ALUNOS VOLUNTÁRIOS DO TRABALHO DE EXTENSÃO VOLTADO À EFICIÊNCIA ENERGÉTICA ANALISAM O CARREGAMENTO DE BATERIAS DE NOTEBOOKS E DE CELULARES

Francisco de Salles Cintra Gomes *– salles@puc-campinas.edu.br*
Pontifícia Universidade Católica de Campinas – Faculdade de Engenharia Elétrica
Rua Prof. Dr. Euryclides de Jesus Zerbini, 1516, Parque Rural Fazenda Santa Cândida
13087-571 – Campinas – S. P.

Beatriz Morelatto Lorente *– bia.m.lorente@gmail.com*
Pontifícia Universidade Católica de Campinas – Faculdade de Engenharia de Computação

Carlos Henrique Vieira Marques *– carlos_dr.kyrillos@hotmail.com*
Pontifícia Universidade Católica de Campinas – Faculdade de Engenharia de Computação

Fernanda Lima Da Silva *– fldsfernanda@gmail.com*
Pontifícia Universidade Católica de Campinas – Faculdade de Engenharia Elétrica

Gabrielly Beatriz Pereira Do Carmo *– gabyybeatriz74@gmail.com*
Pontifícia Universidade Católica de Campinas – Faculdade de Engenharia Elétrica

Ludmila Cordeiro Lopes Vitoriano *– ludlops20@gmail.com*
Pontifícia Universidade Católica de Campinas – Faculdade de Engenharia Elétrica

Resumo: *Este trabalho tem como objetivo analisar o carregamento de bateria de notebooks e de celulares. Trata-se de trabalho com forte enfoque prático, próprio dos alunos de engenharia, que apoiam as ações do Trabalho de Extensão voltado à eficiência energética e à sustentabilidade. Alunos universitários participam como voluntários no Trabalho de Extensão que tem por objetivo principal promover ações que contribuam para a melhoria de vida das pessoas. O Trabalho de Extensão conta com um docente e com a participação de cerca de vinte alunos universitários voluntários, sendo que um dos objetivos é a produção de material de apoio que favoreça a autonomia do público alvo, pessoas em situação de vulnerabilidade da região de Campinas, e de outras pessoas. A replicação dos materiais desenvolvidos faz parte dos objetivos da Extensão para que se alcancem outros públicos. O Trabalho de Extensão é realizado em conjunto com a Pró-Reitoria de Extensão e Assuntos Comunitários da Pontifícia Universidade Católica de Campinas no ano 2020. O público alvo do trabalho em si conta com a participação de pessoas em situação de vulnerabilidade social, vinculados à Paróquia Jesus Cristo Libertador e as Comunidades participantes da região do Campo Grande (Campinas-SP), e à Paróquia João Paulo II (Hortolândia-SP).*

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

1 INTRODUÇÃO

Este artigo contempla a análise do carregamento de baterias de notebooks e de celulares por alunos voluntários da Extensão. Os notebooks têm forte presença no meio universitário, o que fez surgir desde o primeiro momento, questões relacionadas à eficiência energética em relação às baterias dos notebooks. Questões do tipo: "quanto custa uma carga de bateria de um notebook?" ou "será que está carregado totalmente?" são questionamentos frequentes entre os alunos. Os celulares estão presentes no dia a dia de muitas pessoas. Questionamentos sobre o custo de uma carga de bateria de um notebook e até mesmo em como saber se o notebook está carregado totalmente foram frequentes entre os alunos. No entanto, muitas dessas dúvidas também são apresentadas sobre os celulares, que estão presentes no dia a dia de grande parte da população e podendo até mesmo substituir o notebook em algumas ocasiões.

Os alunos participam como voluntários do Projeto de Extensão voltado à Eficiência Energética e às ações de sustentabilidade. O projeto é coordenado por um docente extensionista e intitulado "A Inovação Social e o compromisso com a Sustentabilidade através de ações voltadas ao Uso Racional de Energia e Eficiência Energética", cujo objetivo principal é "desenvolver processos e/ou produtos, visando a sustentabilidade ambiental, econômica e social, inclusive a geração de renda de populações vulneráveis".

O tema deste artigo tem caráter prático e experimental, próprio dos alunos de engenharia, ligado diretamente às bancadas de laboratório que poderá resultar em um bom aprendizado para todos. Este artigo foi desenvolvido por um grupo de alunos universitários voluntários participantes da Extensão. Ao final são apresentados os resultados e os desdobramentos práticos.

