



## XI-030 – TÉCNICAS DE AUTOMAÇÃO APLICADAS AO SANEAMENTO BÁSICO (ESTUDO DE CASO)

**Sérgio Queiroz de Almeida<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Eletricista pela Universidade Federal de Juiz de Fora. Mestre em Instrumentação e Controle pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Joaquim de Almeida, 40/302 – Jardim Laranjeiras – Juiz de Fora - MG - CEP: 33033-160 - Brasil - Tel: (32) 8420-5465 - e-mail: [squeiroz@cesama.com.br](mailto:squeiroz@cesama.com.br) – Web site: [www.cesama.com.br](http://www.cesama.com.br)

### RESUMO

Este trabalho tem o foco nas técnicas e variáveis pertinentes ao universo da automação aplicadas às áreas de Saneamento Básico, passando pelo desenvolvimento de um supervisório (SCADA), lógicas dos CLPs, pontos críticos de pressão, utilização de inversores de frequência, eficiência energética e controle em tempo real para os reservatórios, boosters e elevatórias de água e esgoto. Apresenta algumas tecnologias disponíveis para telemetria e telecomando, comumente empregados em sistemas de abastecimento e saneamento, mostrando suas principais características, suas vantagens e desvantagens, tentando, assim, traçar um paralelo entre elas, disponibilizando, para os profissionais da área de automação, parâmetros para a escolha do melhor sistema de medição e comando à distância.

Sendo assim, o presente trabalho vem relatar um estudo de caso implantado na Companhia de Saneamento de Juiz de Fora – CESAMA e mostrar os resultados obtidos com a implantação do sistema de supervisão e controle e das automações nos boosters, reservatórios e elevatórias da empresa, enfatiza as economias de energia elétrica e os ganhos operacionais conseguidos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Automação, Eficiência Energética, Transmissão de Dados, CCO, Supervisório, CLP.

### INTRODUÇÃO

Há hoje no mercado inúmeras empresas de automação que prometem “resolver qualquer problema” das empresas de saneamento, vendendo as famosas “caixas pretas” e posteriormente oferecendo manutenções caras e inadequadas. Atenta a este fato, a CESAMA buscou desenvolver internamente uma equipe capaz de implementar e executar qualquer projeto na área de sistemas de automação, a qual tenha competência e experiência para atender às necessidades internas e capacitar outros colaboradores que por ventura venham a ser admitidos pela companhia.

Ao implementar uma estrutura com funcionários de carreira, a empresa está motivando e valorizando seus colaboradores e ao mesmo tempo passando para o seu domínio o controle e a manutenção dos sistemas desenvolvidos, os quais recebem atualizações semanais sem nenhum ônus.

A CESAMA é a concessionária de água e esgoto da cidade de Juiz de Fora/MG, a qual atende cerca de 600 mil habitantes. O projeto inicial foi implantado em 2001 e remodelado no ano passado (2011). Todo o projeto foi elaborado e implementado pelo corpo técnico da Cesama sem participação de terceiros, o que trouxe uma grande economia para a companhia e viabilizou a expansão do mesmo. As principais metas traçadas foram:

- Obter ganhos operacionais e financeiros (aumentar a produção e reduzir os custos);
- Aumentar a confiabilidade do sistema de controle;
- Reduzir o tempo de varredura das UTRs de 02h50min → 9 minutos;
- Ampliar o número de UTRs de 50 → 130 até o final de 2012;
- Ampliar as ferramentas de gerenciamento de Alarmes;
- Redefinir algumas malhas de controle (Elevatória/Reservatório);
- Ampliar o número de pontos de Telemetria utilizando a tecnologia GPRS.
- Ampliar o monitoramento de pressões, vazões e outros parâmetros operacionais;
- Ampliar o programa de Eficiência Energética;

## MATERIAIS E MÉTODOS

- **A CESAMA em números:**  
Principais adutoras:
  - Dr. João Penido Filho - 9,7 km de extensão;
  - Menelick de Carvalho - 9,7 km de extensão;
  - Terceira Adutora - 13,5 km de extensão;

