



A Revolução Verde da Mamona

José Marcelo Cangemi, Antonia Marli dos Santos e Salvador Claro Neto

Da mamona, aproveita-se tudo, já que o óleo extraído de suas sementes é matéria-prima para a fabricação de produtos elaborados como biodiesel, plásticos, fibras sintéticas, esmaltes, resinas, lubrificantes e próteses. Como subproduto da industrialização da mamona, obtém-se a torta, que possui a capacidade de restaurar terras esgotadas. Por tudo isso, esse vegetal, que não entra na cadeia alimentícia, pode ser considerado um "petróleo verde". A partir de 1º de julho de 2009, a mistura compulsória de biodiesel no combustível diesel passou a ser de 4%, sendo a mamona escolhida pelo Governo Federal como a matéria-prima prioritária do programa biodiesel devido à geração de emprego e renda em regiões pouco favorecidas do país, uma vez que essa cultura envolve uma grande parte de agricultores familiares. No ensino, o tema mamona pode ser utilizado não somente como uma ferramenta no ensino de química, mas também ajudando o aluno a posicionar-se com relação a diversos temas da atualidade como modelo de desenvolvimento sustentável, mudança de matriz energética, diminuição do consumo de energia e até mesmo os destinos da economia do país.

► mamona, biodiesel, poliuretano ◀

Recebido em 26/01/09, aceito em 11/09/09

De origem discutida, já que existem relatos em épocas longínquas do seu cultivo na Ásia e na África, se pode afirmar que a mamona já era utilizada pelos egípcios há pelo menos 4.000 anos. Na Grécia antiga, alguns filósofos mencionaram em seus escritos o emprego do óleo de mamona no Egito para iluminação e na produção de unguentos.

No Brasil, a planta foi trazida pelos portugueses com a finalidade de utilizar seu óleo para iluminação e lubrificação de eixos de carroça (Chierice e Claro Neto, 2001). O clima tropical facilitou seu alastramento, a ponto de hoje a mamona ser encontrada de norte a sul no país. Atualmente o Brasil é o terceiro maior produtor mundial, perdendo para China e Índia, que são responsáveis por aproximadamente 90% da produção

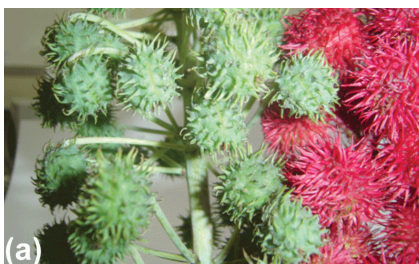


Figura 1: (a) Frutos da mamoneira (LEOALC, 2008); (b) sementes de mamona (BBC Brasil, 2003).

mundial. O estado da Bahia concentra 85% da produção nacional (Adital, 2009). Na sequência, a Figura 1(a) mostra os frutos da mamoneira, e a Figura 1(b), as sementes da mamona.

A mamoneira é uma oleaginosa (planta que possui óleos e gorduras que podem ser extraídos por meio de processos adequados) de elevado valor industrial, já que o óleo extraído de suas sementes é matéria-prima

para a fabricação de produtos elaborados como biodiesel, plásticos, fibras sintéticas, esmaltes, resinas e lubrificantes. Na área médica, com os biopolímeros, tem-se uma revolução na produção de órgãos artificiais do corpo humano. Como subproduto da industrialização da mamona, obtém-se a torta, que possui a capacidade de restaurar terras esgotadas. Aliás, é bom enfatizar que dela se aproveita tudo, já que as folhas servem de alimento para o bicho da seda e, misturadas à folhagem, aumentam a

A seção "Química e sociedade" apresenta artigos que focalizam diferentes inter-relações entre Ciência e sociedade, procurando analisar o potencial e as limitações da Ciência na tentativa de compreender e solucionar problemas sociais.

secreção láctea das vacas. A haste, além de celulose própria para a fabricação do papel, fornece matéria-prima para a produção de tecidos rústicos (BDMG, 2000). Por tudo isso, esse vegetal, que não entra na cadeia alimentícia, pode ser considerado um “petróleo verde”.