O Trabalho de Extensão está sendo realizado, em 2020, em conjunto com a Pró-Reitoria de Extensão e Assuntos Comunitários (PROEXT) da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, contando com a participação de pessoas em situação de vulnerabilidade social vinculadas à Paróquia Jesus Cristo Libertador e às Comunidades participantes da região do Campo Grande (Campinas-SP), e à Paróquia João Paulo II (Hortolândia-SP). Faz parte dos objetivos orientar os alunos protagonistas da extensão para participar de eventos de extensão e em congressos, possibilitando soluções (projetos, produtos, serviços, etc.) às comunidades e às instituições envolvidas.

2 TRABALHO DE EXTENSÃO E SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

O Trabalho de Extensão se refere ao biênio 2020-2021, conta com um docente coordenador e com a participação de um grande grupo de alunos voluntários da Universidade. Os alunos são dos cursos de Engenharia da Universidade: seis do curso de Engenharia Elétrica, um do curso de Engenharia de Produção e doze do curso de Engenharia de Computação.

O Projeto do docente aprovado pela universidade contempla um plano específico para os alunos voluntários com objetivos precisos muito bem delineados.

2.1 Grupo de Alunos voluntários e o Trabalho de Extensão

O Trabalho de Extensão envolve alunos do curso de engenharia com um tema atual, aumentando a capacidade para a busca de soluções e para o envolvimento, com visão crítica para soluções de futuros problemas.

O Trabalho de Extensão do docente tem como objetivo "desenvolver processos e/ou produtos, visando a sustentabilidade ambiental, econômica e social, inclusive a geração de

renda por populações vulneráveis". As ações dos alunos na Extensão são valorizadas pela universidade e a presença dos alunos tem gerado maior eficácia. Alguns objetivos específicos do Trabalho de Extensão são os seguintes:

- Promover a Inovação Social com a Sustentabilidade ambiental, econômica e social em comunidades diferenciadas através de ações voltadas ao uso racional de energia elétrica e eficiência energética.
- Promover a produção, conjunta com o público-alvo ou com extensionistas, de materiais (documentários, vídeos, cartilhas, manuais, etc.) e/ou de produtos e/ou de processos que apoiem e/ou articulem conceitos sobre temas de sustentabilidade e de eficiência energética com possibilidade de contribuir para melhorar os conhecimentos ou a qualificação profissional tendo em vista, inclusive, a geração de renda.
- Priorizar procedimentos simples que gerem, deem ou favoreçam melhores condições de vida às pessoas e às instituições envolvidas.

2.2 Metodologia do Trabalho de Extensão

São realizadas reuniões semanais de orientação com os alunos e com o público alvo, e na medida do possível, realizar atividades socioeducativas quinzenais. A partir das colocações de todos, os materiais de apoio começam a ser construídos e as ações tornam-se mais efetivas. O método de intervenção privilegia as oficinas com a participação do público-alvo, através de atividades socioeducativas (oficinas, encontros e reuniões), de maneira a contribuir para a busca de conhecimento dos envolvidos.

Público alvo

O público alvo do projeto de Extensão conta com a participação de pessoas em situação de vulnerabilidade social vinculadas às Comunidades das Paróquias Jesus Cristo Libertador da região do Campo Grande (Campinas-SP) e aos participantes da Paróquia São João Paulo II (Hortolândia-SP).

2.3 Metodologia aplicada neste artigo

A partir de reuniões semanais com os alunos surgiu o interesse inicial em avaliar o carregamento de baterias de notebooks, na medida em que foram feitas as reuniões, surgiu também o interesse em avaliar as baterias de celulares.

Trata-se de um experimento com um medidor para avaliar o carregamento das baterias. São anotadas as condições iniciais de corrente elétrica e, a seguir, conecta-se o notebook ou o celular. Os dados são anotados de 10 em 10 minutos.

A ideia do celular surgiu decorrente do fato de que muitas pessoas têm celulares e orientações a respeito do carregamento poderão ser muito úteis. Os notebooks são frequentes no meio universitário e as orientações são bem-vindas.

Público alvo

O grupo de alunos voluntários manifestou interesse na avaliação do carregamento de baterias e também por ser um assunto ligado à temática do trabalho de Extensão. Foi feito um levantamento entre os alunos a respeito dos notebooks com o intuito de melhor avaliar alguns aspectos relacionados ao dia a dia de utilização deste aparelho.

