

ESTUDO DE SETORIZAÇÃO E ZONEAMENTO DE PRESSÃO COM FOCO EM REDUÇÃO DE PERDAS E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Pedro Alves Silva⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Mackenzie. Especialista em Engenharia de Saneamento Básico pela Faculdade de Saúde Pública da USP. Mestre em Engenharia Hidráulica pela Escola Politécnica da USP. Engenheiro da TECNOBRAS (1990 –1992). Engenheiro da IMPERPLASTIC (1992-1996), Engenheiro Autônomo (1993 –1996), Professor de Engenharia Hidráulica da UNICSUL (2000-2008). Professor de Engenharia Civil da UNINOVE (Atual) – Professor da FAAP São Paulo (Atual). Engenheiro da SABESP.

Gilmar da Silva⁽²⁾

Doutor em Engenharia Civil na Área de Saneamento e Ambiente pela Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Atualmente é Professor Titular do Curso de Engenharia Civil da Universidade Nove de Julho (UNINOVE) no Campus do Memorial da América Latina em São Paulo.

Francis Valter Pêpe França⁽³⁾

Engenheiro Civil. Especialista em Saneamento Básico. Mestre em Engenharia Civil. Professor da UFRB – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – Bahia - Brasil.

Alisson Gomes de Moraes⁽⁴⁾

Doutor e Mestre em Engenharia Civil, modalidade obras hidráulicas, pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP). Graduado em Engenharia Civil e Tecnologia em Engenharia Civil, modalidade obras hidráulicas, pela Universidade Estadual “Julio de Mesquita Filho” (UNESP). Atualmente é engenheiro na Cia. de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) e professor da Universidade Nove de Julho (UNINOVE) e da Universidade de Guarulhos UNG.

Endereço⁽¹⁾: Rua Cravorana, 103 – Jd. Pedro José Nunes. São Paulo. SP. CEP 08061-220 BR. Tel: +55 (11) 2037.8647 - Fax: +55 (11) 2681.3750 - e-mail: lestepas@uol.com.br e pedroasilva@sabesp.com.br.

RESUMO

O estudo de setorização e zoneamento de pressão é o ponto de partida para desenvolver projetos executivos com base no crescimento populacional e o conseqüente aumento do consumo de água, caracterização dos tipos de consumidores e a análise da capacidade do sistema existente para atender às demandas futuras, manter e aprimorar a eficiência operacional dos setores de abastecimento para atender ao Cliente com constância e viabilidade. As projeções do crescimento permitem estabelecer períodos de implantação das obras dentro do horizonte mínimo de 20 anos e períodos normalmente estabelecidos de cinco em cinco anos (etapas). A implantação pode ocorrer com recursos próprios ou por financiamentos; nos casos de financiamentos deve-se implantar toda a infraestrutura básica no início do plano para permitir a operação já nesta fase, deixando apenas adequações para os finais de etapas, como troca de rotores com ou sem troca de motores em elevatórias, instalações de painéis e serviços de menor custo que possam ser incluídos na manutenção e prevenção. As ações prioritárias são as de maior relevância como construção de reservatórios, elevatórias, redes de reforços, automações, redução de perdas e de consumo de energia elétrica.

PALAVRAS-CHAVE: Setorização, Eficiência energética, Redução de perdas físicas de água.

INTRODUÇÃO

O Estudo de Setorização é uma forma de readaptação e planejamento de investimentos que vai corrigir os desvios de planos anteriores. Busca-se adequar as obras resultantes do crescimento vegetativo às novas obras criadas para atender aos novos empreendimentos, redes de reforços para atender a demanda crescente ou

decrecente, readequação da reservação necessária para garantir o abastecimento sem falta d'água, readequação das zonas de pressão estabelecendo pressões máximas e mínimas na operação da distribuição e o redimensionamento das estações elevatórias e boosters com foco na redução das perdas físicas e na redução do custo com energia elétrica.

OBJETIVO

Propor novas técnicas de setorização e zoneamento de pressão com foco em redução de perdas físicas e o mínimo consumo de energia elétrica.

MATERIAIS

Planejamento das fases do projeto com objetivos claros e cronograma de execução, computador em boas condições de uso, software adequado para aplicação na modelagem hidráulica e na simulação do sistema existente e proposto, software de edição de texto e de planilhas de cálculo, plotter, transporte para visita a campo, máquina fotográfica, equipe de levantamento topográfico, de sondagem, de ensaios de bombas (caso necessário) e de escritório para edição do projeto executivo e licitação das obras propostas, equipe de gestão e fiscalização da execução das obras de implantação da setorização.

MÉTODO

O Setor de abastecimento deve atender a demanda de consumo sem intermitências e falta d'água; dentro desta premissa deve buscar a viabilidade do negócio com sustentabilidade; parece simples, mas a expressão 'sustentabilidade' está associada a um complexo grupo de procedimentos que se iniciam na bacia hidrográfica que produz a água a ser tratada e distribuída à população; inclui-se, aí, o conceito de uso racional da água não só pelo cliente consumidor, mas também pela companhia de abastecimento no que tange às suas ações: tratamento eficiente sem desperdício e contaminação do meio ambiente por lodo de ETA, infraestrutura adequada para evitar o desperdício em perdas físicas, aproveitamento da energia potencial disponível no próprio sistema com escolha de menor consumo energético entre captação, tratamento e distribuição.

Esta pesquisa apresenta a proposta de setorização que atenda o cliente com eficiência e sem desperdício tanto em perdas físicas quanto em consumo de energia elétrica.

A partir da bacia hidrográfica preservada (protegida) → Manancial → Planejamento de uso da vazão regularizada nas estiagens → Captação → Recalque → Tratamento → Reservação da ETA → Adução → Reservação setorial → Distribuição por zona de pressão. Observa-se que em todas as fases há consumo de energia elétrica por bombeamento e processos, no entanto em todo sistema já existe uma parcela de energia potencial disponível entre captação, tratamento, reservação e distribuição e é necessário identificar a melhor forma de aproveitamento desta energia disponível.

Cada manancial tem seu potencial entre captação, tratamento e distribuição. É preciso analisar vários cenários para identificar a condição mais econômica tanto do uso da água quanto da energia disponível, positiva ou negativa, isto é, o menor consumo de energia para o empreendimento.

Em mananciais de rios de montanhas existe a possibilidade de captação em cota acima da cota de tratamento e distribuição. O exemplo de Salesópolis que capta a água bruta na cota 865 m do Rio Tietê e trata na ETA Salesópolis na cota 846 m, conforme mostra a Figura 1.



