XVIII Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica

SENDI 2008 - 06 a 10 de outubro

OLINDA - PERNAMBUCO - BRASIL

Contribuição da Forma de Uso e Manutenção de Condicionadores de Ar de Alta Eficiência na Conservação de Energia Elétrica

Elizabeth Ferreira Cartaxo	Nelson Kuwahara	Fabrício Rodrigues Costa
Universidade Federal do Amazonas	Universidade Federal do Amazonas	Universidade Federal do Amazonas
Hugo de Oliveira Gomes	Ilsa Maria Valois Coelho	Luciana de Carvalho Martins
Universidade Federal do Amazonas	Universidade Federal do Amazonas	Manaus Energia S.A.

ecartaxo@ufam.edu.br

Palavras-chave:

Condicionadores de ar

Consumo de energia

Eficiência energética

Redução de consumo

Resumo

Considerando a importância da energia para o desenvolvimento e sustentabilidade do estado do Amazonas, este artigo levanta questões simples como limpeza e manutenção de condicionadores de ar para demonstrar a contribuição desses fatores para a redução do consumo de energia elétrica. O projeto que se denominou CAEMAII trocou 66 aparelhos de ar condicionado de baixa eficiência por equipamento com Selo A do PROCEL em 6 escolas públicas da cidade de Manaus ao mesmo tempo em que realizou a manutenção e limpeza dos aparelhos instalados; reparos na instalação elétrica dessas escolas; e desenvolveu um programa de uso racional e conservação de energia. Os equipamentos, assim como o consumo das escolas, em todos os casos foram monitorados, com resultados satisfatórios quanto à redução do consumo de energia. O projeto foi financiado pelo Programa de Eficiência Energética da concessionária de energia elétrica Manaus Energia S/A, sendo executado pelo Núcleo Interdisciplinar de Energia, Meio Ambiente e Água – NIEMA, da Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

1. INTRODUÇÃO

A grandeza territorial e a multiplicidade de riquezas que o estado do Amazonas possui colocam-no na esteira do desenvolvimento, mas, contraditoriamente, a imensa floresta forma um cinturão de isolamento que envolve o Estado e sua capital, tornando-os reféns das termelétricas a combustíveis fósseis. No tópico 2 deste artigo, “Caracterização do Sistema Elétrico de Manaus” essa realidade é

confirmada e apresentados dados sobre o consumo de energia elétrica das diferentes classes de consumidores e uma análise da importância da energia para o desenvolvimento econômico da região, reforçando a necessidade da valorização dos aspectos qualitativos da energia e de atentar para os riscos de um estrangulamento ao crescimento devido à retração da capacidade de geração.

Está descrito no tópico 3 "O caso das escolas do projeto CAEMAII" as ações executadas pelo projeto que visaram a redução de consumo de energia, focadas no cálculo da carga térmica nas salas de aula das escolas onde se desenvolveu o projeto; a troca dos condicionadores de ar de baixa eficiência por alta eficiência; a manutenção e limpeza dos condicionadores de ar não substituídos; e o reparo nas instalações elétricas das escolas envolvidas. Os resultados são analisados no tópico 4 "Análises e resultados" mostrando que houve considerável redução no consumo de eletricidade em todas as situações estudadas reforçando orientações no sentido de tratar a energia como um recurso limitado cujo desperdício não se restringe ao simples ato de ligar ou desligar aparelhos e létricos. Cuidados simples com limpeza e manutenção se mostram indispensáveis resultando num consumo menor de energia e, por conseqüência em redução de custos. Finalizando, o tópico 5 apresenta os comentários e as considerações finais desse trabalho.

2. CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA ELÉTRICO DE MANAUS

A vida moderna é impensável sem a disponibilidade de energia elétrica, mas, sem cogitar a volta ao tempo das cavernas, hão que ser racionalizados a geração e o uso da energia prioritariamente, porque além dos problemas relacionados com a escassez dos recursos, a distribuição das fontes de energia se faz de forma diferenciada no território brasileiro. No Amazonas, em cuja capital se realizou esta pesquisa, a principal forma de geração elétrica são as termelétricas a combustível fóssil, dado que o estado se encontra isolado do resto do país não só do ponto de vista elétrico, mas também fisicamente pela imensa floresta que cobre a maior parte de suas terras. Trata-se, portanto, do maior sistema isolado do país, com uma infra-estrutura deficiente e uma população crescente a demandar serviços elétricos em escala geométrica.

Nesse cenário destaca-se a cidade de Manaus, capital do estado, possuindo uma capacidade instalada de aproximadamente 1.600 MW. Desse total 650,00 MW são da própria concessionária, Manaus Energia S.A., a qual é responsável pela geração, transmissão e distribuição de energia elétrica na cidade. Em torno de 950 MW são adquiridos de produtores independentes de energia elétrica – PIE que, juntos, abastecem um mercado consumidor superior a 472.000 unidades consumidoras cadastradas.

