



Figura 2: Reação de síntese do poliuretano.

material, aspecto que atualmente está sanado, sendo que ele atende a todos os padrões de segurança contra o fogo, que têm se tornado cada vez mais rigorosos (Emsley, 2001).

A síntese dos poliuretanos

A polimerização dos uretanos ocorre quando se reage uma substância – com dois ou mais isocianatos – com um álcool polifuncional, ou seja, um polioliol como pode ser observado na equação química constante na Figura 2.

Nas indústrias, é muito comum produzir PU utilizando, como matérias-primas, o diisocianato de *para*-fenileno e o etilenoglicol, conforme mostrado na Figura 3.

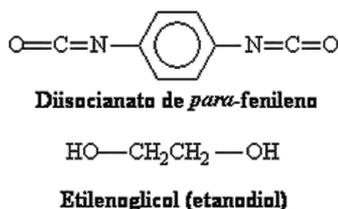


Figura 3: Matérias-primas comuns na indústria de poliuretano.

Além da reação principal entre a substância contendo o isocianato com a substância contendo a hidroxila, durante a polimerização dos PUs, também podem ocorrer reações paralelas ou secundárias, envolvendo os grupos isocianatos. Uma das mais comuns é a reação entre moléculas com o isocianato e a água, formando ácido carbâmico (representado na Figura 4) que, por sua vez, decompõe-se formando amina primária e dióxido de carbono (CO₂), podendo provocar a expansão do polímero (Claro Neto, 1997).

Catalisadores apropriados e surfactantes são utilizados com o objetivo de controlar a velocidade da reação de polimerização e o tamanho das células, respectivamente (David e Staley, 1979). Lembrando que os catalisadores são compostos que aumentam a velocidade de uma reação química, não sendo consumidos nem sofrendo alteração nas suas estruturas ao término da reação,

diferentes tipos de catalisadores são usados para a reação do isocianato com água e com polióis, podendo ser aminas alifáticas terciárias ou aromáticas e compostos organometálicos. Já os surfactantes são materiais essenciais na manufatura da maioria dos PUs, pois promovem a mistura de reagentes pouco miscíveis, dentre os quais se podem citar os ácidos graxos e os surfactantes a base de silicone (Vilar, 1999).

A importância dos poliuretanos na vida moderna

Na fabricação dos PUs, utilizam-se principalmente di ou poliisocianatos e os compostos de polioliol. No mercado, são encontrados diversos tipos de isocianatos alifáticos e aromáticos. No entanto, cerca de 95% de todos os isocianatos consumidos são derivados do tolueno diisocianato (TDI) e do difenilmetano diisocianato (MDI). O isocianato de maior consumo no mundo é o MDI (Bruins, 1969).

Na fabricação de PUs, utiliza-se uma grande variedade de polióis como polióis poliéteres, polióis poliésteres, óleo de mamona, polibutadieno líquido com terminação hidroxílica, entre outros. A maior parte dos polióis utilizados

na indústria de PUs são poliéteres ou poliésteres hidroxilados.

A ideia da maioria das pessoas sobre o PU é o de um material flexível (colchões, estofamentos, assentos automotivos e as esponjas para lavar louça) ou a espuma leve e rígida (usada no isolamento térmico de geladeiras, caminhões frigoríficos, painéis divisórios, solados), sendo que alguns exemplos são apresentados na Figura 5.

O mercado para PUs atingiu em 2005 um consumo mundial da ordem de 13,6 milhões de toneladas, com previsão de 16 milhões de toneladas em 2010. Atualmente, os PUs ocupam a sexta posição, com cerca de 5% do mercado, dos plásticos mais vendidos no mundo. Dados do ano de 2001 (Vilar, 2008) mostram que 32% do consumo mundial do PU correspondem a esse mercado, utilizado, sobretudo, na confecção de assentos e colchões. O segundo lugar é ocupado pela área de revestimentos, adesivos e selantes (18%), seguido pelo ramo da construção (17%) e espumas moldadas (15%). Os isolantes térmicos, elastômeros e calçados representam 6% de consumo cada um. Para o futuro, um mercado que deve crescer é o de lycra, um tecido elástico que possui fios de PU em sua composição, utilizado em muitas roupas de ginástica e em roupas de natação.