Figura 1 – Perfil da adutora de água bruta de Salesópolis

O ganho de 19 metros que mantém a captação por gravidade, sem custo de energia elétrica e ainda distribuída para 95% da cidade por gravidade é um caso de concepção inteligente com um passo importante para manter-se como um sistema sustentável, bastando apenas a gestão do manancial e da distribuição para perpetuar o negócio com o mínimo de consumo energético. Nem todo manancial permite esta façanha, mas sempre será possível otimizar ao máximo neste sentido. Alguns casos especiais:

1. Uma prática muito comum é a escolha das cotas mais altas para as instalações de ETAS e Reservatórios de distribuição; esta opção precisa ser muito bem estudada para que não se cometa o erro de gastar muita energia no recalque por bombeamento e depois ter que reduzir a pressão com VRPs, desperdiçando a energia disponível no próprio sistema.
2. A construção de reservatórios de distribuição nas cotas mais elevadas do setor de abastecimento, quando a energia do sistema adutor não é suficiente para abastecer o reservatório por gravidade, precisando instalar uma estação de recalque para aduzir a água até o reservatório.
3. Projetar e instalar boosters e estações elevatórias sem antes readequar a rede de distribuição para reduzir ao máximo as perdas de cargas, o que reduziria a altura manométrica da elevatória e, conseqüentemente, o consumo de energia elétrica. O que será mais viável: desperdiçar energia em todo o plano de investimento ou, antes, reduzir as perdas de cargas hidráulicas com pequenos investimentos na instalação de novas redes? Precisa-se simular e comparar as opções.

São exemplos, além da escolha da bomba mais econômica, dos cuidados com a energia reativa excedente, dos controles operacionais associados à variação de pressão, que devem ser explorados no sentido de promover a eficiência total ainda na fase de projeto.

Seguem-se alguns exemplos de concepções e estudos de setorização desenvolvidos na ML, que levaram em conta a energia disponível no sistema.

I. Implantação da Setorização de Itaquaquetuba

A divisão do município em quatro Setores de Abastecimento, com a implantação da zona Alta do novo setor Vila Industrial: no projeto da estação elevatória considerou-se primeira a readequação das redes de distribuição para melhorar o abastecimento e diminuir a altura piezométrica da estação elevatória; com isto houve a otimização do consumo de energia antes da instalação e ainda houve redução de energia com a desativação de quatro boosters, cujo ganho foi suficiente para suprir a energia gasta na nova elevatória da Zona Alta.

II. Arujá Zona Alta

Implantação da nova Estação Elevatória da Zona Alta de Arujá: com a desativação de duas elevatórias da zona alta antiga, instalação de novas redes e a desativação de cinco boosters economizou-se energia superior à energia gasta para alimentar a nova estação elevatória que opera com maior confiabilidade e eficiência energética.

III. Implantação do Setor de Abastecimento Carmo

A elevatória da zona alta, com dois sistemas de bombeamento com alturas manométricas diferentes para atender a regiões com cotas diferentes e com isto evitar a dissipação da energia do recalque com a implantação de VRPs. A Foto 1 mostra as obras em fase final em 2011; entrou em operação em 2012.



Foto 1 – Implantação da setorização do Setor Carmo.

IV. Implantação do Setor Savoy

A zona alta em alças primárias que atende as cotas altas sem boosters adicionais e pressão máxima de 30 mca. A foto 2 mostra o centro de reservação na fase de construção em 2011 e se encontra em operação desde janeiro de 2012.



Foto 2 – Implantação da setorização do Setor Savoy.

V. Estudo de Setorização do Artur Alvim.

O estudo altera o zoneamento de pressão com transferência de áreas para a zona baixa e para outros setores vizinhos com objetivo de reduzir o consumo de energia por recalque da zona alta, conforme mostra a Figura 2 obtida na modelagem hidráulica da setorização.

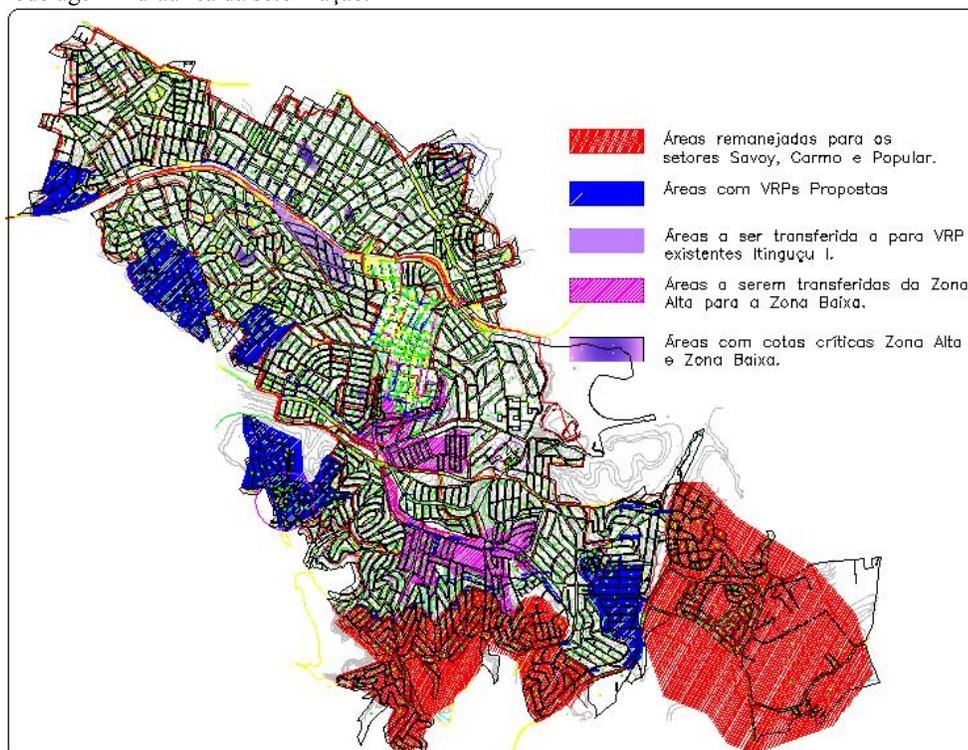


Figura 2 – Mapa final da Setorização proposta para Artur Alvim, 2013.

A concepção do estudo estabeleceu a pressão mínima de 10mca e máxima de 30mca em todo o setor de abastecimento; o resultado, após a simulação dos cenários existentes e propostos com as implantações de redes, instalações de VRPs, adequação na estação elevatória da zona alta e a análise financeira do “pay back” são mostrados nas Figuras 3, 4, 5 e 6 onde observa-se a redução de pressão e a otimização do consumo de energia por transferência de trechos de abastecimentos para as zonas baixas próximas. O sistema foi calibrado de maneira a aferir o mesmo coeficiente de atrito dinâmico do sistema existente ao sistema proposto em protótipo de modelagem hidráulica desenvolvido no software WaterGEMS-Darwin Calibrador. A calibração

das pressões foi executada em trinta pontos medidos com datalogger e introduzidos no Darwin Calibrator, que ajustou as pressões entre modelo e protótipo conforme mostra a Figura 3.