O parque gerador do sistema elétrico de Manaus é composto, em grande parte, por Usinas Térmicas (84,37 %) e uma pequena parcela (15,63 %) formada pela Usina Hidrelétrica de Balbina com capacidade nominal de 250MW. A produção de energia elétrica em 2006 foi de 5.489,7 GWh, contribuindo em geração própria com 1.739,6 GWh e o restante 3.696,1 adquirido dos produtores independentes[1]. O fornecimento de energia teve, em 2006, um acréscimo de 4,0%, principalmente

motivado pelo crescimento no consumo industrial de 7,94%, que representou 43,6% do total do mercado atendido.

Apesar desse incremento no consumo industrial provocado pelos resultados positivos das atividades do Pólo Industrial de Manaus (PIM), e do aumento no consumo da classe residencial que representou 22,9% do total em 2006, os desvios de energia constituem um grande desafio para o setor, pois decorrem, principalmente, de ligações clandestinas. O problema dessas perdas de energia torna-se um gargalo difícil de transpor, pois as soluções não passam simplesmente por um sistema eficiente de fiscalização, dependem de fatores diversos como: geração de renda, educação, formação profissional e políticas públicas de desenvolvimento das comunidades de baixa renda. Em Manaus, essas perdas sofreram um decréscimo de 1,8% no consumo em relação a 2005. A classe comercial também cresceu 2,71% representando 18,3% no consumo total. As outras classes somadas tiveram um crescimento de 3,85 % [1].

Em conseqüência da necessidade de expansão da geração do sistema elétrico exigido ao longo dos últimos anos e da dependência das usinas termelétricas como única forma de ampliação da capacidade de oferta de energia na região, explica-se o panorama do parque elétrico de Manaus. Se por um lado esta opção de expansão tem afastado, no curto prazo, o perigo do racionamento como ocorrido em 1997 e mais recentemente em 2003, por outro lado, exige, por parte da sociedade amazonense, maiores medidas de conservação de energia face ao alto custo econômico e ambiental que representa a operacionalização das térmicas na região Amazônica. Ademais, as ações para contornar e resolver o problema têm sido paliativas, pois a cada ano empreende-se novo e pesado esforço para solucionar o risco de racionamento no curto prazo, e não se observam ações para resolver o problema de forma permanente [2].

2.1 – A energia no desenvolvimento regional sustentável

A necessidade de se conhecer todos os desdobramentos que a energia elétrica exerce numa sociedade é fundamental para o planejamento das reais necessidades de cada setor da economia. Esse aspecto se coloca pelo fato de a energia, além de ser um serviço de primeira necessidade que proporciona a satisfação e o conforto pelo seu consumo, ela também é um fator de produção fundamental na estrutura produtiva das sociedades. Incorporando-se em grande parte dos bens e serviços produzidos, o custo da sua geração reflete na competitividade das empresas e quiçá de regiões e países.

Na análise da expansão das atividades econômicas das empresas e do governo, a capacidade de geração de energia que a região pode oferecer entra como fator determinante no momento de direcionar os investimentos. Um outro aspecto que deve ser considerado quanto à questão energética são as pressões e a necessidade de geração imposta pelo crescimento da população ou pelo aumento da demanda industrial. Diante disso, o processo de industrialização desencadeou uma crescente incorporação da energia, por um lado, como fator de crescimento e por outro, como fator limitante.

A busca de um novo paradigma faz com que a energia deixe de ser valorizada apenas nos seus aspectos quantitativos para também ser enfocada numa perspectiva qualitativa onde são importantes,

não só os grandes fluxos energéticos, como também a forma como a energia incorpora -se à economia, agregando qualidade aos produtos, reduzindo custos e minimizando os impactos sobre o ambiente. Considerando que a cidade de Manaus tem na base da atividade econômica o Pólo Ind ustrial, torna-se evidente que a energia pode representar um estrangulamento ao crescimento caso não haja a expansão da capacidade de geração que suporte o ritmo de crescimento apresentado.

3. O CASO DAS ESCOLAS DO PROJETO CAEMAII

A pesquisa executada pelo NIEMA no ano de 2006 nas escolas públicas de Manaus atingiu sete unidades com condicionadores de ar de baixa eficiência e em precário estado de conservação, totalizando 66 equipamentos. Os aparelhos de ar condicionador de baixa eficiência encontrados nas escolas, que foram substituídos pelo projeto, concentraram-se em quatro marcas, GOLDSTAR, SPRINGER, ELECTROLUX e CONSUL, razão porque foi monitorado um condicionador de cada fabricante e seus consumos comparados com os aparelhos eficientes que os substituí ram.

