



SERVIÇO DE ÁGUA E ESGOTO DO MUNICÍPIO DE BARIRI

PLANO DIRETOR DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE BARIRI/SP

RELATÓRIO 03

Projeção populacional e balanço hídrico

Fevereiro 2014



PLANO DIRETOR DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE BARIRI/SP

SERVIÇO DE ÁGUA E ESGOTO DO MUNICÍPIO DE BARIRI - SAEMBA



RELATÓRIO 03

[Projeção Populacional]

[Projeção da Demanda de água e Balanço Hídrico]

Fevereiro 2014



SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	1
2	ESTUDOS DEMOGRÁFICOS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO.....	2
2.1	DADOS POPULACIONAIS	2
2.2	CRESCIMENTO POPULACIONAL	2
2.3	DETERMINAÇÃO DA POPULAÇÃO A SER ATENDIDA.....	11
3	PROJEÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA	15
3.1	PARÂMETROS DE PROJETO.....	15
3.1.1	Consumo médio per capita	15
3.1.2	Coeficiente do dia de maior consumo (K_1).....	15
3.1.3	Coeficiente da hora de maior consumo (K_2)	15
3.2	CONSUMO ATUAL.....	16
3.3	EVOLUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA NOS PRÓXIMOS 20 ANOS.....	18
3.3.1	Cenário de consumo 1 (CC 1)	18
3.3.2	Cenário de consumo 2 (CC 2)	20
3.3.3	Cenário de consumo 3 (CC 3)	22
4	BALANÇO HÍDRICO	25
4.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	25
4.2	CENÁRIOS DE PRODUÇÃO HÍDRICA	26
4.2.1	Cenário de Produção A (CP A)	26
4.2.2	Cenário de Produção B (CP B)	27
4.3	PRODUÇÃO X CONSUMO.....	28
4.4	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	32
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35



1 APRESENTAÇÃO

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

O trabalho foi dividido em cinco etapas. Neste relatório (Relatório R03) são apresentados os resultados da ETAPA C, composta pelas seguintes atividades:

- Atividade C1: Projeção Populacional;
- Atividade C2: Projeção da Demanda de água e Balanço Hídrico.

2 ESTUDOS DEMOGRÁFICOS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

2.1 DADOS POPULACIONAIS

Na Tabela 2.1, são apresentados os dados acerca da população total de Bariri, extraídos dos Censos Demográficos do IBGE a partir de 1970. São mostradas também as taxas de crescimento anual entre os períodos de realização do censo e a taxa acumulada em relação a 2010. Nota-se que a partir de 1991 houve a desaceleração do crescimento da população de Bariri. Tal comportamento segue a tendência de decréscimo observada no Brasil desde a década de sessenta.

Tabela 2.1- Dados da população total de Bariri e taxas de crescimento

Ano	População (hab)	Taxa de crescimento em relação ao censo anterior	Taxa de crescimento em relação a 2010
1970	17.497	-	1,49%
1980	19.894	1,29%	1,55%
1991	24.542	1,93%	1,34%
2000	28.224	1,57%	1,13%
2010	31.593	1,13%	-

2.2 CRESCIMENTO POPULACIONAL

As obras de saneamento devem ser projetadas para atender a determinada população, correspondente ao crescimento demográfico no horizonte de projeto. Dessa forma, projetou-se a população para o período de projeto de 20 anos, a partir de 2014. Foram usados diferentes métodos para o estudo demográfico, citados a seguir:

- Método Polinomial

Os dados da população de Bariri de 1970 a 2010 foram plotados em um gráfico de dispersão xy e ajustados a uma curva polinomial de segundo grau. A equação polinomial resultante foi:

$$y = 1,223x^2 - 4.503,334x + 4.141.313,392 \text{ (coeficiente de correlação } R^2 = 0,99)$$

Em que:

x: ano de projeção;

y: população projetada para o ano x.

Como resultado final obteve-se a população de 42.477 habitantes para o ano de final de plano (2034).

- Método Exponencial

Os dados da população de Bariri de 1970 a 2010, apresentados na Tabela 2.1, foram plotados em um gráfico de dispersão xy e ajustados a uma curva exponencial. A equação exponencial resultante foi de aproximadamente:

$$y = (1,32 \times 10^{-9}) \cdot e^{0,015x} \text{ (coeficiente de correlação } R^2 = 0,99)$$

Em que:

x: ano de projeção;

y: população projetada para o ano x.

A equação exponencial resultante forneceu como resultado a população de 46.570 habitantes para o ano de 2034.

- Método aritmético

O método aritmético admite que a população varie linearmente com o tempo. Neste caso, calculou-se o coeficiente k, com base nos dados populacionais dos últimos censos (2000 e 2010), obtendo-se $k = 337 \text{ hab/ano}$. O resultado encontrado para o ano de 2034 foi de 39.679 habitantes.

- Método geométrico

Para o cálculo da população, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$P_t = P_0 \cdot (1 + TG)^{t-t_0}$$

Em que:

P_t : população no tempo t;

P_0 : população inicial em 2010;

t: ano de projeção;

t_0 : ano 2010;

TG: taxa geométrica de crescimento anual.

Foram analisadas três taxas geométricas de crescimento com base nas taxas observadas nas últimas décadas:

- $TG_1 = 1,49\%$, referente ao período de 1970 a 2010;
- $TG_2 = 1,55\%$, referente ao período de 1980 a 2010;
- $TG_3 = 1,34\%$, referente ao período de 1991 a 2010;
- $TG_4 = 1,13\%$, referente ao período de 2000 a 2010;

Os resultados são apresentados na Tabela 2.2.

Tabela 2.2 – População em 2034, aplicação do método geométrico

Taxa geométrica de crescimento		População em 2034 (hab)
TG_1	1,49%	45.037
TG_2	1,55%	45.739
TG_3	1,34%	43.465
TG_4	1,13%	41.412

A síntese dos resultados obtidos através dos métodos estudados é apresentada na Tabela 2.3.

Tabela 2.3 - Estimativa da população de Bariri em 2034 pelos diferentes métodos de estudo demográfico

Método	População em 2034 (hab)
Aritmético	39.679
Exponencial	46.570
Polinomial	42.477
Geométrico $TG_1 = 1,49\%$	45.037
Geométrico $TG_2 = 1,55\%$	45.739
Geométrico $TG_3 = 1,34\%$	43.465
Geométrico $TG_4 = 1,13\%$	41.412

Com base na Tabela 2.3, nota-se que as menores estimativas resultaram dos métodos aritmético e geométrico com taxa de crescimento igual a 1,13%. Por outro lado, os maiores valores foram obtidos através dos métodos exponencial e geométrico com taxa de crescimento igual a 1,55%.

Devido à grande variação dos resultados obtidos pelos diferentes métodos, optou-se por realizar a análise comparativa com outros municípios com características semelhantes à Bariri, utilizando-se, para tanto, o método da extrapolação gráfica.

Os municípios selecionados para análise do crescimento demográfico foram Ibitinga, Itápolis, Pederneiras e Taquaritinga. Tais municípios foram escolhidos por apresentarem comportamento semelhante à Bariri, sendo localizados na mesma região do interior do Estado de São Paulo. Além disso, todos já tiveram a mesma população contabilizada no censo 2010 do IBGE para Bariri (31.593 habitantes) e possuem IDH próximo a 0,750, conforme mostrado na Tabela 2.4.

Tabela 2.4 - IDH dos municípios selecionados para comparação com Bariri

Cidade	IDH 2010
Bariri	0,750
Ibitinga	0,747
Itápolis	0,744
Pederneiras	0,739
Taquaritinga	0,748

Fonte: Atlas do desenvolvimento humano no Brasil, 2014

A Tabela 2.5 contém os dados populacionais de Bariri, do estado de São Paulo e das cidades escolhidas. Foram consideradas as populações totais levantadas pelos censos do IBGE, desde 1970. As respectivas taxas geométricas de crescimento dos municípios são mostradas na Tabela 2.6.

Tabela 2.5 - População total dos municípios

Cidade	População total (hab)				
	1970	1980	1991	2000	2010
Bariri	17.497	19.894	24.542	28.224	31.593
Ibitinga	23.968	29.141	38.242	46.620	53.158
Itápolis	20.711	25.981	33.053	37.750	40.051
Pederneiras	18.399	26.107	32.021	36.614	41.497
Taquaritinga	27.518	35.929	46.992	52.065	53.988
Estado SP	17.770.975	25.042.074	31.588.925	37.032.403	41.262.199

Fonte: SIDRA, IBGE, 2014

Tabela 2.6 - Taxa anual de crescimento populacional dos municípios

Cidade	Taxa de crescimento da população total			
	1970-1980	1980-1991	1991-2000	2000-2010
Bariri	1,29%	1,93%	1,57%	1,13%
Ibitinga	1,97%	2,50%	2,23%	1,32%
Itápolis	2,29%	2,21%	1,49%	0,59%
Pederneiras	3,56%	1,87%	1,50%	1,26%
Taquaritinga	2,70%	2,47%	1,15%	0,36%
Estado SP	3,49%	2,13%	1,78%	1,09%

Com base nas Tabelas 2.5 e 2.6, foram também elaboradas as Figuras 2.1 e 2.2, que representam graficamente tais informações.