Como curiosidade, pode-se citar a utilização dos PUs em Hollywood, onde

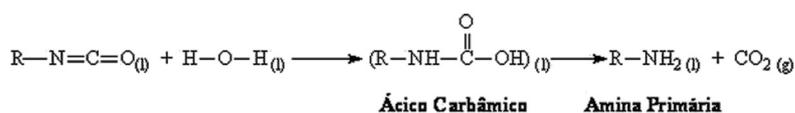


Figura 4: Reações paralelas envolvendo grupos isocianatos.

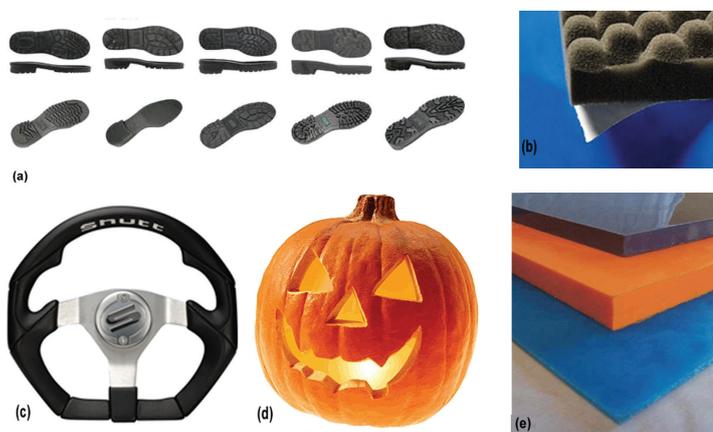


Figura 5: Exemplos de aplicações de poliuretanos¹: (a) solados; (b) placa de isolamento acústico; (c) volante de automóvel; (d) abóbora do halloween; (e) placas coloridas.

esse material foi utilizado na confecção da pele de algumas “estrelas” do cinema, como a orca do filme *Free Willy 3*; a serpente gigante *Anaconda*; e de numerosos dinossauros nos filmes *Jurassic Park* (Jornal dos Plásticos, 1998). Outra curiosidade é a contribuição do PU no planejamento familiar: uma fábrica em Cambridge, na Inglaterra, lançou um preservativo feito de PU, duas vezes mais forte que o tradicional de látex, de forma que pode ser mais fino, transparente e levemente maior. Testes demonstram que 80% dos usuários preferem esse tipo de preservativo, principalmente devido ao aumento da sensibilidade (Emsley, 2001).

Poliuretano como biomaterial

A dificuldade em se encontrar um material que apresente propriedades de biocompatibilidade com o organismo humano se constitui num grande desafio para os pesquisadores da área de novos materiais. A tendência atual desses estudos está no desenvolvimento de materiais que apresentem propriedades químicas e mecânicas semelhantes às existentes no organismo (biomaterial). Dentro dessa linha de pesquisa, os materiais poliméricos se sobressaem sobre os metais e as cerâmicas devido à sua versatilidade de processamento e moldagem, podendo ser sintetizados com diferentes propriedades mecânicas.

O Grupo de Química Analítica e Tecnologia de Polímeros (GQATP – USP-São Carlos), desde 1984, desenvolve pesquisa pioneira com polímeros poliuretanos derivados do óleo de mamona com destaque para a aplicação na área médica. Esse material se demonstrou totalmente compatível com organismos vivos, não apresentando qualquer tipo de rejeição (Ohara e cols., 1995). Uma das aplicações desse polímero como biomaterial é seu uso como cimento ósseo para implantes de próteses e reparador de perdas ósseas (Ignácio e cols., 1996). O osso se regenera num processo bioquímico ainda não totalmente explicado, isto é, o organismo consegue substituir o polímero por células ósseas. O que se observa é que o PU é metabolizado, e o osso cresce no lugar. O invento recebeu, no ano de 2003, a aprovação da Food and Drug

Administration (FDA), a agência do governo norte-americano responsável pela liberação de novos alimentos e medicamentos. Esse certificado abre as portas para o maior mercado do mundo na área de saúde e garante visibilidade científica e comercial em todo o planeta. Na Figura 6, há exemplos de próteses de várias partes do corpo humano (Ereno, 2003).

