

Sistema para Redução do Consumo de Energia em Computadores

Fabício Avelino Gonçalves¹, Fábio Iaione¹, Fabiano Avelino Gonçalves¹

¹UFGD – Universidade Federal da Grande Dourados
FACET – Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia
Cx. Postal 533 – CEP 79.804-970 - Dourados – MS

fabricioeavelino@hotmail.com, fabio.iaione@ufgd.edu.br,
fabiano_avelinogoncalves@yahoo.com.br

Abstract. *The use of computers has increased in the last years significantly, mainly due to the permanent decrease in the hardware cost and to free software. This growth brought benefits, but caused a greater demand for electricity. Operating systems have sleep modes that are activated when the computer is idle, however, many people do not use this functionality. The aim of this work was to develop a system to make the computer go in sleep modes automatically only when the user is away.*

Resumo. *A utilização de computadores vem crescendo nas últimas décadas de forma significativa, devido principalmente à diminuição constante no custo do hardware e ao software livre. Esse crescimento trouxe benefícios, mas trouxe também uma maior demanda por energia elétrica. Os sistemas operacionais possuem modos de economia que são ativados quando o computador fica ocioso, entretanto, muitas pessoas não se adaptam com essa funcionalidade. Esse trabalho teve como objetivo desenvolver um sistema com a finalidade de fazer o computador entrar nos modos de economia de energia automaticamente apenas quando o usuário estiver ausente.*

1 Introdução

Desde o seu surgimento até hoje, os computadores ficaram menores e mais velozes, mas a disseminação do uso teve vários resultados e entre eles, se destaca o aumento do consumo de energia elétrica. Além disso, a má utilização é outro fator que vem aumentando a cada dia o desperdício de energia elétrica [CASTRO, 2007], que possui um alto valor econômico. A preocupação em utilizar de forma racional cresce cada vez mais, tanto por questões financeiras como por questões relacionadas à limitação das atuais fontes de energia e dos impactos ambientais que a sua produção provoca.

Os sistemas operacionais modernos possuem a capacidade de fazer o computador entrar em modos de economia de energia quando o mesmo fica ocioso, entretanto, muitas pessoas desativam esse recurso porque no trabalho frequentemente permanecem na frente do computador sem utilizá-lo, fazendo outras atividades, e a entrada nos modos de economia de energia é indesejada, pois aplicativos de comunicação instantânea passam a não funcionar e o retorno para o modo normal pode consumir certo tempo. Por outro lado, quando o usuário ausenta-se, o computador poderia entrar nos modos de economia, mas isso não ocorre porque o recurso está desativado.

Portanto, o objetivo desse trabalho foi utilizar um sensor infravermelho de baixo custo, associado a um aplicativo, para controlar a entrada do computador nos modos de economia de energia apenas quando o usuário estiver ausente. Com base na grande necessidade de economizar energia elétrica e também no desejo de contribuir para preservação do meio ambiente, esse trabalho objetiva o consumo consciente de energia elétrica na utilização de computadores.

2 Revisão bibliográfica

Nessa seção são apresentados os fundamentos teóricos necessários para o entendimento do trabalho, tais como, consumo de energia elétrica, modos de economia de energia do *Windows*, sensores e porta serial.

2.1 Consumo de energia elétrica

A energia consiste num ingrediente essencial para o desenvolvimento, sendo uma das aspirações fundamentais da população [GOLDEMBERG, 1998].

O consumo de energia per capita pode ser usado como um indicador importante em relação aos problemas que afetam as pessoas que vivem nos países pobres da África, América Latina, Oriente Médio e Sudeste da Ásia, onde se encontram 70 % da população mundial, sendo essencial a utilização da energia para o crescimento e desenvolvimento desses países [GOLDEMBERG, 2003].

O crescimento da população afeta diretamente no consumo de energia elétrica. Em nível mundial, cresceu em média 2 % ao ano entre 1960 e 1990. As projeções indicam que a população mundial deverá atingir 8,6 bilhões no ano 2050 e 10,2 bilhões no ano 2100 [HENNING and TRYGG, 2008].

