



**XXIII SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

FI/GET/24
18 a 21 de Outubro de 2015
Foz do Iguaçu - PR

GRUPO -XIV

GRUPO DE ESTUDO EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E GESTÃO DA TECNOLOGIA, DA INOVAÇÃO E DA EDUCAÇÃO - GET

PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA ELETROBRAS PROCEL NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL: CONSOLIDAÇÃO DA METODOLOGIA DE SISTEMAS MOTRIZES INDUSTRIAIS

**Samuel Moreira Duarte Santos (*)
ELETROBRAS**

**Carlos Aparecido Ferreira
ELETROBRAS**

**Marco Aurélio Ribeiro Gonçalves Moreira
ELETROBRAS**

**Fernando Pinto Dias Perrone
ELETROBRAS**

**Bráulio Romano Motta
ELETROBRAS**

**Ronaldo Mabilde Lague
FIERGS**

RESUMO

Este informe técnico apresenta a metodologia de trabalho adotada pela Eletrobras Procel na efficientização de sistemas motrizes industriais. Como caso de sucesso, serão apresentados os resultados obtidos com a Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul – FIERGS, último estado contemplado pelo programa. Os trabalhos foram realizados em diferentes etapas: sensibilização, capacitação, realização de diagnósticos energéticos, implementações, medições posteriores para comprovar os resultados obtidos de economia de energia de 4,8 GWh/ano, com um tempo médio de retorno dos investimentos de 11 meses.

PALAVRAS-CHAVE

Programa de eficiência energética, Sistemas motrizes, diagnósticos energéticos e implementação.

1.0 - INTRODUÇÃO

O setor industrial é responsável pelo maior consumo de energia elétrica no Brasil, 38 % do total [1]. No estado do Rio Grande do Sul, este cenário se repete, sendo a indústria a responsável por 37% do consumo do estado [2], ver Figura 1.

Consumo de energia elétrica no Brasil em 2014

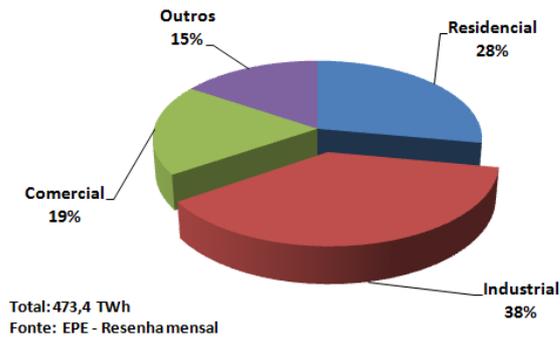


FIGURA 1 - (a)

Consumo de energia elétrica no RS em 2013

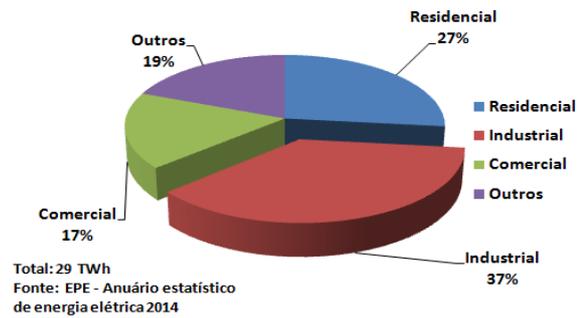


FIGURA 1 - (b)

NOTA: Consumo de energia elétrica no Brasil (a) no estado do Rio Grande do Sul (b).

Sabe-se ainda, que os sistemas motrizes são responsáveis por 68% (incluindo refrigeração) da energia elétrica consumida no setor industrial [3], ver Figura 2. Sendo assim, sistemas motrizes são responsáveis pelo consumo de 26% da eletricidade consumida no Brasil e 25% da consumida no estado do Rio Grande do Sul. Além disso, segundo estudos realizados pela Eletrobras e CNI, este também é o uso final onde se encontram as maiores oportunidades de eficiência energética.

