

XI-018 - EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA VIA SISTEMA SUPERVISÓRIO

Márcio Martinez Kutscher⁽¹⁾

Engenheiro Eletricista pela Escola de Engenharia da UFRGS. Desde 2005 atua na COMUSA (Serviços de Água e Esgoto de Novo Hamburgo-RS) onde atualmente é co-responsável pelo setor de Manutenção Eletromecânica e membro-coordenador da Comissão Interna de Gerenciamento Energético (CIGE) onde realiza estudos de eficiência energética nos sistemas de bombeamento e tratamento de água.

Endereço⁽¹⁾: Av. Cel. Travassos, 287 - Rondônia – Novo Hamburgo - RS - CEP: 30310-760 - Brasil - Tel: (51) 30361121 ramal: 1158 - e-mail: mkutscher@comusa.com.br

RESUMO

Este artigo visa apresentar os resultados e experiências obtidas pelo desenvolvimento do projeto de implantação e atualização do Sistema de Supervisão para o SAA (Sistema de Abastecimento de Água) de Novo Hamburgo-RS. O projeto contou com a participação basicamente da área de Manutenção Eletromecânica (coordenada para este fim pelo Eng. Márcio Martinez Kutscher) e pela área de Operação e Setorização do SAA coordenada pelo Eng. Civil João Ricardo Leturiondo Pureza.

Fundamentalmente, o trabalho começa em 2004 a partir da implantação, com recursos próprios da COMUSA, do Sistema de Supervisão do SAA junto com a criação do CCO (Centro de Controle Operacional). Os resultados animadores obtidos nesta fase consolidaram a idéia de estender esta nova filosofia operacional aos demais elementos do SAA, porém a companhia carecia de recursos suficientes. Com o apoio de recursos federais por meio do projeto CONTROLE DE PRESSÃO E VAZÃO ATRAVÉS DE VARIADORES DE VELOCIDADE E AUTOMAÇÃO, vencedor da primeira CHAMADA PÚBLICA DE PROJETOS DE CONSERVAÇÃO E USO RACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA E ÁGUA NO SETOR DE SANEAMENTO AMBIENTAL promovida pelo PROCEL SANEAR, foi possível levar a termo a automação e a integração ao sistema de supervisão de mais oito elevatórias-chave do sistema. Importante destacar nesta fase que, além dos bons resultados obtidos, a reformulação do Sistema de Supervisão permitiu aos operadores do SAA estabelecer correlações entre os diversos entes deste sistema (principalmente bombeamentos e reservatórios) que, de forma empírica, ajudaram na formulação das primeiras estratégias operacionais com vistas à eficiência energética. Em decorrência do acúmulo de experiência dos operadores do SAA (Engenheiros, técnicos e programadores) e da análise dos diversos indicadores de sistema, numa terceira etapa, a equipe técnica da COMUSA desenvolveu ferramentas adicionais ao sistema de supervisão de modo a otimizar ainda mais o desempenho energético do SAA.

PALAVRAS-CHAVE: Sistema de Supervisão, Eficiência Energética, Estratégias Operacionais e Gestão

1. INTRODUÇÃO

O SAA de Novo Hamburgo atualmente atende aproximadamente 48.000 economias com um volume médio distribuído de 56.500m³/dia para 257.285 habitantes. Além de possuir um considerável percentual de sua rede em fibrocimento em processo de substituição por PEAD, o sistema de distribuição é basicamente composto por uma estação elevatória de água bruta junto ao Rio dos Sinos (EAB), por uma estação de tratamento de água, por sete reservatórios e por 18 unidades de recalque. Antes da implantação do sistema de supervisão, para manter o controle operacional do SAA de forma contínua e confiável, foi necessário contar com um grupo de funcionários organizados em regime de escala cuja função consistia em checar e coletar a cada duas horas todos os parâmetros hidráulicos e elétricos de cada Estação, além de proceder ao acionamento de grupos moto-bombas conforme a necessidade operacional. Além disso, muitas destas tarefas concorriam com ordens de manobras de rede relativa a manutenções emergenciais por vazamentos ou rompimentos, dificultando assim o estabelecimento coordenado das ações operacionais. Em suma, esta sistemática de operação era suscetível aos seguintes riscos:

- Tempo de resposta elevado na detecção de problemas no SAA, causando muitas vezes desabastecimentos;
- Maior ocorrência de extravasamento em reservatórios;



- Nas adutoras principais, identificação difícil e tardia de vazamentos e rompimentos (considerável número de adutoras em fibrocimento cuja obsolescência favorece a ocorrência de rompimentos). Em muitos casos, estas ocorrências somente eram levadas ao conhecimento do CCO por meio dos usuários do SAA via contato telefônico “0800” da empresa.

Diante deste cenário, a empresa empreendeu esforços para o emprego de um sistema de supervisão capaz de responder às necessidades de racionalização e de eficiência energética do serviço.

