

## **PROPOSTA DE CONSTRUÇÃO DE UM CONDUTIVÍMETRO A PARTIR DE RESÍDUOS ELETRÔNICOS: UMA EXPERIÊNCIA NA UFERSA/ANGICOS**

**Francisco Edézio Dantas<sup>1</sup>**  
**Damilson Ferreira dos Santos<sup>2</sup>**  
**Leda Maria Oliveira de Lima<sup>3</sup>**  
**Gerbeson Carlos Batista Dantas<sup>4</sup>**  
**Patrícia Mendonça Pimentel<sup>5</sup>**

<sup>1,2,3,4,5</sup> Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Angicos – RN, Brasil,  
edezio.dantas@yahoo.com.br; damilsonsantos@ufersa.edu.br; ledamaria@ufersa.edu.br  
gerbeson\_dantas@hotmail.com; pimentel@ufersa.edu.br

### **Introdução**

O desenvolvimento econômico do Brasil experimentado nos últimos anos proporcionou um maior poder aquisitivo das famílias brasileiras e, conseqüentemente, aumentado o seu poder de consumo. Em contraposição, essa dinâmica tem provocado um aumento vertiginoso na geração dos resíduos, especialmente, dos equipamentos eletrônicos, uma vez que esses produtos são objetos de grande consumo e descarte, em razão das constantes inovações tecnológicas. Somando-se a isso, os produtos da Ásia, especialmente, àqueles importados das Zonas Econômicas Especiais chinesas contribuíram para popularização dos produtos eletrônicos e o seu barateamento. Diante do crescente consumo de equipamentos eletroeletrônicos, desenvolve-se uma problemática: A geração de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEEs) oriundos dessa dinâmica atual.

Não obstante, o Brasil é um dos grandes geradores de resíduos dessa natureza. Segundo Rodrigues (2007), o volume de REEEs gerados per capita era de cerca de 2,6 kg.hab<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, enquanto, em 2012, segundo Araújo et al. (2012) o valor estimado é de, aproximadamente 3,8 kg.hab<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, sinalizando um aumento considerável de 31,58%. Somando-se à problemática do vultoso volume gerado, está inserida a dificuldade em manejá-los. Isso ocorre em razão da sua composição conter espécies como chumbo, mercúrio, cromo, dentre outras espécies extremamente agressivas aos sistemas ambientais e, sobretudo, à vida humana (CARVALHO et al., 2016). Assim, esses resíduos devem possuir um plano de gerenciamento específico à sua natureza e, ampliar as práticas de gerenciamento, especialmente, no tratamento e destinação final ambientalmente adequada, torna-se objeto de interesse dos pesquisadores.

Portanto, este trabalho teve como objetivo realizar uma proposta de tratamento dos REEEs, por meio da reutilização destes que estão em desuso na Universidade Federal Rural do Semi-Árido, para a construção de um condutivímetro e avaliar suas características técnicas.

### **Material e Métodos**

#### *Definição do circuito*

Para construção do equipamento analógico, foi necessário o desenvolvimento de todo o sistema elétrico através de projeto. Após várias simulações no computador e a montagem de protótipos para testes, chegou-se a uma versão final do esquema elétrico do condutivímetro analógico. Na Figura 1 apresenta-se o esquema elétrico do condutivímetro, exibindo as interligações dos componentes eletrônicos dentro do circuito, bem como, as letras que identificam estes componentes e os números que mostram a localização dentro do circuito.

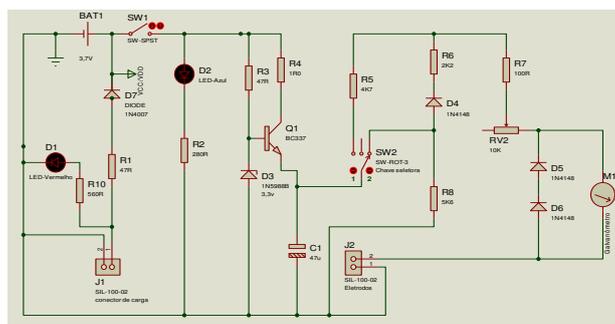


Figura 1. Esquema elétrico do condutivímetro analógico.