Um tema como a mamona é a possibilidade de combinar vários assuntos e várias disciplinas, já que trata de assuntos diversos como reações químicas, produção de energia, meio ambiente, agricultura familiar, armas químicas e próteses na área médica. Trazer esse tema para a sala de aula possibilita conectar professores e alunos ao mundo em que vivem, tornando a aprendizagem significativa e desenvolvendo o senso crítico.

Óleo de mamona

O óleo de mamona é obtido da semente da planta *Ricinus communis* e possui características químicas atípicas quando comparadas à maioria dos óleos vegetais, pois além da presença do triglicerídeo do ácido ricinoléico, que é um ácido graxo hidroxilado pouco frequente

Tabela 1: Variação do teor de ácidos graxos no óleo de mamona (Moshkin, 1986).

Ácido graxo	Porcentagem
Ácido Ricinoléico	84,0-91,0
Ácido Linoléico	2,9-6,5
Ácido Oléico	3,1-5,9
Ácido Esteárico	1,4-2,1
Ácido Palmítico	0,9-1,5

Tabela 2: Setores de aplicação dos óleos e corpos graxos obtidos a partir da mamona (Freire, 2001).

Óleos e corpos graxos	Aplicações industriais
Ácidos graxos e derivados	Plásticos, agentes de higiene e limpeza, sabões, cosméticos, corantes têxteis, borrachas, lubrificantes, indústrias de couro e papel.
Ésteres metílicos de ácidos graxos	Cosméticos, agentes de higiene e limpeza, biodiesel.
Glicerol e derivados	Cosméticos, pasta dental, produtos farmacêuticos, comestíveis, lacas, plásticos, resinas sintéticas, explosivos e processamento de celulose.
Álcoois graxos e derivados	Agentes de higiene e limpeza, têxteis, cosméticos, indústrias de couro e papel.
Aminas graxas e derivados	Mineração, biocidas, indústrias têxteis e fibras, aditivos para óleos minerais.
Óleos secantes	Lacas, corantes, vernizes.
Derivados de óleos neutros	Sabões.

nos óleos vegetais, este está presente numa faixa de 84,0% a 91,0% da sua composição. A Tabela 1 mostra a composição média (em faixas) do teor de ácidos graxos no óleo de mamona.

A estrutura molecular do triglicerídeo do ácido ricinoléico é mostrada na Figura 2, sendo que este possui a particularidade de ser um dos poucos ácidos graxos naturais cuja estrutura química possui três grupos funcionais altamente reativos: o grupo carbonila no primeiro carbono, a dupla ligação (ou insaturação) no 9º carbono e o grupo hidroxila no 12º carbono (Cangemi, 2006). Esses grupos funcionais fazem com que o óleo de mamona possa ser submetido a diversos processos químicos, nos quais podem ser obtidos uma enorme gama de produtos.

Relação entre ciência e tecnologia

1. Ricinoquímica: a química do óleo de mamona

Por meio da ricinoquímica, muitos produtos elaborados podem ser obtidos a partir do óleo de mamona em diversos setores como o médico, farmacêutico, de cosméticos e aeronáutico, como mostrado na Tabela 2.

Entre as aplicações mais promissoras do óleo de mamona, estão o

biodiesel e as próteses de poliuretano, que serão abordadas com um maior detalhamento a seguir.

a) Mamona e biodiesel

O diesel obtido a partir do petróleo tem composição média de moléculas de 18 átomos de carbono que não se vaporizam facilmente e que, por isso, precisam de temperaturas elevadas para a queima.

Diferentemente dos motores à gasolina ou álcool que aspiram uma mistura ar/combustível e têm uma ignição por centelha (velas de ignição), nos motores diesel o início da combustão se dá por autoignição do combustível. Nesses motores diesel, o ar aspirado para o interior do cilindro é comprimido pelo pistão, de forma a elevar a temperatura. (Petrobras, 2009, s/p)

O uso de óleos vegetais ou animais (triglicerídeos) diretamente no motor a diesel fica limitado devido a algumas propriedades físicas destes, que implicam em alguns problemas no motor, principalmente combustão incompleta. Como os triglicerídeos costumam ter mais de 50 átomos

