

## ESTUDO CINÉTICO DA ETAPA DE DESIDRATAÇÃO DE CABELOS CAUCASIANOS POR ANÁLISE TÉRMICA

E. M. Silva<sup>1</sup>(PG); L. P. Mercuri<sup>2</sup>(PQ); D. S. Júnior<sup>2</sup>(PQ); F. M. S. Carvalho<sup>3</sup>(PQ); J. R. Matos<sup>1</sup>(PQ)

<sup>1</sup>Departamento de Química Fundamental, Instituto de Química, LATIG, USP, São Paulo - SP - Brasil,

<sup>2</sup>Departamento de Ciências da Terra, UNIFESP, Diadema - SP - Brasil,

<sup>3</sup>Departamento de Mineralogia e Petrologia - Instituto de Geociências, USP, São Paulo - SP - Brasil.

emiranda.silva@usp.br; lpmmercuri@gmail.com; flavioms@usp.br; jdrmatos@gmail.com

### Resumo

Devido à preocupação com a modelagem de fios de cabelo, procedimentos envolvendo calor foram desenvolvidos (secadores de cabelo, *Piastras* ou *Baby Liss*), porém cuidados devem ser tomados para evitar danos irreversíveis. Nesse contexto, amostras de cabelos foram estudadas por TG/DTG e DSC. Os resultados revelaram três etapas principais de perda de massa. A primeira (desidratação) e a segunda (início da decomposição térmica) são etapas fundamentais, por estarem diretamente relacionadas aos tratamentos envolvidos no embelezamento. A DSC permitiu medir a  $T_g$  e definir a máxima temperatura no tratamento térmico. Por termogravimetria não-isotérmica foram determinados os parâmetros cinéticos da etapa de desidratação.

**Palavras-chave:** *Cabelos; Desidratação; TG/DSC.*

### Abstract

Because of concerns with modeling hair, procedures have been developed involving heat (hair dryers, *Piastras* or *Baby Liss*), but care must be taken to avoid irreversible damage. In this context, hair samples were studied by TG/DTG and DSC. The results revealed three main stages of mass loss. The first (dehydration) and second (start of thermal decomposition) the fundamental steps, because they are directly related to the treatments involved in beautification. The DSC was used to measure the  $T_g$  and to define the maximum temperature during heat treatment. For non-isothermal thermogravimetry were determined kinetic parameters of dehydration step.

**Key-words:** *Hairs; Desidratation; TG/DSC.*

### 1. INTRODUÇÃO E OBJETIVO

A fibra capilar possui diâmetro de 50 a 100  $\mu\text{m}$  é formada por 80% de queratina (Figura 1), uma proteína rica em aminoácido cistina [5]. Atualmente classificam-se os cabelos em três tipos principais: oriental, caucasiano e afro (Figura 2). Sempre houve a preocupação com a modelagem dos fios, então procedimentos envolvendo calor foram desenvolvidos para enrolar ou alisar os fios (secadores de cabelo, *Piastras* ou *Baby Liss*), por isso o uso de produtos e cuidados específicos para os diversos tipos de cabelo tem crescido nos últimos anos. Os procedimentos empregados no embelezamento do cabelo conduzem a modificação na estrutura do fio e perda de água. Assim o conhecimento do processo de hidratação/ desidratação torna-se importante. A análise térmica é um conjunto de técnicas que permite avaliar a influência que a temperatura provoca sobre certas propriedades físicas de um dado material, permitindo o desenvolvimento de estudos relacionados ao comportamento térmico e cinético de decomposição de muitos tipos de materiais [3]. Esse trabalho tem por objetivo estudar o comportamento térmico por termogravimetria (TG)/termogravimetria derivada

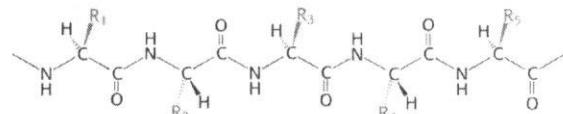


Figura 1 – Estrutura molecular da queratina

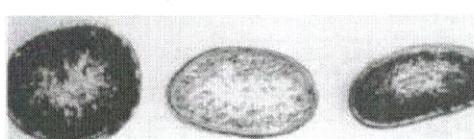


Figura 2 – Corte transversal de amostras de cabelo oriental, caucasiano e afro

(DTG) e calorimetria exploratória diferencial (DSC) de uma amostra de cabelo caucasiano, assim como, a cinética de desidratação empregando termogravimetria não isotérmica [4].

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### Material

As amostras de cabelo caucasiano foram coletadas em salão de cabelereiro da grande São Paulo e queratina (Ervesil).

### Métodos

**Aspectos Gerais:** Inicialmente as amostras foram submetidas a secagem na temperatura ambiente entre 19 a 27°C. As amostras foram cortadas em pedaço empregando uma tesoura de inox e em seguida armazemadas em frascos vidro. Parte a amostra foi pulverizada por moagem criogênica (Moinho Freezer Mill 6750, Spex), no Centro de Energia Nuclear na Agricultura – CENA/ USP.

