

I-284 - SOLUÇÕES PARA O ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE REGIÕES LITORÂNEAS COM SIGNIFICATIVA VARIAÇÃO SAZONAL DA POPULAÇÃO – ESTUDO DE CASO: ALTERNATIVAS DE ABASTECIMENTO NÃO CONVENCIONAIS ESTUDADAS NO PLANO DIRETOR DE ÁGUA DA BAIXADA SANTISTA

Paulo Ronaldo Barreto⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. Pós Graduação em Engenharia de Saneamento Básico pela Faculdade de Saúde Pública da USP. Colaborador na Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – Sabesp.

Antônio Luiz A.M. de Oliveira⁽²⁾

Engenheiro Civil e Sanitarista pela Escola de Engenharia da Universidade Católica de Pernambuco, Pós Graduação em Saúde Pública – USP, Pós Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho – FAAP, Pós Graduação em Engenharia de Serviços Urbanos – MAUÁ. Colaborador na Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – Sabesp.

Mônica Di Filippo⁽³⁾

Engenheira Civil pela Escola de Engenharia Mackenzie, Pós Graduação Administração de Empresa- FAAP, MBA em Gestão Empresarial – FIA, Módulo Internacional em Gestão Empresarial Universitat Politècnica Catalunya – UPC. Colaboradora na Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo- SABESP

Dante Ragazzi Pauli⁽⁴⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Mackenzie. Especialista em Saúde Pública pela Universidade de São Paulo. Mestre em Saneamento Ambiental pela Universidade Mackenzie. Professor da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e da Faculdade de Engenharia do Mackenzie. Superintendente de Planejamento Integrado na Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP

Endereço⁽¹⁾: Rua Costa Carvalho, 300 - Pinheiros – São Paulo - SP - CEP: 05429-900 - Brasil - Tel: (11) 3388-8905 e-mail: pbarreto@sabesp.com.br

RESUMO

O planejamento de sistemas de abastecimento de água de regiões com expressiva variação sazonal da população tem sido um grande desafio para as empresas de saneamento. Na região litorânea da Baixada Santista, embora haja uma fonte inesgotável para o abastecimento público, proporcionado pelas águas salinas, os custos de produção são inviáveis se comparados com a produção de água doce provenientes dos mananciais de serra. A busca pela utilização dessas águas interiores como soluções sustentáveis e de reduzido impacto ao meio ambiente, foi o objetivo dos estudos visando o pleno atendimento às demandas sazonais da região. O levantamento de dados sintomáticos, juntamente com o estudo de comportamento do fluxo turístico e as características de ocupação da população sazonal, que aliado aos estudos hidrológicos da bacia hidrográfica realizado para diferentes períodos de interesse no ano foram objeto do Plano Diretor de Abastecimento de Água da Baixada Santista-PDAABS que assegurou a formulação de alternativas para o abastecimento foram objeto do Plano Diretor de Abastecimento de Água da Baixada Santista-PDAABS. Buscou-se o máximo aproveitamento dos recursos hídricos na própria bacia hidrográfica, considerando-se eventos concomitantes de variação sazonal das demandas e da disponibilidade hídrica. As soluções convencionais de atendimento à demanda, por meio de aumento de produção, não são mais viáveis, principalmente em regiões com pouca disponibilidade hídrica e razoável conflito pelo uso da água. Assim foram adotadas soluções de integração de sistemas produtores, com o objetivo de buscar o máximo aproveitamento dos mananciais disponíveis. A regularização de vazão de água bruta com a utilização de cava de extração de brita como reservatório de água bruta de elevado volume e a utilização de volumes de reservação setorial para a regularização de vazão de água tratada. Uma análise crítica das diretrizes, critérios e parâmetros adotados nos estudos do PDAABS avaliou a efetividade das soluções propostas, além de embasar a tomada de decisão para a ampliação de novos sistemas produtores, para a otimização de custos de implantação e operação.

PALAVRAS-CHAVE: Projeção de Demanda Sazonal, Sistemas Produtores de Água, Reservação Setorial.

INTRODUÇÃO

O abastecimento de água de regiões com grande fluxo de turistas no período de temporada de férias, principalmente, no período de final de ano, exige das empresas operadoras dos sistemas de água um planejamento das ações para o atendimento às demandas. No PDAABS foram estudadas alternativas para que estas peculiaridades complexas que envolvem os municípios da Baixada Santista fossem atendidos de maneira eficaz, sempre levando em consideração a otimização dos sistemas produtores e a maximização do aproveitamento da reserva setorial para o abastecimento em períodos de curta duração com elevada demanda, como o período de final de ano.