O crescimento de emissões de CO² para geração de eletricidade é uma das preocupações da população e dos governos, sendo necessário estabelecer políticas e medidas efetivas para reduzir as emissões de CO². No período de 1990 a 2005, os países como a China, os Estados Unidos, a Índia e o Japão, juntos foram responsável por um total de dois terço de emissões de CO² oriundo da geração de eletricidade [MALLA, 2009]. Como a energia está ligada diretamente ao desenvolvimento econômico, é necessário amenizar o impacto a ser gerado no clima. O objetivo principal consiste na redução da emissão global de CO² para 10 Gt por ano em 2050, limitando deste modo o aumento da temperatura média e prevenindo uma perigosa interferência no clima [HENNING and TRYGG, 2008].

Alguns equipamentos, como os computadores, vêm se tornando uma grande preocupação no setor residencial brasileiro, principalmente em relação ao futuro próximo. O consumo de eletricidade residencial no país já aumentou muito em comparação aos anos anteriores [GHISI *et al.* 2007].

Como a população foi encorajada cada vez mais a adquirir equipamentos eficientes, foi criado um importante padrão para demonstrar o consumo energético dos produtos no Brasil. Assim, surgiu o programa PROCEL, que informa o consumo de energia elétrica dos produtos através de uma etiqueta e classifica-os em níveis de eficiência, forçando constantemente os fabricantes a melhorarem a eficiência de seus equipamentos para tornarem-se mais atraentes ao consumidor, ajudando a combater o desperdício de energia elétrica no país [GHISI *et al.* 2007].

A energia custa à sociedade bilhões de dólares a mais do que seus usuários pagam diretamente por ela. Os custos ocultos da energia incluem subsídios, degradação

ambiental e despesas crescentes com a saúde [GOLDEMBERG, 2003]. No Brasil é evidente a necessidade de reduzir o consumo de energia sem prejudicar o crescimento da economia [GOLDEMBERG, 1998].

2.2 Modos de economia de energia do Windows.

Os recursos de gerenciamento de energia do *Windows* incluem o modo de espera e o de hibernação, e opções que realizam o desligamento automático do computador, disco rígido ou monitor após um determinado período de tempo sem utilização, com o intuito de se economizar energia elétrica.

Para aproveitar por completo a vantagem da mobilidade existem os esquemas de energia. Um esquema de energia é uma coleção pré-definida de configurações de energia utilizada no computador, de acordo com as necessidades do usuário. A configuração do esquema de energia varia muito de pessoa para pessoa e até mesmo podem ser selecionados esquemas de energia diferentes durante o dia, para uma mesma pessoa [MICROSOFT, 2002].

Além do tempo necessário para iniciar o sistema operacional e os programas, desligar e ligar o computador frequentemente tem também sérios inconvenientes, já que é justamente ao serem energizados que os componentes recebem a maior sobre carga, reduzindo a vida útil dos mesmos [BIGNELL, 1995].

2.2.1 Modo de espera

Nesse modo, as informações presentes na memória principal (*RAM*) são preservadas, desligando praticamente todos os componentes que consomem mais energia, o disco rígido, o monitor, o processador, o *cooler*, a placa de vídeo, com exceção da memória principal [MICROSOFT, 2002].

O computador volta ao modo normal através de apenas um toque no teclado e caso ele seja desligado neste modo, sem o salvamento dos dados, estes serão perdidos. Como os programas e dados já estão na memória principal, o retorno ocorre em alguns segundos. O modo de espera é indicado para quando se interrompe o uso do computador por um pequeno intervalo de tempo [MICROSOFT, 2002].

