

## **OBTENÇÃO DO BIODIESEL DE *Moringa Oleifera Lam* E DO ECODIESEL NA PROPORÇÃO B5, B10, B20 E B30**

Carlos Henrique Catunda Pinto, Luiz di Souza, Anne Gabriella Dias Santos, Luiz Gonzaga de Oliveira Matias, Daniele da Silva Oliveira\*, Patrick Nunes Farias

Departamento de Química, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Campus Universitário Central, Costa e Silva, Mossoró, RN 59610-090 Brasil

### **OBTENÇÃO DO BIODIESEL DE *Moringa Oleifera Lam* E DO ECODIESEL NA PROPORÇÃO B5, B10, B20 E B30**

#### **ABSTRACT**

*Moringa oleifera Lam* is an oilseed crop that has the potential for producing biodiesel because it is a culture that fits in various weather conditions, is drought tolerant and produces good amount of oil. Given this work aimed to synthesize and manufacture biodiesel *Moringa* ecodiesel in the proportion of (B5), (B10), (B20) and (B30) and to characterize them by physicochemical analysis and thermogravimetric. The biodiesel was successfully obtained and the physico-chemical properties of the materials showed values in accordance with the standards of the National Agency of Petroleum, Natural Gas and Biofuels (ANP).

**Keywords:** biodiesel; ecodiesel, *Moringa Oleifera*.

\* E-mail: danielequimica@hotmail.com

## INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas estão sendo colocadas como um dos principais desafios para a humanidade no século XXI, ao lado de outros temas já presentes na agenda pública, como é o caso do combate à pobreza e da geração de trabalho decente. A preocupação específica com relação ao clima diz respeito ao aquecimento global “efeito estufa”, que é gerado pelo excesso de emissão de CO<sub>2</sub> na atmosfera. Grande parte deste excesso deriva do modelo energético global, cuja matriz tem como fonte principal de matéria-prima os recursos naturais não renováveis, especialmente o petróleo.<sup>1</sup>

O biodiesel apresenta-se como alternativa energética, devido ao fato de ser um combustível renovável e biodegradável, podendo substituir o diesel mineral sem necessidade de nenhuma modificação nos motores diesel já existente.<sup>2</sup> O biodiesel pode ser produzido de uma grande variedade de matérias-primas. Estas matérias-primas incluem a maioria dos óleos vegetais e gorduras de origem animal, bem como óleos de descarte.<sup>3</sup>

Para que o biodiesel seja produzido, óleos vegetais e gorduras animais são submetidos a uma reação química denominada transesterificação. Nesta reação, óleos vegetais e gorduras animais reagem na presença de um catalisador (usualmente uma base) com um álcool (usualmente metanol) para produzir os alquil ésteres correspondentes (para o caso do metanol os ésteres metílicos) da mistura de ácidos graxos que é encontrado no óleo vegetal e na gordura de origem animal.<sup>3</sup>

O biodiesel é miscível com o diesel de petróleo em qualquer proporção. Em muitos países, esta propriedade levou ao uso de misturas binárias diesel/biodiesel, ao invés do biodiesel puro, essa mistura é chamada de ecodiesel.

A *moringa oleifera Lam* é uma planta que tem um grande potencial para a produção de biocombustível no semi-árido nordestino, pois é uma árvore que não apresenta dificuldades quaisquer que sejam os métodos escolhidos para a sua propagação, pode ser pelo plantio direto, produção de mudas a partir de sementes ou de estacas. Adaptam-se bem as condições climáticas tanto do clima semi-árido como sub-úmido, não sendo necessários altos volumes pluviométricos por ano, é tolerante à seca e produz boa quantidade de óleo.<sup>4-5</sup>

A produção das sementes apresenta grandes variações devido ao manejo da planta, a disponibilidade de água e ao clima podendo chegar a produzir entre 20 a 24 mil sementes por

planta com os cuidados adequados. A semente desta árvore produz um óleo de alta qualidade, chegando a produzir entre 35 a 40 % de óleo.<sup>6</sup> Este óleo é amarelo claro, podendo ser usado como matéria-prima alternativa regional para a produção de biodiesel no nordeste. A Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), conforme a resolução nº 7/2008, Anexo 1/2008, que trata da qualidade do biodiesel produzido, estabelece padrões de qualidade que devem ser obedecidos.<sup>7</sup> Para verificar estes parâmetros é necessário monitorar várias propriedades e verificar se as mesmas estão obedecendo a legislação. Este trabalho teve como objetivo, sintetizar o biodiesel, produzir o ecodiesel (B5), (B10), (B20) e (B30), caracterizá-los via propriedades físico-químicas e térmicas e verificar se os mesmos obedecem a legislação vigente.