METODOLOGIA

O PDAABS é o documento de referência deste trabalho e foi desenvolvido com apoio de empresa de consultoria e por uma equipe interna, com especialistas em planejamento e operação de sistemas de abastecimento, em recursos hídricos e em tratamento de água. As premissas e as soluções propostas no desenvolvimento do trabalho foram amplamente discutidas em cada uma das etapas de trabalho. As alternativas para novos sistemas produtores foram verificadas em modelo matemático hidráulico e analisadas os custos de implantação e operação.

A partir de pesquisa documental são apresentadas as premissas adotadas para a projeção das demandas sazonais, o estudo de disponibilidade hídrica para períodos hidrológicos de interesse e as soluções propostas para o abastecimento de água, seja com sistemas completos de produção e adução de água tratada ou com soluções de reserva incremental para o período de pico de final de ano.

Foram compiladas as projeções populacionais e de demandas para os períodos do ano de interesse ao dimensionamento dos sistemas de abastecimento, considerando os períodos de pico de final de ano, de verão e restante do ano. Para isso, foram elaboradas as projeções de população de acordo com o período do ano, com base em variáveis sintomáticas, como o fluxo de veículos nas estradas, bem como formuladas hipóteses de ocupação dos domicílios em cada município e o seu reflexo no nível de consumo de água.

O estudo de disponibilidade hídrica dos mananciais foi separado em dois períodos: anual e verão, meses (janeiro e fevereiro), baseado em estudos de regionalização, considerando as séries de vazões naturais dos mananciais de interesse na bacia hidrográfica. As soluções propostas foram obtidas a partir da compatibilização entre a oferta hídrica, capacidades de tratamento, demandas de água para o abastecimento público, transferências de vazão entre regiões e outros usos na Baixada Santista.

• **Sistemas Produtores de Água da Baixada Santista**

A Região Metropolitana da Baixada Santista - RMBS é composta de nove municípios, com área total de 2.373 km² e população residente da ordem de 1,8 milhões de habitantes em 2016, chegando a 3,4 milhões de pessoas no período de temporada. A produção média de água em novembro de 2016 foi de 7,2 m³/s. Os maiores sistemas produtores existentes são o Sistema Integrado Cubatão com capacidade de 4,75 m³/s e o Sistema Integrado Mambú-Branco com capacidade de 1,6 m³/s. Também compõem o sistema de abastecimento de água da região mais doze sistemas de produção de água, localizadas nos diversos municípios.

Em condições normais de operação, os sistemas produtores da Baixada Santista têm capacidade nominal instalada de 11,2 m³/s.

Para o maior aproveitamento dos recursos hídricos, a Baixada Santista foi dividida em três grandes regiões ou sistemas de abastecimento de água: Sul, Central e Norte, onde se localizam doze sistemas produtores de água exclusivos de cada município e dois sistemas integrados constituídos por um conjunto de adutoras que se interligam aos reservatórios setoriais dos sistemas produtores exclusivos. Na Figura 1 são apresentados os contornos de integração da região.

