

# LAMPYRIS – UM SISTEMA DE AUXÍLIO À DECISÃO NA GESTÃO ENERGÉTICA DE COMPUTADORES

Fernando O. Andrade<sup>1</sup>, André A. Calabrez<sup>2</sup>, Fausto B. Mendonça<sup>3</sup>, Maria Aparecida M. C. Soares<sup>3</sup>, Maria Lúcia de A. Botelho<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Engenharia Biomédica – Universidade de Campinas (UNICAMP)  
Caixa Postal 6040 - CEP 13.083-970 - Campinas – SP- Brasil

<sup>2</sup>Curso de Sistemas de Informação, Faculdades Associadas de Uberaba (FAZU)  
Uberaba – MG – Brasil

<sup>3</sup>Lidercomp Informática Ltda – Uberaba – MG – Brasil

fernandoandrad@gmail.com, aacalabrez@gmail.com, cidamcs@gmail.com,  
fausto@lidercomp.com.br, botelho.ml@gmail.com

**Abstract.** *By analysing the impact organizations have been causing to the environment, it was possible to identify a new market need as to a social and environmental responsibility. With regard to the management of the consumption, it was developed a computational tool capable of assisting how much energy is being consumed in computational parks, a task previously considered one among various daily working operational expenses. The LAMPYRIS system consists of a software able to collect and analyze data for energy consumption of computers. Through constant monitoring of equipment the system stores data during use and performs a series of processing in order to help the managers in making decisions on energy consumption of the park.*

**Resumo.** *Analisando o impacto causado pelas organizações no meio ambiente foi possível identificar uma nova necessidade de mercado quanto à responsabilidade socioambiental. A partir daí definiu-se o desenvolvimento de uma ferramenta informatizada capaz de auxiliar o gerenciamento do consumo energético de parques computacionais, tarefa antes vista apenas como despesa operacional de rotina de trabalho. O sistema LAMPYRIS consiste em um software capaz de coletar e analisar dados de consumo de energia elétrica de computadores. Através do monitoramento dos equipamentos, o sistema armazena dados durante a sua utilização e realiza processamentos que auxiliarão gerentes em tomadas de decisão quanto ao consumo energético.*

## 1. Introdução

Este trabalho descreve o desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão na gestão energética de parques computacionais, extrato do trabalho de conclusão de curso do primeiro autor na FAZU [Andrade, 2009], bolsista de iniciação científica da FAPEMIG.

Computadores são elementos que impactam diretamente no meio ambiente durante todo o seu ciclo de vida, iniciando-se na sua fabricação, continuando em sua utilização, que consome energia, e por fim, quando são descartados. O gerenciamento de consumo energético geralmente é abordado nas empresas como um custo operacional e, muitas vezes, gastos com energia se apresentam somente como uma despesa operacional

a ser paga todo mês pelo setor financeiro. O seu gerenciamento tende a ser difícil, fazendo com que este controle não seja observado de forma adequada.

Entretanto, o conceito de responsabilidade socioambiental vem sendo cada vez mais cobrado das organizações, e medidas como a racionalização de energia tendem a se tornar obrigatórias para as empresas.

Neste contexto, uma ferramenta denominada LAMPYRIS foi desenvolvida, com o objetivo de auxiliar os gerentes de Tecnologia da Informação (TI) na racionalização do consumo energético dos equipamentos sob sua responsabilidade. Para tanto, foi realizada uma ampla prospecção do trabalho de gerência destes profissionais, seguido de um projeto de construção de um sistema através das técnicas de engenharia de software.

O desenvolvimento metodológico do trabalho foi realizado em duas fases principais: o levantamento de dados e o desenvolvimento e teste do protótipo de um sistema. Ambas são descritas a seguir, e detalhes sobre os instrumentos empregados e resultados completos pode ser obtidos em Andrade (2009).

## 2. Levantamentos preliminares

Com objetivos de conhecer a demanda real das empresas no aspecto de gestão de energia de equipamentos de informática, e obter os fundamentos para definir o sistema, uma ampla pesquisa foi realizada, em três frentes principais de trabalho: (a) junto a gerentes de TI, buscando informações sobre a realidade das organizações presentes no mercado brasileiro; (b) em publicações especializadas e na Internet, identificando possibilidades de produtos e serviços na área; (c) pesquisando o consumo de energia dos equipamentos, visando obter parâmetros operacionais.

