

## CONFORMIDADE: UMA ABORDAGEM ANALÍTICA SOBRE A CERTIFICAÇÃO NA INDÚSTRIA DE CABOS E FIOS ELÉTRICOS

ALEX LUCAS LEMOS PEDREIRA<sup>1</sup>, ANA LETÍCIA LEMOS PEDREIRA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Mecânica, IFPI, Teresina-PI, alexlucaslp@gmail.com;

<sup>2</sup>Eng. Ambiental e Sanitarista, Teresina-PI, alconsultoriaambiental@gmail.com.

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC  
06 a 09 de outubro de 2025

**RESUMO:** Este estudo teve como propósito confirmar a conformidade dos resultados de ensaios baseados nas normas técnicas NBR NM 280, NM 60811-1-1 e NBR NM 247-3, proporcionando uma compreensão mais aprofundada da consistência das análises realizadas nas amostras ao longo de três meses de verificações. Foram explorados conceitos básicos de trefilação, extrusão e etapas de certificação. A partir dos resultados obtidos, foi possível, com base nos critérios normativos, avaliar o desempenho das amostras para medição do diâmetro da seção circular do fio, ensaios de tração, resistência elétrica, medição do diâmetro externo médio e espessura mínima da isolação.

**PALAVRAS-CHAVE:** trefilação, extrusão, medição, conformidade, qualidade, certificação.

### CONFORMITY: AN ANALYTICAL APPROACH TO CERTIFICATION IN THE ELECTRICAL CABLES AND WIRES INDUSTRY

**ABSTRACT:** This study aimed to confirm the compliance of test results based on the technical standards NBR NM 280, NM 60811-1-1 and NBR NM 247-3, providing a deeper understanding of the consistency of analyses conducted on the samples over a three-month verification period. Fundamental concepts of wire drawing, extrusion, and certification stages were explored. Based on the results obtained, it was possible, according to normative criteria, to assess the performance of the samples regarding the measurement of the circular cross-sectional diameter of the wire, tensile tests, electrical resistance, measurement of the average external diameter, and the minimum insulation thickness.

**KEYWORDS:** wire drawing, extrusion, measurement, compliance, quality, certification.

### INTRODUÇÃO

A indústria de cabos e fios elétricos é indispensável para a manutenção e expansão da infraestrutura elétrica, sendo responsável por viabilizar a transmissão de energia de maneira segura e eficiente em diferentes aplicações, como residências, indústrias e serviços públicos. Dado seu papel crucial, a padronização por meio de normas e regulamentos se torna fundamental, garantindo que esses produtos atendam a critérios rigorosos de qualidade, segurança e durabilidade, reduzindo riscos e assegurando a confiabilidade dos sistemas elétricos (REDE METRÓLOGICA RS, 2000).

No presente trabalho serão explorados os conceitos de medição, incerteza e erro para mensurar as múltiplas grandezas das amostras, através dos aparelhos de medição como micrômetro digital, máquina de tração, megôhmetro e projetor de perfil. Com isso, pode-se comparar os valores obtidos dos ensaios com os valores fixados em normas para avaliar sua conformidade.

A avaliação da conformidade é definida pela atividade que identifica, de forma direta ou indireta, a capacidade de um produto, processo, sistema, serviço ou organismo atender os requisitos para o qual foi criado. Esse processo é caracterizado por auditorias, ensaios e inspeções (JCGM 106: 2012, 2022).

A auditoria é uma análise coordenada e independente para verificar se as atividades da qualidade estão sendo executadas de acordo com os procedimentos exigidos em norma e se os resultados correspondem aos objetivos planejados. O ensaio é caracterizado por um procedimento

técnico especificado em norma para determinar as propriedades do produto, processo ou serviço. A inspeção é a observação do produto, processo ou serviço conduzido por medições e ensaios (REDE METROLÓGICA RS, 2000).

A certificação de produtos pode ser classificada em diferentes tipos, conforme etapas padronizadas que garantem a transparência, a objetividade do processo e a conformidade com as exigências de órgãos independentes. Essas etapas também consideram a documentação e a viabilidade de adequação às normas técnicas estabelecidas (ABNT, 2015).