3 USO DE COMPUTADORES E DE NOTEBOOKS NA VISÃO DOS ALUNOS

Antes mesmo de se fazer uma avaliação do consumo e/ou da carga de baterias de notebooks e de celulares, foi realizado entre os alunos voluntários um questionário referente

ao uso de computadores e/ou notebooks. Foram elaboradas, com o auxílio de alguns alunos, questões simples e com respostas objetivas e claras. Esse questionário foi apresentado a outros fora do escopo a fim de evitar influencias nas respostas. A ideia inicial era analisar a utilização e a carga da bateria de notebooks.

Esse questionário foi encaminhado aos alunos voluntários, dos quais parte deles demonstrou interesse em respondê-lo. Os alunos são estudantes de engenharia, totalizando 14 respondentes.

As questões, na sua maioria, são de múltipla escolha e os resultados estão presentes nos Quadros de 1 a 3.

Quadro 1 – Questões a respeito de preferências quanto ao uso de computador ou de notebook.

1. Para trabalhar e/ou estudar você prefere:	2. Na sua casa, se puder escolher, você prefere:
• Computador de casa 50 % • Notebook 43 % • Computador da faculdade 0 % • Indiferente 7 %	• Computador 50 % • Notebook 14 % • Só tenho computador 7 % • Só tenho notebook 29 % • Não tenho comp. nem noteb. 0 %

Fonte: Os autores.

Quadro 2 – Questões relativas a utilização do computador ou notebook.

3. A maior parte do tempo em que você está no computador ou notebook, você está:	4. Quanto tempo (em horas por dia), aproximadamente, você fica no computador ou notebook?
• Na internet pesquisando algo 76% • Digitando textos ou planilhas 14 % • Respondendo e-mails 0 % • Redes sociais 14 %	• 1h 0 % • 1h30 0 % • 2h 7 % • 2h30 14 % • Mais de 3 horas 79 % • Não tenho ideia 0 %

Fonte: Os autores.

Quadro 3 – Questões relativas às impressões acerca das baterias dos notebooks.

5. Caso possua notebook, qual o tempo médio que demora para carregar a bateria?	Questões abertas 6 e 7 6. Você tem ideia do custo para carregar a bateria?
• 1h 0 % • 1h30 14 % • 2h 29 % • 2h30 0 % • Mais de 3 horas 14 % • Não tenho notebook 14 % • Não tenho ideia 29 %	• Não 93 % • Sim 7% 7. Na compra de um notebook, você considera a duração da bateria? • Sim 93 % • Depende da finalidade 7%

Fonte: Os autores.

O que se nota nas questões 1 e 2, no Quadro 1, é que há uma preferência em relação ao computador "pessoal" para estudo e para trabalho, muito provavelmente pelo conforto em relação à mesa, à tela, ao teclado e à própria configuração pessoal. O notebook tem boa

presença devido a mobilidade, é o que se faz notar devido às respostas da 1 questão no Quadro 1, com uma preferência de 43 %.

Nas questões do Quadro 3, relativas à bateria dos notebooks, o que se nota é que há uma preocupação na compra, mas que no dia a dia não há atenção relativas ao custo e à carga.

A partir das perguntas abertas, os alunos veem nos notebooks algumas desvantagens em relação à atualização do hardware, aos custos para melhorias, limitações (periféricos, etc.) e à autonomia da bateria. E que a maior vantagem é a mobilidade.

4 FATORES IMPORTANTES NOS NOTEBOOKS

Em 2018, as vendas de notebooks foram de 3.920 mil e as dos computadores foram de 1.655 mil (TELECO, 2020), em termos percentuais de mercado, 70,3 % e 29,7 % respectivamente. Nesse mesmo ano, eram 180 milhões de computadores. O primeiro pensamento é que os notebooks estão em ascensão de vendas.

Os alunos também avaliam condições importantes para o melhor funcionamento dos notebooks. A seguir estão elencados alguns pontos importantes para o desempenho.

Software e Hardware para melhor desempenho

Com o passar do tempo é comum encontrar certa lentidão no funcionamento do notebook. A maior quantidade dos programas de inicialização pode atrapalhar, e a recomendação é deixar na inicialização somente os programas que realmente são necessários. Os antivírus são bem-vindos e outros softwares do tipo também podem configurar o notebook para melhor desempenho. Faz parte da análise do desempenho os "sistemas de gerenciamento de energia" (brilho na tela, descanso e outros) que melhoram consideravelmente a durabilidade da bateria.

