



SUSTENTABILIDADE NO DESENVOLVIMENTO DE BANCADAS DIDÁTICAS UTILIZANDO LIXO ELETRÔNICO COM APLICAÇÃO NO ENSINO- APRENDIZADO DOS CONVERSORES CA-CC

LUCAS DO NASCIMENTO RAIOL; LUCAS LOBATO CHAGAS; NATHÁLIA DE
CASTRO NASCIMENTO; SILZAMAR DE MORAES SANTOS; MOISÉS HAMSSÉS
SALES DE SOUSA

RESUMO

Introdução: Atualmente, o setor produtor de eletroeletrônicos apresenta um aumento significativo em sua produção devido ao surgimento de novas tecnologias e equipamentos impulsionados pela demanda de consumo e poder aquisitivo da população. Devido a isso, o descarte inadequado de equipamentos considerados inutilizados e obsoletos cresce acentuadamente. Para reduzir este problema, a reutilização e reciclagem de resíduos se torna uma alternativa a fim de contribuir com a redução dos impactos negativos à natureza. O presente trabalho busca demonstrar práticas de reutilização de componentes eletrônicos com o objetivo de suprir a necessidade de aprendizado da eletrônica básica através do desenvolvimento de uma bancada didática. **Material e Método:** Após uma pesquisa bibliográfica relacionada ao tema proposto, foram feitos levantamentos de componentes necessários para compor a bancada didática, os materiais foram adquiridos através de doações e coletas de sucata eletrônica de equipamentos inutilizados. O selecionamento dos componentes se deu por medições confirmando o bom estado dos materiais para posteriormente retirá-los das suas respectivas placas de circuito. O circuito conversor apresenta três estágios consistindo no rebaixamento da tensão elétrica, retificação de sinal e filtragem, a montagem deste circuito se deu utilizando instrumentos auxiliares e componentes de fixação e conexão para obter segurança em sua utilização. **Resultados e discussão:** A utilização da bancada didática se deu através de aulas e exposições científicas para estudantes de ensino médio/fundamental e graduação, durante este processo, foi observado a compreensão dos fenômenos envolvidos por trás da eletrônica presente na bancada didática bem como a proposta de reutilizar componentes oriundos do lixo eletrônico. As vantagens em reutilizar componentes eletrônicos são atreladas a desvantagem no baixo índice de reaproveitamento de peças adjacentes como carcaças de plástico e metal, com isso, a necessidade de aperfeiçoar a eficiência na reutilização e reciclagem dos materiais presentes no lixo eletrônico se faz presente. **Conclusão:** A temática sobre a reutilização de componentes eletrônicos, juntamente com sua aplicação em ambiente acadêmico revelou sua importância para a conscientização e preservação do meio ambiente bem como um meio eficiente para representar de maneira prática conceitos teóricos envolvidos em assuntos encontrados em cursos de ciências exatas.

Palavras-chave: Meio ambiente; Educação ambiental; Impacto ambiental; Remanejamento; Circuito retificador.

1 INTRODUÇÃO

Segundo Andrade (2002), um dos setores industriais com maior desenvolvimento na era contemporânea corresponde à indústria de eletroeletrônicos. Este desenvolvimento se deve a intensa demanda oriunda do crescente aumento do poder aquisitivo da população, juntamente

com o surgimento de novas tecnologias que geram novos modelos de equipamentos nos quais fomentam a necessidade de consumo da sociedade. Em decorrência disso, o descarte de eletroeletrônicos considerados obsoletos e inutilizados em local indevido cresce simultaneamente. De acordo com Shahabuddin *et al.* (2023), no ano de 2019 apenas 17% da produção global de resíduos eletrônicos estimada em 53,6 mega toneladas foram descartadas e tratadas de maneira adequada.

A dificuldade para alocar eletroeletrônicos descartados é notória visto a alta quantidade de equipamentos para um contingente insuficiente de pontos de coleta e de tratamento, reciclagem e/ou reutilização destes. Segundo Lee *et al.* (1999), atrelado a carência de instalações de armazenagem de lixo eletrônico existe o perigo contido na composição química desses equipamentos, muitos desses contendo mercúrio, fósforo, chumbo, cádmio e bromo, fazendo assim necessário alternativas para seu descarte adequado com o objetivo de prevenir possíveis impactos ambientais. No Brasil, mesmo após 13 anos da implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), cerca de 37% dos municípios ainda não possuem aterros sanitários, de acordo com o último diagnóstico do (PNRS), fato este que aumenta ainda mais o risco de contaminação do solo e lençóis freáticos. Segundo Tsushima *et al.* (2021) até 2021 existiam apenas 173 pontos de coleta de eletroeletrônicos no Brasil, o que para um país de extensão continental é um número pouco expressivo.

