

XV SEMINÁRIO NACIONAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - SENDI 2002

Substituição de Motores da Companhia Riograndense de Saneamento

E. L. V. Freitas - CEEE

E-mail: ErnaniF@cee.com.br

Palavras-chave – Motores de alto rendimento, combate ao desperdício, eficiência energética.

Resumo – A Companhia Estadual de Energia Elétrica – CEEE – executou no ano de 2001 a substituição de 16 motores elétricos da Companhia Riograndense de Saneamento – CORSAN. Os resultados permitem afirmar que este trabalho pode ser replicado pelas várias empresas que desejam implementar programas de eficiência energética com baixos investimentos e benefícios variados.

1. INTRODUÇÃO

As profundas alterações por que passa o setor de distribuição de energia elétrica brasileiro, inclui como compromisso das concessionárias o investimento obrigatório de parcela de sua receita em projetos de eficiência energética voltados a utilização de energia, com intervenção diretamente nas unidades de responsabilidade dos consumidores. Não obstante os inegáveis benefícios à sociedade decorrentes, cabe às concessionárias, ao cumprir suas obrigações estabelecidas, buscar a otimização de seus investimentos agregando a maior gama de vantagens próprias possíveis, uma vez que lhes coube a função adicional de agente financiador dos programas de eficiência.

O projeto de eficiência energética para substituição de motores da Companhia Riograndense de Saneamento – CORSAN, aprovado pela ANEEL para execução no ano de 2001, integrou o conjunto de projetos da Companhia Estadual de Energia Elétrica – CEEE – para cumprimento no estabelecido em seu contrato de concessão, bem como na Resolução ANEEL 271 de 19/07/2000. As metas pretendidas de substituição de 16 motores de estações de recalque d'água foram cumpridas, tendo sido também atingido o benefício em termos de energia economizada, além de vários outros que contribuíram para o aumento da produtividade da empresa.

2. SELEÇÃO DAS UNIDADES E ESTIMATIVA INICIAL DOS BENEFÍCIOS

Com a recente necessidade das empresas concessionárias de energia elétrica passarem a investir em programas de eficiência energética no uso final, estas passaram a atuar num novo campo onde se procura também a maximização dos resultados. A preocupação do fiel cumprimento ao projeto e ao atendimento das metas é apenas parte do problema: há ainda que tornar a

intervenção atrativa também para a concessionária, de modo que o investimento seja rentável ao máximo.

A opção de investimento na substituição de motores elétricos standard por alto rendimento em estações do serviço público de água, se deveu a constatação da disseminação destas unidades consumidoras em todos os segmentos do sistema de distribuição, somada a questão da desatualização tecnológica existente pela série de dificuldades de financiamento enfrentada pelo setor.

De modo a maximizar os benefícios e garantir uma Relação Custo/Benefício atraente, bem como facilitar as análises e coleta de dados, as seguintes condições foram impostas para seleção das instalações:

2.1.1 Instalações faturadas no grupo de tensão A4, devido a três fatores principais: a) a faixa de potência dos motores elétricos existentes nestas unidades situa-se entre 40 e 200 cv, faixa esta plenamente atendida pela oferta de motores da linha de alto rendimento; b) a existência de histórico de registros de demanda de potência ativa; c) as baixas tarifas deste segmento.

2.1.2 Unidades em que os motores já tenham sido rebobinados, de modo que as perdas internas sejam maiores que as previstas para os motores standard;

2.1.3 Instalações com regime de funcionamento anual acima de 4.000 horas;

2.1.4 Estações onde os conjuntos motor-bombas fossem idênticos, de modo a tornar simplificado e confiável a dedução do consumo individual de cada motor a partir dos registros totais de consumo apurados pela medição da concessionária.

