

Seleção de Variáveis Aplicada na Determinação da Tensão Interfacial de Óleos isolantes usando RMN de ^1H

Mariana da S. Godinho¹ (PG)*, Eudécio B. S. Dias¹ (TC), Marcelo M. Sena² (PQ), Luciano M. Lião¹ (PQ), e Anselmo E. de Oliveira¹, *marrygodinho@yahoo.com.br*

¹Instituto de Química, Universidade Federal de Goiás (UFG), C. Postal 131, Goiânia/GO.

²Departamento de Química, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), ICEX, Belo Horizonte/MG.

Palavras Chave: transformadores, RMN, iPLS, biPLS, sistema isolante, calibração multivariada

Introdução

Transformadores são máquinas elétricas, cuja função é a transmissão e a distribuição de energia. Essas máquinas são constituídas por diversos materiais, e sua principal parte é o sistema isolante, constituído por papel tipo Kraft imerso em óleo mineral isolante. O tempo de vida útil de um transformador depende do estado de degradação desse sistema. Daí, surge a necessidade de monitoramento das propriedades físico-químicas tanto do óleo quanto do papel. Os compostos oriundos da degradação do papel, como os compostos furânicos, dissolvem-se no óleo e por serem polares alteram suas propriedades dielétricas e isolantes. A tensão interfacial é um dos parâmetros quantificados para avaliar essas propriedades e indiretamente avaliar a degradação do papel, pois quanto maior a concentração de compostos polares dissolvidos no óleo, menor será o seu valor. A utilização da técnica de RMN de ^1H combinada com calibração multivariada mostra-se vantajosa, pois é possível identificar compostos aromáticos oriundos da degradação da celulose, além de ser uma análise rápida, não destrutiva e que consome pouca amostra. O objetivo deste trabalho foi usar seleção de variáveis em espectros de RMN de ^1H de óleos minerais isolantes para construir modelos de previsão da tensão interfacial.

Resultados e Discussão

58 amostras de óleos minerais isolantes usados em transformadores foram obtidas junto às Centrais Elétricas de Goiás S.A. (CELG), em diferentes estados de degradação. O parâmetro tensão interfacial foi medido usando um tensiômetro de torção Krüss modelo K8, apresentando valores de 16 a 45 dina/cm. Os espectros de RMN de ^1H foram registrados em triplicata em um Bruker AVANCE III 500, utilizando sonda TBI, e foram pré-tratados utilizando o alisamento *Savitsky-Golay*, com janela de 25 pontos, ajuste quadrático e primeira derivada, no programa Matlab 7.1, usando o pacote PLS Toolbox 6.0.1. Dentre as 58 amostras, 48 foram utilizadas no conjunto de calibração e 10 no de validação. Foram construídos modelos usando iPLS e biPLS para a seleção de variáveis, dividindo o

34^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química

espectro em 30 intervalos, com os dados centrados na média. Os modelos foram avaliados em função do erro médio quadrático de previsão (rmsep), da correlação entre os valores experimentais e previstos (r) e do n° de variáveis latentes (VL^s). Nas Tabelas 1 e 2 encontram-se os melhores modelos iPLS e biPLS, que foram obtidos na faixa de 5,5 a 7,0 ppm, que corresponde ao deslocamento de hidrogênios de compostos furânicos como o 2-furfuraldeído e 5-metil-2-furfuraldeído, que são oriundos diretamente da degradação da celulose.

Tabela 1. Melhores modelos iPLS.

Deslocamento (ppm)	n° de VL ^s	rmsep	r
5,93 - 5,87	5	2,2	0,90
5,87-5,50	5	2,4	0,93
5,93 - 5,87	5	2,0	0,93

Tabela 2. Melhores modelos biPLS.

Modelos	Intervalos	n° de var ^s	n° de VL ^s	rmsep	r
PLS	todos	1001	6	4,6	0,84
biPLS1	25	66	6	1,9	0,90
biPLS2	25, 21	199	6	2,4	0,91
biPLS3	14,17,18	240	5	2,2	0,91

Conclusões

A seleção de variáveis foi uma metodologia útil na construção dos modelos de calibração, permitindo a obtenção de modelos com erros relativamente mais baixos do que o PLS. O menor erro (1,9 dyn/cm) foi obtido usando biPLS e um conjunto específico de partes do espectro. Os melhores modelos foram construídos em faixas de deslocamentos químicos atribuídas a compostos furânicos, indicando que a degradação do papel contribui mais para diminuir a tensão superficial do que a degradação do próprio óleo. Isso torna possível a quantificação desses compostos através da técnica de RMN em conjunto com calibração multivariada.

Agradecimentos

- CELG, CAPES e CNPq.