



XVIII Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica

SENDI 2008 - 06 a 10 de outubro

Olinda - Pernambuco - Brasil

Avaliação Técnica da Redução do Consumo de Energia Elétrica e Demanda de Potência Ativa no Campus da UFMT após Implantação do Projeto Eficiência Energética

Thiago Alves Bernardes	Arnulfo Barroso de Vasconcelos	Milton de Souza Ochiuto	Teresa Irene R. de C. Malheiros Gomes	Regiane Silva de Barros
CEMAT – Centrais Elétricas Matogrossenses S.A.	UFMT – Universidade Federal de Mato Grosso	CEMAT – Centrais Elétricas Matogrossenses S.A.	UFMT – Universidade Federal de Mato Grosso	UFMT – Universidade Federal de Mato Grosso
thiago_kpa@yahoo.com.br	arnulfo@cpd.ufmt.br	milton.ochiuto@redecemat.com.br	ti.gomes@terra.com.br	regianebarros@gmail.com

Palavras-chave:

Conservação de energia;
Eficiência Energética;
SELO PROCEL

Resumo

Desde a crise energética de 2001, medidas que visam o uso racional da energia vêm sendo adotadas pela população brasileira. Seja por parte das indústrias que começaram a desenvolver equipamentos mais eficientes, ou por parte dos consumidores, que se preocuparam em adquirir esses equipamentos e adotar medidas racionais de utilização de energia, ou por parte do governo, que instaurou uma série de medidas incentivando a eficiência energética.

Este trabalho irá ilustrar algumas dessas medidas, como a implantação do SELO PROCEL, que visa indicar ao consumidor quais equipamentos apresentam maior eficiência em cada categoria. E a lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000, que dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica.

Por fim, será mostrado o resultado da implantação do projeto de eficiência energética em um órgão público, ilustrando os impactos que o desenvolvimento desses projetos trazem à sociedade como um todo.

1. Introdução

A eficiência energética está relacionada diretamente com a utilização racional da energia, que tem como objetivo a melhor utilização da energia. Trata-se cada vez mais de um fator importante de economia energética e redução de custos, tanto no setor doméstico como no setor de serviços e industrial.

Há cinco anos, o Brasil passou por uma grave crise energética que ficou conhecida como “apagão”, por ter provocado o racionamento de energia elétrica em várias cidades do país. A situação

despertou entre os brasileiros uma consciência maior sobre os riscos de consumo demasiado desse recurso e uma conseqüente cultura de economizar a energia, largamente incentivada pela mídia. Com isso, tanto o governo como as entidades privadas vêm criando mecanismos de incentivo à produção de bens que economizem energia elétrica. É o caso do SELO PROCEL, criado no Brasil em 1993, para estimular, de modo voluntário, a fabricação e a comercialização de equipamentos e de eletrodomésticos mais eficientes e competitivos.

Neste contexto, entende-se o desenvolvimento que vem sendo efetuado na construção e operação de equipamentos, inclusive os condicionadores de ar, que representam uma carga significativa, principalmente nos prédios públicos. As alterações do modo de operação e construção destes equipamentos podem refletir positivamente na redução de consumo e demanda de energia utilizada pelos mesmos.

Considerando o acima descrito, este trabalho ilustrará o resultado obtido com a substituição do sistema de refrigeração de ar antigo por aparelhos condicionadores de ar SELO PROCEL em vários blocos do Campus da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Vale ressaltar que o processo de análise dos resultados deste projeto foi baseado em medições efetuadas antes e depois da troca dos equipamentos, refletindo os valores reais de consumo de energia elétrica e demanda de potência ativa reduzidos e o ganho financeiro obtido pela unidade consumidora.

2. Eficiência Energética

A eficiência energética pode ser definida como a otimização no consumo de energia, e pressupõe a implementação de estratégias e medidas para combater o desperdício de energia ao longo do processo de transformação. Desde que a energia é transformada e, mais tarde, quando é utilizada.

