

ALUNOS DA EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA FAZEM ANÁLISE DE CONSUMO ENERGIA DE COMPUTADORES

Ana Souza Vieira da Silva – aninha_anaxd@hotmail.com

Pontifícia Universidade Católica de Campinas – Faculdade de Engenharia Elétrica

Rodovia D. Pedro I km 136

13.0869-900 – Campinas – S. P.

Francisco de Salles Cintra Gomes – salles@puc-campinas.edu.br

Pontifícia Universidade Católica de Campinas – Faculdade de Engenharia Elétrica

Letícia Fernanda de Sousa Gonçalves – leticiaagoncalves.ipms@gmail.com

Pontifícia Universidade Católica de Campinas – Faculdade de Engenharia Elétrica

Matheus Cardoso da Silva – matheuscardoso86@hotmail.com

Pontifícia Universidade Católica de Campinas – Faculdade de Engenharia Elétrica

Matheus Rennó Kallás – matheusrkallas@gmail.com

Pontifícia Universidade Católica de Campinas – Faculdade de Engenharia Elétrica

Thiago Eduardo Dossi Denis – thiagodossid@gmail.com

Pontifícia Universidade Católica de Campinas – Faculdade de Engenharia Elétrica

Resumo: Alunos dos cursos de engenharia e participantes do Projeto de Extensão voltado à Eficiência Energética fazem um comparativo do consumo entre computadores. Para empresas ou estabelecimentos com quantidade elevada de computadores o consumo de energia do conjunto poderá impactar significativamente na conta de energia elétrica, sendo assim, computadores com baixo consumo devem ser considerados. O professor orientador desenvolve um Projeto de Extensão (2018-2019) com atividades socioeducativas com gestores e/ou técnicos da Prefeitura do Município de Campinas em relação ao uso racional de energia e eficiência energética. Trata-se uma proposta de intervenção, derivada das atividades de Ensino e de Pesquisa da Universidade. O presente artigo faz um estudo de forma simplificada sobre o consumo de energia de diferentes computadores. Com um sistema de aquisição de dados foi possível monitorar o consumo de energia de diferentes computadores. Como resultado, além do conhecimento conjunto adquirido nas atividades, ofereceu ao público alvo a possibilidade de melhor avaliar o consumo de energia do conjunto de computadores, e com isso, ter condições de atuação, de conscientização em relação à eficiência energética. O Trabalho de Extensão está sendo realizado em conjunto com a Pró-Reitoria de Extensão e Assuntos Comunitários da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, com a participação de gestores e/ou técnicos da Secretaria Municipal do Verde, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável da Prefeitura do Município de Campinas (SP).

Palavras-chave: Sustentabilidade, Uso Racional de Energia, Eficiência Energética, Edificações Sustentáveis.

1 INTRODUÇÃO

Com a constante evolução tecnológica, o uso de dispositivos eletrônicos tornou-se imprescindível na vida de grande parte da população. Segundo dados da FGV, Fundação Getúlio Vargas, no início de 2018 o Brasil possuía cerca de 174 milhões de computadores em uso, o que resulta aproximadamente em 5 computadores para cada 6 pessoas.

Este artigo contempla uma análise prática de consumo de diferentes tipos de computadores. Essa análise foi realizada por alunos participantes do Trabalho de Extensão sob a orientação de um docente no processo de intervenção da Extensão.

O docente orientador desenvolve um Trabalho de Extensão voltado a Eficiência Energética diante da sustentabilidade numa comunidade parceira.

Foi desenvolvido um medidor de consumo simples e confiável para registrar o consumo de energia. Os dados são registrados numa planilha de Microsoft Excel na qual é possível efetuar cálculos e obter gráficos de desempenhos.

Para locais com um ou dois computadores o consumo não é expressivo, mas para estabelecimentos com 100 ou até 2000 computadores a escolha de um ou outro modelo ou de configuração poderá impactar significativamente no consumo de energia.