## **METODOLOGIA**

### **Extração do óleo de *Moringa Oleifera***

Inicialmente as sementes de moringa foram coletadas no Campus Central da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN) - Mossoró/RN. Antes da extração as sementes passaram por um processo de limpeza e tratamento. As sementes ficam encapsuladas numa casca sobre a amêndoa que foi retirada com a ajuda de uma espátula. Em seguida, as sementes foram colocadas na estufa para secagem durante 5 horas a temperatura de 105 °C (tempo necessário para retirada de toda a umidade das sementes). Após serem secas as sementes foram trituradas; o material resultante foi acondicionado em papel de filtro que foi adaptado para formar um sachê, para posterior extração do óleo.

A extração foi realizada por meio do método Soxhlet utilizando como solvente o hexano, em um sistema de refluxo, por 6 horas. O óleo foi separado do solvente (hexano), através de um evaporador-rotativo a pressão reduzida, e purificado por secagem a temperatura de 65 °C por 24 h. O rendimento do óleo no processo foi definido como sendo a massa de óleo extraída em função da massa de semente de moringa usada na extração, (Rendimento (%) =  $\text{Massa total de óleo} * 100 / \text{Massa total inicial}$ ).

### **Obtenção do biodiesel de *Moringa Oleifera***

O óleo de *Moringa oleifera* foi seco na estufa durante 24 h para a retirada de água residual e foi usado na síntese do biodiesel. A reação foi feita a temperatura ambiente durante 4 h utilizando uma razão de 6:1 álcool/óleo, sendo 70g de álcool para cada 200g de óleo, e 1% de hidróxido de potássio (KOH), como catalisador homogêneo. Ao término da reação, transferiu-se a mistura para um funil de decantação para a separação de fases.

Após 1 h em repouso observou-se nitidamente duas fases, a menos densa contendo os ésteres metílicos (biodiesel) e outra mais densa o glicerol (glicerina), as impurezas e os reagentes em excesso. Depois de 24 h em repouso a segunda fase (glicerina) foi removida do balão, restando apenas os ésteres metílicos, e, em seguida, foi lavada com água morna. Para a avaliação do processo de lavagem foi realizada a medição do pH utilizando fenolftaleína para observar a coloração da água de lavagem como incolor ao fim de sucessivas lavagens. Em seguida, o biodiesel foi seco em uma estufa a 100 °C para eliminar a umidade residual.

### **Caracterização físico-química do óleo de moringa e seu biodiesel**

O óleo e o biodiesel de moringa (B100) foram caracterizados segundo o Regulamento Técnico da ANP nº 1/2008 contida na resolução nº 7/2008. As análises foram realizadas no Laboratório de Catálise, Ambiente e Materiais, LACAM, da UERN fazendo-as em triplicata e o resultado final sendo a média aritmética das análises.

### **Obtenção do ecodiesel de *Moringa Oleifera Lam***

Foi misturado 95 ml de diesel a 5 ml de biodiesel de moringa (B5), 90 ml de diesel a 10 ml de biodiesel (B10), 80 ml de diesel a 20ml de biodiesel (B20) e 70 ml de diesel a 30 ml de biodiesel (B30). Essas misturas são chamadas de ecodieseis.

### **Caracterização por termogravimetria**

A análise termogravimétrica do óleo e do biodiesel foi feita usando uma termobalança modelo TGA 50 da Shimadzu. As análises foram feitas iniciando-se a 25 °C e indo até 550 °C, a uma razão de aquecimento 10 °C/min., sob atmosfera inerte de nitrogênio, com vazão de 25

mL/min. Foi utilizado um cadinho de platina e as massas das amostras foram de aproximadamente 5,0 mg.