**Tabela 1: Características da CESAMA - Dados: Dezembro de 2010.**

<b>Índice de atendimento à população</b>	<b>Água Tratada: 98,89% / Coleta de Esgoto: 98,09%</b>
<b>Número de Ligações</b>	118.355 ligações de água / 116.631 ligações de esgoto
<b>Volume de água consumido (micromedido)</b>	2.387.945 m³ médio/mensal
<b>Volume de água macromedido</b>	3.376.155 m³ médio/mensal
<b>Volume de água produzido</b>	3.376.155 m³ médio/mensal
<b>Volume de água fluoretada</b>	2.962.223 m³ médio/mensal
<b>Economias Água</b>	204.407 Unidades
<b>Economias Esgoto</b>	202.746 Unidades
<b>Número de estações elevatórias</b>	124
<b>Número de reservatórios</b>	69
<b>Capacidade de Reservação (total)</b>	45.500 metros cúbicos

## METODOLOGIA UTILIZADA

Os sistemas de abastecimento de água, devido suas características de esparsidade geográfica, necessitam de técnicas de medição e comando à distância para a implementação da supervisão e controle. Deste modo, o conhecimento das tecnologias de medição e comando à distância (Telemetria e Telecomando), no que diz respeito a sua aplicação, custo e benefício assume um papel fundamental na implantação dos sistemas SCADA.

Existem muitas tecnologias de comunicação capazes de atender as necessidades da automação dos sistemas de abastecimento e saneamento urbano, sendo que a escolha da tecnologia mais adequada depende de fatores tais como:

- Confiabilidade da comunicação;
- Relação custo benefício;
- Facilidade de operação e manutenção;
- Conformidade com a arquitetura do fluxo de dados;

Objetos Alvos da Automação na CESAMA:

- Reservatórios (controle de nível em malha fechada);
- Elevatórias e Boosters (Água e Esgoto) foco em eficiência energética;
- ETAs;
- ETEs;
- VRP e VMP;
- Pontos Críticos de Pressão.

### Medição e Comando à Distância:

Medição e comando à distância são utilizados quando a distância entre o controlador e o atuador (ou variável do processo) ultrapassa o limite físico permitido pelas redes locais, que é tipicamente de 1 km. Nos sistemas de abastecimento e saneamento são comuns distâncias maiores que 20 km entre o CENTRO DE CONTROLE OPERACIONAL (CCO) e os pontos remotos. Nestes casos as tecnologias mais comuns para se estabelecer o ramo de comunicação entre a central e as estações são:

- Via par metálico da Linha telefônica;
- Via telefonia Celular (GPRS);
- Via satélite;

- Via rádio-frequência (RF);
- Fibra ótica.

## Características dos Softwares SCADA

O software adquire importância fundamental nas aplicações de automação, supervisão e controle. Termos comumente associados aos softwares de automação são: Gerenciamento de alarmes, monitoração em tempo real, dados históricos, controle, segurança, robustez, conectividade em rede com os pontos de I/O e com a Empresa (enterprise). Os softwares que apresentam estas características são usualmente denominados de SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition - Sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados). Existe uma enorme variedade de softwares SCADA disponíveis no mercado, de modo que o engenheiro de automação deve saber identificar os parâmetros fundamentais para a escolha adequada do software de modo a otimizar a relação custo X benefício. Este trabalho procura apresentar as principais características dos softwares SCADA e alguns parâmetros que possam auxiliar na escolha do mesmo. As figuras 1 e 2 ilustram o supervisório desenvolvido na Cesama.