As empresas participantes da pesquisa foram selecionadas abrangendo a maior variedade possível de tipos de negócios e o tamanho do parque computacional que possuem, conforme pode ser observado na Tabela 1. Os gerentes foram contatados, e encontros foram agendados. As técnicas empregadas para a coleta das informações no ambiente operacional foram a entrevista aberta e a observação participante [Ballesterro-Alvarez, 2000].

**Tabela 1. Caracterização das empresas participantes do levantamento de dados**

Ref.	Segmento	Quantidade de máquinas
A	Empresa pública estadual de direito privado	2404
B	Instituição federal de ensino e unidades apensas	1235
C	Instituição particular de ensino superior	341
D	Instituição pública de ensino superior	160
E	Indústria	37
F	Cooperativa	19
G	Empresa privada	11

Observando-se as respostas dos entrevistados, concluiu-se que nenhuma das empresas praticava rotinas de gestão da energia consumida pelos equipamentos de informática, apesar de todos acharem que o assunto era relevante. As informações compiladas forneceram dados essenciais para a definição da ferramenta desenvolvida.

A segunda pesquisa preliminar foi realizada junto a fornecedores e também na Internet, buscando conhecer iniciativas de gestão de energia nas organizações, e as ferramentas informatizadas disponíveis. Os *sites* das maiores instituições nacionais e

internacionais foram visitados, tais como Eletrobrás ([www.eletronbras.gov.br](http://www.eletronbras.gov.br)), Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL: [www.eletronbras.gov.br/procel](http://www.eletronbras.gov.br/procel)), Green IT ([www.greenit.net](http://www.greenit.net)), US Environmental Protection Agency ([www.epa.gov](http://www.epa.gov)). Também várias publicações tradicionais foram consultadas, como revistas e periódicos nacionais e internacionais, tais como Journal of the Brazilian Computer Society (JBCS), IEEE ([www.ieee.org/web/publications/home/index.html](http://www.ieee.org/web/publications/home/index.html)), etc. Algumas iniciativas foram identificadas, mas nenhum *software* preenchia todos os requisitos definidos para este projeto, conforme resumo abaixo:

- Sistemas de monitoramento de computadores, ferramentas que realizam a coleta de dados de computadores, não oferecendo nenhum tipo de controle específico de gestão energética. Alguns até oferecem a possibilidade de customização neste sentido;
- Gerenciadores de energia: a maioria dos sistemas operacionais oferecem a função de alterar planos de energia. Estas ferramentas são de gerenciamento local e sua configuração deve ser feita em cada máquina. Também não fornecem dados de funcionamento dos recursos dos microcomputadores aos usuários, passando apenas como funções do sistema;
- *Softwares* com ideologia verde: considerados um novo tipo de ferramenta, oferecem a possibilidade de poupar energia, alinhados a convicção do usuário. O *Black Pixel* do *Greenpeace*, por exemplo, instala um quadrado preto no monitor do usuário, de forma que aquela ONG contabiliza o número de usuários que o utilizam e publicam o total de energia poupada no mundo com esta iniciativa ([www.greenpeace.org/brasil/energia/noticias/black-pixel-contra-o-aquecimen](http://www.greenpeace.org/brasil/energia/noticias/black-pixel-contra-o-aquecimen)). Pode-se dizer que é uma ferramenta de conscientização, não oferecendo informações necessárias ou aplicáveis ao negócio.

A terceira pesquisa preliminar realizada teve o objetivo de levantar dados sobre o funcionamento e o consumo energético de microcomputadores presentes nos parques computacionais estudados. Estas informações foram obtidas através de medições do consumo de diversos equipamentos de microinformática, simulando várias situações de processamento nas máquinas.

Os dispositivos mais utilizados foram identificados em análise de mercado e nas respostas obtidas nas entrevistas ou questionários, quando se buscava conhecer os modelos de computadores e periféricos mais empregados. A partir daí foi detectado os tipos de equipamentos de maior incidência dentro das organizações naquele momento, que eram máquinas com monitores de CRT de 15,17; LCD de 15,17; e *Notebooks*, de variadas marcas e modelos.