Industria - Usos finais para eletricidade

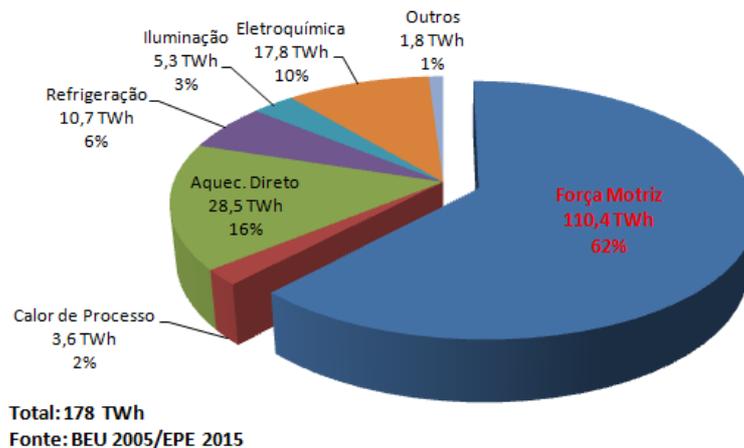


FIGURA 2 - Consumo de energia elétrica no setor industrial brasileiro

Um sistema motriz elétrico compreende, predominantemente, os seguintes elementos: instalação elétrica (com dispositivos para medição, proteção, comando e controle), motor elétrico, transmissão mecânica, cargas mecânicas acionadas (bombas, compressores, ventiladores, exaustores e correias transportadoras) e instalação mecânica (transporte e consumo dos fluidos).

Abordar o sistema motriz como um todo se justifica uma vez que o motor elétrico é um transdutor de energia com alta eficiência ao converter a energia elétrica em mecânica (se especificado e operado adequadamente). Sendo assim, há grandes potenciais de conservação de energia a partir da ponta do eixo do motor, não fazendo sentido, portanto, diagnósticos energéticos focados somente em substituição de motores elétricos, ver Figura 3.

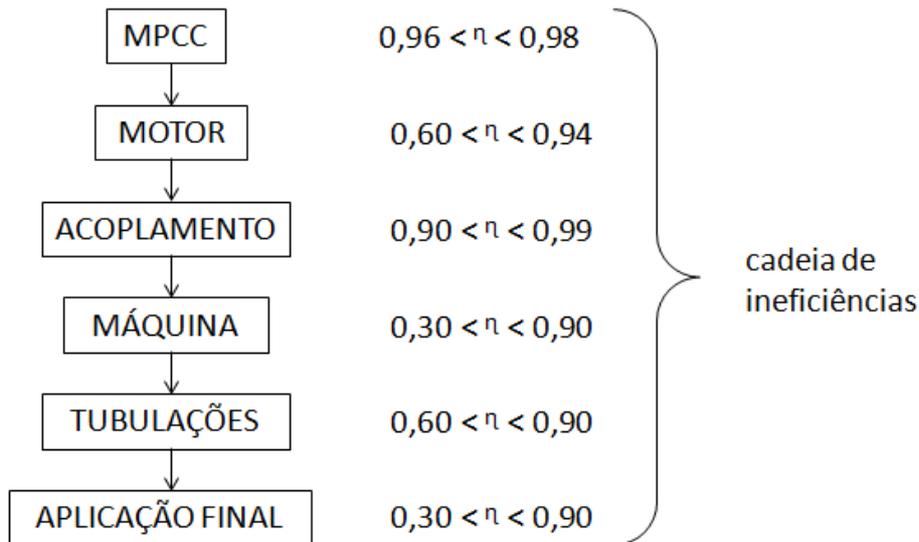


FIGURA 3 - Rendimento dos diferentes componentes do sistema motriz [4]

2.0 – DESENVOLVIMENTO

2.1 – Metodologia de Trabalho Adotada pela Eletrobras Procel na Eficientização de Sistemas Motrizes Industriais

O elevado consumo da força motriz motivou a Eletrobras Procel a desenvolver e implementar, ao longo dos últimos dez anos, uma metodologia de trabalho focada na efficientização deste uso final. Esta metodologia foi implementada em alguns estados brasileiros, em parceria com federações estaduais de indústria, universidades e outras instituições. Como caso de sucesso, serão apresentados os resultados obtidos com a Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul – FIERGS, último estado contemplado pelo programa de otimização de sistemas motrizes.

