

## ESTUDO DA CARACTERIZAÇÃO TERMOANALÍTICA DAS PALHAS INTERNA E EXTERNA DO RESÍDUO DA LAVOURA CAFEEIRA DA REGIÃO DE TRÊS PONTAS–MG PARA FINS ENERGÉTICOS

Orsini, R.R.<sup>1</sup>, Moscardini F., E.<sup>2</sup>, Mercuri, L.P.<sup>2</sup>, Matos, J.R.<sup>3</sup>, Carvalho, F.M.S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> IPEN-CNEN/SP, Brasil, rorsini@ipen.br; fatimamc@ipen.br

<sup>2</sup> UNIFESP-Diadema, SP, Brasil, elder.moscardini@gmail.com; lpmercuri@gmail.com

<sup>3</sup> IQ-USP, SP, Brasil, jdrmatos@gmail.com

### Resumo

Visando um melhor aproveitamento dos resíduos agrícolas que são na sua grande maioria descartados inadequadamente e muitas vezes queimados no ambiente natural, foi realizado um estudo da decomposição térmica dos resíduos obtidos da lavoura cafeeira para fins energéticos, utilizando as técnicas termoanalíticas para essa avaliação. As curvas TG/DTG e DSC mostraram que a decomposição térmica ocorre em quatro eventos, sendo que o primeiro desse é endotérmico, e corresponde a perda de água do material, e os demais eventos exotérmicos corroboram a decomposição térmica propriamente dita dessa matriz. Esses dados experimentais acenaram positivamente para utilização energética da palha de café.

**Palavras chave:** TG/DTG; DSC; palha de café

### Abstract

A better use of agricultural residues are mostly disposed of improperly and often burned in the natural environment, we performed a study of thermal decomposition of residuals from the coffee crop for energy purposes, using thermal analysis techniques for such assessment. The curves TG / DTG and DSC showed that the thermal decomposition occurs in four events, and the first that is endothermic, and that corresponds to water loss from the material, and other events confirm the exothermic thermal decomposition per se of the array. These experimental data nodded positively to the energy use of coffee straw.

**Key-words:** TG/DTG; DSC; coffee straw

### INTRODUÇÃO

Materiais diversos, como restos de colheita e lavouras, ou mesmo sobras de produtos processados no ambiente rural, são dispostos de modo inadequado, indo desde a poluição e degradação dos solos e águas, facilitando a proliferação de vetores de doenças, ao seu não aproveitamento total como fonte de renda extra, servindo como matéria prima para outros produtos.

Grande parte da matéria orgânica residual é tratada inadequadamente, contribuindo de forma indesejável para as mudanças na biosfera, principalmente em países de baixa renda onde a reutilização de resíduos orgânicos não se constitui prática comum, enquanto que grandes quantidades desses produtos são queimados nos campos ou usados como combustível doméstico.

Das diversas culturas agrícolas existentes no país, a cafeicultura se destaca por sua produção em grande escala, pois o Brasil é o maior produtor mundial, com uma média de 30 % dessa produção [1].

No Brasil, muitos trabalhos têm sido realizados para avaliar o potencial de utilização de subprodutos agrícolas, tal como a palha proveniente do beneficiamento do café, com o intuito de agregar valor a esses resíduos, transformando-os em matéria prima como alternativa para evitar transtornos ambientais [2-6].

Estudos indicam que 55% dos frutos secos representam os grãos, 29% a polpa, 12% a casca, e 4% a mucilagem. Portanto, 45% da produção de uma determinada área são considerados resíduos [7], e esses resíduos orgânicos trazem consequências diversas, sendo que a implementação do aproveitamento dos mesmos na lavoura cafeeira, contribui para minimizar os aspectos negativos no ambiente e criar alternativas energéticas para o país.

## OBJETIVO

Neste trabalho estudou-se a decomposição térmica das palhas interna e externa do resíduo da lavoura cafeeira para fins energéticos, utilizando as técnicas termoanalíticas: Termogravimetria (TG)/Termogravimetria Derivada (DTG) e Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC).