Fatores de hardware, como aumentar a memória RAM, e adicionar um SSD (Solid-State Drive) no lugar do HD aumentam consideravelmente o desempenho do notebook ou do computador, possibilitando maior velocidade nos aplicativos.

Processadores

Dentre os vários tipos de processadores, destacam-se os "multiCore" (i3, i5, i7) para o uso residencial e os processadores tipo Xeon para uso comercial e industrial. Mas cabe lembrar que para aumentar a velocidade do processamento o importante é o conjunto: processador, memórias (RAM, etc.) e o sistema operacional (e/ou softwares) atuando em harmonia.

Tipos de bateria

Uma orientação frequentemente encontrada em sites da internet, para maior vida das baterias, que normalmente são contabilizadas em número de ciclos, consiste em mantê-las em níveis acima dos 20%.

As baterias antigas como a NICD (níquel cádmio) e NIMH (níquel metálico), têm efeito memória e apresentam menos tempo de vida útil quando comparada às baterias atuais. Atualmente a bateria de Li-Ion (Íon de Lítio) tem se tornado padrão, uma vez que é mais leve e com o dobro (em relação a NIMH) ou o triplo (em relação a NICD) da capacidade de armazenamento.

"As baterias de íon de lítio são usadas globalmente para alimentar os eletrônicos portáteis que usamos para comunicar, trabalhar, estudar, ouvir música e buscar conhecimento" (GALILEU, 2019), reconheceu o comitê do prêmio Nobel de Química em 2019 ao premiar os pesquisadores pelo alcance da bateria Li-Ion no mundo atual.

5 ANÁLISE DO DESEMPENHO DO CARREGAMENTO DA BATERIA

Através de um medidor capaz de medir tensão (V_{AC}), corrente elétrica (A), potência elétrica (W) e energia (Wh) foram realizadas tais medidas. Inicialmente se conectou o carregador do notebook ou do celular no medidor, mas não se conectou o notebook ou celular, isso para ver o valor inicial só com o carregador. Nos notebooks analisados, a indicação de corrente elétrica foi de 0,01 A e, os demais valores, de potência e de energia indicaram zero.

Trata-se de um medidor não invasivo (a bobina de medida fica envolta no fio de alimentação), do fabricante Ningbo Peacefair Electronic Technology, modelo PZEM-061, com as especificações próprias (80 ~ 260VAC, 20A/4500 W, 45-65Hz). Esse medidor é amplamente utilizado, por exemplo, em trabalhos de conclusão de curso. Foram realizadas para verificações e os resultados foram comprovados e satisfatórios.

Os notebooks e os celulares têm dois anos de uso aproximadamente. Os notebooks são utilizados de uma ou duas vezes por semana com uma hora de uso e com uma recarga semanal (em média) após chegar ao nível de carga entre 20 a 30%. Os celulares são utilizados diariamente e com recargas diárias após 20 ou 30% do nível de carga.

5.1 Avaliação dos Notebooks

Para dois notebooks diferentes (sistema operacional e fabricante), foram feitas medidas de potência e energia para a recarga da bateria com a preocupação de acompanhar o "led" ou a luz indicativa de carga ou a indicação na tela a respeito do carregamento. Na Tabela 1 estão os tempos de carregamentos apontados pelos indicadores externos.

Tabela 1 – Tempo de carregamento dos notebooks.
Tempo de carregamento até indicar "carregado" ou 100%.

Notebook	Sistema Operacional	Carga inicial	Tempo (p/ 100%)	Wh
1	Windows	20%	1h40	41
2	iOS	30%	1h12	44

Fonte: Os autores.

Após a indicação de "carregado" ou de 100% de carga, as medições continuaram até que se verificasse que as leituras ficassem iguais as condições iniciais. Na Tabela 2 são apresentados esses resultados.

Tabela 2 – O Tempo final foi considerado até o medidor indicar os valores de início.

Notebook	Sistema Operacional	Carga inicial	Tempo Final	Wh
1	Windows	20%	2h08	45
2	iOS	30%	2h00	50

Fonte: Os autores.

