3.2.2 Manutenção e reabilitação dos poços existentes

Conforme mencionado no item 3.1.2.1, a manutenção e reabilitação dos poços existentes é fundamental para garantir a capacidade de um poço por um longo período de tempo, além de propiciar menores custos operacionais.

Como os poços existentes são os mesmos para ambas as alternativas, a manutenção e reabilitação dos poços deverá ser feita conforme as recomendações apresentadas na alternativa anterior, no item 3.1.2.1.

3.2.3 Sistemas produtores novos

Em relação à construção de novos poços, esta alternativa também contempla a construção do poço P11, cujo projeto já existe e a implantação está prevista para o primeiro semestre de 2015, e do poço P12, que deverá ser implantado até o ano de 2019, com o início da setorização (ver item 4).

O P11 deverá atender o Setor H em conjunto com o P10 (ver item 4.2.3.8) e o P12 deverá atender o Setor F (ver item 4.2.3.6), com capacidade de produção de 50 m³/h cada.

Além destes poços, a Alternativa 2 contempla a construção de dois poços (P13 e P14) para substituir o sistema produtor do manancial São Luiz no atendimento dos Setores A, B e G e promover a futura desativação da captação e da ETA. O P13 deverá ter capacidade de produção de 320 m³/h e abastecer os Setores A e B, enquanto o P14 deverá ter capacidade de 60 m³/h e abastecer o Setor G.

3.2.3.1 Alocação e construção de novos poços

Conforme mencionado no item 3.1.2.2, para a alocação dos poços, critérios como proximidade do setor de abastecimento, facilidade na alocação, redução de custos na perfuração, entre outros, devem ser analisados junto à produção sustentável de água. Sendo assim, para adequada implantação de novos poços, garantindo a capacidade de produção dos mesmos por um longo período de tempo, deve-se primeiramente efetuar um estudo detalhado para locação e a avaliação hidrogeológica, de acordo com as considerações apresentadas no item 3.1.2.2.

O custo estimado para realização da avaliação hidrogeológica e 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.

Na Tabela 3.9 são apresentados os custos estimados para a construção de novos poços no município de Bariri, considerando a geologia do município e que os novos poços irão adentrar no aquífero Guarani.

Tabela 3.9 - Estimativa do custo de construção de novos poços no aquífero Guarani

Profundidade (m)	Capacidade de produção (m ³ /h)	Custo estimado
200 a 250	50	R\$ 100.000,00
300	60	R\$ 200.000,00
400	250 a 400	R\$ 1.200.000,00

Como os poços P11 e P12 deverão ter capacidade de produção de 50 m³/h, o poço P13 capacidade de 320 m³/h e o P14 capacidade de 60 m³/h, o custo estimado para construção dos novos poços é de R\$ 1.600.000,00.

Os valores apresentados na Tabela 3.8 indicam que os poços P11 e P12, por serem mais rasos, apresentam custo de aproximadamente R\$8.000,00 por L/s de água produzida, enquanto que o P14 e poço P13, por serem mais profundos, apresentam custo de R\$12.000 a R\$15.000,00.

4 CONCEPÇÃO DO SISTEMA DE RESERVAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA TRATADA

4.1 DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO URBANA

Conforme determinada no Relatório R03, a estimativa de crescimento da população urbana de Bariri é apresentada na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Crescimento da população urbana de Bariri

Ano	População Urbana (hab)
2014	31.722
2015	32.173
2016	32.631
2017	33.094
2018	33.564
2019	34.041
2020	34.524
2021	35.013
2022	35.509
2023	36.012
2024	36.521
2025	37.038
2026	37.561
2027	38.091
2028	38.629
2029	39.174
2030	39.726
2031	40.286
2032	40.854
2033	41.429
2034	42.011

A área delimitada para distribuição espacial da população foi definida levando-se em consideração as áreas urbanizadas e as áreas com tendência de expansão, inseridas no perímetro urbano do município, que perfaz o total de 1025 hectares.

Na área de estudo, foram delimitadas regiões com características semelhantes, de acordo com as classes de densidade de saturação. Para tanto, foram consideradas informações do município disponibilizadas pelo SAEMBA, além dos dados do Censo 2010 do IBGE, as estimativas de população realizadas no Relatório R03, imagens de satélite e observações no local. Através dessas informações, foram definidas sete regiões descritas a seguir, as quais foram ainda divididas em sub-regiões, uma vez que a ocupação ocorre de maneira heterogênea.

- Região 1 -Ocupação Mista: foi dividida em duas sub-regiões que caracterizam o Centro do município, onde há o desenvolvimento de atividades comerciais simultaneamente à ocupação residencial;
- Região 2 -Ocupação Residencial -Densidade de saturação inferior a 50 hab/ha: foi dividida em nove sub-regiões, caracterizando a zona urbana de baixa densidade, com residências de alto padrão e chácaras;
- Região 3 -Ocupação Residencial -Densidade de saturação entre 50 e 80 hab/ha: essa região foi subdividida em treze sub-regiões, onde ocorre a ocupação de média densidade;
- Região 4 -Ocupação Residencial -Densidade de saturação superior a 80 hab/ha: foram definidas treze sub-regiões, caracterizando as áreas onde ocorre alta densidade e ocupação horizontal, localizadas em regiões mais afastadas da zona central;
- Região 5 -Expansão residencial -1ª etapa: foi subdividida em oito sub-regiões, caracterizadas pelos novos empreendimentos em fase de projeto e implantação, os quais deverão ser ocupados a partir de 2014;
- Região 6 -Expansão residencial -2ª etapa: foi dividida em quatro sub-regiões, em que se prevê a ocupação residencial a partir de 2024, na segunda etapa de vigência do Plano Diretor;
- Região 7 -Industrial: foi dividida em quatro sub-regiões, onde se desenvolve atividade essencialmente industrial.

Em relação às áreas de expansão da primeira etapa, estas foram definidas de acordo com os novos empreendimentos em desenvolvimento em Bariri, conforme apresentado na Tabela 4.2. As áreas de expansão da segunda etapa foram definidas com base na tendência de expansão atual, limitadas pelo perímetro urbano do município.

Tabela 4.2 - Novos empreendimentos em Bariri

Empreendimento	Área (m ²)	Nº de lotes
Jardim Athenas	39028	99
Jardim Beltrame II	44804	101
Jardim Garotinho II	81025	318
Jardim Lucyla	55532	162
Jardim Primavera II	216373	550
Residencial Canto verde	17148	46
Residencial Ecoville	35159	44
Residencial Mirágua	27277	12
Residencial Viuval I	24745	74
Residencial Viuval II	18507	52
Viva Mais Bariri	146189	493

As características das sub-regiões são apresentadas nas Tabelas 4.3 e 4.4.

Tabela 4.3 - Distribuição da população urbana de Bariri

Região	Sub-região	Área (ha)	2014		2024		2034		População (hab)		
			Grau de ocupação	Densidade (hab/ha)	Grau de ocupação	Densidade (hab/ha)	Grau de ocupação	Densidade (hab/ha)	2014	2024	2034
1	1.1	35,9	93,1%	28,9	93,1%	28,9	93,1%	28,9	1039	1039	1039
	1.2	15,0	84,1%	25,1	84,1%	25,1	84,1%	25,1	375	375	375
	Sub-total								3428	3438	3448
2	2.1	63,8	93,8%	40,2	93,8%	40,2	93,8%	40,2	2563	2563	2563
	2.2	36,9	98,1%	42,4	98,1%	42,4	98,1%	42,4	1563	1563	1563
	2.3	39,4	93,2%	34,5	93,2%	34,5	93,2%	34,5	1360	1360	1360
	2.4	25,6	93,1%	41,0	93,1%	41,0	93,1%	41,0	1050	1050	1050
	2.5	15,5	94,1%	37,7	94,1%	37,7	94,1%	37,7	584	584	584
	2.6	14,1	84,2%	39,9	84,2%	39,9	84,2%	39,9	562	562	562
	2.7	11,0	40,0%	8,3	62,2%	12,3	83,3%	18,0	91	135	197
	2.8	10,0	2,9%	1,3	46,4%	21,4	86,1%	41,3	13	214	414
	2.9	4,2	9,1%	2,1	54,5%	15,2	81,8%	27,7	9	64	117
Sub-total								7795	8095	8410	
3	3.1	40,2	95,4%	53,5	95,4%	53,5	95,4%	53,5	2151	2151	2151
	3.2	17,0	71,3%	37,3	82,1%	44,4	92,1%	51,4	633	753	872
	3.3	17,2	98,4%	77,1	98,4%	77,1	98,4%	77,1	1328	1328	1328
	3.4	17,3	96,2%	60,3	96,2%	60,3	96,2%	60,3	1046	1046	1046
	3.5	20,4	98,3%	75,0	98,3%	75,0	98,3%	75,0	1528	1528	1528
	3.6	26,4	98,4%	55,2	98,4%	55,2	98,4%	55,2	1456	1456	1456
	3.7	14,3	97,2%	76,0	97,2%	76,0	97,2%	76,0	1091	1091	1091
	3.8	19,3	96,5%	64,0	96,5%	64,0	96,5%	64,0	1236	1236	1236
	3.9	11,5	97,0%	70,6	97,0%	70,6	97,0%	70,6	812	812	812
	3.10	17,8	70,7%	36,2	82,0%	42,2	90,4%	47,3	643	749	841
	3.11	9,5	11,5%	5,9	53,5%	28,8	90,7%	58,5	56	275	558
	3.12	7,6	33,3%	17,3	57,0%	30,8	91,4%	57,4	131	233	434
	3.13	8,3	7,9%	4,0	52,2%	26,0	91,0%	54,1	33	215	448
Sub-total								12144	12873	13801	

Tabela 4.4 - Distribuição da população urbana de Bariri (continuação)

Região	Sub-região	Área (ha)	2014		2024		2034		População		
			Grau de ocupação	Densidade (hab/ha)	Grau de ocupação	Densidade (hab/ha)	Grau de ocupação	Densidade (hab/ha)	2014	2024	2034
4	4.1	2,5	83,3%	68,7	83,3%	68,7	83,3%	68,7	171	171	171
	4.2	5,1	92,7%	110,0	92,7%	110,0	92,7%	110,0	563	563	563
	4.3	6,6	91,4%	86,2	91,4%	86,2	91,4%	86,2	570	570	570
	4.4	15,2	95,7%	100,2	95,7%	100,2	95,7%	100,2	1521	1521	1521
	4.5	11,9	100,0%	95,6	100,0%	95,6	100,0%	95,6	1139	1139	1139
	4.6	12,3	97,1%	139,7	97,1%	139,7	97,1%	139,7	1715	1715	1715
	4.7	13,7	98,4%	96,2	98,4%	96,2	98,4%	96,2	1319	1319	1319
	4.8	18,8	84,2%	83,2	88,2%	86,7	91,9%	90,0	1565	1631	1693
	4.9	5,3	83,5%	117,4	87,3%	124,0	91,5%	134,5	619	654	709
	4.10	16,6	4,5%	3,6	54,1%	46,7	88,3%	84,9	60	775	1409
	4.11	8,4	100,0%	80,5	100,0%	84,3	100,0%	92,1	678	710	776
	4.12	8,4	53,4%	45,2	69,7%	65,5	91,9%	100,3	378	548	839
	4.13	11,1	7,9%	6,4	62,4%	56,1	92,8%	96,3	71	621	1066
Sub-total									12383	13961	15524
5	5.1	4,9	0,0%	0,0	42,9%	6,3	71,3%	40,1	0	53	195
	5.2	8,4	0,0%	0,0	46,5%	25,6	62,5%	9,7	0	200	81
	5.3	7,8	0,0%	0,0	42,6%	19,6	68,6%	41,0	0	95	320
	5.4	11,7	0,0%	0,0	45,9%	31,1	70,8%	55,7	0	365	653
	5.5	21,6	0,0%	0,0	45,1%	27,5	70,9%	50,5	0	596	1092
	5.6	5,6	0,0%	0,0	46,3%	33,9	74,1%	62,7	0	188	348
	5.7	14,6	0,0%	0,0	48,3%	40,7	73,4%	71,8	0	595	1050
	5.8	3,9	0,0%	0,0	44,4%	28,2	70,7%	52,0	0	110	203
	Sub-total									0	2202
6	6.1	7,0	0,0%	0,0	0,0%	0,0	37,5%	33,2	0	0	233
	6.2	11,4	0,0%	0,0	0,0%	0,0	30,0%	13,5	0	0	154
	6.3	46,5	0,0%	0,0	0,0%	0,0	33,3%	9,8	0	0	455
	6.4	3,1	0,0%	0,0	0,0%	0,0	37,5%	35,6	0	0	112
	Sub-total									0	0
7	7.1	21,1	-	0,3	-	0,3	-	0,3	6	6	7
	7.2	6,9	-	7,4	-	8,4	-	9,6	51	58	66
	7.3*	12,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	7.4	10,6	-	2,7	-	3,1	-	3,6	29	33	38

* As informações da sub-região 7.3 não foram identificadas no relatório de consumo industrial fornecido pelo SAEMBA.

Foram também definidas as áreas verdes e de lazer, áreas de uso institucional e os grandes consumidores, tais como escolas estaduais e municipais, supermercados, poços de gasolina dentre outros.

4.2 LEVANTAMENTO SISTEMA DE RESERVAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO ATUAL

O atual sistema de abastecimento de Bariri é composto por oito sistemas produtores, apresentados no item 3, e dez reservatórios, cuja capacidade nominal de armazenamento totaliza 5020 m³, com volume útil de 3447m³, conforme apresentado na Tabela 4.5. Além dos referidos reservatórios, está prevista a construção do R11 para 2015, localizado no bairro Jardim das Américas. Esse reservatório estará ligado ao poço 11, ainda em fase de projeto, para o qual se estima a vazão de 50 m³/h.

Tabela 4.5 - Sistema de reservação atual de Bariri

Reservatório	Capacidade nominal (m ³)	Volume útil (m ³)	Condição de funcionamento
R01 - ETA	1000	538,8	Em operação
R02 - Barracão Prefeitura	400	329,2	Em operação
R03 - Barracão Prefeitura	1000	870,5	Em operação
R04 - Santa Helena	400	320	Em operação
R05 - Umuarama	300	266,5	Em operação
R06 - Jardim Maravilha/Ipês	300	284,8	Em operação
R07 - Maria Luiza II	300	150,7	Não utilizado
R08 - Santo André	300	263,4	Em operação
R09 - Primavera II	1000	404,1	Em operação a partir da metade de 2014
R10 - Mirágua	20	18,8	Em operação
Total	5020	3446,8	

Na Figura 4.1 é apresentado o esquema geral do sistema de abastecimento de água existente em Bariri até 2014.