Segundo Silva (2010), o desenvolvimento sustentável em primeiro momento se referiu a manutenção de recursos naturais e processos biológicos sendo posteriormente agregado por preocupações em aspectos culturais e econômicos, enquanto Torresi *et al.* (2010) descreve a sustentabilidade como um conjunto de ações sustentáveis que envolvem tudo o que nos cerca, não apenas voltadas para a redução dos gases do efeito estufa, mas uma forma de cuidar do meio ambiente para que este continue existindo.

Utilizando o conceito de desenvolvimento sustentável como base, a reutilização é uma das alternativas para o descarte do lixo eletrônico, pois a necessidade de preservação do meio ambiente agregada ao contingente de lixo descartado acarreta na geração de oportunidades para reutilizar parte deste recurso em uma nova aplicação. Com isso, um possível destino para aplicação do recurso retirado do lixo eletrônico é a educação, especificamente em cursos de engenharia, onde são encontradas ementas que possuem o estudo da física, constituição e funcionalidade de componentes eletroeletrônicos, sendo necessário uma abordagem de ensino que envolvam aplicações de fundamentos científicos no ambiente prático para se obter um melhor aprendizado por parte dos alunos, no entanto, a carência de componentes físicos para realizar experimentos e práticas laboratoriais desencadeia uma busca por métodos alternativos para alcançar o aprendizado na área da eletrônica.

Dentre os componentes que compõem um eletroeletrônico nos quais apresentam possível reutilização, destacam-se elementos como capacitores, transformadores, indutores e diodos, nos quais desempenham funções fundamentais para o entendimento dos circuitos elétricos. Dentre as diversas funções realizadas por estes componentes, a retificação e filtragem do sinal elétrico é um processo fundamental na conversão do sinal elétrico alternado em sinal contínuo e atenuado, este processo permite o carregamento de aparelhos eletroeletrônicos energizados por baterias ao serem conectados na rede elétrica com sinal elétrico alternado, fazendo desta função um dos principais circuitos a serem estudados na eletrônica.

O presente trabalho consiste na prática da reutilização de componentes eletrônicos e não eletrônicos descartados, inutilizados ou retirados de lixos para desenvolver uma bancada didática voltada para o ensino-aprendizado dos conversores CA-CC presentes em vários sistemas eletroeletrônicos dentro da engenharia.

2 MATERIAL E MÉTODOS

De acordo com o objetivo inicial do projeto, a reutilização dos componentes

eletroeletrônicos se deu a partir do recebimento de doações e coleta de equipamentos nos quais estavam em estado de descarte, defeito e inutilizados. A partir da aquisição de lixo eletrônico, a seleção de componentes em bom estado se deu a partir da desmontagem dos equipamentos eletrônicos com o objetivo de alcançar peças pré-selecionadas como transformadores, capacitores e diodos, sendo estes, componentes fundamentais para o circuito de conversor de energia CA-CC. Após alcançar as placas de circuito, uma análise através de medições utilizando um multímetro foi realizada com o objetivo de assegurar o bom estado de funcionamento de cada componente específico para posteriormente retirá-los de suas respectivas placas de circuito, a figura 1 mostra os componentes retirados das respectivas placas e o teste de componentes.

Figura 1: Extração e teste de componentes.



O circuito conversor CA-CC utilizado como base teórica para a montagem do presente protótipo é denominado de retificador de onda completa em ponte, segundo Malvino *et al* (1993) este circuito apresenta três estágios com aplicações de componentes variados em cada um deles. O primeiro estágio consiste no rebaixamento de tensão realizado por um transformador rebaixador no qual reduz a tensão nominal da rede elétrica disponível de 127 volts para 12 volts, em seguida, a etapa de retificação converte o sinal elétrico alternado rebaixado pelo transformador em um sinal contínuo através de um conjunto de diodos retificadores conectados entre si, para por fim, na etapa de filtragem com capacitores realizar a atenuação do sinal elétrico que consiste em reduzir a amplitude de sua oscilação após o rebaixamento e a retificação, processo este descrito na figura 2.

