

SENDI 2004
XVI SEMINÁRIO NACIONAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

**Economia de Energia em Ambientes de Escritório através do Gerenciamento de
Microcomputadores**

C. M. Santos Jr., M. A. Saidel, M. S. S. C. Henriques

claudy@pea.usp.br, masaidel@pea.usp.br, msilvia@pea.usp.br

GEPEA¹/USP

PALAVRAS-CHAVE: Eficiência Energética em Prédios de Escritório, Gerenciamento de energia em PC's, Gestão Energética.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo verificar, através de um estudo realizado pelo GEPEA na Reitoria da USP, o potencial de economia de energia elétrica ao ativar recursos de hardware e software de gerenciamento de energia ("Energy Saver") dos Microcomputadores Pessoais (PC's) em ambientes de escritório. Os resultados apontam um potencial de economia de energia elétrica da ordem de 28% do total gasto com PC's, o que representa um potencial de economia de 4,2% do total gasto com energia elétrica em prédios de escritórios.

ABSTRACT

This aim of this paper, realized at USP rectorate by GEPEA, is verify the percent of energy that can be saved by using hardware and software management tools (Energy Saver) embedded in Personal Computers (PC's) in office environment. The results presented about 28% of total PC energy required saved that represents 4.2% of total office building energy required saved.

¹ GEPEA - Grupo de Estudos em Energia do Departamento de Energia e Automação Elétrica da Escola Politécnica da USP

1. INTRODUÇÃO

O uso de computadores pessoais (PC's) tornou-se um dos segmentos que mais cresceram nas últimas décadas. Impulsionados pelo acesso cada vez maior das pessoas à internet e a informatização das empresas e escritórios, o seguimento dos equipamentos de informática traz consigo um aumento significativo no consumo de energia elétrica, seja pelo número de microcomputadores instalados e dos periféricos a eles associados, seja pelo aumento gerado no consumo dessas máquinas, causado por sua maior capacidade de processamento.

Atenta a esta crescente demanda no consumo de energia elétrica com PC's, a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA – U.S. Environmental Protection Agency) lançou um programa voluntário de conservação de energia, chamado Energy Star. Este programa tem o intuito de encorajar fabricantes de hardware de computadores e sistemas operacionais a absorver uma tecnologia disponível de gerenciamento de energia dentro de seus produtos, onde os consumidores pudessem identificá-lo através do rótulo Energy Star. O gerenciamento de energia é usado para a redução automática da energia consumida pelos equipamentos de escritórios que, apesar de ligados, ficam inativos quando em ociosidade.

As diretrizes do programa Energy Star reconhecem dois tipos de operação: modo normal e modo de baixo consumo de energia. Dependendo do hábito de uso, o consumo de energia elétrica pode ser reduzido drasticamente através da substituição de equipamentos convencionais por equipamentos eficientes (com o selo do programa Energy Star). Os potenciais de redução do consumo de energia elétrica podem atingir os valores da TABELA 1.

TABELA 1

POTENCIAIS DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM EQUIPAMENTOS DE INFORMÁTICA

<i>Equipamentos</i>	<i>Potencial de conservação (%)</i>
Microcomputador	80
Impressora	65
Fotocopiadora	60
Fax	50

Fonte: referências [1].

Além de consumirem menos energia elétrica, os equipamentos que possuem os recursos de hardware e software de gerenciamento de energia (“Energy Saver”) ativo, também apresentam vida útil maior, em virtude da baixa dissipação de energia quando no modo “sleep”, estima-se em até 39%² o tempo desta sobrevida. Tal fato também proporciona a redução do consumo de energia elétrica do sistema de ar condicionado.

Atualmente, apesar dos usuários contarem com o Energy Star em seus computadores, a maioria não os utiliza, anulando o potencial de economia que este recurso pode apresentar. Este fato curioso pode

² Fonte: PROCEL

estar relacionado, dentre outros, aos seguintes fatores: a) o desconhecimento por parte dos usuários dos recursos de gerenciamento de energia que seus equipamentos já possuem, b) as dúvidas sobre a extensão dos benefícios reais que o uso desse recurso pode fazer, c) os incômodos que certos recursos podem causar ao operador, principalmente quando mal aplicados.