### Confeção da placa de circuito impresso

O esquema elétrico é uma das partes mais importantes de um projeto eletrônico. A partir das informações contidas no esquema desenhado, é possível fazer o esboço em uma placa de fenolite cobreada para circuito impresso e montar o esquema eletrônico anteriormente planejado, de acordo com a Figura 2.



Figura 2. (a) Desenho da Placa de Circuito Impresso (b) Pintura na placa (c) Corte da Placa.

Após o corte da placa na etapa (c), executa-se a corrosão da placa com um produto específico, restando apenas a parte sombreada com tinta. Esta superfície pode ser removida facilmente utilizando palha de aço ou um removedor para esmaltes de unha.

### Montagem dos componentes na placa de circuito impresso (PCI)

Na confecção do condutivímetro, foram utilizados apenas componentes retirados dos resíduos eletrônicos depositados no local de armazenamento do campus. Todos esses componentes tiveram como origem aparelhos eletrônicos como: televisores, monitores de computador, estabilizadores, computadores sucateados, aparelhos celulares e similares. Embora todos os componentes já tenham sido utilizados em outros equipamentos, foi realizado testes com multímetro onde ficou comprovado o perfeito estado de funcionamento de todas as peças.



Figura 3. Componentes utilizados na construção do condutivímetro.

Uma vez de posse de todos os componentes, passou a se fazer o processo de furação da placa em pontos determinados pelo projeto e, em seguida, foram feitas as soldagens de todos eles. Já para o processo de montagem do equipamento, utilizou-se como caixa para montar o instrumento, uma embalagem acrílica utilizada em fone de ouvido, onde foi feito cortes e ajustes necessários para o perfeito encaixe da PCI.

### Construção dos eletrodos

Também foram construídos eletrodos para uma melhor aquisição dos dados utilizados nos experimentos. Durante a construção do projeto, desenvolveram-se três tipos de eletrodos: grafite, cobre e lâmpada/DVD. Na construção do primeiro eletrodo, foi utilizado grafite do tipo usado em lapiseira polly com diâmetro de 1,6 mm. Embora o material apresente boa condutividade, não apresentou resultados satisfatórios, quando utilizados para medir condutividade em soluções de KCl.

O segundo eletrodo foi construído com fio rígido de cobre com diâmetro de 2 mm. Este apresentou resultados bem melhores que o primeiro, principalmente, quando foi utilizado em soluções que apresentaram baixos níveis de condutividade, chegando ao máximo de 2000  $\mu\text{s}/\text{cm}$ . O terceiro eletrodo utilizou na sua construção eixos de motor de aparelho DVD feitos de aço inoxidável e, como cápsula revestidora desse eletrodo, foi utilizado um bulbo de vidro retirado de uma lâmpada fluorescente pequena do tipo palito. Os resultados obtidos com o eletrodo de aço inoxidável foram mais eficientes, sobretudo, quando se utilizou concentrações molares de KCl com níveis mais elevados, com condutividade em torno dos 20,00 mS/cm para uma concentração de 0,20 Mol./L.

### Condutímetro obtido

A Figura 4 exibe o resultado final da obtenção do condutímetro, conforme metodologia descrita.