3.1 Cálculo da carga térmica das salas de aula

Com o objetivo de obter maior redução no consumo de energia elétrica, optou -se por condicionadores de ar de 18.000 BTU/h, que apresentam maior redução percentual, por volta de 25%. No geral, nas 51 escolas visitadas, as salas eram climatizadas por dois condicionadores de ar. Em virtude desta situação, foi realizado o cálculo da carga térmica para todas as salas de aula das escolas selecionadas. Os critérios especificados para o cálculo da carga levaram em consideração as características das salas de aula (tipo de iluminação utilizado e a potência elétrica; tipo de construção das paredes externas e internas; constituição do teto; área; atividade; número de pessoas; etc.). Levando em consideração as normas técnicas para cálculo de carga térmica dos ambientes, foram adotadas algumas convenções, ou seja, posicionamento das janelas segundo rosa dos ventos, dimensão de 6m² para área envidraçada, tipo de vidro considerado (comum); e para o teto, admitiu-se o telhado com isolação. No caso da carga devida às pessoas adotou-se o tipo em repouso para a atividade praticada na escola.

Como Manaus está localizada próxima à linha do Equador e recebe elevada intensidade de raios solares, em grande parte do ano, foi inserido o fator geográfico para correção da carga térmica calculada, ou seja, multiplicou-se, à somatória de todas as formas de calor presentes nos ambientes, o número 1,05 (fator mais elevado segundo as normas, aplicado para o caso de Manaus). A carga térmica calculada média de 32.000 BTU/h atendeu às exigências do projeto já que a capacidade frigorífica proposta era de 36.000 BTU/h.

3.2 Manutenção e Limpeza dos condicionadores de ar nas escolas.

Nas sete escolas participantes do projeto, foram identificados 113 c ondicionadores de ar eficientes. Os equipamentos estavam em péssimas condições de manutenção, com trocadores de calor completamente entupidos de sujeira. Essas condições contribuem para o aumento das perdas de energia uma vez que aumentam a carga térmica d o ambiente e o equipamento passa a trabalhar com maior intensidade resultando num consumo maior.

A manutenção dos aparelhos consistiu em lavar os trocadores de calor (Figura 1) e, com o auxílio de maquina de lavagem, todo o excesso de sujeira era retirado (Figuras 2 e 3).

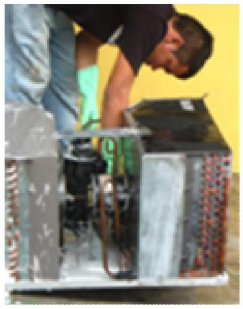

Figura 1 - Limpeza interna do condicionador de ar.

Figura 2 - Lavagem com o uso da máquina de pressão.

Figura 3 - Limpeza do filtro.

Durante a manutenção dos condicionadores, verificou-se que alguns aparelhos estavam com o condutor do compressor rompido sendo substituído.

3.3 Manutenção da instalação elétrica das escolas.

Foram vários os problemas encontrados na instalação elétrica das escolas, como condutores subdimensionados, derretimento de tomadas, oxidação do barramento de distribuição, etc.

As ações de reparo da instalação elétrica consistiram na substituição dos componentes. Os condutores e conectores subdimensionados (Figuras 4 e 5) que, por conseqüência, aqueciam e apresentavam derretimento do material isolante foram substituídos. Os disjuntores que apresentavam oxidação e sinais de superaquecimento também foram adequadamente substituidos. Houve a inclusão de dispositivos de proteção em equipamentos que não dispunham desses dispositivos e a substituição de disjuntores super-dimensionados por outros compatíveis com as normas técnicas (NBR 5410).

Figura 4 - Condutor com material isolante derretido.

Figura 5 - Disjuntor oxidado.

Em três escolas, a intervenção na instalação elétrica foi mais acentuada. Considerando o critério de capacidade de condução de corrente e queda de tensão, conforme especificado na NBR 5410, dentre as medidas corretivas, foram efetuadas substituições dos condutores nos circuitos referentes aos condicionadores de ar que estavam sub-dimensionados (Figuras 6 e 7).

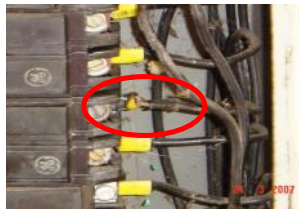

Figura 6 - Terminal derretido devido aquecimento do condutor.

Figura 7 - Quadro de distribuição após as ações de reparo.