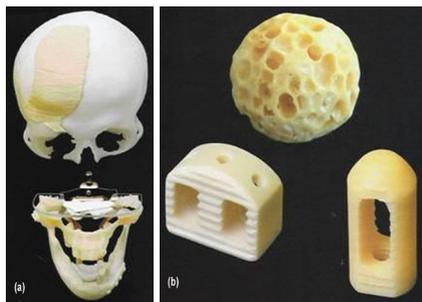


Figura 6: (a) Próteses sob medida de parte do crânio e de mandíbula (b) na parte superior, globo ocular para manter o movimento dos olhos e, na parte inferior, dois tipos de prótese, lombar e cervical.

Pesquisas recentes mostram que o polímero pode ser utilizado na forma de fios muito finos para amenizar rugas de expressão e combater a flacidez da pele. O fio de biopolímero é candidato potencial para substituir o fio feito de polipropileno, um plástico derivado do petróleo, desenvolvido na Rússia em 1999. Por ser de origem natural (óleo de mamona), o fio de PU tem maior biocompatibilidade – compatibilidade com o organismo humano (Ereno, 2003). Deve-se deixar claro que os biomateriais, do ponto de vista econômico, ainda são mais caros que os convencionais derivados de petróleo (de duas a três vezes), mas se tem mostrado bastante competitivos em aplicações na área médica graças à sua biocompatibilidade.

Meio ambiente

Existem implicações ambientais em praticamente todas as etapas de vida de um produto polimérico, que vai desde o uso de matérias-primas até a sua destinação final. Assim, na manufatura e no processamento do PU, o trabalhador deve ser protegido dos efeitos nocivos à saúde, principalmente no que diz respeito ao isocianato, cuja forma mais comum de exposição é

por meio de inalação. Os vapores de isocianatos podem provocar irritação respiratória, sendo que exposições a elevadas concentrações podem levar a bronquites e até edemas pulmonares. Os efeitos tóxicos provocados pelos diversos tipos de isocianatos são semelhantes, sendo que as diferenças ficam por conta das pressões de vapor de cada um. Assim, o TDI, na temperatura ambiente, é mais tóxico do que o MDI, devido à sua maior pressão de vapor. Contudo, se o MDI for aquecido, atingindo a mesma pressão de vapor que o TDI, este se tornará igualmente tóxico (Vilar, 1999).

Visando à segurança e à saúde do trabalhador, no ano de 1963, a American Conference of Government Industrial Hygienists (ACGIH) estipulou que o valor limite de tolerância (TLV) para a maioria dos isocianatos não pode ser superior a 0,02 ppm para um período de trabalho de oito horas. Os mesmos limites são recomendados na legislação europeia, o que não impediu que países como os pertencentes ao Reino Unido vetassem a construção de novas plantas de produção de PUs (Woods, 1982).

Quanto à disposição final dos PUs, a pressão que ambientalistas e a sociedade como um todo veem fazendo nos últimos anos despertou o interesse de indústrias em solucionar esse problema ambiental, e uma das alternativas que se apresenta é a reciclagem, merecendo especial atenção o processo de reciclagem mecânica de resíduos industriais de PU, incorporado em diferentes proporções em resinas PU. Os resultados mostraram a possibilidade de reciclar proporções de até 1:20 (massa de resina nova : massa de resíduo) com propriedades adequadas para aplicação em pisos e pistas de atletismo (Rosa e Guedes, 2003). Outra iniciativa para evitar o descarte de PU e, ao mesmo tempo, gerar economia em seus gastos é a da indústria Coim Brasil, sediada em Vinhedo (SP). A empresa, voltada para a produção de solados, montou uma unidade para reciclar refugos e peças defeituosas, num empreendimento que envolveu investimentos de R\$ 5 milhões e a capacidade de recuperação que alcança 200 toneladas por mês. No processo,

o PU é picado, vai para um reator onde recebe poliálcool virgem e aditivos para restaurar as propriedades originais. O isocianato do PU recuperado fica inerte e não é separado, gerando um poliálcool-poliéster novo (Plástico Moderno, 2004).