## MÉTODOS E MATERIAIS

A biomassa escolhida para o presente trabalho é proveniente da região de Três Pontas, Minas Gerais, cuja cidade é considerada a capital mundial do café [8]. O material foi acondicionado em sacas e homogeneizado manualmente, sendo que as amostras foram retiradas randomicamente.

As curvas TG/DTG [9] foram realizadas em uma termobalança modelo TGA-51, marca Shimadzu, utilizando atmosfera dinâmica de ar com vazão de  $50 \text{ mL min}^{-1}$ , intervalo de temperatura de 25–900°C, com razão de aquecimento ( $\beta$ ) de  $10^\circ\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$  e massa de amostra de 25mg.

As curvas DSC [10] foram obtidas em uma célula DSC-50, marca Shimadzu utilizando atmosfera dinâmica de nitrogênio ( $\text{N}_2$ ) com vazão de  $100 \text{ mL min}^{-1}$ , intervalo de temperatura da ambiente até 550°C com razão de aquecimento ( $\beta$ ) de  $10^\circ\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$  e massa de amostra de 2mg.

## RESULTADOS

A palha de café *in nature* é uma mistura das partes interna e externa. O grão apresenta um envoltório de cor clara (palha interna), o qual está revestido por uma camada de cor escura, a qual se define como palha externa.

A fim de caracterizar as camadas (interna e externa) isoladas, separou-se manualmente a palha interna da externa.

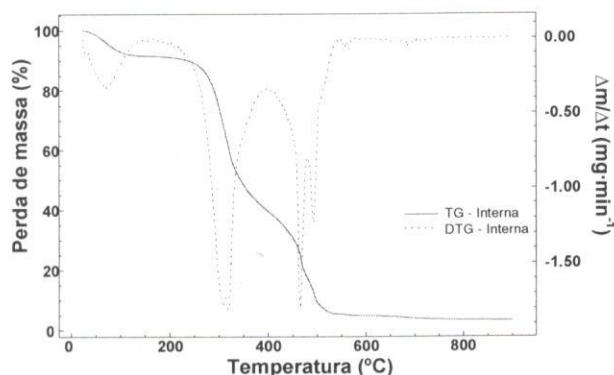


**Figura 1.** Palha de café interna (clara) e externa (escura)

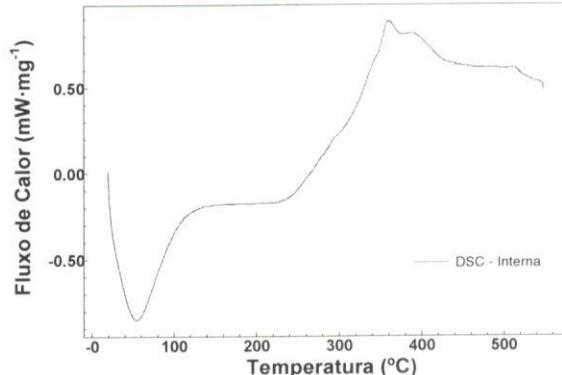
### Palha Interna

As curvas TG/DTG da amostra da palha interna de café (Figura 1) evidenciam uma decomposição térmica em cinco etapas consecutivas, sendo que a terceira e a quarta são concomitantes. Analogamente à amostra da palha externa de café, o primeiro evento de perda de massa (até 150 °C) pode ser relacionado com a desidratação do material em estudo, ao qual se associa uma variação de 8,6% de massa. A segunda e terceira perdas de massa estão relacionadas à decomposição térmica do material em estudo, com uma variação total de 86,2%. O terceiro evento acontece em duas etapas consecutivas e concomitantes, pois antes do término da terceira decomposição térmica inicia-se o quarto evento de perda de massa. A palha interna decompõe-se quase totalmente, restando uma massa residual de 3,2% da massa original. É notório o aumento da porcentagem de perda de massa no evento que supõe ser a decomposição térmica da matéria orgânica (segundo, terceiro e quarto eventos). Em contrapartida é observado uma diminuição na massa residual, a qual foi associada à existência de material inorgânico, devido ao valor da temperatura final (900 °C). Pode ser que a presença de uma maior quantidade de material inorgânico na parte externa possibilite que este material resista mais à tração, característica apresentada pela sua dureza.