4. ANÁLISES E RESULTADOS

Um estudo realizado anteriormente pelo Laboratório de Energia e Meio Ambiente [3] mostrou que a manutenção (limpeza e lubrificação) de um condicionador de ar de 18.000 BTU/h em estado precário de conservação pode permitir uma redução média de 9,3% no consumo energético comparado a uma situação de limpeza. Essa redução no consumo pode ser ainda maior para um aparelho de 30.000 BTU/h, sendo esta média de 11,8%. Outro fator de perda de energia são os condutores elétricos que foram encontrados nas escolas. Devido ao sub-dimensionamento, esses condutores não suportam as altas correntes elétricas, ocasionando um excessivo aquecimento da instalação (efeito Joule). Este aquecimento é responsável por uma perda de aproximadamente 1,5% na energia consumida [4].
Ademais, estas são condições perigosas, uma vez que há possibilidade de incêndios, colocando em risco a vida dos alunos e professores, além das perdas dos equipamentos elétricos. Ressalta-se ainda a incoerência de substituir os aparelhos sem que a instalação elétrica garanta a integridade dos equipamentos e, portanto, sua vida útil.

4.1 Análise dos resultados obtidos com troca dos condicionadores de ar

Com o uso de um analisador de energia foi realizado o monitoramento individual dos condicionadores de ar. Os valores coletados correspondem ao consumo de cada equipamento com amostras de intervalos de tempo de 5 minutos. Os 66 condicionadores de ar de baixa eficiência, encontrados nas escolas, foram monitorados, tomando como amostra um equipamento de cada marca, e os consumos, foram comparados com os aparelhos eficientes que os substituíram. Realizaram-se os monitoramentos em períodos de dois a quatro dias letivos. Para não comprometer a carga térmica, as medições ocorreram com a presença de todos os alunos em sala de aula, mantendo-se as condições das mesmas, ou seja: portas e janelas fechadas e iluminação com um em ambas as situações.
Convém destacar que o condicionador ELECTROLUX com capacidade frigorífica de 18.000 BTU/h, por apresentar a mesma capacidade frigorífica do condicionador eficiente proposto para troca, tornou-se o padrão para a realização das comparações. Analisando as potências, informações obtidas na placa de identificação dos equipamentos, verificou-se que a demanda retirada por aparelho foi de 0,71 kW e a demanda total retirada de 9,23 kW. Os dados representam uma redução no consumo de 1.704 kWh/ano por aparelho, conforme demonstrado na Tabela 1. A redução alcançada com a substituição dos 13 equipamentos é de 22.152 kWh/ano, de acordo com a Tabela 2.

Tabela 1 - Redução obtida por unidade de equipamento, com base nos dados de placa.

Avaliação por cada equipamento substituído				
Redução	Demanda Retirada	Uso diário	Dias letivos	Redução no consumo
27,84%	0,71 kW	12 h	200	1.704 kWh/ano

Tabela 2 - Redução com base nos dados de placa, total de equipamentos substituídos.

Redução no consumo com substituição de 13 equipamentos					
Quantidade	Redução	Demanda Retirada	Uso diário	Dias letivos	Redução no consumo
13	27,84%	9,23 kW	12 h	200	22.152 kWh/ano

De acordo com os valores observados nos dois monitoramentos, constatou-se uma redução de demanda média de 25,72%, com a substituição do equipamento ELETROLUX (Tabela 3).

Tabela 3 - Redução com base no monitoramento, total de equipamentos substituídos.

	Fora da ponta		**Ponta**		**Total**		**Período de monitoramento**	
Monitoramento	Kvarh	kWh	Kvarh	kWh	Kvarh	kWh	Inicio	Termino
1	1,921	24,154	0,631	9,193	2,552	33,347	6/11/2006	8/11/2006
2	1,739	17,938	0,603	6,831	2,342	24,769	21/8/2007	23/8/2007
PERCENTUAL DE REDUÇÃO DE CONSUMO DE ENERGIA							**25,72%**	

O Gráfico 1 ilustra as curvas de potências para o equipamento usado e para o equipamento novo, ao longo do período de monitoramento.

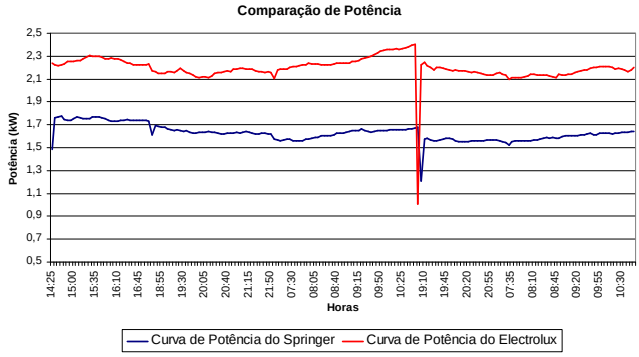

Gráfico 1 – Curvas de potência dos condicionadores e baixa e alta eficiência.