Outra opção promissora são os polímeros biodegradáveis que, ao contrário dos sintéticos derivados do petróleo, sofrem biodegradação com relativa facilidade, integrando-se totalmente à natureza. Estudos têm demonstrado a biodegradabilidade da espuma de PU obtida a partir do óleo de mamona, utilizando, por exemplo, a técnica da zona do halo, que possibilita a avaliação da biodegradação de polímeros por certas linhagens de microrganismos, já que a atividade das enzimas produzidas permite a visualização de halos transparentes, que indicam a degradação de partículas do polímero ao redor das colônias dos microrganismos (Cangemi e cols., 2008). Em outros trabalhos, tem-se o estudo da biodegradabilidade aplicando-se métodos analíticos como termogravimetria (TG), espectroscopia na região do infravermelho (IV) e microscopia eletrônica de varredura (MEV) (Cangemi e cols., 2006). Na composição química das espumas obtidas a partir do óleo de mamona, existe uma cadeia de ácidos graxos cuja estrutura está presente nas gorduras. O que se conclui é que microrganismos lipofílicos (que se alimentam de gordura) se alimentam da espuma de origem vegetal, num possível mecanismo de degradação semelhante ao das gorduras (Cangemi e cols., 2005).

O poliuretano na sala de aula

A síntese do PU, por se tratar de uma reação simples, pode ser levada para a sala de aula. As contribuições desse item podem ser enriquecidas com a correlação de conteúdos de química que permitem a abordagem por meio do tema em questão. Além disso, a experimentação não deve ser explorada sem uma fundamentação teórica subjacente, que contribua para o processo ensino-aprendizagem. Nesse sentido, os autores propõem a realização do experimento de síntese de PU, sugerindo uma estratégia de aula para

o professor que queira aplicá-la, com questões que poderão ser abordadas e feitas aos alunos ou pesquisadas por estes, tanto em relação aos PUs como aos polímeros de modo geral.

- Objetivos

1. Introduzir a química dos polímeros por meio das poliuretanas, sua obtenção e aplicações.

2. Demonstrar uma reação de polimerização por meio da síntese de uma espuma de PU.

- Conceitos fundamentais

Polímeros: De acordo com o *Dicionário de polímeros* (Andrade e cols., 2001), polímero é a

[...] *substância constituída de moléculas caracterizadas pela repetição de uma ou mais espécies de átomos ou grupos de átomos (unidades constitucionais) ligados uns aos outros em quantidade suficiente para fornecer um conjunto de propriedades que não variam acentuadamente com a adição ou a remoção de uma ou algumas unidades constitucionais de suas moléculas.* (p. 127)

Polímeros sintéticos: São matérias que surgiram da tentativa de substituição dos polímeros naturais (como, por exemplo, a seda, a borracha) e que modificaram o mundo durante o século XX. De acordo com o comportamento mecânico, os polímeros sintéticos são classificados em: elastômeros, que apresentam elasticidade de borracha; fibras, com cadeias lineares, apresentando uma grande tenacidade no sentido do comprimento; e plásticos, materiais que são sólidos à temperatura ambiente, mas que, por aquecimento, tornam-se fluidos, podendo ser moldados. De acordo com suas características de fusibilidade, podemos classificá-los como termoplásticos ou termorrígidos. Os polímeros termoplásticos podem ser fundidos por aquecimento e se solidificam após resfriamento. Os termorrígidos são aqueles obtidos por meio de reações de cura, induzidas pela ação do calor ou de agentes químicos, capazes de adquirir uma estrutura tridimensional

com ligações covalentes cruzadas, tornando-se insolúveis e infusíveis (Silva e cols., 1990).