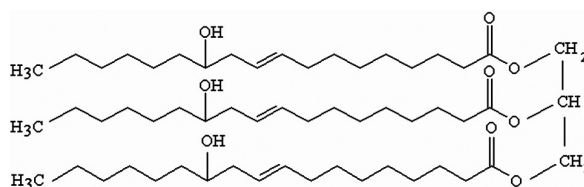


Figura 2: Triglicerídeo do ácido ricinoléico.

de carbono em suas moléculas, tais óleos apresentam alta viscosidade e baixa volatilidade. Visando reduzir a viscosidade dos óleos vegetais, pode-se realizar a reação de transesterificação (ou alcoólise) com um monoálcool de cadeia curta (metanol ou etanol) num processo relativamente simples, promovendo a obtenção de um combustível denominado biodiesel com propriedades semelhantes às do óleo diesel. Um esquema da transesterificação, que é a rota mais utilizada em todo o mundo para produção de biodiesel, é mostrado na Figura 3. Dois produtos são gerados da reação de transesterificação: o biodiesel e a glicerina. Esta é uma substância largamente empregada como matéria-prima para a indústria farmacêutica e de cosméticos.

O Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) tem sido articulado pelo Governo Federal desde 2003, cuja prioridade é fomentar a ampliação da produção e do consumo em escala comercial do biodiesel como aditivo ao diesel petrolífero. A lei 11.097, de 13 de janeiro de 2005, instituiu juridicamente o início de implementação do PNPB, introduzindo o biodiesel na Matriz Energética Brasileira ao estabelecer a obrigatoriedade da adição de 2% desse biocombustível ao óleo diesel de origem fóssil a partir de janeiro de 2008, mistura conhecida como B2. A chegada do B2 significou uma economia de aproximadamente US\$ 410 milhões em divisas na balança comercial, reduzindo a dependência externa do diesel de 7% para 5% (ANP, 2008). Em 1º de julho de 2008, a mistura compulsória de biodiesel no combustível diesel passou de 2% para 3% (B3); em 1º de julho de 2009, de 3% para 4% (B4), sendo que existe uma previsão para 2010 da mistura obrigatória para 5% (B5) (Suerdieck, 2006).

Outro ponto importante em relação ao PNPB foi a escolha, pelo Governo Federal, da mamona como uma matéria-prima prioritária devido principalmente ao apelo social que ela possui, incrementando a geração de emprego e renda em regiões pouco favorecidas do país, como o semiárido

nordestino, uma vez que essa cultura envolve uma grande parte de agricultores familiares. No entanto, o governo vem revendo sua meta inicial que era vincular 200 mil agricultores familiares como fornecedores do PNPB. Devido à dificuldade de organizar a cadeia de produção da mamona e a forte elevação do preço das commodities, o governo agora parece se contentar em consolidar o número de 100 mil famílias participantes do programa (Folha de São Paulo, 2008).

Um problema que vem sendo enfrentado pelo PNPB são os preços mais atrativos pagos pela indústria ricínoquímica, que têm estimulado agricultores familiares produtores de mamona do Nordeste a não cumprir contratos com as empresas produtoras de biodiesel. A informação é do diretor de Geração de Renda e Agregação de Valor da Secretaria de Agricultura Familiar do Ministério do Desenvolvimento Agrário, Arnaldo Anacleto de Campos, que completa dizendo que quando o PNPB foi criado, em dezembro de 2004, o preço pago ao produtor pelo litro de óleo de mamona estava entre R\$ 0,25 e R\$ 0,30. Atualmente o valor está em cerca de R\$ 1, valor incompatível com a política nacional de biodiesel (Biodieselbr.com, 2009).

b) Próteses de mamona

Nas últimas décadas, os poliuretanos têm-se destacado nos mais variados campos de aplicação e, mais recentemente, na medicina. A síntese dos uretanos envolve a reação de grupos isocianatos com grupos

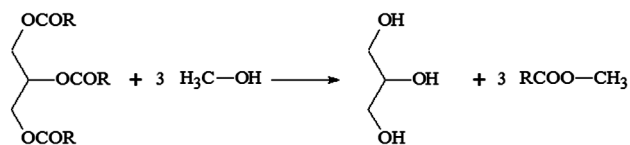


Figura 3: Reação de transesterificação utilizando metanol.