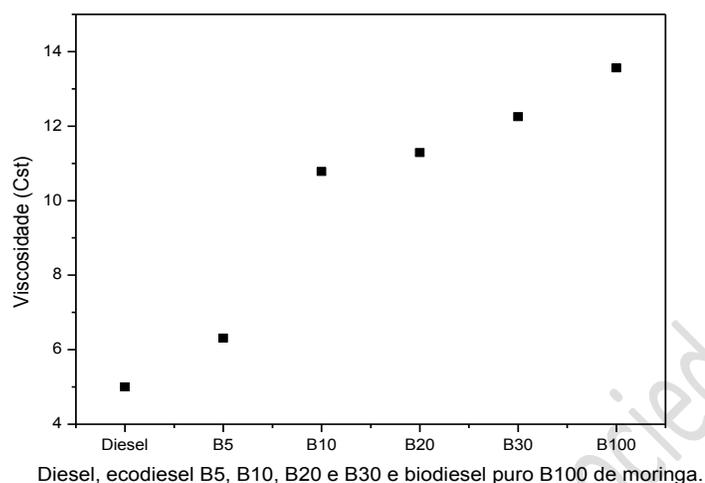
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento da reação de transesterificação na produção do biodiesel de *Moringa oleifera Lam* foi de 83,68%, um ótimo rendimento comparado com a literatura. Este rendimento se aproxima de outras oleaginosas como algodão, 92,2 %, girassol, 98,6 %, e ultrapassa o valor encontrado para o dendê, 74,8 %.<sup>8</sup>

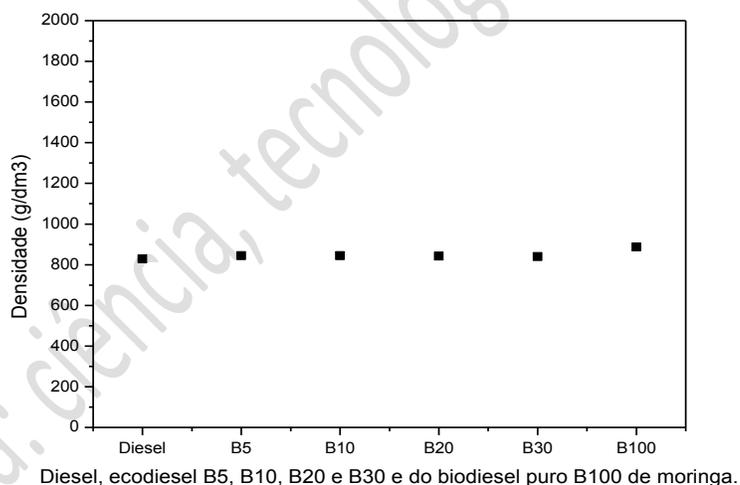
As propriedades físico-químicas, viscosidade, índice de acidez, densidade, e água e sedimento, dos ecodieseis B5, B10, B20 e B30, juntamente com a do biodiesel puro, são discutidas separadamente a seguir.

### Viscosidade

A Figura 1 apresenta os valores de viscosidade do diesel e biodiesel puros, além dos valores para os ecodieseis. O biodiesel apresenta uma viscosidade mais elevada que o diesel e os ecodieseis, sendo que, na medida em que se aumenta a quantidade de biodiesel no ecodiesel, ocorre um aumento diretamente proporcional na viscosidade. Esse comportamento já tem sido esperado, em função da miscibilidade total existente entre os líquidos. A viscosidade é influenciada pelas propriedades do ácido oléico (C18:1), ácido graxo presente em grande quantidade no óleo de moringa que promove as interações intermoleculares, como as forças Van der Waals que se acentuam devido a uma grande massa molecular por parte da molécula, contribuindo para o aumento do tempo de escoamento do biodiesel na medida. O diesel tem a menor viscosidade por haver um hidrocarboneto que se empacota melhor, aumentando as interações intermoleculares.