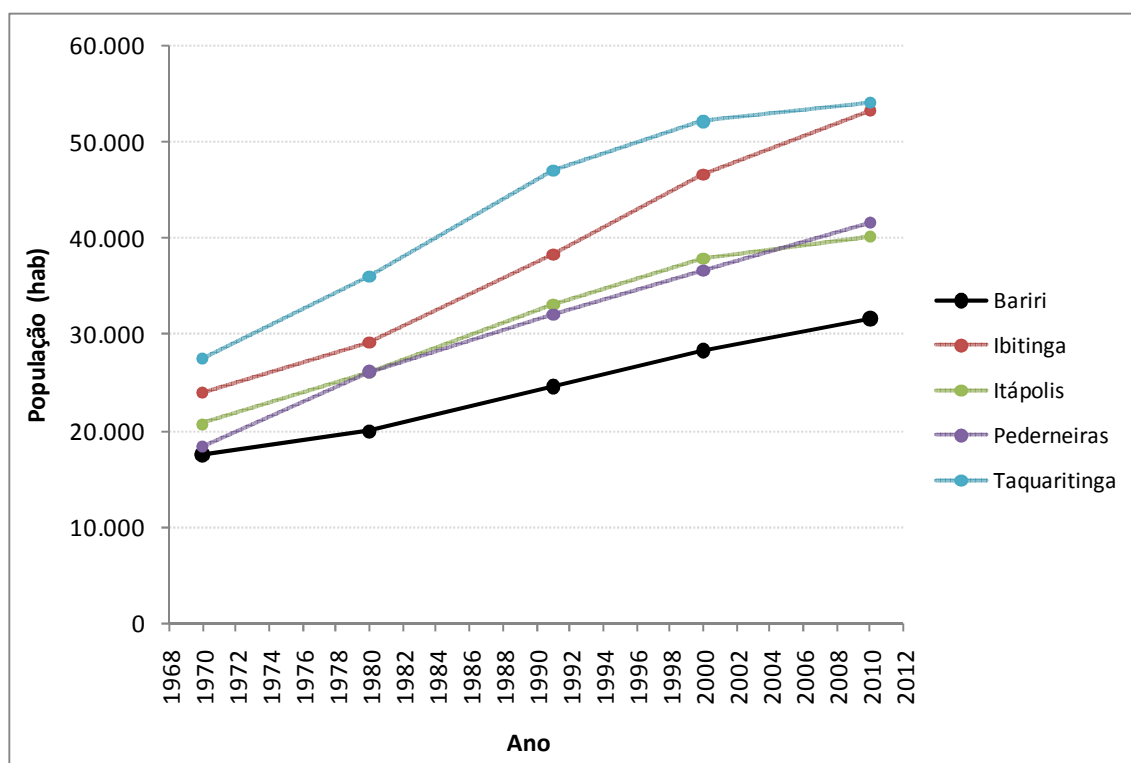


Figura 2.1 - Crescimento da população de Bariri das cidades selecionadas a partir de 1970

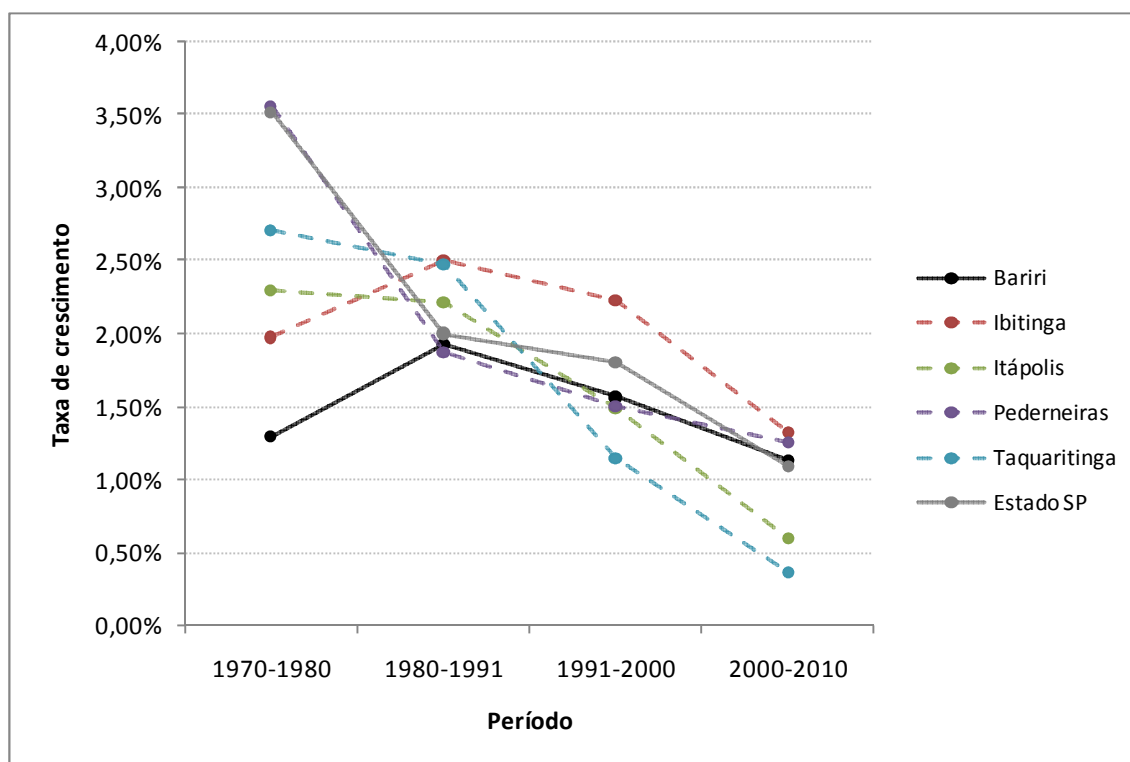


Figura 2.2 - Taxa de crescimento de Bariri, das cidades selecionadas e do Estado de São Paulo

Observa-se que, no período entre 1970 e 2010, a população aumentou em todas as cidades analisadas, bem como no Estado de São Paulo. Porém, enquanto a taxa de crescimento da maioria das cidades apresentou comportamento decrescente desde 1970, em Bariri e Ibitinga esse comportamento só começou a ser observado a partir de 1991.

Para estimar o crescimento populacional do município de Bariri, tendo como base o crescimento da população dos municípios selecionados, foi determinado o ano no qual cada município apresentou a população de 31.593 habitantes (verificada para Bariri no censo de 2010) e as curvas de crescimento foram deslocadas a partir desse ano para o ano de 2010, conforme a Figura 2.3

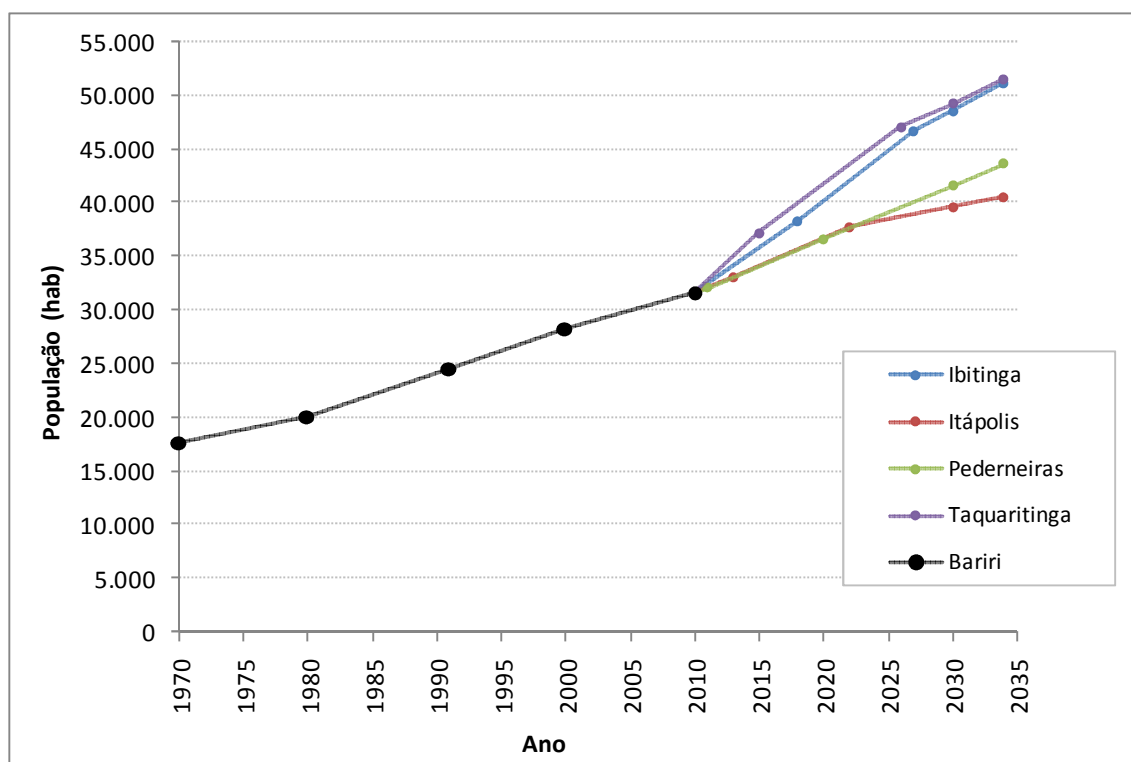


Figura 2.3 - Aplicação do método da extrapolação gráfica

Com base nos resultados da extrapolação gráfica e dos demais métodos, considerou-se que a curva relacionada a Pederneiras é a mais adequada para representar a evolução populacional de Bariri no plano de projeto, resultando na população total de aproximadamente 43.629 habitantes, em 2034.

