



XI-019 - CONVÊNIO COMUSA-ELETOBRÁS PARA EXECUÇÃO DE PROJETO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

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

Devido ao elevado custo que o insumo energia elétrica representava em sua planilha de despesas gerais, a COMUSA em setembro de 2003 implantou a CIGE – Comissão Interna de Gestão Energética. Seu objetivo, dentre outros, foi identificar potenciais de melhoria na eficiência energética de elevatórias e iniciar trabalhos de reconfiguração do SAA (Sistema de Abastecimento de Água) sob a ótica do consumo de energia. Múltiplas oportunidades foram identificadas, tendo sido imediatamente resolvidas questões referentes a enquadramentos tarifários, demandas contratadas e correção do fator de potência, além da criação de ferramentas de controle e análise para gestão da energia elétrica. Um projeto básico de automação foi proposto como forma de controlar pressões em determinados pontos do SAA: a utilização de variadores de velocidade em moto-bombas associados a um Sistema de Supervisão e Controle poderia manter as pressões aproximadamente constantes de acordo com a demanda de água em cada horário do dia. O foco inicial era reduzir o número de rompimentos sabendo-se que haveria também economia de energia, mas logo vislumbrou-se um efeito cascata sobre todo o sistema: a redução de perdas de água e de consumo nas extremidades do sistema poderia permitir modular cargas na maioria das elevatórias, em especial na ETA (Estação de Tratamento de Água) e na EAB (Estação de Água Bruta) e, aí sim, obter ganhos significativos na energia consumida, tanto na quantidade quanto no preço médio por menor utilização no horário de ponta.

Diversos estudos ainda pendentes foram acelerados com o que foi possível determinar com maior precisão os benefícios do projeto, em especial decorrentes da redução de perdas de água por adequação das pressões operacionais, a queda de consumo de energia elétrica em geral por otimização da potência necessária, a queda do consumo e demanda no horário de ponta como resultado da redução de recalques e melhor utilização da reservação, e por controle de vazão nas principais elevatórias do sistema.

Esta era a visão geral existente quando surgiu a oportunidade de participar da Chamada Pública de Projetos de Conservação e Uso Racional de Energia Elétrica e Água no Setor de Saneamento Ambiental. A identificação dos propósitos entre a Chamada Pública e o projeto era evidente como bem caracterizado nos Critérios de Seleção anunciados: relação custo x benefício, aplicação de tecnologia e multiplicação da experiência, ganhos absolutamente tangíveis com metodologias de cálculo simples e transparentes com indicadores precisos e familiarizados à comunidade do saneamento.

PALAVRAS-CHAVE: eficiência energética, índice de perdas, otimização operacional, automação e controle de pressão e de vazão

1. INTRODUÇÃO

Em 1998, quando foi criada para assumir o SAA de Novo Hamburgo/RS, a COMUSA – Serviços de Água e Esgoto de Novo Hamburgo recebeu a missão de buscar a melhoria na qualidade dos serviços prestados aliado à modicidade tarifária.

Atualmente a companhia 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 ETA estação de tratamento de água onde se situam três reservatórios e duas elevatórias de água tratada (EATs 1 e 4). Apesar de o SAA possuir mais 18 unidades de recalque, cerca de 88% da energia elétrica utilizada pela empresa está



concentrada nestas duas unidades. Aproximadamente 40% da água tratada é distribuída por gravidade a partir da ETA, sendo que o restante passa pelas EATs que abastecem outros 7 reservatórios espalhados pela cidade. Em pontos mais distantes ou com declividade acentuada, existem boosters para pressurização das redes.

Por outro lado, à época da concepção do projeto, um fator preocupante era o grande número de manutenções de rede necessárias devido a rompimentos nos sub-setores pressurizados com boosters. O sistema utilizado para operação era através de timers para acionamento das unidades, normalmente ligando às 5:00 ou 6:00 horas da manhã e permanecendo ligados diretamente até às 23:00 horas ou meia-noite. Algumas unidades tinham acionamento manual através de equipe volante. Com isto, as pressões nas redes variavam de acordo com o consumo, pois estes sistemas não possuíam reservatórios de jusante e, desta forma, os rompimentos se sucediam provocando altos custos de manutenção e forte perda de água, resultando também em grande desperdício de energia elétrica.