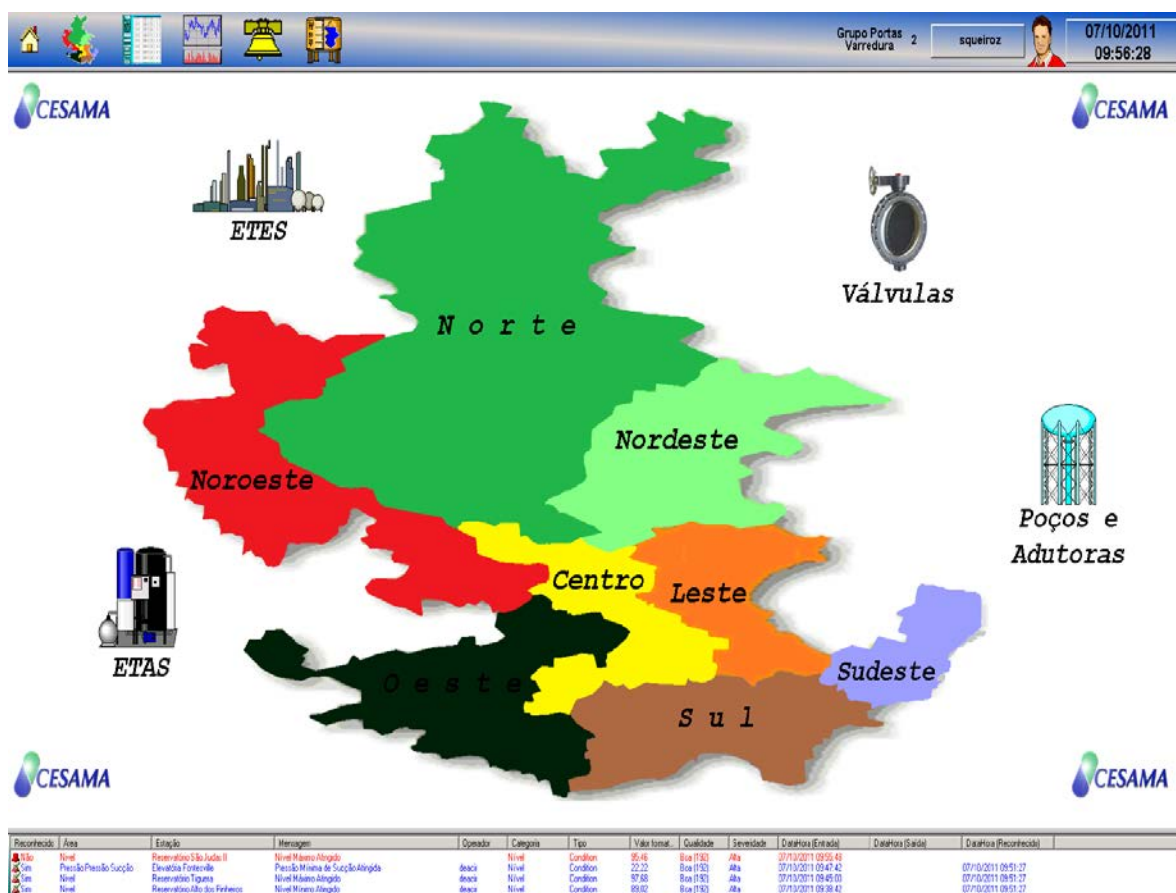
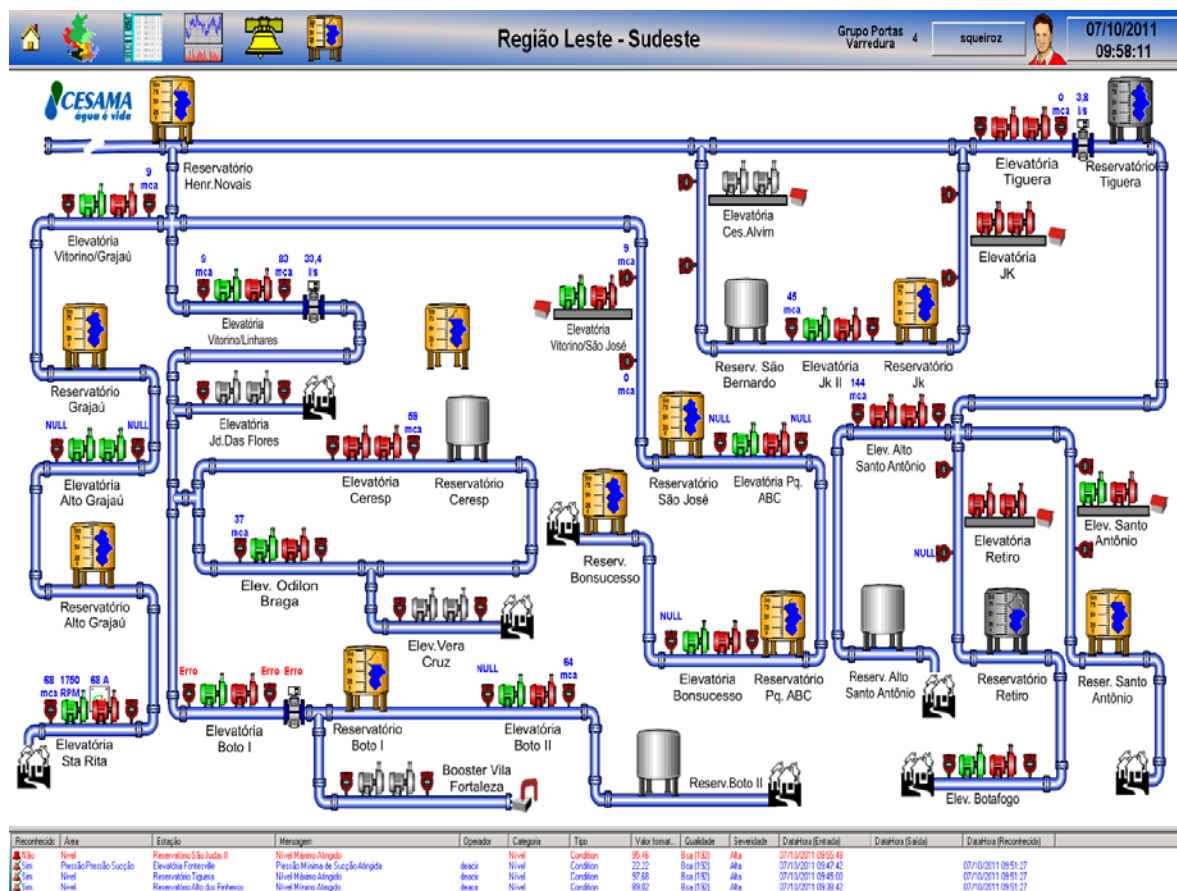