De posse destas informações, realizou-se dentro da Universidade de São Paulo – USP, um estudo sobre a participação de microcomputadores do tipo PC no consumo de energia elétrica em ambientes de escritório e seu potencial de economia ao ativar os recursos de hardware e software de gerenciamento de energia já existentes nestas máquinas.

Para o estudo foi escolhido o prédio da Reitoria da USP por apresentar características típicas de prédio de escritório e onde o consumo de energia por PC's é bastante significativo.

O motivo pelo qual se focou o trabalho em prédios de escritório é a grande participação de computadores na matriz de consumo deste tipo de edificação. A TABELA 2³ apresenta o perfil médio de consumo de energia elétrica adotado para prédios comerciais e públicos destinados a escritórios.

TABELA 2

PERFIL MÉDIO DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA EM ESCRITÓRIOS

Uso Final de Energia	% do consumo total
Condicionamento de ar	48%
Iluminação	24%
Equipamentos de escritório	15%
Elevadores e bombas de recalque	13%

Reconhece-se que o perfil de consumo destes prédios tem evoluído em função de diversos fatores:

- aumento da quantidade de equipamentos de escritório, onde a mais notável tem sido consequência da popularização do uso de microcomputadores;
- desenvolvimento de sistemas de iluminação mais eficientes;
- desenvolvimento de sistemas de condicionamento de ar que consomem menos energia;
- desenvolvimento de elevadores inteligentes com menor consumo de energia.

Entretanto, foi adotada a composição acima como forma de identificar a importância relativa do uso final de PC's.

2. METODOLOGIA

O projeto para estudo do potencial de economia de energia em microcomputadores foi dividido em quatro etapas:

- medições das características de consumo em microcomputadores instalados em um laboratório;
- monitoração da carga de um ambiente de escritório;

³ Fonte: “Manual de Conservação de Energia Elétrica em Prédios Públicos e Comerciais” - PROCEL

- aplicação de um software em uma rede de computadores para determinar o tempo de ociosidade dos microcomputadores;
- análise dos dados obtidos nas etapas anteriores.

2.4 *Medições individuais*

Em um laboratório foram obtidas as medidas apresentadas na TABELA 3. Essas medidas foram realizadas para várias configurações do energy saver, com o objetivo de testar a funcionalidade do sistema e determinar a máxima economia de energia.

TABELA 3

ECONOMIA DE ENERGIA EM ALGUNS MODELOS DE COMPUTADORES COM O ENERGY SAVER ACIONADO

<i>Modelo</i>	<i>Operação Normal [W]</i>	<i>Energy Saver Acionado⁴ [W]</i>	<i>Economia de Energia [%]</i>
Pentium III 866 Monitor 17"	123	71	42,2
AMD – 450 Monitor 15"	108	51	52,7
Pentium III 733 Monitor 17"	108	48	55,5
Pentium III 600 Monitor 15"	93	39	58,1
Pentium III 700 Monitor 15"	110	51	53,5

Observando a TABELA 3 verifica-se que o potencial de conservação de energia em um microcomputador é alta. Ao se ativar o energy saver o consumo do computador pode atingir 50% do seu consumo em operação.

No energy saver do computador é possível realizar três tipos de ajuste, quando o microcomputador está ocioso:

- para desligar o monitor
- para desligar o disco rígido e,
- para entrar em modo de espera

Realizaram-se testes nos três modos e constatou-se que nem todas as configurações funcionam bem.

2.4.1 *Configuração para desligar o monitor*

Esta configuração é relativamente simples e demonstrou ser eficiente em termos de conservação de energia. Observou-se que o tempo mais adequado para se desligar o monitor é 5 minutos, pois foi

⁴ Apenas com o desligamento do monitor.

constatado que se o microcomputador está mais de 5 minutos ocioso, é porque não está sendo utilizado.