2.2.2 Modo de Hibernação

Esse modo de economia de energia do *Windows* guarda todos os dados no disco rígido e desliga o computador, o que possibilita posteriormente a restauração dos programas em execução. Nesse modo, não existe consumo de energia, portanto, geralmente é usado em *notebooks*, que possuem uma quantidade limitada de energia na bateria. Também é indicado para longos períodos de inatividade do computador [MICROSOFT, 2002]. A hibernação é perfeita para desligar durante uma noite, ou até mesmo num final de semana, permitindo que o computador saia deste modo e fique pronto para ser usado em menos de 30 segundos [RUSSEL, 2002].

2.3 Sensores

Sensor é um dispositivo que realiza a monitoração de um fenômeno físico ambiental. Ele produz uma resposta mensurável às mudanças nas condições físicas, tais como, temperatura, campo magnético, luz e outras [CASTRO, 2007]. Os sensores tornam-se cada vez mais importantes nas indústrias e seus fabricantes estão tornando-os mais eficientes e acessíveis aos usuários [SCHILZ, 2000].

Existem vários tipos de sensores que podem ser facilmente utilizados, como por exemplo, os sensores mecânicos, ultra-sônicos, térmicos, de pressão e ópticos [SOUZA, 2003]. A seguir são relacionados alguns tipos de sensores ópticos de infravermelho, que são muito utilizados na detecção de presença de pessoas.

2.3.1 Sensores infravermelhos

O infravermelho foi descoberto em 1800 por *William Herschel*, que colocou um termômetro de mercúrio no espectro obtido por um prisma de cristal, com a finalidade de medir o calor emitido por cada cor. Descobriu que o calor era mais forte ao lado do vermelho do espectro, observando que ali não havia luz [FRADEN, 2004]. A luz infravermelha é basicamente uma radiação eletromagnética invisível, pois possui um comprimento de onda mais longo que a luz visível. A visão humana consegue ver a luz com comprimentos de onda entre 400 angstroms (violeta intenso) e 700 angstroms (vermelho escuro). A frequência de oscilação da onda eletromagnética é que diferencia uma determinada cor da outra e sendo assim o olho interpreta as cores a partir das diferentes frequências [MATOS, 2005].

Os sensores que trabalham com a luz são muito mais rápidos, não apresentam inércia e não têm peças móveis que quebram ou desgastam [REZENDE FILHO, 2003]. Uma infinidade de aplicações utiliza sensores infravermelhos, indo desde sistemas de segurança, controles, máquinas industriais, equipamentos médicos até eletrônica embarcada [MIGUEL, 2003]. A seguir são apresentados alguns tipos de sensores infravermelhos.

Os sensores de objetos funcionam a partir da emissão de infravermelho direcionado ao objeto a ser detectado, sendo esta luz refletida e modificando assim a saída do sensor. Os sensores ópticos podem ser de diversos tipos e serem aplicados em várias distâncias para detectar um objeto, sendo empregados em uma infinidade de aplicações na indústria e outros setores [NEWTON, 2007]. Eles normalmente apresentam uma fonte de luz e um fotodetector, que detecta a presença ou a ausência da luz. Os *LEDS* (diodos semicondutores que emitem luz) são geralmente usados como fonte de luz, pois são pequenos, resistentes, muito eficientes e podem ser ligados/desligados em velocidades extremamente elevadas [SCHILZ, 2000].

Outro tipo de sensor infravermelho é o piroelétrico, que detecta diretamente o infravermelho emitido pelos corpos, já que todo corpo com temperatura acima de 0 K emite infravermelho. Esse tipo de sensor normalmente é usado nos chamados sensores infravermelhos passivos (IVP), que detectam um corpo em movimento que emita calor e geralmente atuam no controle de lâmpadas, acendendo-as automaticamente quando detectam movimento de pessoas. Alguns já vêm ajustados para não detectar animais de pequeno porte, através da configuração que é relacionada ao peso. Como a temperatura do objeto é mais alta ou mais baixa que a do ambiente, essa diferença de temperatura é facilmente detectada conforme o objeto se move no campo de detecção do sensor [SBRT, 2007].

