

## PROCESSO DE TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE PARA A INDÚSTRIA: ESTUDO DE CASO ENVOLVENDO A CONVERSÃO DE GLICEROL

Adilson C. Silva e Luiz C. A. Oliveira\*

Departamento de Química, Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Minas Gerais, CP 702, 31270-901 Belo Horizonte - MG, Brasil

Francisco G. E. Nogueira e Andre E. Nogueira

Departamento de Química, Universidade Federal de Lavras, CP 3037, 37200-000 Lavras - MG, Brasil

Recebido em 4/11/10; aceito em 18/6/11; publicado na web em 3/8/11

TECHNOLOGY TRANSFER PROCESS FROM UNIVERSITY TO INDUSTRY: A CASE STUDY INVOLVING OF GLYCEROL CONVERSION. Currently, public policy has encouraged innovation in universities and also transference of technology to the industry. Another important stage to be considered would be the registration or filing of a patent and the economical viability study. Government programs, such as the innovation incentive program, among others, should facilitate popularization and promote interest by industry. In this work we described the steps, from the conception of the idea to the scale up going through its interest by the industry. The case study is about the glycerol conversion utilizing modified niobia as catalysts.

Keywords: innovation; glycerol; niobia.

### INTRODUÇÃO

Segundo De Toni 2008,<sup>1</sup> o comportamento inovador é, cada vez mais, o diferencial que separa economias menos dinâmicas das mais dinâmicas no mundo globalizado. Nos EUA, empresas inovadoras, recém-criadas, foram responsáveis por 90% dos empregos nos últimos 20 anos.<sup>2</sup> Em 2000, as patentes acadêmicas americanas representaram 2% do total, tendo saído de menos de 0,5% em 1985.<sup>3</sup> O MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) é um exemplo emblemático ocupando, em 2009, a segunda posição das instituições acadêmicas que mais obtiveram patentes no USPTO, o escritório norte-americano de registro de propriedade intelectual. Para perceber o dinamismo do sistema acadêmico norte-americano, basta ver o número de patentes concedidas ao MIT, que ficou só um pouco atrás daquele de empresas inovadoras como o *Google*, a *Pioneer Corporation*, a petrolífera *Shell* e a *Sony Ericsson Mobile*. Todas elas tiveram 141 patentes concedidas em 2009.<sup>4</sup> Já com relação à Universidade da Califórnia, que liderou o *ranking* em 2009 com 251 patentes, renderam à instituição, em 2005, mais de US\$ 55 milhões em pagamentos de *royalties*. Essa cifra equivale a apenas 2% do investimento da universidade em pesquisa e não chega a 0,5% de seu orçamento total.<sup>5</sup> Esses dois exemplos mostram que o caminho é longo até que se tenha de volta os recursos investidos nas pesquisas através de *royalties*, sobretudo no Brasil, onde a academia começa a aprender a se relacionar com a iniciativa privada. Ainda assim, o incentivo à inovação parece continuar sendo um caminho sem volta na universidade moderna. No Brasil começamos, finalmente, mesmo que décadas depois dos americanos, a fomentar a produção de conhecimento que visa ir além de publicação de artigos científicos. Isso é evidente pela criação de centros de empreendedorismo, incubadoras, parques tecnológicos, *spin-offs* acadêmicos, proteção da propriedade intelectual e transferência de tecnologia para o setor privado.<sup>6-8</sup> Observa-se um apoio crescente a essas iniciativas por parte das agências de fomento à pesquisa.<sup>9</sup> To-

das essas iniciativas ganharam mais suporte com a Lei da Inovação Tecnológica, recentemente aprovada no Congresso Nacional.