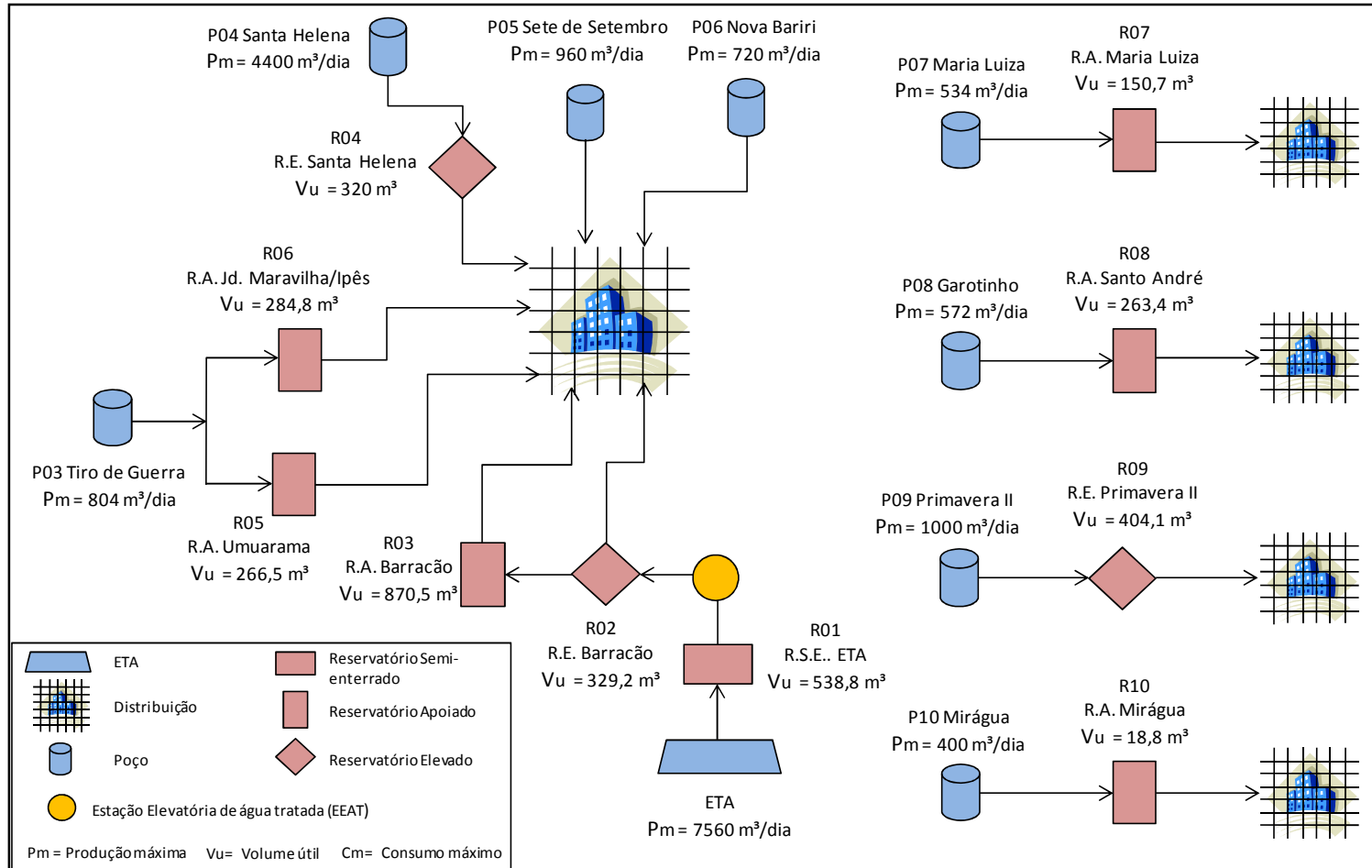


Figura 4.1 - Sistema atual de distribuição de água de Bariri



O sistema de abastecimento de água de Bariri não é dividido em setores. De acordo com a Figura 4.1, observa-se que a rede de distribuição de água é praticamente toda interligada, havendo apenas pequenos sistemas isolados, relativos a áreas de ocupação recente.

Apesar da maior parte do sistema de distribuição estar interligada, conforme informações disponibilizadas pelo SAEMBA, algumas unidades produtoras abastecem preferencialmente determinadas regiões, sendo elas:

- ETA: abastece principalmente a região central e os bairros Jardim Paulista, Jardim Esplanada e Jardim Alvorada;
- P03 - Tiro de Guerra: os bairros Jardim Beltrame e Jardim Umuarama;
- P04 - Santa Helena: abastece os bairros Jardim Esperança, Jardim São Marcos, Vila Santa Inês, Vila São José, Vila Santa Helena, Jardim Santa Rosa, Jardim Santa Clara, Núcleo Domingos Aquilante, Jardim Brasil 500, Jardim Iguatemy, Núcleos Habitacionais I, II, III, IV e Jardim Balneário Vale do Tietê;
- P05 - Sete de Setembro: abastece os bairros Vila Americana, Jardim Maravilha, Vila Maria e Vila Conceição e;
- P06 - Nova Bariri: abastece os bairros Jardim Nova Bariri e Jardim Santa Lucia.

Em relação aos sistemas isolados, estes normalmente abrangem regiões menores de empreendimentos implantados recentemente ou em fase de implantação. São estes:

- P07 - Maria Luiza II: abastece os bairros Maria Luiza II e III
- P08 - Garotinho: abastece os bairros Santo André e Garotinho
- P09 - Primavera II: abastece os bairros Jardim Primavera II, Jardim Lucyla, Residencial Viva Mais Bariri e Jardim Europa
- P10 - Mirágua: abastece os bairros Ecoville, Residencial Mirágua, Residencial Canto Verde e Viuval Residencial I e II.

4.3 DEFINIÇÃO DOS SETORES PARA MÉDIO E LONGO PRAZOS

A definição dos setores de abastecimento foi feita com base no sistema atual e suas características. Buscou-se dar o melhor aproveitamento para estrutura existente, propondo-se somente as alterações indispensáveis para o bom funcionamento do sistema no prazo de 20 anos de projeto.

4.3.1 Zonas de pressão

De acordo com Heller e Pádua (2006), a rede de distribuição deve estar sujeita a um valor de pressão mínimo e um máximo. A pressão dinâmica mínima tem como objetivo superar os desníveis topográficos e as perdas de carga no ramal predial e tubulações internas dos prédios, sendo relacionada ao nível de água mínimo do respectivo reservatório de distribuição. A pressão estática máxima tem como finalidade garantir a integridade dos tubos, conexões e válvulas utilizadas nas instalações prediais, além de limitar as perdas de água nas tubulações da rede, se relacionando ao nível de água máximo no respectivo reservatório de distribuição.

Conforme estabelecido pela ABNT NBR 12.218 (1994), a pressão dinâmica mínima na rede distribuição principal deve ser pelo menos 100 kPa (aproximadamente 10 mca) e, da mesma forma, a pressão estática máxima deve ser até 500 kPa (aproximadamente 50 mca). Pequenas variações nesses valores são aceitáveis, desde que justificáveis técnica e economicamente; além disso, as tubulações secundárias não estão sujeitas aos limites de pressão estabelecidos, mas devem ser garantidas a estabilidade estrutural e a segurança sanitária.

Considerando esses conceitos, a área de abrangência dos setores foi definida da seguinte maneira:

- Cota máxima de abrangência do setor: Nível de água mínimo do reservatório, descontando-se 15 m, a fim de se atender à pressão dinâmica mínima na rede;
- Cota mínima de abrangência do setor: Nível de água máximo do reservatório, descontando-se 50 m, a fim de se atender à pressão estática máxima na rede.

Na Tabela 4.6 são apresentadas as informações dos reservatórios existentes em Bariri, as quais foram consideradas para o estabelecimento dos setores.

Tabela 4.6 -Características dos reservatórios de Bariri

Reservatório	Cota da base	Cota do NA mínimo	Cota do NA máximo
R01 - ETA	436,1	436,0	437,9
R02 - Barracão Prefeitura	463,8	479,9	483,5
R03 - Barracão Prefeitura	463,7	464,6	469,7
R04 - Santa Helena	460,7	478,7	491,4
R05 - Umuarama	455,6	456,2	465,2
R06 - Jardim Maravilha/Ipês	450,6	451,2	462,0
R07 - Maria Luiza II	450,3	450,9	466,1
R08 - Santo André	455,5	456,1	467,0
R09 - Primavera II	457,3	480,3	491,8
R10 - Mirágua	467,0	468,1	478,7

4.3.2 Concepção da setorização

Após a definição da área a ser atendida, a distribuição da população por regiões de ocupação em curto, médio e longo prazos e as zonas de pressão, os setores de abastecimento foram delimitados.

Nas Figura 4.2 e 4.3 são apresentados os esquemas gerais da proposta de setorização do sistema de abastecimento de Bariri. Foram consideradas as duas alternativas para os sistemas produtores apresentadas no item 3 deste relatório.

A Alternativa 1 contempla a manutenção do uso do manancial São Luiz, com a reforma da ETA existente (Figura 4.2), enquanto que a Alternativa 2 contempla somente o uso de mananciais subterrâneos e prevê a substituição da ETA por dois poços, com produção de 6400 m³/d e 1200 m³/d, respectivamente (Figura 4.3). Independentemente da alternativa escolhida, verificou-se a necessidade de construir um novo poço no setor H (P11) e outro no setor F (P12), para abastecer a população crescente no plano de 20 anos de projeto.

Os setores estão indicados na Tabela 4.7 e representados nos desenhos em anexo.

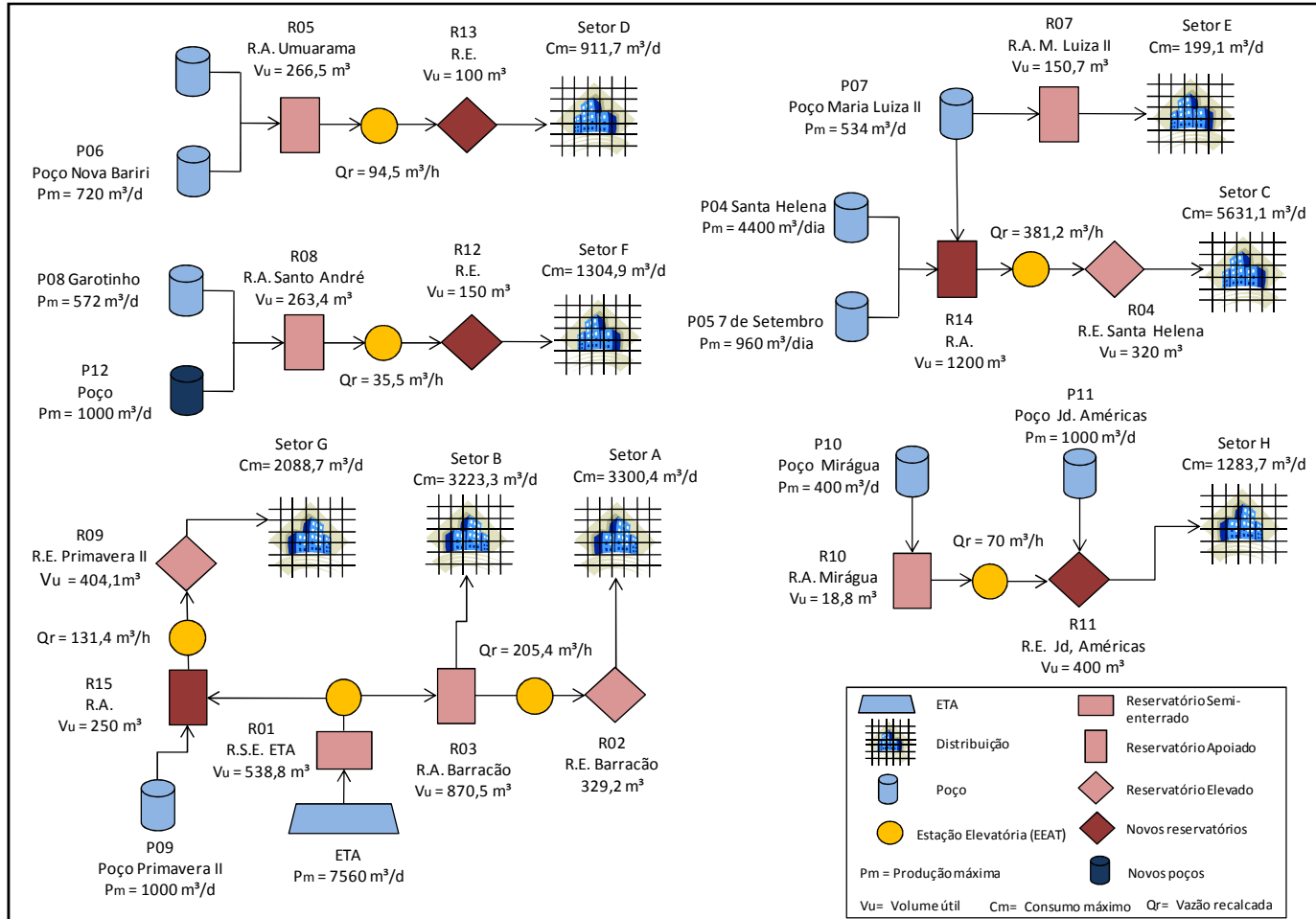


Figura 4.2 Proposta de setorização (considerando a alternativa 1 - manutenção da ETA)