## MATERIAL E MÉTODOS

O local de estudo se deu em uma fábrica de fios e cabos elétricos onde pode-se observar os processos mecânicos de trefilação e extrusão, e critérios para certificação; segue-se a caracterização simplificada do processo de fabricação de cabos elétricos. O processo de fabricação dos cabos elétricos, é iniciado pelo recebimento do certificado de qualidade do fornecedor e do vergalhão de cobre nu de ½". Em seguida, o material passa pelas etapas de recozimento e trefilação, reduzindo o diâmetro do cobre para 0,41 mm ou 0,51 mm. Na etapa, os fios são loteados para controle de qualidade, sendo submetidos à medição da seção circular e ao ensaio de tração. Posteriormente, ocorre o encordoamento, isto é, a torção dos fios para a formação do cabo, momento em que são verificados o número de fios e sua resistência elétrica. A próxima fase é o recobrimento do cabo pelo processo de extrusão. Após essa etapa, são coletadas amostras para medição da seção circular, contagem dos fios, ensaio de resistência elétrica, ensaio de tração e medição da espessura do recobrimento, além de outras análises complementares. Por fim, os cabos são submetidos a um teste de isolamento com aplicação de 2.500 volts em uma piscina com temperatura controlada de 20 °C. Após aprovados, os cabos são certificados, medidos e direcionados ao estoque.

Neste trabalho foram coletados os dados dos ensaios de tração do fio, de resistência elétrica do cordão nu e com recobrimento, ambos da norma ABNT NBR NM 280 (2011); e a medição da espessura do revestimento do cabo descrita na NBR NM-IEC 60811-1-1 (2001) e diâmetro externo médio NM 247-3 (2002).

A visita técnica à fábrica durou três meses em sua totalidade. Ao primeiro mês (dezembro de 2024) foram analisadas 3.805 amostras, no segundo mês (janeiro de 2025) foram ensaiadas 5.921 amostras, e ao terceiro mês (fevereiro de 2025) foram testados 6.501, totalizando 16.227 análises. Durante esse período foram verificados cabos das seções de 0,5 mm<sup>2</sup> até de 240 mm<sup>2</sup> e fios de 0,21 até o fio de 2,43 milímetros de seção circular. Neste trabalho foram auferidas as inspeções dos cabos 1,5 mm<sup>2</sup>, 2,5 mm<sup>2</sup>, 4,00 mm<sup>2</sup> e 6,00 mm<sup>2</sup> com a seguinte descrição CABO BWF 70°C 450/750V X MM<sup>2</sup> conforme fixado na NBR NM 247-3 (ABNT, 2002), entretanto abordaremos somente os cabos de 1,5 mm<sup>2</sup>.

