

## Aplicações da Microespectroscopia Raman e Microscopia de Força Atômica em Documentoscopia.

Jandira Maria de O. B. Brandão<sup>1,2\*(PG)</sup>, Natwrie S. M. Almeida<sup>3(IC)</sup>, Pedro Vitor M. Dixini<sup>1(PG)</sup>, Clertes Helena A. Baier<sup>2(PQ)</sup>, Bianca B. Merlo<sup>2(PQ)</sup>, Gloria Maria de F. V. Aquije<sup>3(PQ)</sup>, Wanderson Romão<sup>1,3(PQ)</sup>

<sup>1</sup> Laboratório de Petroléomica e Química Forense, Universidade Federal do Espírito Santo, Avenida Fernando Ferrari 514, Vitória - ES, CEP 29075-910

<sup>2</sup> Superintendência de Polícia Técnico-Científica da Polícia Civil do Estado do Espírito Santo, Av. Nossa Senhora da Penha, 2290, Santa Luíza, Vitória-ES CEP 29045-402

<sup>3</sup>Instituto Federal do Espírito Santo, Av. Ministro Salgado Filho, Soteco, Vila Velha- ES, 29106-010

\*jandirabrandao@hotmail.com

Palavras Chave: *microespectroscopia, microscopia, forense, documentoscopia, documentos.*

### Introdução

A falsificação de documentos, principalmente no que se refere às fraudes em papel-moeda, causa um forte impacto social e financeiro, e a Documentoscopia (parte da Criminalística que estuda os documentos) desempenha um papel fundamental, identificando essas adulterações e determinando sua autoria. O surgimento de novas técnicas, rápidas, sensíveis e principalmente não destrutivas [1] para análise de documentos, como a Microespectroscopia Raman (MR) e a Microscopia de Força Atômica (AFM), vêm revolucionando a química forense, uma vez que ambas fornecem informações atômicas e moleculares sobre a natureza e topografia do material, podendo diferenciar a deposição de tintas e o tipo de material de uma forma efetiva e não invasiva. Assim, visando uma nova perspectiva na análise forense, no presente trabalho a Microespectroscopia Raman e a Microscopia de Força Atômica foram exploradas como métodos analíticos para distinguir Carteiras Nacionais de Habilitação (CNH) e papéis moeda nacionais (cédulas de Real) autênticos e falsificados.

### Resultados e Discussão

As análises das CNH e cédulas de Real, falsificadas e originais, foram realizadas *in situ* e sem nenhuma preparação prévia, usando apenas o Microscópio confocal Alpha 300R com Espectrômetro Raman acoplado da fabricante Witec, do NCQP/ UFES. Para a Espectrometria Raman foi utilizada linha de excitação em 633nm e para as medidas de Força Atômica foi utilizado cantilever de Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, constante nominal 42N/m, frequência de ressonância ≈ 285 kHz, e scan de 5.000 a 10.000 nm. As mesmas áreas foram analisadas para os documentos e cédulas autênticas e falsas. Os espectros Raman obtidos nos documentos autênticos e falsos são diferentes, mostrando que os pigmentos utilizados na sua confecção não são os mesmos. Na MR da região da numeração fluorescente nas CNH originais, a presença de dois espectros majoritários

37<sup>o</sup> Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química

na área analisada pode ser atribuída ao “carbon black” (utilizado para dar uma coloração escura à tinta) e a um pigmento de coloração azul, a ftalocianina. Uma análise de profundidade da mesma área identificou uma maior concentração do pigmento ftalocianina. Analisando a mesma região na CNH falsificada não foi possível determinar nenhum tipo de espectro Raman bem definido, apenas regiões com alta fluorescência. No documento falsificado foram encontradas regiões onde a tinta não cobriu perfeitamente o papel, tendo sido detectados compostos derivados do carbono.

Os dados obtidos por AFM, de rugosidade medidos pela altura pico-pico, topografia e *phase* permitiram observar padrões distintos entre os documentos falsificados e originais. Altos valores de rugosidade, cerca de 30 a 100 vezes maiores nos documentos falsos em relação aos originais, representam uma má qualidade no material fraudado. A caracterização de diferentes tipos de papel, por AFM, analisando os níveis de rugosidade [2], da mesma forma como obtido neste trabalho, mostra a sensibilidade deste método na análise de superfícies. Esses resultados confirmam a aplicabilidade da AFM como inequívoca ferramenta analítica para a área de documentoscopia forense.

### Conclusões

A Microespectroscopia Raman e a Microscopia de Força Atômica se mostraram métodos eficazes, rápidos e não destrutivos para a análise de documentos, fornecendo informações precisas e úteis para subsidiar a Documentoscopia.

### Agradecimentos

CNPq, FAPES, NCQP/UFES e PPGQUI.

<sup>1</sup>M. R. de Almeida, D. N. Correa, W. F. C. Rocha, F. J. O. Scafí, R. J. Poppi, *Microchemical Journal* 109 (2013) 170-177.

<sup>2</sup>Patrícia Kaki Yasumura. Caracterização de propriedades de papel para impressão por jato de tinta. ed. rev. São Paulo, 2012, 249p. Tese (doutorado): Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Química.