A partir destas definições iniciais que estipularam os limites da amostra, em conjunto com a CORSAN foram selecionadas as seguintes unidades consumidoras:

TABELA 2.1.1
INSTALAÇÕES SELECIONADAS

Osório – Estação de Tratamento	3 x 60 cv
Osório – Estação de Captação	3 x 75 cv
Capão da Canoa – Captação	3 x 50 cv
Alvorada – EBA 13	2 x 40 cv
Alvorada – EBA 12	3 x 60 cv
São Lourenço do Sul – Captação	2 x 125 cv

Os benefícios esperados foram deduzidos das seguintes expressões:

Redução de Demanda na Ponta – RDP, em kW:

$$RDP = D_{\text{máx}} \times Part \times \left(1 - \frac{\eta^{std} - 2\%}{\eta^{AR}}\right) \quad (1)$$

onde $D_{\text{máx}}$ = Demanda máxima de cada instalação durante doze meses, integralizada no período de 15 minutos, medida pela CEEE com vistas ao faturamento, em kW;

Part = Fator de participação da carga objeto do retrofit em relação à carga total;

η^{std} = Rendimento estabelecido para o motor standard instalado;

η^{AR} = Rendimento estabelecido para o motor eficiente;

2% = Perda de rendimento adicional atribuído ao fato dos motores já terem sido rebobinados.

Energia Economizada – EE, em MWh:

$$EE = RDP \times FC \times 8760 \quad (2)$$

onde FC = Fator de carga da instalação.

As expectativas de redução que serviram de base para o cálculo da Relação Custo/Benefício inicial foram os apresentados na tabela abaixo:

TABELA 2.1.2
BENEFÍCIOS PREVISTOS

Instalação	RDP (kW)	EE (MWh)
Osório – Tratamento	3,8	20,2
Osório – Captação	3,6	18,8
Capão da Canoa	2,2	11,4
Alvorada – EBA 13	0,9	4,6
Alvorada – EBA 12	3,5	18,2
São Lourenço do Sul	4,2	21,8
Total	18,2	95,0

3. PARTICIPAÇÃO DA CEEE E CORSAN

A execução do projeto se iniciou pelo levantamento em campo das características dos motores selecionados, bem como de suas grandezas elétricas através de registradores eletrônicos por um período aproximado de 24 horas. Pretendeu-se assim apurar valores médios da potência e registrar a curva de carga diária cumprida pelos motores. Estes levantamentos iniciaram-se em março, findaram em abril/2001 e tiveram a participação de técnicos da CEEE e CORSAN.

Os dados levantados em campo incluíram as características de montagem que serviram para efetuar as especificações de compra dos novos motores, de modo que os mesmos já estivessem adaptados para as características de acoplamento, o que reduziu em muito a previsão inicial de desembolso para adaptações mecânicas e nos suportes.

Tanto por parte da CEEE quanto da CORSAN houveram inserções nos veículos de comunicação sobre o programa e divulgação aos seus públicos internos. Também foram confeccionados “banner’s” para distribuição nos escritórios das praças onde estavam ocorrendo as melhorias, de modo a tornar pública as metas de economia previstas.

A CORSAN efetuou tomada de preços para compra dos motores em julho/2001. A empresa vencedora, com o preço dos 16 motores montando em R\$ 75.070,34, efetuou a entrega no prazo de 45 dias.

À CORSAN coube a atribuição da substituição dos motores. Tendo sido recebidos no final do mês de novembro, já nos primeiros dias de dezembro/2001 se iniciaram as trocas. A medida que estas eram concluídas, se efetuavam as novas medidas elétricas de modo a serem comparadas com as primeiras para se obter os benefícios. Aspecto importante foi a precisa especificação de compra feita pela CORSAN no que se refere aos detalhes de acoplamento e montagem mecânica dos motores, o que reduziu tanto o tempo quanto o custo previsto para a substituição das máquinas.

4. BENEFÍCIOS OBTIDOS

4.1 Benefícios em relação a economia de energia

Efetuada as substituições e novas medições das grandezas elétricas, procedeu-se na análise comparativa. Os resultados estão apresentados na tabela 4.1.1, que compara as medidas de potência ativa antes e após o retrofit para cada motor.