Poliuretano: polímero que contém grupos uretanos em sua cadeia principal. São obtidos, frequentemente, por meio de reações de dióis e diisocianatos (Andrade e cols., 2001). Os materiais feitos de PU possuem resistência à abrasão e ao calor. Na reação de polimerização, há liberação de dióxido de carbono (CO₂) e calor. Esses dois fatores levam à expansão do material, que fica cheio de bolhas, constituindo uma espuma. Controlando-se a reação e as proporções entre os reagentes, obtêm-se espumas de diferentes densidades, que são empregadas na confecção de uma série de produtos utilizados em nosso cotidiano como colchões, travesseiros, sofás etc. (Santos e cols., 2005).

Reação de polimerização: É a reação que produz o polímero. A molécula inicial (monômero) vai, sucessivamente, unindo-se a outras, dando o dímero, o trímero, ..., o polímero. São dois os processos de polimerização: a polimerização por adição e a por condensação. A primeira é o caso mais simples, em que o polímero é a "soma" de moléculas pequenas (monômeros), todas iguais entre si (Feltre, 2001). A segunda é aquela em que, na reação entre os monômeros, há a eliminação de pequenas moléculas, geralmente de água. Apesar de não haver eliminação de moléculas na polimerização que forma a poliuretana, ela geralmente é classificada como polímero de condensação como o exemplo mostrado na Figura 7 (Peruzzo e Canto, 1998).

- Material

1. Óleo de mamona (um poliéster, formado por três moléculas do ácido ricinoleico, C₁₈H₃₄O₃), que pode ser adquirido em lojas (ou em sítios especializados da Internet) que vendem produtos para laboratório.
2. MDI (difenilmetano diisocianato), que pode ser adquirido em lojas (ou em sítios especializados da internet) que vendem produtos para laboratório.
3. Anilina (corante para bolo).
4. Copo descartável para água de

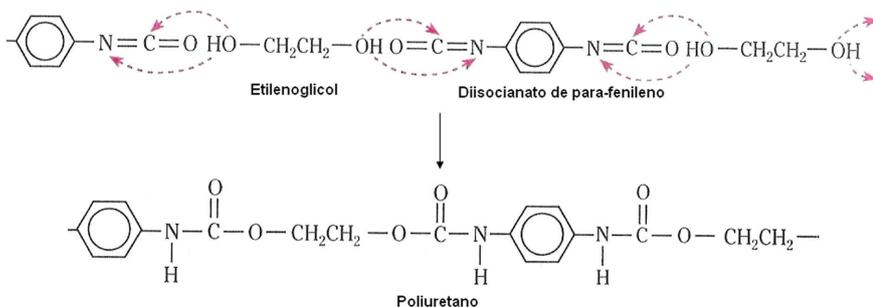


Figura 7: Síntese de poliuretano a partir de diisocianato de para-fenileno e etilenoglicol.

250 mL.

5. Bastão de vidro (ou palito de picolé).

- Como manusear os reagentes com segurança e como efetuar o descarte

Essa prática deve ser realizada em escolas que possuam laboratório de química e sob a supervisão do professor de química. No experimento, será manipulado o MDI, que é uma substância volátil e tóxica, sendo que sua manipulação exige cuidados no laboratório como o uso de capela, máscara e luvas. Maiores informações sobre a toxicidade desse material podem ser obtidas no sítio da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), por meio de sua ficha de informação de produto químico (CETESB, 2008). Já o óleo de mamona é classificado como um produto não perigoso, mas que em contato com os olhos ou a pele pode ser irritante (Química Anastácio, 2008).

Contribua com o meio ambiente usando pequenas quantidades de materiais para gerar o mínimo de resíduos. No caso das espumas produzidas, estas devem ser colocadas juntamente com os plásticos em uma coleta seletiva. Conforme já foi comentado anteriormente, elas são biodegradáveis e deverão levar um tempo bem menor para serem incorporadas pelo meio se comparadas com as similares comerciais (não biodegradáveis).