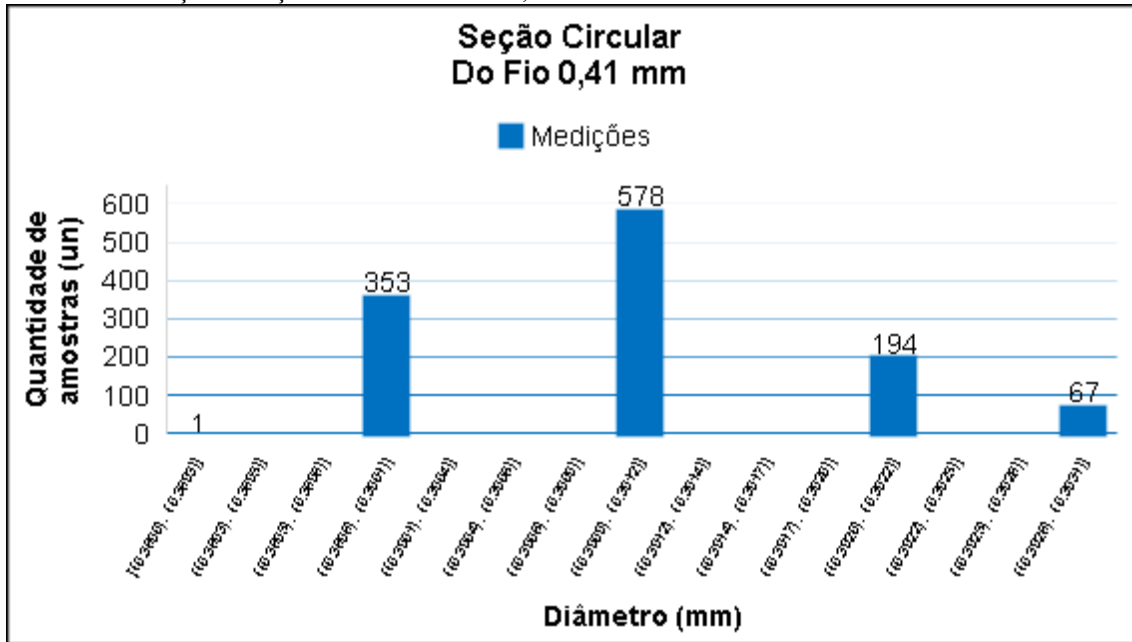
Para os produtos referidos foram coletadas as medições dos fios de 0,41 mm de seção circular máxima conforme determina a ABNT NBR NM 280:2011, somando um total de 1.193 amostras, a norma exige uniformidade nos resultados. Nos ensaios de tração, foram avaliadas 1.035 amostras de fios com diâmetro de 0,41 mm, a norma exige uma variação entre 15 e 35% de alongamento.

Para as medições de resistência elétrica, foram analisadas 66 amostras do cabo de 1,5 mm<sup>2</sup>; para a medição da espessura mínima de isolamento foram inspecionadas 130 amostras do cabo de mesma seção circular.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

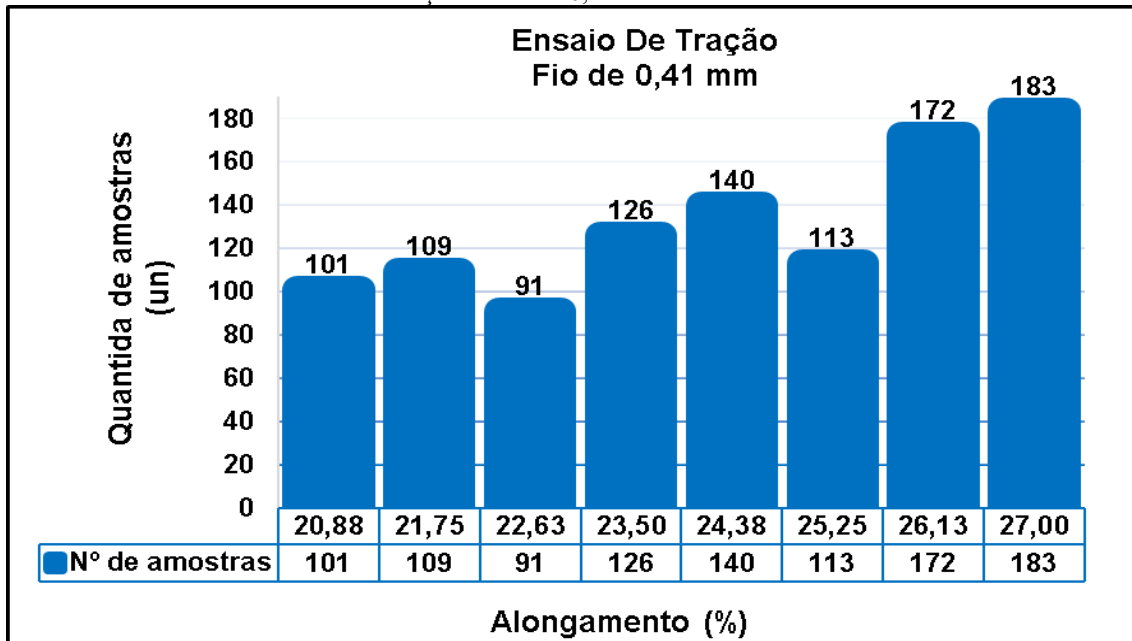
Pelos ensaios realizados, observa-se uniformidade no comportamento dos resultados de trefilação (Gráfico 1).