TABELA 4.1.1
RESULTADO DAS MEDIDAS DE POTÊNCIA DOS MOTORES, EM kW

Instalação	Motor	Motor Stand.	Motor AR	Redução
Alvorada Eba 12	1	47,1	41,8	5,3
Alvorada Eba 12	2	44,3	42,8	1,5
Alvorada Eba 12	3	48	42,6	5,4
Alvorada Eba 13	1	29,7	22,7	7
Alvorada Eba 13	2	26,6	16,5	10,1
Capão da Canoa	1	36,6	35	1,6
Capão da Canoa	2	36,7	34,8	1,9
Capão da Canoa	3	20,6	20,2	0,4
Osório Captação	1	54,2	55,1	-0,9
Osório Captação	2	55,4	56,4	-1,0
Osório Captação	3	55,5	53,2	2,3
Osório Tratamento	1	54,5	52,1	2,4
Osório Tratamento	2	50,1	47,9	2,2
Osório Tratamento	3	51,4	52,4	-1
São Lourenço do Sul	1	99,6	95,9	3,7
São Lourenço do Sul	2	101,8	98	3,8

Os resultados obtidos de redução da potência estão coerentes com os previstos de um modo geral. Os

resultados negativos obtidos em algumas medidas foram atribuídos a maior velocidade do novo motor em relação ao substituído.

A economia de energia anual projetada pela redução efetiva da demanda de energia elétrica é expressa na tabela 4.1.2 apresentada abaixo, apurada de acordo com a expressão (2).

TABELA 4.1.2
ECONOMIA DE ENERGIA ANUAL PROJETADA

Instalação	RDP (kW)	Fator de Carga	EE (MWh)
Osório – Tratamento	2,4	0,54	11,3
Osório – Captação	0,3	0,54	1,4
Capão da Canoa	2,6	0,43	9,8
Alvorada – EBA 13	8,5	0,67	50,3
Alvorada – EBA 12	8,1	0,87	62,0
São Lourenço do Sul	3,7	0,71	22,9
Total	25,7	-	157,6

Ao se analisar as curvas de carga daquelas instalações providas de medidores com memória de massa, pode-se verificar além da redução da demanda, um outro comportamento significativo: a redução do consumo nestas instalações foi significativamente maior que a redução da demanda. Os gráficos 4.2 e 4.3 abaixo procuram evidenciar isto, apresentando sobrepostas as curvas de carga anterior e posterior a troca para um mesmo dia da semana:

GRÁFICO 4.2
COMPARAÇÃO DAS CURVAS DE CARGA NA ESTAÇÃO DE OSÓRIO-CAPTAÇÃO DE ÁGUA

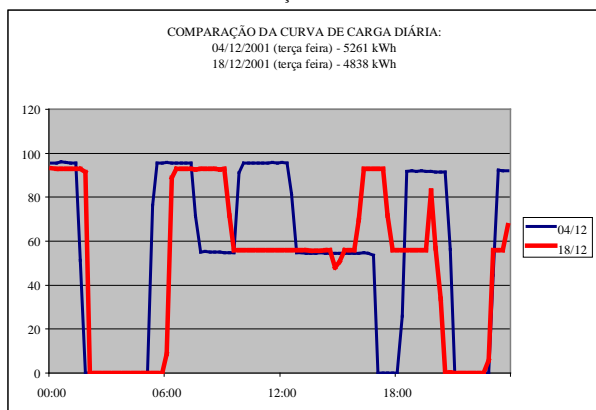
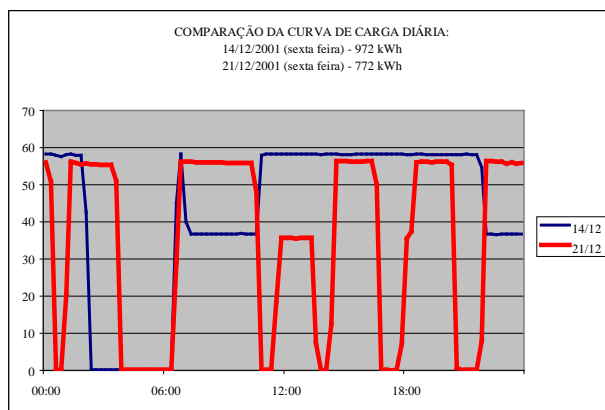