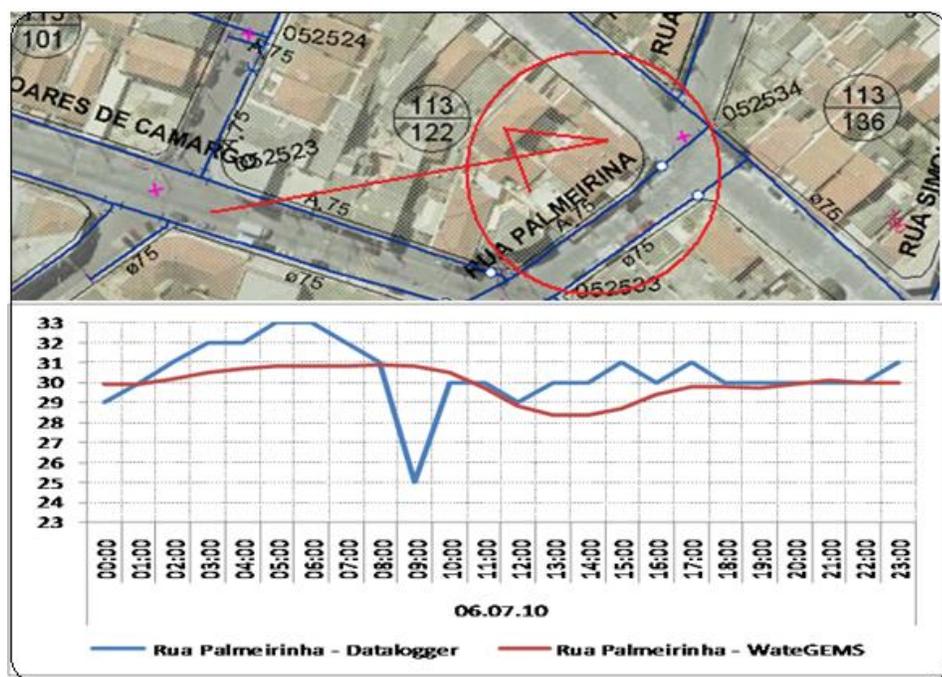


Figura 3 – pressões calibradas entre modelo e protótipo do sistema existente.

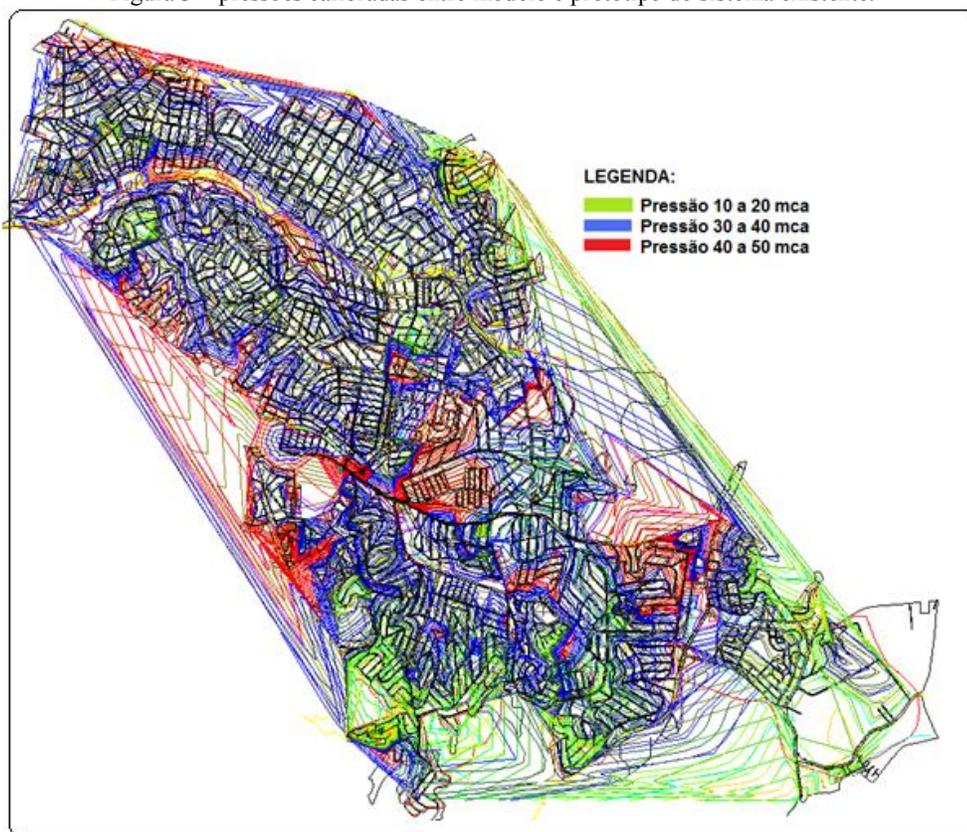


Figura 4 – Mapa de pressão da simulação hidráulica do sistema existente - ANTES.

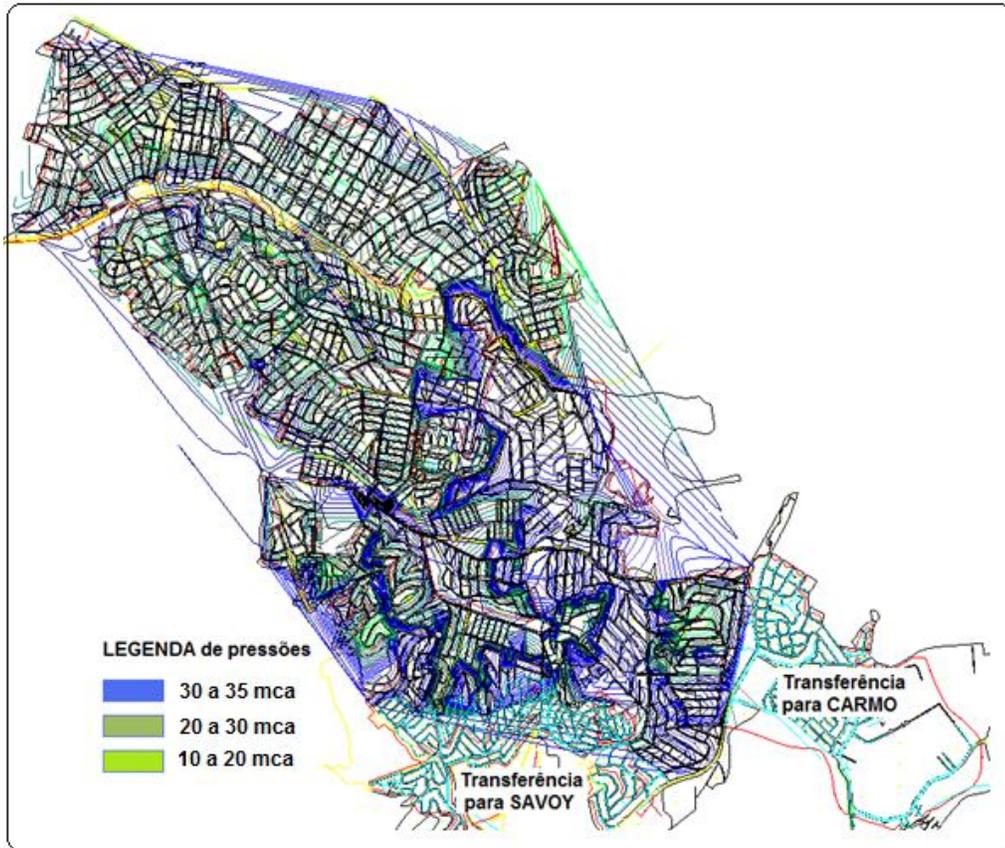


Figura 5 – Mapa de pressão proposta pela simulação hidráulica após a calibração do sistema - DEPOIS.