Para cada tipo de configuração foram realizadas medições em duas situações diferentes: uma com a utilização total dos recursos (processamento com alto uso de CPU, HD, memória RAM e placa de rede), e outra em estado de ociosidade. As aferições foram feitas sempre em períodos de uma hora, garantindo-se assim uma análise padrão entre os diversos recursos. Ao final da medição foi possível definir padrões de consumo, conforme se pode visualizar na Tabela 2.

A partir dos dados obtidos foi possível determinar que o consumo médio por máquina seja de 0,08 KW/h, e que o consumo médio por máquina em estado ocioso é de 0,07 KW/h. Estes valores são adotados neste trabalho como padrões de consumo de energia elétrica dos equipamentos de informática em parques computacionais.

**Tabela 2. Medições de consumo de energia**

<b>Equipamento</b>	<b>Teste</b>	<b>kW/h</b>
<i>Notebook</i>	Processando	0,08
<i>Notebook</i>	Ocioso	0,03
PC, tela CRT 15	Processando	0,11
PC, tela CRT 15	Ocioso	0,09
PC, tela CRT 17	Processando	0,11
PC, tela CRT 17	Ocioso	0,10
PC, tela LCD 15	Processando	0,07
PC, tela LCD 15	Ocioso	0,06
PC, tela LCD 17	Processando	0,08
PC, tela LCD 17	Ocioso	0,06

Com os dados coletados foi possível simular o impacto de gastos com energia elétrica de um parque computacional. Para tanto foi elaborada uma planilha, como pode ser visto na Tabela 3. Estas projeções foram calculadas a partir da determinação do funcionamento dos computadores 8 horas por dia, com o custo de R\$0,37 kW/h, praticado em Minas Gerais para classes comercial, industrial e serviços. Embora os cálculos possam não representar dados reais, pois cada empresa tem seu plano energético, são úteis para se perceber o volume quantitativo da despesa operacional com os computadores.

**Tabela 3. Projeção de gastos com consumo de energia elétrica dos computadores**

Computadores por empresa	Quantidade kW consumido no parque por hora	Quantidade kW consumido por dia (8 horas)	Gasto com energia por dia (R\$)	Gasto com energia por ano 265 dias úteis (R\$)
2404	192,32	1538,56	567,10	150.281,50
1235	98,80	790,40	291,33	77.202,45
341	27,28	218,24	80,44	21.316,60
160	12,80	102,40	37,74	10.001,10
37	2,96	23,68	8,73	2.313,45
19	1,52	12,16	4,48	1.187,20
11	0,88	7,04	2,59	686,35

Os dados compilados até então embasaram a definição de um dos principais requisitos funcionais do sistema desenvolvido, que seria a necessidade de dispositivo de desligamento automático dos aparelhos quando estiverem ociosos, conforme parâmetros definidos pelo usuário.

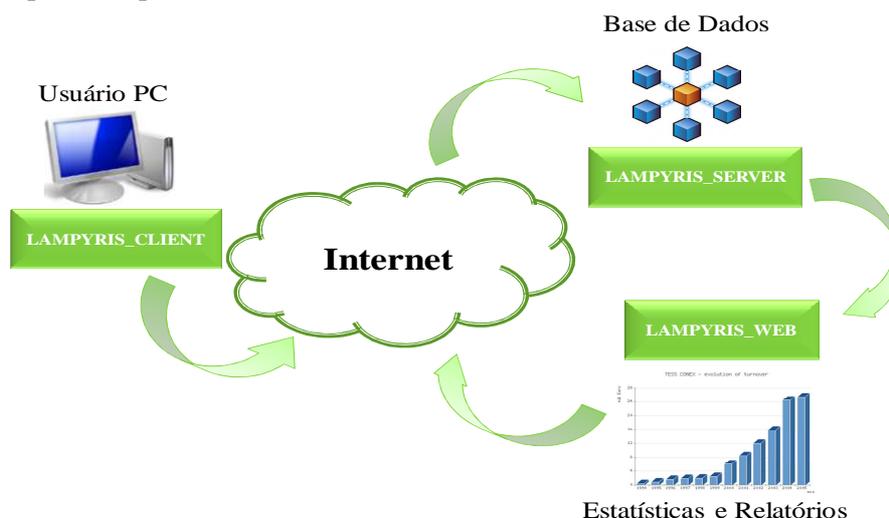
### **3. O sistema Lampyris**

O Lampyris é uma ferramenta de apoio a decisão baseada em arquitetura cliente-servidor, que oferece estrutura adequada para o gerenciamento de consumo energético de computadores nos parques computacionais instalados em empresas de qualquer porte ou segmento. Este modelo emprega processos distintos, que são os do servidor, para manutenção das informações, e os do cliente, na obtenção dos dados [Stair e Reynolds, 2006].