A Lei de Inovação 10.973/2004 propõe diversos mecanismos que viabilizam o acesso pelas empresas às tecnologias de alto valor agregado concentradas nas universidades. Existem incentivos fiscais para as empresas que investem em inovação (pesquisas acadêmicas, contratação de mestres, doutores e proteção da propriedade industrial (patentes)), o que tem estimulado parcerias entre o sistema público de Ciência e Tecnologia e o setor empresarial.<sup>10</sup>

Outro fator importante a ser destacado, fruto da Lei de Inovação, é a criação dos núcleos de inovação nas universidades, que têm como missão principal promover a formação de um ambiente cooperativo que conjugue interesses das universidades, empresas e órgãos governamentais. O objetivo principal é promover a ampliação de atividades inovadoras e de transferência de tecnologia, contribuindo para o desenvolvimento econômico e social, que são incorporados à universidade moderna como sugerido por Araujo *et al.*<sup>9</sup> O efeito dessa nova cultura nas universidades já pode ser sentido. Como pode ser constatado na Figura 1, ocorreu um crescimento, ainda que tímido (que pode ser explicado pelo tempo de implantação), no número de patentes depositadas após a criação do núcleo de inovação tecnológica (NINTEC-UFLA) na Universidade Federal de Lavras (UFLA-MG). Dados da Unicamp são colocados como modelo de produção tecnológica a ser alcançado pela UFLA e por outras universidades brasileiras.

Entre as formas de transferência de tecnologias resultantes da pesquisa acadêmica, destacam-se o licenciamento de patentes, que é a garantia de permissão ou uso de direito de certo produto, desenho industrial ou processo e a criação de novas empresas *spin-offs*. Tais mecanismos formais de transferência de conhecimentos e a transformação em bens disponíveis ao mercado têm sido consideradas as mudanças mais significativas nas relações universidade-empresa nos últimos anos.<sup>11</sup>

O presente trabalho teve como objetivo principal o estudo de caso de uma tecnologia inovadora desenvolvida na UFLA em parceria com a UFMG. O trabalho intitulado "Transformação do glicerol residual

\*e-mail: luizoliveira@qui.ufmg.br

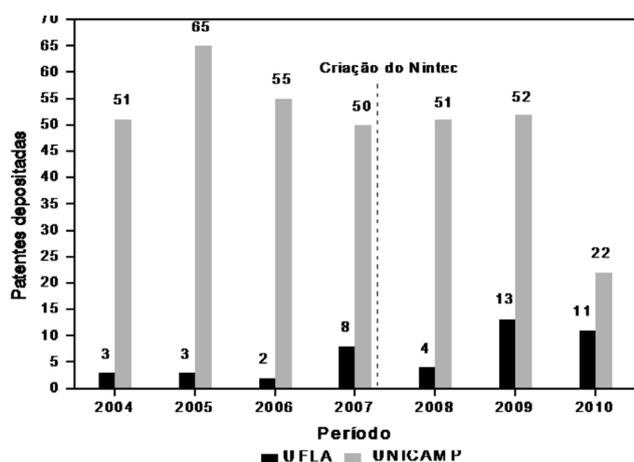


Figura 1. Números de patentes depositadas na Universidade Federal de Lavras (UFLA) e Unicamp no período de 2004 a 2010. Fonte: dados da pesquisa junto ao NINTEC-UFLA

da produção de biodiesel em novos produtos com valor agregado: emprego de nióbia sintética proveniente de uma rota sintética inovadora como catalisador” passou pelas etapas desde o estudo de laboratório até o interesse de algumas empresas pela tecnologia. São discutidas ainda algumas considerações para o *scale-up* da tecnologia. E, finalmente, é exposta parte do Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica (EVTE) visando entender a tecnologia quanto aos seus pontos forte e fracos, o que é essencial no caso de sua transferência para o setor privado.

### ESTUDO DE CASO DE UMA TECNOLOGIA DESENVOLVIDA PARA CONVERSÃO DA GLICERINA RESIDUAL

#### Etapas da inovação tecnológica desenvolvida: Caracterização da tecnologia

A tecnologia consiste na conversão catalítica da glicerina residual, proveniente da produção de biodiesel, em produtos com potencial para serem aplicados na indústria química (aditivo para combustíveis, acroleína e/ou ácido acrílico). Para tanto, catalisadores à base de nióbio foram preparados por rotas inovadoras, tornando o processo de preparo desses materiais menos onerosos que os descritos na literatura científica.<sup>12</sup> Além disso, modificações na superfície do catalisador potencializaram as suas propriedades, tornando-os versáteis pela geração de grupos oxidantes na sua superfície (catalisador bifuncional).<sup>13,14</sup>