2.4.2 Configuração para o disco rígido

A configuração é simples mas a economia de energia obtida é insignificante (na maioria dos casos é menor que 1W)

2.4.3 Configuração para o modo de espera

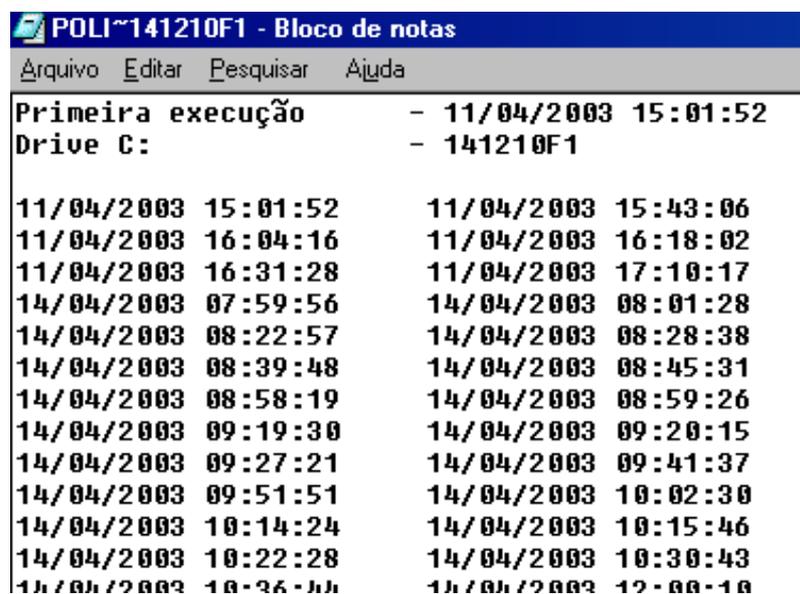
Dos três tipos de configuração, foi o que apresentou alguns problemas. A idéia de colocar o computador em modo de espera é copiar tudo o que tem na memória RAM do microcomputador e alocar em um espaço no disco rígido, desligando o computador em seguida. Ao religá-lo, as informações salvas no disco rígido seriam recuperadas e realocadas na memória RAM, voltando ao estado inicial.

No entanto, podem ocorrer erros na realocação das informações para a memória RAM, prejudicando o usuário.

Conclui-se, portanto, que a melhor configuração do energy saver é a do desligamento do monitor, tanto em termos de economia como em operacionalidade.

2.5 Software para medir a ociosidade dos microcomputadores

O software, elaborado em Visual Basic, tem por objetivo monitorar o período de ociosidade dos microcomputadores ligados a uma mesma rede. Este software é vinculado ao sistema de proteção de tela do Windows, ou seja, cada vez que o sistema operacional aciona a proteção de tela o programa será executado. O formato do programa é o mostrado na Figura 1 e ele registra a data e a hora em que o computador entrou e saiu da ociosidade.



POLI~141210F1 - Bloco de notas			
Arquivo Editar Pesquisar Ajuda			
Primeira execução		- 11/04/2003 15:01:52	
Drive C:		- 141210F1	
11/04/2003	15:01:52	11/04/2003	15:43:06
11/04/2003	16:04:16	11/04/2003	16:18:02
11/04/2003	16:31:28	11/04/2003	17:10:17
14/04/2003	07:59:56	14/04/2003	08:01:28
14/04/2003	08:22:57	14/04/2003	08:28:38
14/04/2003	08:39:48	14/04/2003	08:45:31
14/04/2003	08:58:19	14/04/2003	08:59:26
14/04/2003	09:19:30	14/04/2003	09:20:15
14/04/2003	09:27:21	14/04/2003	09:41:37
14/04/2003	09:51:51	14/04/2003	10:02:30
14/04/2003	10:14:24	14/04/2003	10:15:46
14/04/2003	10:22:28	14/04/2003	10:30:43
14/04/2003	10:36:54	14/04/2003	12:00:10

Figura 1 - Formato do arquivo registrado pelo software de monitoramento de ociosidade de PC's

2.6 Medição em salas típicas de escritório

Depois da análise do consumo de energia em um microcomputador realizou-se o estudo em uma sala com vários microcomputadores instalados. O local escolhido foi o COESF, localizado nos terceiro e quarto andares do prédio da Reitoria.