No início do desenvolvimento do sistema foram empregados os métodos de Prototipagem, que é o processo de desenvolvimento rápido, sem muitos custos e que

possibilita alterações até seu estágio ideal [Pressman, 2006]. O objetivo era construir um protótipo realmente funcional, de forma a viabilizar testes envolvendo usuários finais.

O sistema foi desenvolvido em três módulos distintos, denominados Lampyris\_Client, Lampyris\_Server e Lampyris\_Web, cujas estruturas e processos de funcionamento são ilustrados pela Figura 1. Esta divisão em subsistemas garante que cada módulo ou parte do sistema exerça suas funções de forma independente, garantindo que durante a execução de uma atualização, por exemplo, o processo a ser alterado não afete o funcionamento dos demais. Permite também que a manutenção seja realizada apenas em partes específicas.



**Figura 1. Estrutura e processo de funcionamento do sistema Lampyris.**

### 3.1. O Lampyris\_Client

O Lampyris\_Client é a parte responsável pela coleta de dados nos computadores monitorados, tais como os níveis de processamento, memória RAM e disco rígido. Através de um protocolo próprio, o sistema se comunica com a *Application Programming Interface* (API) do sistema operacional e obtém as informações necessárias a serem coletadas pelo sistema. Através do protocolo TCP/IP, o Lampyris\_Client envia os dados coletados ao Lampyris\_Server que armazena os dados em um banco de dados. Além das informações de utilização dos componentes do computador, o Lampyris\_Client coleta também dados gerais da máquina como endereço IP, tipo de disco rígido e nome do computador. Estas informações garantem ao sistema a identificação de cada máquina, individualmente.

O funcionamento do Lampyris\_Client ocorre diretamente no computador do usuário rodando como um serviço do sistema operacional, não interferindo na rotina normal de trabalho na máquina.

### 3.2. O Lampyris\_Server

Este é o módulo do sistema que recebe e armazena os dados enviados pelo Lampyris\_Client, através de uma comunicação via protocolo TCP/IP utilizando *socket*, que é a ligação entre os processos dos clientes e o servidor. Funciona como uma porta endereçada, através da qual os processos recebem e enviam pacotes de dados [Kurose e Ross, 2006].

Ao receber os dados das aplicações Lampyris\_Client instaladas nas diversas máquinas clientes, o Lampyris\_Server, situado em um servidor, organiza os dados coletados conforme as respectivas máquinas de origem, inserindo-os na base central de dados do sistema. O Lampyris\_Server também é responsável pelo gerenciamento e acesso dos clientes, além de permitir a entrada de novas máquinas, atualizando dinamicamente a relação de máquinas cadastradas.

### 3.3. O Lampyris\_Web

Por fim, o Lampyris\_Web é a parte do sistema através da qual um usuário gerencia o sistema. Os módulos Lampyris\_Client e Lampyris\_Server funcionam de forma transparente ao usuário final. O sistema Lampyris\_Web, disponibilizado no *link* [www.lampyris.com.br](http://www.lampyris.com.br), fornece as opções de gerenciamento e os relatórios dos dados coletados a partir de qualquer computador com acesso à Internet. A Figura 2 permite visualizar o aspecto do *site*.



Figura 2. Página inicial do endereço eletrônico do projeto.

O *layout* e os componentes da *interface* do Lampyris\_Web foram desenvolvidos visando facilidade de compreensão e a máxima usabilidade por parte dos usuários. A apresentação do sistema é clara, objetivando ao máximo entendimento do usuário e proporcionando a exploração intuitiva das funcionalidades disponíveis. O modelo de tela adotado como padrão de *interface* foi desenvolvido empregando botões interativos, menus, abas, campos de preenchimento e ações dinâmicas padronizadas, podendo ser observado na Figura 3.