Gráfico 1. Medição da seção circular do fio de 0,41 mm.



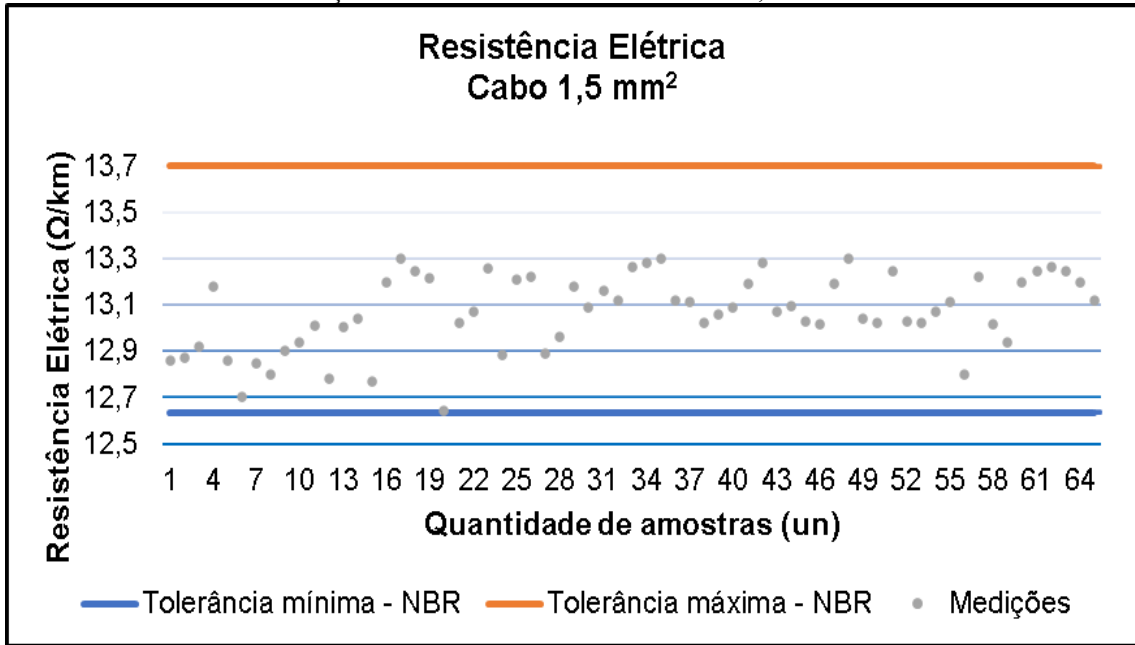
Verificamos aceitável variação de alongamento nos fios dentro dos limites exigidos em norma (Gráfico 2).

Gráfico 2. Resultado dos ensaios de tração do fio de 0,41 mm.