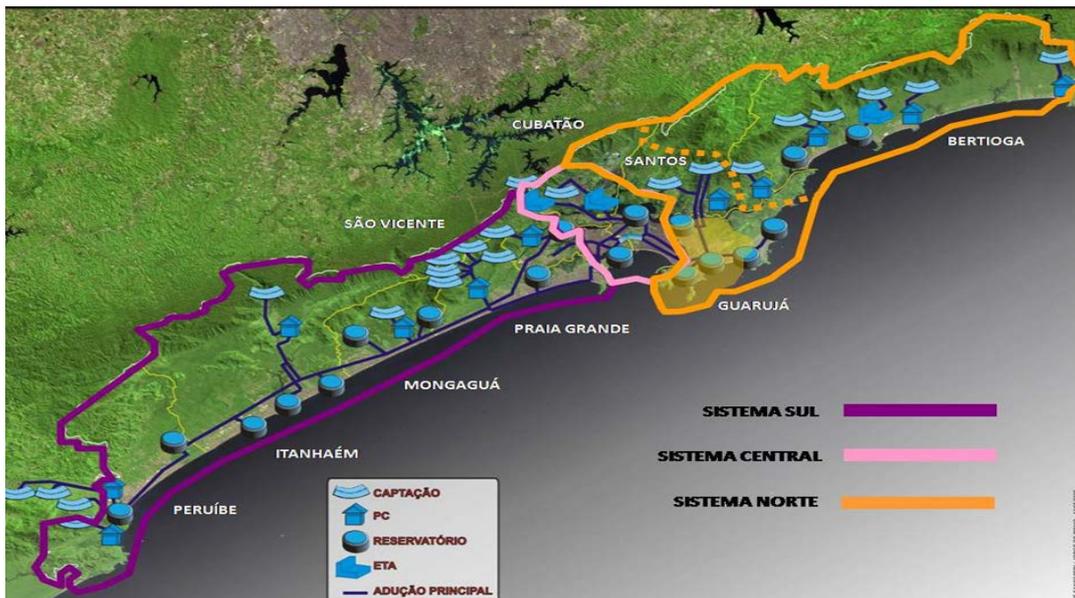


Figura 1 – Sistemas Integrados a Baixada Santista (PDAABS 2011- Sabesp)

Na Região Sul está o Sistema Integrado Mambú-Branco, localizado em Itanhaém, que se interliga e complementa a produção de água dos sistemas exclusivos de Peruíbe, Mongaguá, Praia Grande e São Vicente área Continental, além de Itanhaém. Na Figura 2 estão indicados os sistemas produtores exclusivos e o Sistema Integrado Mambú-Branco recentemente implantado pela Sabesp.



Figura 2 – Sistema Integrado Mambú-Branco – Região Sul (PDAABS 2011- Sabesp)

Na região central está o Sistema Integrado Cubatão, com duas estações de tratamento de água, ETA Cubatão e ETA Pilões, ambas localizadas em Cubatão, e que abastece Santos, São Vicente, além de Cubatão e se interliga e complementa a produção de água de Guarujá e Praia Grande. Na Figura 3 estão indicados os sistemas produtores e as adutoras de integração do Sistema Integrado Cubatão, que é o maior sistema produtor da Baixada Santista.



Figura 3 – Sistema Integrado Cubatão – Sistema Central (PDAABS 2011- Sabesp)

Na região norte da RMBS está o Sistema Produtor Jurubatuba, que é exclusivo de Guarujá e em Bertioga estão os sistemas isolados Furnas/Pelaes, Itapanhaú, São Lourenço, Costa do Sol/Guaratuba e Boracéia, todos exclusivos de Bertioga. Os sistemas apresentados são todos operados pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP.

Existem também na região alguns sistemas de abastecimento particulares, sendo o mais relevante o da Riviera de São Lourenço em Bertioga. A Tabela 1 apresenta a capacidade atual dos sistemas produtores e sua respectiva participação no abastecimento da região.

Tabela 1: Capacidade de Produção por Sistema Produtor - Sabesp

MUNICÍPIO	SISTEMA PRODUTOR	Capacidade de Produção	
		(L/s)	(%)
Peruíbe	Guaraú	25	0,2%
Peruíbe	Peruíbe	270	2,5%
Itanhaém	Integrado Mambú-Branco	1.600	15,0%
Mongaguá	Antas	90	0,8%
Praia Grande	Melvi	1.200	11,2%
São Vicente	Itú	200	1,9%
Cubatão	Integrado Cubatão	4.750	44,4%
Santos	Caruara	25	0,2%
Guarujá	Jurubatuba	2.000	18,7%
Bertioga	Furnas / Pelaes	180	1,7%
Bertioga	Itapanhaú	220	2,1%
Bertioga	São Lourenço	25	0,2%
Bertioga	Costa do Sol/Guaratuba	27	0,3%
Bertioga	Boracéia	90	0,8%
	Total	10.702	100

Fonte: Sabesp (2016)

POPULAÇÃO FIXA E FLUTUANTE

O histórico de crescimento populacional da Baixada Santista sempre esteve fortemente vinculado à atividade turística, mesmo sob a influência das atividades do Porto de Santos e do polo industrial de Cubatão. Na última década, devido ao expressivo crescimento da atividade econômica no país e na região, a uma melhora na mobilidade rodoviária e investimentos imobiliários significativos foi sentida uma forte mudança na atratividade populacional, não só da população fixa como na intensidade de deslocamento da população flutuante. Esse comportamento sazonal apresenta uma distribuição bem definida em determinados períodos do ano, com “picos” de presença de média intensidade e longa duração, verificados ao longo do período de verão, e picos de elevada intensidade e baixa duração nos feriados prolongados, dos quais se destaca o réveillon.