2.4 Porta serial

A porta serial é conhecida também como RS232, abreviação de *Recommended Standard*. Essa norma estabelece o padrão de uma *interface* para comunicação de dados entre equipamentos, criada no início dos anos 60, por um comitê conhecido atualmente como *Electronic Industries Association* (EIA). O padrão RS232 especifica as tensões elétricas, temporizações, funções dos sinais, um protocolo para troca de informações e

as conexões. Desde sua criação, a EIA publicou três modificações. A mais recente, EIA232E, foi introduzida em 1991 e mudou o nome de RS232 para EIA232, renomeou algumas linhas de sinais e definiu várias linhas novas [FILHO, 2003].

A porta serial realiza a comunicação de forma *bit-a-bit*, sendo necessário um dispositivo chamado *UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter)*, o qual tem a função de armazenar os dados, enquanto converte *bytes* em *bits* e *bits* em *bytes*, para realizar a transferência.

Há várias configurações para porta serial, sendo as mais comuns a taxa de transmissão e os bits de paridade e parada. A taxa de transmissão é a quantidade de *bits* por segundo transmitida de um dispositivo para outro. Taxas comuns de transmissão são 300, 1200, 2400, 9600, 19200 e outras, sendo que ambos os dispositivos devem estar configurados com a mesma taxa, sendo que alguns dispositivos tem a capacidade de auto-detectar a velocidade. O *bit* de paridade permite verificar a integridade dos dados na recepção, podendo ser par ou ímpar. Esse *bit* é acrescentado ao dado transmitido de forma que o número total de *bits* seja sempre par ou ímpar [TANENBAUM, 2003].

3 Metodologia

O desenvolvimento desse trabalho iniciou, após a revisão bibliográfica, com um levantamento relativo às configurações de gerenciamento de energia da maioria dos computadores encontrados no prédio da faculdade. Prosseguindo, selecionou-se um sensor e desenvolveu-se o aplicativo. Por fim, foram realizadas algumas medições de consumo de energia, em um modelo de computador e testes com o sistema desenvolvido.

Para a realização dos testes foram utilizados vários *desktops*, sendo mais utilizado o computador da marca Positivo (placa-mãe Asus Ms-6378, disco rígido de 40 GB, processador Celeron Intel 1,1 GHz e memória DIMM de 128 MB). Também foi utilizado um *notebook* da marca Acer (placa-mãe Asus, disco rígido de 60 GB, processador Centrino Intel 1,7 GHz e memória de 512 MB).

3.1 Levantamento das configurações

Para verificar as configurações de gerenciamento de energia dos computadores da faculdade de forma automatizada foi elaborado um arquivo de lote (*batch*), que era executado por cada computador automaticamente no momento da autenticação no servidor de domínio. Esse arquivo de lote possuía comandos para mostrar e salvar informações de identificação e de gerenciamento de energia dos computadores, que por sua vez salvavam um arquivo texto em um mesmo subdiretório da rede intranet. Esse arquivo texto continha as informações desejadas e possuía um nome diferente para cada computador. Abaixo segue uma listagem do arquivo de lote desenvolvido.

```
hostname>c:\hn.txt ; Salva o nome do computador no arquivo hn.txt
set /p var_hn=<c:\hn.txt ; Salva o nome do computador na variável var_hn
hostname > N:\teste\%var_hn%.txt ; Salva o nome do computador no arquivo nomecomp.txt
ipconfig >> N:\teste\%var_hn%.txt ; Adiciona as informações de rede em nomecomp.txt
powercfg /q >> N:\teste\%var_hn%.txt ; Adiciona a configuração de energia em nomecomp.txt
```

3.2 Sensor utilizado no sistema

O primeiro sensor analisado foi de medição de temperatura por infravermelho, da marca Optris, mas devido ao seu custo elevado (R\$ 1.810,00), ficou inviável a sua utilização. O segundo sensor analisado foi um sensor piroelétrico do tipo utilizado para controlar

lâmpadas e detectar intrusos em sistemas de alarme, porém ele detectava apenas o indivíduo em movimento e o desejado era detectar o indivíduo mesmo que imóvel na frente do computador.