A Tabela 4 mostra um resumo da redução do consumo de energia elétrica alcançada nos aparelhos substituídos. Destaca-se a redução obtida com a substituição dos equipamentos Cônsul , de 40,05%.

Tabela 4 – Tabela - Resultados da substituição dos condicionadores ineficientes

Marca	**Quantidade**	**Capacidade(BTU/h)**	**Potência (W)**	**Redução Estimado**		**Redução Monitorado**
				kWh/ano	%	%
Eletrolux	**13**	**18.000**	**2.550**	**22152**	**27,84**	**25,72**
Consul	6	30.000	3.500	23940	47,43	40,05
Goldstar	5	21.000	2.440	7200	24,59	25,7
Springer	42	24.000	2.740	90720	32,85	27,27
Total	66	**	11.230	144.012	**	**

4.2 Análise dos resultados obtidos com os reparos nas instalações elétricas

Em três escolas foram necessárias apenas revisões nas instalações obedecendo a compatibilidade das normas técnicas (ABNT). Entre as escolas que necessitaram de maior intervenção, uma delas sofreu redução no consumo de energia elétrica de 18,22 kWh equivalente a 1,18%, bem próxima da referência mencionada anteriormente de 1,5%, conforme mostrado na Tabela 5.

Tabela 5 – Base de cálculo da redução de consumo com a ação dos reparos

Descrição	**Consumo (kWh)**
Total de consumo de energia dos eletrodomésticos acrescentados (**c**)	98,00
Total ultrapassado (**x**)	79,78
Diferença no consumo (**z**) **z = c - x**	18,22
Consumo antes da manutenção da instalação elétrica	1540,97
Redução do consumo de energia elétrica obtida	**1,18%**

Em outra escola, houve um aumento no consumo de 34,71 kWh (1,48%) após o reparo na instalação elétrica. Esse pequeno aumento ocorreu devido ao funcionamento de um condicionador de ar tipo SPLIT de 30.000 BTU/h, cuja potência é de 3,17 kW, marca TOTALINE , que não estava funcionando antes da adequação, devido a um curto-circuito na instalação elétrica do aparelho.

4.3 Análise dos resultados obtidos com a manutenção e limpeza dos condicionadores de ar

O consumo de energia registrado a partir do histórico e das medições com o analisador de energia no transformador refletirá o consumo de todos os equipamentos elétricos existentes. Foi levantada e medida as características elétricas de alguns condicionadores elétricos *ex-ante* e *ex-post* a troca. Como amostra selecionou-se um equipamento de cada marca a ser substituída, além de equipamentos que passaram por manutenção.

A metodologia utilizada foi baseada na manutenção das condições de uso dos condicionadores. Em média cada aparelho foi monitorado por 72 horas, pois, caso houvesse algum dia sem aula, alterações climáticas ou alguma atividade que não representasse um dia letivo normal, essas coletas seriam descartadas e não seriam utilizadas para fins de comparação.

Para não haver variação das condições manteve-se:

- O número médio de alunos;
- Os condicionadores de ar funcionando com ventilação máxima;
- O termostato acionado no máximo por 10 minutos, e em seguida o mesmo era gradativamente regredido até o desligamento do compressor (recomendação do fabricante);
- As janelas, venezianas e portas fechadas.

Vale ressaltar que apesar de se manterem constantes as variáveis citadas acima para não macular os resultados da análise, a base de tempo ou tempo de uso dos aparelhos é variável em alguns minutos ou horas para mais ou para menos. No entanto, através da análise gráfica observa-se a diminuição dos valores de pico.

As informações desta seção dizem respeito ao monitoramento com o analisador de energia instalado no próprio equipamento conforme ilustra a Figura 10. Os aparelhos eficientes (não trocados), mas que receberam manutenção eram de 3 modelos diferentes (GOLDSTAR, SPRINGER E TOTALINE), e os dados foram coletados pelo analisador que, em todos os aparelhos, recolheu amostras com intervalo de 5 minutos.

As comparações seguintes estão relacionadas aos períodos *ex-ante* e *ex-post* à limpeza dos equipamentos eficientes.

a) Comparação de consumo do condicionador GOLDSTAR de 18.000 BTU/h, com 1.940 W de potência, classe eficiente, antes e depois da manutenção.

O Gráfico 2 mostra as curvas de potências *ex-ante* e *ex-post* a limpeza, sendo possível observar a sensível redução no consumo.