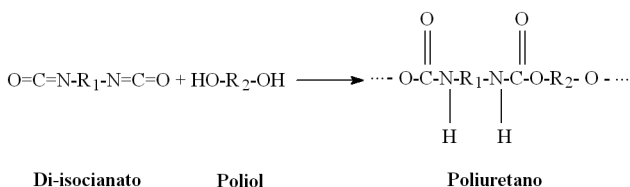


Figura 5 - Poliuretano obtido a partir de di-isocianato e polioli.

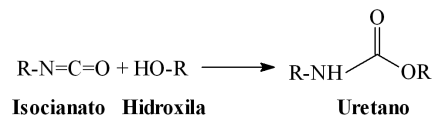


Figura 4 - Síntese do uretano, a partir de isocianato e grupo hidroxila.

funcionais hidroxilas como mostrado na Figura 4.

A polimerização dos uretanos ocorre quando se reage um composto com dois ou mais isocianatos com um polioli, ou seja, um álcool polifuncional, conforme Figura 5. O plástico obtido na forma de espuma de poliuretano, de densidade baixa e consistência variável – rígida, macia ou esponjosa –, possui diversas aplicações.

Desde 1984, o Grupo de Química Analítica e Tecnologia de Polímeros (GQATP) da USP de São Carlos desenvolve pesquisas com polímeros poliuretanos derivados de óleo de mamona, causando uma revolução na medicina. Esse material tem mostrado-se totalmente compatível com organismos vivos, não apresentando qualquer tipo de rejeição e despertando enorme interesse para aplicação em cirurgia ortopédica (Ignácio e cols., 1997). Dessa forma, o polímero é biocompatível, ou seja, o organismo humano não o enxerga como corpo estranho, devido à estrutura molecular do óleo de mamona (Ecoviagem, 2003).

O polímero de poliuretano, obtido a partir do óleo de mamona, passou a ser usado como matriz para a produção de próteses para várias partes do corpo e de cimento ósseo, cuja função é preencher o espaço entre a prótese

e o osso poroso, possibilitando o encaixe. As próteses produzidas com o polímero substituem as pesadas próteses feitas de platina e cimento acrílico, podendo ser até 40% mais barato do que estas e não exigindo manutenção (Alves, 2004). O invento recebeu, em 2003, a aprovação da Food and Drug Administration (FDA), a agência do governo norte-americano responsável pela liberação de novos alimentos e medicamentos. O material é produzido pela Poliquil, instalada em Araraquara (SP) e exportado na forma de kit – com duas ampolas (Figura 6a), compostas de polioli e pré-polímero extraídos do óleo da semente de mamona, mais o carbonato de cálcio, misturados apenas no momento em que serão usados.

Atualmente, com o sucesso do polímero, já existem peças para substituir globo ocular (Figura 6b), mandíbula, laringe, fêmur, testículos, pedaços de crânio e de colunas vertebrais (Figura 6c), além de próteses penianas. E há também boa notícia para os mais preocupados com a estética: a resina de mamona surge como uma promessa nessa área, na forma de fios muito finos, para amenizar rugas de expressão e combater a flacidez da pele (Ereno, 2003).

Como se não bastassem todas as vantagens citadas do poliuretano obtido a partir da mamona, temos ainda o fato de que se trata de um produto biodegradável. Uma substância é biodegradável se os microrganismos presentes no meio ambiente forem capazes de convertê-la em substâncias mais simples, existentes naturalmente no meio (Snyder, 1995). No caso da espuma derivada do óleo de mamona, sua estrutura química (poliéster) a torna suscetível ao ataque de microrganismos, podendo ser considerada um polímero com características biodegradáveis, o mesmo não ocorrendo com a espuma PU-petróleo convencional (poliéter) (Cangemi e cols., 2008).

2. A torta de mamona – fertilizante e alimento

Os resíduos agrícolas provenientes do beneficiamento são denominados subprodutos e considerados tão importantes economicamente quanto o



Figura 6 - (a) ampolas de polioli e pré-polímero; (b) globo ocular para manter o movimento dos olhos (Ereno, 2003); (c) prótese de coluna vertebral (Alves, 2004).

produto principal (Freire, 2001). Após a extração do óleo por prensagem, uma massa orgânica conhecida como torta de mamona fica retida nos filtros (Gandhi e cols., 1994). A torta de mamona bruta apresenta compostos tóxicos e alergogênicos, que são: a proteína tóxica ricina, o alcalóide relativamente inofensivo ricinina e um alergogênico, o *castor-bean allergen* (CB-1A), que é uma mistura de proteínas de baixo peso molecular e polissacarídicas (Weis, 1983). Cabe lembrar que os compostos tóxicos e o alergogênico presentes na torta, devido à não solubilidade no óleo e aos processos de lavagem após a extração, não são encontrados no óleo de mamona (Chierice e Claro Neto, 2001).