A evolução populacional de Bariri a partir da curva de Pederneiras representa a taxa geométrica de crescimento igual a 1,35% ao ano durante o período de estudo. Tal taxa foi adotada para a projeção populacional de Bariri.

Na Figura 2.4 é apresentado graficamente o crescimento populacional de Bariri segundo a curva de crescimento adotada e os demais métodos estudados. Os dados populacionais dos últimos censos do IBGE (de 1970 a 2010) e os próximos anos previstos para uma nova contagem do censo são indicados na mesma figura.

A Figura 2.5 apresenta graficamente o crescimento populacional com destaque no período de 2010 a 2034. No gráfico, os quinquênios foram definidos a partir do ano inicial do plano (2014) até o ano de final de plano (2034). A curva de crescimento populacional adotada está destacada em ambas as figuras.

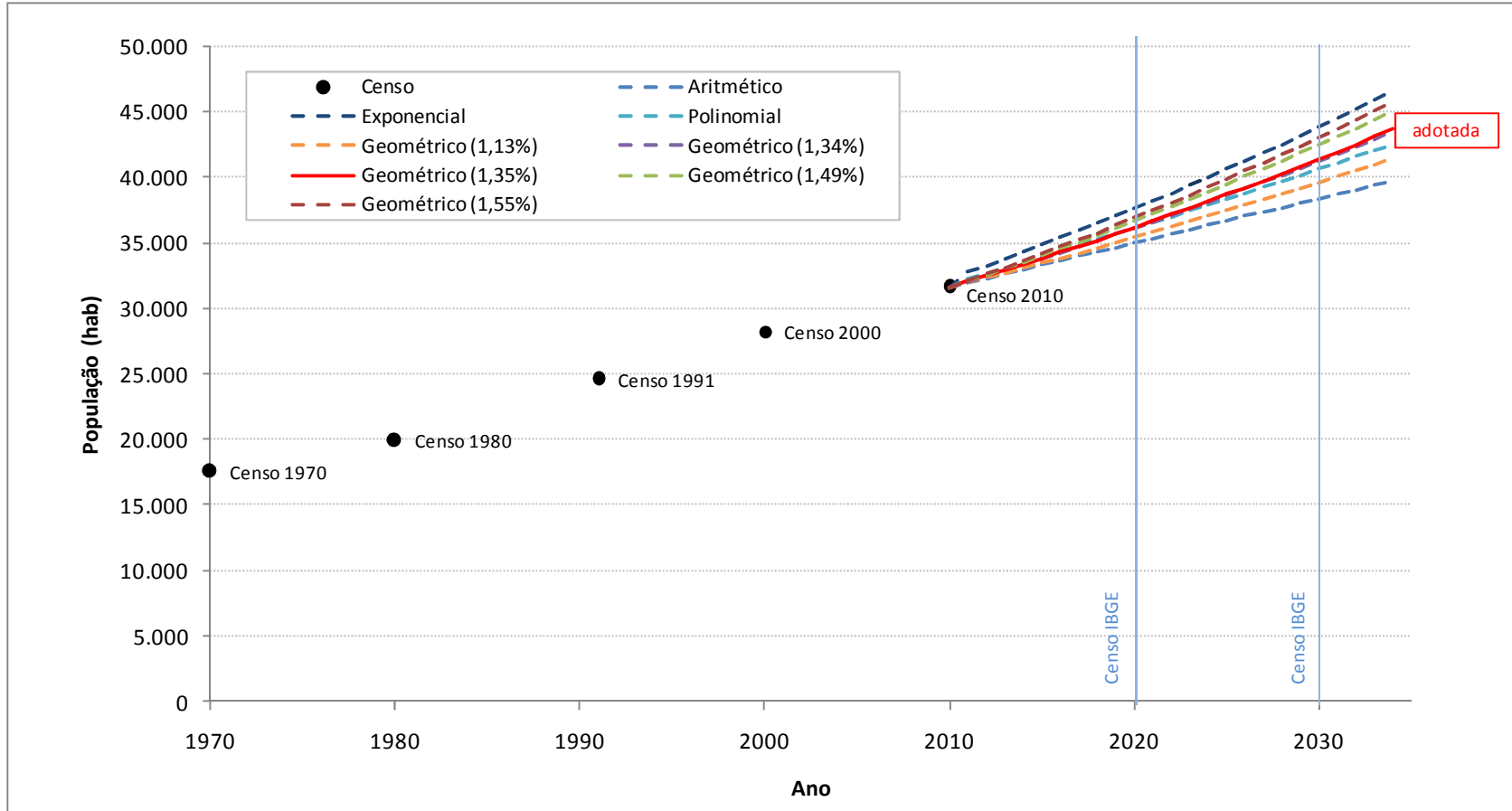


Figura 2.4 – Projeção populacional de Bariri de acordo com os métodos estudados e a projeção adotada

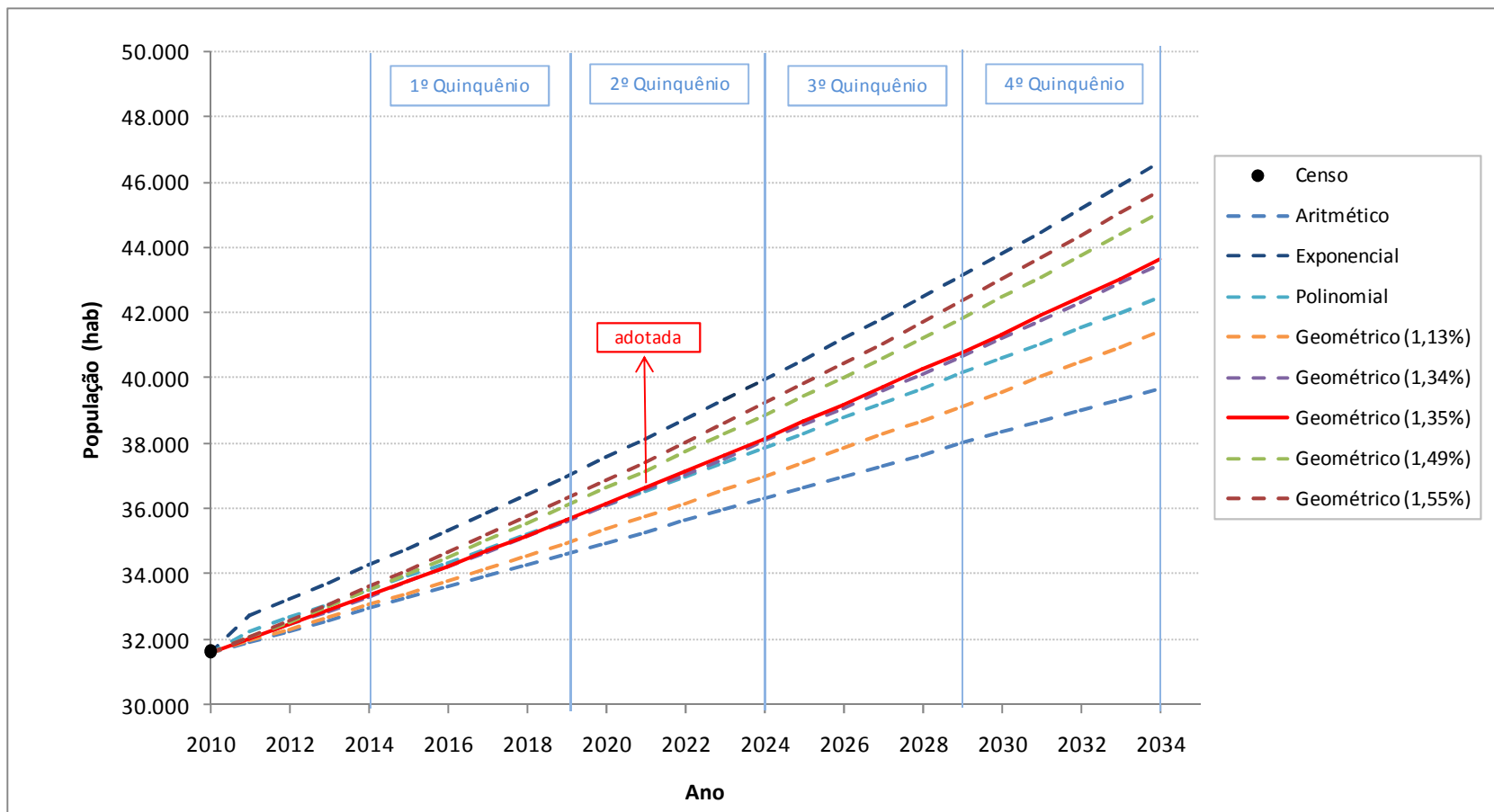


Figura 2.5 – Projeção populacional de Bariri de acordo com os métodos estudados e a projeção adotada (ampliada)

A Tabela 2.7 apresenta a evolução da população de Bariri estimada pelo método geométrico com a taxa de crescimento adotada de 1,35% ao ano, no período de 2010 a 2034.

Tabela 2.7 - Evolução da população total de Bariri entre 2010 e 2034, para TG = 1,35% a.a.

Ano	População total
2010	31.593
2011	32.021
2012	32.455
2013	32.894
2014	33.340
2015	33.791
2016	34.249
2017	34.712
2018	35.182
2019	35.659
2020	36.141
2021	36.631
2022	37.127
2023	37.629
2024	38.139
2025	38.655
2026	39.179
2027	39.709
2028	40.247
2029	40.792
2030	41.344
2031	41.904
2032	42.471
2033	43.046
2034	43.629

2.3 DETERMINAÇÃO DA POPULAÇÃO A SER ATENDIDA

Os estudos de crescimento demográfico apresentados no item 2.2 foram conduzidos considerando a população total de Bariri. No entanto, o sistema de abastecimento de água da cidade

atende somente à população urbana. Sendo assim, estimou-se, neste item, a população urbana correspondente ao período de 2014 a 2034 (horizonte de 20 anos de projeto), a qual será contemplada pelo sistema de abastecimento de água de Bariri.