No verão, a ocupação dos domicílios de uso ocasional é variável ao longo dos meses de janeiro e fevereiro, sendo mais intensa em feriados e nos finais de semana. Para esse período, exceto o *réveillon*, a população flutuante considerada corresponde à ocupação plena de todos os domicílios, permanentes e de uso ocasional, com uma família. A população flutuante de pico, que corresponde à população máxima verificada no réveillon e carnaval baseia-se no período de permanência no lugar de destino que é em geral curto e foi estimada tendo como balizadores variáveis sintomáticas como demanda de energia elétrica, volume de lixo coletado e volume diário de veículos nos pedágios das estradas. Da análise dessas variáveis obtiveram-se os seguintes critérios e parâmetros que subsidiaram a definição da população de Pico sua distribuição entre os municípios da RMBS:

- O maior pico de concentração de população flutuante ocorre no réveillon, com permanência média de ocupação de 2 a 3 dias;
- A população de uso ocasional presente no período de pico de réveillon é cerca de 21% superior à média de verão (jan/fev) para o total da Baixada Santista, de acordo com as variáveis observadas;
- A população flutuante ocupa tanto os domicílios de uso ocasional como os domicílios permanentes, embora em proporções diferentes;
- A taxa estimada para a ocupação da população flutuante de pico de réveillon nos domicílios ocupados é 0,5 hab/dom;
- O restante da população de pico de réveillon se distribui nos municípios proporcionalmente aos domicílios de uso ocasional neles existentes.

DEMANDA DE ÁGUA

A projeção de demandas da RMBS se baseou na análise de parâmetros que influenciam tanto o consumo de cada categoria de consumidor como os volumes de produção, nos períodos mais críticos do ano. A premissa adotada no trabalho é prover atendimento em todos os períodos do ano, seja nos dias de maior consumo do período de temporada de verão, seja nos períodos de estiagem, onde há redução na disponibilidade hídrica dos mananciais para o abastecimento. Os períodos do ano considerados no estudo para a projeção das demandas são:

- **Verão (jan/fev)** – corresponde aos meses de janeiro e fevereiro (também dentro do período de maior disponibilidade hídrica dos mananciais), período no qual a presença da população flutuante apresenta média/alta intensidade e frequência ou permanência. No cálculo dos consumos de água considerou-se que todos os domicílios (permanentes e de uso ocasional) estariam ocupados e com taxa de ocupação média de uma família;
- **Restante do Ano (mar/dez)** – corresponde ao período de menor presença da população flutuante, coincidente com o período de menor disponibilidade hídrica dos mananciais da RMBS (estiagem). No cálculo dos consumos de água considerou-se apenas os domicílios permanentes (população residente) estariam ocupados com uma taxa média da população residente.
- **Pico de Final de Ano (Réveillon)** – corresponde a semana do réveillon, na qual são observados os picos máximos de consumo de água no ano, que coincide com o período de maior disponibilidade hídrica dos mananciais da RMBS. Para o cálculo do consumo de água, considerou-se que todos os domicílios permanentes e de uso ocasional estariam ocupados e com taxa acima da média de uma família por habitação, proporcional ao incremento de população flutuante de pico.

A projeção do consumo nos municípios da RMBS se baseou na análise de dados operacionais de micromedicação das economias e ligações de cada categoria de consumidor. O consumo médio residencial por economia foi determinado com base no conjunto de todas as ligações da SABESP, a partir de uma análise particularizada dos histogramas de consumo do ano 2007. A utilização das informações operacionais foi precedida por análise de consistência e ajustes, a fim de selecionar as economias residenciais sem qualquer influência da sazonalidade do consumo por influência da população flutuante na ocupação dos domicílios, ou seja, as economias residenciais com perfil de consumo de domicílios permanentes ocupados por uma família.