A inovação tecnológica obtida com a modificação superficial do catalisador (nióbia) já foi alvo de depósito de patente junto ao INPI (PI 0705991-4, 2008),<sup>12</sup> assim como o processo de transformação do glicerol em novos produtos (PI 014090004179, 2009).<sup>14</sup> Dados preliminares publicados contemplaram a tecnologia com dois importantes prêmios nacionais: Prêmio Petrobras de Tecnologia (2009)<sup>15</sup> na categoria Tecnologia de Energia; Prêmio Jovem Cientista (2010) na categoria Graduado, 2º lugar.<sup>16</sup>

Devido aos resultados promissores, foi realizado um estudo de viabilidade técnica e econômica, ambiental e social (EVETECIAS) pelo Programa de Incentivo à Inovação (PII), fomentado pela Secretária de Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior de MG e SEBRAE-MG. O PII permitiu avanços no desenvolvimento tecnológico, pois forneceu recursos para o desenvolvimento de um reator para se estudar a reação de conversão de glicerol em escala pré-piloto (1º *scale up* do processo).

#### Mercado: aspectos regulatórios e legislação

A Lei nº 11.097, de 13/01/2005, estabelece que o óleo diesel comercializado no território nacional deve conter, no mínimo, 5% de biodiesel (B5) em sua composição. O prazo para aplicação desta regulamentação é de 8 anos, contados a partir da publicação da lei, sendo que após 3 anos da publicação, o percentual mínimo utilizado deveria ser de 2% (B2).<sup>17,18</sup> Estima-se que para cada 90 m<sup>3</sup> de biodiesel produzido tem-se 10 m<sup>3</sup> de glicerol como subproduto da síntese e ainda que a glicerina possui larga utilização como matéria-prima em diversos ramos da indústria, a oferta do produto seria muito superior à sua demanda.<sup>19,20</sup> O mercado brasileiro consome cerca de 30.000 t/ano de glicerol, mas com a introdução do B3 em 2008 a produção atingiu 100.000 t/ano de glicerol; para 2010, com a introdução do B5, a produção foi de aproximadamente 250.000 t/ano (Figura 2). Estudos indicam que o mercado, no médio prazo, só conseguirá absorver 50% dessa produção, mesmo com novas aplicações de glicerina.<sup>19,20</sup> Esse cenário parece indicar que a viabilidade do programa biodiesel está diretamente relacionada à obtenção de novos produtos, economicamente viáveis, a partir do glicerol residual.

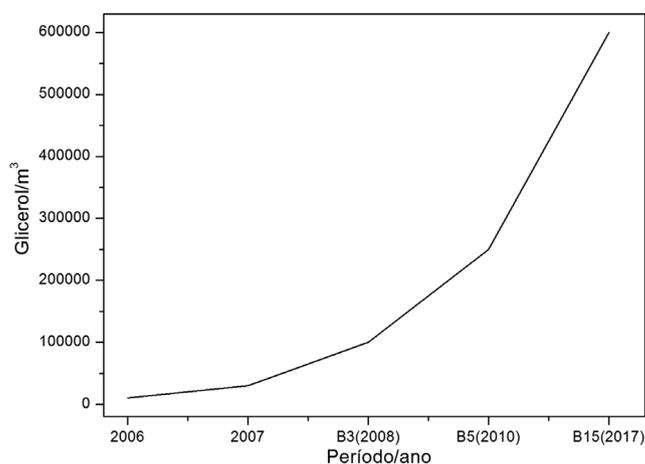


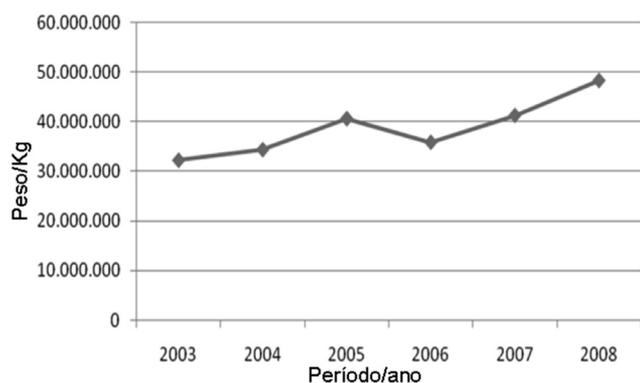
Figura 2. Projeção da produção de glicerol com a implementação do programa nacional de produção e uso do biodiesel