2. OBJETIVO

Este artigo visa apresentar os resultados e experiências obtidas pelo desenvolvimento 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, de acordo com Convênio ECV-008/2004 e, seu aditivo ECV-008A/2004, firmado entre as Centrais Elétricas Brasileiras S. A. – ELETROBRÁS e a COMUSA em consequência do Processo de Chamada Pública de Projetos de Conservação e Uso Racional de Energia e Água no Setor de Saneamento Ambiental de Novembro de 2003. Para tanto, o projeto contou com a participação da área de Manutenção Eletromecânica (coordenada para este fim pelo Eng. Márcio Martinez Kutscher), da área de Operação e Setorização do SAA coordenada pelo Eng. Civil João Ricardo Leturiondo Pureza e da Consultoria em Conservação de Energia Eng. Eletricista Frederico Ostermayer.

Este projeto visou à eficiência energética das principais elevatórias do SAA através da instalação de variadores de velocidade (inversores de frequência) em substituição aos sistemas manual ou de timers, possibilitando trabalho à pressão constante ou à vazão controlada, com grande economia de energia e redução substancial das perdas de água e do número de manutenções na rede de distribuição por rompimentos. Esta ação, associada a outras, permitiu reduzir a necessidade de recalque de água bruta e de água tratada, em especial no horário de ponta (18 às 21 horas), com conseqüente redução no consumo e na demanda de energia elétrica.

Para obter controle operacional, foi implementado um sistema supervisório para controle à distância a partir do (CCO) Centro de Controle Operacional, otimizando a operação pré-programada e potencializando a economia de energia e água. Todas as unidades receberam equipamentos de medição de vazão e pressão bem como de grandezas elétricas, o que permitiu a otimização dos custos operacionais evitando os principais tipos de desperdício e permitindo estabelecer os ganhos e perdas decorrentes das diversas alternativas operacionais do sistema. Abaixo seguem os benefícios projetados com a economia em água e energia, além dos indicadores financeiros associados ao projeto cuja expectativa de vida útil foi estabelecida em 5 anos.



Tabela 1: Benefícios do projeto

ANO	BENEFÍCIOS REDUÇÃO PERDAS DE ÁGUA			BENEFÍCIOS - ECONOMIA DE ENERGIA E DEMANDA		
	Benefício por água Economizada Demandada (R\$)	Benefício por Água Economizada Não Demandada (R\$)	Benefício Total por Água Economizada (R\$)	Energia Economizada R\$	Demanda na Ponta Economizada R\$	Total de Benefícios por Economia de Energia e Demanda (R\$)
2003						
2004	0,00	119.289,92	119.289,92	134.094,09	31.007,48	165.101,57
2005	0,00	596.449,58	596.449,58	670.470,44	247.938,48	918.408,92
2006	0,00	613.448,91	613.448,91	673.057,24	247.938,48	920.995,72
2007	895.693,25	315.224,13	1.210.917,38	627.676,03	247.938,48	875.614,51
2008	1.655.720,33	64.744,76	1.720.465,08	589.560,29	247.938,48	837.498,77
2009	1.887.990,02	0,00	1.887.990,02	579.708,00	247.938,48	827.646,48

Tabela 2: Fluxo de caixa e análise financeira

	FLUXO DE CAIXA			ANÁLISE ECONOMICA	
	INVESTIMENTO REALIZADO IMPLANTAÇÃO DE INVERSORES DE FREQUÊNCIA (R\$)	BENEFÍCIOS (R\$)	FLUXO DE CAIXA (R\$)	VALOR PRESENTE DOS INVESTIMENTOS	VALOR PRESENTE DOS BENEFÍCIOS
2003					
2004	540.000,00	284.391,48	255.608,52	540.000,00	284.391,48
2005	335.000,00	1.514.858,49	1.179.858,49	291.304,35	1.317.268,25
2006	0,00	1.534.444,64	1.534.444,64		1.160.260,60
2007	0,00	2.086.531,88	2.086.531,88		1.371.928,58
2008	0,00	2.557.963,85	2.557.963,85		1.462.524,13
2009	0,00	2.715.636,50	2.715.636,50	-	1.350.151,29
VPL(15%):			6.115.219,99		
TIR:			491,98%		
Valor Presente (15%) =				831.304,35	6.946.524,34
RCB =				0,12	



3. METODOLOGIA

3.1 DETERMINAÇÃO DE LINHAS DE BASE

Nesta fase, foram realizados ensaios iniciais para determinação de problemas mecânicos e elétricos existentes nas diversas UCs. Estes ensaios determinaram as condições reais de operação antes de se implementar qualquer ação de melhoria referente ao projeto, o que foi apresentado na forma de diagnósticos energéticos e hidráulicos. Neste estágio inicial foram levantadas as curvas de rendimento das bombas e comparadas com as originais de cada unidade.