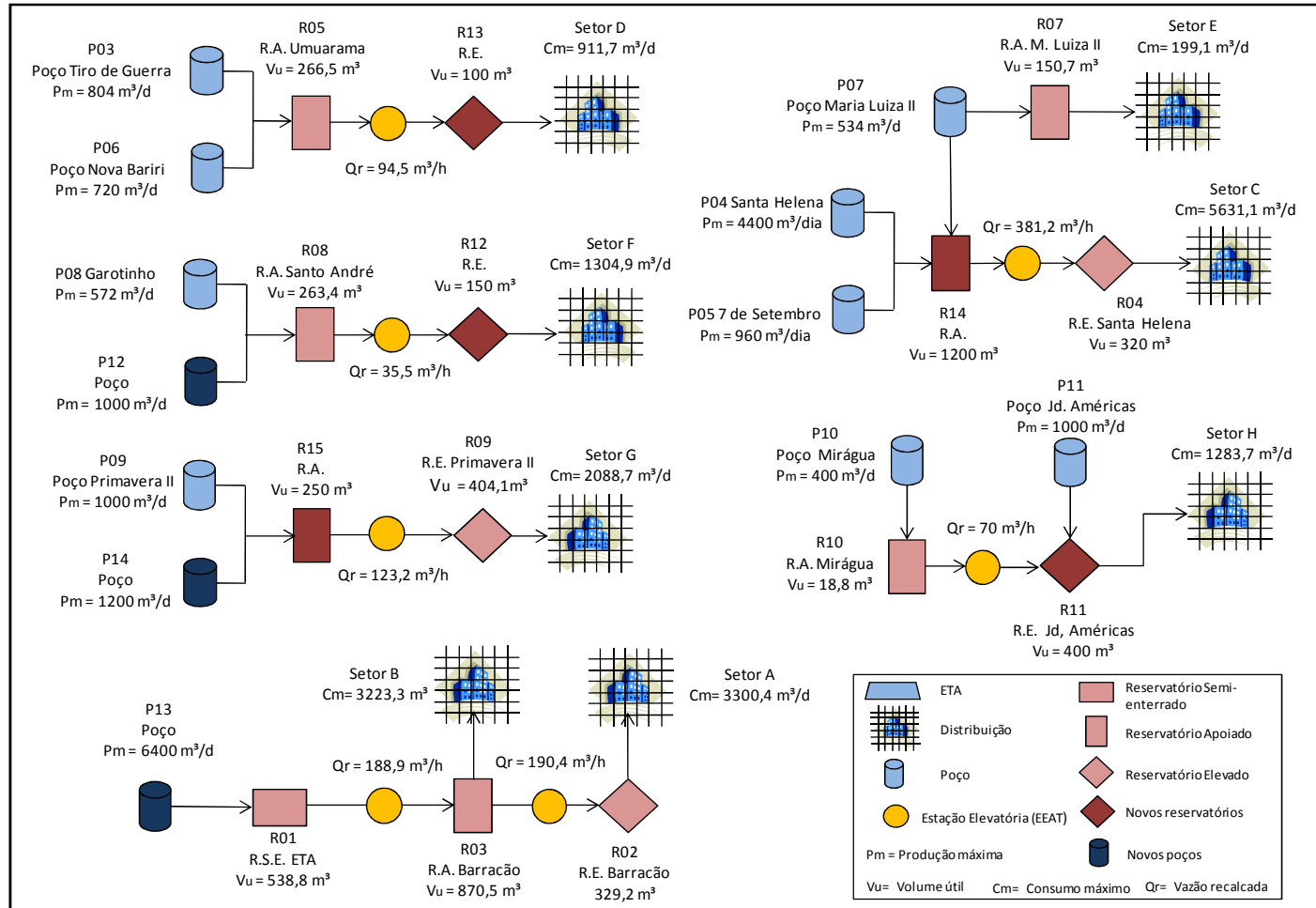


Figura 4.3 Proposta de setorização (considerando a alternativa 2- substituição da ETA por dois poços)

Tabela 4.7 - Setores e cotas máximas e mínimas atendidas

Setor	Cota máxima atendida	Cota mínima atendida
A	464,9	433,5
B	449,6	419,7
C	463,7	441,4
D	419,7	447,0
E	435,9	416,1
F	467,0	440,0
G	465,3	441,8
H	439,0	468,0

4.3.3 Descrição dos setores

A consideração das duas alternativas para os sistemas produtores, as quais propõem a manutenção ou a substituição da ETA, provoca modificações somente nos setores A, B e G. Tais modificações serão apresentadas na descrição desses setores.

4.3.3.1 Setor A

Na Figura 4.4 é apresentada a localização do setor A. Os principais bairros atendidos são o Jardim Esplanada, o Jardim Paulista, o Jardim Industrial e parte do Centro.

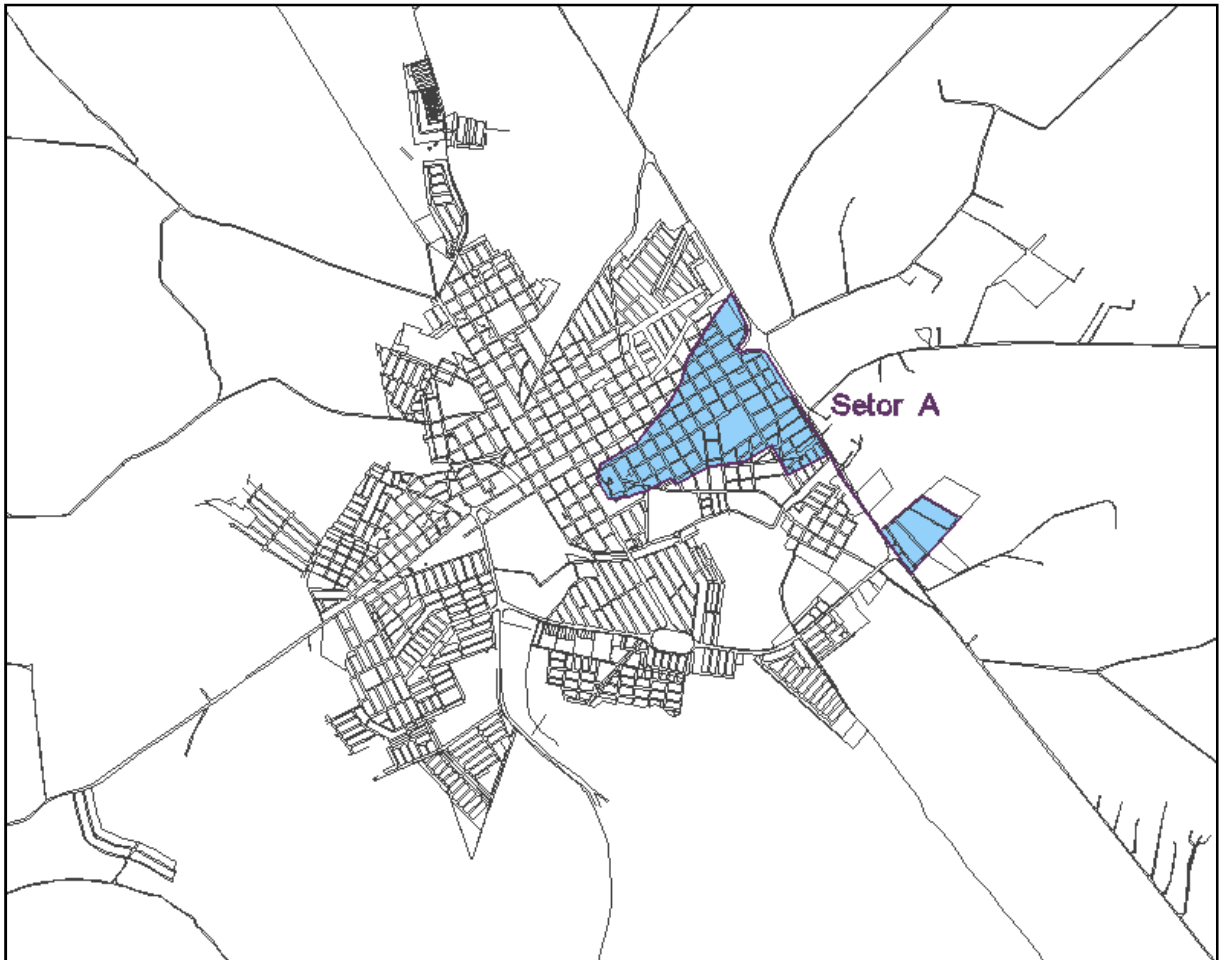


Figura 4.4 - Localização do setor A

4.3.3.1.1 Alternativa 1 - Manancial São Luiz (ETA)

Conforme mostrado na Figura 4.5, nesta alternativa, o sistema produtor responsável por abastecer o setor A é o do manancial São Luiz (ETA), por meio de parte de sua produção, correspondendo a 3451 m³/d para este setor.

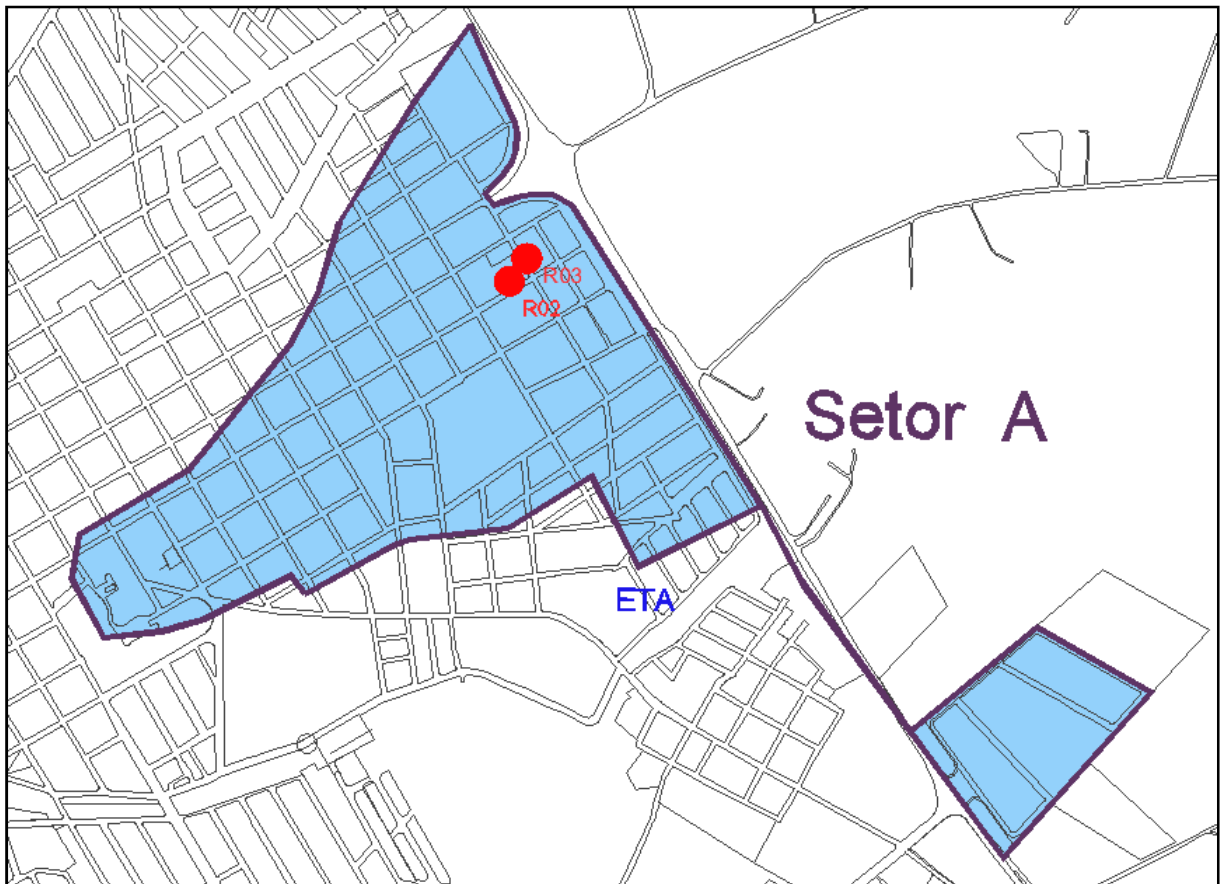


Figura 4.5 - Unidades produtoras e reservatórios - Setor A

A água proveniente da ETA é encaminhada para o reservatório R01 - ETA, sendo aduzida para o reservatório R03 - Barracão da Prefeitura (apoiado) e, em seguida, aduzida novamente para o R02 - Barracão da Prefeitura (elevado). Apesar de passar pelo R01, este reservatório não tem função de reservação para o setor A, somente o R02 e parte do volume do R03, os quais são caracterizados a seguir:

Reservatório R02:

- Tipo / Formato / Material = Elevado, cilíndrico, em concreto;
- Volume útil = 329,2 m³ (utilizado totalmente nesse setor);
- Altura de água no interior do reservatório = 5 m;
- Diâmetro interno = 10,8 m;
- Altura total = 22,3 m.

Reservatório R03:

- Tipo / Formato / Material = Apoiado, cilíndrico, metálico;

- Volume útil = 870,5 m³ (60% utilizado nesse setor);
- Altura de água no interior do reservatório = 6,3 m;
- Diâmetro interno = 14,8 m;
- Altura total = 7,6 m.

O bombeamento da água do reservatório R03 para o R02 será feito por uma estação elevatória a ser construída, com vazão de recalque igual a 205,4 m³/h.

Na Figura 4.6 é apresentado o fluxograma de funcionamento desse sistema. Na Tabela 4.8 é apresentado o balanço entre produção, reservação e consumo.

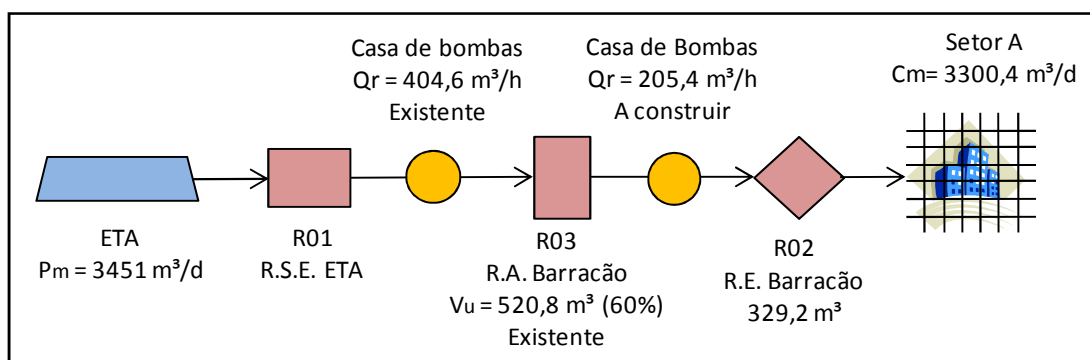


Figura 4.6 - Fluxograma do sistema de abastecimento - Setor A, Alternativa 1

Tabela 4.8 - Balanço entre produção, reservação e consumo de água - Setor A, Alternativa 1

Características do setor		Ano		
		2014	2024	2034
População (hab)		7008	7018	7030
Vazão no dia de maior consumo (m ³ /d)		3300,4	3111,1	2786,6
Índice de perdas (%)		49,50%	46,35%	40,00%
Produção	Sistemas produtores	ETA	ETA	ETA
	Vazão (m ³ /d)	3451	3263	2938
	Qp-Qc (m ³ /d)	150,6	151,9	151,4
Reservação	Reservatórios	R02 e R03	R02 e R03	R02 e R03
	Volume armazenado (m ³)	850	850	850
	Varm/Vc (%)	25,8%	27,3%	30,5%

4.3.3.1.2 Alternativa 2 - Manancial subterrâneo (novo poço)

Neste caso, a unidade produtora responsável por atender o setor A será um poço (P13) a ser perfurado, onde atualmente se localiza a ETA. Para o abastecimento, seria utilizada parte da produção do poço, equivalente a 3200 m³/d.

O sistema de reservação não seria alterado em relação à Alternativa 1.

O fluxograma desse sistema é apresentado na Figura 4.7, e na Tabela 4.9 é apresentado o balanço entre produção, reservação e consumo. Considerando a implantação do novo poço, em 2014, haveria um pequeno déficit da produção, o qual seria compensado pela redução do índice de perdas nos anos seguintes.