Ao longo dos trabalhos, foram adotadas duas diferentes linhas de atuação. A primeira tinha como objetivo a realização, por empresas de eficiência energética, de diagnósticos energéticos em quatro unidades industriais, correspondentes a quatro subsetores industriais distintos escolhidos por estudo técnico (mecânico, metalúrgico, plásticos e alimentos/bebidas), que se comprometeram formalmente a implementarem as medidas economicamente viáveis. Os diagnósticos deveriam ser tão abrangentes quanto possível, abordando diversos sistemas motrizes. Na segunda vertente, técnicos e/ou engenheiros das indústrias, com o auxílio de um profissional treinado e qualificado pela Eletrobras/FIERGS, realizaram um diagnóstico energético, preferencialmente no sistema motriz de maior potencial.

Quando teve início a implementação deste programa, nas primeiras federações, o grande equívoco cometido pelos técnicos na realização dos diagnósticos energéticos era supor que o motor elétrico era o grande consumidor de energia. Isto levava à realização de diagnósticos energéticos pontuais, onde somente o motor elétrico era analisado, desprezando-se os demais elementos do sistema. Com isto os tempos de retorno de investimento eram elevados (superiores a cinco anos) e a proposta não era implementada. Atenta a este fato, a Eletrobras começou a estimular a análise do sistema motriz como um todo, de forma que as propostas fossem mais consistentes técnica e economicamente, estimulando a implementação das ações pelos empresários.

Isto no entanto não significa que a metodologia não contemplava a análise de substituição de motores elétricos, até mesmo porque este equipamento está presente na maioria dos sistemas motrizes industriais e em muitos casos o seu carregamento é baixo, o que acarreta em baixos rendimentos. A recomendação da Eletrobras Procel é que a análise para substituição dos motores elétricos seja realizada após a verificação dos demais componentes do sistema. Muitas das vezes esta visão sistêmica viabiliza a implementação das ações propostas.

2.2 – Resultados

Como caso de sucesso, serão apresentados a seguir os resultados obtidos com a Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul – FIERGS, último estado contemplado pelo programa de otimização de sistemas motrizes.

As metas inicialmente estabelecidas, bem como os principais resultados alcançados estão apresentadas abaixo, ver Tabela 1.

TABELA 1 – Metas e resultados alcançados

Metas	Resultados alcançados
Adesão de 100 indústrias ao convênio	83 indústrias aderiram ao convênio
Formação de 21 multiplicadores	21 multiplicadores formados
Capacitação de 150 agentes	133 agentes capacitados
Realização e aprovação de 40 autodiagnósticos pela Eletrobras/FIERGS	43 autodiagnósticos realizados e aprovados
Implementação das ações recomendadas nos 40 autodiagnósticos	35 implementações efetuadas
Realização e aprovação de 40 medições que comprovam os ganhos indicados nos autodiagnósticos	35 medições posteriores realizadas e aprovadas
Realização e aprovação de 4 diagnósticos pela Eletrobras/FIERGS	4 diagnósticos realizados e aprovados
Implementação das ações recomendadas nos 4 diagnósticos	4 implementações efetuadas
Realização e aprovação de 4 medições que comprovam os ganhos indicados nos diagnósticos	4 medições posteriores realizadas e aprovadas

Durante o trabalho com a FIERGS foram analisados 50 relatórios de diagnósticos energéticos, destes 47 foram aprovados o que representa uma economia de energia prevista de 6,4 GWh/ano. A implementação das ações previstas aconteceu em 39 indústrias, com medições posteriores para a comprovação da economia, o que resultou em uma economia de energia comprovada de 4,8 GWh/ano. O tempo médio de retorno dos investimentos nestes diagnósticos foi de 11 meses, bem inferior ao que era obtido no passado, estimulando fortemente a implementação.