**Termogravimetria:** As curvas TG/DTG foram obtidas faixa de temperatura de 25 a 1000°C empregando a Termobalança modelo TGA-51 (Shimadzu) na razão de aquecimento ( $\beta$ )=10°C /min, sob atmosfera dinâmica de ar (50 mL/min) e  $m_{\text{amostra}}$  ~25 mg em cadiinhos de Pt. Para o estudo da cinética de desidratação as curvas TG/DTG foram obtidas sob variadas razões de aquecimento (2,5; 5; 10; 15 e 20°C/min).

**Calorimetria Exploratória Diferencial:** As curvas DSC foram obtidas na faixa de temperatura de 25 a 550°C empregando a célula calorimétrica modelo DSC-50 (Shimadzu) na razão de aquecimento ( $\beta$ )=10°C /min, sob atmosfera dinâmica de N<sub>2</sub> (100 mL/min) e  $m_{\text{amostra}}$  ~2 mg em cadiinhos de Al.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As curvas TG/ DTG (Figura 3) ilustram o comportamento térmico da fibra capilar. Observaram-se três perdas de massa principais. A primeira ocorreu entre 25 e 150°C e corresponde a etapa desidratação, com a eliminação de 11,7% de água absorvida do ambiente pela fibra. A segunda etapa ocorreu entre 190 a 420°C ( $\Delta m = 46,8\%$ ) e é devida a decomposição térmica da fibra capilar que pode ser associada em grande parte à decomposição da queratina com carbonização. A terceira etapa ocorreu entre 420 e 650°C ( $\Delta m = 39,3\%$ ) e corresponde a eliminação do material carbonáceo formado na etapa anterior. A Figura 4 ilustra as sobreposições das curvas TG e DTG das amostras de queratina e de cabelo nas formas fio e pó. Pode-se observar que há grande semelhança no perfil termogravimétrico das três amostras, comprovando-se que há alta concentração de queratina na fibra capilar. A reproduzibilidade dos resultados e a facilidade de manipulação permitiram selecionar a amostra de cabelo na forma pó para o estudo cinético da etapa da desidratação.

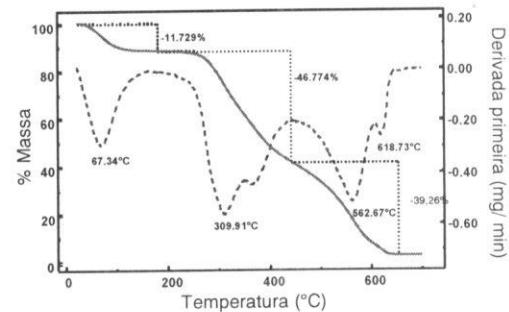


Figura 3. Curvas TG/DTG de amostra de cabelo caucasiano.

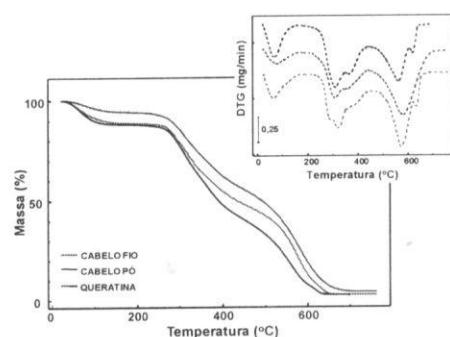


Figura 4. Curvas TG/DTG de amostras queratina de cabelo nas formas: fio e pó e.

As curvas DSC obtidas para uma amostra submetida a vários ciclos de aquecimento (Figura 5) evidenciam variação de energia no sentido endotérmico, após a desidratação. Esse evento pode ser atribuído à transição vítreo da fibra capilar, simulando o comportamento térmico de amostras de cabelo submetidas a processos térmicos utilizados para a modelagem de cabelos, como Piastras, secadores de cabelo e *Baby Liss*. Nota-se que após os seguidos ciclos de aquecimentos com a mesma amostra, o evento térmico é deslocado para temperaturas cada vez mais elevadas. Também, observa-se uma redução na diferença do valor do calor específico ( $\Delta Cp$ ) e a  $T_g$  (Transição Vítreo) torna-se maior devido ao enrijecimento da fibra capilar. Logo após a  $T_g$  inicia-se a decomposição térmica da fibra, a partir da denaturação da queratina. Portanto, nos tratamentos térmicos de cabelos os equipamentos devem ter termostatos bem ajustados e o tempo de permanência da chapa sobre a fibra deve ser baixo para evitar um aquecimento acima do esperado, o que provocaria a um dano permanente na estrutura do cabelo. Conclui-se que nas repetições desde processo de aquecimento, a transição vítreo deixa de ocorrer, dando lugar ao terceiro evento, que é a decomposição da fibra capilar [6].