Este estudo consistiu de duas fases:

Desativação do energy saver e instalação do software para medir a ociosidade do microcomputador,
Coleta dos dados e reativação do energy saver

Cada uma das etapas acima teve a duração de três semanas.

Em paralelo a isso, instalou-se nos painéis elétricos, referentes aos segundo e terceiro andares analisadores de energia para monitorar a corrente, tensão e potência dos dois andares durante o período dos testes.

3. ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS

3.1 Software

A análise dos dados foi feita de modo estatístico, obtendo-se em torno de 40 amostras que corresponde a 70% do total de micros do COESF.

Durante o período de análise o software foi ativado um total de 5121 vezes, no período entre 11/04/2003 e 05/05/2003, totalizando 1536 horas de ociosidade dos micros. O gráfico da Figura 2 mostra a média de ocorrências por horário no período analisado.

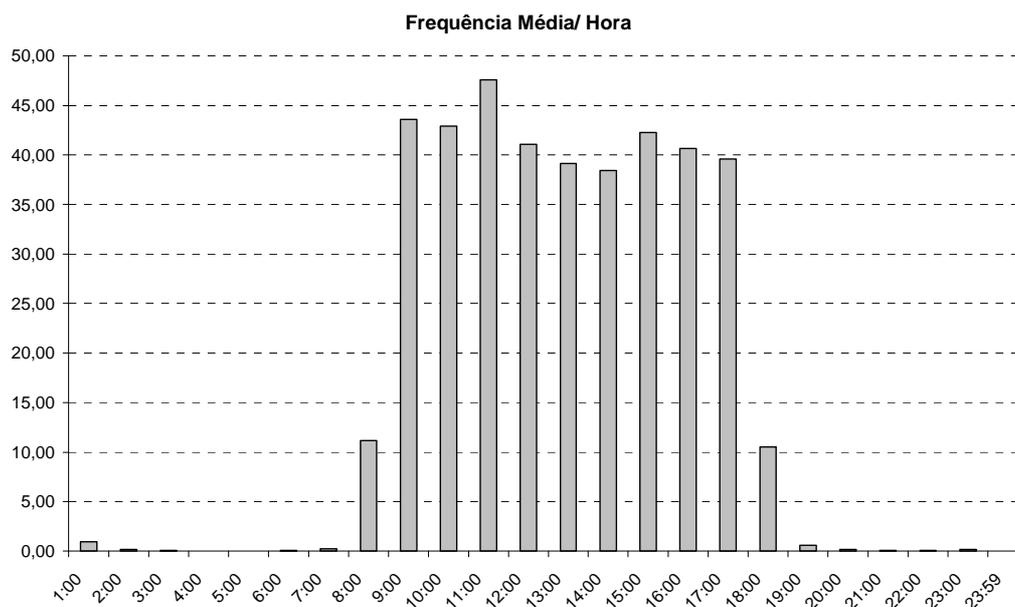


Figura 2 - Gráfico com número de ocorrência média do software por hora

O comportamento do gráfico é perfeitamente normal, uma vez que é compatível com as atividades de pessoas que trabalham em um ambiente tipo escritório.

Ou seja, a partir das 7:00 da manhã os computadores começam a ser ligados e as primeiras ocorrências do protetor de tela começam a ser registradas no banco de dados. Com o passar do tempo, o número de computadores ligados aumenta e conseqüentemente o número de ocorrências também. Próximo ao horário do almoço o número de ocorrência diminui, mas não muito, indicando que poucos desligam o computador ao sair para o almoço. Após esse horário, o número volta a aumentar decaindo no final da tarde, indicando fim de expediente.

Detalhando um pouco mais, na Figura 3, observa-se que a maior parte das ociosidades dura até 1 minuto e vai decrescendo com o aumento da ociosidade.