Na Tabela 2.8 são mostrados os dados dos censos do IBGE sobre a população total, urbana e rural do município, de 1970 a 2010. Observa-se que, assim como em outras cidades brasileiras, Bariri também passou por um rápido processo de urbanização. Em 1970, a população urbana correspondia a pouco mais de 65% do total e em 2010, essa proporção chegou a praticamente 95%.

Tabela 2.8 - População total, urbana e rural de Bariri

Ano	População total (hab)	População Urbana (hab)	População Rural (hab)	Grau de Urbanização (%)
1970	17.497	11.516	5.981	65,82%
1980	19.894	15.379	4.515	77,30%
1991	24.542	21.469	3.073	87,48%
2000	28.224	26.050	2.174	92,30%
2010	31.593	29.975	1.618	94,88%

Fonte: SIDRA, IBGE, 2014

Como pode ser observado na Tabela 2.8, o aumento da população total de Bariri foi devido somente à fração urbana, uma vez que a população rural diminuiu em todo o período de 1970 a 2010. Apesar disso, a tendência para os próximos anos é a estabilização da situação do campo. De acordo com as previsões do IBGE, deverá ocorrer a extinção do êxodo rural no Brasil nos próximos anos, de modo que grande parcela da população brasileira (mais de 90%) viverá nas cidades.

Desse modo, considerando a taxa de crescimento da população total de 1,35% ao ano e que a população rural se mantenha constante no período de estudo, estimou-se a evolução da população urbana de Bariri, conforme mostrado na Tabela 2.9 e na Figura 2.6.

Conforme mostrado na Tabela 2.9, o grau de urbanização deve aumentar ao longo do período em estudo, de modo que o grau de urbanização em 2034 foi estimado em 96,29%. A população urbana que deverá ser atendida pelo sistema de abastecimento de água de Bariri ao final do plano de projeto (2034) foi estimada em 42.011 habitantes.

Tabela 2.9 – Crescimento estimado da população total, rural e urbana de Bariri

Ano	População total	População Rural	População Urbana	Grau de Urbanização
2010	31.593	1.618	29.975	94,88%
2011	32.021	1.618	30.403	94,95%
2012	32.455	1.618	30.837	95,01%
2013	32.894	1.618	31.276	95,08%
2014	33.340	1.618	31.722	95,15%
2015	33.791	1.618	32.173	95,21%
2016	34.249	1.618	32.631	95,28%
2017	34.712	1.618	33.094	95,34%
2018	35.182	1.618	33.564	95,40%
2019	35.659	1.618	34.041	95,46%
2020	36.142	1.618	34.524	95,52%
2021	36.631	1.618	35.013	95,58%
2022	37.127	1.618	35.509	95,64%
2023	37.630	1.618	36.012	95,70%
2024	38.139	1.618	36.521	95,76%
2025	38.656	1.618	37.038	95,81%
2026	39.179	1.618	37.561	95,87%
2027	39.709	1.618	38.091	95,93%
2028	40.247	1.618	38.629	95,98%
2029	40.792	1.618	39.174	96,03%
2030	41.344	1.618	39.726	96,09%
2031	41.904	1.618	40.286	96,14%
2032	42.472	1.618	40.854	96,19%
2033	43.047	1.618	41.429	96,24%
2034	43.629	1.618	42.011	96,29%

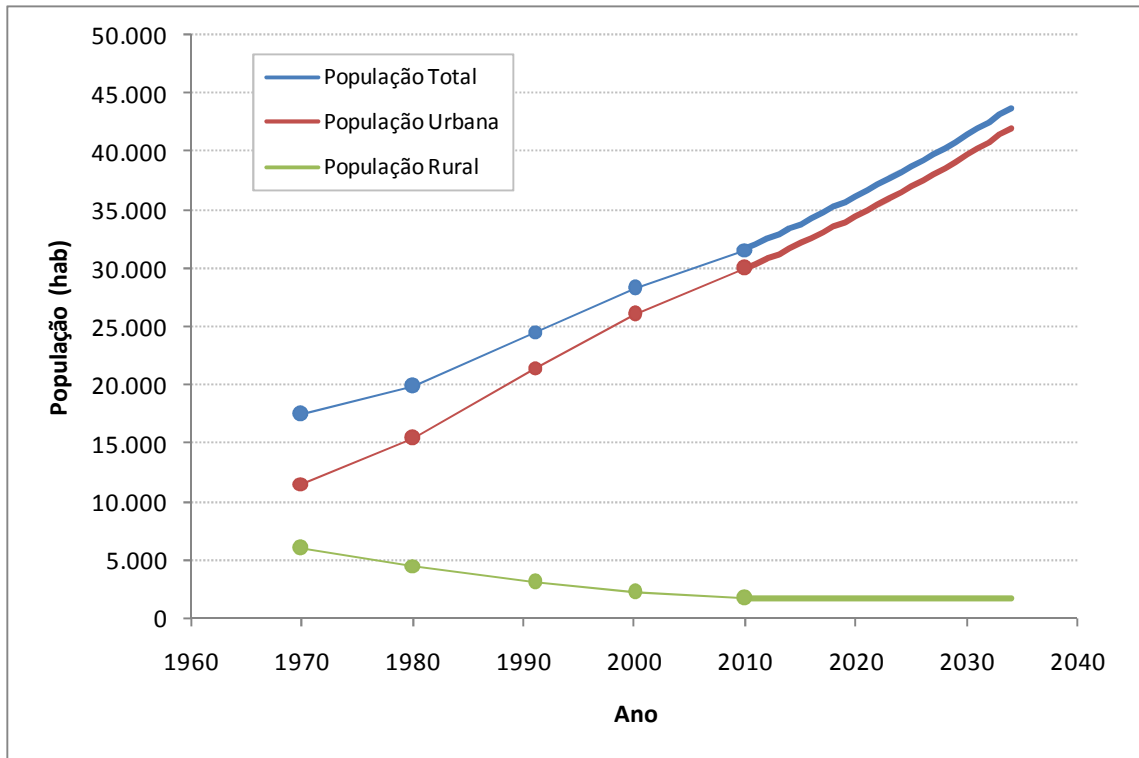


Figura 2.6 - Crescimento estimado da população total, rural e urbana de Bariri

3 PROJEÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA

3.1 PARÂMETROS DE PROJETO

3.1.1 Consumo médio per capita

O consumo médio per capita é crucial para a determinação das capacidades de várias unidades de uma instalação de abastecimento de água. Ele representa a média diária, por indivíduo, dos volumes requeridos para satisfazer aos consumos doméstico, comercial, público e industrial, além das perdas no sistema. O valor do consumo médio per capita pode variar em função de múltiplos fatores, entre eles o nível socioeconômico da população, clima, porte da cidade, topografia e a administração do sistema de abastecimento de água. De acordo com Heller e Pádua (2006) verifica-se nas cidades brasileiras uma ampla faixa de variação dos consumos per capita com valores compreendidos entre 100 e 500 L/hab.dia.

Nesse Relatório R03 foi utilizado o valor de 201,5 L/hab.dia para o consumo médio per capita. Esse valor foi atualizado em relação aos relatórios anteriores (R01 e R02), considerando o consumo micromedido pelo SAEMBA em 2012 (2.267.716 m³) e a população urbana projetada no mesmo ano (30.837 habitantes).

3.1.2 Coeficiente do dia de maior consumo (K_1)

O coeficiente do dia de maior consumo (K_1) é um parâmetro importante para a determinação da vazão do dia de maior consumo, utilizada para o dimensionamento de várias partes constitutivas de um sistema de fornecimento público de água, como as obras de captação, as casas de bombas, as adutoras e a Estação de Tratamento de Água.

Neste Plano Diretor, foi adotado $K_1 = 1,2$, como recomendado pela ABNT no caso de ausência de determinações específicas.

3.1.3 Coeficiente da hora de maior consumo (K_2)

O coeficiente da hora de maior consumo (K_2) é um parâmetro importante para a determinação da vazão da hora de maior consumo, utilizada para o dimensionamento dos tubos da rede de distribuição. Na existência de dados confiáveis da macromedição, por um período mínimo de três anos, esse parâmetro pode ser determinado pela razão entre a vazão máxima horária registrada

em um setor de medição e a vazão média diária no dia considerado. Logo, há vários valores de K₂ que podem ser determinados para cada dia. Há, ainda, diferentes valores de K₂ obtidos para cada setor de medição. Dessa forma, quando existem dados de todos os setores, adota-se o maior valor registrado.

Neste Plano Diretor, foi adotado K₂ = 1,5, como recomendado pela ABNT no caso de ausência de determinações específicas.

3.2 CONSUMO ATUAL

A maior parte da população de Bariri é abastecida por fontes de águas superficiais e subterrâneas, sob responsabilidade do SAEMBA. O órgão é responsável pela produção, medição e faturamento da água consumida. O consumo de água micromedido pelo SAEMBA em 2012 é apresentado na Tabela 3.1. Os dados de 2012 foram adotados devido à falta de informações mais recentes.