Fazendo uma síntese dos resultados obtidos na Tabela 3, concluímos que os notebooks mesmo com o indicativo de "carregado" ainda não haviam terminado o processo de carregamento da bateria.

Na tabela 4 encontram-se os dados de carregamento de um dos notebooks e na Figura 1 o gráfico com dados da Tabela 4 de Potência (W) e de Energia (Wh). Na Figura 1, no eixo das abcissas está indicado o tempo em minutos. A indicação de 100% se deu aos 72 minutos (traço vertical).

Tabela 3 – Verificou-se um tempo a mais de carregamento para carga total.

Notebook	Sistema Operacional	Tempo a mais (p/ carga total)	Estimativa (recarga total)	Energia a mais	Percentual a mais
1	Windows	28 min.	56 Wh	4 kWh	7,1 %
2	iOS	58 min.	71 Wh	6 kWh	8,5 %

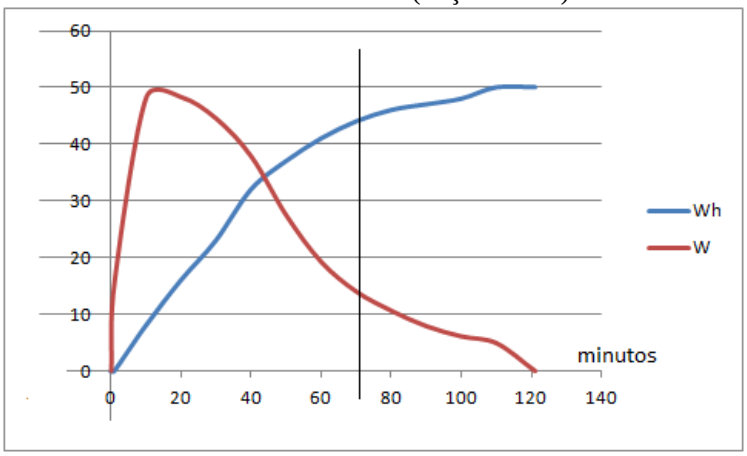
Fonte: Os autores.

Tabela 4 – Tempo de carregamento com os dados obtidos do medidor para o notebook 2.

Tempo (minutos)	**Carga** (%)	**Corrente** (A)	**Potência** (W)	**Energia** (Wh)
0	30	0,01	0,0	0
1	31	0,23	16,1	0
10	43	0,66	48,3	8
20	56	0,66	48,3	16
30	68	0,62	44,5	23
40	79	0,51	37,8	32
50	89	0,38	27,4	37
60	95	0,26	19,2	41
70	99	0,19	14,0	44
80	100	0,15	10,6	46
90	100	0,13	7,9	47
100	100	0,10	6,1	48
110	100	0,08	4,9	50
121	100	0,01	0	50

Fonte: Os Autores.

Figura 1 – Dados da Tabela 4: Potência (W) e Energia (Wh). No eixo das abcissas está o tempo em minutos. A indicação de 100% se deu aos 72 minutos (traço vertical).



Fonte: Os Autores.

5.2 Avaliação dos Celulares

Para os celulares de diferentes marcas no modo "avião", nos quais foram feitos os mesmos procedimentos para os notebooks, os valores iniciais no medidor indicaram: corrente elétrica zero e os valores de potência e de energia também zero. Os dados de carregamento estão na Tabela 5. Os celulares estavam com seus carregadores originais de fábrica.

Tabela 5 – Tempo de carregamento dos celulares.
O Tempo Final foi considerado até indicar as mesmas condições iniciais.

Celular	Sistema Operacional	Carga inicial	Tempo até 95%	Wh até 95%	Tempo até 100%	Wh até 100%	Tempo Final
1	Android	50 %	1h09	7	1h16	8	1h38*
2	Android	37 %	1h02	9	1h30	10	1h31
3	iOS	22%	1h09**	6	2h10	6	2h15***

*com 8Wh; **até 93% *** com 6 Wh
Fonte: Os autores.

5.3 Análise de consumo dos Notebooks e dos Celulares

No carregamento dos notebooks, notamos que após a indicação de 100%, o carregamento continuou resultando num tempo a mais e num valor a mais de carga. Verificamos que houve um acréscimo de aproximadamente 8% de carga para cerca de meia hora a mais para um deles e uma hora a mais para o outro.

Os celulares indicaram melhor a carga ou a situação da bateria em relação ao carregamento, mostrando que são mais precisos na indicação de carga.