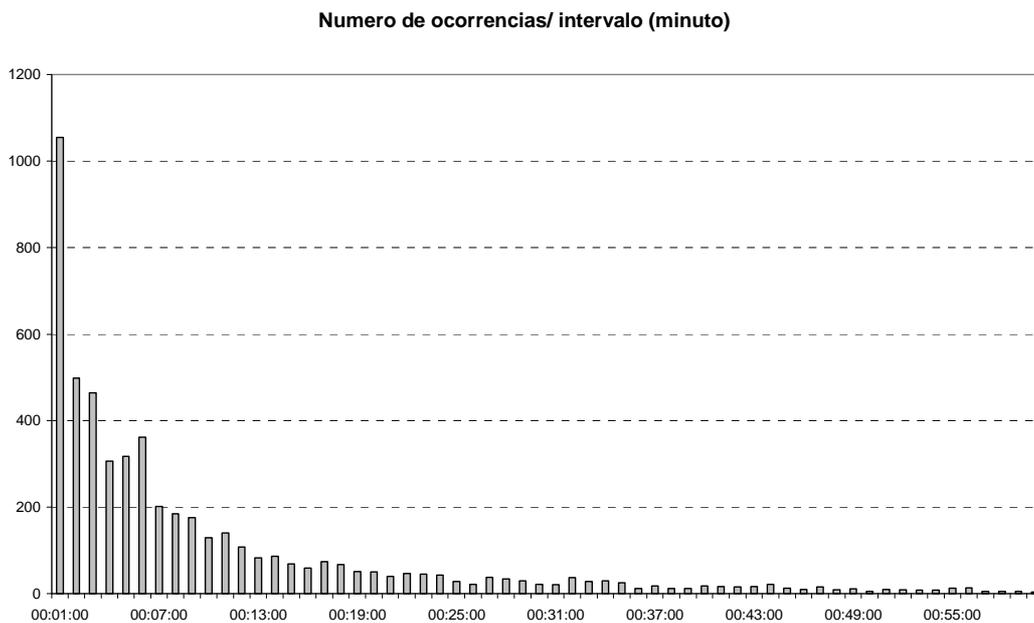


Figura 3 - Número de ocorrências por tempo de ociosidade

Apesar de o número de ocorrências ser muito maior para as ociosidades de até 1 minuto, o tempo total é baixo. Uma explicação seria o comportamento do funcionário, que ao ver que o protetor de tela foi ativado aperta uma tecla ou movimenta o mouse, desativando o protetor.

No gráfico da Figura 4, que mostra o tempo médio de ociosidade de todos os micros por horário do dia, observa-se que o pico de ociosidade dos microcomputadores é na hora do almoço, reforçando a conclusão de que os funcionários não têm o costume de desligar o microcomputador na hora do almoço.