**Figura 1.** Variação da viscosidade em função da quantidade de biodiesel no ecodiesel.



**Figura 2.** Variação da densidade em função da quantidade de biodiesel no ecodiesel.

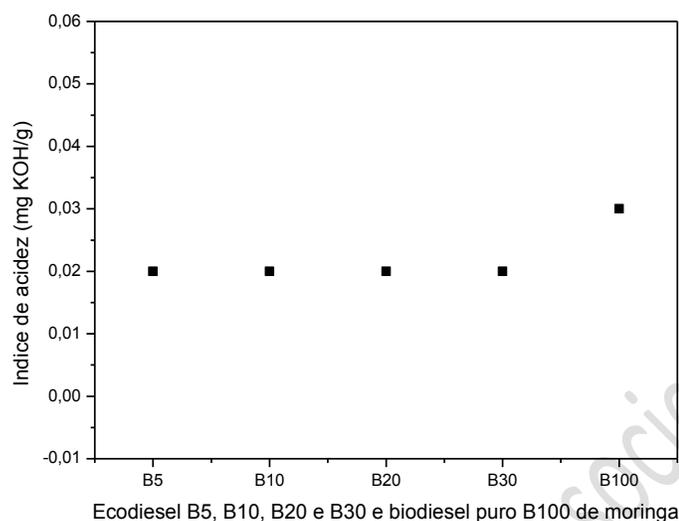
O biodiesel e os ecodieseis apresentaram valores de viscosidade acima da norma estabelecida pela ANP que é de 3,0 - 6,0 para o biodiesel e de 2,5 - 5,5 para o ecodiesel.<sup>9</sup>

## Densidade

Como pode ser observado na Figura 2, a densidade do diesel, dos ecodieseis B5, B10, B20 e B30 e do biodiesel puro B100 não apresenta variações significativas na densidade com a variação da quantidade de biodiesel. Da mesma forma que a viscosidade, a densidade também é influenciada pelas propriedades do ácido oléico. A molécula apresenta uma insaturação no carbono 9, o que dificulta as interações das forças de Van der Waals devido à conformação *cis*, diminuindo tanto a área de contato entre as moléculas como as forças de dispersão. Isso dificulta a agregação entre as moléculas, o que impede o empacotamento pelo aumento do espaço entre as moléculas, resultando em aumento da densidade. Os resultados mostraram que tanto o biodiesel como os ecodieseis B5, B10, B20 e B30 apresentaram valores de densidade dentro das normas estabelecidas, 875 - 900 g/cm<sup>3</sup> para o biodiesel e 820 – 880 g/cm<sup>3</sup> para os ecodieseis.<sup>5</sup>

## Índice de Acidez

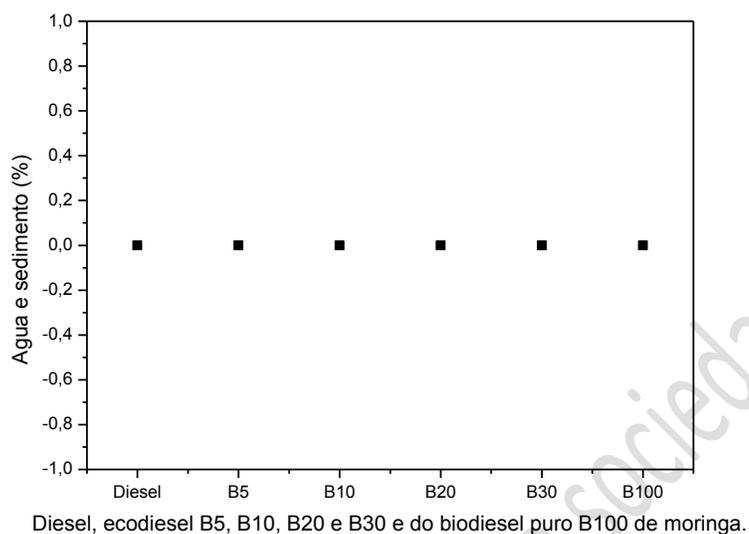
Os valores obtidos no índice de acidez para o biodiesel e os ecodieseis B5, B10, B20 e B30 de moringa estão dentro da especificação, que é de 0,5 mg de KOH/g, como pode ser observado na Figura 3. Comparando o biodiesel com o ecodiesel, observa-se que os valores deste são menores e bem próximos dos valores do biodiesel. Este resultado se deve à pequena quantidade de biodiesel presente, já que a acidez do diesel é zero. No que diz respeito à corrosão, observa-se que tanto o biodiesel como os ecodieseis são pouco ácidos e, portanto, pouco agressivos aos componentes do motor. Além disso, o baixo índice de acidez do óleo minimiza as reações indesejadas, como a saponificação dos ácidos graxos livres promovida pelo meio básico do catalisador durante a reação.<sup>10</sup>