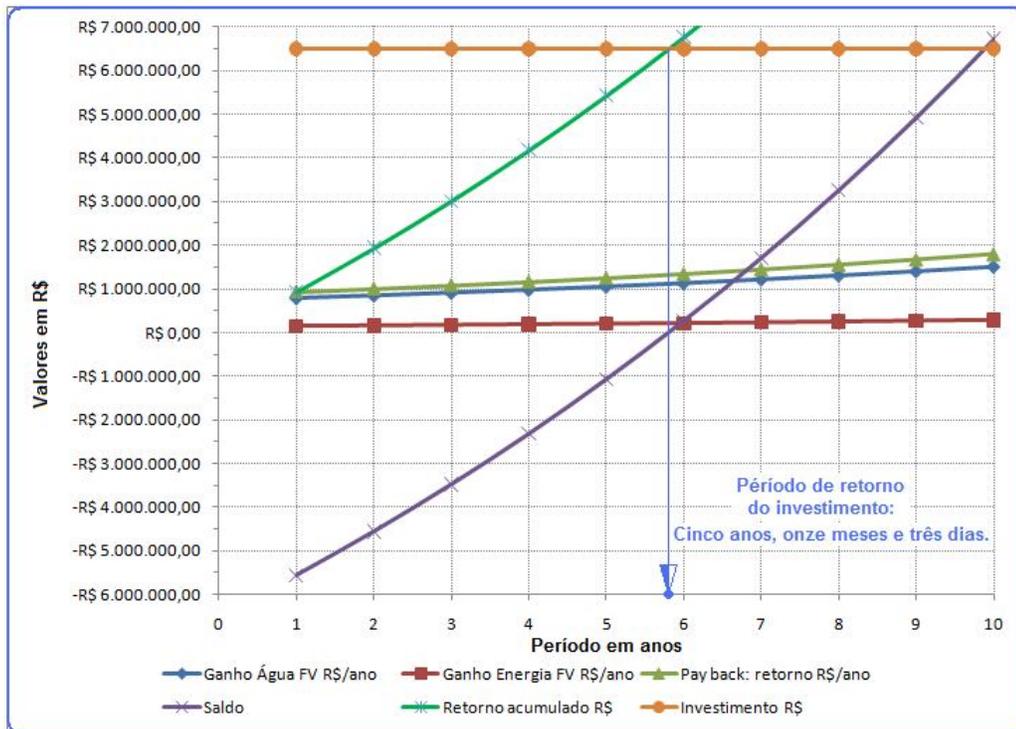


Figura 6 – simulação de retorno do investimento – Artur Alvim.

O investimento teve o custo de R\$ 6,5 milhões com previsão de retorno em cinco anos, conforme mostra a Figura 6.

VI. Estudo de setorização de Biritiba Mirim

O estudo de setorização de Biritiba Mirim tem como objetivo a troca de toda infraestrutura de abastecimento do setor, excetuando apenas as redes de distribuição. Serão desativados cinco centros de reservação, oito sistemas de recalque, uma ETA e uma captação. Será criado um único centro de reservação que concentrará todas as atividades do abastecimento, manutenção e atendimento comercial em um único local.

A nova proposta inclui a cidade no Sistema Integrado Metropolitano - SAM com a construção de uma subadutora que deriva do Sistema Rio Claro num ponto da Adutora do Rio Claro. A Figura 7 mostra o trajeto da nova subadutora Biritiba.

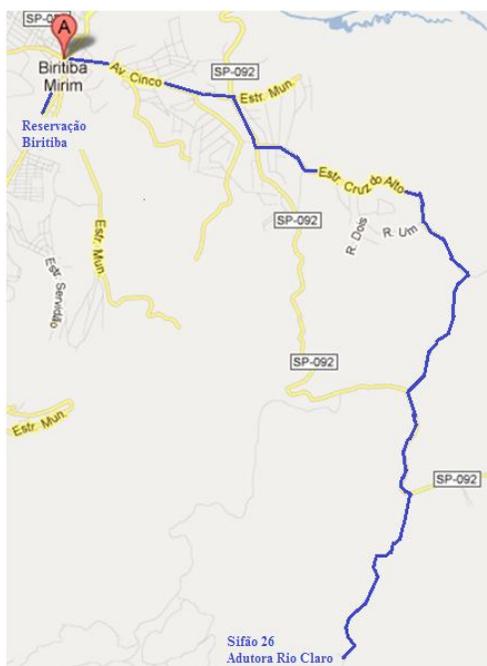


Figura 7 – Trajeto da nova subadutora Biritiba Mirim

A concepção do novo sistema de distribuição prevê a construção de um reservatório de 5000 m³ e uma estação elevatória para abastecer a zona alta, conforme a Figura 8.

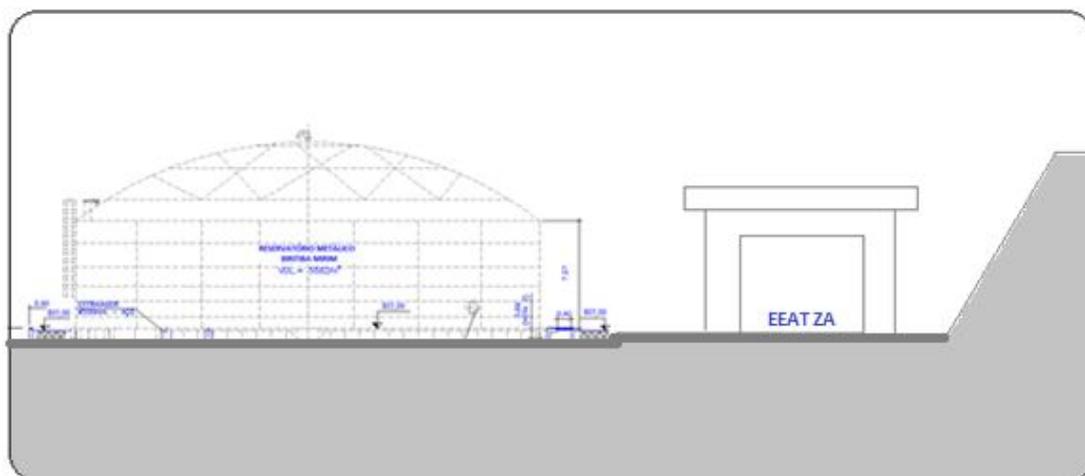


Figura 8 – Imagem ilustrativa do novo centro de reservação de Biritiba Mirim

Dentro do conceito de mínimo consumo energético simularam-se vários cenários para identificar a solução de menor consumo onde a escolha da cota de instalação do novo centro de reservação seria determinante para equilibrar o consumo de energia entre recalque na adução (subadutora) e recalque na Zona Alta (distribuição); o resultado final, a partir da derivação da Adutora do Rio Claro, dependerá da pressão disponibilizada por esta adutora, Booster Intermediário e cota do Centro de Reservação. O reservatório na cota mais alta implica em maior consumo no booster intermediário e menor consumo no recalque da zona alta; o ponto ótimo será encontrado em função da cota de instalação do reservatório, conforme ilustra as Figuras 9 e 10; variando a cota tem-se variação nas alturas manométricas das elevatórias e, por consequência, haverá variação no consumo de energia elétrica; uma pequena diminuição na altura manométrica do booster intermediário gera grande redução no consumo, uma vez que a vazão é maior do que no recalque da zona alta. Esta variação está representada na Figura 10.