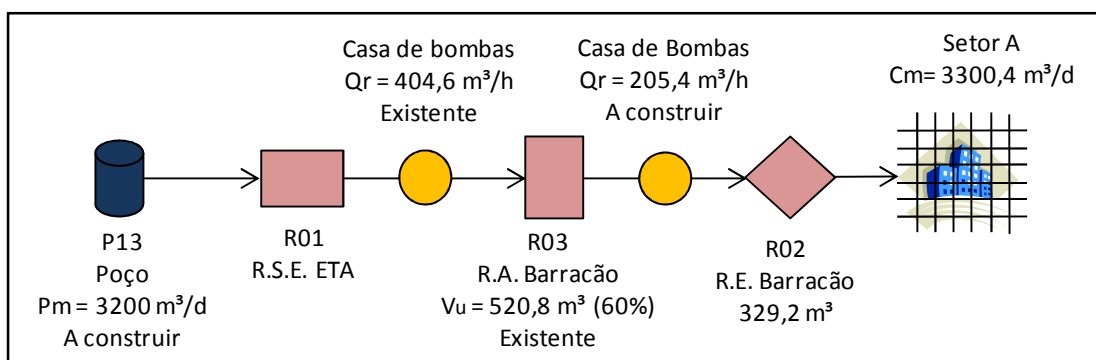


Figura 4.7 - Fluxograma do sistema de abastecimento - Setor A, Alternativa 2

Tabela 4.9 - Balanço entre produção, reservação e consumo de água - Setor A, Alternativa 2

Características do setor		Ano		
		2014	2024	2034
População (hab)		7008	7018	7030
Vazão no dia de maior consumo (m ³ /d)		3300,4	3111,1	2786,6
Índice de perdas (%)		49,50%	46,35%	40,00%
Produção	Sistemas produtores	P13	P13	P13
	Vazão (m ³ /d)	3200	3200	3200
	Qp-Qc (m ³ /d)	-100,4	88,9	413,4
Reservação	Reservatórios	R02 e R03	R02 e R03	R02 e R03
	Volume armazenado (m ³)	850	850	850
	Varm/Vc (%)	25,8%	27,3%	30,5%

4.3.3.2 Setor B

Este setor abastece os bairros Jardim Santa Lucia, Jardim Nova Bariri, Jardim Panorama, Jardim Paraíso, Vila Santa Terezinha, Vila Maria, Jardim São Francisco, Jardim Alvorada, parte do Jardim Maria Luiza I, do Cidade Jardim e do Yang, Vila Conceição e Vila Santa Inês. A localização é mostrada na Figura 4.8.

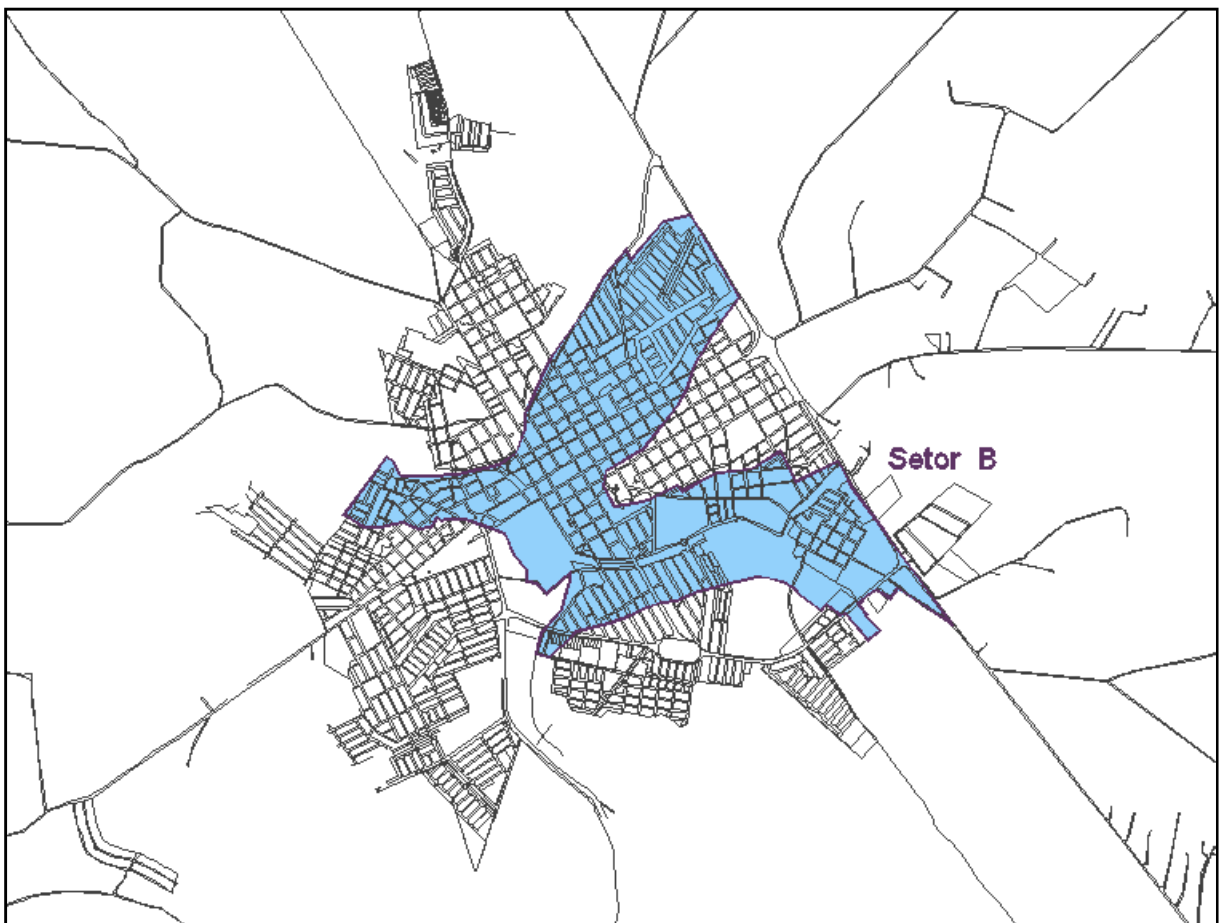


Figura 4.8 -Localização do Setor B

4.3.3.2.1 Alternativa 1 - Manancial São Luiz (ETA)

Nessa alternativa, a ETA será mantida e abastecerá o setor B, com parte de sua produção, sendo equivalente a 3374 m³/d, conforme representado na Figura 4.9.

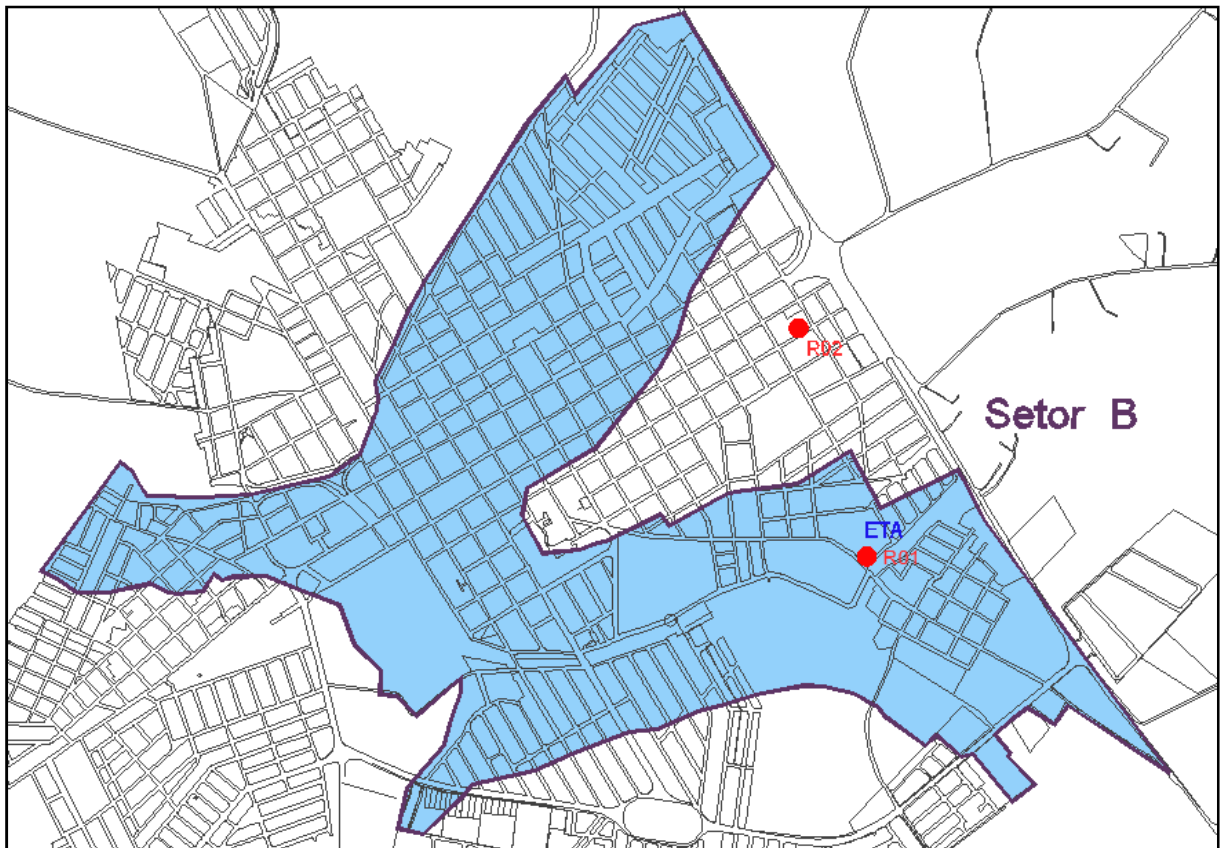


Figura 4.9 - Unidades produtoras e reservatórios - Setor B

O sistema de reservação será composto pelo reservatório R01 - ETA e uma fração do volume do R03 - Barracão da Prefeitura (apoiado), cujas características são apresentadas a seguir. O bombeamento entre os reservatórios é feito por estação elevatória já existente.

Reservatório R01:

- Tipo / Formato / Material = Semi-enterrado, cilíndrico, em concreto;
- Volume útil = 538,7 m³ (utilizado integralmente);
- Altura de água no interior do reservatório = 2,4 m;
- Diâmetro interno = 19 m;
- Altura total = 5,3 m.

As características do reservatório R03 são:

- Tipo / Formato / Material = Apoiado, cilíndrico, metálico;
- Volume útil = 870,5 m³ (40% utilizado nesse setor);
- Altura de água no interior do reservatório = 6,3 m;

- Diâmetro interno = 14,8 m;
- Altura total = 7,6 m.

A estação elevatória deverá atender a vazão de recalque de 404,6 m³/h, referente à reservação dos setores A e B.

O fluxograma do sistema de abastecimento é apresentado na Figura 4.10. Na Tabela 4.10 se encontra a síntese do balanço da produção, reservação e consumo no setor.

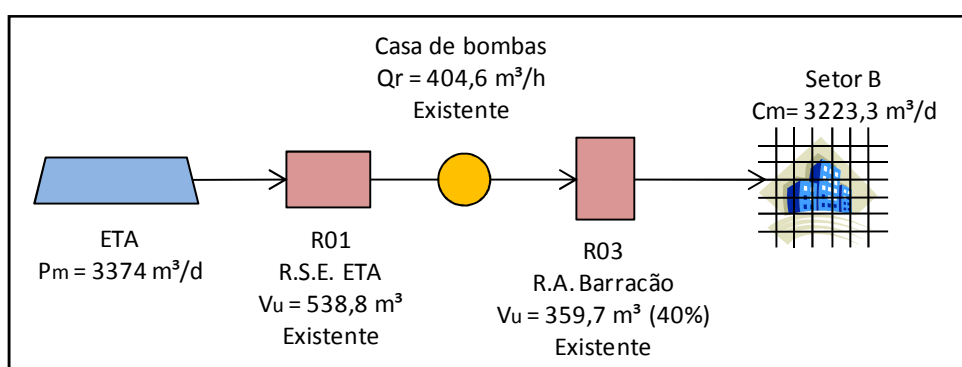


Figura 4.10 - Fluxograma do sistema de abastecimento - Setor B, Alternativa 1

Tabela 4.10 - Balanço entre produção, reservação e consumo de água - Setor B, Alternativa 1

Características do setor		Ano		
		2014	2024	2034
População (hab)		6844	7044	7879
Vazão no dia de maior consumo (m ³ /d)		3223,3	3122,7	3123,4
Índice de perdas (%)		49,50%	46,35%	40,00%
Produção	Sistemas produtores	ETA	ETA	ETA
	Vazão (m ³ /d)	3374	3275	3276
	Qp-Qc (m ³ /d)	150,7	152,3	152,6
Reservação	Reservatórios	R01 e R03	R01 e R03	R01 e R03
	Volume armazenado (m ³)	888,5	888,5	888,5
	Varm/Vc (%)	27,6%	28,5%	28,4%

4.3.3.2.2 Alternativa 2 - Manancial subterrâneo (novo poço)

Nessa alternativa, o sistema produtor São Luiz será substituído pelo poço P13, o qual abastecerá o setor B, com parte de sua produção, igual a 3200 m³/d.

O sistema de reservação não será alterado em relação à Alternativa 1.

Na Figura 4.11 é dado o fluxograma do sistema de abastecimento. Na Tabela 4.11, tem-se o balanço entre produção, reservação e consumo de água. Considerando a implantação do novo poço, em 2014, haveria um pequeno déficit da produção, o qual seria compensado pela redução do índice de perdas nos anos seguintes.

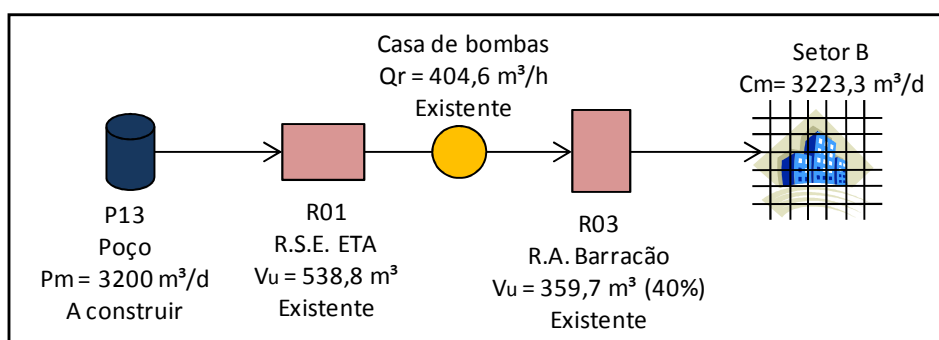


Figura 4.11 - Fluxograma do sistema de abastecimento - Setor B, Alternativa 2

Tabela 4.11 - Balanço entre produção, reservação e consumo de água - Setor B, Alternativa 2

Características do setor		Ano		
		2014	2024	2034
População (hab)		6844	7044	7879
Vazão no dia de maior consumo (m³/d)		3223,3	3122,7	3123,4
Índice de perdas (%)		49,50%	46,35%	40,00%
Produção	Sistemas produtores	P13	P13	P13
	Vazão (m³/d)	3200	3200	3200
	Qp-Qc (m³/d)	-23,3	77,3	76,6
Reservação	Reservatórios	R01 e R03	R01 e R03	R01 e R03
	Volume armazenado (m³)	888,5	888,5	888,5
	Varm/Vc (%)	27,6%	28,5%	28,4%

4.3.3.3 Setor C

Na Figura 4.12 é apresentada a localização do setor C. Os bairros compreendidos são: Vila São José, Vila Santa Helena, Jardim Santa Rosa, Jardim Santa Clara, Jardim Domingos Aquilante, Jardim Brasil 500, Núcleos Habitacionais I, II, III, IV, Jardim Iguatemy, Jardim Esperança II e Jardim Balneário Vale do Tietê.