**Figura 3.** Variação do índice de acidez em função da quantidade de biodiesel no ecodiesel.

### Água e Sedimentos

Na Figura 4 podemos observar que o diesel, o biodiesel e os ecodieseis B5, B10, B20 e B30 não apresentaram resíduos de água e sedimentos, o que é bastante satisfatório e evidencia a pureza dos materiais iniciais. Evidencia também a eficiência do processo de lavagem e de purificação do biodiesel, além do que não houve contaminação durante a preparação e análise dos ecodieseis. Estes valores eram esperados e são coerentes com os determinados em trabalhos anteriores.<sup>5</sup>



**Figura 4.** Variação de água e sedimentos em função da quantidade de biodiesel no ecodiesel.

### Termogravimetria

As curvas TG/DTG do óleo e do biodiesel podem ser visualizadas nas Figuras 5a e 5b. Pode-se observar que o óleo de *Moringa oleífera Lam* apresentou três eventos térmicos, o primeiro a uma temperatura máxima de 91,4 °C ocorre devido ao fato do óleo conter uma pequena quantidade de água residual; o segundo ocorre a uma temperatura de 410,7 °C, sendo o maior evento e se deve à decomposição do ácido graxo majoritário; o terceiro, a uma temperatura de 450 °C, pode ser atribuído à presença de ácidos graxos minoritários de maior massa molar e/ou de impurezas existentes no óleo. Em relação à curva termogravimétrica do biodiesel, observou-se que houve uma única perda de massa quando atingiu a temperatura de 229,4 °C, que pode ser atribuída à volatilização e/ou decomposição dos ésteres metílicos constituintes do material. O resultado mostra que, de acordo com Santos *et. al.*<sup>8</sup>, a conversão foi de 99,9% de triglicerídeos em ésteres metílicos. Este valor é bem maior do que o rendimento obtido na reação, o que é um indício de que o processo de reação foi muito eficiente na conversão dos ácidos em ésteres. Os resultados do biodiesel também confirmam a ausência de água e sedimentos nas amostras, o que é evidenciado pela ausência de pico na região de 100 °C e pela ausência de resíduos no final da curva de TG.

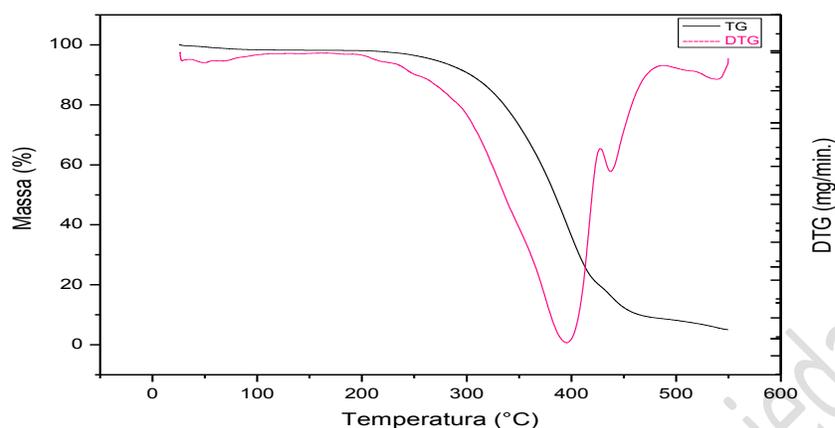


Figura 5a. Termogramas (TG/DTG) do óleo de *Moringa oleifera* Lam.