O sensor selecionado e utilizado é da marca Decibel (modelo D60–4 bi-direcional). Este é mais utilizado para detectar a presença de pessoas, mas também pode ser usado para detectar objetos, veículos e outros. A Figura 1 mostra o sensor usado e a forma de aplicação [DECIBEL, 2008].

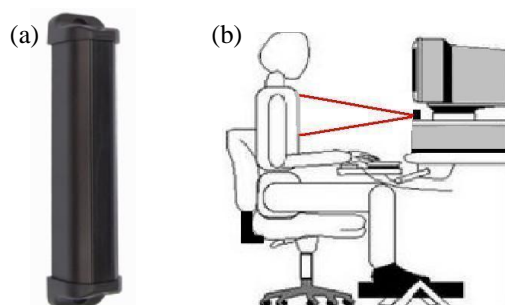


Figura 1. (a) Sensor utilizado e (b) Posicionamento para detecção do usuário na frente do computador *desktop*.

As principais características do sensor são: ajuste da distância de detecção (0,70 m a 1,5 m) por *Trimpot*, tensão de alimentação de 12 Vcc, corrente de 90 mA, dimensões de 130 x 25 x 22 mm e peso de 200 g (DECIBEL, 2008).

O sensor foi conectado à porta serial do computador através dos pinos DTR (saída), RTS (saída) e CTS (entrada), sendo que DTR e RTS são configurados pelo aplicativo desenvolvido com níveis lógicos diferentes e a leitura do nível lógico aplicado à CTS permite saber o estado do sensor (usuário presente ou ausente). O sensor foi alimentado através de um adaptador CA/CC de 12 V (*wall cube*).

3.3 Aplicativo

O aplicativo desenvolvido tem a função de realizar a leitura do sensor e fazer o computador entrar nos modos de economia de energia conforme as configurações. Foi construído utilizando-se o *Delphi 7* e contém vários painéis para configurações. Para controle da porta serial utilizou-se o componente *TcomPort*.

O componente *TcomPort* é *freeware* e em relação a sua instalação no *Delphi 7*, possui alguns detalhes que a tornam mais difícil em comparação ao *Delphi 5*, no qual o componente foi criado. Ele pode ser usado para a comunicação com vários equipamentos que utilizam a porta serial, como por exemplo, leitores de código de barras, modems e outros. A seguir, são apresentadas as principais funções disponíveis nesse componente [LIMA, 2007].

Open: tem a função de abrir a porta serial para recepção ou transmissão de dados;

Close: realiza o fechamento da porta depois de concluída a comunicação;

Writestring: possui a função de efetuar o envio de dados;

Readstring: é responsável por receber os dados.

A seguir são apresentados os comandos usados no *Delphi* para fazer o computador entrar nos modos de economia de energia.

- Comando para desligar o computador.
winexec ('shutdown -s -f -t 00', SW_HIDE);

- Comando para efetuar *logoff*.
ExitWindowsEx (EWX_LOGOFF, 0);
- Comando para colocar no modo de espera.
SetSuspendState(False, False, False);
keybd_event(vk_space, 0, 0, 0);
- Comando para entrar no modo de Hibernação.
winexec('rundll32.exepowrprof.dll,SetSuspendState', SW_HIDE);
- Comando para desligar o monitor.
SendMessage(Application.Handle, WM_SYSCOMMAND, SC_MONITORPOWER, 2);

4 Resultados e discussão

A Figura 2 mostra a janela principal do aplicativo desenvolvido.

