

Avaliação de Óleos Minerais Isolantes Usados em Transformadores Elétricos Empregando Espectroscopia NIR e Calibração Multivariada

Gil N. de Almeida¹ (IC), Ana Luísa de Q. B. Ramos^{1*} (PQ), Jorge R. Fleming² (PQ), Ricardo Cassella¹ (PQ). * costabaddini@uol.com.br

1 – Departamento de Química Analítica, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ – Brasil

2 – CEFET-Química, Unidade Rio de Janeiro, Rio de Janeiro/RJ, Brasil.

Palavras Chave: Óleos isolantes, Infravermelho próximo, Calibração multivariada.

Introdução

Os transformadores de potência são equipamentos muito importantes e de alto custo no contexto dos sistemas elétricos de potência. Nestes equipamentos, as altas tensões transmitidas pela rede elétrica de distribuição são convertidas nas tensões usualmente empregadas nas residências, estabelecimentos comerciais e indústrias. Falhas no funcionamento dos transformadores de potência podem causar sérios danos econômicos nos mais variados setores da sociedade. Nestes equipamentos são utilizados sistemas de isolamento contendo óleos minerais e papéis isolantes. Alguns parâmetros dos óleos minerais isolantes de transformadores elétricos de potência devem ser rotineiramente monitorados para que não haja falhas no seu funcionamento. Neste trabalho, foi estudada a possibilidade de utilização da espectroscopia no infravermelho próximo (NIR), associada a métodos de calibração multivariada, para a determinação de duas propriedades físico-químicas destes óleos isolantes: o índice de neutralização (IN) e o fator de potência (FP). Ambas propriedades são indicativas da presença de contaminantes no óleo. A primeira avalia e quantifica a presença de contaminantes ácidos polares e a segunda avalia a presença de contaminantes solúveis.¹

Resultados e Discussão

As determinações das propriedades físico-químicas IN e FP nos óleos foram realizadas de acordo com as normas técnicas NBR 14248 e NBR 12133, respectivamente. Os espectros NIR foram obtidos tanto no modo de absorvância como no modo de reflectância difusa, na faixa de 1100 a 2500 nm com resolução de 1 nm, empregando um espectrofotômetro FEMTO NIR 900PLS. Para a calibração via método de regressão por mínimos quadrados parciais (PLS) e pré-tratamentos dos espectros foi empregado o programa The Unscrambler 9.5 (CAMO A/S, Trondheim, Norway). O algoritmo Kennard-Stone desenvolvido em Matlab 6.0 foi empregado para selecionar as amostras de do conjunto de calibração. A seleção dos modelos baseou-se na observação do RMSECV e do

coeficiente de correlação (R) da validação externa. Diversas faixas de cada propriedade foram testadas, sendo possível apenas a aplicação do método desenvolvido para valores de IN superiores a 0,040 mg KOH/g e de FP superiores a 0,260 %. Em ambos casos foram selecionadas regiões espectrais, sendo os modelos construídos com as variáveis que conferiram mais altos coeficientes de regressão. As condições onde os melhores resultados foram obtidos estão apresentadas na Tabela 1. Nestas condições, as propriedades índice de neutralização e fator de potência apresentaram RMSECV de 0,0222 mg KOH/g e 0,203 % respectivamente.

Tabela 1. Condições estabelecidas e resultados para os modelos PLS visando a determinação do índice de neutralização e fator de potência.

Propriedade	IN	FP
Faixa aplicável	0,040-0,360 mg KOH/g	0,260-3,10 %
Nº de amostras na calibração	26	12
Nº de amostras da validação externa	6	6
Modo de Aquisição	Absorvância	Reflectância difusa
Pré-tratamentos	2ª Derivada autoescalonado	MSC 1ª Derivada
Variáveis Latentes	5	4
R calibração	0,996	0,999
R Validação cruzada	0,982	0,986
R validação externa	0,897	0,937

Conclusões

A espectroscopia NIR combinada com a calibração multivariada pode ser considerada um método um método simples, rápido e não destrutivo para a determinação do índice de neutralização e do fator de potência de óleos minerais isolantes.

Agradecimentos

CNPq, CEPEL

¹ Milash, M.; Manutenção de transformadores em líquido isolante, Edgard Blücher Ltda, **1984**