Figura 2: Etapas da conversão CA-CC



No processo de prototipagem e montagem do circuito proposto, peças e ferramentas como de rebites, cabos, conectores juntamente com protoboard, alicates e chaves foram

essenciais para fixação dos componentes em suas bases de apoio. O desenvolvimento do circuito conversor se deu através da elaboração de um protótipo para medições de continuidade, tensão e forma de onda para assegurar o bom funcionamento dos componentes e conexões utilizando um multímetro e osciloscópio para estas aferições. Após a prototipagem, foram utilizadas ferramentas computacionais para criar legendas e realocar o circuito de forma coesa em suas bases de acrílico e fenolite. Peças de fixação foram conectadas para finalizar a construção da bancada e posteriormente um conjunto de bornes foram adicionados para melhor aferição de dados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 3 representa as bancadas didáticas em utilização no estágio final do desenvolvimento, sua utilização inicial se deu através de aulas laboratoriais correspondentes a disciplina de eletrônica analógica, devido a demanda dos alunos durante as aulas experimentais, o material didático precisava ser replicado, logo, foram construídos três kits semelhantes ao original, como mostra a figura 4.

Figura 3: Bancadas didáticas desenvolvidas e suas medições.

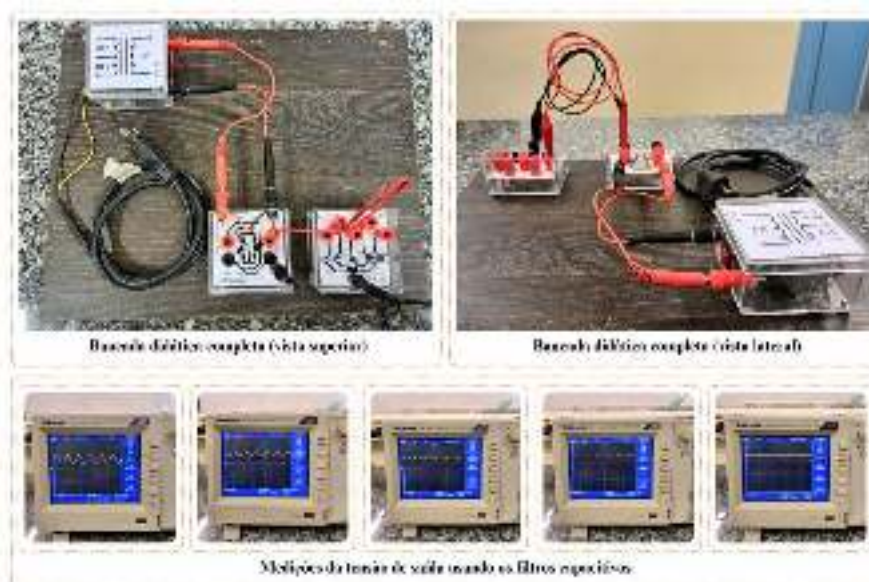
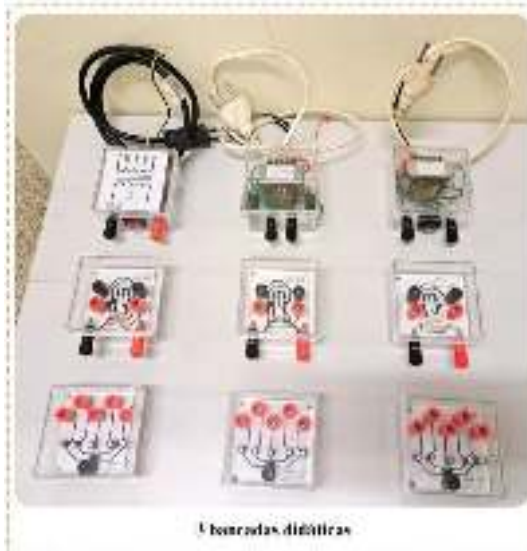


Figura 4: Réplicas da primeira bancada didática de conversor CA-CC.