Este artigo focalizará a utilização da energia. Nesta fase, a eficiência energética é frequentemente associada ao termo "Utilização Racional da Energia" (URE), que pressupõe a adoção de medidas que permite uma melhor utilização da energia, tanto no setor doméstico, como no setor de serviços e industrial. Por meio da escolha, aquisição e utilização adequada dos equipamentos é possível alcançar significativas poupanças de energia, manter o conforto e aumentar a produtividade das atividades dependentes de energia, com vantagens do ponto de vista econômico e ambiental.

Implantando o racionamento de energia elétrica como solução emergencial para a escassez de eletricidade, aplicado entre junho de 2001 e fevereiro de 2002, os consumidores passaram a buscar diferentes métodos de redução de energia elétrica. Neste período, a população brasileira conheceu melhor o significado prático de melhorar a eficiência energética, já que o governo investiu intensamente em publicidade visando exemplificar diversos métodos para a redução de energia.

A energia elétrica é um bem que tende a se tornar escasso. Logo, de custo elevado aos consumidores, à medida que passa o tempo. Por isso, tanto o governo como as entidades privadas vêm criando mecanismos de incentivo à produção de bens que economizem energia elétrica. Um desses mecanismos é o SELO PROCEL.

2.1 SELO PROCEL

O "SELO PROCEL DE ECONOMIA DE ENERGIA" ou simplesmente "SELO PROCEL" é uma das ações desenvolvidas pelo PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica do Governo Federal, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia e executado pela ELETROBRÁS, que tem como missão o combate ao desperdício de energia elétrica, tanto no lado da produção como no do consumo, concorrendo para a melhoria da qualidade de produtos e serviços e reduzindo os impactos ambientais.

Este Selo tem por objetivo estimular a fabricação e a comercialização nacional de equipamentos mais eficientes, indicando para o consumidor aqueles que apresentam os melhores

níveis de eficiência energética dentro de cada categoria. Abaixo se encontra a relação de alguns equipamentos que recebem o selo atualmente:

- Refrigeradores;
- Freezer horizontal e vertical;
- Condicionadores de Ar;
- Máquina de lavar roupas;
- Motor elétrico de indução trifásico padrão e de alto rendimento;
- Reatores eletromagnéticos para lâmpadas a vapor de sódio e fluorescentes tubulares;
- Lâmpadas fluorescentes compactas e circulares;
- Televisores.

Já foram iniciados estudos para concessão do SELO PROCEL a mais equipamentos, tais como: painéis fotovoltaicos, bombas centrífugas, equipamento de geração eólica, fornos de microondas, lâmpadas a vapor de sódio, aquecedor de acumulação elétrico (boiler), ventiladores de teto, bombas de calor e outros.

O SELO PROCEL configura-se como um importante instrumento para o combate ao desperdício de energia, visto que estimula o constante aprimoramento tecnológico na fabricação de equipamentos, incentivando a oferta de bens energeticamente eficientes e contribuindo para a elevação da sua qualidade aos níveis internacionais de eficiência, bem como para a formação, nos consumidores, de uma cultura de permanente preocupação com o uso eficiente da energia.

Esclarece-se aqui a diferença entre o SELO PROCEL e o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE). Este último tem se portado como um agente de influência na redução do consumo de energia elétrica. Nas etiquetas os consumidores têm a indicação do **desempenho** do aparelho, certificado pelo INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, e podem comparar as características funcionais dos produtos da mesma categoria.