O Trabalho de Extensão está sendo realizado em conjunto com a Pró-Reitoria de Extensão e Assuntos Comunitários da Pontifícia Universidade Católica de Campinas em 2019 com a participação de gestores e de técnicos, público alvo, da "Secretaria do Verde, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável" (SVDS) da Prefeitura do Município de Campinas.

2 EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA VOLTADA À EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

O docente orientador com alunos da universidade desenvolve o trabalho sobre "A Extensão Universitária diante da Sustentabilidade com ações voltadas ao uso racional de energia e eficiência energética", que tem por objetivo "desenvolver atividades socioeducativas com gestores e/ou técnicos da Prefeitura do Município de Campinas em relação ao uso racional de energia e eficiência energética".

Esse trabalho envolve os alunos com um tema prático, aumentando a capacidade para a busca de soluções e para o envolvimento, com visão crítica, em soluções de futuros problemas. Em 2019 o trabalho conta com a participação de um aluno bolsista e de alunos voluntários, sendo que os alunos tem um plano específico de atividades muito bem delineado.

Os objetivos do plano do docente também contemplam desenvolver as noções e os fundamentos sobre o uso racional de energia e eficiência energética diante da sustentabilidade e da redução das emissões de CO₂, e buscar soluções que promovam a eficiência energética com medidas simples e de baixo custo que possibilitem grandes economias nas faturas de energia elétrica.

Metodologia do Projeto de Extensão

Como metodologia, são realizadas reuniões semanais de orientação com os alunos universitários e com o público alvo são realizadas atividades socioeducativas quinzenais. A partir das colocações de todos surgiu a necessidade de uma planilha que apoiasse as decisões e pudesse ser replicada como material de apoio que favoreça a autonomia.

O público alvo conta com a participação de gestores e de técnicos da Prefeitura do Município de Campinas, em especial da "Secretaria do Verde, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável" (SVDS).

A prefeitura valoriza iniciativas intervencionistas da Extensão ao ver os benefícios de compartilhamento de experiências em resultados práticos que podem ser replicados, como por exemplo, os materiais informativos ou a planilha desenvolvida.

Consumo de Energia Elétrica

Os conceitos sobre consumo de energia estão presentes nos livros de “instalações elétricas” (CREDER, 2016). O público alvo tem papel preponderante com as colaborações de experiências práticas.

Para a análise de consumo surgiram questionamentos tais como:

- Com quantos computadores? Qual tipo de computador?
- Como quantificar valores para a análise?
- Os fabricantes ou tipos de computadores, qual escolher?

Para o desenvolvimento se considerou:

- Computadores que tenham um perfil para escritório. Os computadores escolhidos foram os utilizados pelos alunos e pelos envolvidos da comunidade.
- A análise de desempenho e a “rapidez” não foram consideradas.
- Na utilização do computador, optou-se por atividades básicas, como: internet, editores de textos e planilhas.
- O consenso de todos levou a uma análise inicial sem entrar em detalhes técnicos de configurações ou de utilização específica.

3 CONTEXTUALIZAÇÃO DOS COMPUTADORES

A partir da popularização do uso de computadores, a presença destes em grandes quantidades em empresas, escritórios e universidades tornou-se comum. Isso se dá pela sua facilidade em permitir o desenvolvimento de documentos, pesquisas, acesso à informação e principalmente a facilitação da comunicação. Garantindo assim maior precisão e agilidade nos resultados, o que é essencial para uma boa produtividade.

Em função dessa informatização, a indústria eletrônica cresceu muito e, consequentemente, houve a criação de diversas empresas do ramo. Diferentes marcas apresentam diferentes funções, além de custos, durabilidade e resistência. A partir dessas diferentes características é possível descrever qual o melhor custo benefício a partir das necessidades de cada pessoa ou empresa. Por exemplo, para pessoas que utilizam o computador poucas vezes, passa a ser mais atrativo adquirir um equipamento com menor capacidade de armazenamento e durabilidade de bateria, porém com um custo menor. Já uma empresa, que normalmente utiliza muitos aparelhos, diariamente e por muitas horas, um computador com mais funções, com maior capacidade de memória e de bateria, mas com um custo elevado, é rentável já que esse tipo de investimento pode receber frutos no futuro, evitando gastos com manutenção, trocas prematuras de equipamentos e possível economia de energia.