O menu de opções Lampyris\_Web (vide Figura 3) apresenta ao usuário as quatro opções iniciais que são:

- Relação de Máquinas, que permite ao usuário verificar a relação de máquinas cadastradas no sistema. Nesta tela é exibido o código, o endereço IP e a última data de conexão da máquina. Clicando no código de uma determinada máquina é possível visualizar o seu respectivo histórico, que contem os dados coletados naquele computador por hora e dia.

- Parâmetros de Desligamento, que permite ao usuário definir a quantidade mínima de processamento e tempo máximo de inatividades da máquina para o seu desligamento programado. Obedecendo a especificação destes dois parâmetros, o computador especificado será desligado assim que atingir estes níveis.
- Estatísticas de Consumo, função que permite ao usuário acompanhar a ociosidade em função do tempo de produtividade do parque computacional. Essa visualização é apresentada em forma de gráfico, oferecendo ao usuário mais facilidade ao interpretar da informação oferecida, conforme pode ser visualizado na Figura 4.
- Simular Gastos de Energia: esta função permite ao usuário simular a quantia a ser paga devido ao consumo energético do parque computacional. Informando-se os parâmetros, IP da máquina, período para simulação e valor do kW/h da unidade da federação, o sistema fornecerá ao usuário o valor aproximado do custo com energia por aquele computador.



Figura 3 – Tela principal do Lampyris\_Web.

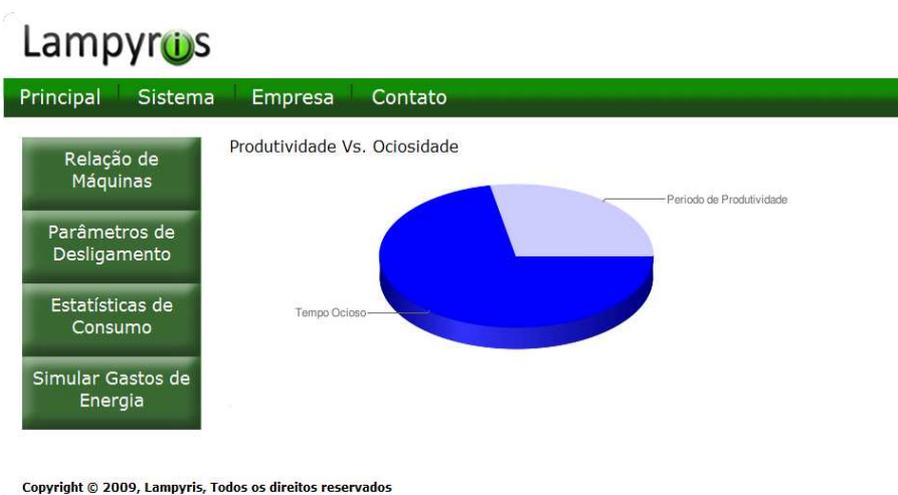


Figura 4 – Tela da função Estatísticas de Consumo.

### 3.4. Ambiente operacional

Originalmente, o sistema de coleta de dados Lampyris\_Client foi desenvolvido para a plataforma Microsoft Windows. Esta escolha deve-se ao fato de que 70% das empresas utilizam sistemas operacionais da Microsoft em seus microcomputadores, o que pode ser observado no dia a dia e comprovado em várias publicações. A ampliação da plataforma operacional foi possível empregando-se o aplicativo Wine, que executa *softwares* desenvolvidos para Windows em ambiente Linux ([www.winehq.org](http://www.winehq.org)). Em testes, o sistema apresentou *performance* plenamente satisfatória em ambas as plataformas, o que garante que o sistema Lampyris tenha uma abrangência de funcionamento na maior parte dos computadores do mundo.

Visando a atender a estrutura e funcionalidades do sistema, o Borland Delphi7 ([www.embarcadero.com/products/delphi](http://www.embarcadero.com/products/delphi)) foi escolhido para o desenvolvimento dos módulos Lampyris\_Client e Lampyris\_Server. Por ser uma ferramenta de desenvolvimento do tipo *Rapid Application Development* (RAD), esta escolha atendeu aos pré-requisitos citados na descrição do processo de prototipagem, além do alto desempenho do programa no desenvolvimento de aplicações.