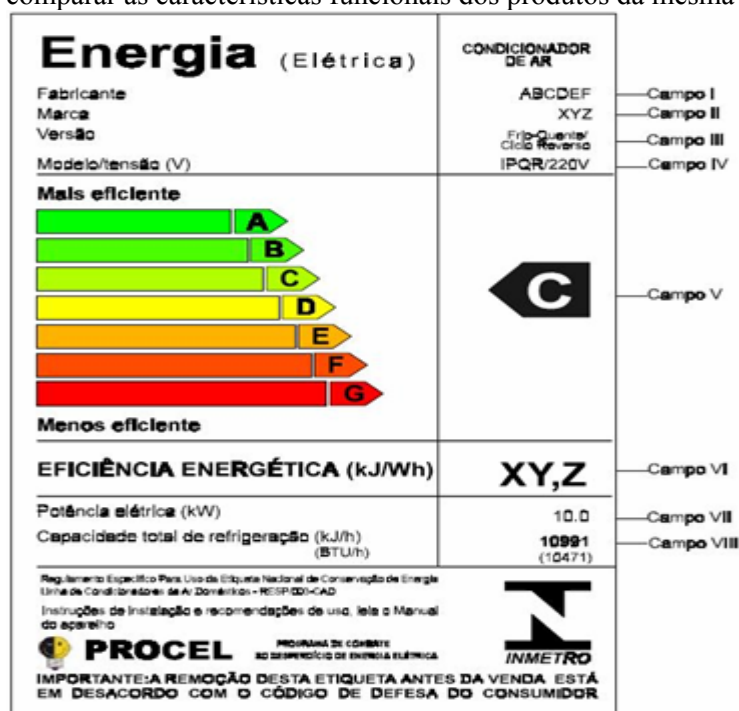


Figura 1 – Etiqueta nacional de conservação de energia (ENCE) de um condicionador de ar.

Possuir o SELO PROCEL significa que o aparelho está classificado entre os produtos que apresentam os melhores níveis de eficiência energética da sua categoria. Em termos comerciais, isso representa ao fabricante um destaque no mercado para o seu produto, já que, como descrito anteriormente, os hábitos de consumo de produtos com maior eficiência energética continuam e,

conseqüentemente, há uma busca preferencial por produtos que apresentem este selo. Para o consumidor, o SELO PROCEL serve como orientação para a escolha dos melhores produtos em termos de eficiência energética.

Anualmente há a concessão do SELO PROCEL aos produtos cuja ENCE apresenta a classificação “A”, além dos outros requisitos exigidos pelo regulamento do selo de eficiência energética.

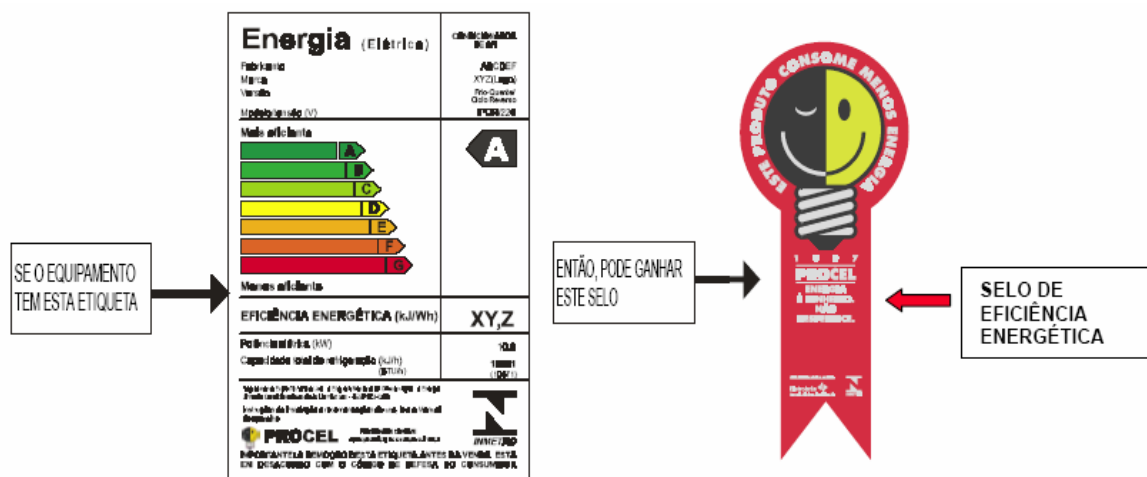


Imagem 2 – Modelo de aplicação do SELO PROCEL de Eficiência Energética.