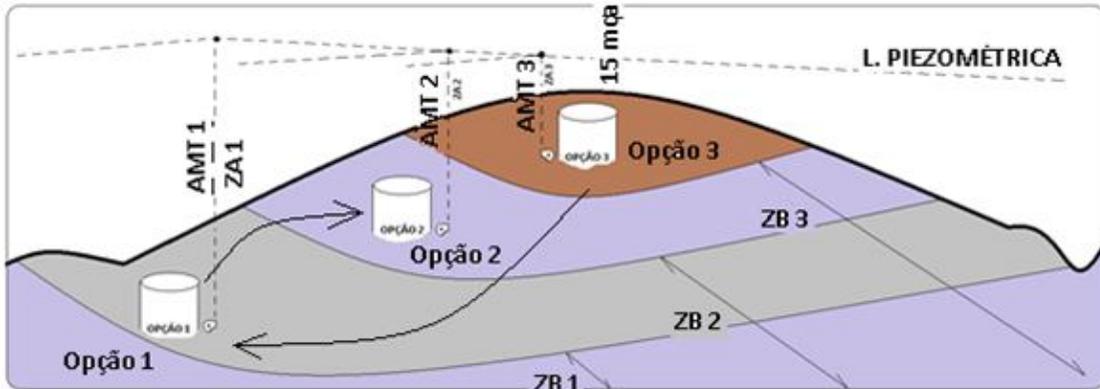


Figura 9 – Escolha da cota de instalação do reservatório com base no menor consumo de energia elétrica.

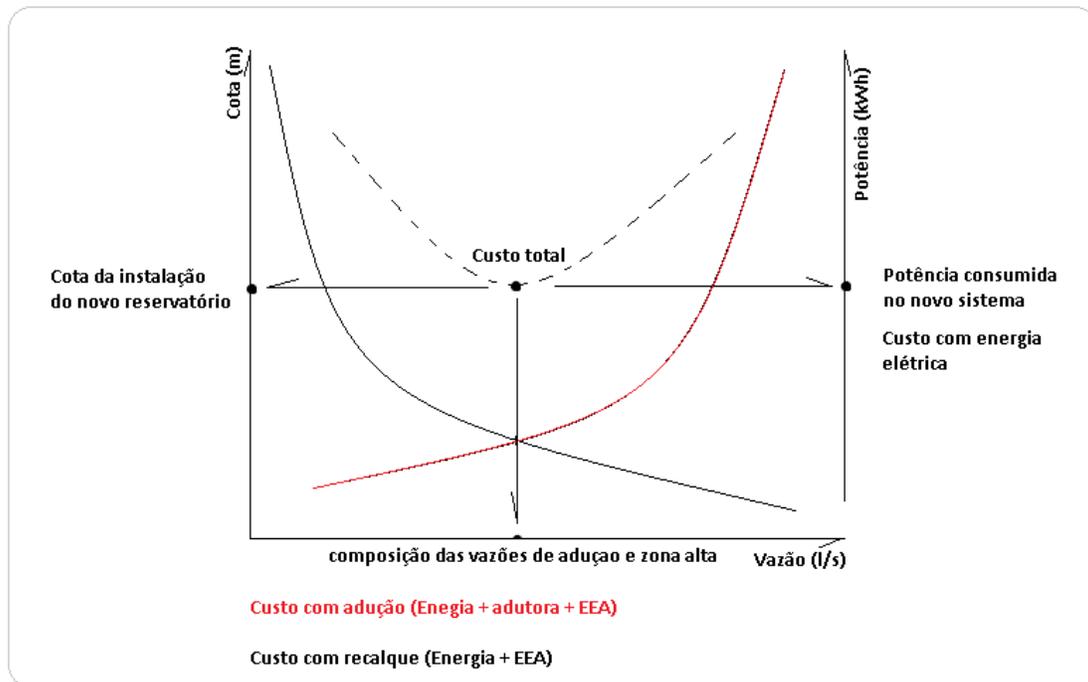


Figura 10 – Curva econômica para obtenção da cota de instalação do reservatório.

O projeto foi simulado para definir as melhores cotas de abastecimento pela zona alta em função do novo reservatório; conforme mostra a Figura 11 as cores mais escuras representam as pressões na região da zona alta.

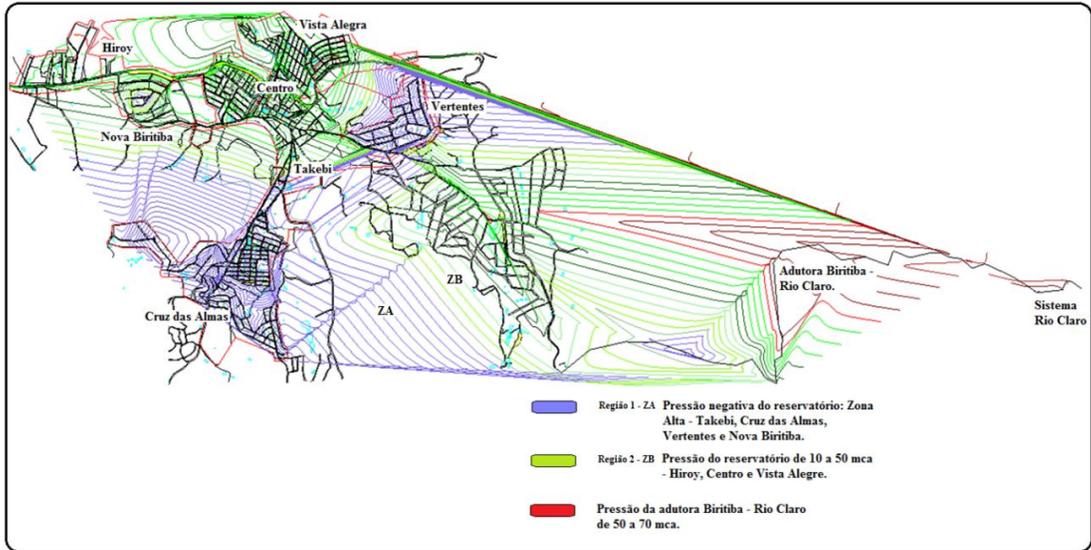


Figura 11 – Mancha de indentifica3o do zoneamento de press3o.

Aproveitou-se a energia disponivel na Adutora do Rio Claro – Sif3o 26, com cota piezom3trica de 820 metros que proporcionar3 baixo consumo de energia na adu3o at3 ao reservat3rio que ser3 instalado na cota 805 m do Bairro Takebi, conforma a Figura 12; o balan3o energ3tico ficou por conta da zona alta e do Booster Intermedi3rio.