A comprovação da economia de energia neste trabalho com a FIERGS não adotou rigorosamente a metodologia prevista no PIMVP (Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance) por não ter sido previsto no convênio com a FIERGS, assinado em 2008. Ao proceder a análise, os técnicos da Eletrobras Procel recomendava aos multiplicadores treinados pela Eletrobras que seguissem o protocolo, o que nem sempre era feito.

As principais ações implementadas foram relacionadas a sistemas de ar comprimido, bombeamento e ventilação / exaustão. Destaca-se que apenas 1% das ações implementadas foram referentes à estricta troca do motor elétrico, o que representa uma quebra de paradigma, ver Figura 4.

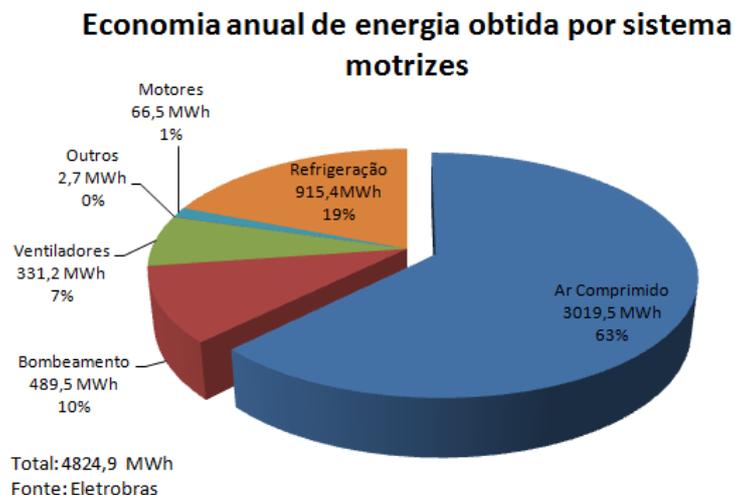


FIGURA 4 - Economia anual de energia obtida por sistema motrizes no estado do Rio Grande do Sul

O elevado percentual de ações em ar comprimido justifica-se pelo fato de ser um sistema relativamente mais fácil de ser trabalhado e também devido ao elevado potencial técnico já conhecido da literatura. Em sistemas de ar comprimido até 94% da energia consumida no eixo do compressor é “perdida” na forma de calor, 2% são “perdidos” por radiação e apenas 4% permanece no ar comprimido [5]. Além deste fato é necessário ser destacado que grande parte desta energia residual é ainda desperdiçada devido a temperatura elevada do ar da sucção, devido a pressão elevada e também na forma de vazamentos, que é um dos principais potenciais econômicos deste sistema. O gráfico da Figura 5 apresenta a economia anual obtida, no sistema de ar comprimido, separada por ações de eficiência energética.

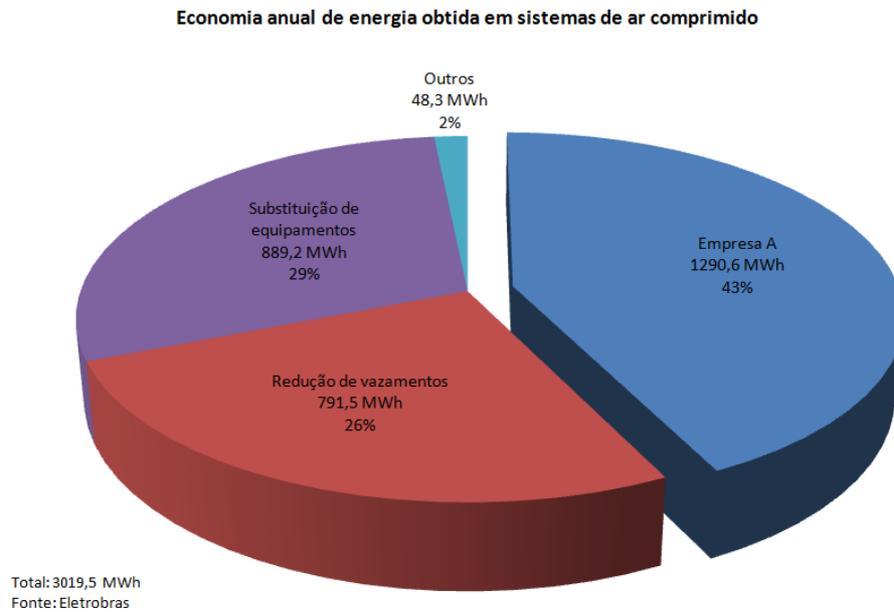


FIGURA 5 - Economia anual de energia obtida em sistemas de ar comprimido no estado do Rio Grande do Sul

