ISSN:2594-6153

Revestimento Polimérico: A barreira de Proteção Essencial em Fios e Cabos Elétricos

Fabiano Caio José[1,2], Áureo Emanuel Pasqualeto Figueiredo[1]

[1]Universidade Santa Cecília - UNISANTA, Santos-SP, Brasil
[2]Universidade SENAI-SP - Faculdade de Tecnologia SENAI Mario Amato, São Bernardo do Campo-SP, Brasil

E-mail: fabiano.jose@sp.senai.br ou fj026693@alunos.unisanta.br

Resumo: Este estudo mostra a importância do revestimento polimérico em fios e cabos elétricos com o objetivo de demonstrar sua relevância na segurança, confiabilidade e durabilidade dos sistemas elétricos. Na pesquisa foi utilizada a literatura científica, normas técnicas e resultados experimentais, demonstrando que o revestimento protege contra incêndios, reduz toxicidade da fumaça e resiste a agentes ambientais. Concluiu-se que o revestimento polimérico é crítico para a segurança e durabilidade dos sistemas elétricos.

Palavras-chave: Revestimento polimérico; fios e cabos elétricos; segurança elétrica; retardância à chama; durabilidade.

Polymeric Coating: The Essential Protective Barrier for Electrical Wires and Cables

Abstract: This study analyzed the importance of polymer coating in electrical wires and cables with the aim of demonstrating its relevance in the safety, reliability and durability of electrical systems. The research explored scientific literature, technical standards and experimental results, demonstrating that the coating protects against fires, reduces smoke toxicity and resists environmental agents. It was concluded that polymer coating is essential for the safety and longevity of electrical systems.

Keywords: Polymeric Coating; Electrical Wires and Cables; Electrical Safety; Flame Retardancy; Durability

Introdução

A segurança e a confiabilidade dos sistemas elétricos dependem fundamentalmente do desempenho dos fios e cabos, com o revestimento exercendo um papel relevante. Diversos estudos têm se dedicado à investigação das propriedades e do desempenho de diferentes materiais de isolamento, buscando otimizar a segurança e a eficiência desses componentes (Awad, 2024; Kumara, 2020).

Em aplicações de alta tensão, a exigência de materiais com propriedades isolantes superiores é ainda superior. Pesquisas recentes têm explorado alternativas ao polietileno reticulado convencional (XLPE), como um copolímero reticulado sem subprodutos, demonstrando propriedades elétricas comparáveis ou superiores, com menor condutividade DC e tangente de perda (Kumara et al., 2020). Paralelamente, estudos sobre a degradação de

materiais isolantes, como o PVC envelhecido eletricamente, revelam a importância da estabilização da estrutura deteriorada para garantir o reprocessamento seguro (Brebu et al., 1999).

A segurança de fios e cabos elétricos é uma preocupação constante, dada a sua ampla utilização e os riscos de incêndio associados. Nesse contexto, os revestimentos poliméricos atuam como a primeira linha de defesa contra uma variedade de ameaças, desde a propagação de chamas até a degradação causada por fatores ambientais. A literatura científica demonstra um crescente interesse no desenvolvimento e aprimoramento desses revestimentos, com foco em propriedades como retardância à chama, resistência à abrasão, isolamento elétrico e durabilidade (Awad, 2024; Wang et al., 2024). Conforme descrito no Anuário Estatístico de Acidentes de Origem Elétrica, em 2023 tivemos 67 mortes (6,8%) por incêndios de origem elétrica, em um total de 963 acidentes com fios e cabos, no Brasil. Este artigo descreve a importância dos revestimentos poliméricos na proteção de fios e cabos elétricos, examinando a composição, as propriedades, o desempenho e os desafios associados à sua aplicação. Foram abordados temas como a utilização de retardantes à chama halogenados e não halogenados, a toxicidade da fumaça gerada em caso de incêndio e a degradação dos revestimentos sob diferentes condições ambientais (Kaczorek; Jadwiga, 2020; Yu et al., 2024).

A hipótese central deste estudo é que a seleção e o desenvolvimento de revestimentos poliméricos adequados são fatores determinantes para garantir a segurança, confiabilidade e longevidade dos sistemas elétricos. Para tanto, foi adotada uma abordagem multidisciplinar, combinando conceitos de ciência dos materiais, engenharia elétrica e segurança contra incêndio. A análise foi baseada em dados experimentais, resultados de simulações computacionais e revisões bibliográficas de artigos científicos e normas técnicas relevantes.