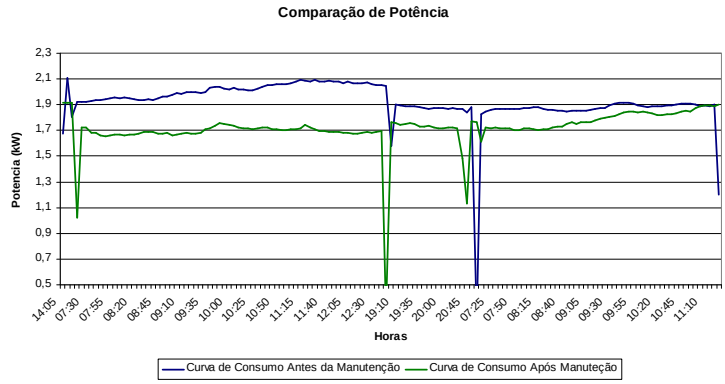

Gráfico 2 - Comparação do aparelho Goldstar entes e depois da limpeza.

As medições anteriores à limpeza foram realizadas nos dias 16 a 19 de Outubro de 2006, os valores medidos após a limpeza foram coletados nos dias 14 a 17 de Agosto de 2007. Conforme pode ser observado na Tabela 6, após a limpeza do aparelho houve uma redução no consumo de 2,428 kWh, o que representa 11,19% por aparelho.

Tabela 6 - Redução no consumo de energia após a manutenção.

	Fora da ponta		**Ponta**		**Total**		**Período de monitoramento**	
Monitoramento	Kvarh	kWh	Kvarh	kWh	Kvarh	kWh	Inicio	Termino
1	2,357	19,172	0,545	2,524	2,902	21,696	16/10/2006	19/10/2006
2	3,902	16,829	0,548	2,439	4,450	19,268	14/8/2007	17/8/2007
PERCENTUAL DE REDUÇÃO DE CONSUMO DE ENERGIA							**11,19%**	

b) Comparação de consumo do condicionador SPRINGER de 21.000 BTU/h, com 2.140 W de potência, classe eficiente, antes e depois da manutenção do Aparelho.

O Gráfico 3 e mostra a curva de potência *ex-ante* e *ex-post* a limpeza aparelho Springer sendo possível observar sensível redução no consumo energético.

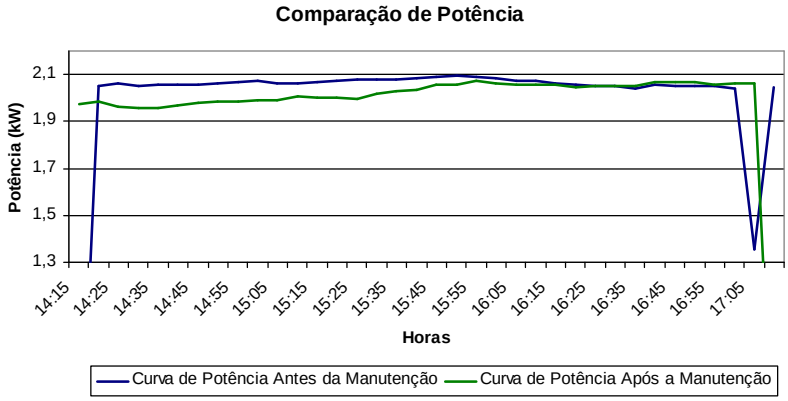

Gráfico 3 - Comparação do aparelho SPRINGER antes e depois da limpeza.

A redução de consumo obtida chegou a 3,22%, representando 0,192 kWh, por aparelho (Tabela 7).

Tabela 7 - Redução no consumo de energia após a manutenção.

	Fora da ponta		**Ponta**		**Total**		**Período de monitoramento**	
Monitoramento	Kvarh	kWh	Kvarh	kWh	Kvarh	kWh	Inicio	Termino
1	0,515	5,961	0,000	0,000	0,515	5,961	6/11/2006	6/11/2006
2	0,650	5,769	0,000	0,000	0,650	5,769	17/8/2007	17/8/2007
PERCENTUAL DE REDUÇÃO DE CONSUMO DE ENERGIA							**3,22%**	

c) Comparação de consumo do condicionador TOTALINE de 30.000 BTU/h , 2.940 W de potência, classe eficiente, antes e depois da manutenção.

O Gráfico 4 mostra uma redução considerável no consumo devido à mudança de comporta mento no uso deste equipamento além dos ganhos devido à manutenção e limpeza.

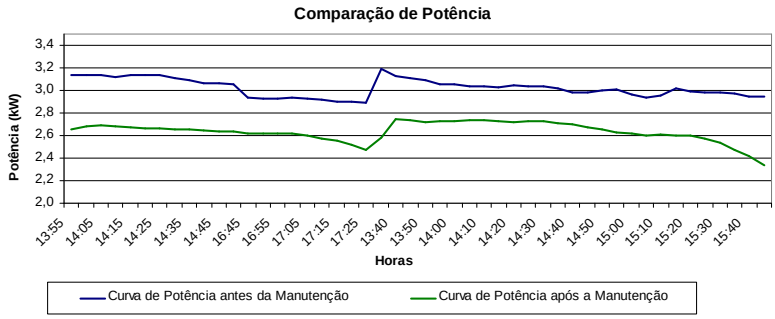

Gráfico 4 - Comparação do aparelho TOTALINE antes e depois da limpeza.