Desta forma, foram indicadas correções para os equipamentos operarem de maneira convencional, mas sem quaisquer outros vícios de origem que poderiam interferir nos resultados decorrentes da aplicação específica de inversores de frequência. Entre outros problemas, esta fase inicial objetivou identificar desequilíbrio de fases, quadros de comando com perdas elétricas, rotores desgastados, bombas com rendimento prejudicado de uma forma geral, alinhamentos, mancais e rolamentos com problemas, enfim, diversos problemas que pudessem alterar a condição normal de operação convencional dos equipamentos instalados.

Uma vez diagnosticados e corrigidos estes problemas, as UCs ficaram em condições normais de operação pelo método convencional, sem variação de velocidade. Neste instante realizamos novas medições e ensaios para garantir a efetividade das correções.

3.2 CAMPANHA DE MEDIÇÕES ELÉTRICAS E HIDRÁULICAS ANTERIORES

A seguir foram instalados e programados todos os equipamentos de bancada e de painel, elétricos e hidráulicos, que fizeram a leitura e registro de dados para determinação da linha de base do projeto, ou seja, os parâmetros iniciais de consumo e demanda de energia, fator de potência e corrente de operação, além de vazão e pressão durante três meses. O objetivo foi determinar a quantidade e o custo unitário da energia utilizada comparada aos volumes de água aduzidos (kWh/m³), além de avaliar as perdas de água decorrentes das pressões excessivas impostas às redes.

3.3 AQUISIÇÃO E INSTALAÇÃO DOS ACIONAMENTOS (INVERSORES E SOFT-STARTER)

Após esta primeira campanha de medições, instalou-se os sete inversores de frequência e uma Soft-Starter, conforme convênio.

3.4 CAMPANHA DE MEDIÇÕES ELÉTRICAS E HIDRÁULICAS POSTERIORES

Concluída esta fase, partiu-se para a campanha de medições posteriores com o acompanhamento das elevatórias por seis meses. Os dados gerados nas campanhas de medições permitiram avaliar tecnicamente os ganhos de projeto demonstrados ao longo deste trabalho.

Tabela 3: Comparativo entre Campanha de Medições Anteriores e Posteriores

TOTAIS NA ABRANGÊNCIA DO PROJETO	
MEDIÇÕES ANTERIORES (6 MESES)	MEDIÇÕES POSTERIORES (3 MESES)
ENERGIA CONSUMIDA: 1.215,5 MWh/mês	ENERGIA CONSUMIDA: 1.212,3 MWh/mês
PERDAS DE ÁGUA: IPD 47,3%	PERDAS DE ÁGUA: IPD 45,3%
INDICADORES	INDICADORES
Consumo Específico: CE = 0,7832 kWh/m ³	Consumo Específico: CE = 0,7487 kWh/m ³
Volume Disponibilizado: Vd = 1.701.870 m ³ /mês	Volume Disponibilizado: Vd = 1.642.170 m ³ /mês

3.5 MEDIÇÕES HIDRÁULICAS

Os parâmetros hidráulicos e de operação destas unidades foram obtidos através do envio de dados via rádio-modem, via rádio, na faixa de UHF. Na sede da COMUSA há um computador de supervisão que por meio do programa Elipse SCADA acessou os dados do CLP central.



Desta forma, com os dados armazenados no computador de supervisão, estes foram exportados para planilhas do excel especialmente formatadas para receber os dados de vazão e pressão diariamente em intervalos de quinze minutos. Nestas planilhas foi possível determinar os histogramas de vazão e pressão em intervalos de 15 minutos.

3.6 MEDIÇÕES ELÉTRICAS

A aquisição dos dados de medições dos parâmetros elétricos nas unidades consumidoras ou parte destas foi feita no local onde ficava a UC periodicamente, em intervalos de duas semanas.

Em cada UC os registradores de grandezas elétricas foram programados para registrarem os seguintes parâmetros elétricos: Tensão, Corrente, Potência ativa, Potência reativa, Energia Ativa e Fator de Potência respectivamente nas três fases.

