



Proposta de metodologia de gestão para sistemas de abastecimento de água utilizando modelagem hidráulica computacional e indicadores de desempenho

CHÉLSEA EICHHOLZ MARCHI
UNIVALI
chelseamarchi@gmail.com

OVIDIO FELIPPE PEREIRA DA SILVA JÚNIOR
UNIVALI
ofelippe@univali.br

BRUNO COMUNELLO ELEOTERO
UNIVALI
bruno.comunello@gmail.com

GUILHERME VIOLATO GIROL
UNIVALI
guilhermegirol@gmail.com

HELOÍSE HELENA TACK
UNIVALI
helotack@yahoo.com.br



**PROPOSTA DE METODOLOGIA DE GESTÃO PARA SISTEMAS DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA UTILIZANDO MODELAGEM HIDRÁULICA
COMPUTACIONAL E INDICADORES DE DESEMPENHO**

Resumo

No ano de 2011, o índice nacional de perdas de água na distribuição foi de 38,8%. As perdas no sistema estão diretamente ligadas à eficiência energética, sendo que o potencial técnico de economia de energia elétrica decorrente da redução de vazamentos de água na distribuição é em torno de 25% do consumo energia do setor de abastecimento de água. Tendo em vista o grande potencial de redução de perdas de água e de energia nos sistemas de abastecimento de água, foi desenvolvida uma metodologia de gestão apoiada na lógica do PDCA (*Plan-Do-Check-Act*). Sua estrutura apresenta ferramentas de gestão conceituadas aliando as técnicas de modelagem hidráulica computacional e indicadores de desempenho específicos selecionados junto à IWA (*International Water Association*) e ao SNIS (*Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento*) permitindo em resposta orientar intervenções específicas e fundamentadas de forma contínua e mensurável nos sistemas de abastecimento de água. A metodologia está sendo aplicada inicialmente no sistema da CASAN na Barra da Lagoa, Florianópolis-SC, através do projeto *TEMARP – Técnicas Experimentais e de Modelagem Aplicada a Redução de Perdas em Sistema de Abastecimento Público de Água*, financiado pelo FINEP e desenvolvido pela rede de universidades UFMS, UNIVALI e UEM.

Palavras-chave: Metodologia de gestão; Sistema de abastecimento de água; Perdas de água; Eficiência energética.

Abstract

In 2011, the national rate of water loss in the distribution was 38.8%. The losses in the system are directly related to energy efficiency, and the technical potential for electricity savings resulting from water leaks reduction in the distribution is around 25% of the energy consumption in the water supply sector. Given the large potential for water loss reduction and energy in water supply systems, it was developed a management methodology supported by PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) logic. Its structure has renowned management tools combining the computational hydraulic modeling techniques and specific performance indicators from IWA (*International Water Association*) and SNIS (*National Sanitation Information System*) allowing as result to guide specific and justified interventions in a continuous and measurable basis in water supply systems. The methodology is being applied initially in a CASAN system in Barra da Lagoa, Florianópolis-SC, through *TEMARP* project – *Experimental Techniques and Applied Modeling for Loss Reduction in the Public Water Supply System*, funded by FINEP and developed by the university network UFMS, UNIVALI and UEM.

Keywords: Management methodology; Water supply system; Water loss; Energy efficiency.



III Simpósio Internacional de Gestão de Projetos (III SINGEP) II Simpósio Internacional de Inovação e Sustentabilidade (II S2IS)

1 Introdução

Este trabalho tem o objetivo de apresentar uma metodologia elaborada com intuito de avaliar e propor melhorias de forma contínua para sistemas de abastecimento de água com vistas à otimização operacional no que tange a diminuição de perdas de água e a eficiência energética. A metodologia está sendo aplicada inicialmente no sistema de concessão da CASAN (Companhia Catarinense de Águas e Saneamento) na Barra da Lagoa, Florianópolis-SC, através do projeto *TEMARP – Técnicas Experimentais e de Modelagem Aplicada a Redução de Perdas em Sistema de Abastecimento Público de Água*, financiado pelo FINEP e desenvolvido pela rede de universidades UFMS, UNIVALI e UEM.

É importante salientar a indiscutível importância da preservação da água e o excessivo gasto energético nos sistemas de abastecimento de água, que muito ocorrem pela falta de sistemas ativos de gestão que contemplem a melhoria contínua da operação diária. De acordo com o último Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto que traz os dados do Sistema Nacional de Informações de Saneamento (SNIS) referente ao ano de 2011, o índice nacional de perdas de água na distribuição é de 38,8%.