2. OBJETIVO

Apresentar as seguintes características do sistema de supervisão SCADA implantado e desenvolvido na COMUSA:

- Concepção;
- Estrutura do sistema;
- Ferramentas de monitoramento, controle e predição formulados ao longo da consolidação do sistema de supervisão;
- Estratégias operacionais concebidas por meio da análise do banco de dados do sistema com vistas à operação otimizada do SAA;
- Vantagens obtidas quando comparado com o sistema de operadores móveis

3. METODOLOGIA

3.1 CONCEPÇÃO

FASE 1:

Inicialmente, a implantação do sistema de supervisão no SAA ocorreu em 2004 junto com a criação da CCO (Central de Controle Operacional) e em três anos foram efetivadas as seguintes intervenções com recursos próprios:

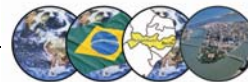
- Monitoramento de Nível nos três reservatórios principais do SAA;
- Operação remota de três boosters e de um motor-bomba de 350 CV, onde em todos foram instalados inversores de frequência;
- Operação remota de uma VRP telecomandada em função da pressão dinâmica do ponto mais crítico do setor;

Os animadores resultados proporcionados nesta primeira fase, consolidaram a idéia de estender esta nova filosofia operacional às demais elevatórias, reservatórios, PCQs (Pontos de Controle de Qualidade) e registros do SAA, às quais passariam a ser percebidas pelo sistema de supervisão como Unidades Remotas (UR).

FASE 2:

Com o apoio de recursos federais por meio da execução do projeto EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PELO CONTROLE DE PRESSÃO E VAZÃO ATRAVÉS DE VARIADORES DE VELOCIDADE E AUTOMAÇÃO vencedor, por parte da COMUSA, da primeira CHAMADA PÚBLICA DE PROJETOS DE CONSERVAÇÃO E USO RACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA E ÁGUA NO SETOR DE SANEAMENTO AMBIENTAL promovida pelo PROCEL SANEAR em parceria com o Ministério das Cidades e SNSA, foi possível levar a termo a automação e a integração ao sistema de supervisão de oito elevatórias, a saber:

- EAB – Elevatória Água Bruta: automatizado uma soft-starter e um inversor de frequência de 900HP;
- ETA – Elevatória Água Tratada: instalado inversor de frequência de 500HP;
- Primavera – Elevatória Água Tratada: instalado inversor de frequência de 150HP;
- Marcílio Dias – Elevatória Água Tratada: instalado soft-starter de 100HP;
- Maurício Cardoso – Elevatória Água Tratada: instalado inversor de frequência de 75HP;
- Calvet – Booster: instalado inversor de frequência de 40HP;



- Koling– Booster: instalado inversor de frequência de 12HP;
- Chavantes– Booster: instalado inversor de frequência de 8HP;

Importante destacar nesta fase, que além dos bons resultados obtidos, em particular sobre os Boosters, o sistema de supervisão permitiu estabelecer correlações entre os diversos bombeamentos e reservatórios que de forma empírica ajudaram consolidar as primeiras premissas na formulação de estratégias operacionais com vistas a eficiência energética.

FASE 3:

Como resultado do acúmulo de experiência dos operadores do SAA (Engenheiros, técnicos e programadores) e da análise dos diversos indicadores de sistema, desenvolveu-se ferramentas adicionais ao sistema de supervisão de modo a otimizar o desempenho energético do SAA.

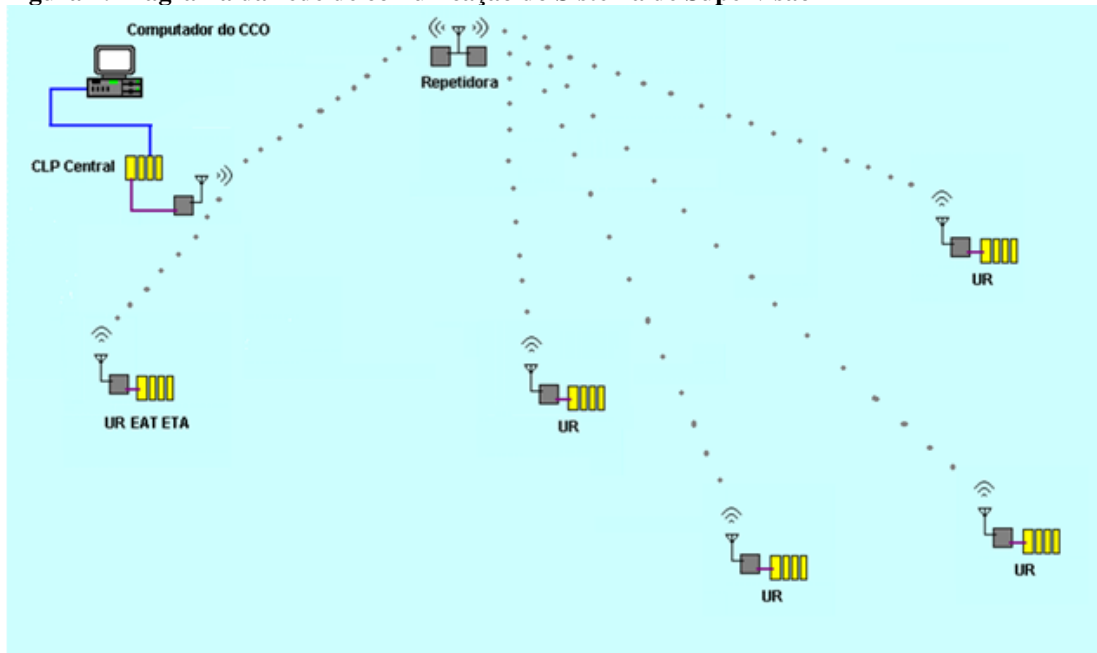
3.2 ESTRUTURA DO SISTEMA

A rede de comunicação, meio físico pelo qual permite o sistema de supervisão efetuar a aquisição de dados e envio de comandos, é composta por:

- Um computador de supervisão que executa o aplicativo supervisório na plataforma Elipse SCADA;
- Um CLP central (mestre do sistema);
- CLPs (escravos do sistema) instalados nas Unidades Remotas (UR).