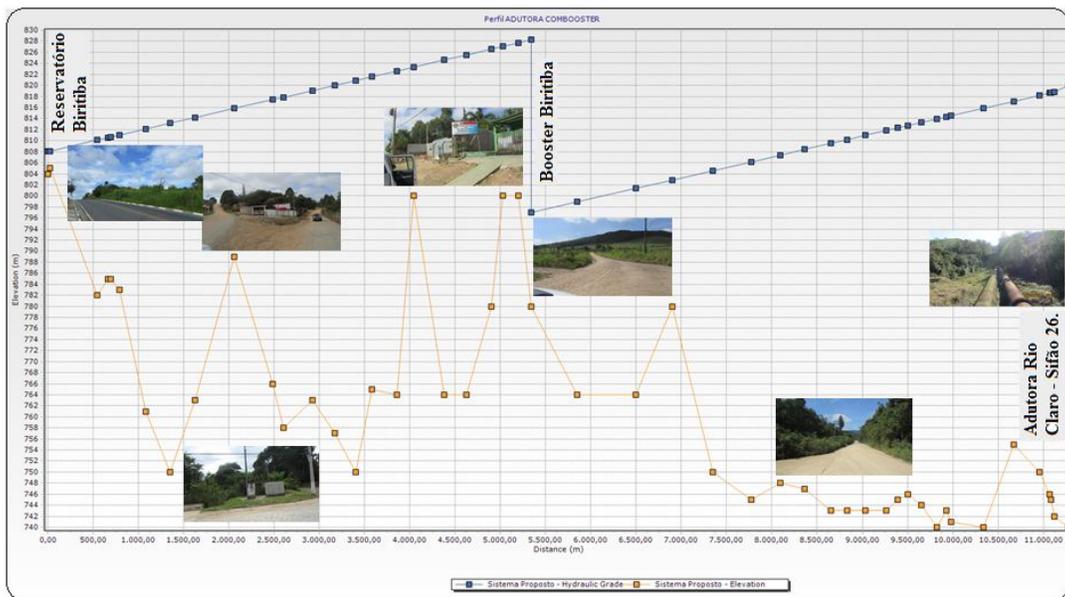


Figura 12 – Perfil com linha piezom3trica da Subadutora Biritiba Mirim.

A simula3o final, em todo o sistema operando com press3es entre 10 e 30 mca, est3 representada na Figura 13, que mostra desde a deriva3o no Sif3o 26 at3 a distribu3o em Biritiba Mirim.

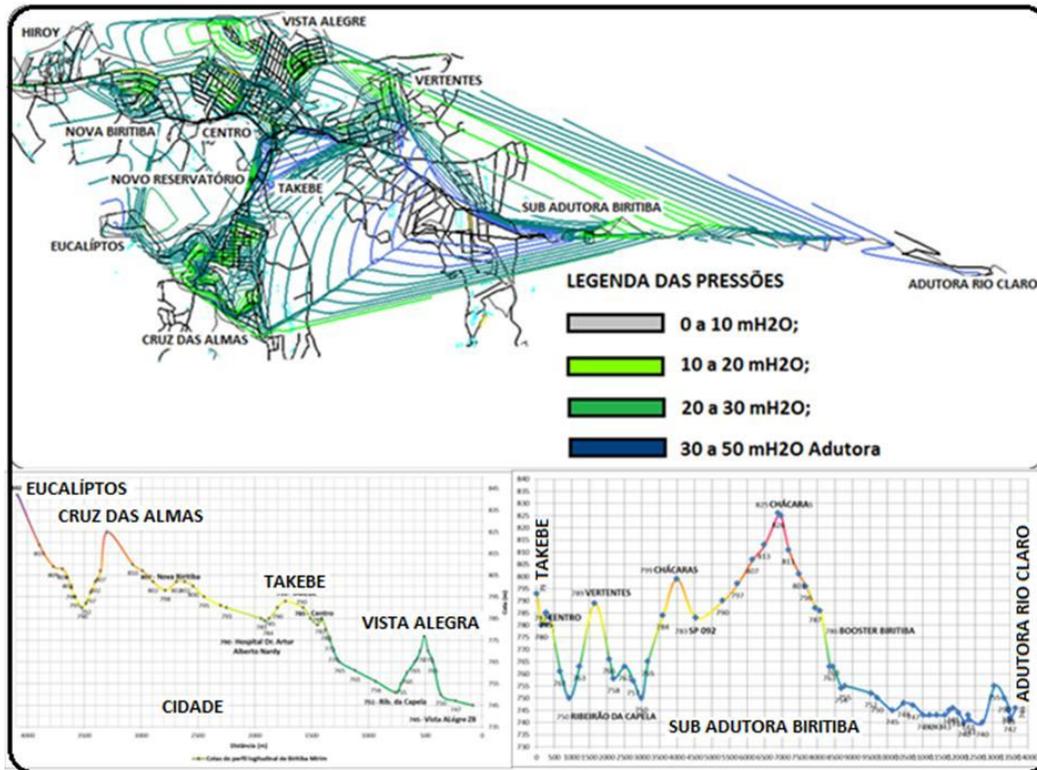


Figura 13 – Novo sistema de abastecimento proposta para Biritiba Mirim

O investimento total será de R\$ 12 milhões com “pay back” de 5,8 anos.

VII. Estudo de Setorização de Suzano.

O Estudo de Setorização de Suzano tem o objetivo, além de adequar as redes e eliminar intermitências e faltas d’água, implantar um novo Centro de Reservação na região de Palmeiras. Atualmente a zona alta abastece a região central e toda a região de Palmeiras. A nova concepção será uma oportunidade de otimizar o consumo de energia no setor de abastecimento. Segundo o Ministério de Desenvolvimento Social e Combate à Fome, Suzano tinha 262.480 habitantes em 2010 e estima-se que em 2014 possua 273.660 habitantes, com base na taxa de crescimento anual de 1,4%, que é uma das maiores da Região Metropolitana de São Paulo. O Gráfico 1 mostra o crescimento de Suzano nos últimos 20 anos.

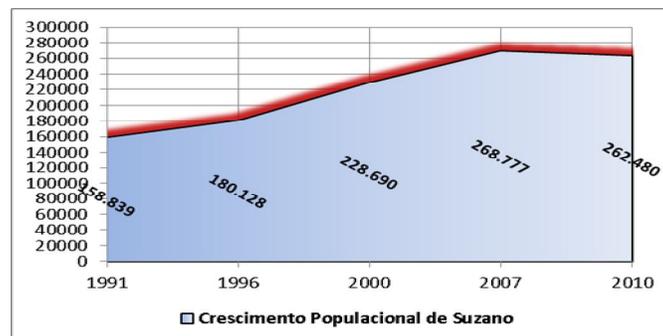


Gráfico 1 – Crescimento populacional de Suzano.