Segundo o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica para o Saneamento (PROCEL SANEAR, ano base 2012), 3% do total de energia elétrica consumida no Brasil são de prestadores de serviços de água e esgoto, sendo que o potencial técnico de economia de energia elétrica decorrente da redução de vazamentos de água é em torno de 25% do consumo do setor de abastecimento de água e de 20% em medidas de intervenções nos processos de bombeamento e de reservação de água.

Tendo em vista o grande potencial de redução de energia e de conservação da água, desenvolveu-se uma metodologia de gestão para sistemas de abastecimento de água apoiada na lógica do PDCA (*Plan-Do-Check-Act*). Sua estrutura apresenta ferramentas de gestão conceituadas ao aliar as técnicas de modelagem hidráulica computacional a indicadores de desempenho específicos selecionados junto à IWA (*International Water Association*) e ao SNIS (*Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento*).

2 Estrutura metodológica

A metodologia proposta tem como pano de fundo a técnica do PDCA – *Planejar, Fazer, Checar e Agir* – utilizada nos processos de gestão de qualidade representando o ciclo de gerenciamento de uma atividade na busca da melhoria contínua. Esta técnica está recomendada na norma técnica da ABNT NBR ISO 24510, que estabelece diretrizes para a avaliação e gestão dos serviços de água e esgoto. Conceitualmente, os componentes da estrutura do ciclo PDCA significam:

- **PLANEJAR:** estabelecer os objetivos e os processos necessários para alcançar resultados de acordo com os requisitos e metas propostas;
- **FAZER:** executar e implementar os processos conforme planejado;
- **CHECAR:** monitorar e medir os processos e os produtos obtidos em comparação com a situação anterior;
- **AGIR:** adotar ações para corrigir os erros e melhorar continuamente o desempenho do processo.

Dentro da lógica do PDCA, este artigo compreende a aplicação da metodologia proposta no projeto realizado junto à CASAN no bairro da Barra da Lagoa, Florianópolis-SC,



III Simpósio Internacional de Gestão de Projetos (III SINGEP) II Simpósio Internacional de Inovação e Sustentabilidade (II S2IS)

conforme ordem cronológica apresentada na Figura 1, sendo seus tópicos comentados nos itens subsequentes.