Após a coleta, estes dados foram exportados para planilhas do excel, especialmente formatadas, onde foi possível determinar e avaliar os seguintes indicadores de desempenho do projeto:

Indicador 01 : (kWh/m³)

Indicador 02 : (kWh/m³ a 100 mca)

Indicador 03 : Índice de perdas total ($100 \times (V_d - V_u) / V_d$)

Indicador 04 : Perda Total de água por ligação (m³/ligação.ano)

Indicador 06 : Perda Real por Ano (m³/ano)

Indicador 08 : variação de demanda na ponta (R\$/mês, R\$/ano)

Indicador 09 : variação de demanda fora da ponta (R\$/mês, R\$/ano)

Indicador 10 : variação de consumo na ponta (R\$/mês, R\$/ano)

Indicador 11 : variação de consumo fora ponta (R\$/mês, R\$/ano)

Indicador 12 : variação de consumo total (R\$/mês, R\$/ano)

Indicador Adicional: CEVD (Consumo Específico por Volume Distribuído)

4. RESULTADOS

4.1 RESULTADOS QUALITATIVOS

Outro ponto de destaque na otimização operacional é a existência da interface de automação instalada no CCO – Centro de Controle Operacional. Além do software de controle, foram desenvolvidas ferramentas que auxiliam o operador a prever os diversos níveis de reservatórios a partir de uma dada situação inicial. Assim, a cada ajuste de velocidade em uma determinada elevatória são fornecidos os ajustes necessários ou possíveis nas velocidades dos demais o que, prontamente ajustado, proporciona a melhor condição operacional em cada horário. Desta forma reduz-se ao mínimo o consumo de energia do sistema no horário de ponta e ajusta-se as vazões em todos os horários para funcionamento à velocidade mais econômica resultando no menor kWh/m³. Além disso, pode-se citar os seguintes ganhos qualitativos desenvolvidos e consolidados ao longo do projeto:

- Intensificação de pesquisa, testes e ensaios com vistas ao aprimoramento da operação do sistema de distribuição de água da COMUSA, em especial nos setores onde houve a introdução do acionamento de bombas por meio de Inversores de Frequência;
- Treinamento contínuo do corpo técnico da COMUSA para operação do sistema supervisorio, voltado principalmente na interpretação de dados para tomada de decisões;
- Aperfeiçoamento contínuo do sistema supervisorio com vistas a otimizar a operação do SAA;
- Aperfeiçoamento da metodologia de monitoramento do desempenho operacional com base em indicadores formulados com os dados hidráulicos e elétricos nas unidades contempladas com projeto;
- Difusão, bem como conscientização, das novas práticas e procedimentos aos funcionários direta ou indiretamente envolvidos na operação do sistema.
- Identificação de pesquisas para prospecção de novos potenciais para implementação de ações visando o uso racional de energia e água no Sistema de Abastecimento de Água da COMUSA.

Além disso, o registro periódico dos dados elétricos via registradores de grandezas elétricas permitem avaliar com precisão o regime de operação dos bombeamentos, viabilizando estudo criterioso para adoção da tarifa mais adequada para uma determinada UC.



4.2 RESULTADOS QUANTITATIVOS

Para avaliação dos ganhos presentes decorrentes do projeto, quantificou-se a economia física de energia (kW e kWh) pelos dados provenientes das memórias de massas dos respectivos registradores de grandezas elétricas instalados em cada UC contemplada no projeto. Com estas informações, calculou-se a economia financeira realizada para cada UC, tomando como referência sua respectiva estrutura tarifária vigente. Além disso, o custo variável total do m³ disponibilizado em 2006 (sem energia) foi obtido pela mesma sistemática apontada no projeto original.

A) TIPOLOGIA BOOSTERS

Em todas as unidades que utilizam boosters os ganhos foram expressivos. O sucesso da aplicação foi reconhecido pela obtenção do PRÊMIO PROCEL 2007. Inédito entre companhias municipais de saneamento.

ENERGIA

UC	Demanda Média na Ponta (kW)				Consumo *		
	Ant	Post	Dif	%	% Ponta	% Total	MWh/ano
5 – Calvet	31	15	16	-51%	- 47,1%	- 35,9%	- 64,2
7 – Kolling	11	4	7	-64%	- 63,1%	- 57,2%	- 38,1
10 - Chavantes	8	3	5	-63%	- 45,4%	- 49,3%	- 22,9
TOTAL	50	22	28	-56%	- 51,7%	- 44,8%	- 125,2

* Diferença entre período de medições anteriores e posteriores anualizado.