Como pode ser constatado na Figura 5 a principal ação implementada nos sistemas de ar comprimido foi a substituição de equipamentos, no entanto este elevado percentual foi influenciado por um diagnóstico energético específico realizado em uma das empresas participantes do programa (empresa A). Excluindo este ponto fora da curva, a redução de vazamentos passa a ser competitiva principalmente porque o seu investimento é baixo quando comparado a substituição de equipamentos. Nos diagnósticos energéticos analisados pela Eletrobras Procel Indústria, era comum índices de vazamentos da ordem de 70%. Com a implementação das ações este índice reduzia para a casa dos 30%, o que implicava em retorno imediato; mas para a perenização das ações era recomendado no relatório que a indústria tivesse um programa interno de redução de vazamentos.

3.0 – CONCLUSÕES

Uma primeira conclusão deste trabalho que merece destaque é o forte embasamento técnico de atuação da Eletrobras Procel Indústria. Ao longo dos últimos anos foi difundida no Brasil a necessidade de se analisar sistemicamente as instalações motrizes e não somente os motores elétricos, o que está de acordo com a visão internacional [6].

Analisando os resultados tangíveis obtidos, pode parecer a uma primeira vista que não são resultados substanciais. De fato estes resultados não possuem escala, no entanto o que deve ser destacado é o potencial de replicação da metodologia, bem como a base de conhecimento técnico que foi sedimentada para suporte às atividades industriais no estado do Rio Grande do Sul. Outro resultado importante que merece destaque é a elevada taxa de implementação (39 implementações/47 diagnósticos = 83%) das ações previstas em diagnósticos energéticos, o que é bem superior quando comparada aos demais estados.

O grande legado deste trabalho é a estrutura criada e o repasse de conhecimento, que permitirá a continuidade das ações, com ganhos adicionais de eficiência energética e produtividade. O êxito conjunto (Eletrobras / FIERGS) alcançado mostra ao país a viabilidade da aplicação da metodologia e que atualmente ainda existem ações de curto prazo que dão retornos expressivos.

Com esses resultados obtidos pela Eletrobras e FIERGS, consolida-se a metodologia referente a sistemas motrizes industriais com diversos benefícios: aumento da competitividade industrial, disseminação da visão sistêmica, benefícios ambientais, dentre outros. Sob o ponto de vista técnico, propõe-se que futuros trabalhos sejam desenvolvidos seguindo os procedimentos de M&V, segundo o PIMVP (Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance), bem como o desenvolvimento de mecanismos para gestão energética, como a implementação da norma ISO 50.001.

4.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Resenha mensal do mercado de energia elétrica, Ano VIII, Número 88, Janeiro de 2015; Rio De Janeiro – Brasil, 2015.
- (2) Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2014. Rio De Janeiro – Brasil, 2013.
- (3) Balanço de Energia Útil / 2005, Ministério de Minas e Energia / Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético; BRASÍLIA – DF - Brasil, 2005.
- (4) FILIPPO FILHO, G. 7º COBEE: Congresso Brasileiro de Eficiência Energética. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP. São Paulo, 2010.
- (5) ROCHA, Newton Ribeiro. "Eficiência energética em sistemas de ar comprimido." Eletrobras, Rio De Janeiro – Brasil, 2005.
- (6) Conclusões de Congresso. EEMODS'13; 2013 Out 28 - 30; Rio de Janeiro, Brasil.

5.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Samuel Moreira Duarte Santos
Nascido Belo Horizonte, MG, em 05/01/1985
Mestre e doutorando em Engenharia Mecânica: UFF
Empresa: Centrais Elétricas Brasileiras S.A. – Eletrobras, desde 2010
Engenheiro da Divisão de Eficiência Energética no Setor Privado