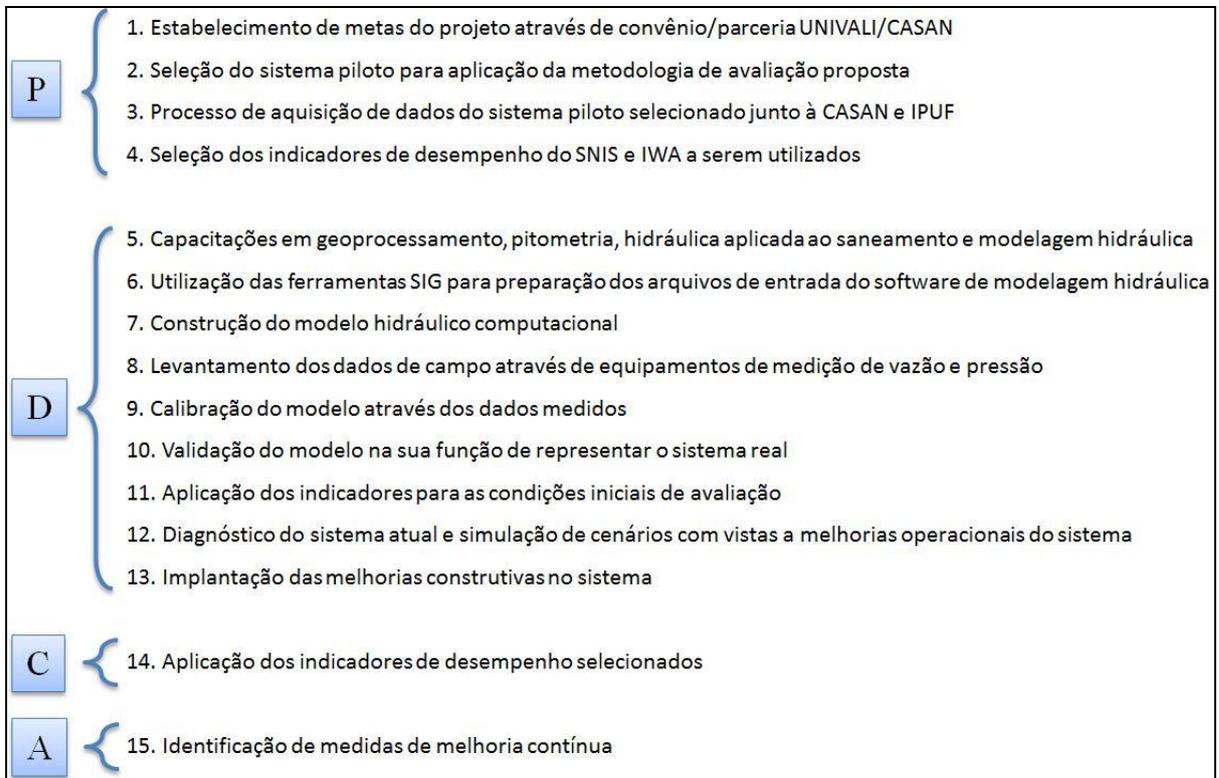


Figura 1. Metodologia de avaliação de sistemas abastecimento de água desenvolvida aplicada ao projeto TEMARP – Barra da Lagoa

2.1 Estabelecimento de responsabilidades e metas do projeto

A CASAN e a UNIVALI acordaram realizar o presente projeto, sendo cada parte responsável por auxiliar no seu desenvolvimento da seguinte forma: a CASAN deve disponibilizar informações técnicas e comerciais do sistema selecionado por ela para a aplicação do estudo e a UNIVALI compromete-se em desenvolver um protocolo de ações para avaliação das perdas de água nos sistemas de abastecimento de água, apoiado em tecnologias computacionais e de experimentação de campo, além da aplicação experimental no sistema selecionado. Cabe ressaltar o interesse de ambas as partes uma vez que a CASAN possui um acordo com o Ministério das Cidades, o AMD (Acordo de Melhoria de Desempenho) no qual se compromete a baixar o índice de perdas por ligação para menos de 250 L/lig.dia até 2015. A UNIVALI por sua vez, como instituição de ensino, tem o dever de fomentar a pesquisa e o conhecimento através da produção de materiais didáticos e técnicos, com dados e resultados.

As metas conjuntas traçadas dizem respeito ao estabelecimento de calendário referente às tarefas do projeto que devem ser realizadas com a presença de membros da CASAN e da UNIVALI como reuniões para repassar dados do sistema, os cursos de capacitação, a montagem dos equipamentos de campo e reuniões para discutir a implementação das melhorias construtivas no sistema.



III Simpósio Internacional de Gestão de Projetos (III SINGEP) II Simpósio Internacional de Inovação e Sustentabilidade (II S2IS)

2.2 Seleção do sistema de abastecimento

O sistema de estudo deve apresentar cadastro técnico e comercial atualizados para que a aplicação da metodologia seja efetiva e possa retratar verdadeiramente as condições de campo. Para isso, é necessário que a prestadora de serviço em saneamento disponibilize minimamente o cadastro da rede física do sistema por meio de mapa digitalizado no formato CAD ou SIG que contenha informações referentes às tubulações, estações de bombeamento, unidades de reservação e tratamento de água e topografia, além de informações planilhadas atuais de consumos macromedidos e micromedidos, volume de água faturado e quantidade de economias ativas do sistema.

A Tabela 1 traz as informações mínimas desejáveis que a companhia de água disponibilize para possibilitar a aplicação da metodologia de gestão em questão.

Tabela 1: Informações requeridas em base de dados do sistema/setor de estudo

COMPONENTES	INFORMAÇÕES NECESSÁRIAS
1. TUBULAÇÕES	1.1. Comprimentos
	1.2. Diâmetros
	1.3. Tipo de material e revestimento interno
	1.4. Ano de implantação da rede
2. ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO	2.1. Cota geométrica das unidades
	2.2. Curva característica (Q x H) - catálogo do fabricante
	2.3. Regras de operação
	2.4. Ensaio hidráulico energético completo
3. RESERVATÓRIOS	3.1. Cota geométrica (fundo)
	3.2. Formato geométrico
	3.3. Dimensões e volume de reservação
	3.4. Regras de operação
4. REGISTROS E VÁLVULAS	4.1. Status dos registros (aberto/fechado)
	4.2. Setpoint operação das válvulas
	4.3. Regras de operação
5. CONSUMO DE ÁGUA	5.1. Dados de micromedição por setor de abastecimento
	5.2. Dados de macromedição por setor de abastecimento
	5.3. Padrões de consumo de água
	5.4. Volume de água faturado e não faturado
	5.5. Quantidade de economias ativas de água
	5.6. Índices de perdas reais e aparentes estimadas
6. DEMAIS COMPONENTES	6.1. Cota topográfica da rede
	6.2. Plano de fundo para construção da rede

Tendo em vista as informações requeridas acima citadas, a CASAN optou por adotar a região da Barra da Lagoa como área de estudo, a qual localiza-se conforme Figura 2.