A torta de mamona apresenta aproximadamente 1,2 tonelada para cada tonelada de óleo extraída, valor que pode variar, dependendo da semente utilizada e do cultivo (Costa e cols., 2004). A torta de mamona desintoxicada e sem o alergogênico pode ser utilizada como complemento em rações animais devido ao seu elevado valor protéico, já que possui 42,5% de proteína bruta. No Brasil, a torta vem sendo mais utilizada como adubo orgânico sem nenhum tipo de tratamento, pois se trata de excelente fonte de nitrogênio, fósforo, potássio

e cálcio quando comparada a outros adubos orgânicos, e ainda age como controladora de nematóides de solo. Na Tabela 3, tem-se um comparativo entre a torta de mamona e alguns adubos vegetais com relação aos teores de N, P, K e Ca.

A adição de torta de mamona ao solo, com dosagens variando de acordo com a cultura e o tipo de solo e da riqueza ou não de nutrientes, além de suprir as necessidades nutricionais das plantas, aumenta o pH do solo, eleva o conteúdo de carbono e promove a melhoria geral na parte física do solo (Lear, 1959).

a) Ricina

Proteína de toxidez elevada, presente na quantidade de 6% a 9% da baga, faz parte de uma ampla família de enzimas conhecidas como Proteínas Inibidoras de Ribossomos (RIP) que, impossibilitando a síntese protéica, levam à morte celular (Lima, 2007). Em virtude de sua baixa estabilidade térmica e da solubilidade em água, a ricina pode ser eliminada da água por processo de cozimento com vapor de água saturado. A estrutura tridimensional da ricina é mostrada na Figura 7.

A ricina pode ser fatal, mesmo em pequenas doses, e tem a capacidade

Tabela 3: Poder fertilizante de alguns adubos vegetais – Kg/ton (Bayma, 1933).

Fonte	Nitrogênio (%) (N)	Fósforo (%) (P)	Potássio (%) (K)	Cálcio (%) (Ca)
Torta de mamona	37,70	16,20	11,20	64,10
Esterco bovino	3,40	1,30	3,50	8,20
Esterco misto	5,00	2,60	0,53	8,13
Torta de algodão	31,30	12,70	11,70	55,70

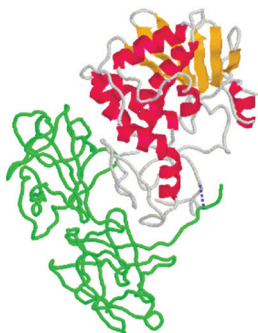


Figura 7: Estrutura tridimensional da ricina (Lima, 2007).

de ser convertida em líquido e vapor. O veneno ainda não tem antídoto conhecido e é considerado um potencial agente numa guerra química. O Centro Britânico de Controle e Prevenção de Doenças classifica a substância como do tipo B, uma ameaça moderada. O veneno pode ser letal se for inalado, ingerido ou injetado. É considerado relativamente fácil de ser produzido em quantidades pequenas (BBC Brasil, 2003). Em 2003, houve o tão falado “plano terrorista da ricina”, envolvendo um suposto laboratório da Al Qaeda ao norte de Londres, que fabricava “armas de destruição em massa”. O caso caducou logo que se provou não haver plano terrorista algum nem armas e meios para fabricá-las.

b) Ricinina e alergogênico CB-1A

A ricinina é um alcalóide tóxico conhecido como 1,2-dihidro-4-metoxi-1-metil-2-oxo-3-piridinocarbonitrila ($C_8H_8N_2O_2$), cuja fórmula estrutural é formada por um monocíclico derivado da piridina com o grupo cianeto (Figura 8). Normalmente, é obtida das sementes, mas ocorre também nas folhas.