Figura 1: Tela com o mapa de Juiz de Fora, a qual abre as demais telas do aplicativo



**Figura 2:** Tela da regional Leste – Sudeste, contendo as informações das estações (elevatórias, boosters e reservatórios) status dos conjuntos moto-bombas, corrente, rotação, vazão, pressão, nível dos reservatórios e as informações dos alarmes por estação.

### Tecnologia Utilizada (GPRS)

Na tecnologia GPRS (General Packet Radio Service) os pacotes de dados são enviados através de múltiplos slots de tempo e não há necessidade de reserva. Os slots são alocados conforme a demanda dos pacotes enviados ou recebidos, conseguindo desta forma um serviço de dados com conexão permanente (always on) sem a necessidade de reservar permanentemente slots de tempo para o transporte de dados.

As principais características do GPRS são:

- Taxa de transporte de dados máxima de 26 a 40 kbit/s.
- Conexão de dados sem necessidade de se estabelecer um circuito telefônico, o que permite a cobrança por utilização e não por tempo de conexão e faz com que o serviço esteja sempre disponível para o usuário (always on).
- Implantação implica em pequenas modificações na infra-estrutura instalada, o que facilita a sua adoção pelos operadores de GSM.
- Padronizado para transporte de dados definidos pelos protocolos IP e X.25.

## RESULTADOS OBTIDOS

Com a substituição do meio de comunicação dos Ramais Virtuais Integrados (RVI) pela tecnologia GPRS, foi possível reduzir o custo mensal da manutenção do sistema de telemetria em aproximadamente 70 %, uma economia de cerca de R\$50.000,00 (cinquenta mil reais) por ano. Além da redução das faturas mensais, o maior ganho foi operacional, visto a disponibilidade das informações no centro de controle operacional e a não dependência de meios físicos como o par trançado das linhas comutadas.