III Simpósio Internacional de Gestão de Projetos (III SINGEP) II Simpósio Internacional de Inovação e Sustentabilidade (II S2IS)

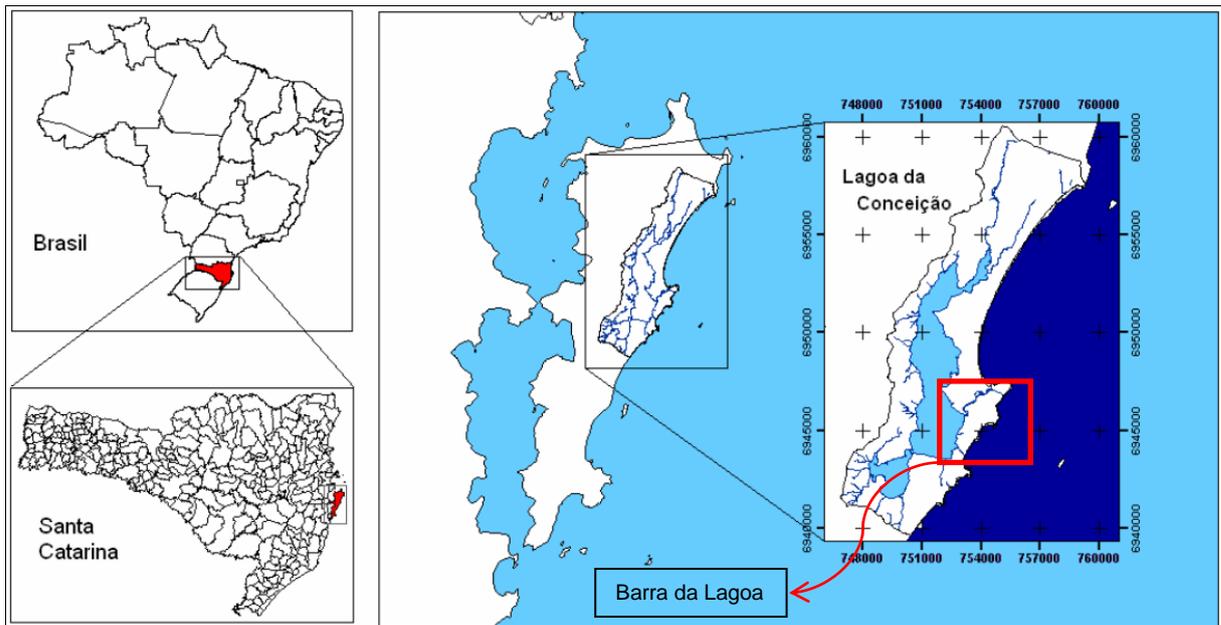


Figura 2. Localização da área de estudo - Barra da Lagoa/Florianópolis-SC

Fonte: Adaptado de Odreski (2012).

O reservatório da Barra da Lagoa faz parte do sistema Costa Leste Sul, o qual é abastecido pela Estação de Tratamento de Água da Lagoa do Peri. Segundo a projeção populacional que consta no Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico de Florianópolis, consolidado no ano de 2011, no distrito da Barra da Lagoa havia uma população residente de 7.806 no ano de 2013 sendo que nos meses de verão houve uma população flutuante de 10.225, totalizando 18.031 habitantes no pico sazonal. Para o ano de 2030 foi prevista uma população residente de 9.979 e população flutuante de 16.717, totalizando 26.696 habitantes no pico sazonal.

2.3 Processo de aquisição de dados do sistema de abastecimento

O cadastro técnico disponibilizado pela CASAN apresenta o traçado da rede, o posicionamento de unidades de interesse como booster e ETA e informações das tubulações, como comprimento, material e os diâmetros. Os dados comerciais do sistema foram disponibilizados em planilha Excel e incluem histórico mensal de consumo medido e faturado por ligação, identificação de cada ligação através de um número de matrícula, coordenadas geográficas dos medidores, número do setor, quadra e lote em que a mesma está localizada, além do número de economias e a categoria do principal consumidor de cada ligação.

Além dos cadastros técnico e comercial atualizados, um arquivo com informações detalhadas de topografia é imprescindível para a aplicação das ferramentas de geoprocessamento, sendo este obtido junto ao Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis (IPUF).

A coleta, organização e compilação das informações e dados do sistema são fatores primordiais para a geração dos indicadores de desempenho e para a construção e alimentação concisas do modelo, sendo imprescindível na gestão orientada do sistema.