Tabela 3.1 - Consumo de água micromedido em Bariri em 2012

Mês	Consumo Micromedido (m ³)
Janeiro	191.656
Fevereiro	194.095
Março	188.703
Abril	186.795
Maio	189.091
Junho	169.911
Julho	170.610
Agosto	162.884
Setembro	193.593
Outubro	207.724
Novembro	199.303
Dezembro	213.351
Total	2.267.716

Fonte: SAEMBA, 2012

Além dos sistemas produtores do SAEMBA (ETA e poços), há também, a produção de água por meio de poços particulares. De acordo com o levantamento dos poços cadastrados junto ao

DAEE, em Bariri há 31 poços particulares, que exploram os aquíferos Serra Geral, Botucatu/Pirambóia e Bauru, conforme mostrado na Tabela 3.2. Apesar disso, não há informações quanto ao uso dessa água (comercial, industrial, público ou residencial).

Tabela 3.2 - Poços cadastrados no município de Bariri

N°	Folha IBGE	Aquífero	UTM Norte (Km)	UTM Leste (Km)	Vazão (m³/h)	Prof.	Nível Estático (m)	Cota (m)
1	164	Botucatu	7,571.50	736.25	90	168.00	38.40	-
2	164	Botucatu/Pirambóia	7,570.97	737.16	280	351.00	63.63	482
3	164	Botucatu	7,570.49	737.92	15	100.00	32.71	523
4	164	Serra Geral	7,558.08	732.74	15	158.00	6.30	453
5	164	Serra Geral	7,565.53	736.21	2,9	-	-	-
6	187	Serra Geral	7,554.37	729.12	10	100.00	10.00	411
7	187	Serra Geral	7,548.24	730.84	2,5	246.00	3.95	774
8	187	Serra Geral	7,562.59	727.91	4	120.00	43.18	-
9	187	Serra Geral	7,563.89	725.84	30	387.00	58.00	510
10	187	Serra Geral	7,559.10	730.66	10	55.00	10.52	437
11	187	Serra Geral	7,554.19	728.89	20	120.00	16.30	424
12	188	Serra Geral	7,558.74	735.02	1	180.00	80.00	510
13	188	Botucatu	7,563.05	736.40	400	250.48	2.40	450
14	188	Adamantina	7,559.24	732.38	3	147.00	47.00	550
15	188	Botucatu	7,559.07	736.30	70	303.00	7.02	-
16	188	Serra Geral	7,559.29	736.27	0,5	60.00	0.00	-
17	188	Serra Geral	7,557.99	734.59	5	-	0.00	-
18	188	Botucatu/Pirambóia	7,549.38	732.18	9	240.00	6.30	425
19	188	Serra Geral	7,556.52	735.13	48	116.00	12.00	480
20	188	Serra Geral	7,556.55	735.30	35	114.00	12.00	490
21	188	Serra Geral	7,565.30	732.75	13,2	88.00	58.00	540
22	188	Botucatu/Pirambóia	7,555.48	736.07	25	100.00	8.72	448
23	188	Serra Geral	7,555.81	737.15	9	90.00	16.45	487
24	188	Serra Geral	7,556.62	735.19	75	156.00	18.10	480
25	188	Bauru	7,555.04	733.00	9	138.00	25.00	464
26	188	Botucatu	7,559.70	732.22	15	210.00	14.75	551
27	188	Grupo Bauru	7,558.16	733.53	3,1	-	0.00	-
28	188	Botucatu/Pirambóia	7,559.15	735.95	350	350.00	15.10	476
29	188	Adamantina	7,564.88	735.99	1,4	-	-	-
30	188	Botucatu/Pirambóia	7,555.52	736.09	30	-	-	-
31	188	Botucatu/Pirambóia	7,555.52	736.07	30	-	-	-

Fonte: DAEE, 2013

Como o SAEMBA não possui conhecimento dos poços particulares utilizados para abastecimento urbano, foi considerado que toda a população urbana de Bariri é efetivamente atendida pelo SAEMBA. O consumo médio diário *per capita* da população de Bariri foi estimado considerando a população urbana e o volume médio consumido em 2012, conforme apresentado no item 3.1.1.

3.3 EVOLUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA NOS PRÓXIMOS 20 ANOS

As determinações dos consumos médios diários, máximos diários e máximos horários apresentados no presente relatório foram realizadas para a área urbana de Bariri, considerando os seguintes parâmetros:

- Consumo médio per capita = 201,5 L/hab.d;
- $K_1 = 1,2$ (dimensionamento do sistema de produção);
- $K_2 = 1,5$ (dimensionamento das redes);
- Índice de perdas em 2012 = 49,5%

Para a elaboração de cenários de consumo de água, foi considerado que o SAEMBA irá abastecer toda a população urbana de Bariri, de acordo com a projeção populacional apresentada no item 2.1.3, ao longo do período 20 anos de vigência do plano diretor.

Foi considerado que o índice de perdas do ano de 2012 (49,5%) se manterá constante até o ano de 2014. A partir do qual foram elaborados três cenários de redução de perdas de água, por meio da implantação de programas de controle de redução de perdas, conforme descrição dos itens a seguir.

3.3.1 Cenário de consumo 1 (CC 1)

Neste cenário, foi considerado que o índice de perdas se manterá constante durante a vigência do plano diretor e equivalente ao índice estimado no ano de 2012.

A Tabela 3.3 apresenta a projeção do consumo de água no município de Bariri de acordo com o cenário de consumo 1. As informações também são mostradas na Figura 3.1.

Tabela 3.3 – Projeção do consumo de água em Bariri – Cenário CC 1

Ano	População Urbana (hab)	Consumo médio sem perdas (m³/dia)	Índice de perdas	Vazão do dia de maior consumo		Vazão da hora de maior consumo (L/s)
				(m³/dia)	(L/s)	
2014	31.722	6.391	49,5%	15.195	176	264
2015	32.173	6.482	49,5%	15.411	178	268
2016	32.631	6.574	49,5%	15.630	181	271
2017	33.094	6.668	49,5%	15.852	183	275
2018	33.564	6.762	49,5%	16.077	186	279
2019	34.041	6.858	49,5%	16.306	189	283
2020	34.524	6.956	49,5%	16.537	191	287
2021	35.013	7.054	49,5%	16.771	194	291
2022	35.509	7.154	49,5%	17.009	197	295
2023	36.012	7.256	49,5%	17.250	200	299
2024	36.521	7.358	49,5%	17.494	202	304
2025	37.038	7.462	49,5%	17.741	205	308
2026	37.561	7.568	49,5%	17.992	208	312
2027	38.091	7.674	49,5%	18.246	211	317
2028	38.629	7.783	49,5%	18.504	214	321
2029	39.174	7.893	49,5%	18.765	217	326
2030	39.726	8.004	49,5%	19.029	220	330
2031	40.286	8.117	49,5%	19.297	223	335
2032	40.854	8.231	49,5%	19.569	226	340
2033	41.429	8.347	49,5%	19.845	230	345
2034	42.011	8.464	49,5%	20.124	233	349

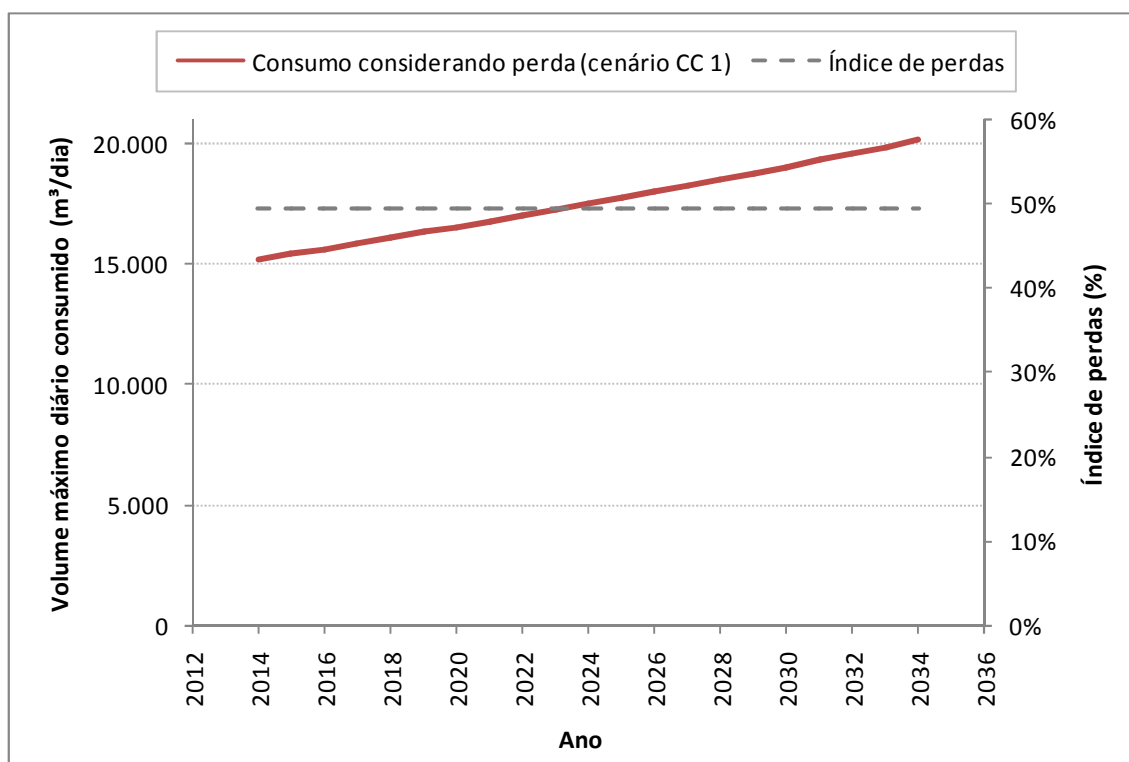


Figura 3.1- Projeção do consumo de água em Bariri – Cenário CC 1

3.3.2 Cenário de consumo 2 (CC 2)

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.