2.2 Estudo de caso

Atento a um possível racionamento, o governo tomou medidas para evitar que uma crise ocorresse, entre elas se inclui a aprovação da lei n. 9.991, de 24 de julho de 2000, que dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica. Sendo assim, as empresas concessionárias do serviço público de distribuição de energia elétrica devem aplicar anualmente o montante de no mínimo 0,5 % de sua receita operacional líquida, em ações que tenham por objetivo o combate ao desperdício de energia elétrica.

Com isso, foi desenvolvido o projeto de eficiência energética e realizada a substituição dos aparelhos condicionadores de ar antigos por aparelhos de condicionadores de ar SELO PROCEL dos Blocos FAET – Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia e ICET – Instituto de Ciências Exatas e da Terra da UFMT – Universidade Federal de Mato Grosso, campus Cuiabá.

Tendo em vista que a carga predominante instalada no Campus Cuiabá da UFMT é composta por condicionadores de ar, representando aproximadamente 75% do total da carga instalada. Esse projeto visa a redução do consumo de energia elétrica e da demanda de potência ativa da referida unidade consumidora.

O projeto é constituído de duas fases: uma é a eficiência energética do sistema de refrigeração individual dos blocos, que consiste na substituição dos condicionadores de ar antigos por condicionadores de ar SELO PROCEL. A outra fase é a substituição do Sistema de Refrigeração de Ar Central por refrigeração individualizada, feita por condicionadores de com este selo.

2.2.1 Substituição do sistema de refrigeração individualizado.

O propósito desta fase da Eficiência Energética foi a análise do consumo dos condicionadores de ar antigos na Universidade Federal de Mato Grosso para a substituição dos mesmos por condicionadores de ar com SELO PROCEL.

Para tal análise foram feitas medições em vários condicionadores de ar, sempre comparando condicionadores de ar antigo com condicionadores de ar SELO PROCEL já instalados no Campus,

podendo assim compará-los no que tange ao consumo de energia elétrica e à demanda de potência ativa. Abaixo estão representados gráficos comparativos entre as medições realizadas nos condicionadores de ar.

Gráfico 1 – Comparativo da demanda dos Condicionadores de ar (10.000 BTU).

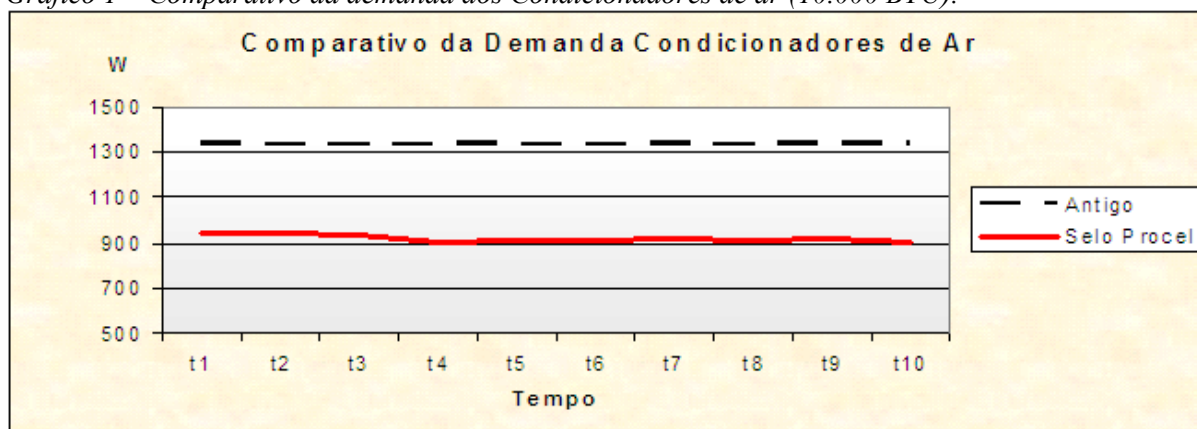
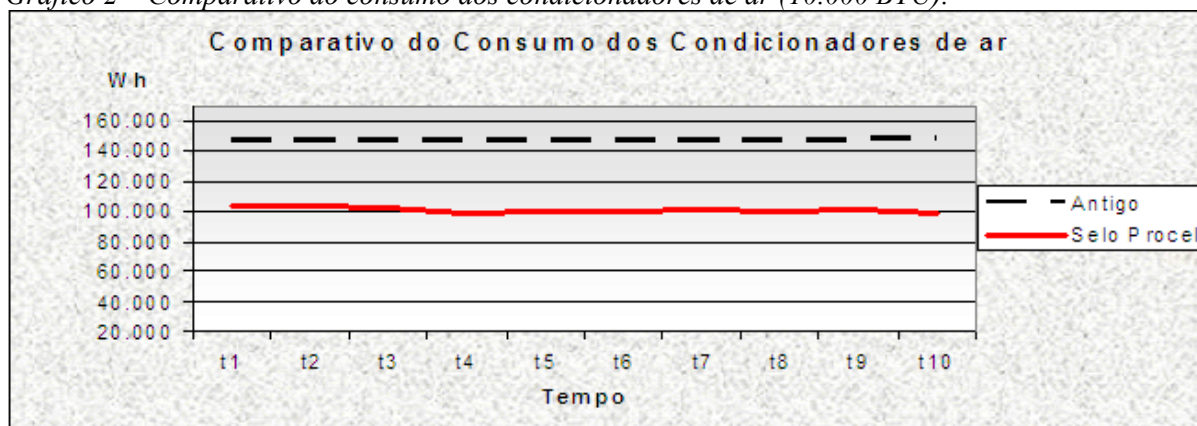