4 METODOLOGIA

A primeira preocupação foi realizar a coleta de dados para um diagnóstico energético. Para isso foram registrados os dados de consumo de energia e, com esses dados, foram construídos gráficos para melhor visualização e interpretação.

4.1 Dispositivo desenvolvido para medir e registrar o consumo de energia

O professor orientador desenvolveu um dispositivo que mede e registra o consumo de energia e envia esses dados para um cartão SD em uma planilha Excel “arquivo.csv” com os valores de tensão (volts), corrente elétrica (mA), potência elétrica (watts) e energia consumida (Wh). Na Figura 1 são exemplificados os dados obtidos.

Figura 1 – Dados obtidos no Microsoft Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	ano	mes	dia	hora	min	seg	volts	mA	watts	W-h
2	2019		4	24	19	44	30	0	0	0
3	2019		4	24	19	44	40	128	210	17
4	2019		4	24	19	44	50	128	260	21
5	2019		4	24	19	45	0	128	380	36
6	2019		4	24	19	45	10	128	410	38

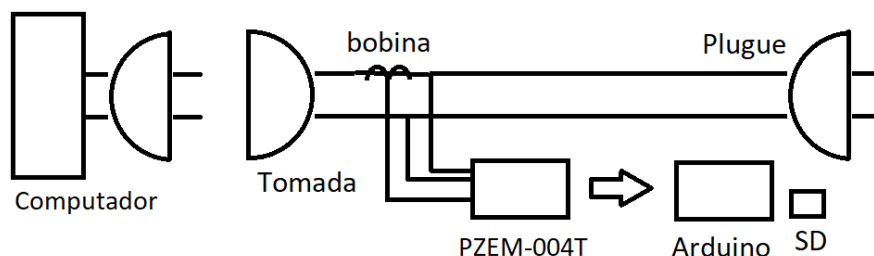
Fonte: Os autores.

Dispositivo desenvolvido

O dispositivo é composto por dois circuitos eletrônicos, um com o módulo da fabricante chinesa *Peacefair*, modelo PZEM004T, com um circuito integrado dedicado SD3004 de 16 bits. Esse módulo opera com tensões entre 80 e 260V, corrente elétrica entre 0 a 100A e com frequências alternadas senoidais entre 50 e 60Hz. Os dados são em valores eficazes ou rms. A comunicação de dados é serial através de dois acopladores ópticos para isolar as portas com tensão de 5V. Outro circuito é um Arduino UNO R3, uma plataforma de prototipagem eletrônica com hardware e software com facilidades de interação, programação e aplicação. A aquisição de dados foi programada para intervalos de 10 em 10 segundos.

O dispositivo desenvolvido é não invasivo, isto é, a corrente elétrica da “carga elétrica” não passa no interior do dispositivo desenvolvido. O PZEM mede a corrente através de uma bobina (transformador de corrente), mede a tensão diretamente, processa as informações e faz uma comunicação serial com o Arduino que, através de umas linhas de código e de bibliotecas, armazena os dados num cartão SD ou micro SD.

Figura 1 – Esquema do dispositivo que mede o consumo e registra os dados.



Fonte: Os autores.

Confiabilidade do dispositivo

O módulo PZEM004T está sendo amplamente utilizado devido a sua simplicidade e confiabilidade nas medidas. A título de exemplo, Sena (2019) em seu Trabalho de Conclusão de Curso sobre “Medidor de Consumo de Energia” mostra, em exaustivas experiências e comparações com instrumentos de precisão, que os valores obtidos no PZEM004T são confiáveis.

Validação do dispositivo

Os alunos testaram o dispositivo desenvolvido verificando se o sistema de medida estava coerente. Nos laboratórios da Faculdade de Engenharia Elétrica alguns experimentos foram feitos no sentido de aferir possíveis discrepâncias, mas se constatou depois de várias medidas que o módulo PZEM004T apresenta mínimas variações, provavelmente devido à amostragem ou ao instante em que se realizou a medida, que não se pode afirmar que sejam os mesmos entre os instrumentos.