A curva DSC da amostra da palha interna de café (Figura 2) tem o mesmo perfil da amostra externa e evidencia um evento endotérmico no início seguido de eventos exotérmicos consecutivos e concomitantes. Este evento corrobora com os dados obtidos das curvas TG/DTG para o primeiro evento de decomposição térmica confirmando uma possível desidratação.



**Figura 2.** Curvas TG/DTG da amostra de palha interna de café.



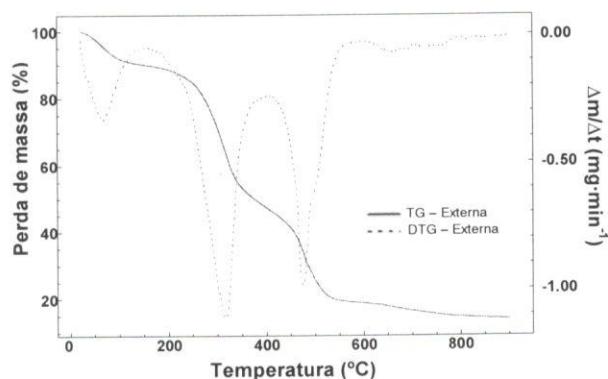
**Figura 3.** Curva DSC da amostra de palha interna de café.

### Palha Externa

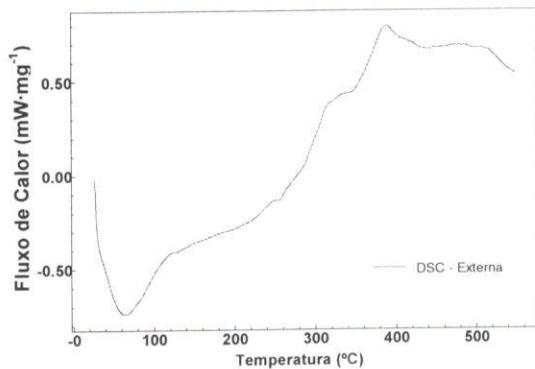
A análise das curvas TG/DTG (Figura 4) permitiu inferir que a decomposição térmica da amostra da palha externa de café ocorre em quatro etapas consecutivas. O primeiro evento de decomposição (até 150°C) está relacionado com a liberação de água, ou seja, desidratação, o qual se associa 10% de perda

de massa. Os eventos seguintes estão relacionados com a decomposição térmica do material. O segundo e terceiro eventos se relacionam com a decomposição térmica da matéria orgânica presente, totalizando 71% de perda de massa. Contudo, pode-se sugerir que o quarto evento observado, que se inicia em 580°C esteja relacionado com a decomposição térmica de algum composto inorgânico presente. Esta hipótese se fundamenta no fato de que acima de 500 °C poucos compostos orgânicos são estáveis termicamente e também pelo fato da decomposição representar apenas 5% da massa inicial. A decomposição deste material não é completa até a temperatura de 900°C, ou seja, verifica-se a presença de um resíduo de aproximadamente 14% da massa original. Como essa massa residual não se decompõe até esta temperatura se sugere a presença de material inorgânico.

A curva DSC da amostra externa da palha de café (Figura 5) evidencia um evento endotérmico ao início (até 110 °C, aproximadamente), em seguida mostra um evento exotérmico de decomposição térmica. O pico endotérmico associa-se a desidratação corroborando com os dados de termogravimetria. A decomposição térmica do material acontece, em termos energéticos, de forma exotérmica em eventos consecutivos e concomitantes.



**Figura 4.** Curvas TG/DTG da amostra de palha externa de café.



**Figura 5.** Curva DSC da amostra de palha externa de café.

## CONCLUSÕES

As curvas TG/DTG possibilitaram inferir sobre a quantidade de água presente nas amostras, assim como, discutir sobre a massa residual. A respeito da “dureza” da parte interna e externa da palha de café pode-se sugerir uma relação com a presença de material orgânico ou inorgânico. As curvas DSC corroboraram com os dados de TG para a desidratação térmica do material em estudo. Pode-se, a partir dessas curvas, concluir que a decomposição térmica do material é exotérmica, não importando se este faz parte da divisão interna ou externa da palha de café, tornando-a viável para fins energéticos.

## AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Análise Térmica Prof. Dr. Ivo Giolito (LATIG) do IQ-USP.

## REFERÊNCIAS

- [1] ZANELLI, M.L. Câmara Setorial a Abic harmonizam programa de qualidade do café. **Portal do Governo do Estado de São Paulo**. Disponível em:<<http://www.saopaulo.sp.gov.br/snoticias/lenoticia.php?id=90201>>. Acesso em Fev.2010.
- [2] BRUM, S.D.; BIANCHI, M.L; SILVA, V.L.; GONÇALVES, M.; Guerreiro, M.C.; OLIVEIRA, L.C.A. Preparação e caracterização de carvão ativado produzido a partir de resíduos do beneficiamento do café. **Química Nova**, São Paulo, v.31, n.5, 2008.
- [3] RAYMUNDO, A.S.; ZANAROTTO, R.; GALAZZI, R.M., BORGES, P.S.; RIBEIRO, J.N.; RIBEIRO, A.V.F.N. Estudo da casca/palha de café como adsorbente natural para remoção de corante têxtil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 48<sup>º</sup>. 2008, Rio de Janeiro, *Anais eletrônicos...* Rio de Janeiro: ABQ, 2008. Disponível em: <http://www.abq.org.br/cbq/2008/trabalhos/13/13-279-4734.htm>. Acesso em: Jan. 2009.
- [4] PARRA, A.R.P; MOREIRA, I.; FURLAN, A.C.; PAIANO, D.; SCHERER, C.; CARVALHO, P.L.O. Utilização da casca de café na alimentação de suínos nas fases de crescimento e terminação. **R.Bras.Zootec.**, v.37, n.3, p.433-442, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v37n3/08.pdf>>. Acesso em: Jan. 2009.
- [5] NUNES, H.; ZANINE, A.M.; MACHADO, T.M. M; CARVALHO, F.C. Alimentos alternativos na dieta de ovinos. **Arch. Latinoam. Prod. Anim.** v.15, n.4, p.141-151 , 2007. Disponível em: <<http://www.alpa.org.ve/PDF/Arch%2015-4/nunes.pdf>>. Acesso em: Jan. 2009.
- [6] TEIXEIRA, R.M.A.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C.; OLIVEIRA, A.S.; ASSIS, A.J.; PINA, D.S. Consumo, digestibilidade e desempenho de novilhas alimentadas com casca de café em substituição à silagem de milho. **R. Bras. Zootec.**, v.36, n.4, p.968-977, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v36n4/29.pdf>>. Acesso em: Jan. 2009.
- [7] VENTURIM, J.B. *Gestão de resíduos orgânicos produzidos no meio rural: o caso do beneficiamento do café*. 2002. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- [8] COCATREL, Cooperativa dos Cafeicultores da Zona de Três Pontas Ltda. Disponível em:<<http://www.cocatrel.com.br>>. Acesso em: Mai. 2007.
- [9] WENDLANDT, W.W. *Thermal Analysis*. 3a ed. New York: Wiley, 1986.
- [10] IONASHIRO, M.; GIOLITO, I. Nomenclatura, padrões e apresentação de resultados em análise térmica. **Cerâmica**. Vol.26, No.121, 17-24, 1980.