Para esse universo, face à sazonalidade de consumo decorrente das condições climáticas foram determinados consumos médios anuais representativos do período de verão e do período de inverno/estiagem. Ao consumo foi incorporada a parcela não residencial. Na Figura 4 estão indicadas as projeções de demanda da Baixada Santista nos períodos de interesse.



Figura 4 - Projeção de Demanda Baixada Santista

ALTERNATIVAS PROPOSTAS

▪ INCREMENTO DE RESERVAÇÃO SETORIAL

É solução importante para garantir aumento do fornecimento de água tratada num curto período de dias, de modo a garantir o atendimento à demanda, especialmente nos períodos de pico de final de ano e carnaval. O sistema de reservação da Baixada Santista é constituído por 42 reservatórios setoriais distribuídos nos nove municípios da região. Os municípios de Santos e São Vicente são atendidos pelo reservatório túnel Santa Tereza/Votoruá, que é o maior reservatório da América Latina com capacidade de 110.000 m³, e é onde se concentra a maioria da população da região.

No PDAABS foram estudados diferentes níveis de reservação incremental para o atendimento à demanda de pico, cujo valor foi definido com base na variação diária da população flutuante nesse período de temporada. Como a variação sazonal da população é bastante expressiva nesse período, a reservação setorial é uma alternativa que se mostrou viável para a complementação do abastecimento nesse período, se comparado à implantação de um novo sistema produtor. Considerando esse aspecto, foi realizada avaliação específica com a comparação entre necessidade de reservação incremental e a parcela da população flutuante do período de final de ano a ser atendida.

O resultado final é apresentado na Figura 5 a seguir, onde aproximadamente 33% da população flutuante total são atendidas com essa solução.

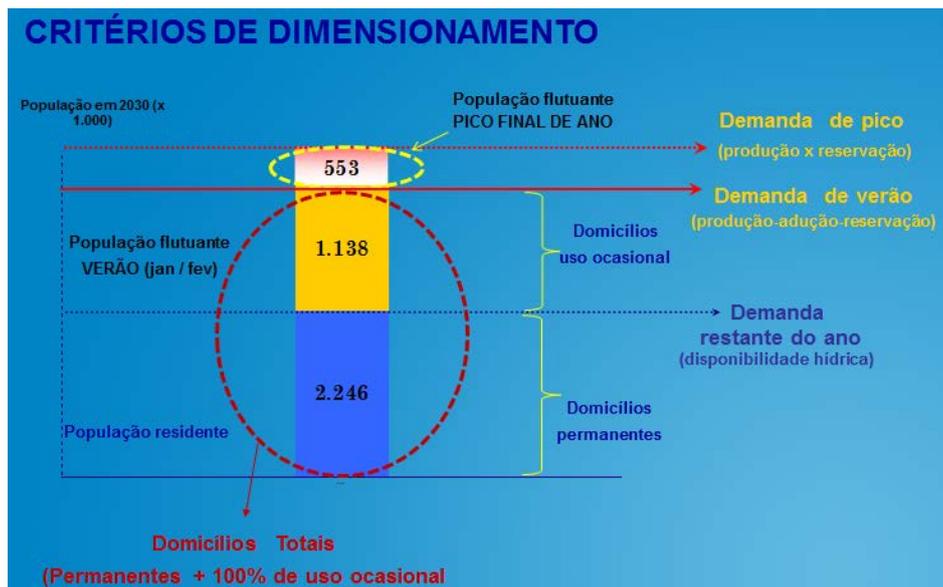


Figura 5- Distribuição da População e Demandas nos Períodos do Ano (PDAABS 2011- Sabesp)

Na Figura 6 são apresentados os volumes de reservação existentes em 2016 e os volumes propostos para a regularização das vazões horárias e para a reserva incremental de pico de final de ano, no horizonte de 2030.