Gráfico 2 – Comparativo do consumo dos condicionadores de ar (10.000 BTU).



Comparando os valores de demanda e consumo, através dos gráficos 1 e 2, constata-se uma redução de pouco mais de 30% nos condicionadores de ar SELO PROCEL.

A distribuição final dos aparelhos condicionadores de ar individuais (tipo janela) SELO PROCEL da primeira fase é mostrada da tabela abaixo.

Tabela 1 – Levantamentos dos Aparelhos Condicionadores de Ar individuais tipo janela SELO PROCEL, que substituíram os condicionadores de ar individuais tipo janela obsoletos.

Potência (BTU/h)	Quantidade de Aparelhos	Potência do Ar PROCEL (W)
7500	5	5 x 772
10.000	14	9 x 920
12.000	3	3 x 1200
18.000	39	39 x 1.808
21.000	26	26 x 2.180
30.000	15	15 x 3.150
TOTAL	102	194.782

2.2.2 – Substituição do Sistema de Refrigeração de Ar Central.

O Sistema de Refrigeração de ar central do bloco do ICET/FAET era formado por duas máquinas centrais de refrigeração de ar de grande porte e ainda os climatizadores FAN COIL, responsáveis pela distribuição de ar refrigerado pelas salas.

Cada máquina central de refrigeração possuía três compressores de 50 TR (Tonelada de Refrigeração) cada um, ou seja, um compressor de 300 TR. Cada uma dessas Centrais de Refrigeração possuía uma potência de 111,9 kW, totalizando assim numa potência instalada de 276,8 kW.

O Sistema de Refrigeração de ar central foi substituído por aparelhos individuais tipo janela como é mostrado na tabela abaixo:

Tabela 2 – Levantamento dos aparelhos condicionadores de ar individuais tipo janela SELO PROCEL, que substituíram o sistema de refrigeração de ar central.

Potência (BTU/h)	Quantidade de Aparelhos	Potência do Ar Procel (W)
7500	2	2 x 772
10.000	9	9 x 920
18.000	38	38 x 1.808
21.000	42	42 x 2.180
30.000	9	9 x 3.150
TOTAL	100	198.438

A potência instalada dos aparelhos condicionadores de ar individuais que substituíram o antigo Sistema de Refrigeração de Ar central está em torno de 198,4 kW, aproximadamente 28% menor que a potência instalada do antigo Sistema de Refrigeração Central, que era de 276,80 kW.

