

# ESTUDOS DAS PROPRIEDADES ELÉTRICA E RESISTÊNCIA A CHAMA DE CABOS E FIOS DE COBRE/ALUMÍNIO REVESTIDO DE PVC

## *STUDIES OF THE PROPERTIES ELECTRICAL AND RESISTANCE TO THE FLAME OF COPPER CABLES AND WIRE / PVC COATED ALUMINUM*

Paulo Rogério Pereira<sup>1</sup>; Esdras Duarte dos Passos<sup>2</sup>, João Carlos Lopes Fernandes<sup>3</sup>

**Resumo:** O presente artigo estuda o desenvolvimento de experimentos com cabos e fios a base de cobre (Cu) e alumínio (Al) revestido de PVC rígido e flexíveis, para utilização em instalações elétricas de até 1000 (Volts) em residências e indústrias. O estudo busca demonstrar as qualidades físico químicas destes condutores e criar um processo de otimização de custo combinando-os nas instalações elétricas residências e industriais. Também o ensaio que visa verificar se o material resiste a aplicação de chama, por um tempo especificado, se ocorre propagação e se é auto extingüível.

**Palavras-Chave:** Resistividade, Condutividade, Cobre (Cu) e Alumínio (Al), Ensaio de Resistência a Chama.

**Abstract:** *This paper studies the development of experiments with cables and wires made of copper (Cu) and aluminum (Al) coated with rigid PVC and flexible, for use in electrical installations up to 1000 (Volts) in homes and industries. The study seeks to demonstrate the physical and chemical qualities of these drivers and create a cost optimization process by combining them in residential and industrial electrical installations. Also the test to verify if the material resists the application of flame, for a specified time, if propagation occurs and if it is self-extinguishing.*

**Key-words:** Resistivity, Conductivity, Copper (Cu) and Aluminum (Al), Flame Resistance Test.

### I. INTRODUÇÃO

Os metais apresentam alta condutividade elétrica porque suas bandas de energia são parcialmente preenchidas a banda de valência e a banda de condução. Como existem estados de energia vazios adjacentes e aos estados ocupados. Aplicando um campo elétrico pode acelerar facilmente os elétrons das

bandas e produzindo corrente elétrica e permitindo os elétrons irem para banda de condução com facilidade. Para este trabalho foram analisados os materiais metálicos de cobre (Cu) e alumínio (Al). O cobre apresenta as vantagens importantíssima como condutor elétrico como pequena resistividade, características mecânicas favoráveis, baixa oxidação para a maioria das aplicações, oxidação bem mais lentamente perante elevada umidade, fácil deformação a frio e a quente. O alumínio é o segundo metal mais usado na eletricidade, devido ao custo ser baixo em comparação aos outros metais condutores e possuir peso menor que o cobre, apresentando facilidade de manuseio e a capacidade de formação de ligas principalmente a metais como Cu, Mg, Mn e Si. A liga de cobre alumínio (8 a 12% de alumínio) que têm propriedades comparáveis àquelas dos aços inoxidáveis e a capacidade de ser obtidas facilmente.

O poli(cloreto de vinila) - PVC é um dos materiais poliméricos de melhor custo-benefício atualmente disponíveis no mercado para revestimento de cabos e fios elétricos. Entre outras razões, suas excelentes propriedades técnicas justificam a qualidade. Suas propriedades mecânicas e elétricas, por exemplo, tornam este material ideal para o uso em isolamento e recobrimento de fios e cabos sendo um polímero muito utilizado para revestimento de cabos e fios elétricos.

### II. DESENVOLVIMENTO

O objetivo deste projeto é o estudo, desenvolvimento e a aplicação de condutores elétricos a base de cobre e alumínio revestido de PVC. Analisando o comportamento físico-químicos destes materiais para instalações elétricas de baixa tensão até 1000(volts) de acordo com as normas regulamentadoras NR10 e a norma de resistência chama NBR NM-IEC 60332-1, propondo sua utilização conjunta em instalações, buscando redução de custos, testes resistência a chama de cabos de fios verificando a sua durabilidade em chamas.

<sup>1</sup> Centro Universitário ENIAC. Acadêmico do Curso Engenharia Elétrica.

<sup>2</sup> Centro Universitário ENIAC. Professor Doutor nos Cursos de Engenharia. e-mail: esdras.duarte@eniac.edu.br

<sup>3</sup> Centro Universitário ENIAC. Professor Doutor nos Cursos de Engenharia. joao.carlos@eniac.edu.br