A Simulação hidráulica do setor de abastecimento foi executada levando em conta o menor custo com energia elétrica para o novo Centro de Reservação e se possível a redução do consumo atual. A Figura 14 mostra o Mapa de Abastecimento atual com suas zonas de pressão entre Zona Alta, boosters e VRPs.

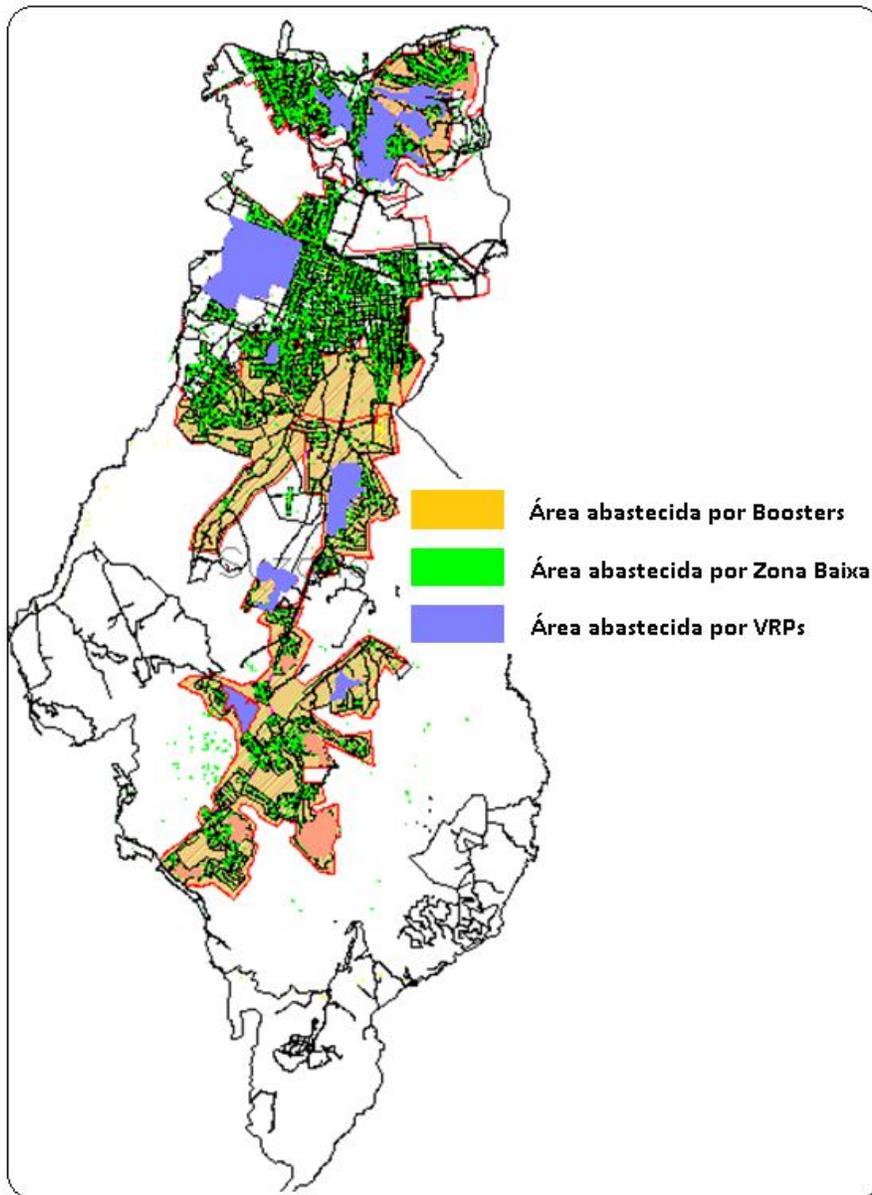


Figura 14 – Mapa de zoneamento de pressão de Suzano

A ETA Taiapuêba se encontra dentro do Município e tem o centro de reservação RD da ETA no Bairro de Casa Branca, cota 820m; uma opção de baixo consumo na adução para o novo centro de reservação seria construir o reservatório em cota logo abaixo da cota mínima do RD e em área próxima, o que beneficiaria na redução do custo com energia elétrica e na construção de adutora. Optou-se por construir proximo ao RD e em cota que tornará possível abastecer o novo reservatório por gravidade, sem custo com energia na adução e baixo custo com adutora. A simulação do novo sistema de abastecimento de Suzano está representada na Figura 15 e mostra a linha piezométrica mais desfavorável do setor, com boosters, Zona Alta e VRPs.