De acordo com a Tabela 8 pode ser verificado que houve redução no consumo, de 3,741 kWh (11,87%). Essa redução se deu ao estado precário de conservação que se encontrava o aparelho antes da limpeza, exigindo uma potência maior para refrigeração. É sabido experimentalmente que filtros sujos não possibilitam a máxima eficiência de troca de calor.

Tabela 8 - Redução no consumo de energia após a manutenção

	Fora da ponta		**Ponta**		**Total**		**Período de monitoramento**	
Monitoramento	Kvarh	kWh	Kvarh	kWh	Kvarh	kWh	Inicio	Termino
1	2,942	23,552	0,970	7,964	3,912	31,516	8/11/2006	9/11/2006
2	3,372	17,430	1,202	10,345	4,574	27,775	27/8/2007	28/8/2007
PERCENTUAL DE REDUÇÃO DE CONSUMO DE ENERGIA							**11,87%**	

Uma reflexão se impõe diante do estado em que foram encontrados os aparelhos condicionadores de ar das escolas na cidade de Manaus: é o risco de contaminação por fungos e bactéri as. Em trabalho anterior, o mesmo grupo de pesquisa responsável por este estudo, identificou em laboratório, a partir de 50 amostras coletadas de filtros de condicionadores de ar residenciais, uma enorme variedade de microoganismos. Segundo Cartaxo [5], a pesquisa revelou "elevado crescimento de bactérias e fungos nos meios de cultura inoculados com o material biológico coletado nos filtros dos condicionadores de ar" identificando "19 taxa s diferentes de bactérias patogênicas e 9 de fungos".

4.4 Análise redução do consumo global referente aos dados medidos no transformador

A análise do consumo das escolas que participaram do projeto mostra que as reduções mais expressivas ocorreram nas escolas que tiveram a maior quantidade de troca de aparelhos . Visando aferir o impacto sobre as ações do projeto procedeu -se com a instalação de analisadores de energia nas subestações das escolas, nas três fases (R, S e T) e neutro. Estes instrumentos foram programados para registrar as grandezas elétricas, em intervalo de 15 minutos, por período de pelo menos de 2 dias úteis. No monitoramento do transformador *ex-ante* e *ex-post* às implementações e/ou intervenções do projeto foi adotado a sistemática de monitorar semelhantes semanas no tocante às condições climáticas,

ocupação da sala e atividades desenvolvidas nas escolas. Estes procedimentos garantiram abstrair das condições monitoradas fatores que provocassem distorções de análise.

As ações de manutenção, dos aparelhos não trocados, do reparo nas instalações elétricas da s escolas e do processo de conscientização/re-educação no hábito de uso, contribuíram para a redução global do consumo de energia naquelas escolas que tiveram menores percentuais de troca de aparelhos. Essa conclusão é demonstrada com o registro dos monitoramen tos efetuados naquelas escolas.

Na escola em que foram substituídos 14 condicionadores de ar, representando 32,85% do total, o impacto na redução do consumo de energia foi de 19,04%. Os aparelhos trocados representaram redução da demanda da escola em 22,92 %. O Gráfico 5 ilustra a comparação das curvas de demanda do transformador, monitorado *ex-ante* e *ex-post* as intervenções do projeto.

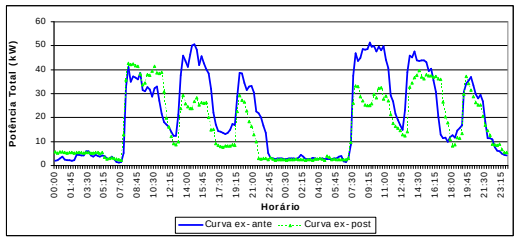

Gráfico 5 - Comparação entre os consumos da escola com a troca de 14 aparelhos

Na segunda escola foram substituídos 17 a parelhos, representando redução de 32,85% da potência. A redução no consumo de energia foi da ordem de 27,44%. O Gráfico 6 ilustra a comparação das curvas de demanda do transformador, monitorado antes e após a atuação do projeto.