A vantagem desse dispositivo, com linhas de programação desenvolvidas e de fácil acesso, é poder ajustar os intervalos de medidas ou “ciclos” para permitir um registro do funcionamento com quantidades de “pontos” razoáveis.

4.2 Escolha dos Computadores para Diagnóstico de Consumo

O critério para a escolha dos computadores foi um perfil de utilização em escritórios. As características ou configurações dos computadores utilizados estão no Quadro 1.

Quadro 1 – Computadores utilizados no estudo de eficiência energética

Especificações	Computador 1	Computador 2	Computador 3
Nome comercial	All in One	Notebook	Desktop comum
Fabricante	A	B	C
Sistema Operacional Microsoft Windows	10 Home	10 Home	7 Professional
Processador Intel Core	i5-5200 CPU @2.2GHZ	Intel Core i3-6006U CPU @2.00GHZ	Intel Core i3-2120 CPU @3.30GHZ
Memória RAM	4.00 GB	4.00 GB	4.00 GB
Memória HD	SSD 240 GB	HD 1 TB	500 GB
Tela	24"	15"	19"

Fonte: Os autores.

4.3 Procedimentos

Para a análise de consumo de energia adotou-se o seguinte procedimento para registrar os dados de consumo:

- Ligar o computador e deixá-lo sem atividade por uma hora.
- Utilizar o computador com uma atividade básica de internet (vídeo) e de editor de textos e planilhas.
- Utilizar no computador o dispositivo USB para carregar um “Power bank” para ver se o computador irá permanecer por mais tempo ligado.

No Quadro 2 é apresentado o Plano de Energia de dois dos computadores utilizados.

Quadro 2 – Plano de Energia dos Computadores.

Computador 1 – All in One	Computador 2 – notebook
<p>Alterar configurações do plano: Equilibrado</p> <p>Escolha as configurações de suspensão e vídeo que deseja usar no computador.</p> <p>Desligar vídeo: 10 minutos</p> <p>Suspender atividade do computador: 30 minutos</p> <p>Alterar configurações de energia avançadas</p> <p>Restaurar configurações padrão deste plano</p>	<p>Alterar configurações do plano: Optimized</p> <p>Escolha as configurações de suspensão e vídeo que deseja usar no computador.</p> <p>Na bateria Conectado</p> <p>Desligar vídeo: 5 minutos 10 minutos</p> <p>Suspender atividade do computador: 15 minutos 25 minutos</p> <p>Ajustar brilho do plano: [sliders]</p>

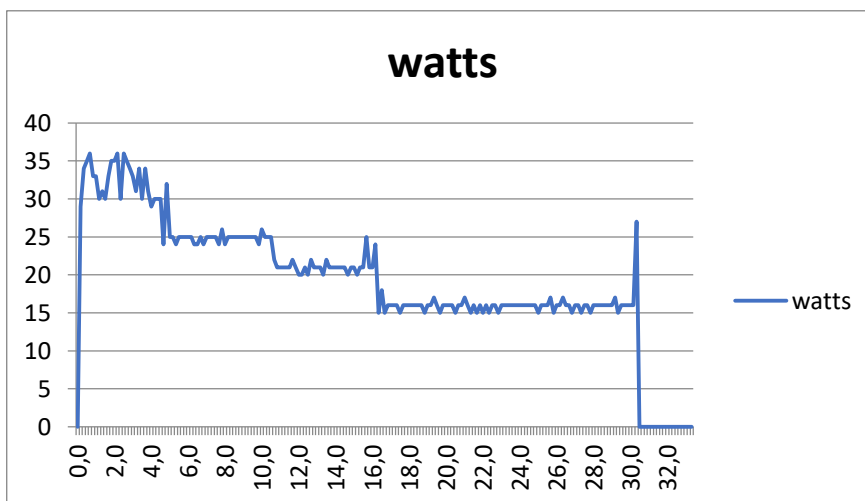
Fonte: Os autores.