A Fig. 06 ilustra: a) as curvas TG obtidas sob diferentes razões de aquecimento [empregadas para o estudo cinético das etapas de desidratação (1) e primeira etapa de decomposição térmica (2)]; b) o gráfico de  $\log \beta$  vs  $1/T$  (K) para a etapa de desidratação; c) gráfico de  $G(x)$  vs tempo reduzido. O tratamento de dados empregando o *software* para cinética por TG não isotérmica (Shimadzu) conduziu aos seguintes valores do triplete cinético:  $E_a = 57$  KJ/mol; Ordem de reação= 5; Fator frequência=  $2,94 \times 10^{-7}$  min<sup>-1</sup> [1, 2].

#### 4. CONCLUSÃO

A análise térmica é uma importante ferramenta para o Setor Cosmético. Nesse estudo foi possível ampliar o conhecimento quanto ao comportamento térmico de amostras de cabelo, assim como, estudar a cinética de desidratação da fibra capilar. Essas informações poderão ser empregadas para o desenvolvimento de produtos cosméticos capilares com maior capacidade de proteção e manutenção das características dos fios.

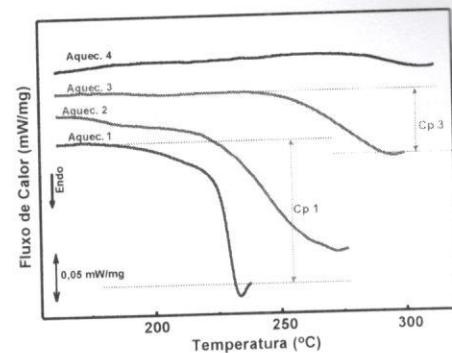


Figura 5. Curvas DSC de amostra de cabelo submetida a vários ciclos de seguidos aquecimentos.

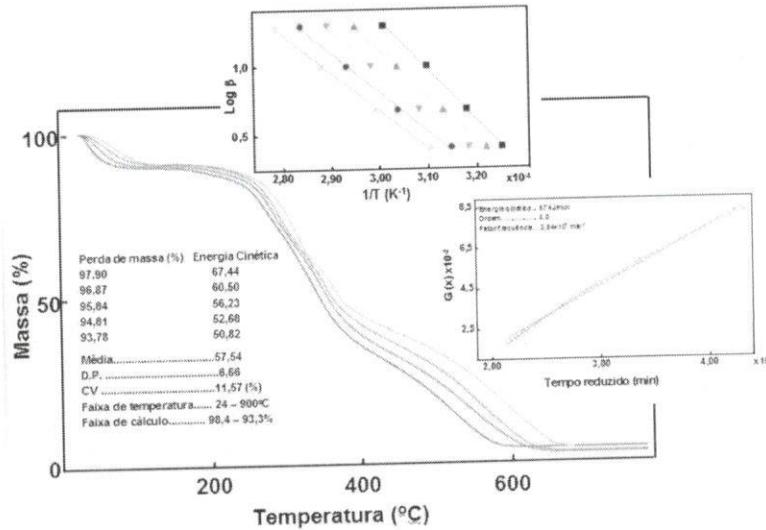


Figura 06. a) Sobreposição das curvas TG. b) Gráfico de  $\log \beta$  vs  $1/T$ . c) Gráfico de  $G(x)$  vs tempo reduzido.



## 5. REFERÊNCIAS

- [1] IONASHIRO, M.; GIOLITO, I. Nomenclatura, Padrões e Apresentação dos resultados em Análise Térmica, *Cerâmica*, v.26, n.121, p.17-24, 1980.
- [2] WENDLANDT, W.W. *Thermal methods of analysis*. 2.ed. New York: John Wiley & Sons, 1974. p.99-100.
- [3] MATOS, J.R.; MACHADO, L.D.B. Análise térmica termogravimetria. In: JUNIOR, S.V.C., **Técnicas de caracterização de polímeros**. São Paulo: Artliber, 2004, p.209-228.
- [4] MATOS, J.R.; SILVA, E.C.; PAOLA, M.R.V. Análise Térmica aplicada à cosmetologia. *Revista Brasileira Ciências Farmacêuticas*, São Paulo, v.43, n.3, p.347- 356, jul/set 2007.
- [5] ZVIAK, C. Hair Structure, Function, and Physicochemical Properties. In: The science of hair care. USA: Marcel Dekker, Inc., 1986. p.1-44. (Series: Dermatology, vol.II)
- [6] MATOS, J.R.; MERCURI, L.P.; BARROS, G. Análise Térmica Aplicada a Fármacos e Medicamentos. In: STORPIRTIS, S.; GONÇALVES, J.E.; CHIANN, C.; GAI, M.N. **Biofarmacotécnica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009. cap.4, p.32-65.

**AGRADECIMENTOS:** CNPq, CAPES e FAPESP.