GRÁFICO 4.3
COMPARAÇÃO DAS CURVAS DE CARGA NA ESTAÇÃO DE CAPÃO DA CANOA



A redução de energia foi maior que a redução da demanda nas seguintes relações:

Osório Captação:

Redução de demanda : 2,8%

Redução do Consumo : 8,0%

Capão da Canoa:

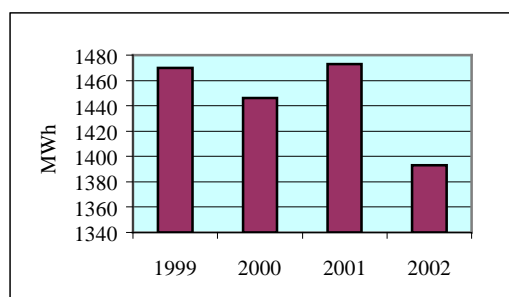
Redução da demanda : 3,3%

Redução do Consumo : 20,6 %

Apesar deste comportamento não puder ter sido constatado no total das estações, claramente é um indicativo de benefício adicional. Verifica-se que nem sempre o ganho de eficiência energética, no caso de motores elétricos, será definido pela parcela de redução de demanda de potência, uma vez que podem existir alterações importantes na velocidade de giro da máquina que implicarão numa alteração do comportamento da carga. Neste caso, a redução do tempo de funcionamento do motor traz ganhos muito maiores em termos de redução no consumo do que propriamente a redução de potência. Verifica-se a necessidade de avaliação da energia economizada através da análise de consumos por períodos de tempo mais prolongados.

Decorridos seis meses da substituição dos motores, os resultados de economia de energia são extremamente positivos, confirmando os prognósticos: em seis meses a redução do consumo comparado ao ano de 2001 foi superior a 80 MWh. Este montante representa o consumo registrado pela instalação denominada de Alvorada EBA 13 no mesmo período. O gráfico 4.4 representa a comparação entre os montantes de energia utilizados nos seis primeiros meses do último quadriênio.

GRÁFICO 4.4
ENERGIA UTILIZADA NOS SEIS PRIMEIROS MESES DO ANO



4.2 Benefícios para a sociedade

A ANEEL define como benefício para a sociedade a economia anual proporcionada nos custos dos sistemas a montante das referidas intervenções através da postergação de investimentos (definido pelo *custo de demanda evitado*) e/ou redução das despesas operacionais (*custo de energia evitado*)¹. Estas parcelas são apuradas por critérios previamente estabelecidos e “monetizam” o resultado da economia de forma a ser comparada com o investimento efetuado na intervenção. A relação custo-benefício (RCB) será atraente para a sociedade se seu valor for inferior a unidade.

Calculado de acordo com essa metodologia, a implantação do projeto produziu os seguintes resultados:

TABELA 4.E
CÁLCULO DO RCB

Benefícios:	
Energia Economizada Anual (EE) em MWh:	158
Redução na Demanda (RDP) em kW:	25,7
Custo Unitário de Demanda Evitada (CP) em R\$/kW	301,77
Custo Unitário de Energia Evitada (CE) em R\$/MWh	77,52
Valor Anual dos Benefícios (B): RDP x CP + EE x CE	19.973,27
Custos:	
Equipamentos	75.070,34
Próprios da CORSAN	15.029,33
Próprios da CEEE	5.188,09
Total dos Custos (CT)	95.287,76
Taxa de desconto	12%
Vida útil do projeto (em anos)	15
Fator de Recuperação do Capital (FRC)	0,147
Investimento Anualizado do Projeto (K): CT x FRC	13.990,55
Relação Custo Benefício (RCB) do Projeto : K / B	0,70

O indicador RCB não foi mais atraente em virtude de se acrescer na troca aqueles motores que permanecem em “stand-by” nas estações, e que por razões de estratégia operacional da CORSAN foram incluídos no programa.

A síntese desse resultado é de que do ponto de vista da sociedade, o investimento efetuado para conservar a energia foi inferior aos custos necessários de ampliação do sistema para atender este mesmo montante.