Abaixo, segue a tabela 3, com o levantamento final das substituições dos aparelhos condicionadores de ar e a tabela 4, com o cálculo da redução do consumo de demanda, após a implementação do projeto.

Tabela 3 – Levantamento final da substituição do Sistema de Refrigeração dos blocos FAET e ICET da UFMT, campus Cuiabá.

APARELHOS CONDICIONADORES DE AR INDIVIDUAIS TIPO JANELA			
Potência BTU/h	Quantidade de Condicionadores de Ar Individuais tipo janela SELO PROCEL que substituíram o Sistema de Refrigeração Central.	Quantidade de Condicionadores de Ar Individuais tipo janela SELO PROCEL que substituíram os Condicionadores de Ar tipo janela obsoletos.	TOTAL
7.500	02	05	07
10.000	09	14	23
12.000	-	03	03
18.000	38	39	77
21.000	42	26	68
30.000	09	15	24
TOTAL	100	102	202

Tabela 4 – Cálculo da redução da demanda e do consumo com a implantação do projeto.

Aparelho	Quantidade	D1 [W]	D2 [W]	ΔD [W]	tempo [h]	C [Wh]	
7.500 BTU	5	1.150	772	1.890	220	415.800	
10.000 BTU	14	1.400	920	6.720	220	1.478.400	
12.000 BTU	3	1.750	1.200	1.650	220	363.000	
18.000 BTU	39	2.600	1.808	30.888	220	6.795.360	
21.000 BTU	26	2.800	2.180	16.120	220	3.546.400	
30.000 BTU	15	4.060	3.150	13.650	220	3.003.000	
Sist. Central	-	276.800	198.438	78.362	220	17.239.640	
				ΔD Total	149.280	C total	32.841.600

Legenda	
D1 - Demanda do aparelho condicionador de ar antigo, expressa em Watt (W);	
D2 - Demanda do aparelho condicionador de ar Selo PROCEL, expressa em Watt (W);	
ΔD - Diferença da demanda dos aparelhos, considerando a quantidade total de aparelhos instalados, expressa em Watt (W);	
tempo - Tempo de utilização durante um mês, expressa em horas considerando 10 horas por dia e 22 dias por mês;	
C - Redução do consumo com a substituição, expressa em Watt-hora (Wh);	
ΔD Total - Redução total da demanda, expressa em Watt (W);	
C total - Redução total do consumo, expressa em Watt-hora (W).	

Através da tabela 4, verificamos que com a finalização do projeto foi obtida uma redução mensal de demanda de aproximadamente 150 kW (cento e cinqüenta quilo-watt) e uma redução mensal de consumo de aproximadamente 32.850 (trinta e dois mil e oitocentos e cinqüenta quilo-watt-hora).

A unidade consumidora da UFMT, campus Cuiabá, atualmente é faturada na estrutura tarifária horo-sazonal verde, subgrupo A – 4, com uma demanda contratada de 3.200 kW. A tabela 5, mostra os valores das tarifas da referida unidade consumidora, de acordo com a resolução n. 444, de abril de 2007, da ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica.

Tabela 5 – Tarifa homologada de consumo e demanda para a estrutura horo-sazonal verde A – 4.

TARIFA HORO - SAZONAL VERDE				
CONSUMO (R\$/kWh)				
SUBGRUPO	PONTA		FORA DE PONTA	
	SECA	ÚMIDA	SECA	ÚMIDA
A4	1,31687	1,28981	0,16735	0,15165

TARIFA HORO - SAZONAL VERDE	
SUBGRUPO	DEMANDA (R\$/kW)
A4 (2,3 KV a 25 kV)	17,15

Considerando que 8% (oito por cento) ¹, desse consumo fosse no horário de ponta, temos uma redução de custo total mensal de R\$ 10.545,29 (dez mil e quinhentos e quarenta e cinco reais e vinte e nove centavos). Ao fim de um ano, cerca de R\$ 120.000,00 (cento e vinte mil reais).