2.4 Seleção dos indicadores de desempenho

O acompanhamento do comportamento dos sistemas através de indicadores de desempenho faz parte de uma gestão moderna em que pode-se medir a eficiência e a eficácia das entidades gestoras. Este método avalia aspectos da atividade desenvolvida através da comparação de parâmetros entre instituições ou da avaliação anterior e posterior à aplicação de mudanças.

Na Tabela 2 e na Tabela 3 foram listados alguns indicadores pertencentes ao SNIS e à IWA e que foram julgados relevantes, portanto, pertencentes a esta metodologia. O SNIS utiliza a referência “IN”, sendo que todos os indicadores selecionados são do tipo *Operacionais – Água*. A IWA utiliza a referência “Op” para indicadores do tipo *Operacionais*, “WR” representa os indicadores do tipo *Recursos Hídricos* e “Fi” são os *Econômico-Financeiros*.

Tabela 2: Indicadores SNIS selecionados

CÓDIGO	INDICADORES SNIS IMPORTANTES AO ESTUDO DE PERDAS DE ÁGUA	UNIDADE
IN ₀₁₃	Índice de perdas de faturamento	(%)
IN ₀₁₄	Consumo micromedido por economia	(m ³ /mês/economia)
IN ₀₁₇	Consumo de água faturado por economia	(m ³ /mês/economia)
IN ₀₂₂	Consumo médio per capita de água	(l/habitante.dia)
IN ₀₂₈	Índice de faturamento de água	(%)
IN ₀₄₉	Índice de perdas na distribuição	(%)
IN ₀₅₀	Índice bruto de perdas lineares	(m ³ /dia.km)
IN ₀₅₁	Índice de perdas por ligação	(l/dia/ligação)
IN ₀₅₂	Índice de consumo de água	(%)
IN ₀₅₃	Consumo médio de água por economia	(m ³ /mês/economia)

Fonte: SNIS (2011).

Tabela 3: Indicadores IWA selecionados

CÓDIGO	INDICADORES IWA IMPORTANTES AO ESTUDO DE PERDAS DE ÁGUA	UNIDADE
Op23	Perdas de água por ramal	(m ³ /ramal/ano)
Op24	Perdas de água por comprimento de tubulação	(m ³ /km/dia)
Op25	Perdas aparentes por ramal	(%)
Op26	Perdas aparentes por volume de entrada de água no sistema	(%)
Op27	Perdas reais por ramal	(l/ramal/dia)
Op28	Perdas reais por comprimento de tubulação	(l/km/dia)
Op39	Água não medida	(%)
Fi46	Água não faturada em termos de volume	(%)
Fi47	Água não faturada em termos de custo	(%)
WR1	Ineficiência na utilização dos recursos hídricos	(%)

Fonte: Alegre (2004).



III Simpósio Internacional de Gestão de Projetos (III SINGEP) II Simpósio Internacional de Inovação e Sustentabilidade (II S2IS)

2.5 Capacitações

As capacitações são importantes no sentido de preparar os membros do projeto para que as tarefas de campo e de modelagem computacional sejam realizadas com maior destreza, eficiência e qualidade. As capacitações específicas para este projeto incluem os seguintes cursos de curta duração:

- Hidráulica aplicada aos sistemas de abastecimento de água;
- Geoprocessamento;
- Pitometria;
- Modelagem hidráulica computacional.

Na Figura 3 pode-se observar fotos do curso de Pitometria realizado nos dias 17 e 18 de outubro de 2013 em conjunto com a equipe da CASAN.



Figura 3. Fotos do curso de Pitometria realizado junto à CASAN

2.6 Utilização das ferramentas SIG para produção de arquivos de entrada

O SIG (Sistema de Informação Geográfica) é uma geotecnologia utilizada no processamento informatizado de dados georreferenciados, em que tal processo recebe o nome de geoprocessamento. Dentre os sistemas que compõem o geoprocessamento o SIG é o que permite a combinação de um grande número de dados oriundos de diversas fontes (mapas, imagens de satélite, fotografias aéreas, informações tabulares, entre outros), além de gerar um banco de dados georreferenciado, isto é, dados referenciados a um sistema de coordenadas conhecido. Portanto, através do SIG vários tipos de informações complexas podem ser sobrepostas, interpretadas e analisadas ao mesmo tempo.

Os bancos de dados do cadastro técnico moderno armazenam três tipos de informações básicas: a geometria do elemento (ponto, linha ou área), sua localização espacial e informações tabulares (características e valores relacionados ao elemento). Para os sistemas de abastecimento de água, as informações cadastrais são divididas em diversos bancos de dados devido ao volume e ao tipo de informação, sendo os principais: cartografia (malha viária e topografia), estruturas físicas do sistema de abastecimento de água, delimitação da área do sistema e demandas de água (posicionamento e leituras dos hidrômetros).