Dentro da eficiência energética foram substituídos alguns motores antigos por motores de alto rendimento e o sistema de acionamento dos conjuntos moto-bombas foi substituído por inversores de frequência, incorporando o controle das pressões críticas de trabalho e reduzindo as quebras e o tempo com manutenção corretiva. Ainda sobre os inversores e os controles das pressões, foi possível implementar set points horo-sazonais com ajuste automático e remoto, trazendo mais conforto para a operação e economia extra. Os trabalhos tiveram início em 2007, como ilustra a figura3 e as unidades escolhidas para a implantação do projeto foram:

- Elevatória de Água Zona “D” – Média tensão;
  - Projeto 1A: Redução da Potência Instalada e Ganhos Operacionais;
  - Projeto 1B. Redução da Demanda Contratada.
- Elevatória de Água Santa Rita – Baixa tensão;
  - Projeto 2: Redução da Potência Instalada, redução do tempo de funcionamento diário dos equipamentos e Ganhos Operacionais.
- Elevatória de Água Centenário – Baixa tensão.
  - Projeto 3: Redução da Potência Instalada, redução do tempo de funcionamento diário dos equipamentos e Ganhos Operacionais.

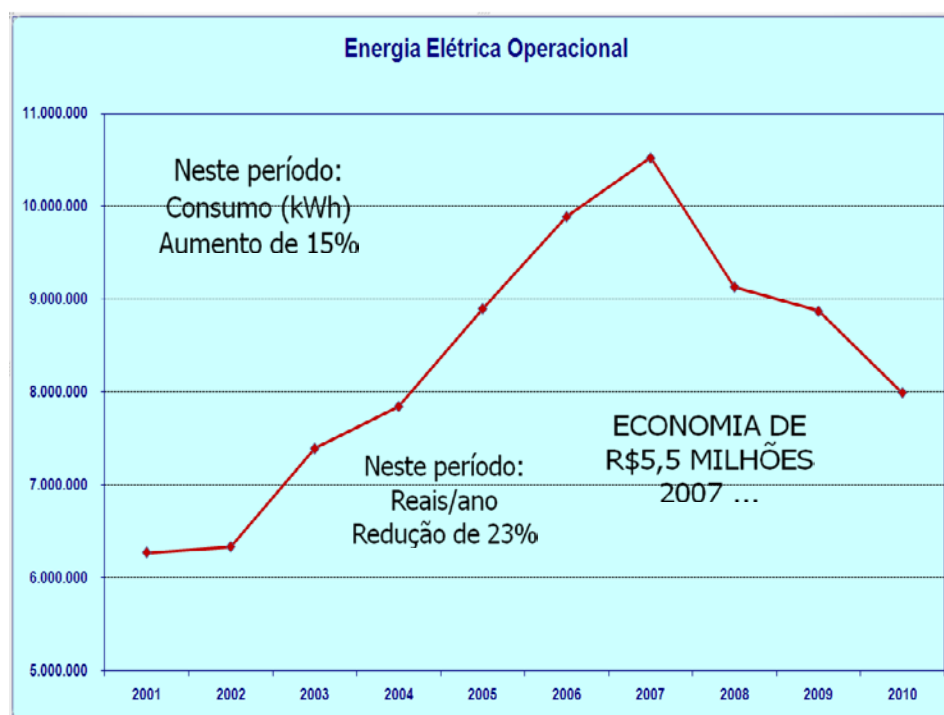


Figura 3: Redução na fatura de energia elétrica



## FLUXO DE CAIXA DESCONTADO

Tabela 2: Fluxo de caixa a 10%aa.

FLUXO DE CAIXA DESCONTADO A TAXA DE 10% aa					
PERÍODO	PROJETO1A	PROJETO1B	PROJETO2	PROJETO3	TOTAL
0	R\$ (145.000,00)	R\$ (250,00)	R\$ (80.436,00)	R\$ (63.120,00)	R\$ (288.806,00)
1	R\$ 40.022,21	R\$ 2.259,54	R\$ 40.195,49	R\$ 66.992,49	R\$ 149.469,73
2	R\$ 40.022,21	R\$ 2.259,54	R\$ 40.195,49	R\$ 66.992,49	R\$ 149.469,73
3	R\$ 40.022,21	R\$ 2.259,54	R\$ 40.195,49	R\$ 66.992,49	R\$ 149.469,73
4	R\$ 40.022,21	R\$ 2.259,54	R\$ 40.195,49	R\$ 66.992,49	R\$ 149.469,73
5	R\$ 40.022,21	R\$ 2.259,54	R\$ 40.195,49	R\$ 66.992,49	R\$ 149.469,73
VPL	R\$ 6.716	R\$ 8.315	R\$ 71.937	R\$ 190.834	R\$ 277.802
TIR	12%	904%	41%	103%	43%