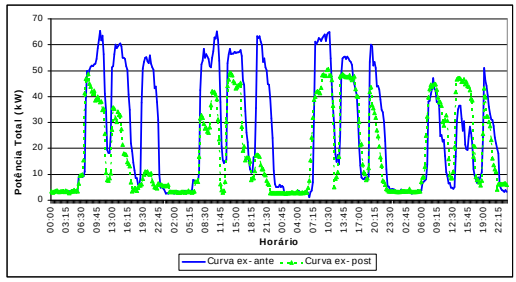

Gráfico 6 - Comparação entre os consumos da escola com a troca de 17 aparelhos

4.5 Análise do consumo através das contas de energia obtidas da concessionária

Para avaliação das alterações ocorridas no consumo a partir das contas de energia, realizou-se um levantamento do histórico mensal de consumo. Para isso, foram obtidos da MESA, os registros desses consumos nos anos de 2006 e 2007. A Tabela 9 apresenta o consumo médio mensal obtido, exceto para duas escolas, porque no período do segundo monitoramento essas escolas entraram em recesso.

Tabela 9 – Análise das contas de energia das escolas antes e depois das ações do projeto.

Medição	Escola 1 (kWh)	Escola 2 (kWh)	Escola 3[a] (kWh)	Escola 4[b] (kWh)	Escola 5 (kWh)
Antes das Ações	10.040,00	28.013,00	15.969,50	13.376,00	24.969,00
Depois das Ações	8.100,00	25.307,00	12.443,50	10.700,50	23.943,12
Redução do Consumo	1.940,00	2.706,00	3.526,00	2.675,50	1.025,88
Redução Percentual	**19,32%**	**9,66%**	**22,08%**	**20,00%**	**26,61%**

(a) A redução medida no TRAFO foi de 27,44% ; (b) A redução medida no TRAFO fo i de 19,04%..
FONTE: CARTAXO, 2004.

Observa-se na comparação do consumo obtido no período antes e no período depois das ações do projeto uma redução no consumo. Nas escolas onde se verificaram situações como: instalações elétricas com maiores pontos de fuga de corrente, estado dos condicionadores de ar com alta concentração de sujeira e precárias condições de funcionamento, entre outras; contribuíram para uma redução do consumo mais significativa. Ressalta-se a convergência das medições obtidas no monitoramento dos transformadores das escolas 3 e 4 com a análise do consumo através das contas de energia, sugerindo que a metodologia aplicada de avaliação foi satisfatória.

5. COMENTÁRIOS E CONSIDERAÇÕES

A preocupação com o descarte e destino dos aparelhos retirados das escolas inseriu nas ações do projeto CAEMAII a adoção de um programa de reciclagem que incluiu o recolhimento e reciclagem do gás refrigerante; recolhimento do óleo lubrificante e descarte obedecendo as normas vigentes; demolição do compressor e separação dos materiais que compõem o equipamento, destinando para os setores próprios de reciclagem de cada material.

Observou-se com os resultados apresentados que a troca de condicionadores de ar apresentou ganhos expressivos na conservação de energia e redução de demanda. O poder disseminador do Programa Educacional associado às ações do projeto em influenciar a opinião daqueles diretamente atingidos por essas ações e dos que estão no seu entorno em relação a escolha de aparelhos eficientes e uso racional de energia, sugere uma perspectiva favorável da postura do consumidor frente essas questões, que somente poderá ser avaliado ao longo do tempo, característica típica de programas dessa natureza. Assim como, os reflexos postergados de conscientização ambiental a partir do uso racional da energia e opções de escolha por parte das crianças e jovens que tiveram a oportunidade de participar do programa educacional do projeto. É mais barato ECONOMIZAR energia do que FORNECÊ-LA.

Agradecimentos

A equipe do projeto CAEMAII agradece a Manaus Energia S.A. pelo apoio financeiro dado, através do Programa de Eficiência Energética da empresa, para o desenvolvimento desse trabalho.

6. BIBLIOGRAFIA

[1] Manaus Energia: Disponível em www.manausenergia.com.br. Acesso em Mar/08.

[2] CARTAXO E.F; GONÇALVES, C.L.C; COSTA,F.R; GOMES,H.M.O; KUWAHARA,N e GUEDES, R.A. de M. Troca de aparelhos de ar-condicionado ineficientes por eficientes no setor residencial. Revista Eletricidade Moderna. Aranda Editora ano XXXIII N 373 ABRIL 2005. pág. 248-264.

[3] CARTAXO, Elizabeth Ferreira. *Redução da demanda de Energia Elétrica através da troca incentivada de ar condicionado nos grandes sistemas elétricos da Região Norte.* Relatório Técnico, CT-ENERG/ CNPQ, 2004.

[4] MAMEDE FILHO, João. *Instalações elétricas industriais.* 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

[5] CARTAXO, Elizabeth Ferreira; GONÇALVES, Ana Catarina Lima Chaves; COSTA, Fabrício Rodrigues; COELHO, Ilsa Maria Valois; SANTOS, Januário Gama dos *Aspectos de contaminação biológica em filtros de condicionadores de ar instalados em domicílios da cidade de Manaus - AM.* Engenharia Sanitária e Ambiental , 2007, vol.12, n. 2, ISSN 1413-4152.