ÁGUA

UC	IPD %			Volume Disponibilizado (m3/mês) *			
	Ant	Post	Dif	Ant	Post	Dif m3	Dif %
5 – Calvet	34%	23%	-11%	22.134	19.518	- 2.616	-11,8%
7 – Kolling	65%	50%	-15%	10.467	7.953	-2.514	-24,0%
10 - Chavantes	49%	17%	-32%	16.694	11.334	-5.360	-32,1%
TOTAL				49.295	38.805	-10.490	-21,2%

- Média 6 meses de medição

**MANUTENÇÃO DE REDES – TOTAL R\$**

UC	Jan-Jun 2005 (R\$)	Jan-Jun 2006 (R\$)	Jan-Jun 2007 (R\$)	2007/2006 (%)
5 – Calvet	77.576,00	83.517,00	11.673,00	- 86%
7 – Kolling	11.336,00	24.924,00	13.108,00	- 47%
10 - Chavantes	21.063,00	17.319,00	13.672,00	- 21%
TOTAL	109.975,00	125.760,00	38.453,00	- 69%

TOTALIZAÇÃO ANUAL

Total da Economia R\$ >>>	Realizada *	A Realizar	Total
Energia Elétrica *	44.195,00	1.329,00	45.524,00
Água **	170.100,00	-	170.100,00
Manutenção Evitada	174.614,00	-	174.614,00
TOTAL	358.969,00	1.329,00	390.238,00

* (tarifa B3 – Ag.Esg.San.2007 = R\$0,353/kWh)

** (Custo Variável de Produção (VD) = R\$1,16/m³; Preço de Venda Médio R\$2,54/m³ - Perdas 44% = R\$ 1,42/m³)

*** Instalação de subestação na UC05 com tarifa convencional

B) RECALQUES COM RESERVATÓRIO DE JUSANTE

Na UC3 – Primavera a real utilidade de aplicação de inversor no motor de 150CV, é a possibilidade de controlar a vazão durante o horário de ponta. Com isto foi possível suprir tão somente a quantidade de água demandada pelo sistema, mantido o nível do Reservatório no estado “cheio” às 18:00horas e entrando o bombeamento em marcha quando o nível atingir o ponto mínimo (0,5m) até o final do horário de ponta. Com isto a unidade pode trocar de estrutura tarifária passando a HS Verde, o que ocorreu somente no mês de junho/07 devido a necessidade de alteração da subestação requerida pela concessionária AES Sul. O ganho anual previsto por esta ação é apresentado abaixo e demonstrado ao final.

ENERGIA

UC	Demanda Média na Ponta (kW)				Consumo **		
	Ant	Post	Dif	%	% Ponta	% Total	MWh/ano
2 – Maurício Cardoso	37	26	11	-30%	-7,3%	-14%	- 37,5
3 – Primavera *	61	20	41	-67%	-79,0%	+12,1%	-

* Volume Disponibilizado 11% maior devido a aumento de área e de exportação provocou aumento proporcional de consumo de energia que, anualizado, significará um aumento de consumo de 47MWh. Porém



a comparação de medidas anteriores e posteriores ficou prejudicada. O consumo específico se manteve no mesmo nível de 0,2kWh/m³; entretanto a unidade apresenta ganho expressivo no consumo de ponta, objetivo básico da ação implementada, que resultará em economia com adoção de tarifa HS Verde.

** Diferença entre período de medições anteriores e posteriores anualizado.

ÁGUA

UC	IPD %			Volume Disponibilizado (m3/mês)			
	Ant	Post	Dif	Ant	Post	Dif m3	Dif %
02 – Maurício Cardoso	49%	44%	- 5%	132.447	116.362	-16.085	- 12,1%
03 – Primavera *	35%	35%	0,2%	241.067	241.549	+482	+0,2%
Acréscimo Consumo de Água (Expansões)					18.171	+ 18.171	+7,5%
TOTAL					259.720	+ 18.653	+7,7%

MANUTENÇÃO DE REDES

UC	Jan-Jun 2005 (R\$)	Jan-Jun 2006 (R\$)	Jan-Jun 2007 (R\$)	2007/2006 (%)	Observação
02 – Maurício Cardoso	139.879,00	132.169,00	161.783,00	+22%	Substituição de rede de fibrocimento
03 – Primavera *	71.705,00	94.207,00	96.860,00	+3%	Volume aduzido aumentou 7%