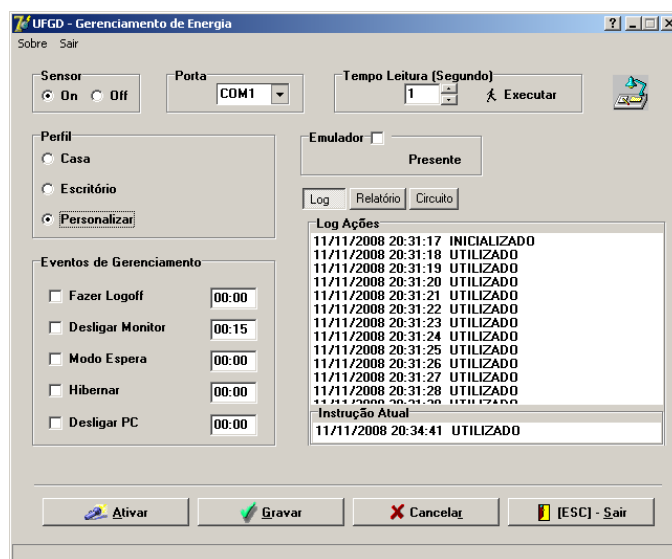


Figura 2. Janela principal do aplicativo desenvolvido.

O aplicativo permite a seleção de três perfis diferentes: Casa, Escritório e Personalizar, onde os dois primeiros possuem intervalos de tempo predeterminados para as Ações de Gerenciamento (Fazer Logoff, Desligar Monitor, Modo Espera, Hibernar e Desligar PC) e Personalizar permite configurar os próprios tempos do usuário. Cabe observar que cada valor corresponde ao intervalo de tempo em que cada ação será executada após o aplicativo detectar a ausência do usuário na frente do computador.

Além da possibilidade de ligar e desligar o sensor (Sensor *On* ou *Off*), é possível configurar o intervalo de tempo entre as leituras do sensor, que são registradas em um histórico (*log*) juntamente com a data e hora. O botão executar tem a função de salvar essa configuração. Também existe a possibilidade de selecionar a porta serial (COM1, COM2 e outras) na qual o sensor está conectado.

O botão ativar tem a função de realizar a ação desejada instantaneamente, sem aguardar o tempo configurado, sendo mais utilizado em testes. Os botões gravar, cancelar e sair tem suas funções descritas pelos seus próprios nomes.

4.1 Medição de consumo de energia

A medição do consumo de energia foi realizada em um computador *desktop* da marca Positivo, com monitor LCD de 15 polegadas e estabilizador da marca Enemax–winparts. Na medição utilizou-se um amperímetro tipo “alicate” da marca Politerm,

modelo Chanp Meter MS2001C, cujas correntes medidas (I) foram usadas para calcular a potência da fonte do computador considerando-se um fator de potência de 0,7 ($P = 127 \text{ V} \times I \times 0,7$). Cabe observar que as medições incluíram também o consumo do estabilizador de tensão, e que estas foram realizadas para 0 % e 100 % de utilização da CPU. A utilização da CPU foi definida utilizando-se o aplicativo CPUBURN.

A Tabela 1 mostra os valores de potência obtidos através de medições e cálculos.

Tabela 1. Valores de potência calculados em diferentes situações.

MODO	Utilização do processador	
	0%	100%
Funcionamento normal	97,8 W	130,7 W
Monitor desligado	87,1 W	121,8 W
Modo de espera	36,4 W	36,4 W
Hibernação	36,4 W	36,4 W

A Tabela 1 mostra potências iguais para os modos de espera e hibernação. Acredita-se que o método e o medidor utilizados levaram a esse resultado considerando-se a existência de uma diferença muito pequena no consumo dos dois modos.

O levantamento realizado nas configurações de gerenciamento de energia em 47 computadores da faculdade mostrou que 41 estavam configurados para desligar o monitor após 20 minutos e que estavam desativadas, em todos os computadores, as opções de entrar no modo de espera e no modo de hibernação.

A Tabela 2 apresenta a potência elétrica para os 47 computadores da FACET, considerando-se 0 % e 100 % de utilização da CPU.