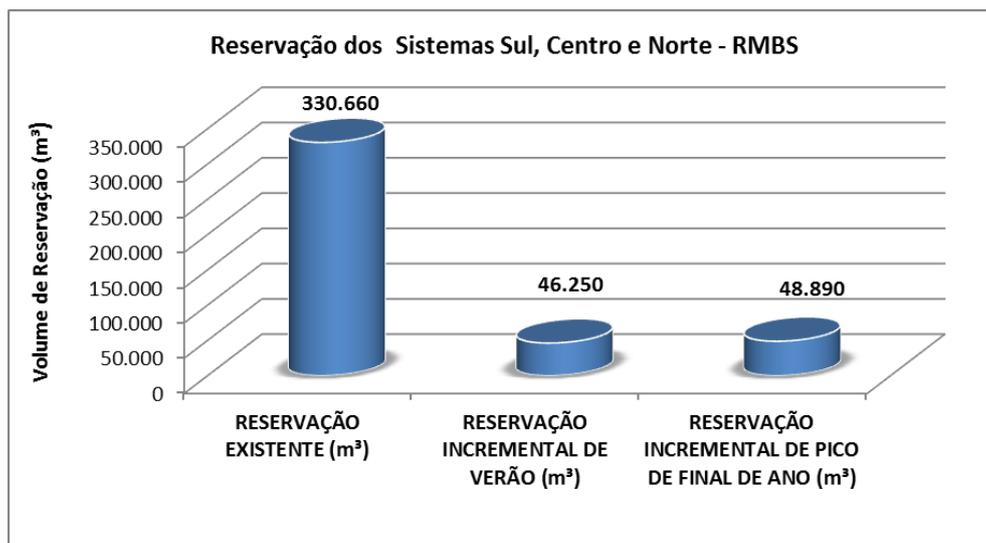


Figura 6 - Volumes de reservação existente e incremental proposto (Fonte: PDAABS 2011)

▪ APROVEITAMENTO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA

Os sistemas produtores da Baixada Santista possuem capacidade nominal superior à disponibilidade hídrica de seus mananciais. Para equacionar este déficit e atender a demanda necessária, foi proposta a implantação de um sistema produtor âncora, integrado aos demais sistemas produtores existentes, por meio de adução de água tratada. Isso possibilitará o compartilhamento da garantia de abastecimento com os demais sistemas. A oferta de água tratada, com garantia de 95%, não se limitará a disponibilidade hídrica, mas à capacidade nominal instalada.

Na Figura 7 é apresentada a diferença entre a disponibilidade hídrica dos mananciais com garantia de 95% e a capacidade nominal instalada.

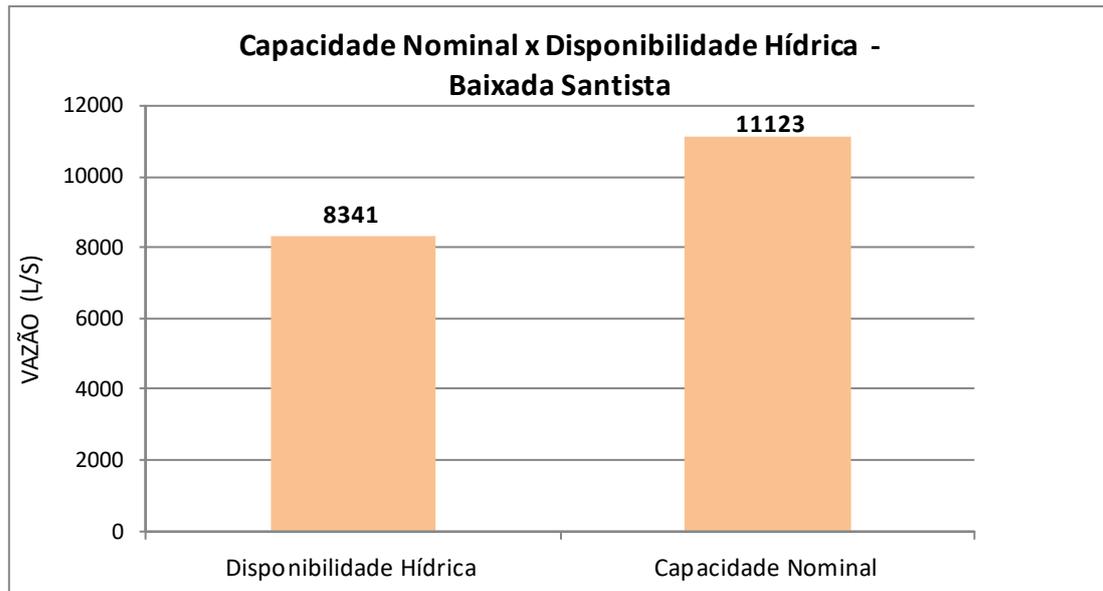


Figura 7 – Capacidade Nominal x Disponibilidade Hídrica (Fonte: PDAABS 2011)

▪ REGULARIZAÇÃO DE VAZÃO DE ÁGUA BRUTA – RESERVATÓRIO CAVA

Para o abastecimento da Região Norte-Guarujá foi prevista a ampliação da segurança hídrica do Sistema Produtor Jurubatuba associada à capacidade nominal da ETA de 2.000 L/s. Isso ocorrerá por meio da implantação de um reservatório de água bruta para regularização de vazão, já que, atualmente, as captações existentes são a fio d'água nos rios Jurubatuba e Jurubatuba Mirim e não apresentam a garantia de vazão suficiente para o abastecimento em todos os períodos do ano.