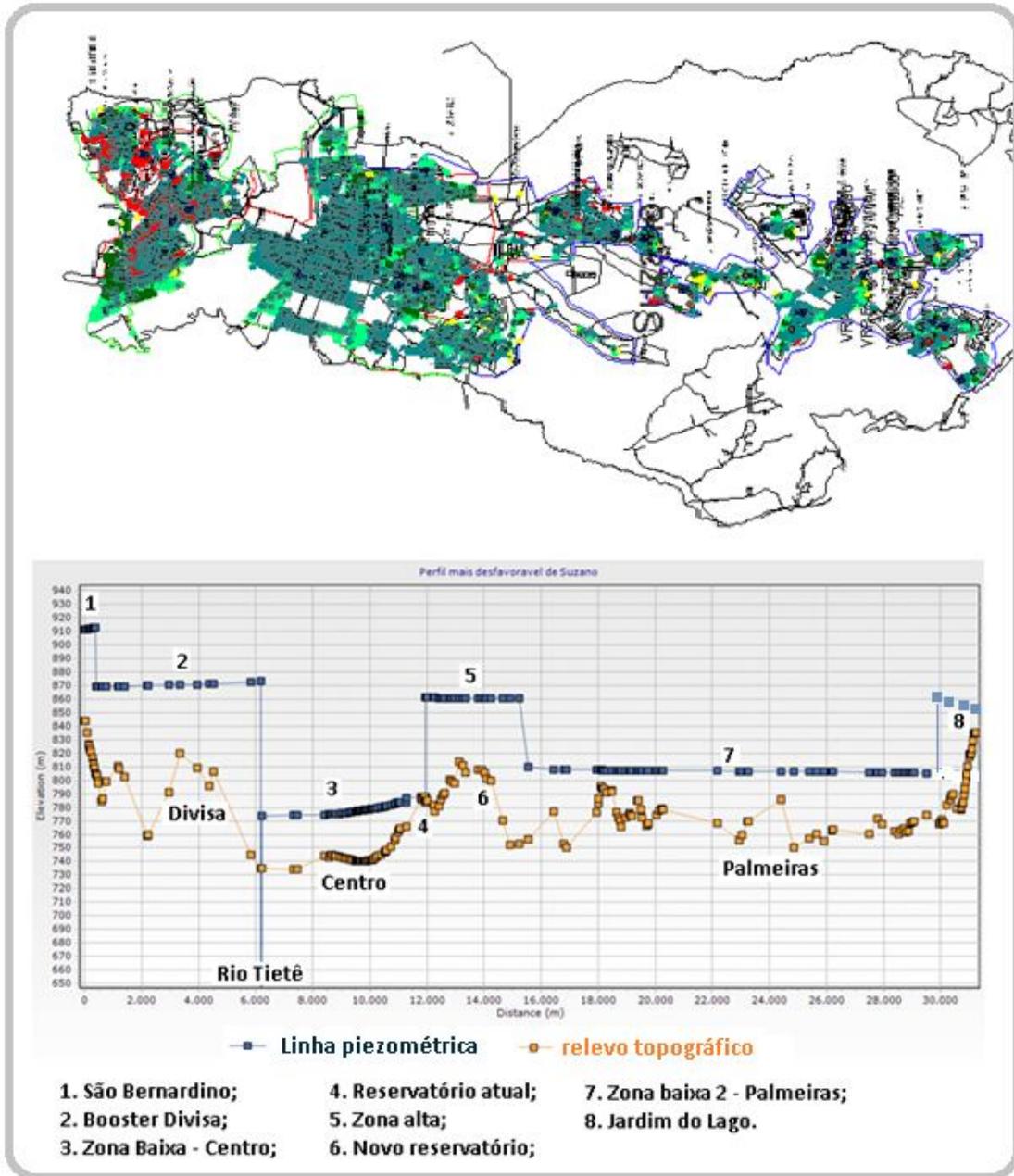


Figura 15 – Perfil da linha piezométrica da nova Setorização de Suzano – Simulação WaterGEMS – Darwim Calibrator.

O balanço energético do sistema reduz o consumo de energia para o setor em torno de 20% e corrige as intermitências, faltas d'água e atende a demanda crescente de novos empreendimentos habitacionais. O novo centro será instalação ao lado do RD, em cota que permite abastecer por gravidade, conforme a Figura 16.

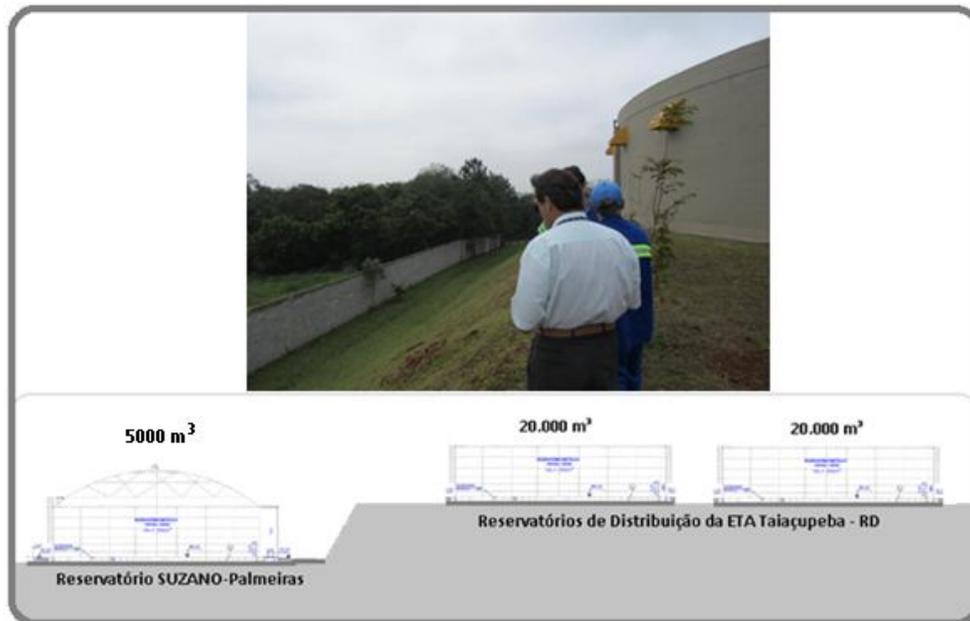


Figura 16 – Ilustração da proposta do novo reservatório de Suzano.

O novo sistema de abastecimento de Suzano ficaria conforme a Figura 17, que divide a cidade em dois setores de distribuição.

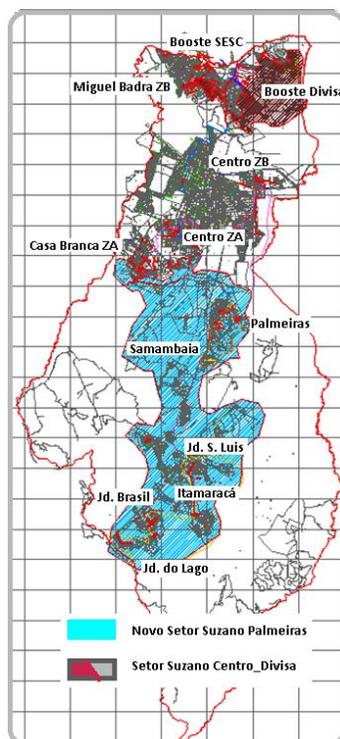


Figura 17 – Mapa da nova Setorização de Suzano.

O ganho se refletirá na adequação do abastecimento, com redução no consumo de energia elétrica. O estudo se encontra em fase de conclusão com previsão de licitação para 2015.

RESULTADOS

Os estudos já implantados, Itaquá-Macedo, Itaquá-Vila industrial, Arujá, Carmo e Savoy estão em operação sem falta d'água, com redução na manutenção das redes e nas perdas físicas em torno de 20% em relação ao anterior e redução no consumo de energia resultante da desativação dos Boosters em torno de 30%.

CONCLUSÃO

Todos os estudos foram desenvolvidos com mão de obra própria, mas poderiam ser contratados. Nos casos em que houve a necessidade de implantação de novos reservatórios, estudou-se a possibilidade econômica de divisão do setor e, em outros, os terrenos já estavam comprados antes mesmo de qualquer estudo, o que não recomendamos, pois perde-se a oportunidade de proceder a análise de custo do consumo de energia entre adução e recalque (zona alta) e escolher a melhor cota de instalação do reservatório. Independentemente da situação sempre será possível a análise do consumo total de energia no setor existente e a pesquisa da possibilidade de redução de energia através de mudanças como na manutenção, na operação e na readequação estrutural com trocas de equipamentos.

RECOMENDAÇÕES

Observa-se que em todos os estudos citados não houve a imposição dos limites atuais. O estudo é livre para analisar todas as possibilidades sem estar preso às condições conservadoras de contratos; a exemplo destes estudos, o termo de referência deve especificar as condições de remuneração das ações além dos limites da área atual de estudo. Basicamente o método sugere que os estudos de setorização não fiquem presos aos limites atuais do setor de abastecimento: é necessário levar em conta as possibilidades de mudanças entre zonas de pressão alta, baixa e inclusive entre os setores vizinhos; isto pode viabilizar grande redução no consumo de energia e resolver problemas de perdas físicas por alta pressão, eliminar faltas d'água, intermitências e ainda reduzir o consumo de energia elétrica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. TSUTIYA, M. T. Abastecimento de água. 1.^a edição. São Paulo, 2004.
2. KOELLE E., Educação continuada em engenharia hidromecânica. Gestão, Projeto e Operação de redes hidráulicas. SABESP. São Paulo, 1998. v.7.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT 12211/1994; ABNT 12214/1994; ABNT 12215/1994 e ABNT 12218/1994. São Paulo, 1994.