Já o módulo Lampyris\_Web foi desenvolvido com as tecnologias HyperText Markup Language (HTML), linguagem de programação própria para a construção de páginas web ([www.w3.org/MarkUp/xhtml-roadmap](http://www.w3.org/MarkUp/xhtml-roadmap)); Cascading Style Sheets (CSS), para apresentação e formatação das páginas web ([www.w3.org/Style/CSS](http://www.w3.org/Style/CSS)); Common Gateway Interface (CGI), tecnologia que permite a passagem de parâmetros de formulários *web* para aplicativos instalados em servidores ([www.w3.org/CGI](http://www.w3.org/CGI)).

A escolha destas tecnologias foi baseada nas necessidades do módulo Lampyris\_Web e no aspecto de serem todas de código aberto (*open source*), critério importante para o desenvolvimento do sistema, devido ao seu custo e à adequação ao projeto.

Para a seleção da ferramenta de gerenciamento de banco de dados, vários estudos foram realizados. Sistemas que fornecem análises comparativas entre séries de dados cronológicos necessitam de consultas otimizadas, pois neles estão contidos dados colhidos de várias origens de períodos diferentes. A opção recaiu sobre o Firebird ([firebird.sourceforge.net](http://firebird.sourceforge.net)), banco de dados que apresentou resultado satisfatório em baterias de testes. Além disso, é do tipo *open source*, significando que muitas linguagens de programação possuem suporte à sua utilização, inclusive as linguagens escolhidas para o desenvolvimento do sistema.

## 4. Resultados

O Lampyris foi colocado em funcionamento em três empresas dentre aquelas descritas na Tabela 1, para efeito de testes. No primeiro momento alguns ajustes foram necessários, mas, a partir de sua validação, a monitoração de 35 computadores foi realizada por 40 dias.

A observação dos dados coletados permitiu a determinação da média de horas em que estas máquinas são efetivamente utilizadas, que é de 5,25 horas/dia. Deve-se ressaltar que funcionário pode estar executando tarefas independentes do computador, o que não significa que não esteja trabalhando. Comprovou-se que, nos intervalos em que as máquinas não estão sendo utilizadas, elas não são desligadas, e sim, colocadas em estado de espera, ou seja, a ociosidade definida na TAB.3, que continua gastando

energia. Isto significa que em 34,38% do tempo em que estão ligadas, as máquinas estão consumindo, em média, 0,07 kW/h.

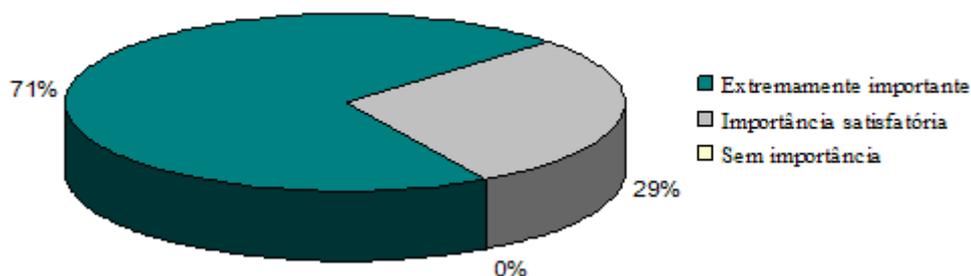
Observou-se também que seria possível determinar padrões de comportamento de usuários, e definir intervalos em que cada equipamento poderia ser desligado automaticamente. Para efeito de simulação, a Tabela 4 mostra quanto seria poupado, em termos de economia de energia e seu respectivo custo, se todos os computadores pudessem ser desligados nos períodos de ociosidade, implicando custos desnecessários para a organização.