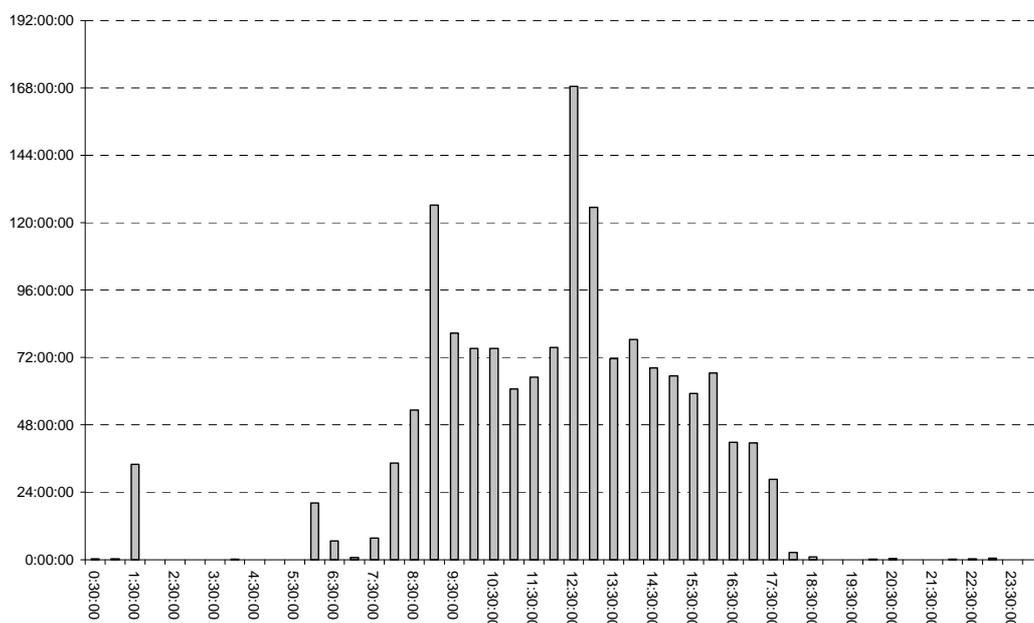


Figura 4 - Tempo total de ociosidade por período do dia

3.2 Estimativa do consumo através do software

Com os dados coletados através do protetor de tela foi possível fazer uma estimativa de quanto se pode economizar de energia elétrica acionando o desligamento automático dos monitores.

Considerando que a potência de um monitor é de 50W e o número de horas ociosas foi estimada em 1536, a economia foi de 76,8kWh, durante o período. Como o total de amostras foi de 40 micros, correspondendo a 70% do total de microcomputadores do COESF, a economia total esperada é de, aproximadamente, 109,7 kWh. Essa estimativa é para o período de análise considerado, que engloba 12 dias úteis.

Para fazer uma estimativa mensal, considerou-se 22 dias úteis, sem feriado e foi suposto que o regime de trabalho apresenta um comportamento regular. A economia estimada total em um mês foi de 183,4kWh em apenas dois andares do prédio da Reitoria.

3.3 Análise da Energia consumida pela Reitoria

Durante todo o processo de estudo do consumo de energia por PC's, o consumo de energia elétrica estava sendo monitorado por analisadores de energia instalados nos barramentos dos painéis elétricos que alimentam os terceiro e quarto andares.

O gráfico da Figura 5 mostra o consumo médio de um dia útil dos dois andares analisados, antes e depois de ativado o Energy Saver. A análise das duas curvas vem confirmar as conclusões obtidas anteriormente.