Dentre as principais funcionalidades do cadastro técnico moderno tem-se:

- Integrar informações dos bancos de dados cadastrais a outras bases de dados e fontes de informações;



III Simpósio Internacional de Gestão de Projetos (III SINGEP) II Simpósio Internacional de Inovação e Sustentabilidade (II S2IS)

- Disponibilizar estrutura para gerar novas fontes de dados;
- Agilizar a busca de informações.

A grande contribuição das ferramentas de SIG à gestão dos sistemas de abastecimento de água é a possibilidade de integração de diversas informações além de permitir a conferência e atualização de dados cadastrais de milhares de elementos semelhantes em poucos minutos, o que não é possível quando o cadastro está em formato “não inteligente”, ou seja, apenas gráfico.

Com intuito de desenvolver a técnica de modelagem hidráulica, o conhecimento de ferramentas de SIG é indispensável devido à necessidade de geração de três arquivos georreferenciados que servirão de base para a modelagem hidráulica, sendo eles:

- Arquivo com as tubulações, ETA, reservatório e booster do local de aplicação do estudo para servir de pano de fundo para a construção do modelo;
- Arquivo com as informações topográficas da Barra da Lagoa (curvas de nível);
- Arquivo com pontos de consumo e o valor de consumo associado.

2.7 Medições de vazão e pressão em campo

Os equipamentos de medição de vazão e pressão são instrumentos essenciais à operação de sistemas públicos de abastecimento de água, pois permitem o monitoramento e controle dessas variáveis. Para obtenção dos valores lidos, os medidores podem ou não estar conectados a equipamentos de armazenamento de dados, como o datalogger. Ainda, a transmissão desses dados pode se dar de forma manual ou remota, por telemetria.

Os macromedidores são equipamentos instalados de forma permanente e estratégica nos sistemas de abastecimento de água para a determinação dos parâmetros hidráulicos, vazão, pressão e nível dos reservatórios, sendo a macromedição o conjunto de procedimentos que utilizam como base os resultados fornecidos pelos macromedidores e que permitem ao gestor do sistema controlar a produção, planejar ações visando à minimização de perdas, controlar gastos com energia, entre outros.

Além da medição da pressão manométrica na entrada e saída do booster através de manômetros já presentes na estação elevatória da Barra da Lagoa, o projeto prevê a instalações de quatro (4) dataloggers de pressão para o monitoramento da pressão em pontos estratégicos da rede (P1, P2, P3 e P4) e duas (2) maletas pitométricas para a medição de vazão, uma na saída do booster (recalque para o reservatório - Q1) e a outra na saída do reservatório (Q2), conforme detalhes da Figura 4.



Figura 4. Pontos de monitoramento de pressão (P1, P2, P3, P4) e detalhes da instalação dos tubos de Pitot na saída do booster (Q1) e na saída do reservatório (Q2)

2.8 Construção do modelo

Um modelo hidráulico é uma representação computacional de uma parte ou de todo o sistema real existente ou que se deseja representar. O modelo deve ser construído em um software de modelagem hidráulica a partir do arquivo de pano de fundo gerado anteriormente. O software trabalha com trechos e nós, sendo que os trechos representam tubulações e os nós representam reservatórios, dados de consumo e cota, entre outros. Nesta etapa as informações físicas do sistema, como cotas, curva da bomba, diâmetro e comprimento das tubulações devem ser inseridas, bem como as informações de consumo.

De maneira geral, o software será responsável por processar todas essas informações da rede e encontrar uma saída, ou seja, fornecer respostas como, a pressão em determinado ponto da rede, a vazão de água em determinado trecho e a variação do nível de determinado reservatório. A Figura 5 mostra os tipos de dados de entrada que devem ser inseridos no modelo e os resultados gerados a partir do processo de modelagem hidráulica.