#### Oportunidade de negócio

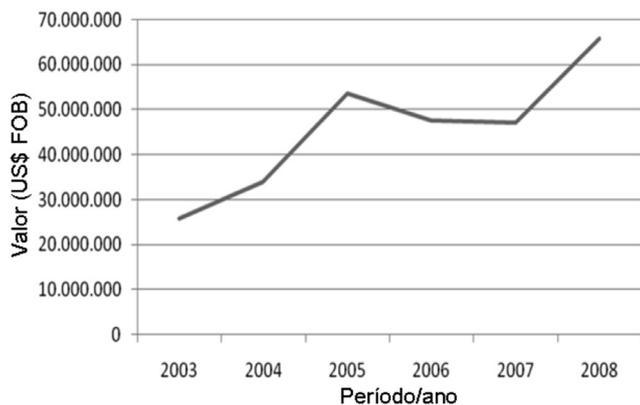
Nos últimos anos, com a implementação do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel, a produção de glicerol vem crescendo significativamente. O glicerol já é considerado um entrave tecnológico da indústria do biodiesel.<sup>20</sup> A estimativa de produção de glicerol com o aumento da produção de biodiesel é mostrada na Figura 2. Uma das principais aplicações vislumbradas para glicerol residual é a produção de ácido acrílico, por ser um produto de grande interesse do mercado brasileiro.<sup>21-24</sup> Atualmente, o mercado de ácido acrílico e associados têm um volume mundial de quase 3,3 x 10<sup>6</sup> t/ano. Todo o ácido acrílico comercializado é produzido a partir de combustíveis fósseis.<sup>25-27</sup>

O ácido acrílico é utilizado principalmente como matéria-prima na produção de ésteres acrílicos e como monômero para ácidos e sais poliacrílicos, podendo ter numerosas aplicações. As principais são como recobrimento de superfícies, têxtil, adesivos, tratamento de papel, polimento, couro, fibras, detergentes e materiais superabsorventes.<sup>21</sup> A principal rota de produção de ácido acrílico é via oxidação de propileno, um derivado da indústria petroquímica, sendo que grande parte desse produto é importado de países como EUA e China.<sup>25</sup> Segundo dados da Secretaria de Comércio Exterior (SECEX), do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio

Exterior (MDIC) o Brasil importou em 2008 aproximadamente 50 mil t de ácido acrílico, que representam algo em torno de 60 milhões de dólares. Nas Figuras 3 e 4 são apresentados gráficos que ilustram a tendência de crescimento da importação nos últimos anos, sendo que houve um crescimento de quase 50% de 2003 a 2008, no que se refere ao valor em peso líquido, e de aproximadamente 150% no que se refere ao valor monetário, para o mesmo período (Figuras 3 e 4). Como o valor monetário da importação apresentou crescimento maior que o valor em peso líquido, isso comprova que essa *commodity* apresentou um aumento substancial no seu preço (Figura 5).



**Figura 3.** Gráfico de importação de ácido acrílico pelo Brasil, em peso líquido (kg). Fonte: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC)

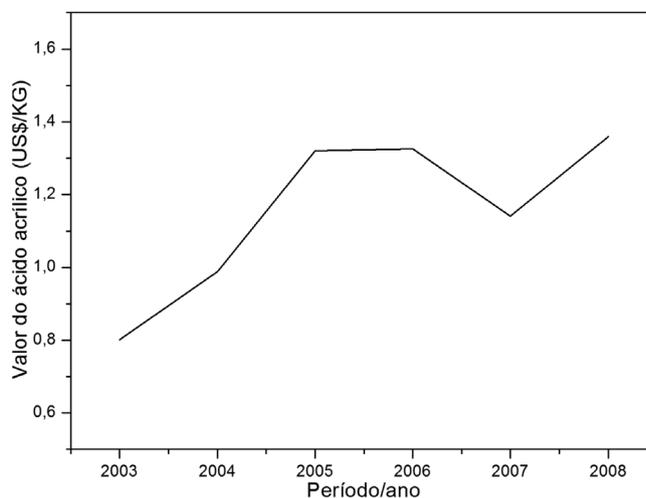


**Figura 4.** Gráfico de importação de ácido acrílico pelo Brasil, em valor monetário (US\$ FOB). Fonte: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC)