Os celulares 1 e 2 com cerca de pouco mais de uma hora atingiram 95 %. A finalização, dos 95 % de carga até a carga total, foi de cerca de 30 minutos. Em síntese e analisando em termos práticos: o processo de carregamento para os celulares 1 e 2: na 1ª hora chegou próximo dos 95% e na próxima meia hora nos 100 %. O celular 3, carregou até 93% em uma hora e demorou mais uma hora para finalizar o processo.

Análises da potência aparente e do fator de potência (MAMEDE FILHO, 1988) não fizeram parte deste artigo, mas poderão ser considerados em avaliações futuras.

5.4 Custo de carregamento dos Notebooks e dos Celulares

O custo de carregamento é avaliado a partir da energia consumida e o custo do kWh (CREDER, 2016). Para os notebooks, com o consumo total estimado, na Tabela 2, de 56 e 71 Wh, e considerando o custo do kWh com impostos de R$ 0,80 (aproximadamente), teremos: para os notebooks R$0,045 e R$0,057. Para os celulares, o custo de uma recarga de 10 Wh será de R$0,008.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O notebook, após o carregamento, não exigiu mais corrente elétrica e mesmo que o indicador tenha chegado a 100 % o processo de carga não terminou, o que nos faz concluir que um tempo a mais ligado na tomada dará mais carga ao notebook, cerca de até 8%.

Para os celulares, o que se notou é que são mais precisos em relação à indicação de carga. Também se nota que a velocidade de carga é rápida até os 95%, cerca de 1 hora, e que dos 95% até o 100%, variou de meia hora a uma hora. Fato que nos leva a concluir, nos momentos de correria do dia a dia, que o carregamento de 1 hora será bem satisfatório.

O que se apresenta neste artigo poderá ser aprofundado com análises mais precisas, considerando outras situações dos aparelhos envolvidos como o momento da vida útil das baterias (meia vida ou nova) para maior tempo de durabilidade.

O número de amostras é pequeno, dois notebooks e dois celulares. Estudos com mais equipamentos poderão expressar melhor os comportamento sobre o carregamento das baterias. Análises estatísticas poderão ser consideradas numa amostra maior.

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 párocos da Paróquia Jesus Cristo Libertador e das Comunidades participantes, da região do Campo Grande (Campinas-SP), e da Paróquia João Paulo II (Hortolândia-SP) que desde o primeiro momento apoiaram, incentivaram e deram condições para a realização do Trabalho de Extensão.

REFERÊNCIAS

CREDER, H. **Instalações Elétricas**. 16ª ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2016.

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

GALILEU, **Baterias de íons de lítio, a revolução tecnológica reconhecida no Prêmio Nobel de 2019**. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2019/10/baterias-de-ions-de-litio-revolucao-tecnologica-reconhecida-no-premio-nobel-de-2019.html>. Acesso em: 23 abril 2020.

TELECO, **Inteligência em Telecomunicações**. Disponível em: <https://www.teleco.com.br/Ti_Brasil.asp>. Acesso em: 24 abril 2020.

VOLUNTEER STUDENTS FROM EXTENSION WORK ON ENERGY EFFICIENCY ANALYZE THE CHARGING OF BATTERIES FOR NOTEBOOKS AND MOBILE PHONES

Abstract: *This work aims to analyze the battery charging of notebooks and cell phones. It is a work with a strong practical focus, typical of engineering students, who support the actions of the Extension Work aimed at energy efficiency and sustainability. University students participate as volunteers in the Extension Work whose main objective is to promote actions that contribute to the improvement of people's lives. The Extension Work has a teacher and the participation of about twenty volunteer university students, one of the objectives and the production of support material that favors the autonomy of the target audience, people in situations of vulnerability in the region of Campinas, and other people. The replication of the developed materials is part of the Extension's objectives so that other audiences can be reached. The Extension Work is carried out in conjunction with the "Pró-Reitoria de Extensão e Assuntos Comunitários da Pontifícia Universidade Católica de Campinas" in 2020. The target audience, of the work itself, has the participation of people in situations of social vulnerability linked to the "Jesus Cristo Libertador" Parish and the participating Communities, in the Campo Grande region (Campinas-SP), and the "João Paulo II" Parish (Hortolândia-SP).*

Keywords: *Sustainability, Rational Use of Energy, Energy Efficiency, Sustainable Buildings.*