III Simpósio Internacional de Gestão de Projetos (III SINGEP) II Simpósio Internacional de Inovação e Sustentabilidade (II S2IS)

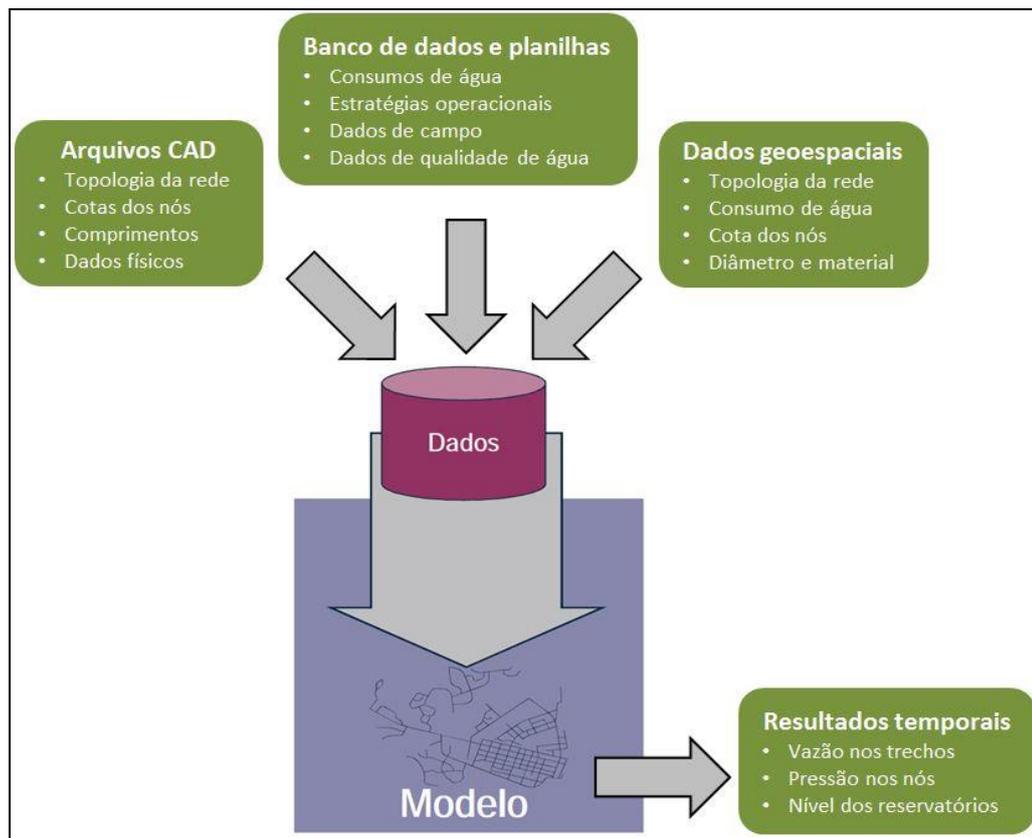


Figura 5. Dados de entrada e saída do processo de modelagem hidráulica computacional

A Figura 6 mostra o modelo da Barra da Lagoa construído no software de modelagem, sendo ressaltadas as informações de consumo representadas por “X”.

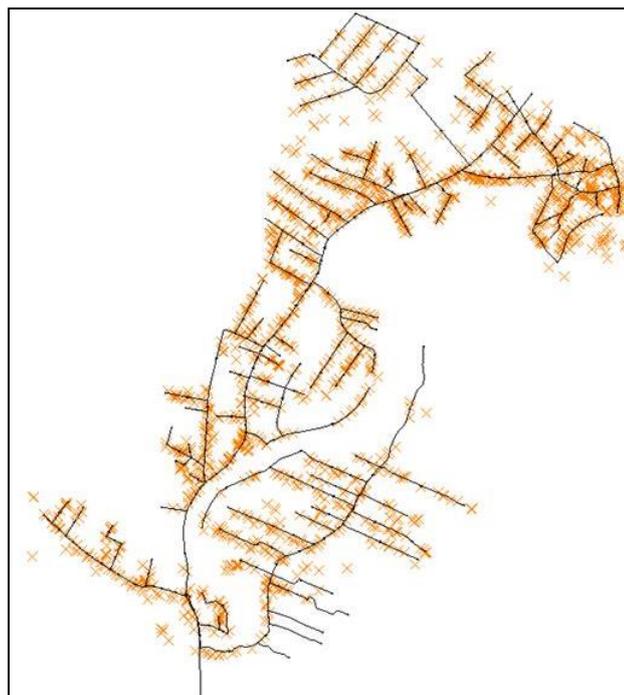


Figura 6. Modelo hidráulico da Barra da Lagoa



2.9 Calibração e validação do modelo

A calibração é definida como sendo a comparação dos resultados de um modelo com medições de vazão, pressão e nível em campo para, se necessário, ajustar os dados que descrevem o sistema até que o comportamento previsto pelo modelo concorde razoavelmente bem com o comportamento verificado na realidade. Assim, quanto maior for o número de pontos de medição no sistema, maiores as possibilidades de ajuste fino do modelo para representar com confiança uma ampla gama de condições operacionais do sistema (WALSKI *et al.* apud COELHO *et al.*, 2006).