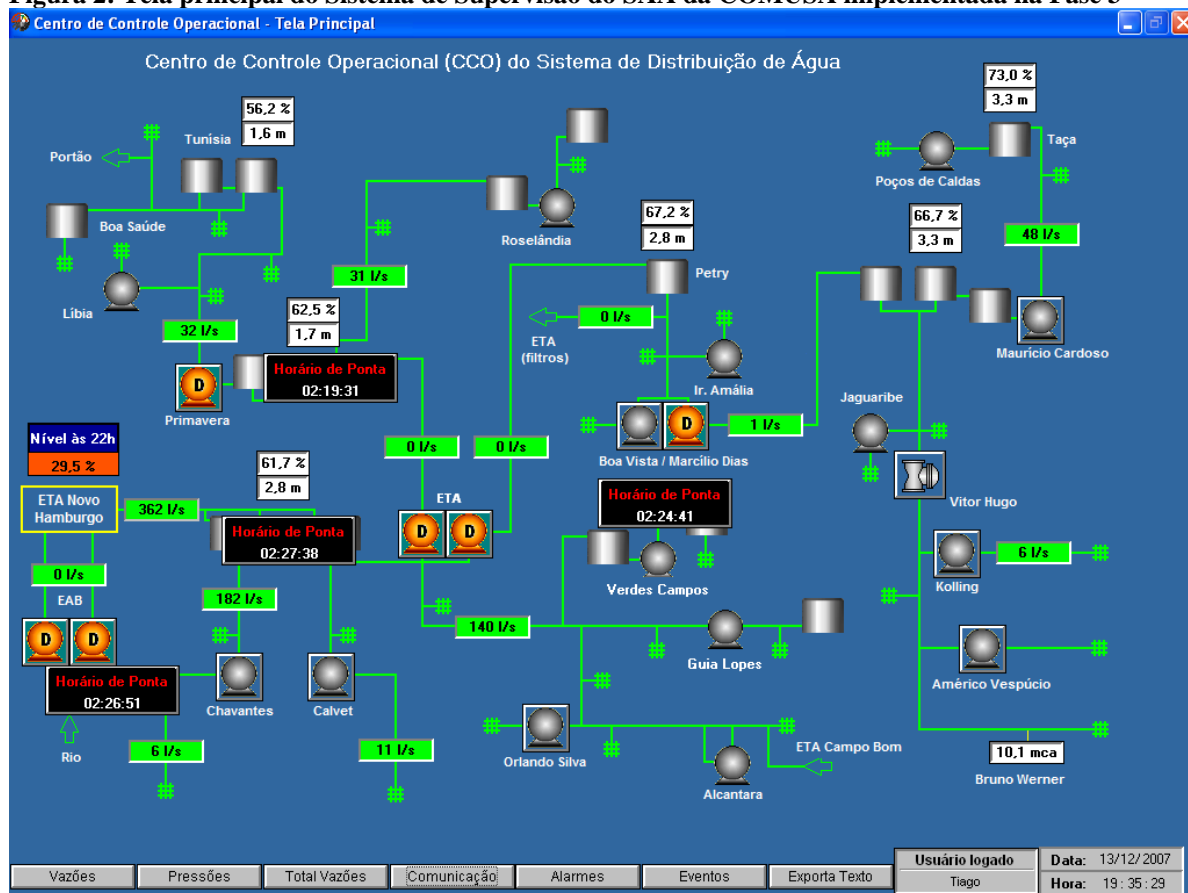
O computador de supervisão, localizado no Centro de Controle Operacional (CCO), acessa os dados das URs via rádio enlace (faixa de UHF) por meio do CLP central por onde tráfego de informações é gerenciado via protocolo MODBUS RTU.

Figura 1: Diagrama da rede de comunicação do Sistema de Supervisão



3.3 FERRAMENTAS DE MONITORAMENTO, CONTROLE E PREDIÇÃO.

Com a conclusão da fase de desenvolvimento do aplicativo de supervisão a fim de atender principalmente às premissas de projeto elaborado em parceria com o PROCEL, surgiu no decorrer do tempo, a necessidade de se implementar novas ferramentas de monitoramento, controle e previsão.