TOTALIZAÇÃO ANUAL

Total da Economia R\$	Realizada	A Realizar	Total
Energia Elétrica	13.240,00	45.265,00 *	58.505,00
Água	22.840,00	-	22.840,00
TOTAL	36.080,00	45.265,00	81.345,00

* Mudança de estrutura tarifária para HS Verde a partir do faturamento Agosto/07 ; Primavera = R\$38.429,00; M.Cardoso = R\$6.836



C) UCS 01 E 11 – ETA & MARCÍLIO

Nestas unidades ocorreram mudanças ao longo do projeto. Na UC11 após os testes de bombas realizados concluiu-se que a simples manobra de válvulas associada a manutenção de diferentes níveis no Reservatório Petry contra-indicaria a instalação de inversor nesta unidade. Por este motivo o projeto foi alterado sendo instalada apenas uma chave de partida eletrônica tipo soft-starter.

Na ETA a otimização do Grupo 1(UC 01) fora de ponta provocou aumento de consumo na UC 11 – Marcílio de modo a garantir a vazão necessária à UC-2 no mesmo período. A operação dentro destas premissas determinou ganho na combinação das unidades, o que vem sendo aplicado e será otimizado com a alteração de contrato com adoção de HS Verde na UC-11, com significativa redução e adequação de consumo, em especial no horário de ponta reduzindo o valor gasto com a energia do subsistema.

ENERGIA

UC	Demanda Média na Ponta (kW)				Consumo		
	Ant	Post	Dif	%	% Ponta	% Total	MWh/ano
01 – ETA (MB01)	209	54	155	-74%	-28%	-16%	- 356
11 – Marcílio Dias *	-	7	-7	-	- **	+49%	+110
TOTAL	209	61	148	-71%	-28%	-11%	-246

* Unidade re-projetada sem inversor conforme estudos preliminares; aumento de consumo em parte é compensado na ETA.

** Valores de ponta irrelevantes contra o consumo total; comparação com período anterior inviável.

ÁGUA

UC	IPD %			Volume Disponibilizado (m3/mês)			
	Ant	Post	Dif	Ant	Post	Dif m3	Dif %
01 – ETA (MB01)	54%	44%	10%	866.153	703.761	- 162.392	- 18,75%
11 – Marcílio Dias *	-	-	-	501.751	452.238	- 49.513	- 9,87%
TOTAL	54%	44%	10%	1.367.904	1.155.999	-211.905	- 15,5%

* VD reduzido não capitalizado como redução financeira porque unidade é apenas passagem para demais UCs.

MANUTENÇÃO DE REDES

UC	Jan-Jun 2005 (R\$)	Jan-Jun 2006 (R\$)	Jan-Jun 2007 (R\$)	2007/2006 (%)
01 – ETA (MB01)	218.012,00	258.996,00	236.211,00	- 8,8%
11 – Marcílio Dias	-	-	-	-



TOTALIZAÇÃO

Total da Economia R\$	Realizada	A Realizar	Total
Energia Elétrica * (78.320 – 28.600)	49.720,00	10.392,00	60.112,00
Água **	230.596,00	-	230.596,00
Manutenção de Redes	45.570,00	-	45.570,00
TOTAL	325.886,00	10.392,00	336.278,00

* Economia de Energia por Redução de Consumo (Preço Médio HSVerde 2007 ETA= R\$0,220/kWh; A4 Convencional = R\$0,260/kWh)

** (Custo Variável de Produção (VD) = R\$1,16/m³; Preço de Venda Médio R\$2,54/m³ - Perdas 44% = R\$ 1,42/m³)

D) EAB – CAPTAÇÃO ÁGUA BRUTA

A mudança principal ocorreu no conjunto moto-bomba onde foi aplicado o inversor na EAB em função da utilização de duas bombas a 100% durante o verão quando a demanda por água bruta é muito elevada. Por meio de um ensaio realizado sobre o grupo MB03 (onde estava previsto a instalação do inversor de frequência), verificou-se que o uso de inversor de frequência na faixa de 56 a 60 Hz proporciona uma relação kWh/m³ mais elevada quando comparado ao acionamento antigo feito por meio da chave Beghim (partida por reostato).