4.3 Benefícios para a concessionária de água e saneamento

O benefício direto para a concessionária do serviço de água e saneamento é a redução do valor das faturas de energia decorrente da redução do consumo, utilizando-se de uma fonte nova de financiamento que é o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica.

No entanto outros precisam ser enfatizados, pois representam ganhos adicionais para a produtividade da empresa uma vez que contribuem na redução das despesas operacionais:

Aumento do rendimento dos motores elétricos;

Redução do nível de ruído;

Redução da quantidade de horas de funcionamento dos motores;

Atualização tecnológica.

Outros benefícios induzidos que se alinham aos objetivos finais dos programas de eficiência energética também podem ser relacionados:

Difusão de tecnologias de alta eficiência energética;

Indução ao retrofit dos demais componentes da estação.

Promoção dos conceitos de eficiência e produtividade.

4.4 Benefícios para a concessionária de energia elétrica

A concessionária de energia que transforma-se em agente financiador do programa de combate ao desperdício de energia, precisa agregar benefícios para si que contraponham este novo desembolso, pois também elas necessitam superar suas dificuldades de financiamento.

Além daquele já institucionalizado pela *Relação Custo-Benefício*, a CEEE obteve como benefício adicional a economia de energia num segmento cujo preço médio de venda é inferior ao preço médio de seu mercado.

Instalações de serviço público de água possuem redução da tarifa de 15% em relação aos seus demais consumidores. Esta dedução acrescida ao fato das unidades consumidoras serem atendidas em tensão primária de distribuição, e ainda em alguns casos possuindo os benefícios da estrutura de preços horosazonal, faz com que o preço pago pela energia por parte da concessionária de água seja equivalente aos pagos por consumidores de baixa renda. O preço médio da energia das instalações selecionadas foi 42% menor que o preço médio de venda da CEEE no primeiro semestre de 2002. Considerando que a energia economizada por estas instalações é absorvida pelo crescimento vegetativo do mercado, a quem o preço da energia é maior do que os pagos pelo setor de água e saneamento, a concessionária de energia transforma isto em produtividade, na medida em que aumenta seu preço médio de venda.

Outros benefícios para a CEEE também podem ser citados na condução deste projeto:

Estabelecimento de parâmetros que possibilitam replicar o trabalho para as demais instalações de Serviço Público, uma vez que ainda existem várias outras concessionárias na área de concessão da CEEE;

Estabelecimento de formas de interação com os clientes, com vistas a empreendimentos futuros de gerenciamento pelo lado da demanda.

¹ Manual para elaboração do programa de combate ao desperdício de energia elétrica, ANEEL, julho/2000.

5. CONCLUSÃO

A implementação do projeto de substituição de motores standard por alto rendimento no serviço de saneamento público apresentou-se atrativa tanto do ponto de vista técnico quanto econômico, tendo sido atingidas as metas definidas no programa aprovado pela ANEEL. Além disso os benefícios auferidos pelas partes, CEEE e CORSAN, permitiram renovar o convênio para mais um conjunto de estações de bombeamento no ciclo de 2002.

Confirma-se a utilização de motores de alto rendimento como eficaz alternativa para programas de eficiência energética, seja sob o ponto de vista de postergadoras de investimentos na ampliação do sistema elétrico, seja como instrumento de comercialização visando deslocar montantes de energia de contratos menos atraentes.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ABNT. NBR 7094. Máquinas Elétricas Girantes – Motores de Indução – Especificação . ABNT: São Paulo. 1992.
- [2] ANEEL. Manual para Elaboração do Programa Anual de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica. São Paulo. 2000.
- [3] Libano, Fausto B. Recomendações Práticas para Conservação de Energia na Utilização de MI. Apostila do Curso de Especialização em Eficiência Energética. PUCRS. 2000.
- [4] Soares, G A.; Herszterg, I.; Tabosa, R. Os Motores de Indução de Alto Rendimento Dentro de Uma Visão de Gerenciamento Pelo Lado da Demanda. XV Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica. Belém. 1997.