As bancadas foram apresentadas em exposições científicas, conforme mostra a figura 5, referente à exposição científica na qual ocorreu durante o II Seminário de Integração de Pesquisa, Inovação e Tecnologia (SIPITEC) ocorrido no ano de 2023 no campus Mazagão da Universidade Federal do Amapá. Durante as exposições e apresentações das bancadas didáticas, foi observado um maior interesse perante o conteúdo relacionado a eletrônica através do funcionamento da bancada por parte dos ouvintes acadêmicos de engenharia elétrica bem como pessoas com baixo conhecimento sobre o tema, nos quais puderam se familiarizar com componentes nos quais estão inseridos nos mais diversos equipamentos presentes no cotidiano e foram apresentados a complexidade da ciência por trás deste tema. A aplicação da teoria juntamente com a prática exemplificada por este projeto, contribui para o crescimento do aprendizado pois segundo Parreira *et al* (2020) metodologias ativas melhoram o aprendizado teórico na medida em que estes são visualizados e aplicados. .

Figura 5: Exposição de bancada durante a SIPITEC 2023.



As vantagens de aplicar uma metodologia não convencional como a reutilização de materiais, abrange uma série de problemas econômicos, acadêmicos e educacionais citados neste texto e revela a importância da conscientização pela preservação ambiental. No entanto, as limitações do presente projeto estão na quantidade de resíduos reutilizados em relação aos resíduos não reutilizados, pois devido ao tamanho relativamente pequeno dos componentes utilizados com relação às carcaças e aparatos constituídos de metal ou plásticos nos quais não foram reaproveitados, pode-se concluir que o projeto obteve um baixo índice de reaproveitamento de componentes. Contudo, a iniciativa apresentada com bases na reutilização, preservação e educação nos faz observar de forma positiva o presente projeto como um impulsionador para novos trabalhos cada vez maiores e com objetivos de reduzir a quantidade de material descartado atrelado ao teor de sustentabilidade apresentado neste projeto.

4 CONCLUSÃO

Após a conclusão e aplicação do presente trabalho no ambiente acadêmico e social, a temática da preservação ambiental através de reutilização de componentes advindos de lixo eletrônico, juntamente com sua aplicação na educação acadêmica, revelou a importância da educação ambiental com relação ao destino dos materiais descartados na natureza e de ações interventivas para encontrar um meio de destinar materiais em bom estado para aplicações sustentáveis, gerando iniciativas semelhantes para destinar materiais eletrônicos juntamente com um incentivo para desenvolver projetos dentro do meio acadêmico para obter uma maior eficiência em aplicações práticas de conteúdos teóricos presentes nos cursos de ciências exatas.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, R. **Caracterização e Classificação de Placas de Circuito Impresso de Computadores como Resíduos Sólidos**. 2002. Dissertação - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

LEE, C. H.; CHANG, S.L.; WANG, K.M.; WEN, L.C. Management of scrap computer recycling in Taiwan. **Journal hazardous Materials**, v. 73, n. 3, p. 209-220, 2000.

MALVINO, A.; BATES, D. J. **Electronic principles**. p. 99 a 109, Glencoe, 1993.

PARREIRA, Júlia Esteves; DICKMAN, Adriana Gomes. Objetivos das aulas experimentais no ensino superior na visão de professores e estudantes da engenharia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Brasil, v. 42, 2020.

SILVA, L. C.; MENEGUIN, F. B. **Desenvolvimento sustentável**. p. 101, 2010.

SHAHABUDDIN, M.; M. Nur Uddin; J. I. Chowdhury; S. F. Ahmed; M. N. Uddin; M. Mofijur; M. A. Uddin. A review of the recent development, challenges, and opportunities of electronic waste (e-waste). **International Journal of Environmental Science and Technology**, v. 20, n. 4, p. 4513-4520, 2023.

TORRESI, S. I.; PARDINI, V. L.; FERREIRA, V. F. **O que é sustentabilidade?**. Química nova, v. 33, p. 1-1, 2010.

TSUSHIMA, S. P. G.; SANTOS, R. F.; SOUSA, V. J. Desenvolvimento de um modelo de aplicativo para coleta de resíduos eletroeletrônicos para uma urbanizadora municipal. *In*: Congress of Industrial Management and Aeronautical Technology, 8., 2021, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: CIMATech, 2021.