- Procedimento experimental

A espuma de PU pode ser obtida mediante a mistura de dois componentes: o polioli (por exemplo, obtido do óleo de mamona) e o isocianato (MDI, difenilmetano diisocianato). A sequência é mostrada na Figura 8 com suas etapas (Cangemi, 2006).

Primeiramente, realiza-se a mistura dos reagentes em um recipiente, que pode ser um béquer ou mesmo um copinho plástico de tomar água. Nessa etapa, caso se queira obter uma espuma colorida, basta acrescentar alguns gramas de corante (anilina, por exemplo). Em seguida, a mistura começa a se expandir até formar a espuma. Mais alguns minutos e ela pode ser retirada do recipiente e ser tocada por todos na sala. Dependendo da quantidade de reagentes disponíveis, cada aluno pode fazer a sua espuma.

Para aqueles professores que não possuem capela em sua escola ou não conseguem adquirir o material para o experimento, fica a sugestão de discussão do tema e a demonstração da espuma. A seguir, o nome de algumas indústrias produtoras de espumas de PU, cujos produtos podem ser adquiridos em lojas de materiais de construção: (a) Indústria e Comércio Santa Maria Ltda.; (b) Metalic Acessórios p/ Laboratórios Ltda.

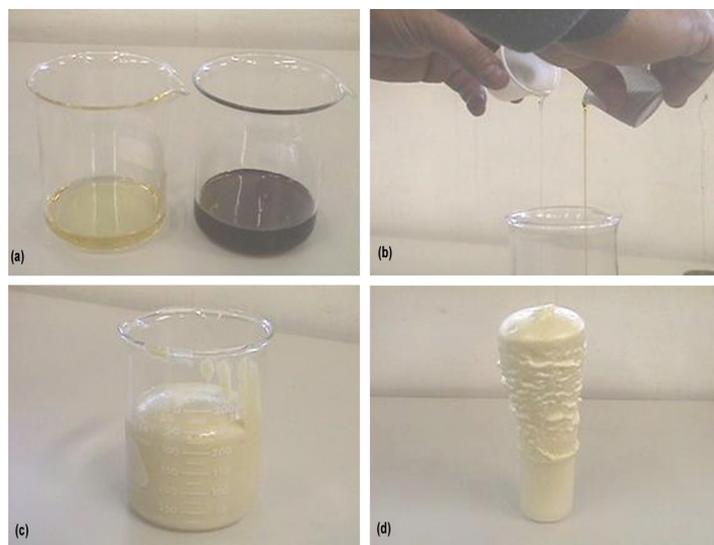


Figura 8: Etapas da síntese de espuma de poliuretano: (a) polioli e pré-polímero; (b) durante a mistura; (c) início da formação da espuma; (d) espuma depois de pronta.

- Questões

1. O que são polímeros? Quais são as suas principais características?
2. Em que consiste uma reação de polimerização?
3. O que são polímeros de adição? E polímeros de condensação?
4. Explique o que você observou quando misturou os dois reagentes do experimento. Que tipo de material foi formado? Que materiais desse tipo existem em nosso cotidiano?
5. Classificar os PUs em polímeros de adição ou condensação, justificando por meio de equações químicas.
6. Qual é a diferença entre um polímero termoplástico e um termorrígido?
7. Pesquisar sobre homopolímeros e copolímeros. De acordo com essa classificação, em qual grupo os PUs seriam incluídos?
8. Por que os polímeros adquiriram tanta importância na sociedade atual?
9. O que são polímeros biodegradáveis?
10. Como diminuir os problemas causados pela utilização dos plásticos?