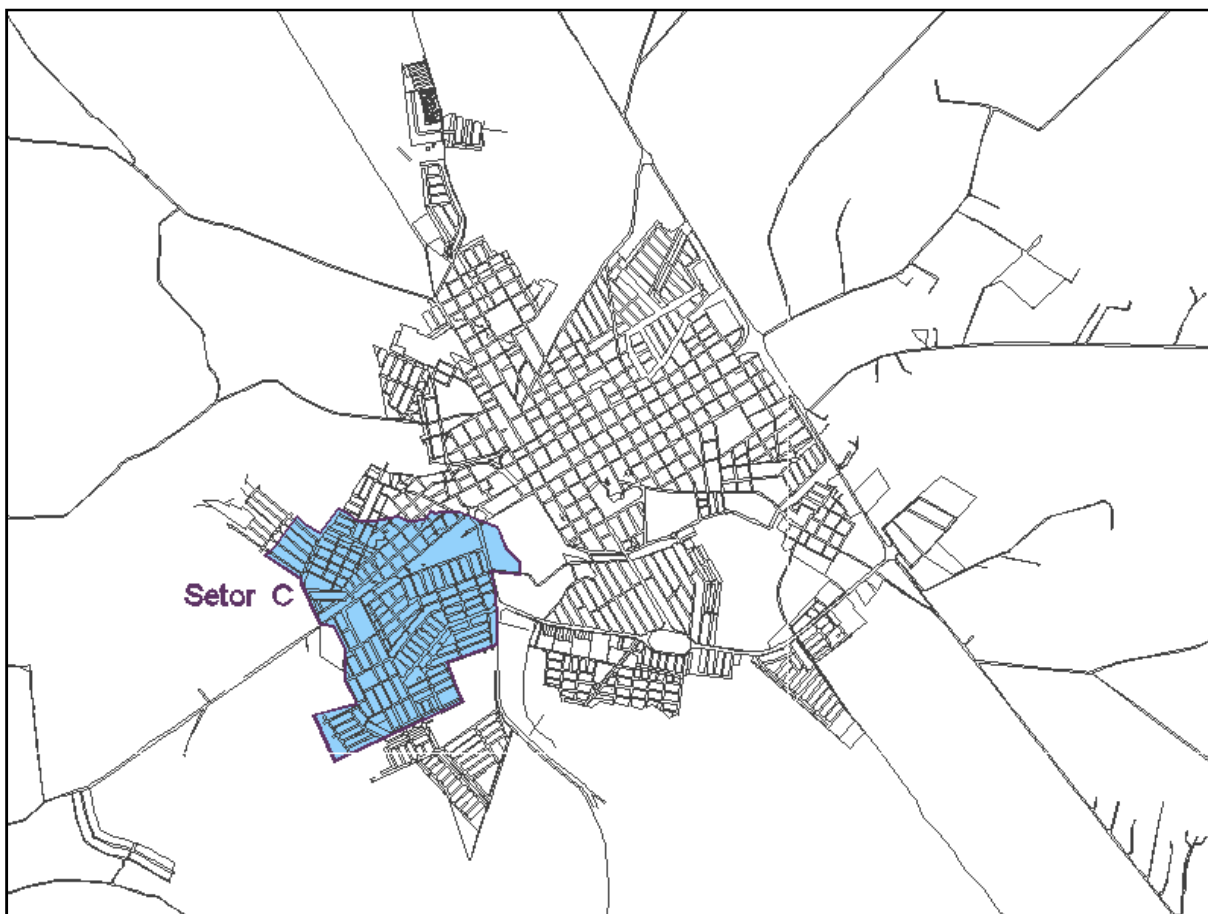


Figura 4.12 - Localização do Setor C

Conforme indicado na Figura 4.13, os sistemas produtores que alimentam o setor C serão os poços:

- P04 - Santa Helena, com a produção total de 4400 m³/dia;
- P05 - Sete de Setembro, com a produção total de 960 m³/dia;
- P07 - Maria Luiza II, com o remanescente da água não consumida no setor E, igual a 330 m³/dia.

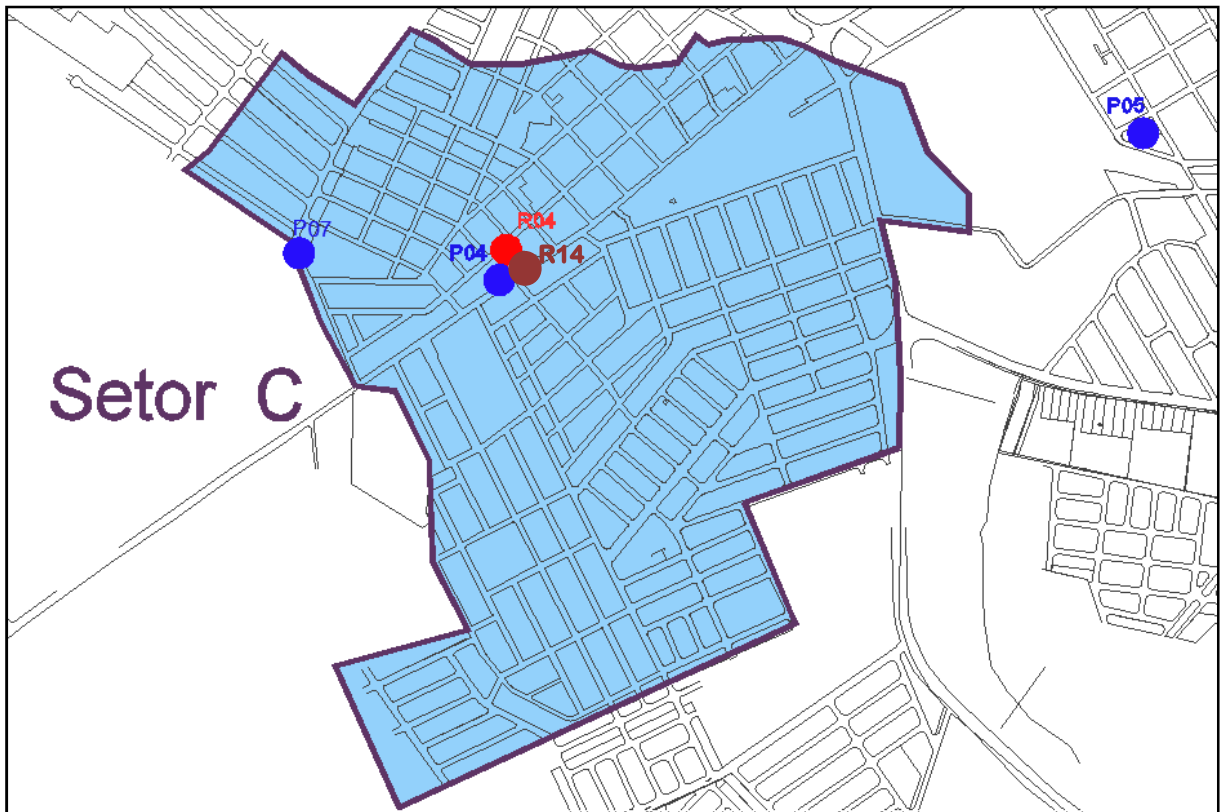


Figura 4.13 - Unidades produtoras e reservatórios - Setor C

O sistema reservação será composto por dois reservatórios, sendo um apoiado, a partir do qual se bombeia a água para o outro elevado. O sistema existente é composto somente pelo R04 - Santa Helena (elevado), portanto deverá ser construído um reservatório complementar (apoiado) e também a estação elevatória. As características são apresentadas a seguir.

Reservatório Santa Helena (R04)

- Tipo / Formato / Material = elevado / em taça / concreto;
- Volume útil = 320 m³;
- Altura de água no interior do reservatório = 12,7 m;
- Diâmetro superior = 15 m;
- Altura total = 31,7 m.

O novo reservatório (R14) será do tipo apoiado, com volume útil de 1300 m³. A estação elevatória deverá ter vazão de recalque de 381 m³/h.

Na Figura 4.14 é apresentado o fluxograma do sistema de abastecimento e, na Tabela 4.12, a síntese do balanço entre produção, reservação e consumo de água no setor C.

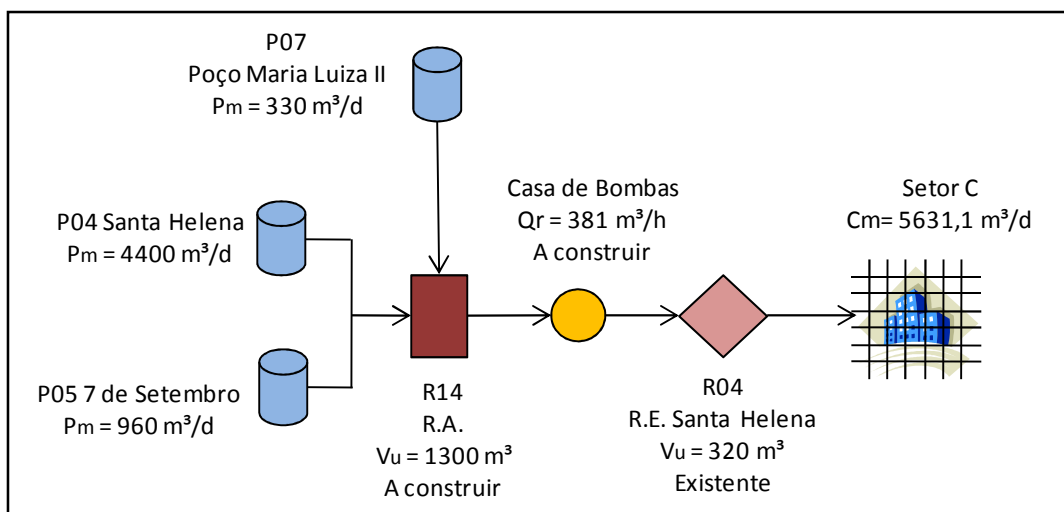


Figura 4.14 - Fluxograma do sistema de abastecimento -Setor C

Tabela 4.12 - Balanço entre produção, reservação e consumo de água - Setor C

Características do setor		Ano		
		2014	2024	2034
População (hab)		11956	12576	13174
Vazão no dia de maior consumo (m³/d)		5631,1	5575,3	5222,3
Índice de perdas (%)		49,50%	46,35%	40,00%
Produção	Sistemas produtores	P04, P05 e P07	P04, P05 e P07	P04, P05 e P07
	Vazão (m³/d)	5690	5690	5690
	Qp-Qc (m³/d)	58,9	114,7	467,7
Reservação	Reservatórios	R04 e R14	R04 e R14	R04 e R14
	Volume armazenado (m³)	1620	1620	1620
	Varm/Vc (%)	28,8%	29,1%	31,0%

4.3.3.4 Setor D

A localização do setor D é mostrada na Figura 4.15. Os bairros atendidos serão: Vila Americana, parte do Parque dos Ipês e do Centro.



Figura 4.15 - Localização do Setor D

Conforme mostrada na Figura 4.16, esse setor será abastecido integralmente pelos poços P03 -Tiro de Guerra e P06 - Nova Bariri, os quais produzem, 804 m³/d e 720 m³/d, respectivamente. A água deverá ser armazenada por meio de dois reservatórios: o R05 – Umuarama, já existente, e de um novo reservatório elevado a ser construído (R13), com volume útil de 100 m³. Para bombear a água entre os reservatórios, deverá ser construída estação elevatória com vazão de recalque de 94,5 m³/h. As características do reservatório Umuarama são apresentadas a seguir:

- Tipo/formato/material = apoiado/ cilíndrico/metálico;
- Volume útil = 266,5 m³;
- Altura de água no interior do reservatório = 10,7 m;
- Diâmetro interno = 5,9 m;
- Altura total = 11,4 m.

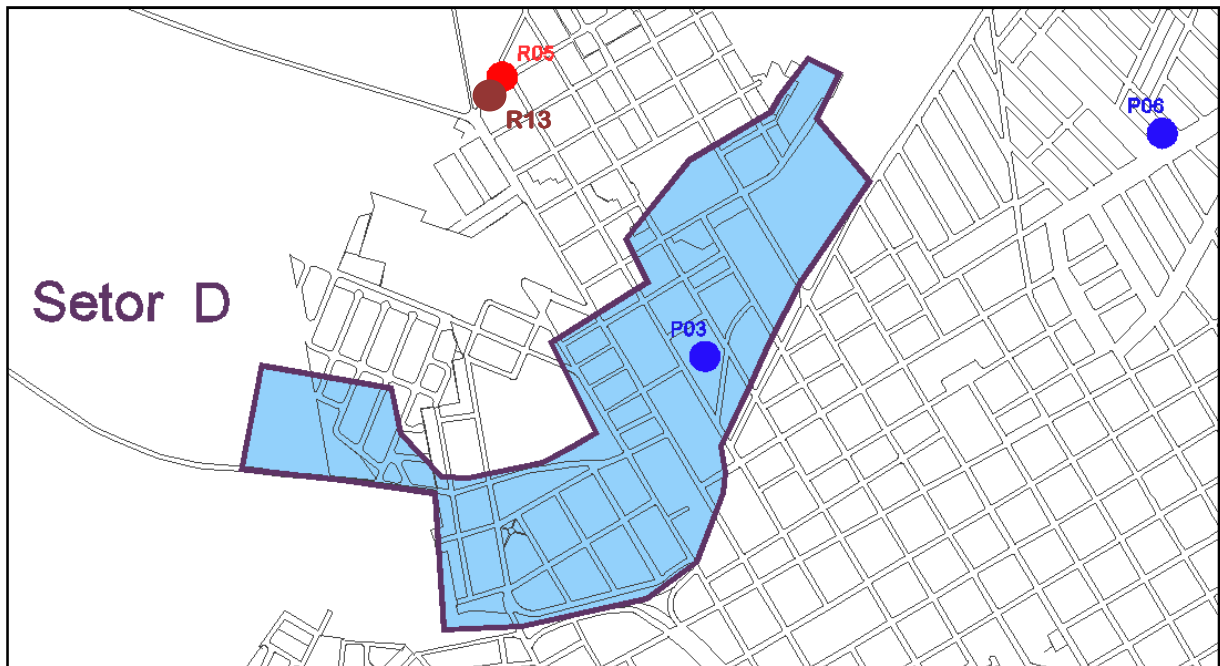


Figura 4.16 - Unidades Produtoras e Reservatórios -Setor D

O esquema de funcionamento do sistema é mostrado na Figura 4.17. O resumo do balanço entre produção, reservação e consumo está na Tabela 4.13. Apesar do reservatório Umuarama ser suficiente para atender o setor, será necessária a construção de um novo reservatório elevado para garantir as condições de pressão dinâmica mínima e pressão estática máxima na rede.