Os investimentos previstos pela Petrobras para a criação de um Complexo Acrílico são de aproximadamente US\$ 540 milhões, a ser implantado na região metropolitana de Belo Horizonte.<sup>28-30</sup> Porém, o projeto ainda não saiu do papel, pois a Petrobras não conseguiu licenciar a tecnologia de um dos cinco detentores da tecnologia, com isso o projeto que era previsto para 2010, foi adiado para 2016.<sup>30</sup> Desse modo, a produção de ácido acrílico a partir de glicerol surge como uma alternativa interessante para desenvolvimento de uma tecnologia nacional para produção de ácido acrílico, visando a substituição das importações.

#### Fase do desenvolvimento da tecnologia

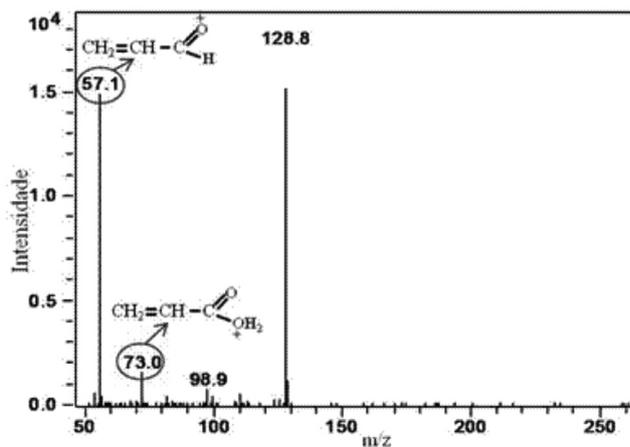
A presente tecnologia encontra-se no estágio em que as condições e parâmetros das reações foram otimizados em escala laboratorial. Nessa etapa tornam-se importantes os estudos das reações em uma



**Figura 5.** Variação do preço do ácido acrílico, para o período de tempo considerado. Fonte: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC)

escala maior. O recurso oriundo do Programa de Inovação (PII) possibilitou a aquisição de um reator de borossilicato de 20 L para a realização dos experimentos em uma escala maior que laboratorial (*scale-up* do processo). Essa etapa é de fundamental importância uma vez que muitos problemas relacionados, por exemplo, com transferência de massa ou calor podem ser detectados ainda em uma fase inicial.

A reação de conversão de glicerol é realizada utilizando o catalisador obtido (nióbia modificada), na presença de um agente oxidante ( $H_2O_2$  ou  $O_2$  molecular). A reação foi mantida sob agitação constante e os produtos formados foram monitorados por cromatografia gasosa com detector de massas (CG-MS), espectrometria de massas com ionização por *electrospray* (ESI-MS) e análise de carbono orgânico total (COT). Os resultados mostraram que houve a conversão para ácido acrílico, acroleína e compostos com massas molares oriundas da condensação da glicerina. A Figura 6 apresenta um espectro de massas para a conversão da glicerina residual empregando o catalisador de nióbio. Após 3 h de reação, podem-se observar os picos com  $m/z = 57$ , referente à acroleína, e outro, menos intenso, com  $m/z = 73$  referente ao ácido acrílico protonado. O pico com  $m/z = 128$  representa compostos oriundos da condensação da glicerina. Resultados mais recentes apontam para a formação de maior quantidade de ácido acrílico, uma vez que este depende da oxidação da acroleína.



**Figura 6.** Conversão da glicerina residual após 3 h de reação

No entanto, ainda que menos importante comercialmente, a acroleína pode ser alvo do processo, já que possui valor comercial e seria obtida em condições mais brandas de reação.

## CONCLUSÃO

O presente trabalho apresenta a evolução de uma tecnologia criada nos laboratórios de uma instituição federal brasileira até o momento em que se faz necessário o investimento privado, de modo a permitir que a tecnologia seja levada à sociedade (licenciamento ou criação de uma *spin-off*).