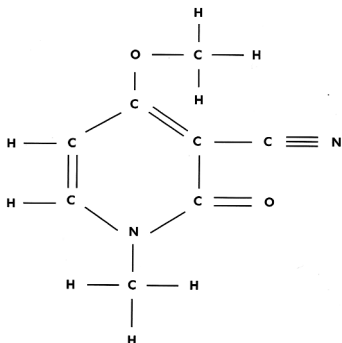


Figura 8: Fórmula estrutural da ricinina.

O alergogênico CB-1A é um composto não tóxico, porém de elevada ação alergogênica, sendo que na baga está presente na quantidade de 3% a 6%. Segundo Anandan e cols. (2005), a ricina é o principal empecilho para o uso alimentar da torta de mamona para animais, pois a ricinina e o CB-1A são de pouca relevância por estarem presentes em baixa concentração e apresentarem baixa toxicidade.

A mamona no ensino de química

Na sala de aula, o professor pode enfatizar as peculiaridades do óleo de mamona que o torna um óleo único, bastante versátil e com elevado valor comercial. Em seu trabalho, Prado e cols. (2006) apresentaram alguns tópicos que podem ser abordados, utilizando o biodiesel como meio facilitador do processo de ensino-aprendizagem: definição, forma de obtenção, aplicações, necessidade de fontes alternativas de energia, questões ambientais pertinentes aos combustíveis, comparações entre o impacto ambiental gerado entre o diesel convencional e o biodiesel, outros combustíveis alternativos, produção de biodiesel a partir de óleos vegetais e gorduras animais, energia, calor, variação de entalpia, cálculos estequiométricos, diferenças entre reações de transesterificação e saponificação, funções orgânicas, viscosidade, densidade e outras propriedades físico-químicas. Quanto à torta de mamona, com seus compostos tóxicos e alergogênicos, pode-se trabalhar funções químicas, miscibilidade, toxidez, proteínas, entre outros.

Em seu trabalho, Santos e Pinto (2009) vão além: propõem a confecção de equipamentos de laboratório, com materiais de fácil acesso, para a obtenção de biodiesel por meio de um experimento simples. Também se pode optar por trabalhar com poliuretanos (Cangemi e cols., 2009), abordando alguns tópicos como: funções orgânicas, definição, aplicações, polímeros, reações de obtenção dos poliuretanos, além de questões ambientais pertinentes ao tema plástico biodegradável.

No rastro dessa discussão, podem entrar temas tão diversos como modelo de desenvolvimento socialmente sustentável; mudança de matriz energética; diminuição do consumo de energia; uso de áreas agricultáveis; particularidades (vantagens e desvantagens) da mamona como matéria-prima para biodiesel *versus* outras aplicações; compará-la com outras oleaginosas e as consequências disso na alimentação; como também o apelo social do programa do Governo Federal (PNPB) que prioriza a utilização da mamona, objetivando a geração de emprego e renda em regiões pouco favorecidas do país como o semiárido nordestino, uma vez que essa cultura envolve uma grande parte de agricultores familiares. É apresentando questões assim que se pode transcender em uma abordagem ampla, estimulando uma educação para a cidadania, não se atendo apenas em classificações, nomes, fórmulas e memorizações desnecessárias.

Considerações finais

Quando se ouve falar das aplicações da mamona, parece que ela é uma panaceia para tudo. Na verdade, todas as utilidades da planta são frutos de anos e anos de pesquisa em empresas e universidades que, aos poucos, vão se transformando em produtos e qualidade de vida para a sociedade. Em outra frente, temos a preocupação com a inclusão social, diminuição das importações de diesel mineral e a ambição de proporcionar um novo modelo de gestão do desenvolvimento agrário e energético.

Também é bom se lembrar da necessidade de se fazer escolhas ao trabalhar com esse tema para que não se corra o risco da perda de foco do que se deseja ensinar, pesquisas infundáveis com acúmulo de informações pouco compreendidas, indefinição ou falta de explicitação dos propósitos quanto ao que se espera que o estudante saiba ao final do processo, dilema entre verticalização nos conteúdos químicos ou se estes servem apenas como pretexto para discutir questões mais gerais que pertencem a outros campos disciplinares.