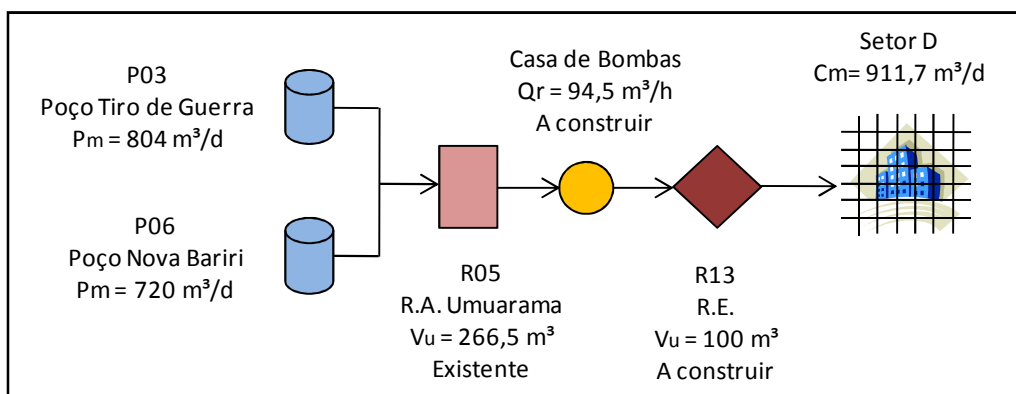


Figura 4.17 - Fluxograma do sistema de abastecimento - Setor D

Tabela 4.13 -Balanço entre produção, reservação e consumo -Setor D

Características do setor		Ano		
		2014	2024	2034
População (hab)		1936	2048	2211
Vazão no dia de maior consumo (m ³ /d)		911,7	907,7	876,3
Índice de perdas (%)		49,50%	46,35%	40,00%
Produção	Sistemas produtores	P03 e P06	P03 e P06	P03 e P06
	Vazão (m ³ /d)	1524	1524	1524
	Qp-Qc (m ³ /d)	612,3	616,3	647,7
Reservação	Reservatórios	R05 e R13	R05 e R13	R05 e R13
	Volume armazenado (m ³)	366,5	366,5	366,5
	Varm/Vc (%)	40,2%	40,4%	41,8%

4.3.3.5 Setor E

A única área abastecida por este setor será o bairro Maria Luiza III. A localização é mostrada na Figura 4.18.



Figura 4.18 -Localização do Setor E

O sistema produtor relacionado ao setor E será o poço P07 - Maria Luiza II e III, indicado na Figura 4.19. Apenas uma fração da sua produção será suficiente para o abastecimento, de 204 m³/d. O restante da produção desse poço será encaminhado para o setor C.

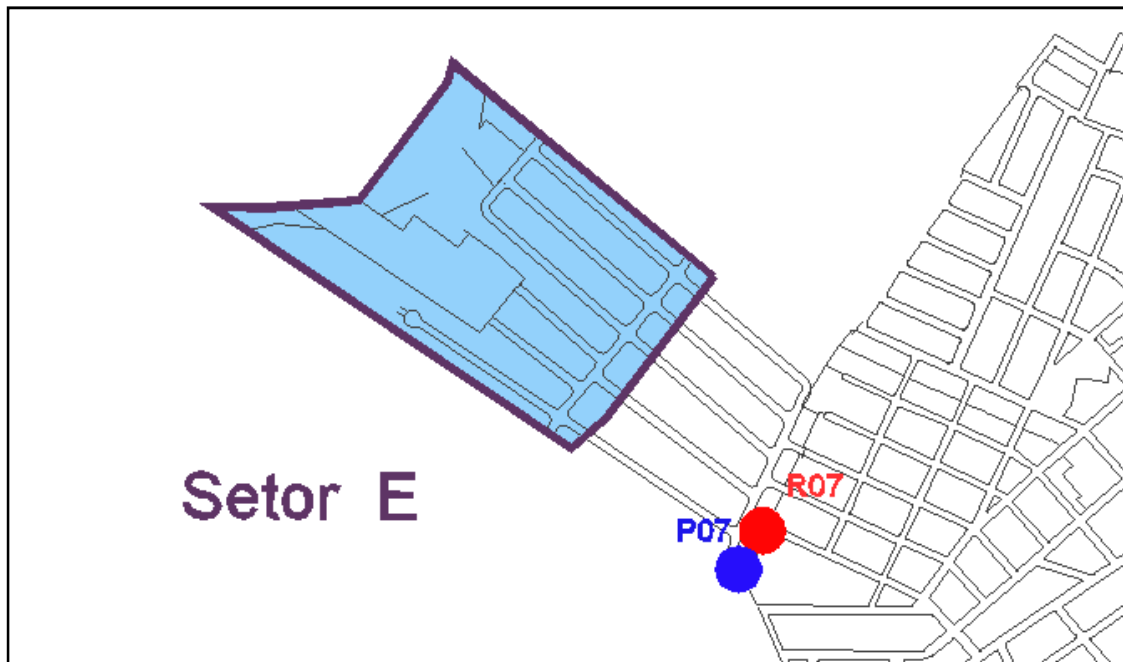


Figura 4.19 - Unidades produtoras e reservatórios - Setor E

A água será armazenada no reservatório R07 - Maria Luiza II e III, caracterizado a seguir:

- Tipo/formato/material = apoiado/ cilíndrico/metálico;
- Volume útil = 150,7 m³;
- Altura de água no interior do reservatório = 16 m;
- Diâmetro interno = 3,6 m;
- Altura total = 16,6 m.

O fluxograma do sistema de abastecimento é apresentado na Figura 4.20, assim como a síntese do balanço da produção, reservação e consumo é mostrado na Tabela 4.14.

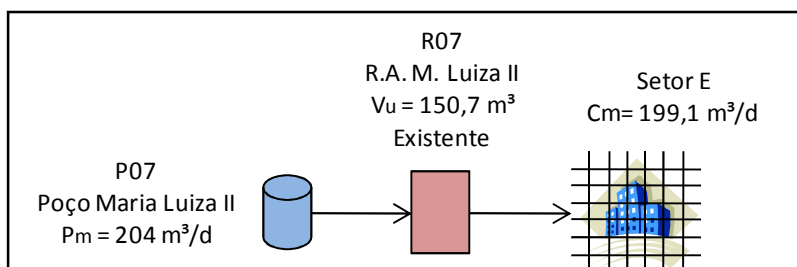


Figura 4.20 - Fluxograma do sistema de abastecimento - Setor E

Tabela 4.14 - Balanço entre produção, reservação e consumo - Setor E

Características do setor		Ano		
		2014	2024	2034
População (hab)		21	276	502
Vazão no dia de maior consumo (m³/d)		10,1	122,5	199,1
Índice de perdas (%)		49,50%	46,35%	40,00%
Produção	Sistemas produtores	P07	P07	P07
	Vazão (m³/d)	204	204	204
	Qp-Qc (m³/d)	193,9	81,5	4,9
Reservação	Reservatórios	R07	R07	R07
	Volume armazenado (m³)	150,7	150,7	150,7
	Varm/Vc (%)	1495,8%	123,0%	75,7%

4.3.3.6 Setor F

Na Figura 4.21 é mostrada a localização do setor F. Os bairros compreendidos são: Jardim Santo André e Jardim Garotinho.

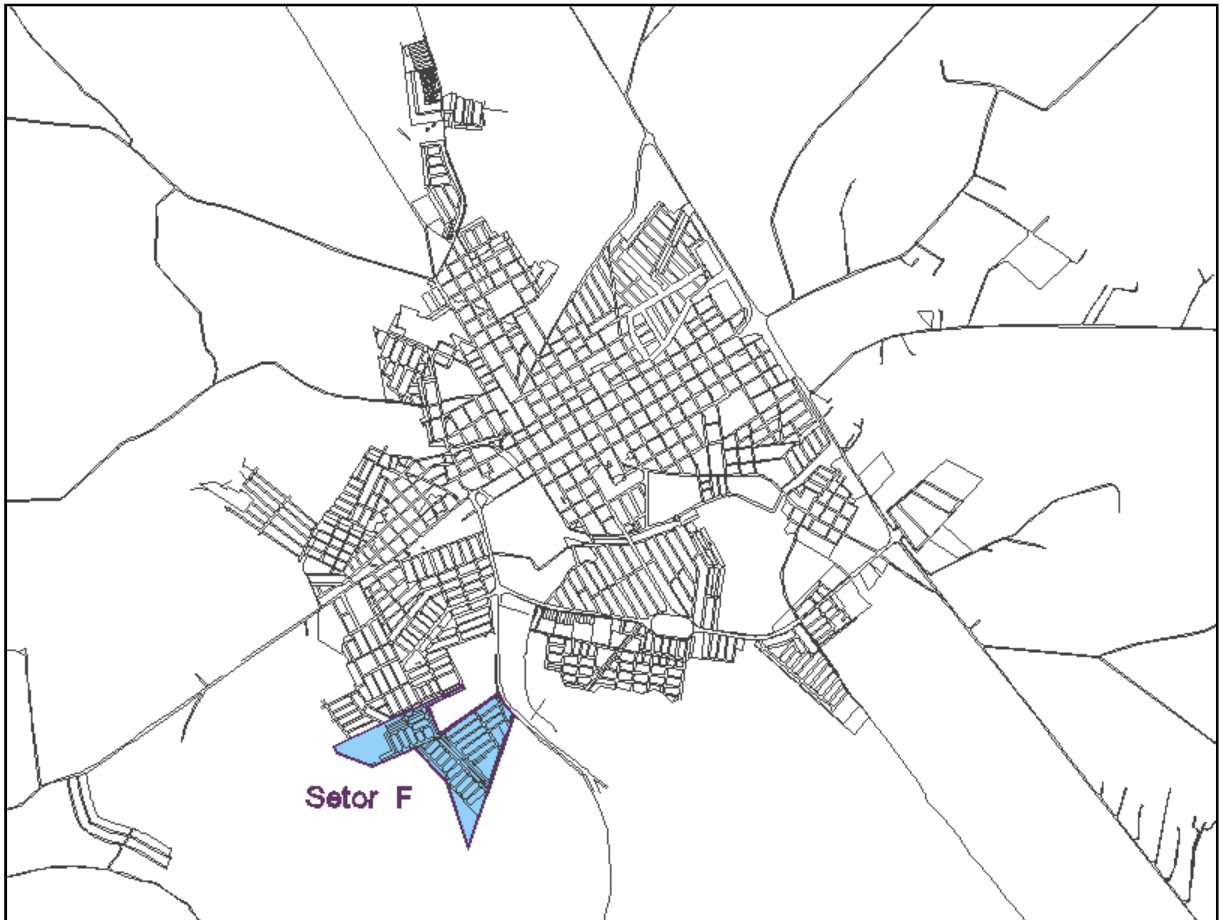


Figura 4.21 - Localização do Setor F

Conforme mostrado na Figura 4.22, o setor F será abastecido pelo poço P08 - Garotinho, com produção de 572 m³/d. No entanto, para atendimento da população no plano de 20 anos de projeto, deverá ser construído um novo poço (P12), com produção de 1000 m³/dia.

O sistema de reservação será constituído pelo reservatório R08 - Garotinho e em um reservatório elevado adicional (R12), a ser construído, com volume útil de 150 m³. O bombeamento de água do R08 para o R12 deverá ser feito por estação elevatória com vazão de recalque de 35,5 m³/h.

As características do reservatório R08 - Garotinho são:

- Tipo/formato/material = apoiado/ cilíndrico/metálico;
- Volume útil = 263,4 m³;
- Altura de água no interior do reservatório = 11 m;
- Diâmetro interno = 5,6 m;
- Altura total = 12,2 m.

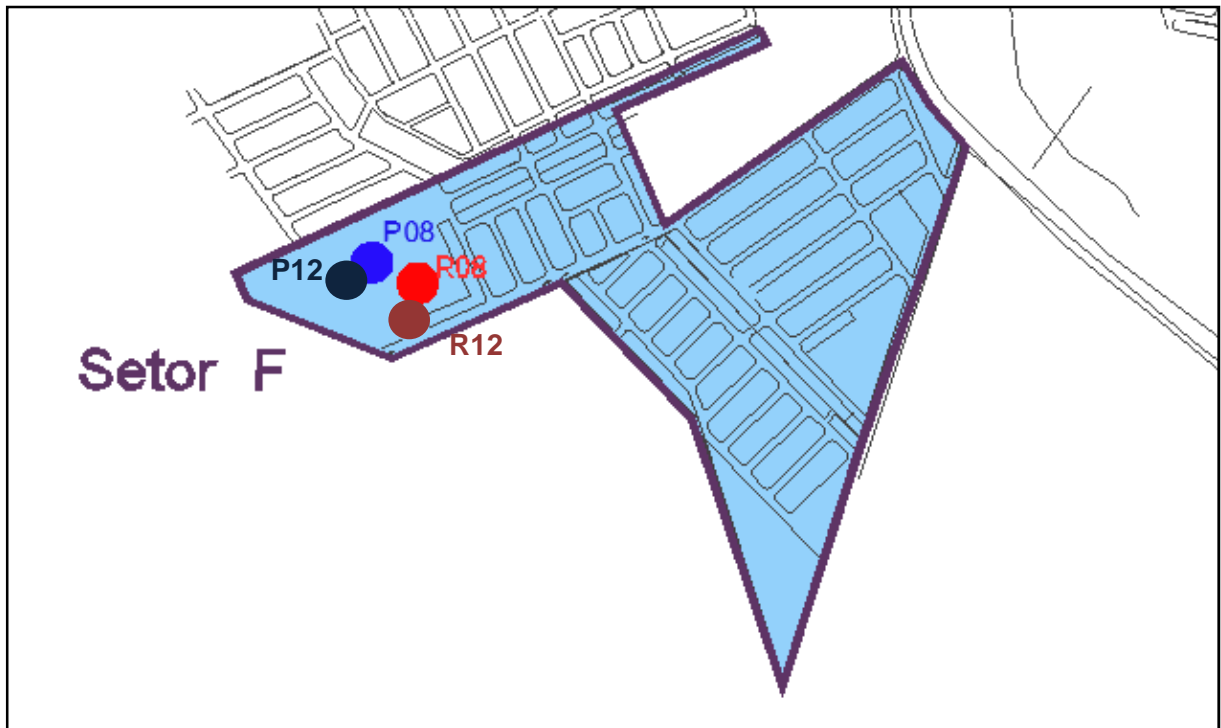


Figura 4.22 - Unidades produtoras e reservatórios - Setor F

O esquema de funcionamento do sistema é mostrado na Figura 4.23. O resumo do balanço entre produção, reservação e consumo é dado na Tabela 4.15.