Tabela 2. Potência total dos 47 computadores da faculdade.

MODO	Utilização do processador	
	0%	100%
Funcionamento normal	4.596,1 W	6.138,2 W
Monitor desligado	4.094,7 W	5.719,9 W
Modo de espera	1.713,1W	1.713,1W
Hibernação	1.713,1W	1.713,1W

Assim, foi possível realizar uma estimativa do consumo de energia desses computadores e também uma estimativa da economia de energia elétrica se eles utilizassem o sistema desenvolvido.

Considerando-se o consumo de energia de 97,8 Wh para um computador em funcionamento normal e ocioso, o consumo de 36,4 Wh para o mesmo computador em modo de espera, tem-se uma diferença de 61,4 Wh. Em 8 h de funcionamento, se cada computador permanecer 3 h ocioso, verifica-se que a economia de energia mensal seria de aproximadamente 173 kWh ($61,4 \text{ W} \times 3 \text{ h} \times 47 \text{ computadores} \times 20 \text{ dias}$) se todos os computadores utilizassem o modo em espera.

Em termos financeiros, a economia seria relativamente pequena, aproximadamente R\$ 63,60 mensais ($173 \text{ kWh} \times \text{R\$ } 0,36768 / \text{kWh}$), entretanto, não se pode esquecer dos ganhos ambientais que toda economia de energia proporciona e que são difíceis de avaliar.

Em outro experimento, realizou-se o acompanhamento de um dia de utilização de dois computadores através da função histórico (*log*) do aplicativo desenvolvido, que detalha a data, hora e estado de utilização do computador. O primeiro computador, em 5 h 53 min 13 s de funcionamento, ficou ocioso 3 h 12 min 56 s. O segundo computador em 9 h 41 min 3 s de funcionamento, ficou ocioso 6 h 36 min 46 s. Esse experimento, apesar de utilizar uma amostra muito pequena (dois computadores), dá um indício de que a consideração de 3 h ocioso em 8 h de funcionamento é razoável. Cabe observar que o tempo ocioso citado corresponde ao tempo sem usuário na frente do computador, e que para maioria dos usuários comuns, excluindo-se digitadores, programadores e similares, esse tempo certamente tem essa ordem de grandeza.

5 Conclusão

O gerenciamento de energia visa combater o desperdício e melhorar a maneira de utilizar a energia elétrica, sem abrir mão do conforto e das vantagens que ela proporciona. Foi desenvolvido um sistema para redução do consumo de energia que ativa os modos de economia apenas quando o usuário se ausenta da frente do computador.

Esse sistema é uma proposta interessante no que diz respeito à economia de energia em computadores, tendo como resultado final um produto de baixo custo (R\$ 75,00 aproximadamente), fácil instalação e utilização. No estudo de caso realizado na faculdade, a economia financeira mensal foi relativamente pequena (R\$ 63,30), mas não se pode esquecer da economia indireta, pois quase 100 % da energia consumida pelo computador transforma-se em calor, e no verão gasta-se energia para resfriar o ambiente através dos aparelhos de ar condicionado. Com o sistema proposto, os computadores consomem menos energia e conseqüentemente dissipam menos calor no ambiente, o que faz os aparelhos de ar condicionado trabalharem menos e também consumirem menos energia. Além do ganho econômico, existe o ganho ambiental, que certamente ultrapassa o primeiro.

Como sugestão de trabalhos futuros pode-se citar o desenvolvimento do aplicativo para outros sistemas operacionais ou em Java, o desenvolvimento de um dispositivo de *hardware* para detectar a presença do usuário utilizando a porta *USB* (com custo menor que do sensor utilizado), a utilização da *webcam* para realizar a monitorização da presença do usuário e também a utilização de técnicas de inteligência artificial para que o aplicativo “aprenda” os costumes do usuário e configure automaticamente os tempos de acionamentos das opções de economia.

Diante disso, com a elaboração do aplicativo espera-se ter contribuído para a economia de energia elétrica na utilização de computadores.