Considerações finais

Por meio do tema poliuretano, os autores esperam ter fornecido uma contribuição para a formação de professores e estudantes do ponto

de vista de conceitos químicos e de posicionamento do cidadão, já que o importante não é só informar e divulgar, mas também problematizar assuntos técnicos. No caso do material PU, este permite uma boa discussão devido à sua versatilidade, mas ao mesmo tempo possui a toxicidade dos isocianatos (que gera problemas de segurança e saúde do trabalhador das indústrias de polímeros) e, no caso dos biomateriais, custo mais elevado que polímeros convencionais. A abordagem desses diversos aspectos gera debates e reflexões, contribuindo, ainda que de forma lenta, para a sensibilização dos alunos sobre as questões socioambientais e

também proporcionando uma formação intelectual mais crítica.

Nota

1. As fontes utilizadas para as figuras foram: (a) <http://www.amazonas.com.br/noticias.asp?id=79>; (b) <http://web.tiscali.it/a.venditti/COMPONENTI2.HTM>; (c) <http://images.americanas.com.br/produtos/item/2521/9/2521909g.gif>; (d) http://bullshitando.files.wordpress.com/2007/10/pumpkin_halloween.jpg; (e) <http://www.ippnet.com/EN/main/products/plastics/5527/1486.html>. Acessos em 20 fev. 08

Referências

ANDRADE, C.T.; COUTINHO, F.M.B.; DIAS, M.L.; LUCAS, E.F.; OLIVEIRA, C.M.F. e TABAK, D. *Dicionário de polímeros*. Rio de Janeiro: Interciência, 2001.

BRUINS, P.F. *Polyurethane technology*. New York: Interscience Publishers, 1969. 289 p.

CANGEMI, J.M. *Biodegradação de poliuretano derivado do óleo de mamona*. 2006. 132 f. Tese (Doutorado)- Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

CANGEMI, J.M.; SANTOS, A.M. e CLARO NETO, S. Biodegradação: uma alternativa para minimizar os impactos decorrentes dos resíduos plásticos. *Química Nova na Escola*, n. 22, 2005.

CANGEMI, J.M.; SANTOS, A.M.; CLARO NETO, S. e CHIERICE, G.O. Study of the Biodegradation of a polymer derived from castor oil by scanning electron microscopy, thermogravimetry and infrared spectroscopy. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, vol. 16, n. 2, 2006.

_____. Biodegradation of polyurethane derived from castor oil. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, vol. 18, n. 3, 2008.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. TOLUENO 2, 4 – DIISOCIANATO. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/emergencia/produtos/ficha_completa1.asp?consulta=TOLUENO%20,%204%20-%20DIISOCIANATO. Acesso em: 29 nov. 2008.

CLARO NETO, S. *Caracterizações físico-química de um poliuretano derivado de óleo de mamona utilizado para implantes ósseos*. 1997. 127 f. Tese (Doutorado)- Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1997.

DAVID, D.J. e STALEY, H.B. *Analytical chemistry of the polyurethanes*. New York: Robert E. Krieger, 1979. v. 16.

EMSLEY, J. *Moléculas em exposição*. São Paulo: Edgard Blucher, 2001. p. 120-121.

ERENO, D. Próteses de mamona. *Pesquisa Fapesp*, n. 91, p. 66-71, 2003.

FELTRE, R. *Química*. 5. ed. São Paulo: Moderna, 2001. p. 486-494.

IGNÁCIO, H.; MAZZER, N; BARBIERI, C.H. e CHIERICE, G.O. Estudo sobre a aplicabilidade médica da poliuretana derivada da mamona. *Resenha Ortopédica*, n. 6, 1996.

JORNAL DOS PLÁSTICOS. Disponível em: <http://www.jorplast.com.br/secoes/Jun98.htm>. Acesso em: 15 out. 2002.

OHARA, G.H.; KOJIMA, K.E. e ROSSI, J.C. Estudo experimental da biocompatibilidade do polímero poliuretano da mamona implantado em coelhos. *Acta Ortopédica Brasileira*, n. 3, p. 2, 1995.

PERUZZO, F.M. e CANTO, E.L. *Química na abordagem do cotidiano*. 2. ed. São Paulo: Moderna, 1998. p. 512-517.