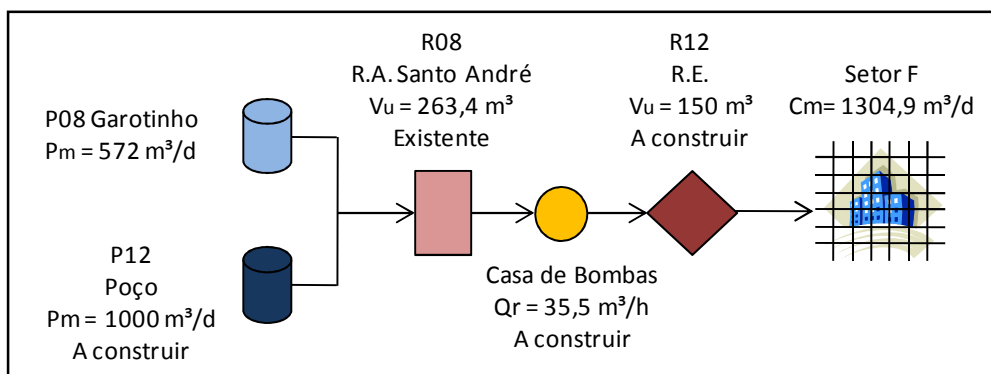


Figura 4.23 - Fluxograma do sistema de abastecimento - Setor F

Tabela 4.15 - Balanço entre produção, reservação e consumo - Setor F

Características do setor		Ano		
		2014	2024	2034
População (hab)		1106	2211	3292
Vazão no dia de maior consumo (m ³ /d)		520,7	980,1	1304,9
Índice de perdas (%)		49,50%	46,35%	40,00%
Produção	Sistemas produtores	P08	P08 e P12	P08 e P12
	Vazão (m ³ /d)	572	1572	1572
	Qp-Qc (m ³ /d)	51,3	591,9	267,1
Reservação	Reservatórios	R08 e R12	R08 e R12	R08 e R12
	Volume armazenado (m ³)	413,4	413,4	413,4
	Varm/Vc (%)	79,4%	42,2%	31,7%

4.3.3.7 Setor G

Este setor atenderá os bairros Jardim Primavera I e II, Jardim Lucyla, Residencial Viva Mais Bariri, Jardim Europa, Jardim Atenas, parte do Jardim Maria Luiza I, do Cidade Jardim e do Yang. A localização é apresentada na Figura 4.24.

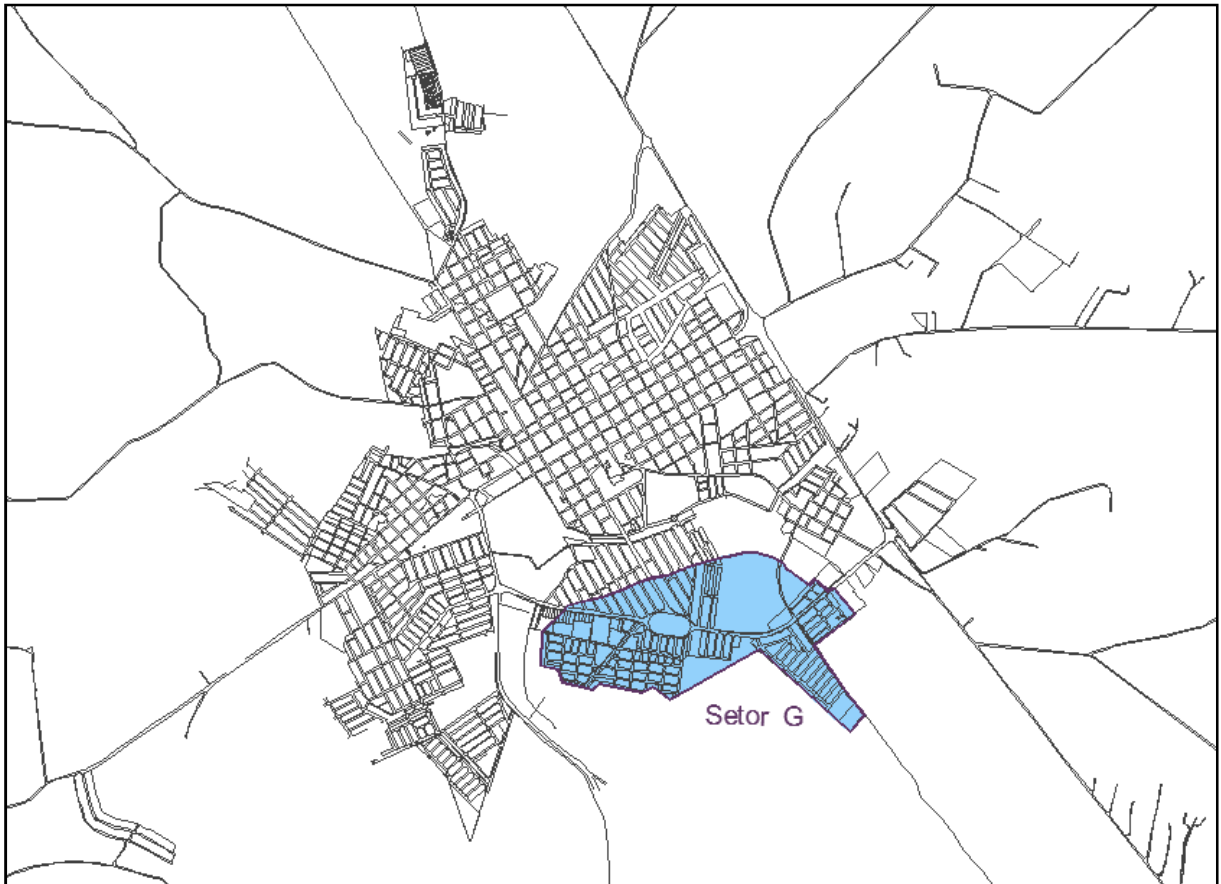


Figura 4.24 -Localização do Setor G

4.3.3.7.1 Alternativa 1 - Manancial São Luiz (ETA)

Considerando essa alternativa, o setor G será abastecido pelo poço P09 - Primavera II, com produção de 1000 m³/d, e, pelo remanescente do sistema produtor São Luiz (ETA), equivalente a 1346 m³/d, conforme mostrado na Figura 4.25.

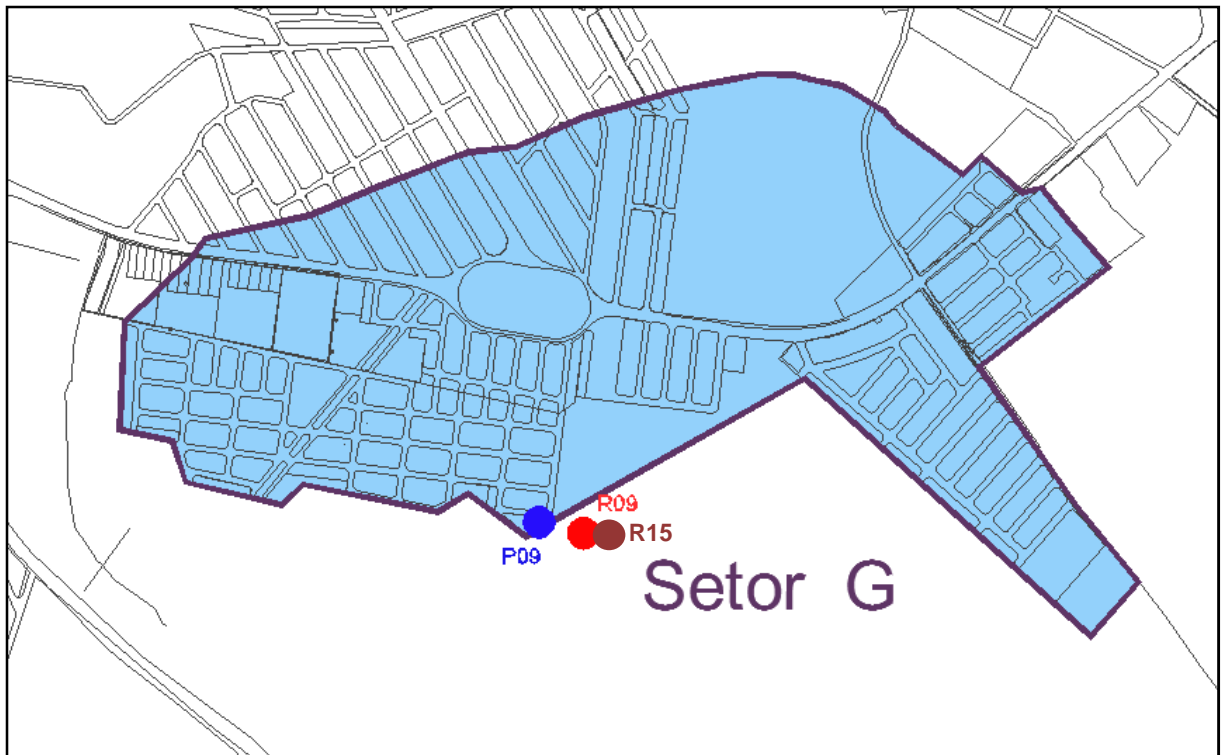


Figura 4.25 - Unidades produtoras e reservatórios -Setor G

O sistema de reservação será composto pelo reservatório R09 - Primavera II e um reservatório apoiado adicional (R15), o qual deverá ser construído com volume útil de 250 m³. As características do R09 são apresentadas a seguir:

- Tipo/formato/material = Elevado/cilíndrico/metálico;
- Volume útil = 404,1 m³;
- Altura de água no interior do reservatório = 28,5 m;
- Diâmetro interno = 6,7 m;
- Altura total = 29 m.

O recalque da água do reservatório apoiado para o elevado será feito por estação elevatória com vazão de 131,4 m³/d, a qual deverá ser construída.

O fluxograma do sistema de abastecimento é apresentado na Figura 4.26, assim como a síntese do balanço da produção, reservação e consumo é mostrado na Tabela 4.16.

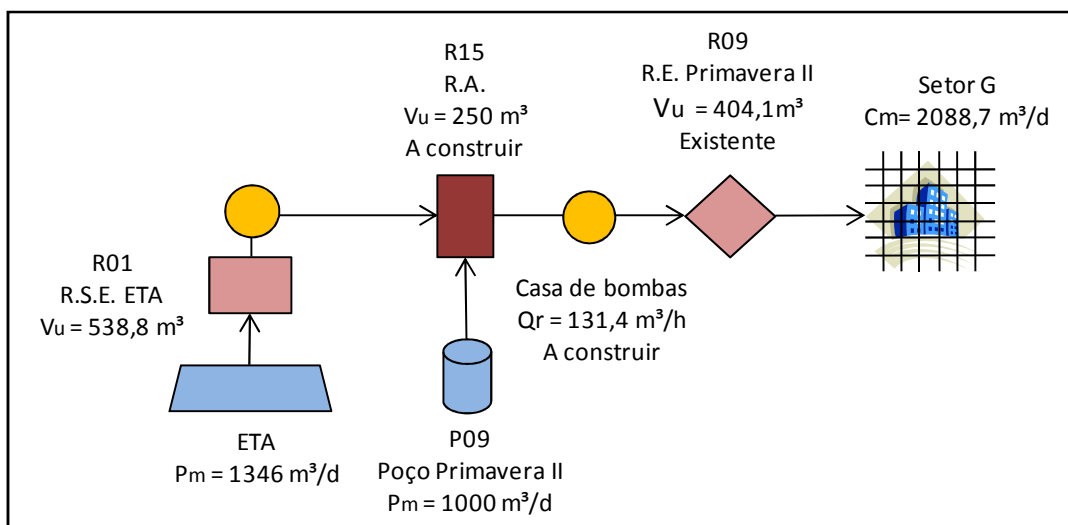


Figura 4.26 - Fluxograma do sistema de abastecimento - Setor G, Alternativa 1

Tabela 4.16 - Balanço entre produção, reservação e consumo - Setor G, Alternativa 1

Características do setor		Ano		
		2014	2024	2034
População (hab)		1612	3472	5269
Vazão no dia de maior consumo (m³/d)		759,3	1539,3	2088,7
Índice de perdas (%)		49,50%	46,35%	40,00%
Produção	Sistemas produtores	P09 e ETA	P09 e ETA	P09 e ETA
	Vazão (m³/d)	1735	2022	2346
	Qp-Qc (m³/d)	975,7	482,7	257,3
Reservação	Reservatórios	R09, R15	R09, R15	R09, R15
	Volume armazenado (m³)	654,1	654,1	654,1
	Varm/Vc (%)	86,1%	42,5%	31,3%

4.3.3.7.2 Alternativa 2 - Manancial subterrâneo (novo poço)

Considerando essa alternativa, a fração de água proveniente do sistema produtor São Luiz (ETA) será substituída por um novo poço a ser implantado no Setor G, com produção equivalente a 1200 m³/d.

O sistema de reservação não será alterado em relação à Alternativa 1.

Na Figura 4.27 é mostrado o fluxograma de funcionamento desse sistema e, na Tabela 4.17, o balanço entre produção, reservação e consumo.

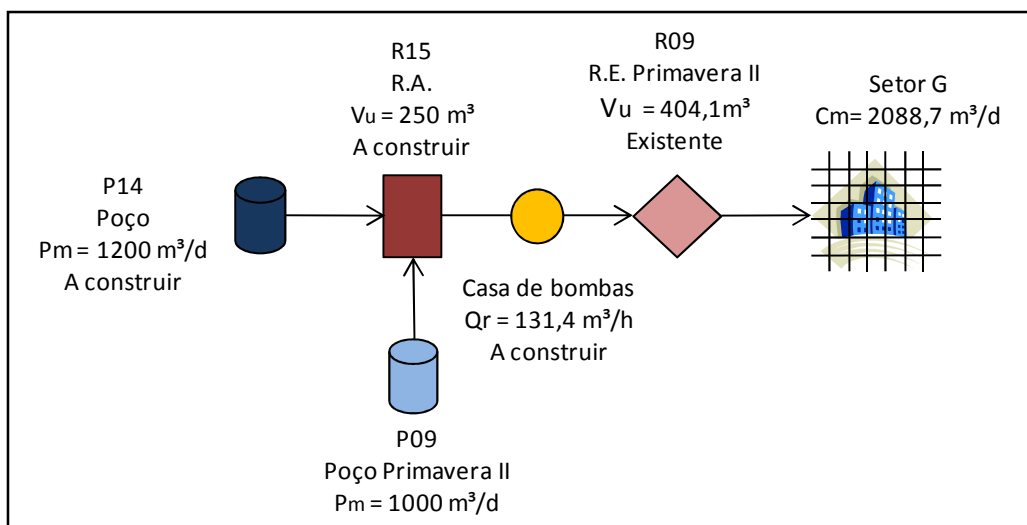


Figura 4.27 - Fluxograma do sistema de abastecimento - Setor G, Alternativa 2

Tabela 4.17 - Balanço entre produção, reservação e consumo - Setor G, Alternativa 2

Características do setor		Ano		
		2014	2024	2034
População (hab)		1612	3472	5269
Vazão no dia de maior consumo (m^3/d)		759,3	1539,3	2088,7
Índice de perdas (%)		49,50%	46,35%	40,00%
Produção	Sistemas produtores	P09	P09 e P14	P09 e P14
	Vazão (m^3/d)	1000	2200	2200
	$Q_p - Q_c$ (m^3/d)	240,7	660,7	111,3
Reservação	Reservatórios	R09, R15	R09, R15	R09, R15
	Volume armazenado (m^3)	654,1	654,1	654,1
	V_{arm}/V_c (%)	86,1%	42,5%	31,3%

4.3.3.8 Setor H

Os principais bairros atendidos pelo setor H serão: Residencial Mirágua, Residencial Ecoville, Residencial Canto Verde, Viuval Residencial, Jardim das Américas, Jardim Beltrame II e parte do Parque dos Ipês. A localização é mostrada na Figura 4.28.