Essa redução não foi constatada diretamente na fatura de energia elétrica, devido ao aumento da carga do campus com a construção de vários novos blocos, como a Faculdade de Direito, o Instituto de Ciências Humanas e Sociais e a instalação da Central de Refrigeração na Biblioteca Central. Porém,

¹ Média do consumo na ponta em relação ao consumo total, verificado através do histórico de consumo da unidade consumidora.

mesmo com esse aumento de carga, não houve necessidade de aumento da demanda contratada nem de adequações no sistema interno de distribuição, o que, certamente seria necessário sem a eficiência energética.

3. Conclusões

O custo com energia elétrica representa hoje, para os grandes consumidores, um fator marcante nas suas despesas de manutenção. Uma redução no valor desta energia representará um ganho financeiro para a empresa. No tocante à concessionária, há a possibilidade de atendimento a novas cargas sem que haja investimentos para a ampliação de seu sistema de distribuição. O que, sem dúvida, representa o principal benefício adquirido por ela neste tipo de projeto.

Diante do exposto, pode-se dizer que ações conjuntas entre concessionária e consumidores constituem atualmente o principal alicerce para o desenvolvimento de metodologias que permitem uma redução nas perdas financeiras, técnicas, comerciais e sociais impostas às distribuidoras e aos usuários, causadas pela má utilização dos recursos elétricos disponíveis.

Após a troca dos aparelhos condicionadores de ar antigos por aparelhos condicionadores de ar SELO PROCEL, através de visitas, constatou-se grandes melhorias no processo de refrigeração referente a vários fatores, tais como:

- Melhoria do conforto ambiental nas dependências dos blocos onde se efetuaram as substituições dos Condicionadores de ar, uma vez que a temperatura anterior que ficava em média 32°C com os aparelhos de Condicionadores de ar antigos, hoje, se mantém na média de 25°C com os Condicionadores de ar SELO PROCEL;
- Diminuição dos valores de Correntes solicitadas pelos Condicionadores de ar, proporcionando uma sensível diminuição de perdas nos cabos de alimentação dos Condicionadores por efeito Joule (RI^2);
- Aumento da eficiência devido à baixa manutenção requerida pelos novos Condicionadores de ar;
- Diminuição considerável de ruído, possibilitando melhores condições e qualidade no ambiente de trabalho e nas atividades acadêmicas.

De acordo com as evidências constatadas, nota-se que o processo de Eficientização Energética é de grande valia não apenas para o consumidor em questão, mas também para a sociedade em geral, pois assim se estará utilizando a energia de forma racional, evitando desperdícios e contribuindo com a sustentabilidade ambiental.

4. Referências bibliográficas e/ou bibliografia

GeeSul. *Eficiência Energética*. Acesso em 21/02/2008, disponível em:

<http://www.geeesul.com.br/eficiencia.html>

O que saber e fazer para sustentar o futuro: Eficiência Energética. Acesso em 21/02/2008, disponível em: <http://www.florianonet.com.br/eficienciaenergetica/>

Alan Araguaia. *Eficiência Energética e rentabilidade industrial*. Acesso em 22/02/2008, disponível em <http://www.google.com.br/search?hl=pt-BR&q=PROCEL&meta=>

Site da ELETROBRÁS – www.eletrbras.gov.br – links –

<http://www.eletrbras.com/elb/procel/main.asp?ViewID={974CF275-82FE-4483-8551-855F9A98A370}>;

<http://www.eletrbras.com/elb/procel/main.asp?ViewID={D81425AF-257E-44E9-8B0F-1F885CD35D6D}>;

<http://www.eletrbras.com/elb/procel/main.asp?TeamID={95F19022-F8BB-4991-862A-1C116F13AB71}>.

MR2 Consultoria. *SELO PROCEL: Atestado de Eficiência Energética*. Acesso em 22/02/2008, disponível em:

http://www.mr2consultoria.com.br/index.php?option=com_content&task=view&id=60&Itemid=2&mosmsg=Agradecemos+o+seu+voto%21