PLÁSTICO MODERNO. Disponível em: <http://www.plasticomoderno.com.br/revista/pm352/noticias3.htm>. Acesso em 17 jul. 2008.

QUÍMICA ANASTÁCIO. Óleo de mamona. Disponível em: [**José Marcelo Cangemi** \(jmcangemi@gmail.com\), bacharel em química com atribuições tecnológicas \(Instituto de Química da UNESP-Araraquara/SP\), licenciado em química \(UNIFRAN\), especialista em química \(UFPA\), doutor em Ciências \(Química Analítica\) \(IQSC/USP-São Carlos/SP\), é docente no Instituto de Ensino Superior das Faculdades COC \(Ribeirão Preto/SP\), no curso de Licenciatura em Química, e de química no Ensino Médio e pré-vestibular nas escolas COC \(Franca/SP\) e ANGLLO \(Franca/SP e Orlandia/SP\).](http://www.quimicaa-</p></div><div data-bbox=)

Antonia Marli dos Santos (amsantos@rc.unesp.br), licenciada e bacharel em química (Instituto de Química da UNESP-Araraquara/SP), mestre e doutora em Ciências (Físico-Química) (IQSC/USP-São Carlos/SP), pós-doutora (UFSCar), é docente do Departamento de Bioquímica e Microbiologia do Instituto de Biociências da UNESP-Rio Claro/SP (DBM/IB-UNESP). **Salvador Claro Neto** (salvador@iqsc.usp.br), licenciado, bacharel e mestre em química (USP-Ribeirão Preto/SP) e doutor em ciências (Química Analítica) (USP-São Carlos/SP), é técnico de nível superior no IQSC/USP.

nastacio.com.br/produtos_seg.php?cod_seguranca=77&cod_categoria=2&cod_subcat3>. Acesso em: 29 nov. 2008.

ROSA, D.S. e GUEDES, C.G.F. Desenvolvimento de processos de reciclagem de resíduos industriais de poliuretano e caracterização dos produtos obtidos. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, vol. 13, n.1, p. 64-71, 2003.

SANTOS, W.L.P.; MÓL, G.S.; MATSUNAGA, R.T.; DIB, S.M.F.; CASTRO E.N.F.; SILVA, G.S.; SANTOS, S.M.O. e FARIAS, S.B. *Química e sociedade*. São Paulo: Nova Geração, 2005. p. 564-589.

SILVA, R.R.; BOCCHI, N. e ROCHA FILHO, R.C. *Introdução à Química Experimental*. São Paulo: McGraw-Hill, 1990. p. 261-267.

VILAR, W.D. *Química e tecnologia dos poliuretanos*. Rio de Janeiro: Vilar, 1999. 340 p.

_____. Poliuretanos: Capítulo 1 - Reagentes & fundamentos. Disponível em: <http://www.poliuretanos.com.br/Cap1/11mercado.htm>. Acesso em 16 jul. 2008.

WOODS, G. *Flexible polyurethane foams*. London: Applied Science Publishers, 1982. 352 p.

Para saber mais

CANTO, E.L. *Plástico: bem supérfluo ou mal necessário?* São Paulo: Moderna, 1995. p. 68-73.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. *O agronegócio da mamona no Brasil*. Brasília: Embrapa, 2001. 350 p.

Abstract: Polyurethane: from pillow to preservative, a versatile polymer. Since Otto Bayer, that in 1937 produced the first polymers employing urethanes reactions, the quantity of materials developed from this polymerization reaction increased considerably, comprising different appeasements segments, in a great number of industry segments, and nowadays, polyurethane is the sixth more sold plastic in the world. It's most recent utilization, which has been studied by a lot of researchers, it is the use of polyurethane as a biomaterial. Using the polyurethane as a theme, it is expected a contribution in the training of students and teachers, not only from the chemical concepts point of view, but also for the formation of the citizen, considering that current affairs as versatility of the material, toxicity of raw materials, cost and environmental problems will be analysed on this project.

Keywords: polyurethane, polymer, biomaterial