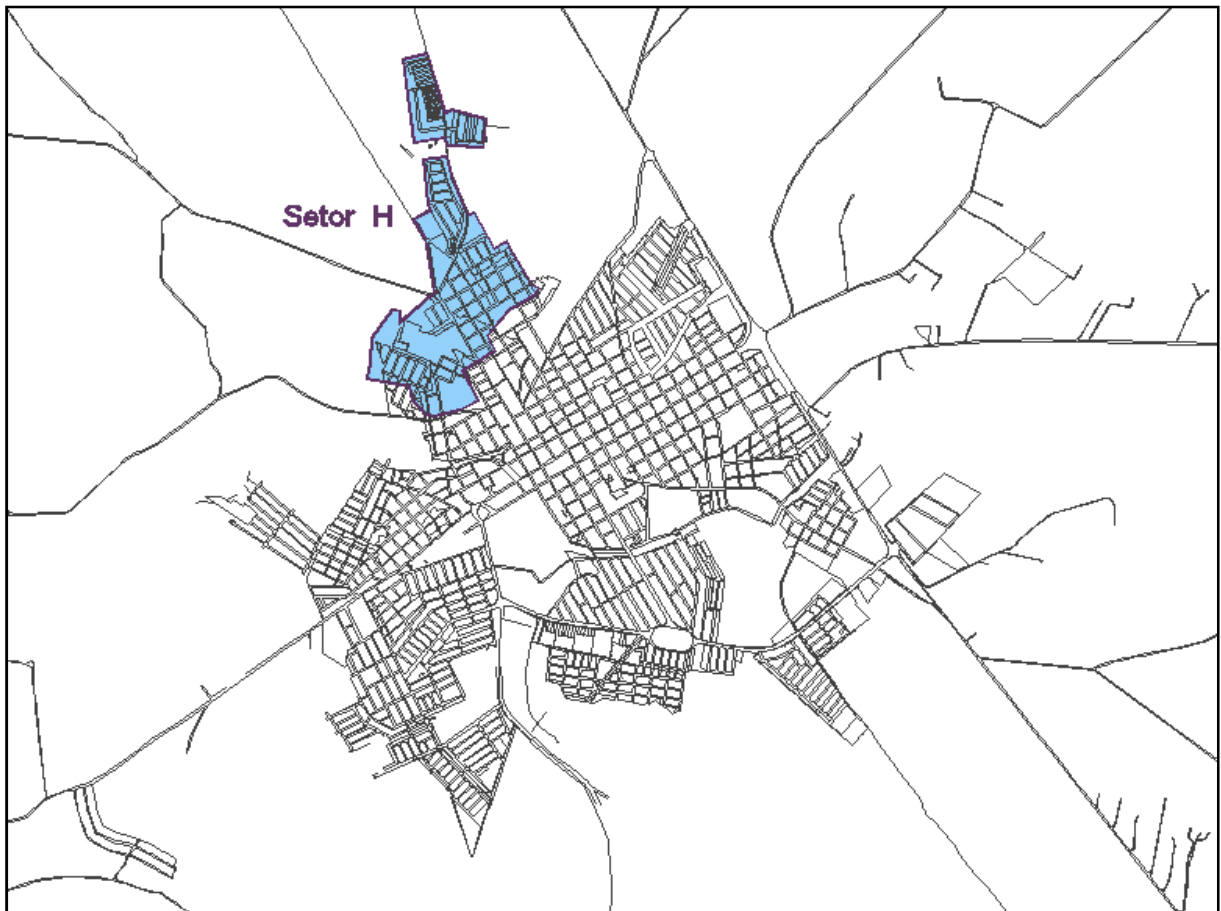


Figura 4.28 - Localização do setor H

Conforme indicado na Figura 4.29, os sistemas produtores do setor H serão os poços P10 - Mirágua e P11 - Jardim das Américas, com a produção de 400 m³/d e 1000 m³/d, respectivamente. O sistema de abastecimento será composto pelo reservatório R10 - Mirágua e pelo R11 - Jardim das Américas, a ser construído, o qual será elevado, com volume útil de 400 m³. As características do reservatório Mirágua são:

- Tipo/formato/material = apoiado/ cilíndrico/metálico;
- Volume útil = 18,8 m³;
- Altura de água no interior do reservatório = 11,5 m;
- Diâmetro interno = 1,5 m;
- Altura total = 12,3 m.

Será construída também a estação elevatória para recalcar a água do reservatório R10 para o R11, a qual terá vazão de 70 m³/d.

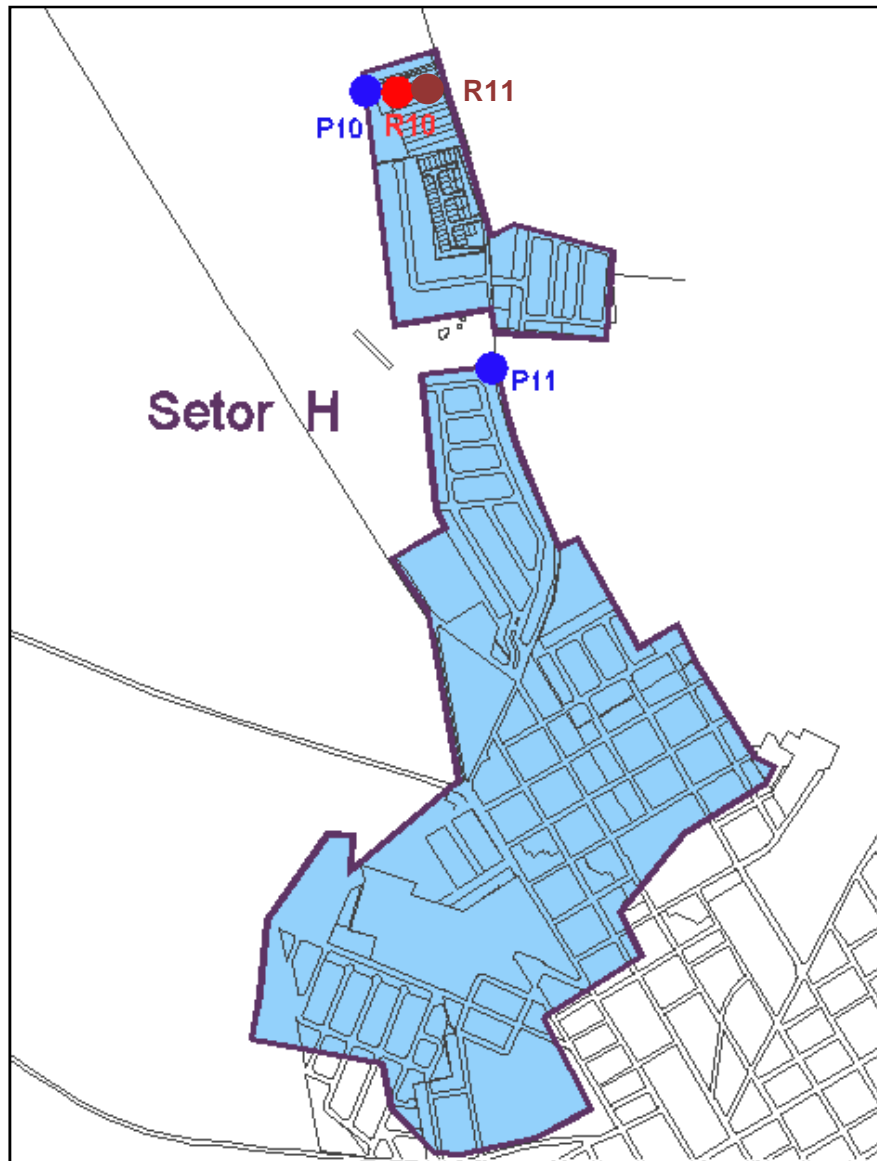


Figura 4.29 -Unidades produtoras e reservatórios - Setor H

O fluxograma do sistema de abastecimento é apresentado na Figura 4.30. Na Tabela 4.18 se encontra a síntese do balanço da produção, reservação e consumo no setor.

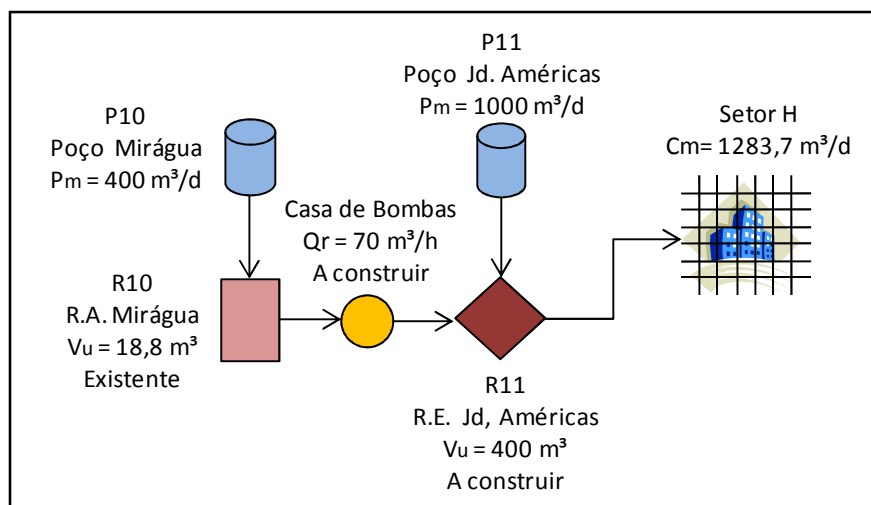


Figura 4.30 - Fluxograma do sistema de abastecimento - Setor H

Tabela 4.18 - Balanço entre produção, reservação e consumo - Setor H

Características do setor		Ano		
		2014	2024	2034
População (hab)		1760	2426	3238
Vazão no dia de maior consumo (m³/d)		829,0	1075,6	1283,7
Índice de perdas (%)		49,50%	46,35%	40,00%
Produção	Sistemas produtores	P10 e P11	P10 e P11	P10 e P11
	Vazão (m³/d)	1400	1400	1400
	Qp-Qc (m³/d)	571,0	324,4	116,3
Reservação	Reservatórios	R10 e R11	R10 e R11	R10 e R11
	Volume armazenado (m³)	418,8	418,8	418,8
	Varm/Vc (%)	50,5%	38,9%	32,6%

4.4 RESERVAÇÃO DE ÁGUA TRATADA

A água será distribuída nos setores a partir dos respectivos reservatórios que alimentarão as redes em questão. Esses reservatórios atenderão às variações do consumo, também servindo às demandas de emergência (por exemplo: incêndios) e suprimindo a demanda da população caso ocorra algum problema nas fases anteriores (captação, adução e tratamento da água).

Na Tabela 4.19 é apresentado o resumo com todos os reservatórios de água tratada existentes e previstos, bem como o volume útil dos mesmos.

Tabela 4.19 - Resumo dos reservatórios de água tratada

Reservatório	Volume útil (m³)	Situação	Setor
R01 - ETA	538,8	implantado	B
R02 - Barracão Prefeitura	329,2	implantado	A
R03 - Barracão Prefeitura	870,5	implantado	A e B
R04 - Santa Helena	320,0	implantado	C
R05 - Umuarama	266,5	implantado	D
R06 - Jardim Maravilha/Ipês	284,8	a ser desativado	---
R07 - Maria Luiza II	150,7	implantado	E
R08 - Santo André	263,4	implantado	F
R09 - Primavera II	404,1	implantado	G
R10 - Mirágua	18,38	implantado	H
R11	400	a ser construído	H
R12	150	a ser construído	F
R13	100	a ser construído	D
R14	1300	a ser construído	C
R15	250	a ser construído	G

4.5 ADUÇÃO DE ÁGUA TRATADA

No projeto de setorização do município de Bariri foi considerada a eliminação da distribuição em marcha das adutoras de água tratada do município.

A localização das adutoras na cidade de Bariri foi apresentada no Relatório 01. No Relatório 05 serão apresentados o traçado e a vazão aduzida, junto ao modelo hidráulico da rede de abastecimento.

4.6 ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ÁGUA TRATADA

As vazões das estações elevatórias de recalque (do reservatório enterrado, semi enterrado ou apoiado) do sistema de abastecimento são apresentadas na Tabela 4.20.

Tabela 4.20 - Vazões de recalque por setor de abastecimento nos anos de 2024 e 2034

Setor de abastecimento	Vazão de recalque (m ³ /h)		
	2014	2024	2034
A	205	194	174
B	405	388	368
C	381	381	284
D	94	94	94
E	10	123	199
F	35	97	97
G	97	113	131
H	70	70	70



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com o cronograma proposto e apresentado na Tabela 5.1, as próximas atividades a serem desenvolvidas pela equipe da Hidrosan para o Plano Diretor de Água do Município de Bariri, correspondem à ETAPA E, que compreende a elaboração do texto final da alternativa escolhida, bem como o cronograma orçamentário de implantação.

A concepção do sistema de distribuição e reservação será finalizada no próximo relatório, dependendo da aprovação da proposta de setorização apresentada neste Relatório 04.



Tabela 5.1 - 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	█	█	█	█															
ETAPA B	Finalizada		█	█	█	█	█	█												
ETAPA C	Finalizada				█	█	█	█	█	█										
ETAPA D	Finalizada								█	█	█	█	█	█						
ETAPA E	E1. Elaboração do texto final da alternativa escolhida															█	█	█	█	
	E2. Elaboração de cronograma orçamentário de implantação															█	█	█	█	█
	E3. Elaboração e entrega do relatório final																█	█	█	█
	E4. Reunião para apresentação e consolidação dos resultados																			█



6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 12.218 – Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público. Rio de Janeiro, 1994.

HELLER L., PÁDUA L. Abastecimento de água para consumo humano. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: <www.ibge.gov.br/> Acessado em 10 de fevereiro de 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Painel de resultados - Censo 2010. Disponível em: < <http://www.censo2010.ibge.gov.br/painel/?nivel=st>> Acessado em: 15 de abril de 2014.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BARIRI. Disponível em: <<http://www.bariri.sp.gov.br/>> Acessado em 15 de abril de 2014.

SERVIÇO DE ÁGUA E ESGOTO DO MUNICÍPIO DE BARIRI (SAEMBA). Disponível em: <<http://saemba.sp.gov.br/>> Acessado em 14 de abril de 2014.

PLANILHA UTILIZADA (fornecida pelo SAEMBA): Relatório de grandes consumidores. Enviada em 28 de abril de 2014.

ANEXO 1

PEÇAS GRÁFICAS

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