Figura 2: Tela principal do Sistema de Supervisão do SAA da COMUSA implementada na Fase 3


Abaixo seguem suas descrições:

3.3.1 MONITORAMENTO

O sistema originalmente concebido permitia o monitoramento remoto das UR, a saber:

- Hidráulicas: níveis, pressões, vazões e totalizações de macromedidores;
- Elétricas: estado de operação dos bombeamentos, frequência e corrente em inversores e soft-starters;
- Controle e gestão: tempo de operação dos bombeamentos (horímetros virtuais), desempenho do sistema de telemetria, banco de dados para formação de históricos de eventos e demais variáveis de processo.

Com a crescente demanda pelo aperfeiçoamento contínuo das ferramentas de monitoramento do sistema supervisorio, implementou-se o seguinte:

3.3.1.1 ALARMES GRÁFICOS OPERACIONAIS

De modo a facilitar a rápida identificação de anomalias e consulta das mais importantes variáveis do SAA, elaborou-se alarmes visuais operacionais em cada UR. Ou seja, caso algum problema ocorra em uma UR automatizada, na tela principal do Supervisorio surgirá um símbolo (alarme gráfico) que está associado previamente à anomalia corrente ou “status” operacional. Atualmente, temos os seguintes alarmes gráficos desenvolvidos:



3.3.1.1 ALARME DE VAZÃO EXTREMA

Com a representação esquemática dos macromedidores na tela principal do Supervisório, vislumbrou-se a possibilidade de programar uma ferramenta que comparasse os valores de vazão medidos em tempo real com os valores limites permitidos para cada rede. Dependendo do resultado desta comparação, o alarme de vazão externa seria acionado (ver display de vazão na cor laranja da figura 3) correspondendo à rede danificada. Este alarme se mostrou muito útil, pois em alguns casos os vazamentos levam muito tempo até aflorarem sobre o asfalto, desperdiçando assim água e energia.

Figura 3: Tela principal do Sistema de Supervisão do SAA da COMUSA com a sinalização de alarme de vazamento (cor laranja)

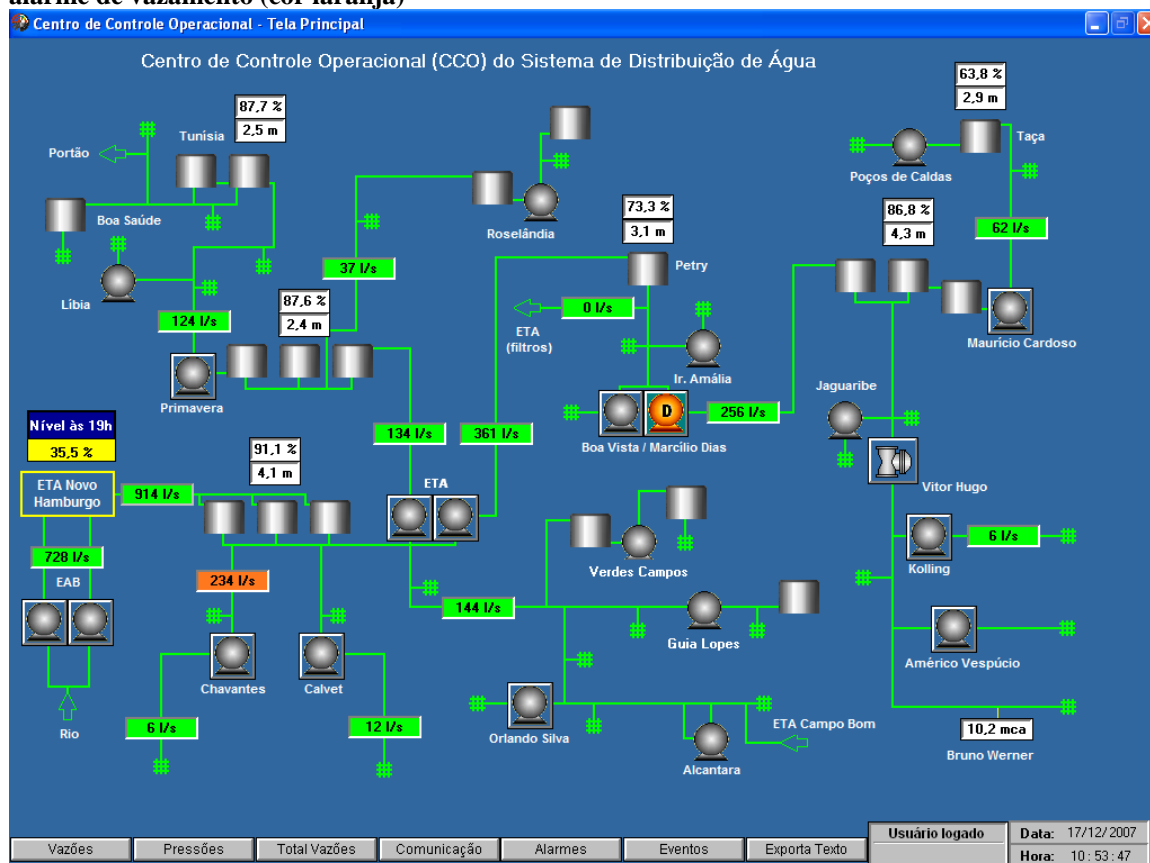
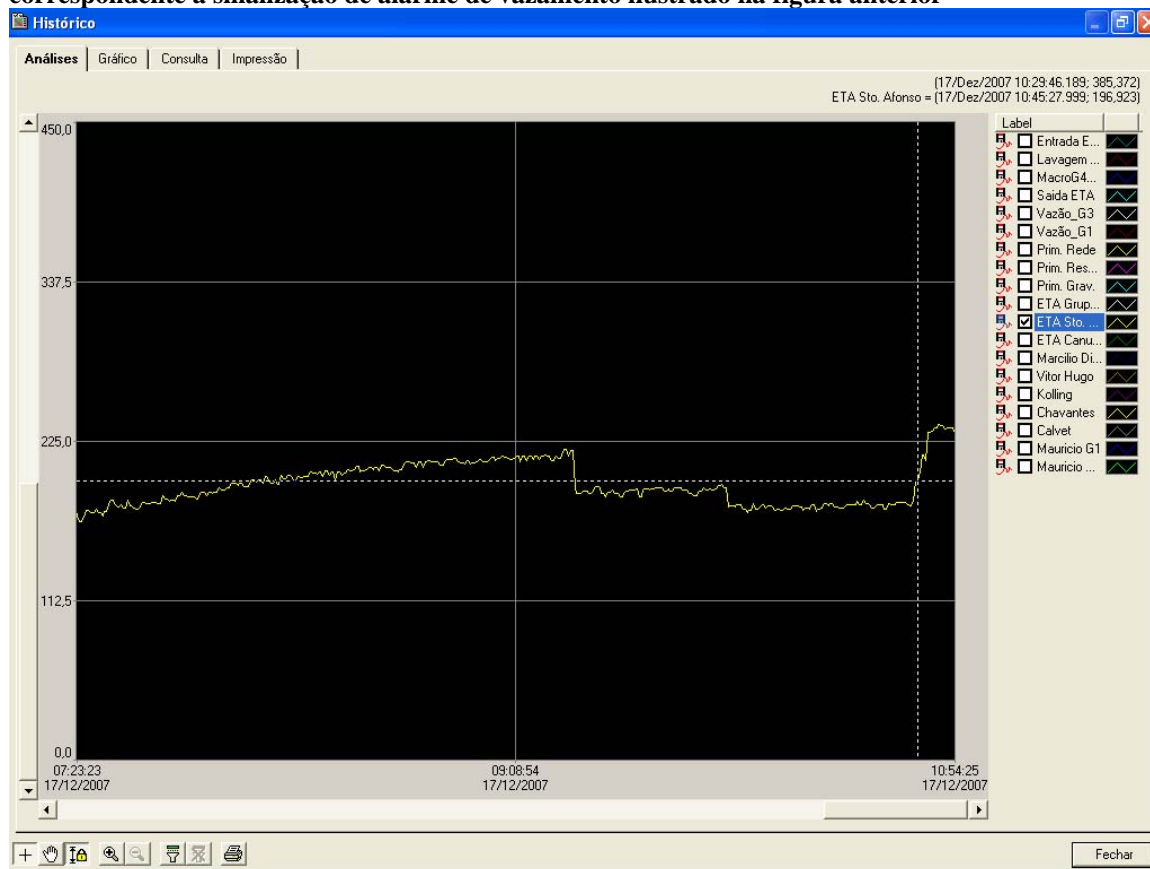