A projeção do consumo de água em Bariri de acordo com o cenário CC 2 é apresentada na Tabela 3.4. A Figura 3.2 representa graficamente as mesmas informações.

Tabela 3.4 - Projeção do consumo de água em Bariri – Cenário CC 2

Ano	População Urbana (hab)	Consumo médio sem perdas (m³/dia)	Índice de perdas	Vazão do dia de maior consumo		Vazão da hora de maior consumo (L/s)
				(m³/dia)	(L/s)	
2014	31.722	6.391	49,53%	15.195	176	264
2015	32.173	6.482	49,53%	15.411	178	268
2016	32.631	6.574	49,53%	15.630	181	271
2017	33.094	6.668	49,53%	15.852	183	275
2018	33.564	6.762	49,53%	16.077	186	279
2019	34.041	6.858	49,53%	16.306	189	283
2020	34.524	6.956	48,89%	16.332	189	284
2021	35.013	7.054	48,26%	16.360	189	284
2022	35.509	7.154	47,62%	16.390	190	285
2023	36.012	7.256	46,99%	16.423	190	285
2024	36.521	7.358	46,35%	16.458	190	286
2025	37.038	7.462	45,72%	16.496	191	286
2026	37.561	7.568	45,08%	16.536	191	287
2027	38.091	7.674	44,45%	16.577	192	288
2028	38.629	7.783	43,81%	16.621	192	289
2029	39.174	7.893	43,18%	16.667	193	289
2030	39.726	8.004	42,54%	16.715	193	290
2031	40.286	8.117	41,91%	16.766	194	291
2032	40.854	8.231	41,27%	16.818	195	292
2033	41.429	8.347	40,64%	16.873	195	293
2034	42.011	8.464	40,00%	16.928	196	294

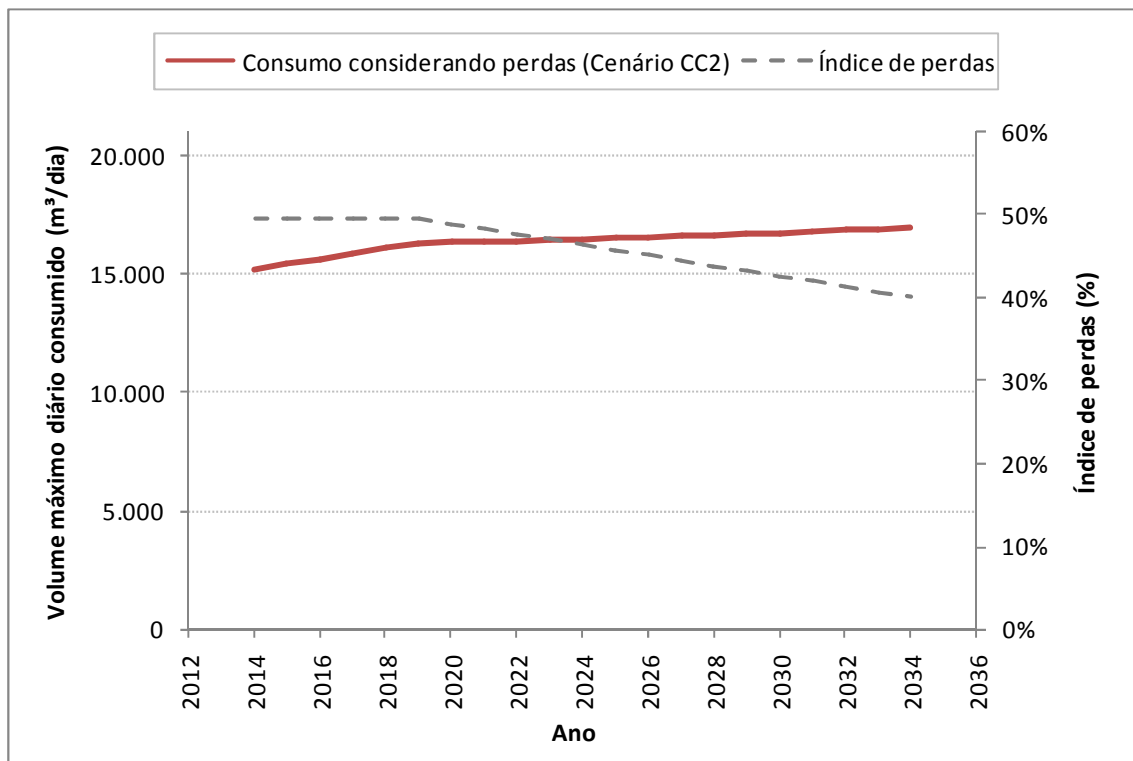


Figura 3.2 - Projeção do consumo de água em Bariri – Cenário CC 2

3.3.3 Cenário de consumo 3 (CC 3)

Assim como o cenário CC 2, foi considerado que nos primeiros cinco anos de vigência do plano diretor serão elaborados os projetos necessários, o levantamento de verbas e a estruturação/planejamento das ações, de modo que os investimentos neste período serão efetuados somente para que o índice de perdas não aumente, permanecendo o valor de 49,5%. A partir de 2020, assim como no cenário CC 2, serão tomadas medidas de controle e redução das perdas aparentes e reais; no entanto, deverão ser aplicados maiores esforços e investimentos, como, por exemplo, na definição dos setores de abastecimento. Desse modo, estimou-se que o índice de perdas será reduzido gradativamente até ao final do plano de projeto, atingindo 30% em 2034.

A Tabela 3.5 apresenta a projeção do consumo de água no município de Bariri, segundo com o cenário de consumo 3. A Figura 3.3 representa graficamente as mesmas informações.

Tabela 3.5 - Projeção do consumo de água em Bariri – Cenário CC 3

Ano	População Urbana (hab)	Consumo médio sem perdas (m ³ /dia)	Índice de perdas	Vazão do dia de maior consumo		Vazão da hora de maior consumo (L/s)
				(m ³ /dia)	(L/s)	
2014	31.722	6.391	49,53%	15.195	176	264
2015	32.173	6.482	49,53%	15.411	178	268
2016	32.631	6.574	49,53%	15.630	181	271
2017	33.094	6.668	49,53%	15.852	183	275
2018	33.564	6.762	49,53%	16.077	186	279
2019	34.041	6.858	49,53%	16.306	189	283
2020	34.524	6.956	48,22%	16.121	187	280
2021	35.013	7.054	46,92%	15.949	185	277
2022	35.509	7.154	45,62%	15.787	183	274
2023	36.012	7.256	44,32%	15.637	181	271
2024	36.521	7.358	43,02%	15.495	179	269
2025	37.038	7.462	41,71%	15.364	178	267
2026	37.561	7.568	40,41%	15.240	176	265
2027	38.091	7.674	39,11%	15.125	175	263
2028	38.629	7.783	37,81%	15.017	174	261
2029	39.174	7.893	36,51%	14.917	173	259
2030	39.726	8.004	35,20%	14.823	172	257
2031	40.286	8.117	33,90%	14.736	171	256
2032	40.854	8.231	32,60%	14.655	170	254
2033	41.429	8.347	31,30%	14.580	169	253
2034	42.011	8.464	30,00%	14.509	168	252

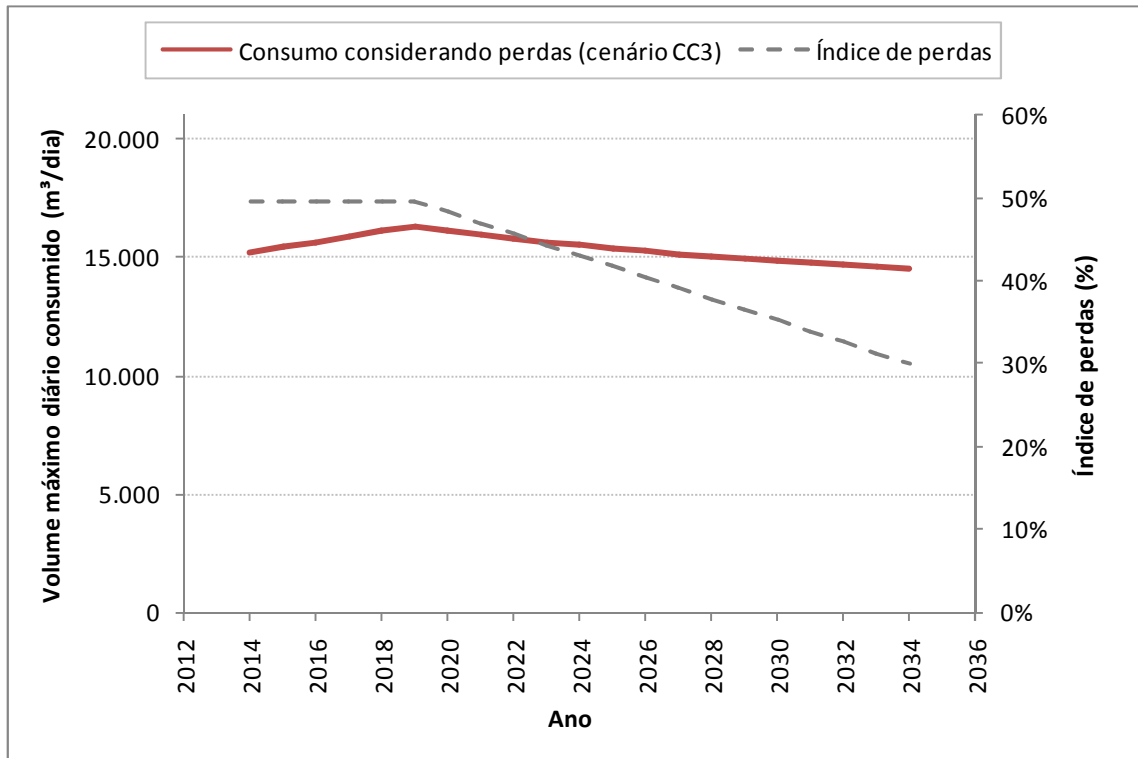


Figura 3.3 - Projeção do consumo de água em Bariri – Cenário CC 3

4 BALANÇO HÍDRICO

4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Em relação à produção de água, o SAEMBA conta atualmente com seis poços em operação (P3, P4, P5, P6, P7, P8), os quais constituem a vazão diária de aproximadamente 6.190 m³/dia, e representam 50,3% de toda água produzida e distribuída no município.