5 RESULTADOS DO CONSUMO DE COMPUTADODRES E DISCUSSÃO

A partir dos dados obtidos foram realizados gráficos para melhor observação. No Gráfico 1, se observa que o computador desligou o vídeo ou monitor após 10 minutos, e que após 30 minutos do início o computador entrou no modo de suspensão. Esse computador ficou nos primeiros 5 minutos com mais atividades entorno de 32 watts, após desligar a tela, ficou com atividade entorno de 22 watts e em seguida caiu para 18 watts, e após 30 minutos do início, entrou no modo de suspensão.

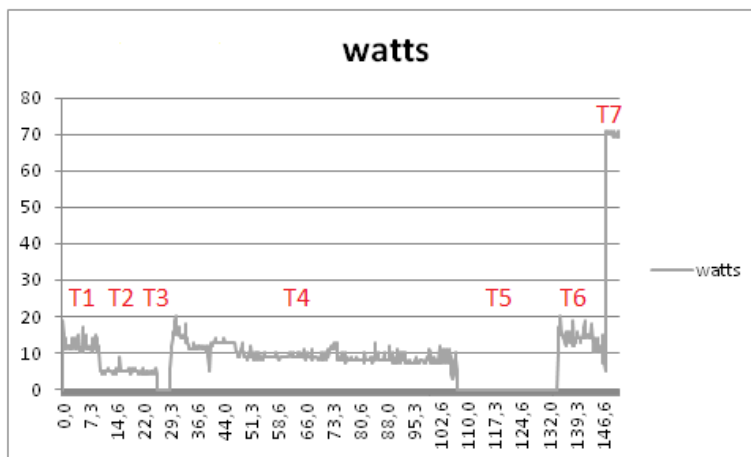
A partir da planilha com os dados obtidos, se verificou que, o computador 1 teve nos 10 primeiros minutos uma potência média de 28,2 watts, nos demais 20 minutos 18 watts. Esse computador apresentou um consumo médio para uso com internet, editor e planilhas de 27 watts.

Gráfico 1 – consumo do computador 1



Fonte: Os autores.

Gráfico 2 – Consumo do computador 2



Fonte: Os autores.

No Gráfico 2, se observa que o computador 2 ficou com o vídeo ligado por 10 minutos (Trecho T1), e após esse tempo, desligou o vídeo ou monitor. Após 25 minutos desde o início (Trecho T2), o computador automaticamente desligou. Em seguida (Trecho T3) apresentou um consumo de zero watt. Foi feito um teste usando o USB para carregar um “Power Bank” (Trecho T4), após carregar o “Power Bank” o computador desligou, e ficou com potência zero (Trecho T5). Esse computador com atividade de internet, um vídeo do “youtube”, mais atividades de edição de textos e planilhas, apresentou consumo de 14 watts (Trecho T6). No gráfico (Trecho T7) foi colocado uma lâmpada de filamento de 70 watts para verificar o consumo.

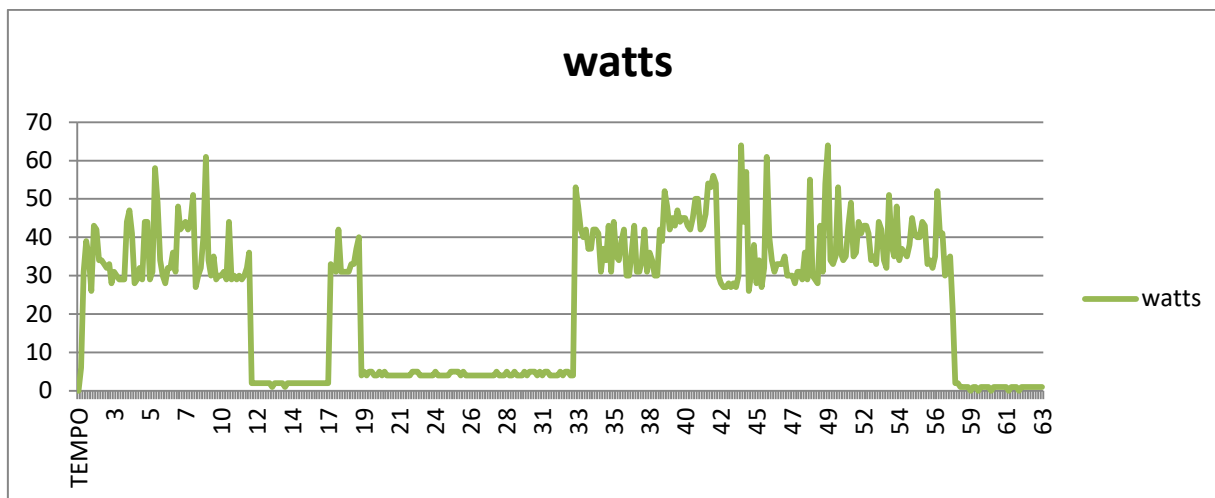
Quadro 3 – Interpretação do Gráfico 2.