Figura 4: Tela de histórico de vazões do Sistema de Supervisão do SAA da COMUSA com a indicação correspondente à sinalização de alarme de vazamento ilustrado na figura anterior

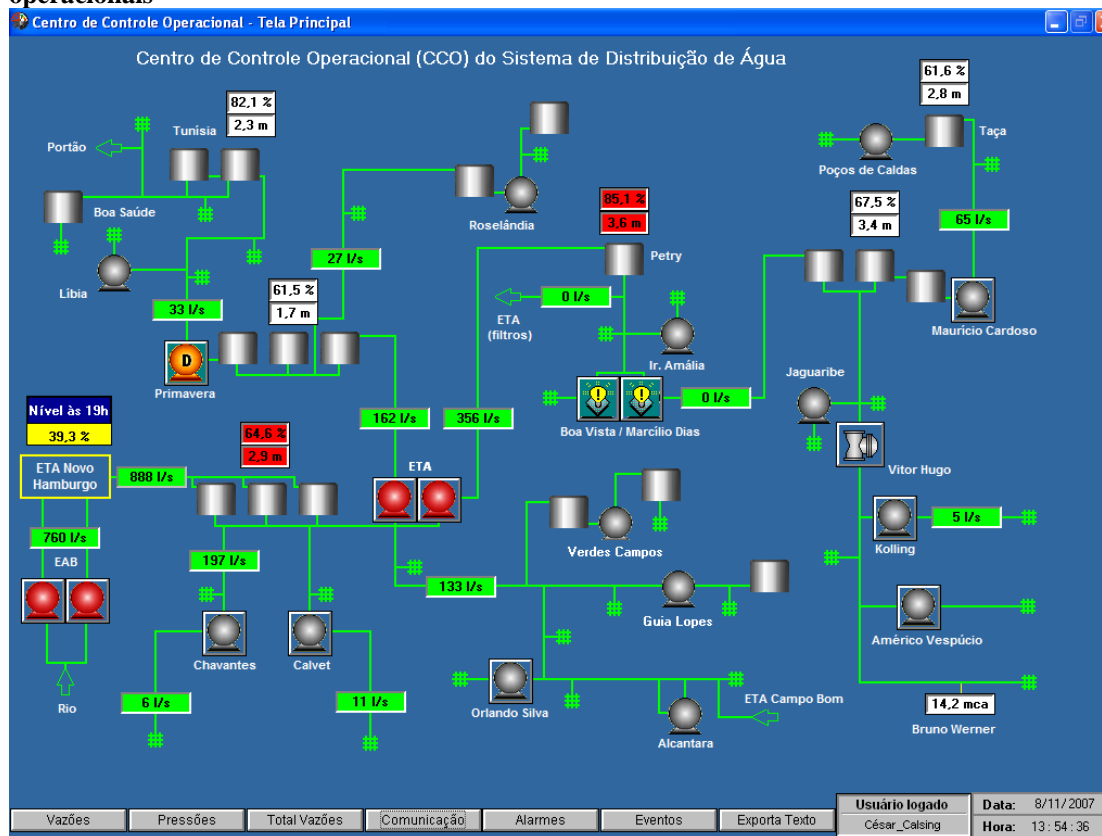


3.3.1.1.2 ALARME DE “STATUS” DAS ELEVATÓRIAS

Este alarme indica na tela principal se algum grupo moto bomba está desligado, ligado ou acionado em condição extrema, além de informar se uma UR apresenta problemas de comunicação e falta de energia, caso esta possua nobreak. Quando foram efetivados, esses alarmes se mostraram muito importantes, pois com o crescente números de URs a monitorar e o período de varredura estabelecido para o programador da CCO checar as variáveis do SAA, foi necessário implementar um método de visualização rápida e segura por meio de sinalizadores. Dentre outros benefícios, este procedimento minimizou, por exemplo, a percepção tardia da ocorrência de falta energia pela equivocada interpretação de falha de comunicação.



Figura 5: Tela principal do Sistema de Supervisão do SAA da COMUSA com os respectivos alarmes operacionais



3.3.1.2 ESTIMADORES

Com o objetivo de monitorar on-line o balanço hídrico da ETA, desenvolveu-se a ferramenta de Macromedicação virtual para adutora do Grupo Moto Bomba 4 (350CV) da ETA. Correlacionando a frequência do inversor do grupo com a vazão através da equação de similaridade $Q1/Q2 = F1/F2$, sendo Q a vazão e F a frequência, podemos estimar a vazão que o grupo está fornecendo para a rede, dispensando a compra de um macro medidor. Para isto, levantou-se a curva de vazão pela frequência através de testes de pitometria, excursionando a frequência do inversor dentro da sua faixa de operação (39Hz à 44Hz), e anotando a vazão correspondente. Através da equação de similaridade não obtivemos um resultado satisfatório, pois em alguns pontos da curva obtínhamos dados com erro de até 15% sobre o valor real. A solução alternativa foi aplicar o método dos mínimos quadrados a partir dos dados de campo, obtendo-se teoricamente a melhor equação que descreve esta curva. Entretanto, os resultados comparativos permaneciam insatisfatórios. Por fim, observando a curva de vazão pela frequência do grupo moto bomba, percebemos que esta poderia ser linearizada por duas retas, obtendo assim um bom resultado. Com esta ação dispensamos a aquisição de um macro medidor para o grupo 4. Como já dispúnhamos de quase todas as saídas da ETA macromedidas, a exceção de uma cuja ordem de grandeza não é significativa, pode-se finalmente criar um “macrovirtual” da vazão de saída desta unidade.