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

Assim, de acordo com o levantamento, as medições efetuadas e as informações obtidas junto ao SAEMBA, a produção de água dos sistemas, descrito no Relatório R01, são apresentados na Tabela 4.1

Tabela 4.1 – Produção de água nos sistemas existentes em Bariri

Sistema	Vazão (m ³ /h)	Tempo de operação (h/dia)	Estimativa produção diária (m ³ /dia)
Poço 3 - Tiro de Guerra	40,2	17	683,40
Poço 4 - Santa Helena	220	14	3.080,00
Poço 5 - Sete de Setembro	40	24	960,00
Poço 6 - Nova Bariri	36	17	612,00
Poço 7 - Maria Luiza II e III	26,7	17	453,90
Poço 8 - Santo André	28,6	14	400,40
Manancial São Luiz	360	17	6.120,00
TOTAL (m ³ /dia)			12.309,7

De acordo com a Tabela 4.1, com exceção poço 5 (jorrante), todos os sistemas produtores operam abaixo do regime máximo de exploração para poços estabelecido pela "Instrução Técnica DPO Nº 006", do Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo – DAEE. Dessa forma, o regime de operação dos poços poderia ser elevado para o máximo de 20 h/dia e o da ETA para 21 h/dia, aumentando, portanto, a produção de água do município.

Além disso, está prevista a ampliação do sistema nos próximos dois anos através de três poços:

- Poço 9 – Primavera II, o qual já está perfurado, com implantação prevista para metade de 2014. Segundo informações do SAEMBA, a vazão esperada é de 50 m³/h;
- Poço 10 – Residencial Mirágua, que atualmente é de propriedade particular, produz a vazão de 20 m³/h para atender a um condomínio e será incorporado pela administração do SAEMBA;
- Poço 11 – Liu, projetado com vazão de 50 m³/h e com implantação prevista para a metade de 2015.

4.2 CENÁRIOS DE PRODUÇÃO HÍDRICA

Os cenários de produção hídrica na cidade de Bariri consideram os seguintes componentes:

- ETA existente;
- Poços existentes (até fevereiro de 2014);
- Poços a serem implantados.

A capacidade de produção hídrica nos cenários foi determinada considerando a vazão diária dos sistemas produtores e os respectivos tempos máximos de operação. Dessa forma, foram elaborados dois cenários de produção hídrica, apresentados a seguir.

4.2.1 Cenário de Produção A (CP A)

Neste cenário considerou-se a manutenção da atual ETA de Bariri, com a elevação do tempo de operação para 21 horas diárias. Da mesma forma, considerou-se que os poços existentes e os novos previstos irão funcionar durante o tempo máximo de 20 horas por dia, com exceção do poço 5, que é jorrante e opera continuamente.

Os resultados obtidos nesse cenário de produção são apresentados na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Considerações do cenário de produção A (CP A)

Sistema produtor		Vazão (m ³ /hora)	Tempo de operação (horas)	Produção Máxima (m ³ /dia)
P3	Tiro de Guerra	40,2	20	804
P4	Santa Helena	220	20	4400
P5	7 de Setembro (jorrante)	40	24	960
P6	Nova Bariri	36	20	720
P7	Maria Luiza II e III	26,7	20	534
P8	Santo André	28,6	20	572
P9*	Primavera II	50	20	1000
P10	Residencial Mirágua	20	20	400
P11**	Liu	50	20	1000
ETA		360	21	7560
Total		391,5		17950

* O poço 9 entrará em operação a partir da metade de 2014

** O poço 11 entrará em operação a partir de 2015

Portanto, de acordo com esse cenário, a máxima produção de água será alcançada em 2015, quando entrará em operação o poço 11, e será de 17.950 m³/dia.

4.2.2 Cenário de Produção B (CP B)

Considerou-se a substituição da atual ETA de Bariri por um novo poço com igual vazão, ou seja, 100 L/s; no entanto, o tempo de operação seria de 20 h/dia. Também foi considerado o tempo máximo de operação dos poços existentes e dos novos (P9 e P11) de 20 horas por dia, com exceção do poço 5, que é jorrante e opera continuamente.

Os resultados desse cenário de produção são apresentados na Tabela 4.3.

Tabela 4.3 - Considerações do cenário de produção B (CP B)

Sistema produtor		Vazão (m ³ /hora)	Tempo de operação (horas)	Produção Máxima (m ³ /dia)
P3	Tiro de Guerra	40,2	20	804
P4	Santa Helena	220	20	4400
P5	7 de Setembro (jorrante)	40	24	960
P6	Nova Bariri	36	20	720
P7	Maria Luiza II e III	26,7	20	534
P8	Santo André	28,6	20	572
P9*	Primavera II	50	20	1000
P10*	Residencial Mirágua	20	20	400
P11*	Liu	50	20	1000
Novo poço		360	20	7200
Total		391,5		17590

* O poço 9 entrará em operação a partir da metade de 2014

** O poço 11 entrará em operação a partir de 2015

Portanto, de acordo com esse cenário, a máxima produção de água será alcançada em 2015, quando entrará em operação o poço 11, e será de 17.590 m³/dia.

4.3 PRODUÇÃO X CONSUMO

Nesse item foram feitas comparações entre os cenários de consumo e de produção. Foram comparados os valores de produção máxima diária com os valores de consumo máximo diário no período de 2014 a 2034. Na Tabela 4.4 está apresentado o resumo dos valores obtidos nos cenários de produção e de consumo neste período.

Conforme apresentado nos itens anteriores, os cenários foram elaborados com as seguintes considerações:

- CP A: ETA – 100 L/s, 21 h/d; Poços novos e existentes – 20 h/d;
- CP B: Novo poço em substituição à ETA – 100 L/s, 20 h/d; Demais poços novos e existentes – 20 h/d;
- CC 1: Taxa de crescimento 1,35% a.a.; consumo per capita 201,5 L/hab.d; K1 = 1,2; Índice de perdas = 49,5%;

- CC 2: Taxa de crescimento 1,35% a.a.; consumo per capita 201,5 L/hab.d; K1 = 1,2; Índice de perdas igual a 49,5% nos primeiros 5 anos, reduzindo gradativamente, a partir desse período, até atingir 40%, em 2034;
- CC 3: Taxa de crescimento 1,35% a.a.; consumo per capita 201,5 L/hab.d; K1 = 1,2; Índice de perdas Índice de perdas igual a 49,5% nos primeiros 5 anos, reduzindo gradativamente, a partir desse período, até atingir 30%, em 2034;.

Tabela 4.4 - Resumo dos cenários de produção e consumo máximos diários de 2014 a 2034

Ano	População (hab)	Volume máximo diário (m ³ /dia)				
		Cenários de produção		Cenários de consumo		
		CP A	CP B	CC 1	CC 2	CC 3
2014	31.722	15.950	15.590	15.195	15.195	15.195
2015	32.173	16.950	16.590	15.411	15.411	15.411
2016	32.631	17.950	17.590	15.630	15.630	15.630
2017	33.094	17.950	17.590	15.852	15.852	15.852
2018	33.564	17.950	17.590	16.077	16.077	16.077
2019	34.041	17.950	17.590	16.306	16.306	16.306
2020	34.524	17.950	17.590	16.537	16.332	16.121
2021	35.013	17.950	17.590	16.771	16.360	15.949
2022	35.509	17.950	17.590	17.009	16.390	15.787
2023	36.012	17.950	17.590	17.250	16.423	15.637
2024	36.521	17.950	17.590	17.494	16.458	15.495
2025	37.038	17.950	17.590	17.741	16.496	15.364
2026	37.561	17.950	17.590	17.992	16.536	15.240
2027	38.091	17.950	17.590	18.246	16.577	15.125
2028	38.629	17.950	17.590	18.504	16.621	15.017
2029	39.174	17.950	17.590	18.765	16.667	14.917
2030	39.726	17.950	17.590	19.029	16.715	14.823
2031	40.286	17.950	17.590	19.297	16.766	14.736
2032	40.854	17.950	17.590	19.569	16.818	14.655
2033	41.429	17.950	17.590	19.845	16.873	14.580
2034	42.011	17.950	17.590	20.124	16.928	14.509

Com base na Tabela 4.4, foi elaborada a Figura 4.1, que representa graficamente os cenários de produção e consumo máximo diários no período de 2014 a 2034.