Trecho	Intervalo (minutos)	Potência Média	Valor aproximado	Descrição da atividade
T1	10,1	11,95 W	12 W	Computador com a tela ligada.
T2	15,3	4,97 W	5 W	Suspensão. Tela desligada.
T3	3,3	0 W	0 W	Desligou por completo.
T4	77,8	9,6 W	9,5 W	USB c/ Carregador de bateria.
T5	27	0 W	0 W	Sem atividade.
T6	12,1	13,95 W	14 W	Internet, edição de textos e planilhas.
T7	3,5	70,14 W	70 W	Consumo de Lâmpada de 70W.

Fonte: Os autores.

O computador 2 por ser um notebook tem um consumo muito baixo (14 watts) com atividades.

Gráfico 3 – consumo do computador 3



Fonte: Os autores.

Quadro 4 – Interpretação do Gráfico 3.

Trecho (minutos)	Potência Média	Valor Aproximado	Descrição da Atividade
0– 12,1	34,8W	35W	Computador com a Tela ligada.
12,1 a 18,3	1,9W	2W	Suspensão. Tela desligada.
18,3 a 20,3	33,8W	34W	USB c/ Carregador de bateria.
20,3 a 33,4	4,3W	4W	Sem Atividade.
33,4 a 57,4	38,4W	38W	Internet, edição de textos e planilhas.
57,4 a 63,1	0,9W	1W	Desligou por completo.

Fonte: Os autores.

Não foi possível obter o plano de Energia do computador 3, mas pelo Gráfico 3, é possível observar que ele rapidamente suspende as suas atividades. Por se tratar de um computador utilizado no campus da universidade, onde há muitos computadores, o plano de energia foi ajustado para que o modo de suspensão tenha um tempo bem menor.

Quadro 4 – Interpretação geral do desempenho dos computadores.

Computador	Em uso	Impressões dos usuários	No modo de espera (ou de suspensão).	USB c/ Carregador de bateria.
1	27 W	Rápido.	Volta a funcionar imediatamente.	Sem influência. A energia consumida é para o carregador.
2	14 W	Demora para abrir um novo programa.	É necessário ligar novamente.	Ficou com a tela apagada e só desligou após o carregamento.
3	38 W	Razoável.	Volta a funcionar imediatamente.	Sem influência.

Fonte: Os autores.

A diferença em watts do computador 1 para o 3 é de 11 watts. Para 1000 computadores, a economia poderá ser estimada em $11W \times 1000 \text{ computadores} \times 5 \text{ horas/dia} \times 22 \text{ dias/mês}$, o que resulta em 1210kWh a um custo de R\$0,70/kWh (tarifa média estimada) obtemos R\$847,00/mês. Os computadores *All in one* em relação aos *Desktops* tem custos maiores, mas os *Desktops* têm mais facilidade de modificações no hardware.

Em março de 2014 o “Guia de melhor Consumo” apontava como potência elétrica para um computador de forma geral como sendo de 100 watts (ENERGIA INTELIGENTE, 2019).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para os alunos de engenharia participantes da extensão os experimentos de consumo de energia em computadores, que são utilizados no dia a dia para a maioria das pessoas, foram muito gratificantes. Para o público alvo esse estudo foi muito útil tendo em vista o elevado número de computadores, na casa do milhar.