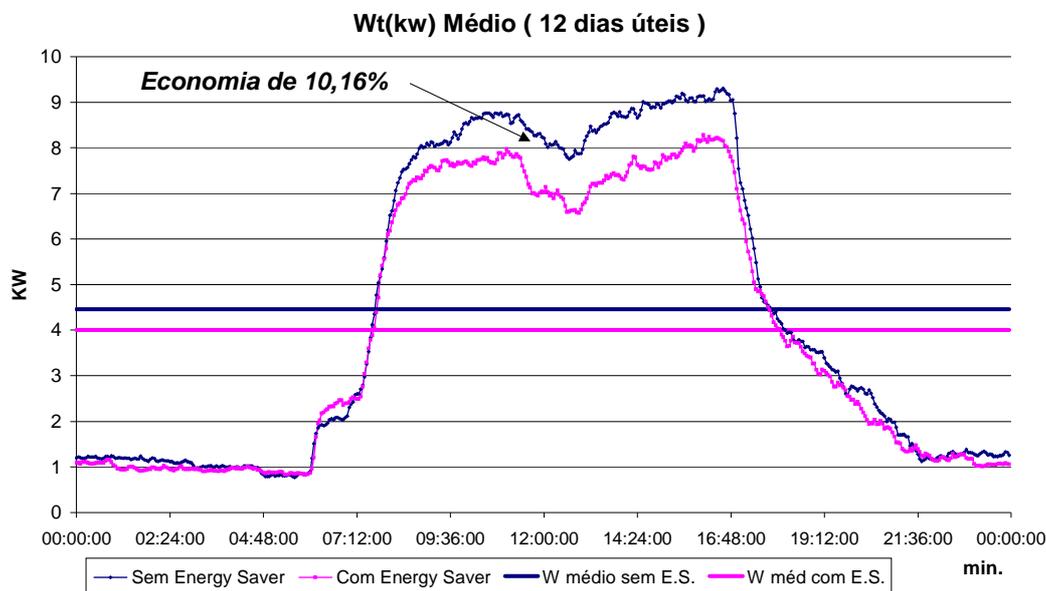


Figura 5 - Valores médios da potência ativa com e sem Energy Saver

Comparando as duas curvas pode-se perceber que houve uma economia de energia de aproximadamente 10%. O consumo total, no período considerado, com o Energy Saver desabilitado foi de 1283,82 kWh, enquanto que com o Energy Saver ativado, o consumo caiu para 1153,39kWh, gerando uma economia de 130,43kW.

Em uma estimativa mensal, esta economia seria de, aproximadamente, 220kWh em 57 micros com o Energy Saver ativo.

Estima-se que a participação de computadores nos usos finais nos dois andares analisados seja de aproximadamente 34% do total consumido com energia elétrica, o que implica em um potencial de economia do total de energia gasta com PC's de cerca de 28% ao se ativar o gerenciador de energia Energy Saver.

Outro dado importante que se obteve com o monitoramento foi a diminuição considerável da energia reativa e o aumento do fator de potência após a ativação do Energy Saver. A TABELA 4 mostra os valores médios de potências ativa, reativa e aparente e fator de potência nas duas fases do projeto.

TABELA 4

VALORES MÉDIOS DAS POTÊNCIAS COM E SEM ENERGY SAVER

<i>Parâmetros</i>	<i>Valores médios sem Energy Saver</i>	<i>Valores médios com Energy Saver</i>	<i>Diferença</i>
Wt(kW)	4,458	4,005	11,31%
Qt(kVAr)	1,847	1,451	27,28%
St(kVA)	4,825	4,260	13,28%
Em(kWh)	1283,82	1153,39	10,16%
f.p	0,924	0,940	1,77%

4. CONCLUSÃO

O principal objetivo deste trabalho foi mostrar a influência dos microcomputadores sobre o consumo total de energia elétrica de um edifício tipicamente comercial.

Verificou-se, através de diversas análises, que é possível fazer uma economia considerável de energia sem precisar de qualquer tipo de investimento, simplesmente utilizando os recursos existentes e realizando um trabalho de conscientização junto aos funcionários.

Através de dados levantados a partir de um software desenvolvido para monitorar a ociosidade dos microcomputadores, foi possível fazer um levantamento do comportamento dos usuários dos computadores e do consumo de energia consumida. Estimou-se, ao final do estudo, a possibilidade de uma economia de aproximadamente 28% no consumo de energia com PC's, o que representa um potencial de economia de 4,2% do total gasto com energia elétrica em prédios comerciais e públicos destinados a escritório (Vide TABELA 2), caso os usuários utilizem de forma correta o energy saver. Por último, vale a pena ressaltar, que esta economia pode ser obtida com um investimento que pode chegar a ser nulo, dado o fato de não existir a necessidade da compra de hardware e/ou software para sua ativação e sim, apenas, da utilização de um recurso já existentes nos PC's.

5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

[1] Alvarez A. L. M. Uso Racional e eficiente de energia elétrica: Metodologia para determinação dos potenciais de conservação dos usos finais em instalações de ensino e similares. Dissertação Escola Politécnica, Universidade de São Paulo

[2] Picklum, Roger E., Bruce Nordman, and Barbara Kresch. 1999. "Guide to Reducing Energy Use in Office Equipment." Prepared by the City & County of San Francisco, Bureau of Energy Conservation, and Lawrence Berkeley National Laboratory.

[3] Nordman, Bruce, Mary Ann Piette, Kris Kinney, and Carrie Webber. 1997 "User Guide to Power Management for PC's and Monitors." Berkeley, C.A: Lawrence Berkeley National Laboratory. Report No. LBNL – 39466