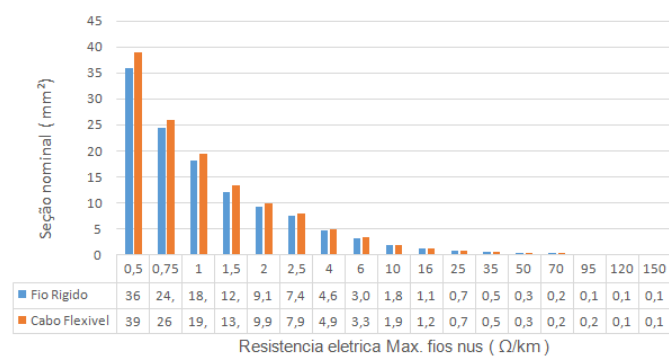
### III. MÉTODOS

O projeto constitui de ensaios com fios e cabos de *Cu* e *Al*. Usando de coberturas (isolante elétrico) de PVC-A. Os ensaios realizados em Instrumento de medição de resistência - Megôhmetro Digital MD-5060x Megabrás, para o ensaio de tração a máquina utilizada o Shimadzu - AGS-X, para análise de quantidade de massa (peso) uma balança analítica Shimadzu - Awg320, para estes ensaios a temperatura de controle foi de 20,3 °C. Realizou-se também o ensaio que visa verificar se o material resiste a aplicação de chama, por um tempo especificado para verificar se ocorre propagação e se é também auto extingüível. Método de ensaio de acordo com a ABNT NBR NM-IEC 60332-1 Norma Brasileira. Antes do ensaio todos os corpos de prova foram condicionados a 23°C +/- 5°C por não menos que 16h com uma umidade relativa de 50% +/- 20%.

### IV. RESULTADOS E DISCUSÕES

O material quando submetido a uma diferença de potencial, estabelece uma corrente elétrica entre os seus terminais, proporcionado a movimentação das cargas elétricas livres em seu interior. Durante este movimento desordenado de cargas elétricas, vários elétrons chocam-se uns com os outros, o que dificulta a passagem da corrente elétrica, denominada resistência elétrica. Alguns fatores nos fios e cabos influenciam na resistência elétrica, quanto maior for a área de secção transversal, o comprimento e o do condutor, maior será a resistência. As características elétricas dos materiais também influência na resistência, por exemplo, quanto maior for a quantidade de elétrons livres, maior será a facilidade de estabelecer a corrente elétrica. O Gráfico 1 mostra valores de resistência elétrica máxima especificada pela a norma (ABNT NBR NM 280) de fio rígido classe 1 e cabo flexível classe 5 para uma temperatura de controle de 20°C no aparelho de resistência elétrica Micro-ohmmeter (Modelo MEGABRAS MPG 2000e 10A) na escala de 200mΩ 1A.

Gráfico 1 - Valores de resistência elétrica máxima de fio rígido x cabo flexível.

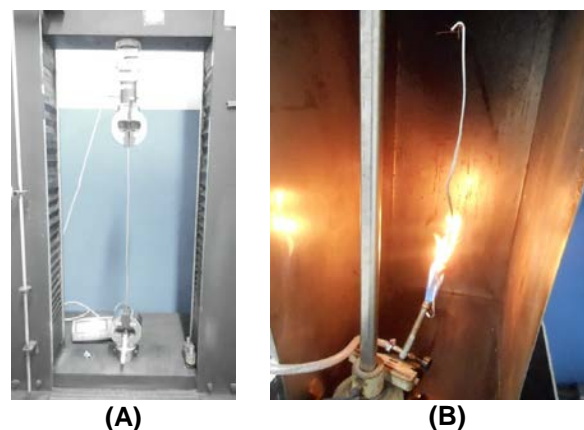


Fonte: Autor (2017).

Com a amostra de fio de cobre rígido classe 1, o ensaio de resistência elétrica com uma seção transversal de 4,00 mm<sup>2</sup> com um comprimento de 0.50 m mostrou um valor de resistência de 2,22mΩ, realizado um alongamento (Maquina de

tração DL 200MF DRAKO) deste fio de 0,50 m para 0,51m. O alongamento deste fio alterou o valor de resistência para 2,36mΩ. A figura 1 (A) abaixo mostra o ensaio realizado.

Figura 1 - Teste de tração para o fio de cobre rígido classe 1 (a) e aplicação da chama no cabo de cobre (b).



Fonte: Autor (2017).

Nos cabos e fios de cobre revestidos de PVC também foi aplicado teste anti-chama para verificar a propagação de chamas nos cabos e fios por um período de tempo de 60 segundos. A Figura 1 (B) mostra o teste de anti-chama.

### V. CONCLUSÃO

De acordo com os ensaios realizados até o presente momento para resistência elétrica, foi possível verificar que os cabos rígidos possuem menor resistência elétrica em relação aos de cabos flexíveis como é mostrado no Gráfico 1. Apesar das amostras não estar de acordo com o especificado máximo exigido pela norma. Os cabos rígidos, por possuírem uma resistência elétrica menor do que cabos flexíveis, estes tem melhor condução de elétrons em relação a cabos flexíveis. Para o teste anti-chama por um tempo de 60s, verificou que os cabos são anti propagação de chama pois o cabo carbonizou apenas 160mm e a norma 60332-1 especifica no máximo 540mm, sendo assim este material de isolamento de PVC é apropriado para ser uma material anti propagação de chama para instalações elétricas industrial e residencial até 1000(volts).

### VI. REFERÊNCIAS

- [1] PADILHA, A. F; *Materiais de Engenharia Microestrutura e Propriedades*. Editora Hemus S A. Curitiba. 2000.
- [2] NORMA REGULAMENTADORA N°10, NR 10, *Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade*.
- [3] [http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC00192\\_5.pdf](http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC00192_5.pdf)
- [4] CALLISTER W. D. *Ciência Engenharia de Materiais*. Editora Saraiva, 8ª ed. 2012.
- [5] KITTEL C. *Introdução à Física do Estado Sólido*. Editora Guanabara Dois, 5º ed. 1978.
- [6] JAMES F. S. *Ciência dos Materiais*. Editora Pearson, 6º ed., 2008.