



CARACTERIZAÇÃO DE ÓLEO VEGETAL PARA APLICAÇÃO COMO FLUIDO ISOLANTE EM TRANSFORMADORES

Carlos Henrique Dantas da Costa, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, RN
Nathan Vieira Diniz, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, RN
Antônio Alisson Alencar Freitas, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, RN
Daniel Freitas Freire Martins, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, RN

GT 2 - CIÊNCIAS DA NATUREZA E TECNOLOGIAS

RESUMO: O óleo mineral é o fluido isolante mais utilizado para a refrigeração e isolamento em transformadores. Por ser um recurso não renovável, torna-se necessária a busca por um novo fluido isolante que proporcione melhorias tecnológicas e ambientais. Dessa forma, o presente trabalho avaliou o óleo de mamona quanto ao seu potencial de aplicação para este fim, analisando as seguintes propriedades: densidade relativa, viscosidade cinemática, ponto de fulgor e de combustão, rigidez dielétrica, fator de perdas dielétricas, teor de água e índice de neutralização. O óleo de mamona apresentou características acerca do seu aspecto visual, rigidez dielétrica, densidade relativa, ponto de fulgor e de combustão dentro dos limites estabelecidos pela ABNT NBR 15422, enquanto que o seu índice de neutralização, viscosidade cinemática, teor de água e fator de perdas dielétricas ultrapassaram os limites estabelecidos na norma.

PALAVRAS-CHAVE: Óleo mineral. NBR 15422. Mamona.

1 INTRODUÇÃO

Transformadores são equipamentos que desempenham um papel imprescindível nos sistemas de conversão e distribuição de energia elétrica, se fazendo presentes desde a matriz elétrica até o seu destino final. Um componente indispensável para o funcionamento dos transformadores é o óleo, que tem como função promover a refrigeração e o isolamento dos circuitos elétricos e magnéticos (PAIXÃO, 2006). Entretanto, o óleo mineral, amplamente utilizado para este fim, é extremamente nocivo ao meio ambiente. Diante desta problemática, evidenciou-se a necessidade da utilização de um novo fluido isolante em equipamentos elétricos que apresentasse melhorias tecnológicas e,

principalmente, ambientais – e assim surgiu a ideia de utilização do óleo vegetal isolante em substituição ao óleo mineral.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi verificar a viabilidade de substituição do óleo mineral utilizado como isolante em transformadores por óleo de mamona.

2 METODOLOGIA

A amostra do óleo de mamona analisada foi adquirida no comércio local da cidade de Caraúbas – RN, oriunda de uma fabricação artesanal. A seguir será descrito detalhadamente os métodos de análises previstos na ABNT NBR 15422 que especifica o óleo vegetal isolante novo, com algumas adaptações quando necessário.

- Densidade relativa: a densidade do óleo foi determinada por picnometria, a qual foi dividida pela densidade da água a 4°C para a obtenção da densidade relativa.
- Viscosidade cinemática: para a obtenção da viscosidade foi usado um Viscosímetro Saybolt, utilizando como norma a ASTM D445.
- Ponto de fulgor e combustão: foram determinados utilizando a metodologia prevista na ABNT NBR 11341, utilizando um sistema adaptado baseado no vaso aberto de Cleveland.
- Rigidez dielétrica: para esse teste as amostras de óleo foram submetidas a uma tensão elétrica sob condições previstas no método de ensaio da ABNT NBR 6869, por meio do equipamento Transformer Oil BDV Tester.
- Fator de perdas dielétricas: foi determinado utilizando o equipamento MIDAS micro 2883, por meio do método proposto na ABNT NBR 12133.
- Índice de neutralização: foi obtido através de uma titulação ácido-base utilizando a solução de hidróxido de potássio 0,1 mol/L previamente padronizada como titulante (SANTOS, 2013, p. 100).
- Teor de água: adotou-se o método descrito pela AOCS Bc 2 – 49 (AMERICAN OIL CHEMISTS SOCIETY, 1985).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a execução dos experimentos, pôde-se obter os resultados apresentados na Tabela 1. A partir da sua análise, nota-se que o óleo de mamona possui densidade dentro

dos limites estabelecidos pela ABNT NBR 15422. A densidade relativa é uma propriedade relevante em relação a transferência de calor.