**Tabela 4. Projeção da economia com energia elétrica dos computadores, utilizando desligamento automático.**

Computadores por empresa	Quantidade kW consumido por dia (8 horas)	Quantidade kW poupado por dia se computadores ociosos forem desligados	Gasto evitado com energia por dia (R\$)	Gasto evitado com energia por ano 265 dias úteis (R\$)
2404	1538,56	528,96	195,71	51.864,23
1235	790,40	271,74	100,54	26.644,06
341	218,24	75,03	27,76	7.356,78
160	102,40	35,21	13,03	3.451,86
37	23,68	8,14	3,01	798,24
19	12,16	4,18	1,55	409,91
11	7,04	2,42	0,90	237,32

O desempenho do sistema foi avaliado positivamente, verificando-se que a utilização do Lampyris\_Client não resultou em perda de desempenho dos computadores, uma vez que sua execução em segundo plano representou somente 2% de aumento de processamento; não houve perda de desempenho na rede quanto ao tráfego de dados entre o Lampyris\_Client e o Lampyris\_Server; a forma de instalação do Lampyris\_Client não apresentou dificuldades, tendo em vista que todos os usuários ao qual o *software* foi designado conseguiram instalá-lo corretamente; obteve-se respostas positivas por parte dos gerentes de TI quanto ao *layout*, às funcionalidades e à parametrização do sistema na plataforma Web.

Outro aspecto importante foi o interesse e a aprovação que o sistema recebeu por parte dos gerentes de TI envolvidos no trabalho. A Figura 5 apresenta o resultado de suas respostas à pergunta “Qual o nível de relevância que o sistema acrescentaria ao seu trabalho?”. Pode-se observar que nenhum considerou sem importância, o que comprova a aplicabilidade do Lampyris na gestão dos parques de TI atuais.



**Figura 5 – Considerações dos gestores de TI quanto à ferramenta.**

Por fim, a ferramenta fornece às organizações alguns quesitos essenciais para a implantação de um parque tecnológico sustentável, das quais podemos citar:

1. Ecologicamente correto: é o caráter principal, que o software atende auxiliando a gestão de gasto de energia, o que vai impactar a redução da emissão de gás carbônico na camada atmosférica, prevenindo o efeito estufa.
2. Economicamente viável: por se tratar de um serviço, os usuários do sistema não necessitarão comprar equipamentos auxiliares para o funcionamento do sistema, porque o sistema funciona com equipamentos que os usuários já possuem.
3. Socialmente justo: A disponibilização ao estilo *freeware* disponibiliza o software para que qualquer pessoa e de qualquer lugar possa utilizar de seus recursos.
4. Culturalmente aceito: tendo em vista que este é um tema muito abordado atualmente, em todo tipo de mídia, nacional e internacional, torna-se evidente que os benefícios trazidos pela ferramenta poderão produzir impacto na qualidade de vida de todo o planeta.

## 5. Conclusão

O sistema cujo desenvolvimento é relatado neste texto apresenta-se como uma efetiva ferramenta no apoio a decisão no tema de gestão de consumo energético de parques computacionais. Durante os testes, forneceu dados aos gerentes de TI que permitiram um melhor gerenciamento do consumo de energia dos equipamentos, permitindo a tomada de decisões com maior segurança. Vislumbrou-se ainda a possibilidade de realização de avaliações futuras, a partir de outras medidas utilizando os dados coletados através do monitoramento das máquinas.

Após a utilização do protótipo, verificou-se que atendeu às necessidades definidas no início da pesquisa, obtendo plena aceitação por parte do mercado consumidor em potencial, representado pelos gerentes envolvidos, estando pronto para suprir a demanda emergencial.

A economia a ser obtida com o sistema pode influenciar diretamente no impacto causado pelas empresas ao meio ambiente, de forma a reduzir as *footprint* (pegadas, marcas) deixadas pelas organizações, podendo contribuir assim para uma melhoria da qualidade de vida.

## Referências

- Andrade, F.O. (2009) “Sistema de auxílio a decisão na gestão energética de computadores”, Trabalho de conclusão do curso Sistemas de Informação, FAZU, Uberaba (MG), 2009, 94p.
- Balestero-Álvares, M.E. (2000) “Manual de organização, sistemas e métodos: abordagem teórica e prática da engenharia da informação”, Atlas, 2. ed.
- Kurose, J.F. e Ross, K.W.(2006) “Redes de Computadores e a Internet (Uma Abordagem Top Down)”, Addison-Wesley, 3 ed.
- Pressman, R.S. (2006) Engenharia de Software, McGraw-Hill, 6 ed.
- Stair, R.M.; Reynolds, G.W. (2008) “Princípios de Sistemas de Informação”, Cengage Learning, 6. ed.