

## Avaliação da Degradação de Papel Kraft através do Tratamento Quimiométrico de Imagens Digitalizadas

Mariana da S. Godinho<sup>1</sup> (PG), Deangelis Damasceno<sup>2</sup> (PG), Marcelo M. Sena<sup>1</sup> (PQ) e Anselmo E. de Oliveira<sup>2</sup> (PQ), [marrygodinho@yahoo.com.br](mailto:marrygodinho@yahoo.com.br).

<sup>1</sup>UnUCET, Universidade Estadual de Goiás (UEG), BR 15, Km 9, Anápolis /GO, 75001-970

<sup>2</sup>Instituto de Química, Universidade Federal de Goiás (UFG), Caixa Postal 131, Goiânia/ GO

Palavras chave: *Papel Kraft, Quimiometria, PLS, mínimos quadrados parciais, transformadores.*

### Introdução

O papel tipo Kraft é utilizado como principal componente do sistema isolante em transformadores da rede elétrica, sendo constituído basicamente por celulose. O sistema isolante nos transformadores contém o papel imerso no óleo, e a temperatura é um dos fatores de maior relevância na sua degradação. A vida útil de um transformador depende da estabilidade do sistema isolante papel-óleo. O papel ao degradar perde suas propriedades mecânicas, podendo ficar vulnerável devido a esforços decorrentes de curto-circuito. Em alto estado de degradação do papel, o transformador pode chegar ao fim de sua vida útil. A análise de imagens está sendo usada em indústrias alimentícias, automobilísticas, sensoriamento remoto, etc. Isso porque a cor é uma propriedade importante, podendo ser decomposta em três canais de cores primárias, R, G e B. O objetivo do presente trabalho é aplicar métodos quimiométricos para avaliar a degradação do papel tipo Kraft em uma temperatura fixa em função do tempo, buscando um melhor conhecimento dessa degradação.

### Resultados e Discussão

Dez amostras, em triplicatas, de papel tipo Kraft de fabricação Adanns foram colocadas em uma estufa Tecnal modelo TE 393/2 (precisão de  $\pm 1$  °C) na temperatura constante de 150°C durante um período de até 240 horas. A cada 24 horas uma amostra de papel foi retirada da estufa e sua imagem foi digitalizada em um *scanner* de mesa modelo Genius. Essas imagens foram decompostas em 256 níveis de variação para cada um dos três canais de cores primárias.

Os histogramas médios da frequência de ocorrência dos níveis de cor das imagens foram ajustados a três curvas gaussianas, uma para canal de cor; o centro de cada curva (pico) correspondeu ao nível de cor com maior frequência na respectiva distribuição. Foram feitas três regressões lineares, uma para a altura do pico de cada curva em função do tempo de exposição à degradação por aquecimento. Estes resultados foram comparados com os resultados obtidos em uma regressão por mínimos quadrados parciais (PLS) feita com o

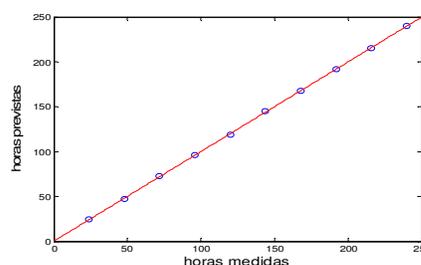
31ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química

conjunto total de dados, ou seja, uma matriz 10 x 768 (10 amostras por 768 níveis de cor). O melhor modelo PLS foi obtido com os dados centrados na média e usando seis variáveis latentes, que explicaram 99,87% da variância do bloco X e 99,99% do bloco Y. Conforme pode ser observado na Tabela 1 e na Figura 1, o PLS apresentou uma correlação entre o tempo de degradação medido e o previsto pelo modelo significativamente melhor que os modelos univariados, sendo que o erro médio de calibração (rmsec) foi de 0,50 horas. A significância estatística da relação linear da reta (Fig. 1),  $y = 0,9999x + 0,0069$ , foi comprovada por um teste F com 1 e 8 graus de liberdade e 95% de confiança, além da observação dos resíduos, os quais apresentaram um comportamento aleatório.

**Tabela 1.** Valores dos coeficientes de correlação (r) obtidos para cada modelo.

modelo	RL canal R	RL canal G	RL canal B	PLS
r	0,9647	0,9590	0,9569	0,9999

\* RL = regressão linear



**Figura 1.** Tempo de degradação medido x previsto.

### Conclusões

Este trabalho fez parte de uma análise exploratória inicial, visando caracterizar a degradação do papel Kraft e correlacioná-la com outras propriedades. Para isso, serão necessários novos ensaios químicos e mecânicos. Os resultados obtidos para o tempo de degradação do papel demonstraram a limitação dos modelos univariados e a necessidade do uso de um modelo quimiométrico multivariado (PLS). Este tipo de análise abre perspectivas para análise de imagens *on-line* de papéis Kraft em transformadores, com grande potencial de redução de custos e de tempo.