Desta forma, e especialmente nos três meses de verão, adotou-se reservar o acionamento do inversor de frequência ao grupo moto-bomba 2 (grupo reserva) quando houvesse a oportunidade de operá-lo numa vazão menor sem prejudicar o abastecimento, de modo geral, sempre que possível, durante o horário de Ponta.

ENERGIA

UC	Demanda Média na Ponta (kW)				Consumo		
	Ant	Post	Dif	%	% Ponta	% Total	MWh/ano
12 - EAB	1.390	941	449	-32%	+13,4%	+2,85%	+ 301

Aumento de Consumo de Energia por Aumento da Demanda de Água		+424
Economia Gerada pela Redução do IPD		-123
Total >>		+301

Total da Economia R\$	Realizada	A Realizar	Total
Energia Elétrica *	323.797,00	158.939,00 **	482.736

* (Preço Médio A4 – HS Azul – Ag.Esg.San.2007 = R\$0,225/kWh)

** Mudança de estrutura tarifária para HS Verde a partir do faturamento Agosto/07

**E) CONSOLIDAÇÃO DOS RESULTADOS – VISÃO SISTÊMICA****ENERGIA**

Todas UCs	Demanda Média na Ponta (kW)				Consumo **		
	Ant	Post	Dif	%	% Ponta	% Total	MWh/ano
SISTEMA	1.747	1.070	677	39		-3,5%	532

ÁGUA

Todas UCs	IPD %			Volume Disponibilizado (m3/mês)			
	Ant	Post	Dif	Ant	Post	Dif m3	Dif %
SISTEMA	47,3%	45,3%	-2%	1.700.218	1.749.301	49.083	2,8%
Redução de Perdas (Perdas Físicas = 50% da redução do IPD) ==>>> Economia						17.493	1,0%
Acréscimo Total do Consumo de Água em 2007						66.576	3,9%

EVOLUCAO DO CUSTO DE MANUTENCAO

	MMV-UC03-002 Primavera	MMV-UC11-001 Marcílio	MMV-UC01-001 G1-ETA	MMV-UC07-001 Kolling	MMV-UC10-001 Chavantes	MMV-UC05-001 Calvet	MMV-UC02-001 Maur. G1	CUSTO GLOBAL DE TODO O SISTEMA
1º fase	94.207,55	0	258.996,02	24.924,64	17.319,15	83.517,90	132169,81	1.712.639,00
2º fase	96.860,45	0	236.211,35	13.108,29	13.662,09	11.673,67	161783,42	1.675.988,49

MANUTENÇÃO DE REDES

Todas UCs	Jan-Jun 2005 (R\$)	Jan-Jun 2006 (R\$)	Jan-Jun 2007 (R\$)	2007/2006 (%)
SISTEMA	1.923.190,00	1.712.639,00	1.675.988,00	-2,14%

**TOTALIZAÇÃO DOS BENEFÍCIOS DO PROJETO**

Total da Economia R\$/ANO >>	Realizada	A Realizar	Total
Energia Elétrica *	386.202,00	215.925,00	602.127,00
Água **	533.186,00	-	533.186,00
Manutenção de Redes	220.184,00	-	220.184,00
TOTAL	1.139.572	1.139.572	1.355.497

* (Preço Médio A4 - HSVerde – Ag.Esg.San.2007 ETA= R\$0,220/kWh)

** (Custo Variável de Produção (VD) = R\$1,16/m³; Preço de Venda Médio R\$2,54/m³ - Perdas 44% = R\$ 1,42/m³)

VALORES FINAIS DE PROJETO

PROJETO	Investimento Previsto	Investimento Realizado
Eletrobrás	R\$ 700.000,00 (80%)	R\$ 515.625,71*
COMUSA	R\$ 175.000,00 (20%)	R\$ 131.081,84
TOTAL	R\$ 875.000,00	R\$ 646.707,55
Economia de projeto **	R\$ 228.292,45	
Benefício (2007)	R\$ 1.355.497,00	
RCB ***	0,095	

* Investimento mais rendimentos da conta vinculada

** Descontado rendimentos da conta vincula

*** RCB – Relacao Custo Benefício com horizonte de projeto de 60 meses

5. CONCLUSÕES

A adoção de critérios técnicos: relação custo x benefício, aplicação de tecnologia, ganhos absolutamente tangíveis com metodologias de cálculo simples e transparentes com indicadores precisos e familiarizados à comunidade do saneamento, são elementos fundamentais para projeção e determinação do sucesso de um projeto que vise a eficiência energética.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. 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