## QUADRO GERAL DAS MEDIDAS PROPOSTAS - ANÁLISE ECONÔMICA

PROJETO 01 - ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA - ZONA "D"												
MEDIDAS	SITUAÇÃO ANTERIOR AO PROJETO				DADOS ESPERADOS APÓS IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO			INVESTIMENTO (R\$)	ECONOMIA ANUAL (R\$)	PAY BACK (MESES)	V.P.L (5ANOS) (R\$)	T.I.R (%a.a)
	horas/dia	kW	kWh/Mês	Valor kWh	horas/dia	kW	kWh/Mês					
REDUÇÃO DE POTÊNCIA INSTALADA (1A)	19	190	108.236	R\$ 0,25	19	166	94.895	145.000	40.022	43	6.716	12%
REDUÇÃO DA DEMANDA CONTRATADA (1B)	0	215	0	R\$ -	0	170	0	250	2.260	1	8.315	904%
PROJETO 02 - ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA - "SANTA RITA"												
MEDIDAS	SITUAÇÃO ANTERIOR AO PROJETO				DADOS ESPERADOS APÓS IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO			INVESTIMENTO (R\$)	ECONOMIA ANUAL (R\$)	PAY BACK (ANOS)	V.P.L (5ANOS) (R\$)	T.I.R (%a.a)
	horas/dia	kW	kWh/Mês	Valor kWh	horas/dia	kW	kWh/Mês					
REDUÇÃO DE POTÊNCIA INSTALADA	24	19	13.672	R\$ 0,49	18	13	6.836	80.436	40.195	24	71.937	41%
MEDIDAS	SITUAÇÃO ANTERIOR AO PROJETO				DADOS ESPERADOS APÓS IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO			INVESTIMENTO (R\$)	ECONOMIA ANUAL (R\$)	PAY BACK (ANOS)	V.P.L (5ANOS) (R\$)	T.I.R (%a.a)
	horas/dia	kW	kWh/Mês	Valor kWh	horas/dia	kW	kWh/Mês					
REDUÇÃO DE POTÊNCIA INSTALADA	24	25	18.229	R\$ 0,49	18	13	6.836	63.120	66.992	11	190.834	103%
TOTAIS		449	140.137			362	108.567	288.806	149.470	23	277.802	43%

## CONCLUSÕES

Após todos os projetos serem implantados houve uma economia de cerca de R\$5,5 milhões de 2007 até o final de 2010, comprovando que a automação nas companhias de saneamento torna possível realizar velhos sonhos e demandas antigas do setor, tais como a redução de gastos, redução de perdas, a gestão pela qualidade e o gerenciamento de toda a planta em tempo real. Para o caso exemplo exposto, concretiza-se que é viável uma companhia de médio porte ter todos os recursos tecnológicos que as grandes possuem indo além, enfatiza a participação do corpo técnico próprio no desenvolvimento, implantação e manutenção dos projetos de automação. Hoje a Cesama não necessita contratar ninguém para os projetos de automação, sendo ela mesma a responsável e idealizadora de todos os projetos envolvidos nesta área em questão.



Outro fato primordial é a manutenção do sistema, uma vez desenvolvido internamente pela companhia esta tem todas as condições de manter e expandir os aplicativos e lógicas de controle de acordo com as atuais e novas demandas. Para conseguir um grupo interno com essas características torna-se indispensável o investimento em capacitação continuada que estimule o colaborador a crescer, mas antes de tudo é impreterível uma boa formação técnica do funcionário, a qual pode ser conseguida com um edital de concurso externo bem criterioso e atualizado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEIDA, S. Q. Implantação de Sistemas de Automação de Redes de Água Urbana. Juiz de Fora. 2001. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de Juiz de Fora/MG. Universidade Federal de Juiz de Fora/MG 2001.
2. Katsuhiko, O. Engenharia de Controle Moderno. 1998.
3. Companhia de Saneamento Municipal, <http://www.cesama.com.br> , acesso em 03/11/2011