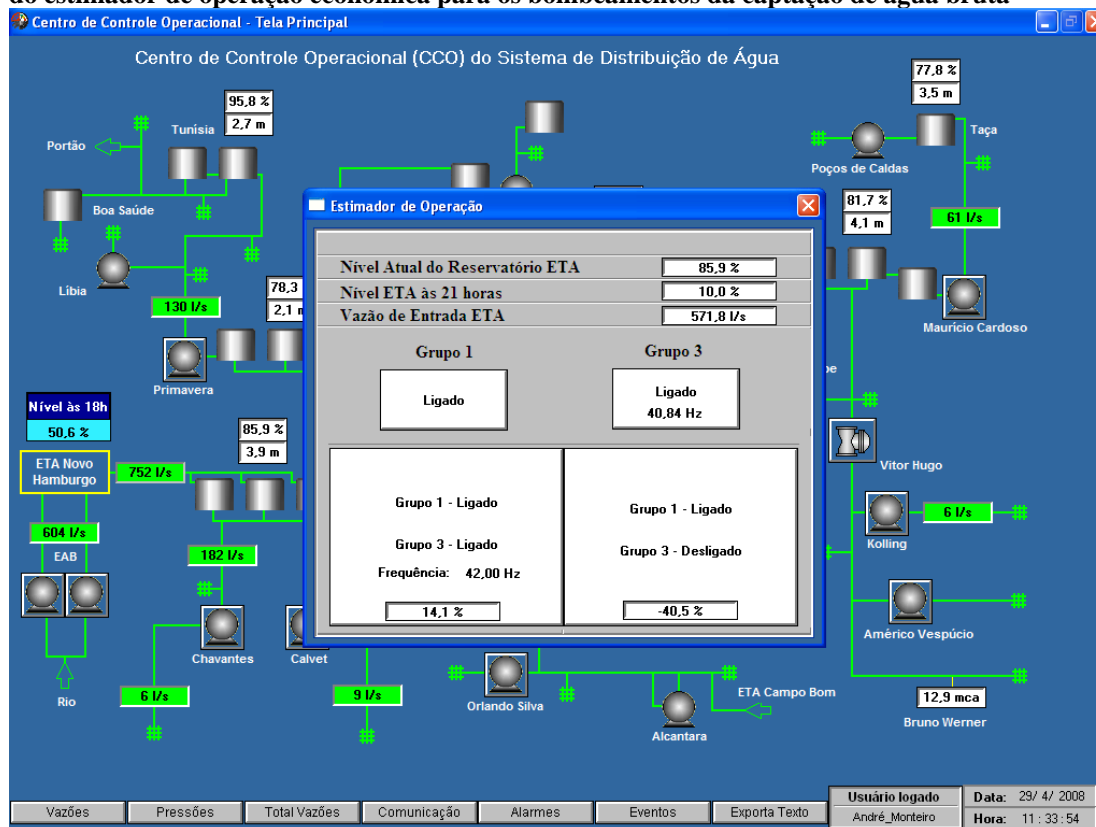
3.3.2 CONTROLE

Além do tradicional emprego do controle de processos via PID para o telecomando de moto-bombas de modo de assegurar o controle de pressão, vazão e nível de reservatórios, houve uma peculiar necessidade de controle surgido ao longo da operação do Supervisório: o controle das defasagens entre a hora oficial brasileira e os relógios dos respectivos medidores da concessionária de energia chamada “Horário Regressivo Ponta”. A ferramenta tem por finalidade alertar o operador cinco minutos antes do horário de Ponta elétrico por meio de uma janela com um relógio regressivo para cada unidade na tela principal do Supervisório. Além disso, a aplicação permite adaptar a função ao horário de verão, sem prejuízo às programações das defasagens feitas anteriormente.

3.3.3 PREDIÇÃO

No intuito de se obter previamente a configuração mais econômica de operação dos bombeamentos da Captação durante o horário de Ponta elétrico, desenvolveu-se uma ferramenta de predição de nível dos reservatórios da ETA. O algoritmo desenvolvido no supervisor avalia continuamente o balanço hídrico da ETA de modo a prever o nível do reservatório às 18:00, às 21:00 e às 6:00. Além disso, esta ferramenta também se mostrou útil para projetar a operação mais econômica do SAA nos finais de semana e feriados, pois, sem incidência do horário de Ponta elétrico, há possibilidade de intensificar a modulação de frequência nas principais elevatórias.

Figura 6: Tela principal do Sistema de Supervisão do SAA da COMUSA com janela de programação do estimador de operação econômica para os bombeamentos da captação de água bruta



3.4 ESTRATÉGIAS OPERACIONAIS CONCEBIDAS POR MEIO DA ANÁLISE DO BANCO DE DADOS DO SISTEMA COM VISTA A OPERAÇÃO OTIMIZADA DO SAA

Com o controle e monitoramento das variáveis elétricas e hidráulicas das URs, foi possível estabelecer padrões de operação com vistas a operação otimizada dos bombeamentos, além de permitir a elaboração de regras operacionais mais simples e de fácil execução, pois com a consolidação do sistema de Supervisão várias rotinas operacionais foram automatizadas