José Marcelo Cangemi (jmcangemi@gmail.com), bacharel em química com atribuições tecnológicas pelo Instituto de Química da UNESP-Araraquara, licenciado em química pela UNIFRAN, especialista em química pela UFLA, doutor em Ciências (Química Analítica) pelo Instituto de Química de São Carlos da USP (IQSC/USP), é coordenador e docente no curso

de Licenciatura em Química do Instituto de Ensino Superior das Faculdades COC (Ribeirão Preto-SP) e professor de química no Ensino Médio e pré-vestibular. **Antonia Marli dos Santos** (amsantos@rc.unesp.br), licenciada e bacharel em química pelo Instituto de Química da UNESP-Araraquara, mestre e doutora em Ciências (Físico-Química) pelo IQSC/USP, pós-

doutorado na UFSCar, é docente do Departamento de Bioquímica e Microbiologia do Instituto de Biociências da UNESP (DBM/IB-UNESP-Rio Claro). **Salvador Claro Neto** (salvador@iqsc.usp.br), licenciado, bacharel e mestre em química pela USP-Ribeirão Preto e doutor em ciências (Química Analítica) pela USP-São Carlos, é técnico de nível superior no IQSC/USP.

Referências

- ADITAL. *Brasil - Mamona, biocombustível e agricultura familiar no semiárido*. Disponível em: <<http://www.adital.org.br/site/noticia.asp?lang=PT&cod=31823>>. Acesso em 09 jan. 2009.
- ALVES, M. Próteses de óleo de mamona revolucionam a medicina. *Super Saudável*, n. 21, p. 11-12, 2004.
- ANANDAN, A.; KUMAR, G.K.A.; GHOSH, J. e RAMACHANDRA, K.S. Effect of different physical and chemical treatments on detoxification of ricin in castor cake. *Animal Feed Science and Technology*, v. 120, p. 159-168, 2005.
- ANP. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. *Diesel com 2% de biodiesel chega a todo país a partir de 1º de janeiro*. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/conheca/noticias_int.asp?intCodNoticia=257>. Acesso em: 29 jan. 2008.
- BAYMA, A.C. Indústria da mamona. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1933.
- BDMG. Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais. *Programa operacional de incentivo à cultura da mamona na área mineira da sudene*. Belo Horizonte, 2000.
- BBCBRASIL.COM. *Suspeitos de produzir ricina são acusados de terrorismo*. 2003. Disponível em: <http://www.bbc.co.uk/portuguese/noticias/2003/030111_ricina-ae.shtml>. Acesso em set. 2009.
- BODIESELBR.COM. *Indústria química paga mais por mamona que usinas de biodiesel*. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/noticias/em-foco/produtores-mamona-ofertas-maiores-industria-quimica-programa-governo-26-09-07.htm>>. Acesso em 15 jan. 2009.
- CANGEMI, J.M. *Biodegradação de poliuretano derivado do óleo de mamona*. 2006. Tese (Doutorado) - Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.
- CANGEMI, J.M.; SANTOS, A.M.; CLARO NETO, S. e CHIERICE, G.O. Biodegradação of polyurethane derived from castor oil. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, v. 18, n. 3, 2008.
- CANGEMI, J.M.; SANTOS, A.M. e CLARO NETO, S. Poliuretano: de travessieiros a preservativos, um polímero versátil. *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 3, agosto, 2009.
- CHIERICE, G.O. e CLARO NETO, S. *Aplicação industrial do óleo*. In: AZEVEDO, D.M.P. e LIMA, E.F. (orgs.). *O agronegócio da mamona no Brasil*. Brasília: Embrapa, 2001. p. 89-120.
- COSTA, F.X.; SEVERINO, L.S.; BELTRÃO, N.E.M.; FREIRE, R.M.M.; LUCENA, A.M.A e GUIMARÃES, M.M.B. *Composição química da torta de mamona*. Congresso brasileiro de mamona. Embrapa Algodão, Campina Grande, 2004.
- LEOALC. Deputado Léo Alcântara. *Mapa do Biodiesel*. Disponível em: <<http://leoalc.blogspot.com/2007/09/mapa-do-biodiesel.html>>. Acesso em 23 jan. 2008.
- ERENO, D. Próteses de mamona. *Pesquisa Fapesp*, n. 91, p. 66-71, 2003.