Tabela 1 – Valores obtidos para a caracterização do óleo de mamona.

Parâmetros	Valor especificado ABNT NBR 15422	Unidade	Tipo de óleo
			Mamona
Densidade relativa a 20/4 °C	0,96 máximo	-	0,9536 ± 0,00
Viscosidade cinemática a 40 °C	50 máximo	cSt	379,23 ± 5,06
Ponto de fulgor	275 mínimo	°C	313
Ponto de combustão	300 mínimo	°C	331
Rigidez dielétrica	30 mínimo	kV	45,78 ± 7,09
Fator de perdas dielétrica a 25 °C	0,20 máximo	%	1,36
Índice de neutralização	0,06 máximo	mg KOH/g	0,301 ± 0,01
Teor de água	200 máximo	mg/kg	3511,06 ± 88,54

Fonte: Autoria própria (2023)

A viscosidade cinemática a 40 °C do óleo de mamona ultrapassou o valor máximo estabelecido pela norma ABNT NBR 15422. Ela aumenta à medida que o comprimento das cadeias de ácidos graxos presentes no óleo vegetal é ampliado, algo que pode explicar o alto valor obtido (JORGE, 2009, p. 45).

Para o ponto de fulgor e combustão, o óleo de mamona cumpriu com o limite mínimo estabelecido pela ABNT NBR 15422, podendo ser apontado como fluido isolante que possui maior segurança no quesito da inflamabilidade.

Em relação ao teor de água, obteve-se um valor superior ao estabelecido pela ABNT NBR 15422 – 200 mg/kg. A presença de água potencializa a reação com a celulose do papel isolante, provocando a degradação do mesmo e prejudicando o funcionamento do transformador.

A respeito da rigidez dielétrica, a amostra apresentou valor médio superior ao limite mínimo definido por meio da ABNT NBR 15422 – 30 kV. Esse é um resultado positivo, pois quanto maior a rigidez dielétrica, melhor será a atuação do óleo como fluido isolante.

Com relação ao fator de perdas dielétricas, obteve-se um valor superior ao limite estabelecido, sugerindo a existência de umidade e produtos provenientes da degradação do óleo.

A amostra analisada apresentou ainda um índice de neutralização superior ao limite determinado pela ABNT NBR 15422 – 0,06 mg KOH/g. Segundo a literatura, altos índices

de neutralização estão diretamente relacionados a altos teores de umidade (JORGE, 2009, p. 106).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O óleo de mamona apresentou características bastante favoráveis, tais como: rigidez dielétrica, densidade relativa, ponto de fulgor e de combustão. Porém, o seu índice de neutralização, viscosidade cinemática, teor de água e fator de perdas dielétricas ultrapassaram os limites estabelecidos na norma, sendo necessário que tratamentos prévios sejam realizados para melhor adequação em relação à norma regulamentadora.

REFERÊNCIA

AMERICAN OIL CHEMISTS SOCIETY. Official and Tentative Methods (AOCS). 3. Ed. Chicago: 1985. V. 1.

JORGE, Neuza. **Química e Tecnologia de Óleos Vegetais**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. 166 p.

SANTOS, Anne Gabriella Dias. **Síntese e caracterização de niobiosilicatos para produção de biocombustível**. 2013. 245 f. Tese (Doutorado) - Curso de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15422**: Óleo vegetal isolante para equipamentos elétricos. 3 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2022. 10 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11341**: Derivados de petróleo - determinação dos pontos de fulgor e de combustão em vaso aberto cleveland. 4 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2014. 18 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6869**: Líquidos isolantes elétricos - determinação da rigidez dielétrica (eletrodos de disco). 2 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 1989. 4 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12133**: Líquidos isolantes elétricos - determinação do fator de perdas dielétricas e da permissividade relativa (constante dielétrica) - método de ensaio. 1 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 1991. 8 p.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D445**: Método de teste padrão para viscosidade cinemática de líquidos transparentes e opacos (e cálculo de viscosidade dinâmica). 20 ed. [S.l.]: Astm, 2021. 10 p.

PAIXÃO, Luis Augusto. **Avaliação da qualidade do óleo em transformadores com o emprego da função discriminante quadrática**. 2006. 268f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná.