



## INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

"KEY ELEMENTS FOR A SUSTAINABLE WORLD: ENERGY, WATER AND CLIMATE CHANGE"

# Análise Termogravimétrica da Bioespuma Poliuretana do Projeto de Produto Gasolimp como Agente Cogerador de Energia

J. C. V. Cortez

Msc. em Meio ambiente

Universidade Federal da Paraíba, [cortez.juancarlos@gmail.com](mailto:cortez.juancarlos@gmail.com)

### Resumo

Este trabalho apresenta o resultado dos testes feitos para análise de combustão das substâncias que restaram impregnadas na esponja poliuretana biodegradável, decorrente da ação continuada dos hidrocarbonetos, após 35 dias de uso do Gasolimp, projeto de produto de um protetor biodegradável para bomba de gasolina e cogerador de Energia, colocado em uma bomba injetora de gasolina, no período de fevereiro a março de 2008, em um posto de gasolina da cidade de João Pessoa. Nosso objetivo principal foi diagnosticar as propriedades termogravimétricas que permitem avaliar as propriedades térmicas de uma amostra em função do tempo ou da temperatura. A Termogravimetria (TGA) é um método usado para determinação da taxa de decomposição de substâncias quando utilizado na aplicação de aditivos materiais orgânicos e se deseja avaliar a estabilidade térmica e oxidativa destes. As análises de termogravimetria foram realizadas no LACOM (Laboratório da área de pesquisa em Combustíveis e Materiais) da Universidade Federal da Paraíba. Este laboratório atua na área de pesquisa de novos materiais cerâmicos (pigmentos, catalisadores e materiais fotoluminescentes), na produção de biodiesel (mamona, babaçu, soja, milho, algodão, pinhão manso, óleo de coco, óleo de frituras), entre outros. O laboratório possui um analisador termogravimétrico, marca TA Instruments, modelo SDT 2960, na razão de aquecimento de 20 °C/min até 600 °C. A amostra utilizada foi de aproximadamente 5,0 mg utilizando uma porta de platina em atmosfera de ar com 110 mL/min. As análises de calorimetria exploratória diferencial foram realizadas em um calorímetro exploratório diferencial pressurizado, marca TA Instruments, modelo DSC 2920 acoplada a uma célula de pressão, na razão de aquecimento de 10 °C/min até 600 °C. A massa de amostra analisada, de aproximadamente 5,0 mg foi colocada em uma porta amostra de platina, em atmosfera de oxigênio com 1400 KPa de pressão. As análises termogravimétricas realizadas apresentaram resultados bastante satisfatórios quanto ao teor de combustão e de queima da amostra, apresentando um resíduo no valor de 3% em função da massa diagnosticada. Foi verificado, também, na análise de PDSC que no processo de queima da bioespuma houve uma liberação de energia de 5184 J/g. De modo breve e conclusivo; os resultados obtidos por meio dos testes TGA e Calorimetria Exploratória Diferencial, demonstraram e comprovaram que o projeto de produto Gasolimp (Bioespuma Poliuretana) é um Cogerador de Energia altamente viável.

*Palavras-Chave: Combustão, Cogerador de Energia, esponja biodegradável, hidrocarbonetos.*

## 1 Introdução

As pesquisas em energia de biomassa no Brasil representam um potencial significativo para converter-se em efetivo agente de desenvolvimento, permitindo integrar-se à produção e ao consumo de bioenergias de forma mais intensa do que qualquer outra fonte energética. As inovações tecnológicas têm um papel importante para apontar soluções, principalmente, no que se referem a resíduos passíveis de cogeração de energia. O produto testado devido a suas características de resíduos pode ser classificado de acordo com a NBR 10004 da ABNT como: Classe I – aqueles que, em função de suas características intrínsecas de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, apresentam riscos à saúde pública por meio do aumento da mortalidade ou da morbidade, ou ainda provocam efeitos adversos ao meio ambiente quando manuseados ou dispostos de forma inadequada. Foram analisadas as substâncias que resultaram impregnadas na esponja poliuretana biodegradável decorrente da ação continuada dos hidrocarbonetos, após 35 dias de uso do produto Gasolimp, na bomba injetora de gasolina em um posto de gasolina da cidade de João Pessoa, no período de fevereiro à março de 2008. Nosso objetivo principal é diagnosticar as propriedades termogravimétricas que permitam avaliar as propriedades térmicas de uma amostra em função do tempo ou da temperatura. A Termogravimetria (TGA) é um método para determinação da taxa de decomposição de substâncias, principalmente, quando utilizada na aplicação de aditivos materiais orgânicos e se deseja avaliar a estabilidade térmica e oxidativa destes.

## 2 Metodologia

As análises de termogravimetria foram realizadas no LACOM (Laboratório da área de pesquisa em Combustíveis e Materiais) da Universidade federal da Paraíba. Este laboratório atua na área de pesquisa de novos materiais cerâmicos (pigmentos, catalisadores e materiais fotoluminescentes), na produção de biodiesel (mamona, babaçu, soja, milho, algodão, pinhão manso, óleo de coco, óleo de frituras, entre outros), como também no desenvolvimento de aditivos multifuncionais para biodiesel entre outros. O laboratório tem um analisador termogravimétrico, marca TA Instruments, modelo SDT 2960, na razão de aquecimento de 20 °C/min até 600 °C, massa da amostra de aproximadamente 5,0 mg utilizando um porta amostra de platina em atmosfera de ar com 110 mL/min. As análises de calorimetria exploratória diferencial foram realizadas em um calorímetro exploratório diferencial pressurizado, marca TA Instruments, modelo DSC 2920 acoplada a uma célula de pressão, na razão de aquecimento de 10 °C/min até 600 °C, massa da amostra de aproximadamente 5,0 mg utilizando um porta amostra de platina em atmosfera de oxigênio com 1400 KPa de pressão.

A esponja biodegradável é obtida através da reação de 2 (dois) tradicionais produtos na área de poliuretana, um poliól e um isocianato quem determina a característica de biodegradabilidade. Os principais tipos de isocianato que podem ser utilizados são: tolueno diisocianato e metileno diisocianato, cuja estrutura idealizada pode ser vista na **Fig. 1** e na **Fig. 2** resíduos da bioespuma em uso após trinta dias de uso, juntamente com os pedaços de tecido de algodão.

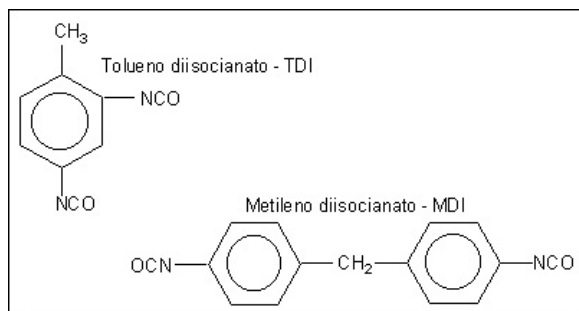


Fig. 1 Estrutura idealizada do polioli



Fig. 2 Resíduos da bioespuma poliuretana com pedaços de tecido de algodão

As análises de termogravimetria foram realizadas em um analisador termogravimétrico, marca TA Instruments, modelo SDT 2960, na razão de aquecimento de 20 °C/min até 600 °C, massa da amostra de aproximadamente 5,0 mg utilizando um porta amostra de platina em atmosfera de ar com 110 mL/min. Assim como, as análises de calorimetria exploratória diferencial, foram realizadas em um calorímetro exploratório diferencial pressurizado, marca TA Instruments, modelo DSC 2920 acoplada a uma célula de pressão, na razão de aquecimento de 10 °C/min até 600 °C, massa da amostra de aproximadamente 5,0 mg utilizando um porta amostra de platina em atmosfera de oxigênio com 1400 KPa de pressão.

### 3 Análise e discussões

A análise de termogravimetria explorou principalmente o teor de queima da amostra, assim como a eficiência térmica contida na amostra da bioespuma poliuretana. Na **Fig.3** observam-se três transições; a primeira refere-se ao processo endotérmico com temperatura de pico de 70.89 C° e os outros dois, ao processo exotérmico com temperatura de pico de 334.44 e 460.26 C°, acredita-se que o primeiro evento seja atribuído a volatilização da gasolina e o restante dos eventos a queima do polímero (bioespuma + tecido). Observa-se que a partir dos 200 C° inicia-se o processo de combustão liberando energia.

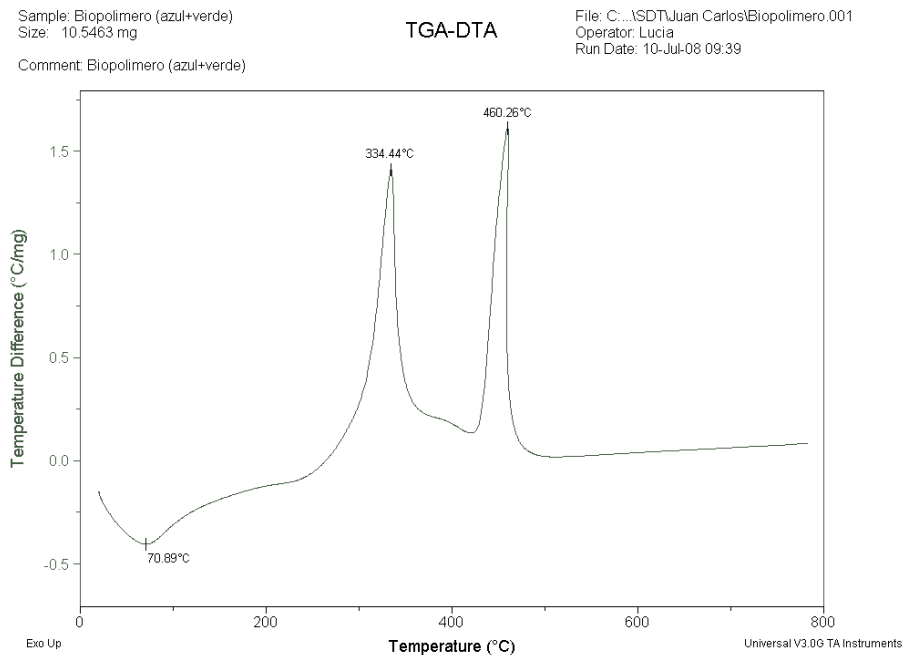


Fig.3 Curva da análise térmica diferencial (DTA)

Observamos na **Fig.4**, cinco (5) elementos de perda de massa, na qual a primeira corresponde ao processo de volatilização da gasolina em torno de 20% corroborando com pico de DTG 64,51 C° e os eventos restantes da bioespuma correspondem a combustão com perda de massa aproximada 13%, 41%, 5% e 18 %. Restando um resíduo de massa de 3,58 % de massa.

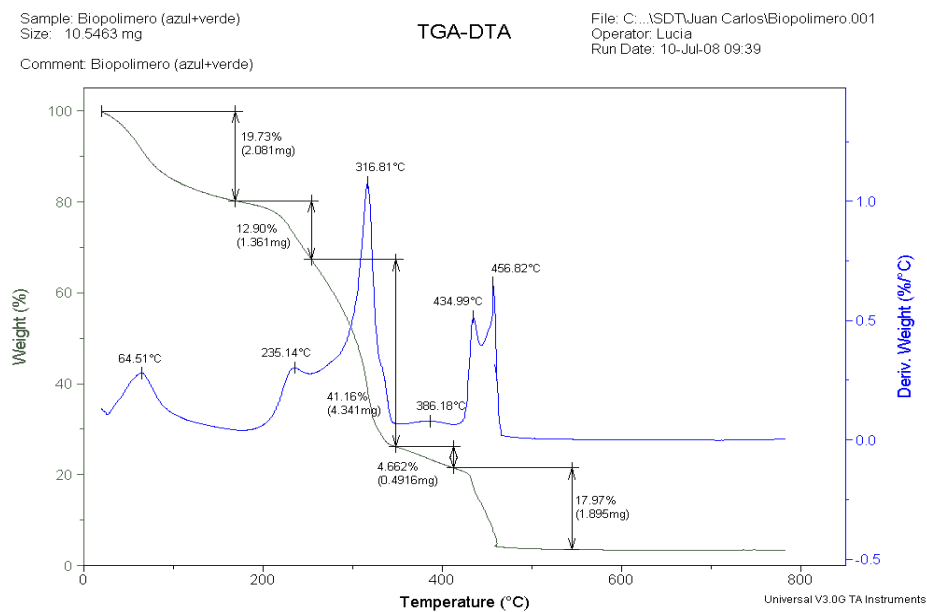


Fig. 4 Curva Termogravimétrica do polímero e tecido de algodão

Na **Fig. 5** e **Fig. 6** as análises de calorimetria exploratória diferencial pressurizada (PSDC) apresentam três transições exotérmicas: a primeira, atribuída a combustão da gasolina (TP de 228.54 C°); a segunda e terceira corresponde ao biopolímero em 264.,8 C° e 549,84 C°. Observa-se que a gasolina é o primeiro agente de combustão da bioespuma, logo após, inicia-se o processo de combustão da bioespuma de forma gradual e lenta com temperatura de pico de 264,58 C° liberando 3.584 J/gr. Provavelmente nessas duas etapas ocorreu a queima do material acima de 96 % da bioespuma e do tecido do produto.

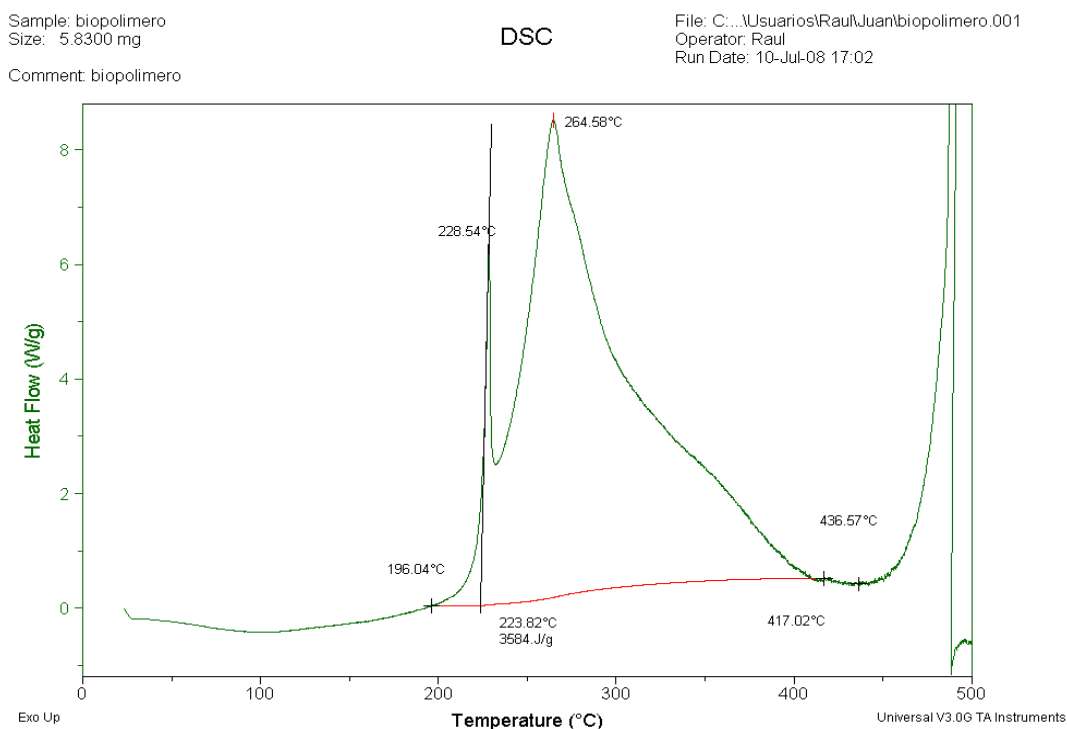


Fig.5 Curva PDC – Dinâmica do polímero

Observamos na **Fig.6** uma transição exotérmica em fração de minutos entre o intervalo de 46,2 minutos a 46,5 minutos, correspondendo à queima do resíduo da bioespuma, liberando uma energia de 1,600 J/g.

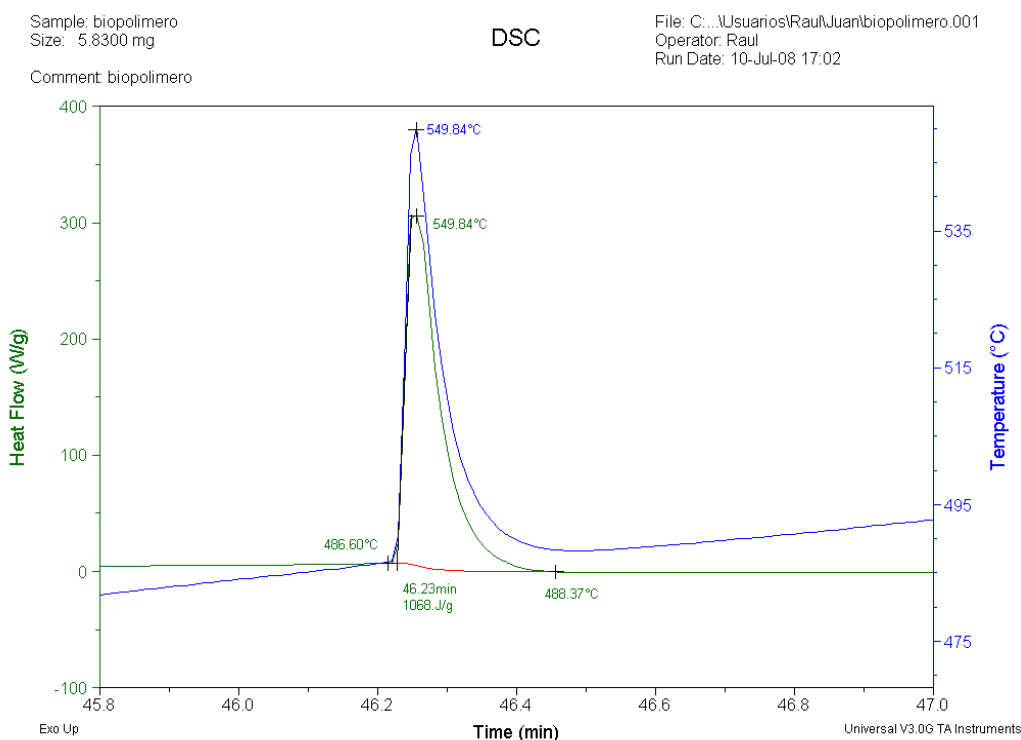


Fig.6 Curva DSC – Isotérmica do Biopolimero

#### 4 Conclusão

As análises termogravimétricas realizadas apresentaram resultados bastante satisfatórios quanto ao teor de combustão e de queima do produto, apresentando um resíduo no valor de 3% em função da massa diagnosticada. Como também verificada na análise de PDSC que o processo de queima da bioespuma uma liberação de energia de 5184 J/g. Em suma os resultados obtidos demonstram que o produto Gasolimp (Bioespuma Poliuretana) é um Cogenerador de Energia altamente viável como agente de desenvolvimento e fonte energética.

#### 5 Agradecimentos

**LACOM** (Laboratório da área de pesquisa em Combustíveis e Materiais) da Universidade Federal da Paraíba – Brasil.

#### 6 Referências

- Burnham, A. K. 1999. Braun, R. L.; *Energy Fuel*, 13, 1.
- Canevarolo, S.V. 2003. *Técnicas de Caracterização de Polímeros*, Artliber Ed., v. 1, São Paulo,
- Gonçalves, m. I. a.; Teixeira, M. A. G.; Pereira, R. C. L.; Mercury, R. L. P.; Matos, J. R.; J. 2001. Thermogravimetry analysis calorimetry. 64, 697.
- Kök, M. V.; J. 2002. Thermogravimetry analysis calorimetry. 68, 1061

Kök, M. V.; *J.* 2003. Thermogravimetry analysis calorimetry. *73*, 241

McCRUM, N. G., BUCKLEY, C. P., BUCKNALL, C. B. 1997. Principles of Polymer Engineering, New York, Oxford University Press,

Millington, A.; Price, D.; Hughes, R.; *J.* 1993. Thermogravimetry analysis., *40*, 225.

Odian, G. 1991. Principles of polymerization, Nova York, John Wiley & Sons,

Sperling, L.H. 1985. Introduction to Physical Polymer Science, Nova York, John Wiley & Sons,