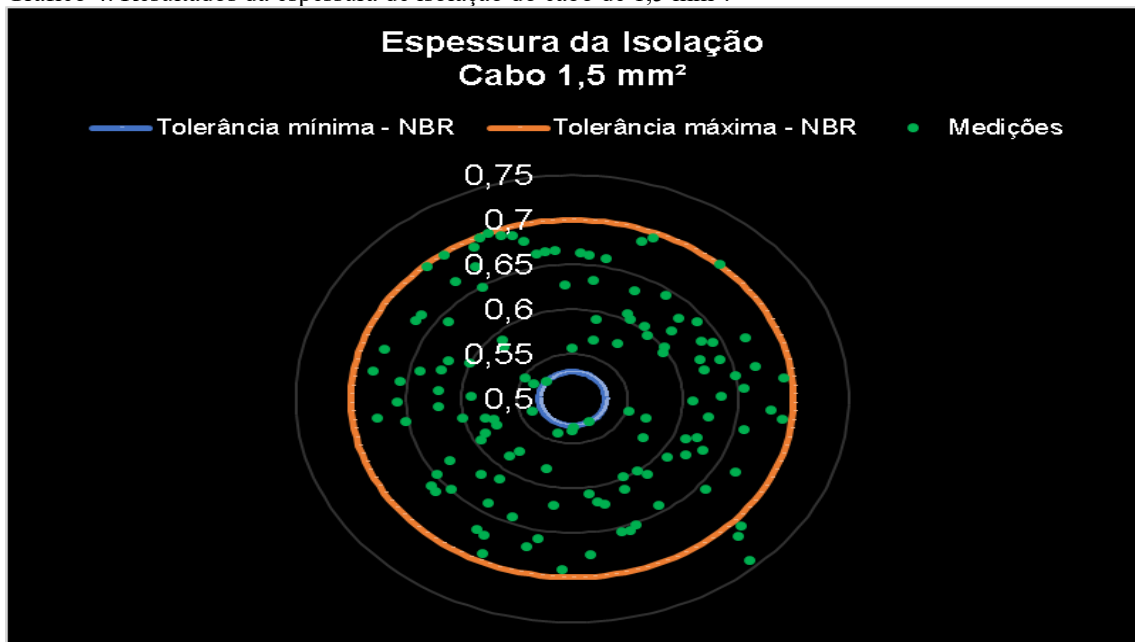
A análise da medição da resistência elétrica respeitou os limites de tolerância mínimos e máximos da norma (Gráfico 3).

Gráfico 3. Resultados das medições de resistência elétrica do cabo de 1,5 mm<sup>2</sup>



Os resultados da medição da espessura mínima respeitaram os limites mínimos exigidos (Gráfico 4).

Gráfico 4. Resultados da espessura de isolamento do cabo de 1,5 mm<sup>2</sup>.



Podemos verificar que todos os resultados obtidos estiveram dentro dos limites especificados e respeitaram devidamente os critérios normativos.

## CONCLUSÃO

Este estudo teve como propósito confirmar a conformidade dos resultados dos ensaios com as normas técnicas NBR NM 280 (2011), NM 60811-1-1 (2001) e NBR NM 247-3 (2002), proporcionando uma compreensão mais aprofundada da consistência das análises realizadas nas amostras ao longo de três meses de verificações. Os resultados dos ensaios foram verificados com êxito em todas as etapas de fabricação:

Ensaio de tração em concordância com os regulamentos;

Medição da seção circular do fio uniforme;

Medição da resistência elétrica dentro da faixa de tolerância;

Espessura de isolamento respeitou os limites mínimos.

## AGRADECIMENTOS

Aos organizadores do evento.

## REFERÊNCIAS

ABNT. NBR NM-IEC 60811-1-1. Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos Parte 1: Métodos para aplicação geral - Capítulo 1: Medição de espessuras e dimensões externas - Ensaio para a determinação das propriedades mecânicas. 1. ed. Rio de Janeiro: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001.

ABNT. NBR NM 247-3 - Cabos isolados com policloreto de vinila (PVC) para tensões nominais até 450/750 V, inclusive - Parte 3: Condutores isolados (sem cobertura) para instalações fixas (IEC 60227-3, MOD). Rio de Janeiro: ABNT, 2002.

ABNT. NBR NM 280 - Condutores de Cabos Isolados. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

ABNT; INMETRO. Guia para a expressão da Incerteza de Medição. 3. ed. Rio de Janeiro: ABNT, INMETRO, 2003.

ABNT, ISO/IEC 17067. Avaliação da conformidade — Fundamentos para certificação de produtos e diretrizes de esquemas para certificação de produtos. Rio de Janeiro: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015.

REDE METRÓLOGICA RS. Certificação de produtos: guia prático. Porto Alegre: Metrópole, 2000.

JCGM 106: 2012. Avaliação de dados de medição — O papel da incerteza de medição na avaliação da conformidade. 1. ed. Brasília, DF: Baratto, Antonio Carlos. Inmetro, 2022.