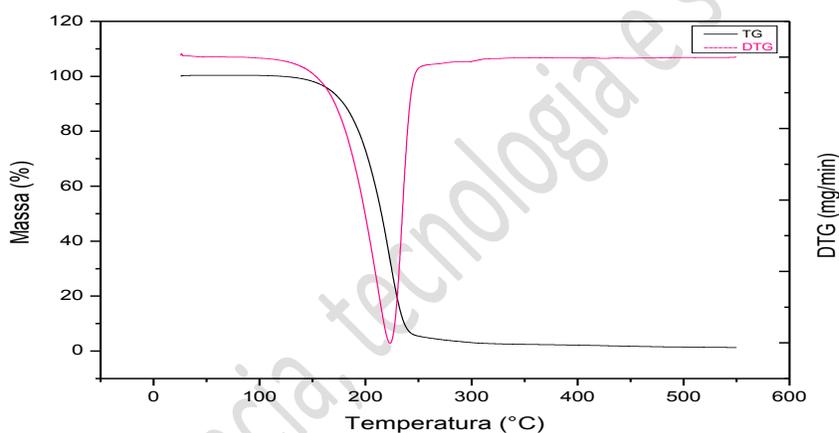


Figura 5b. Termograma (TG/DTG) do biodiesel de *Moringa oleifera* Lam.

## CONCLUSÕES

Os resultados mostraram que o rendimento da reação de transesterificação foi de 83,68 % e a conversão de triglicerídeos em ésteres metílicos foi de 99,9 %. As características físico-químicas densidade, água e sedimentos e índice de acidez do biodiesel de moringa e dos ecodieseis B5, B10, B20 e B30 apresentaram-se de acordo com as normas da Resolução nº 07/2008 da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). Exceto para a viscosidade, não ocorreram alterações significativas nas propriedades físico-químicas medidas com o aumento do conteúdo de biodiesel no ecodiesel. A viscosidade do biodiesel e dos ecodieseis B5, B10, B20 e B30 estavam acima do permitido pela legislação. A técnica de

TG/DTG foi útil na determinação da conversão e também na confirmação da pureza do biodiesel.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] MATTEI, L. F., Programa nacional para produção e uso do biodiesel no Brasil (PNPB): trajetória, situação atual e desafios. Disponível em <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio /PNPB\\_ trajetoriaedesafios\\_000g6u32wq802wx5ok0wtedt3y8oturi.pdf](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/PNPB_trajetoriaedesafios_000g6u32wq802wx5ok0wtedt3y8oturi.pdf)> acessado em 13 de novembro de 2012 às 20:18 horas.
- [2] BARROS, E. V; ENGEVISTA, v9, n.1, p. 47-56, 2007.
- [3] KNOTHE, G.; GERPEN, J. V.; KRAHL, J.; RAMOS, L. P. Manual de Biodiesel. São Paulo: Edgard Blücher, v16, p. 340, 2006.
- [4] ESPLAR; Moringa. Disponível em: <<http://www.esplar.org.br/publicacoes/moringa.htm>>. Acesso em: 13 novembro 2012.
- [5] OLIVEIRA, D. S.; Fonseca, D. S.; Farias, P. N. Bezerra, V. S.; Pinto, C. H. C.; L. D. Souza, L. D.; Santos, A. G. D.; Matias. L. G. O. Obtenção do biodiesel através da transesterificação do óleo de *Moringa oleífera Lam.* Revita Holos, ISSN 1807-1600. RN 2012.
- [6] RURAL BIOENERGIA. Disponível em: < <http://www.ruralbioenergia.com.br/default.asp?tipo=1&secao=moringa.asp> >. Acesso: 13 novembro 2012.
- [7] Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. RESOLUÇÃO nº 7, de 19/03/2008-DOU-20/03/2008. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/biocombustiveis/biodiesel.asp>>. Acesso em: 13 novembro 2012.
- [8] SANTOS, A. G. D. Dissertação (Mestrado em Química), UFRN, Natal, RN 2010.
- [9] SOUZA, L.D.; SANTOS, A.G.D.; BARROS NETO, E.L.; NUNES, A.O.; Caracterização padronizada de óleos, diesel e biodiesel produzidos ou consumidos no RN. Revista química no Brasil, v.1, n.2, 2007.

- [10] DANTAS, M. B.; CONCEIÇÃO, M. M.; SOUZA, A. G. Obtenção, Caracterização e estudo termoanalítico do biodiesel de milho, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Brasil, 2006.

*Química: ciência, tecnologia e sociedade*