6 Referências

- BIGNELL, James W., DONOVAN, Robert L. (1995) “Eletrônica Digital – Lógica Combinacional”. Volume 1. Makron Books do Brasil Editora Ltda, São Paulo. p. 281–291.
- CASTRO, Eduardo Breviglieri Pereira (2008). “Tipos e Usos de Sensores Industriais”, <http://www.engprod.ufjf.br/epd_automacao/EPD030_Sensores.pdf>, maio.
- DECIBEL (2008). “Manual de Instruções do Sensor Ativo Direcional D60 – 4”, <http://www.decibel.com.br/d60_4.php>, outubro.
- FRADEN, Jacob (2004). “Handbook of Modern Sensors Physics, Designs, and Applications”, 3. ed., Hardcover.

- GHISI, EneDir. GOSCH, Samuel. LAMBERTS, Roberto (2007). “Electricity end-uses in the residential sector of Brazil”, *Energy Policy*, Volume 35, Issue 8, August, p. 4107-4120.
- GOLDEMBERG, José (1998). “Energia e Desenvolvimento”. Artigo – Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo. São Paulo.
- GOLDEMBERG, José (2003). “Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento”. Edusp – Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- HENNING, Dag. TRYGG, Louise (2008). “Reduction of electricity use in Swedish industry and its impact on national power supply and European CO2 emissions”, *Energy Policy*, Volume 36, Issue 7, p. 2330-2350.
- LIMA, Júlio César Marques (2008). “Manual de Instalação do Componente *TcomPort*”, <<http://www.ee.pucrs.br/~jclima/InstallTComPort.pdf>>, novembro.
- MALLA, Sunil (2009). “CO2 emissions from electricity generation in seven Asia-Pacific and North American countries: A decomposition analysis”, *Energy police*, Volume 37, Issue 1, p. 1-9.
- MATOS, Luis (2005). “Guia Profissional de Redes Wireless”. Editora Digerati Books, São Paulo.
- MICROSOFT (2008). “Usando o Windows XP: Use os Esquemas de Energia para o Tablet PC”, <http://www.microsoft.com/brasil/windowsxp/using/tabletpc/learnmore/powerschemes.aspx#top>>, junho.
- MIGUEL, Marcelo (2003). “Modelos de Gestão de Auditoria Energética Para Usinas Hidrelétricas: Estudo de Caso na Itaipu”. Florianópolis. Dissertação de Mestrado de Engenharia de Produção - Universidade Federal de Santa Catarina.
- NEWTON, Braga (2008). “Saber Eletrônica Online - Sensores Fotoelétricos”, <<http://www.sabereletronica.com.br/sacoes/leitura/674>>, maio.
- REZENDE FILHO, Antonio Galvão (2003). “Implementação de Um Módulo Didático de Sistemas Digitais Remoto”. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação (Ciência da Computação). Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- RUSSEL, Charlie (2008). “Gerenciamento de Energia no Windows XP”, <<http://www.microsoft.com/brasil/windowsxp/using/setup/learnmore/russel02march25.msp>>, maio.
- SBRT. Serviço Brasileiro de Resposta Técnicas (2008). “Sensores IVP”, <<http://www.sbri.ibict.br/>>, junho.
- SCHILZ, Jürgen (2008). “Thermoelectric Infrared Sensors For Remote Temperature Measurements”, *Pyrometry*. <<http://optoelectronics.perkinelmer.com/content/whitepapers/pyrometry.pdf>>, outubro.
- SOUZA, Marcos Barros (2003). “Potencialidade de Aproveitamento da Luz Natural Através da Utilização de Sistemas Automáticos de Controle Para Economia de Energia Elétrica”. Florianópolis. Tese de Engenharia de Produção - Universidade Federal de Santa Catarina.
- TANENBAUM, Andrew S (2003). “Redes de Computadores”. 4. ed. Editora Campus, Rio de Janeiro.