Os computadores funcionaram de acordo com o plano de energia previsto, tanto para desligar a tela, como para suspender a atividade do computador. Após esse período o computador entra no modo de espera. O uso do plano de energia ajuda na economia de energia.

O consumo de energia dos computadores é baixo, para uma empresa pequena não será relevante a diferença de consumo de um computador para outro. Para uma empresa com muitos computadores a economia no custo dos computadores aliada a facilidade de atualização de hardware passa a ser um fator de escolha, sendo assim, a economia mensal no custo de energia frente ao volume de economia nos custos de aquisição dos computadores não se apresenta como um fator importante.

Uma análise melhor poderá ser feita em notebooks devido ao baixo consumo e a mobilidade.

Agradecimentos

À Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas) por todo apoio, que desde o primeiro momento viabilizou e contribuiu para tornar realidade o Trabalho de Extensão e aos gestores e/ou técnicos da Prefeitura do Município de Campinas, em especial da “Secretaria do Verde, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável” (SVDS) que possibilitaram o processo de intervenção da Extensão.

REFERÊNCIAS

MAMEDE FILHO, J. **Instalações Elétricas Industriais**, 3 ed. Rio de Janeiro: LTC, 1988.

PROCEL. **Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica**. Disponível em: <<http://www.procel.gov.br/main.asp>>. Acesso em: 08 nov. 2017.

ENERGIA INTELIGENTE, Guia do melhor consumo Dicas de economia de energia e segurança com a rede elétrica. Disponível em: <https://www.cemig.com.br/pt-br/A_Cemig_e_o_Futuro/sustentabilidade/nossos_programas/Eficiencia_Energetica/Documents/GUIA%20MELHOR%20CONSUMO_CARTILHA.pdf> Acesso em: 09 abr. 2019.

MME. **Plano Nacional de Eficiência Energética**. Ministério de Minas e Energia – MME. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/10584/1432134/>>

Plano+Nacional+Efici%C3%A2ncia+Energ%C3%A9tica+%28PDF%29/74cc9843-cda5-4427-b623-b8d094ebf863?version=1.1> Acesso em: 09 nov. 2017.

SENA, G. E. de O. **Medidor de Consumo de Energia Elétrica com acesso local e remoto usando plataforma ESP8266**. Trabalho de Conclusão de Curso, 2018. Disponível em: <<http://dspace.unipampa.edu.br:8080/bitstream/riu/3305/1/Gerson%20Evandro%20de%20Oliveira%20Sena%20-%202018.pdf>> Acesso em: 17 de abr. de 2019.

UNIVERSITY EXTENSION STUDENTS DO COMPUTER ENERGY CONSUMPTION ANALYSIS

Abstract: *Students of the engineering courses and participants of the Extension Project focused on Energy Efficiency make a comparison of consumption between computers. For companies or establishments with a high number of computers, the energy consumption of the set may have a significant impact on the electricity bill, in which case low power computers should be considered. In 2018 and 2019, the tutor develops an Extension Project with socio-educational activities with managers and / or technicians of the Municipality of Campinas in relation to the rational use of energy and energy efficiency. It is a proposal for intervention, derived from the teaching and research activities of the University, which contributes to the integral formation of the human person and to the construction of a just and solidary society. University students participate in a collaborative and autonomous way. This article presents a first study in a simplified way about the energy consumption of different computers. A consumption data acquisition system was developed to monitor energy consumption, and with this system, it was possible to verify the consumption of different computers. As a result, in addition to the joint knowledge acquired in the activities, it offered the target public the possibility to better evaluate the energy consumption of the computers, and with that, to have conditions of action, of awareness regarding energy efficiency. Extension work carried out jointly with the "Pró-Reitoria de Extensão e Assuntos Comunitários da Pontifícia Universidade Católica" of Campinas, with the participation of managers and / or technicians of the "Secretaria Municipal do Verde, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável" of the Municipality of Campinas (SP).*

Key-words: *Sustainability, Rational Use of Energy, Energy Efficiency, Sustainable Buildings*