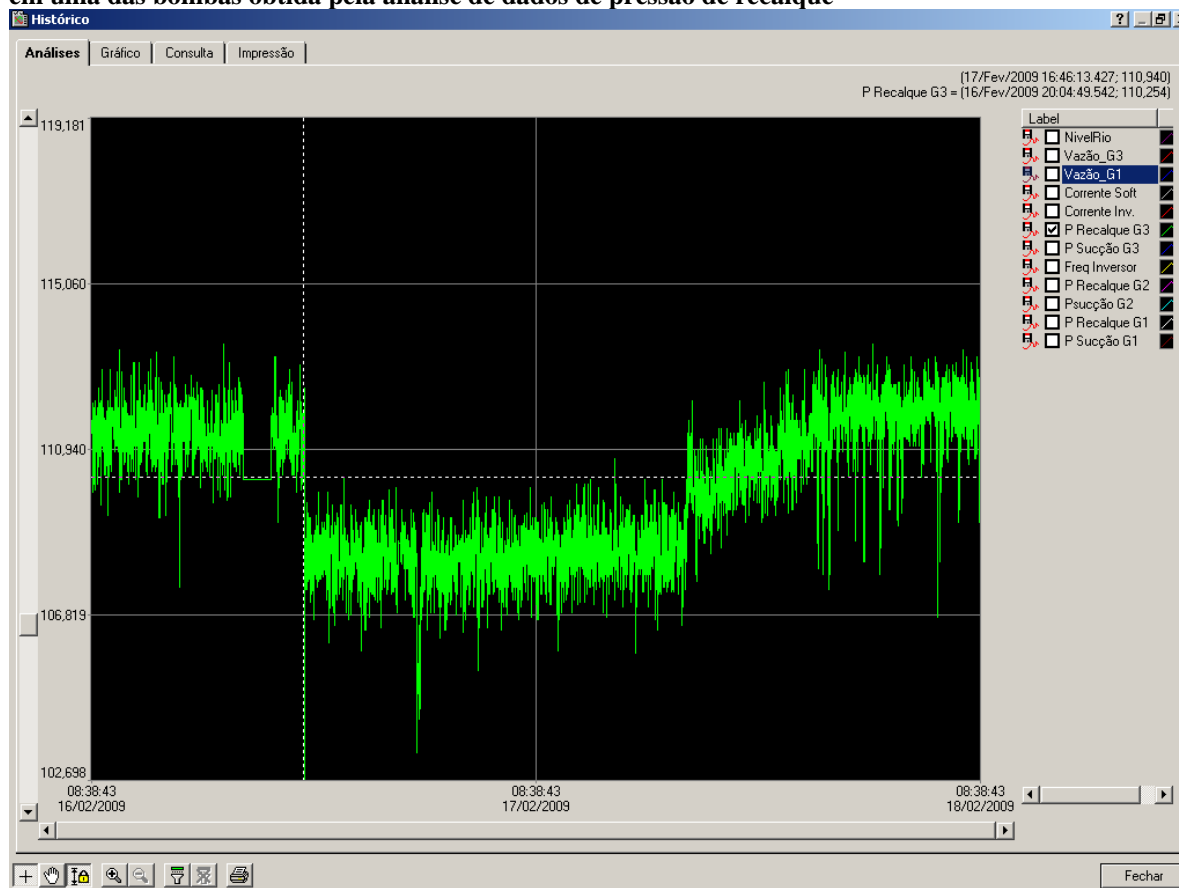
3.5 VANTAGENS OBTIDAS QUANDO COMPARADO COM O SISTEMA DE OPERADORES MÓVEIS

- Programação com segurança e precisão os níveis máximos e mínimos dos reservatórios de modo a assumirem o abastecimento de suas respectivas regiões no horário de Ponta, permitindo com isso o desligamento ou a modulação dos bombeamentos a montante;
- Verificação instantânea de vazamentos de grandes vultos, agilizando as providências necessárias, minimizando o volume desperdiçado;



- Conhecimento pleno do comportamento SAA: autonomia de reservatórios, demandas e identificação de possíveis deficiências no serviço;
- Menor incidência de erro em tomadas de decisão; e
- Mensuração dos efeitos de melhorias efetuadas em setores de manobra;
- Detecção e registro de anomalias na operação de elevatórias, propiciando a efetivação de uma manutenção preditiva mais eficiente.

Figura 7: Tela de histórico dos bombeamentos da captação de água bruta com a Detecção de Vibração em uma das bombas obtida pela análise de dados de pressão de recalque



4 RESULTADOS

Tabela 1: Percentual de redução com Energia

Unidade	Redução kWh (média mês)
Magalhães Calvet	32 %
Chavantes	42 %
Kolling	50,7 %
Grupo I- Maurício Cardoso	13,6 %
EAT ETA	4 %



Tabela 2: Percentual de redução com Água

Unidade	Redução do VD
Magalhães Calvet	16 %
Chavantes	35 %
Kolling	41 %
Grupo I- Maurício Cardoso	18 %
Grupo I- ETA	24 %

5 CONCLUSÃO

O desenvolvimento e a implantação de esquemas de monitoramento, transmissão de dados e telecomando ratificaram sua importância no controle do abastecimento de água de modo a antecipar a atuação nos sinistros operacionais, detectar fugas a partir da variação de pressões e vazões, resultando na elevação dos indicadores de continuidade dos serviços. Por fim, o conveniente uso de informações provenientes do banco de dados oriundo deste sistema, associado à modelagem hidráulica, incrementam as possibilidades de análise e de gestão com vistas ao contínuo desenvolvimento de uma operação eficiente energeticamente.

Por tudo isto, acredita-se que com o acelerado desenvolvimento e difusão de sistemas computacionais, aliado com o contínuo desenvolvimento e massificação de dispositivos eletrônicos de instrumentação e controle, há neste momento todas as condições técnicas, a custo acessível, de qualquer empresa de saneamento implantar sistemas de supervisão de processos. Esta atitude permite elevar o poder de controle e monitoramento de processos, resultando alcançar um nível de eficiência energética superior quando comparado aos sistemas tradicionais de supervisão.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Tsutiya, Milton Tomoyuki. Redução do Custo de Energia Elétrica em Sistemas de Abastecimento de Água – ABES- AIDIS
2. Tsutiya, Milton Tomoyuki. Abastecimento de água – ABES
3. Kutscher, Márcio Martinez; João Ricardo Leturiondo Pureza: Relatório Final do Projeto EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PELO CONTROLE DE PRESSÃO E VAZÃO ATRAVÉS DE VARIADORES DE VELOCIDADE E AUTOMAÇÃO