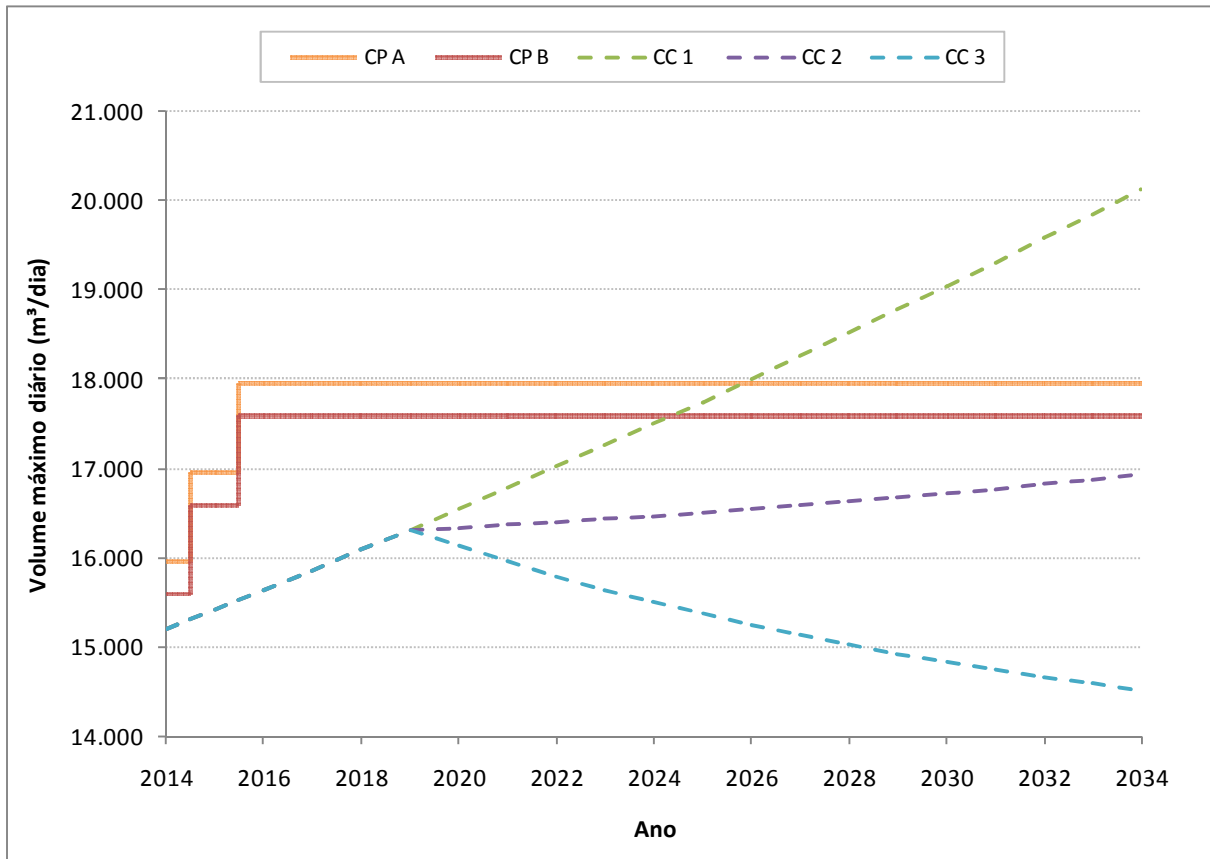


Figura 4.1 - Projeção da capacidade de produção de água e volume máximo diário consumido de 2014 a 2034

Na Tabela 4.5 está apresentado o estudo comparativo entre os cenários de produção e consumo máximo, sendo representado pela diferença percentual entre a capacidade máxima de produção e o volume diário máximo consumido. Os valores em destaque indicam o déficit de produção.

Tabela 4.5 - Diferença percentual entre os cenários de produção e os cenários de consumo máximo diário

Ano	População (hab)	CPA x CC1	CPA x CC2	CPA x CC3	CPB x CC1	CPB x CC2	CPB x CC3
2014	31.722	4,7%	4,7%	4,7%	2,5%	2,5%	2,5%
2015	32.173	9,1%	9,1%	9,1%	7,1%	7,1%	7,1%
2016	32.631	12,9%	12,9%	12,9%	11,1%	11,1%	11,1%
2017	33.094	11,7%	11,7%	11,7%	9,9%	9,9%	9,9%
2018	33.564	10,4%	10,4%	10,4%	8,6%	8,6%	8,6%
2019	34.041	9,2%	9,2%	9,2%	7,3%	7,3%	7,3%
2020	34.524	7,9%	9,0%	10,2%	6,0%	7,2%	8,3%
2021	35.013	6,6%	8,9%	11,1%	4,7%	7,0%	9,3%
2022	35.509	5,2%	8,7%	12,0%	3,3%	6,8%	10,2%
2023	36.012	3,9%	8,5%	12,9%	1,9%	6,6%	11,1%
2024	36.521	2,5%	8,3%	13,7%	0,5%	6,4%	11,9%
2025	37.038	1,2%	8,1%	14,4%	-0,9%	6,2%	12,7%
2026	37.561	-0,2%	7,9%	15,1%	-2,3%	6,0%	13,4%
2027	38.091	-1,6%	7,6%	15,7%	-3,7%	5,8%	14,0%
2028	38.629	-3,1%	7,4%	16,3%	-5,2%	5,5%	14,6%
2029	39.174	-4,5%	7,1%	16,9%	-6,7%	5,2%	15,2%
2030	39.726	-6,0%	6,9%	17,4%	-8,2%	5,0%	15,7%
2031	40.286	-7,5%	6,6%	17,9%	-9,7%	4,7%	16,2%
2032	40.854	-9,0%	6,3%	18,4%	-11,3%	4,4%	16,7%
2033	41.429	-10,6%	6,0%	18,8%	-12,8%	4,1%	17,1%
2034	42.011	-12,1%	5,7%	19,2%	-14,4%	3,8%	17,5%

Considerando o cenário de consumo CC 1, no qual será mantido o índice de perdas atual até o final do plano de projeto, observa-se que o sistema produtor existente é insuficiente para atender o máximo consumo da população até 2034, mesmo operando com capacidade máxima. O superávit de produção de água é observado até 2025, em comparação a CP A e, até 2024, em comparação a CP B. A partir destes anos, o volume máximo de água consumido será superior à capacidade máxima de produção de água, de ambos os cenários.

Em relação ao cenário de consumo CC 2, em que o índice de perdas deverá ser reduzido para 40%, em 2034, nota-se que o sistema existente, operando com capacidade máxima, será suficiente para atender à população.

O cenário de consumo 3 propõe a redução do índice de perdas até que se atinja 30% em 2034. Por meio desse cenário, nota-se que a curva de consumo é decrescente a partir de 2019,



mesmo com o aumento da população. Nota-se também que a capacidade máxima de produção de água será suficiente para atender a todo o período com muita folga, permitindo até mesmo a redução do tempo de operação dos sistemas produtores. Portanto, adotando esse cenário será possível obter um sistema de abastecimento mais lucrativo, com perdas menores e menores custos de produção de água.

4.4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Considerando a situação atual em Bariri, em que os sistemas produtores operam abaixo do tempo máximo recomendado e com índice de perdas da ordem de 49,5%, a produção de água é suficiente para abastecer o consumo médio da população somente por mais dois anos. Com a entrada em funcionamento dos novos poços e a elevação do tempo de operação para o máximo, a capacidade máxima de produção garante o abastecimento até 2025, levando em conta a reforma da ETA. No entanto, a produção não será suficiente para atender à população até o final da vigência do plano diretor.

A redução do índice de perdas é fundamental para assegurar o abastecimento e tornar o sistema mais lucrativo. Essa redução possibilitará o aumento do faturamento, devido ao melhor aproveitamento da água produzida e retardará a necessidade de investimentos em novas fontes produtoras.

Tendo em conta essas considerações, e que Bariri consiga verbas para reforma da ETA ou perfuração de um novo poço, o sistema não precisará de novas fontes produtoras por um tempo superior ao horizonte de projeto de 20 anos.



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme 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 D, que compreende a concepção da reforma da ETA existente e do Sistema de Tratamento de Resíduos Gerados na ETA, bem como a concepção do sistema de distribuição e de reservação.

De acordo com o cronograma, a entrega do Relatório R03 foi feita anteriormente ao proposto. Esse tempo excedente será utilizado para realização da ETAPA D, de modo que são fundamentais as informações sobre o levantamento topográfico e dos reservatórios para dar sequência às atividades de setorização da rede de distribuição. Desse modo, a data prevista para entrega do Relatório R04 ficará mantida para 23 de maio de 2014.



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	D1. Concepção da reforma da ETA existente e do Sistema de Tratamento de Resíduos Gerados na ETA								█	█	█											
	D2. Concepção do sistema de distribuição e de reservação										█	█	█									
	D3. Elaboração e entrega do relatório R04												█	█								
	D4. Reunião para apresentação e consolidação dos resultados														█							
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

ATLAS DE DESENVOLVIMENTO NO BRASIL. Disponível em: <<http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/>>
Acessado em 21/02/2014

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS (SEADE). Disponível em:
<<http://www.seade.gov.br/>> Acessado em 18 de fevereiro de 2014.

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.

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

SISTEMA IBGE DE RECUPERAÇÃO AUTOMÁTICA (SIDRA). Disponível em:
<<http://www.sidra.ibge.gov.br/>> Acessado em 10 de fevereiro de 2014.

TSUTIYA, M. T. Abastecimento de Água – 1ª edição – São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004.

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