O reservatório estudado deverá ter, no mínimo, volume disponível de aproximadamente 1.800.000 m³, o que possibilitará um aumento da disponibilidade hídrica com garantia de 95%, que passará de 1.083 L/s para 2.000 L/s no período de verão e 1.300 L/s no Restante do Ano.



Figura 8 – Esquemático Cava da Pedreira (Fonte: PDAABS 2011)

ANÁLISE DOS RESULTADOS

O Plano Diretor de Abastecimento de Água permitiu à Sabesp contar com um instrumento indispensável para a formulação das ações de planejamento de médio e longo prazo. Foi possível definir diretrizes para o aproveitamento dos recursos hídricos destinados ao abastecimento público, propondo ampliações ou soluções para as unidades de tratamento, adução e reservação de água tratada.

A Baixada Santista possui enorme relevância do ponto de vista turístico, econômico e de preservação ambiental para o Estado de São Paulo, o que exigiu um aprofundamento dos estudos abordando soluções

complexas e não convencionais. Os Sistemas exclusivos de cada município já não mais atendiam a garantia de abastecimento requerida na prestação dos serviços, impondo assim, soluções de integração para o pleno atendimento às demandas.

O resultado deste trabalho indica as variações da demanda, considerando a população fixa e a flutuante (temporada de verão) e os níveis de atendimento com sistemas produtores exclusivos de cada município, com a complementação dos sistemas integrados e com volumes de reservação exclusivos estocados para o período mais crítico, o pico de final de ano.

Os resultados da comparação entre as demandas de pico e a capacidade de produção de água disponível para o abastecimento público mostrou a necessidade de um novo sistema produtor de água na Baixada Santista visando o equacionamento do déficit entre produção e disponibilidade hídrica.

Com isso, os reservatórios setoriais deverão ter capacidade de armazenamento suficiente para a regularização de vazões horárias dos dias de maior consumo e para o excedente de consumo no período de pico de final de ano. São soluções efetivas para o atendimento às expressivas variações de demanda em curtos períodos de tempo, além de reduzir o investimento em sistemas produtores que passaram a maior parte do tempo com elevado nível de ociosidade.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O planejamento dos sistemas de abastecimento de água em regiões Litorâneas com forte variação de demanda deve levar em conta a avaliação da disponibilidade hídrica para diferentes períodos do ano e concomitante às variações das demandas sazonais, visando o máximo aproveitamento dos recursos hídricos próximos ao centro de consumo.

A avaliação cuidadosa da projeção das demandas, considerando as variáveis de sazonalidade para os períodos de pico de final de ano e de verão, é fundamental para a tomada de decisão nas etapas de concepção/ampliação/adequação dos sistemas de abastecimento de água nessas regiões.

As soluções de abastecimento em curtos períodos de tempo com reservação incremental podem ser soluções custo/benefício efetivo quando comparadas a implantação de novos sistemas produtores, que invariavelmente serão compostos por unidades de captação, adução de água bruta, estação de tratamento de água e grandes extensões de adutoras de água tratada.

No caso da Baixada Santista, as soluções adotadas para o aumento da produção de água poderiam trazer conflitos pelo uso da água com o abastecimento da RMSP, com importantes indústrias do polo petroquímico da região, além de impor alguma restrição operacional à geração de energia na Usina Henry Borden em Cubatão.

Este trabalho buscou dar visibilidade aos resultados encontrados e que sirva para a continuidade dos estudos de planejamento nos futuros Plano Diretores para o abastecimento de água da Baixada Santista.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SABESP. Revisão do Plano Diretor de Abastecimento de Água da Baixada Santista (PDAABS). 2011;
2. SABESP. Informações Operacionais. 2016.