A relevância deste estudo reside na necessidade de fornecer informações atualizadas e embasadas sobre as melhores práticas na seleção e aplicação de revestimentos poliméricos para fios e cabos elétricos. Os resultados obtidos contribuirão para o desenvolvimento de materiais mais seguros, eficientes e sustentáveis, além de auxiliar na elaboração de normas e regulamentos mais rigorosos para a indústria elétrica (Awad, 2024; Wang et al., 2024).

Objetivos

O presente estudo tem como objetivo principal analisar a importância do revestimento polimérico como barreira de proteção essencial para garantir a segurança, confiabilidade e longevidade de fios e cabos elétricos, explorando suas propriedades, desempenho e os desafios associados à sua aplicação.

Material e Métodos

A presente revisão bibliográfica e análise exploratória foi conduzida com o objetivo de consolidar e sintetizar o conhecimento existente sobre a importância dos revestimentos poliméricos na proteção de fios e cabos elétricos. A metodologia adotada envolveu a identificação, seleção e análise crítica de artigos científicos, normas técnicas e outros documentos relevantes publicados em bases de dados como Scopus, Web of Science, IEEE Xplore e Google Scholar.

A metodologia de revisão bibliográfica e análise exploratória foi escolhida para consolidar o conhecimento sobre a segurança de fios e cabos elétricos, um tema complexo e multidisciplinar. A análise crítica de artigos e normas permitiu identificar desafios e oportunidades, fornecendo a fundamentação para futuras pesquisas e demonstrando a importância do revestimento na proteção contra incêndios, segurança dos usuários e longevidade dos sistemas elétricos.

Resultados

A análise da literatura científica e das normas técnicas permitiu identificar uma série de resultados relevantes que demonstram a importância crítica dos revestimentos poliméricos na proteção de fios e cabos elétricos. Os principais resultados foram:

1. Retardância à Chama:
    - Retardantes à chama são fundamentais para reduzir riscos de incêndio, diminuindo a taxa de liberação de calor e o tempo de ignição (Kaczorek; Jadwiga, 2020).
    - Existem retardantes halogenados (eficientes, mas com impacto ambiental) e não halogenados (mais sustentáveis, mas com menor eficiência em alguns casos) (Awad, 2024).
2. Toxicidade da Fumaça:
    - Baixa toxicidade é essencial para minimizar riscos de intoxicação e irritação em incêndios (Kaczorek; Jadwiga, 2020).
    - PVC libera gases tóxicos, enquanto PE e PP geram fumaça menos tóxica. Cabos LSZH[1] são os mais seguros (Awad, 2024).
3. Desempenho e Durabilidade:
    - Revestimentos devem resistir a estressores ambientais para evitar degradação e falhas (Wang et al., 2024).
    - Revestimentos superhidrofóbicos melhoram o desempenho e a durabilidade, reduzindo corrosão e contaminação (Wang et al., 2024).

- [1]Cabos LSZH (Low Smoke Zero Halogen), São cabos elétricos que se destacam por suas características de segurança em relação à emissão de fumaça e gases tóxicos quando exposto ao fogo. As siglas significam: **LS:** Low Smoke (Baixa Fumaça) e **ZH:** Zero Halogen (Zero Halogênio)

4. Normas Técnicas:
    - Revestimentos devem atender aos requisitos de resistência à chama, isolamento elétrico, resistência mecânica, abrasão e produtos químicos (Awad, 2024).

Os resultados obtidos demonstram que os revestimentos poliméricos desempenham um papel fundamental na proteção de fios e cabos elétricos, garantindo a segurança, confiabilidade e longevidade dos sistemas elétricos. A escolha de materiais adequados, a utilização de retardantes de chama eficientes, a minimização da toxicidade da fumaça e a garantia da resistência a estressores ambientais são fatores críticos para o sucesso dos revestimentos poliméricos. A análise das normas técnicas reforça a importância de seguir os requisitos de desempenho e segurança estabelecidos para garantir a qualidade e a conformidade dos fios e cabos elétricos.

Discussão

A análise abrangente da literatura e dos resultados obtidos reafirma o papel indispensável do revestimento polimérico na garantia da segurança, confiabilidade e longevidade de fios e cabos elétricos. Este componente, muitas vezes subestimado, atua como uma barreira de proteção multifacetada, essencial para mitigar os riscos inerentes à utilização da energia elétrica em diversas aplicações.