- ECOVIA GEM. *Polímero de mamona substitui platina em próteses ósseas*. 2003. Disponível em: <<http://ecoviamem.uol.com.br/noticias/ambiente/polimero-demamona-substitui-platina-em-proteses-osseas-2502.asp>>. Acesso em set. 2009.
- FOLHA DE SÃO PAULO. *Brasil Ecodiesel tem prejuízo de R\$ 26,2 milhões no 1º semestre*. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/dinheiro/fi1608200832.htm>>. Acesso em: 15 jan. 2009.
- FREIRE, R.M.M. *Ricinoquímica*. In: AZEVEDO, D.M.P. e LIMA, E.F. (Orgs.). *O agronegócio da mamona no Brasil*. Brasília: Embrapa, 2001. p. 295-335.
- GHANDHI, V.M.; CHERIAN, K.M. e MULKY, M.J. Detoxification of castor seed meal by interaction with sal seed meal. *Journal of the American Oil Chemists Society*, v. 71, p. 827-831, 1994.
- IGNÁCIO, H.; MAZZER, N.; BARBIERRI, C.H. e CHIERICE, G.O. Uso da poliuretano derivada do óleo de mamona para preencher defeitos ósseos diafisários segmentares do rádio. *Revista Brasileira de Ortopedia*, n. 10, p. 815-821, 1997.
- LEAR, B. Application of castor pomace and cropping of castor beans to soil to reduce nematode populations. *Plant Disease Report*, v. 43, 1959.
- LIMA, E.P. Estudo da estrutura e função da ricina e de tecnologia para o uso da torta de mamona como alimento animal. *Anais do II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica*. João Pessoa, 2007.
- MOSHKIN, V.A. *Castor*. New Delhi: Amerind, 1986. p. 65-92.
- PETROBRAS. Características do óleo diesel. Disponível em: <http://www.br.com.br/wps/portal/!ut/p/c0/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hLf0N_P293QwN_gwA3AyNzby8f42BfAwNDQ_2CbEdFAO4WQvQ!/?PC_7_901ONKG100HG002NMD9LNT10G7_WCM_CONTEXT=/wps/wcm/connect/Portal%20de%20Conteudo/produtos/automotivos/oleo+diesel/caracteristica+do+oleo>. Acesso em: set. 2009.
- PRADO, E.A.; ZAN, R.A.; GOLFETTO, D.C.; SCHWADE, V.D. *Biodiesel: um tema para uma aprendizagem efetiva*. *Anais do XXXIV Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia*. Passo Fundo - RS, 2006. p. 9203-9215.
- SANTOS, A.P.B.; e PINTO, A.C. Biodiesel: uma alternativa de combustível limpo. *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 1. p. 58-62, 2009.
- SNYDER, C.H. *The extraordinary chemistry of ordinary things*. 2 ed. New York: John Wiley & Sons, 1995.
- SUERDIECK, S.S. Políticas públicas de fomento ao biodiesel na Bahia e no Brasil: impactos socioeconômicos e ambientais com a regulamentação recente. *Bahia Análise & Dados*, v. 16, n.1, p. 65-77, 2006.
- WEISS, E.A. *Castor*. In: WEISS, E.A. (org.) *Oilseed crops*. London: Longman, 1983. p. 31-99

Abstract: *The Green Revolution of the Castor.* Castor is considerably useful, as the oil extracted from its seeds is raw material for the manufacture of products like biodiesel, plastics, synthetic fibers, resins, lubricants and prostheses. As a byproduct of the castor industrialization appears the castor bean cake, which has the ability to restore exhausted land. For all that this reasons, this plant, which does not enter the food chain, can be considered a "green petroleum". From July 1, 2009 the compulsory blending of biodiesel in diesel fuel has to be 4 %, and the castor has been chosen by the Federal Government as the prior raw material of the biodiesel program due to the income and employment generation it brings to poor regions of the country, considering this culture involves great number of family farmers. In education, the theme of "castor" can be used not only as a tool in the teaching of chemistry, but also as a help to the student in positioning himself about several actual issues as a model of sustainable development, changing the energy matrix, decreased energy consumption and even the fate of the country's economy.

Keywords: castor, biodiesel, polyurethane.