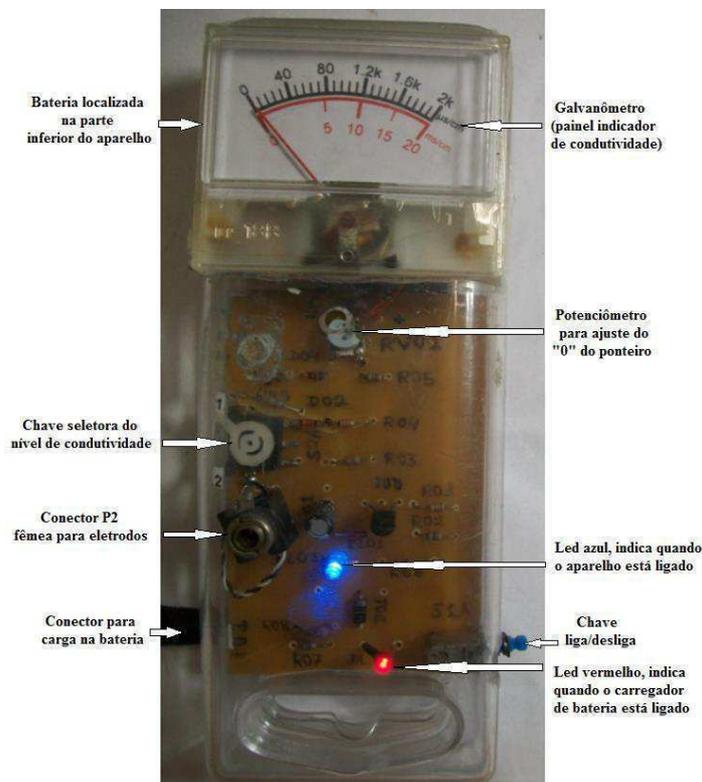


Figura 4. Condutímetro analógico e suas partes principais.

## Resultados e Discussão

### Características técnicas do aparelho projetado

O Quadro 1 apresentam as especificações técnicas do aparelho desenvolvido neste trabalho.

Quadro 1. Especificações técnicas do aparelho projetado

Faixa de medição	0 a 20 mS/cm <sup>-1</sup>	Aproximado
Resolução	-	-
Precisão	±10%	Aproximado
Compensação de temperatura	0	0
Bateria	3,7 V	Recarregável
Dimensões	155 x 55 x 34 mm	-
Corrente entre os eletrodos	432 µA	Aproximado
Tensão entre os eletrodos	3,0 V	Aproximado

*Análise comparativa do equipamento projetado com um condutivímetro padrão*

Realizou-se análise comparativa (Quadro 2) com solução de cloreto de potássio (KCl) em diversos níveis de concentração, no qual, utilizou-se um condutivímetro comercial digital PHTEK, modelo: CD 203 para medir a condutividade dessas amostras, em seguida, foi feito as medições das mesmas soluções utilizando o condutivímetro analógico projetado nesse trabalho. Os resultados evidenciam que os valores obtidos com o condutivímetro obtido a partir de resíduos, não apresentaram diferenças significativas com o verificado no condutivímetro comercial, sinalizando que o aparelho eletrônico obtido por meio da reutilização dos REEes da universidade, foi bem-sucedido.

Quadro 2. Medições de condutividade dos condutivímetros a 25°C

Concentração Mol/L	Condutividade do condutivímetro comercial (mS/cm <sup>-1</sup> )	Condutividade do condutivímetro projetado (mS/cm <sup>-1</sup> )
0,025	5,408	6,5
0,05	8,328	10,0
0,10	10,858	12,0
0,15	15,398	13,5
0,20	19,998	16,8

**Conclusão**

Portanto, os resultados observados comprovam que há alternativas viáveis para a mitigação dos impactos negativos da produção e descarte dos resíduos eletrônicos oriundos dos equipamentos em desuso no campus da UFERSA/Angicos. Dentre as alternativas, fabricar um condutivímetro apresentou-se inovador, viável e aplicável, já que nas aulas laboratoriais de química esse equipamento é bastante usado. Além disso, essa alternativa de reutilização apresenta-se capaz de ser replicado facilmente nos estabelecimentos de ensino, especialmente, nas universidades, promovendo economia de custos na compra desses equipamentos e, sobretudo, fomentando uma prática benéfica ao meio ambiente.

**Referências**

- ARAÚJO, M. G., MAGRINI, A., MAHLER, C. F.; BILITEWSKI, B. A model for estimation of potential generation of waste electrical and electronic equipment in Brazil. *Waste Management*. v.32, n.2, p.335-342. 2012.
- CARVALHO, G. K. S., ESPIRITO SANTO, M. S., SOUZA, L. O., DINIZ, V. W. B.; SOUZA, R. F. Educação ambiental e os resíduos eletrônicos: Percepções de estudantes do ensino médio de Soure, Pará, Brasil. *Scientia Plena*, v.12, n.6, p.1-10. 2016.
- RODRIGUES, A. C. Impactos socioambientais dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos: estudo da cadeia pós-consumo no Brasil. *Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)*. Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara do Oeste. 2007.