Os resultados destacam a necessidade de uma abordagem em todos os elementos dos fios e cabos (cobre e revestimento) no caso, o desenvolvimento e seleção de revestimentos, considerando não apenas a resistência ao fogo, mas também à toxicidade dos produtos de combustão, a durabilidade frente a agentes ambientais e a conformidade com as normas técnicas vigentes. A busca por soluções inovadoras e sustentáveis deve ser uma prioridade, visando a criação de materiais que minimizem o impacto ambiental e maximizem a segurança dos usuários.

As análises apontam para diversas oportunidades de pesquisa e desenvolvimento. Investigações futuras podem explorar a síntese de novos polímeros com propriedades intrínsecas de retardância à chama e baixa toxicidade, bem como o desenvolvimento de aditivos que aprimorem o desempenho dos revestimentos existentes. A nanotecnologia apresenta um potencial promissor para o desenvolvimento de revestimentos poliméricos com propriedades aprimoradas, como maior resistência à abrasão, repelência à água e autorreparo. No entanto, é crucial considerar os riscos toxicológicos associados ao uso de nanopartículas, como a possível liberação de nanomateriais no meio ambiente e seus efeitos na saúde humana. Podemos estar

criando, no caso de queima, mais um microplástico, o que devemos comprovar antes da utilização e não temos estudos comprobatórios para essa situação.

A modelagem computacional e a simulação de incêndios podem auxiliar na otimização da formulação dos revestimentos e na previsão do comportamento dos cabos em emergências. Estudos toxicológicos aprofundados são cruciais para avaliar o impacto da fumaça gerada pela queima de diferentes materiais em diferentes grupos populacionais, permitindo a criação de revestimentos mais seguros e adequados às necessidades específicas de cada aplicação.

A colaboração entre a academia, a indústria e os órgãos reguladores é fundamental para impulsionar a inovação e garantir a segurança dos fios e cabos elétricos. O compartilhamento de conhecimento, a realização de testes padronizados e a atualização constante das normas técnicas são essenciais para acompanhar os avanços tecnológicos e garantir que os produtos comercializados atendam aos mais altos padrões de qualidade e segurança.

Em suma, a proteção eficaz de fios e cabos elétricos por meio de revestimentos poliméricos adequados é um investimento indispensável para a segurança das pessoas, a proteção do patrimônio e a sustentabilidade do planeta. A pesquisa contínua, o desenvolvimento de novas tecnologias e a adoção de práticas responsáveis são essenciais para garantir um futuro mais seguro e confiável para a energia elétrica.

Conclusões

O presente estudo demonstrou a importância crítica dos revestimentos poliméricos como barreira de proteção essencial para fios e cabos elétricos, que deve garantir a segurança, confiabilidade e longevidade dos sistemas elétricos ao mitigar riscos de incêndio, reduzir a toxicidade da fumaça e aumentar a resistência a estressores ambientais, em conformidade com as normas técnicas vigentes.

Referências

Anuário Estatístico de Acidentes de Origem Elétrica 2024 Ano Base 2023 [recurso eletrônico] / Organizadores: Edson Martinho, et al [...].
Salto-SP: ABRACOPEL; Doisa Organização Documental, 2024.

Awad, S. Revestimentos poliméricos para fios e cabos: uma revisão. **Revista Brasileira de Engenharia Elétrica**, 25(2), 123-145, 2024.

Brebu, M. et al. Study of the natural ageing of PVC insulation for electrical cables. **Polymer Degradation and Stability**, v. 67, n. 2 dez. 1999, p. 209–21

Kaczorek-Chrobak, Katarzyna; Fangrat, Jadwiga. PVC-based copper electric wires under various fire conditions: Toxicity of fire effluents. **Materials**, v. 13, n. 5, p. 1111, 2020.

Kumara, S. et al. Electrical Characterization of a New Crosslinked Copolymer Blend for DC Cable Insulation. **Energies**, v. 13, n. 6 mar. 2020, p. 1434, https://doi.org/10.3390/en13061434.

Lenz, M. et al. Biomechanical performance of different cable and wire cerclage configurations. **International Orthopaedics**, v. 37, n. 1 nov. 2012, p. 125–30,.

Li, H. et al. Experimental and Numerical Study of the Fatigue Properties of Corroded Parallel Wire Cables. **Journal of Bridge Engineering**, v. 17, n. 2 fev. 2011, p. 211–20, https://doi.org/10.1061/(asce)be.1943-5592.0000235.
Wang, L. et al. Hydrophobic coatings for wires and cables: performance and durability. **Polymer Engineering & Science**, 64(8), 901-923, 2024.
Yu, Q. et al. Influence of environmental factors on the fire characteristics of electrical cables. **Fire Safety Journal**, 125, 103456, 2024.