O processo de calibração permite validar o modelo, isto é, significa dizer que o modelo está pronto e capacitado para representar as diversas condições operacionais do sistema que precisem ser testadas, tomando como verdade que a resposta do modelo deva estar próxima da resposta do sistema real.

2.10 Aplicação dos indicadores para as condições iniciais, diagnóstico operacional e simulação de cenários

A aplicação dos indicadores para as condições iniciais do sistema é indispensável, servindo de parâmetro para a avaliação posterior das modificações operacionais pontuadas.

O diagnóstico operacional permite compreender a situação vigente e objetiva também dar subsídios para a implantação de mudanças futuras. Após realizar uma avaliação detalhada do sistema no seu ciclo de operação, é possível identificar as suas deficiências bem como calcular as perdas de água e propor melhorias físicas e operacionais. A simulação de cenários dentro do modelo é a forma mais simples de verificar a resposta do sistema para diferentes alterações propostas, partindo do princípio que é inviável implementar todas as medidas no sistema real. Uma vez avaliando-se diversos cenários tomando por base o modelo validado inicial, é possível listar as mudanças físicas e operacionais específicas mais eficazes dentro das possibilidades testadas.

2.11 Implantação de melhorias operacionais

Após verificar no modelo qual o formato mais eficiente de operar o sistema avaliado, as melhorias testadas com sucesso no sentido de diminuir as perdas de água e elevar a eficiência energética devem ser implementadas no sistema real. Esta etapa pode incluir ações como, modificar as regras de bombeamento ou até mesmo trocar a bomba, trocar tubulações, mudar o reservatório de lugar ou inserir válvulas para ajustar algum parâmetro desejado.

2.12 Aplicação dos indicadores para as novas condições e medidas de melhoria contínua

Os resultados dos indicadores após as medidas de melhorias do sistema irão permitir avaliar o quão efetivas foram as mudanças operacionais efetuadas em relação às condições iniciais. A medida da eficiência e eficácia das mudanças realizadas permite traçar novas metas apegando-se a ações comprovadas mais eficazes no sentido de aprimorar o desempenho do sistema perante uma situação anterior. Desta forma, é possível avaliar o sistema para condições cada vez mais restritas em busca da operação diária mais eficiente.



III Simpósio Internacional de Gestão de Projetos (III SINGEP) II Simpósio Internacional de Inovação e Sustentabilidade (II S2IS)

3 Considerações Finais

Nota-se que a metodologia desenvolvida contempla o diagnóstico inicial do sistema para estabelecimento de metas até a avaliação real das medidas de mudança em campo – orientadas por um software de modelagem hidráulica – por meio de indicadores de desempenho desenvolvidos pelo SNIS e pela IWA. Conclui-se que a metodologia proposta, com base nos princípios dinâmicos do ciclo PDCA, mostra-se eficiente no seu papel de orientar as tomadas de decisão no sentido de realizar intervenções específicas e melhorias fundamentadas de forma contínua e mensurável nos sistemas de abastecimento de água.

4 Referências

ALEGRE, H.; BAPTISTA, J.; HIRNER, W.; & PARENA, R. *Indicadores de desempenho para serviços de abastecimento de água*. Lisboa, Portugal. IWA Publishing, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *ABNT NBR ISSO 24510: Atividades relacionadas aos serviços de água potável e de esgoto – Diretrizes para a avaliação e para a melhoria dos serviços prestados aos usuários*. Rio de Janeiro, 2012. 68p.

COELHO, S. T.; LOUREIRO, D.; ALEGRE, H. *Modelação e análise de sistemas de abastecimento de água*. Instituto Regulador de Água e Resíduos, Portugal: 2006.

ODRESKI, L. F. R. *Influência hidrológica nos processos hidrodinâmicos da Lagoa da Conceição – Florianópolis - SC*. 2012. 120 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

PROCEL SANEAR – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica no Setor de Saneamento. *Relatório de resultados do Procel 2013 – ano base 2012*. Eletrobrás, 2013.

SECRETARIA MUNICIPAL DE HABITAÇÃO E SANEAMENTO AMBIENTAL (Florianópolis). *Plano municipal integrado de saneamento básico: Produto 11 – Versão Consolidada Final*. Florianópolis-SC, Fevereiro de 2011.

SNIS – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES DE SANEAMENTO. *Relação de Indicadores*. Brasília: SNIS, 2011. Disponível em: <www.snis.gov.br>. Acesso em 24/02/2014.