A realização do estudo de viabilidade técnica e econômica mostrou que o desenvolvimento de uma tecnologia de conversão do glicerol residual do biodiesel em novos produtos é viável e de extrema importância para o sucesso do programa nacional de produção e usos do biodiesel. A conversão do glicerol em ácido acrílico seria uma alternativa à produção atual e viria a substituir importações, o que levaria a uma grande economia de divisas. Ressalta-se aqui o ambiente criado nas universidades após a criação dos núcleos de inovação previstos na Lei de Inovação Tecnológica, do Governo Federal, que permitiram aos autores do trabalho seguir o caminho da inovação. No entanto, ficou evidente que existem muitas barreiras, de ordem burocrática e mesmo financeira, para se transferir uma tecnologia para o setor privado. A desconfiança mútua universidade-empresa (receio que a empresa se apodere da tecnologia e receio que a falta de cultura de mercado das universidades torne o processo lento, respectivamente) também fazem as coisas acontecerem mais lentamente. A disseminação da ideia, pelas universidades, de que é importante a proteção de suas tecnologias via patentes ou registros e os incentivos do governo às empresas que investem em inovação podem amenizar esse problema.

Os resultados obtidos até o momento permitiram que o projeto fosse contemplado com dois prêmios nacionais, o que despertou o interesse de empresas como a Petrobras, que atualmente avalia a possibilidade de financiamento da tecnologia via um projeto de pesquisa através de parceria com a UFLA e UFMG.

## AGRADECIMENTOS

PII-UFLA, FAPEMIG, CNPq, Petrobras e CBMM.

## REFERÊNCIAS

- De Toni, D.; Milan G. S.; *REAd* **2008**, *61*, 2.
- <http://www.endeavour.org.br>, acessada em Abril 2011.
- Association of Universit Technology Managers-AUTM; *US Licensing Survey, FY 2004: survey summary of technology licensing (and related) performance for U.S. academic and nonprofit institutions and technology investment firms*, Deerfield, 2005, p. 1-71.
- <http://www.inovacao.unicamp.br/report/entrevistas/index.php?cod=754>, acessada em Abril 2011.
- [http://inovabrasil.blogspot.com/2007\\_09\\_22\\_archive.html](http://inovabrasil.blogspot.com/2007_09_22_archive.html), acessada em Abril 2011.
- Araújo, M. H.; Lago, R. M.; Oliveira, L. C. A.; Cabral, P. R. M.; Cheng, L. C.; Borges, C.; Filion, L. J.; *Quim. Nova* **2005**, *28*, S26.
- <http://www.fapesp.br>, acessada em Abril 2011.
- <http://www.mct.gov.br>, acessada em Abril 2011.
- Araújo, M. H.; Lago, R. M.; Oliveira, L. C. A.; Cabral, P. R. M.; Cheng, L. C.; Filion, L. J.; *Quim. Nova* **2005**, *28*, S18.
- [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/Lei/L10.973.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/Lei/L10.973.htm), acessada em Abril 2011.
- Gusmão, R.; *Revista Brasileira de Inovação* **2002**, *1*, 327.
- Oliveira, L. C. A.; *Br PI 0705991-4*, **2008**.
- Oliveira, L. C. A.; Ramalho, T. C.; Souza, E. F.; Gonçalves, M.; Oliveira, D. Q. L.; Pereira, M. C.; Fabris, J. D.; *Appl. Catal. B* **2008**, *83*, 169.
- Oliveira, L. C. A.; Ramalho, T. C.; Silva, A. C.; *Br PI 0904580-5*, **2009**.
- [http://www.petrobras.com.br/minisite/premiotecologia/pdf/Informativo\\_2009.pdf](http://www.petrobras.com.br/minisite/premiotecologia/pdf/Informativo_2009.pdf), acessada em Abril 2011.
- <http://www.jovemcientista.org.br>, acessada em Abril 2011.
- Mota, C. J. A.; Silva, C. X. A.; Gonçalves, V. L. C.; *Quim. Nova* **2009**, *32*, 639.
- [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2005/Lei/L11097.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/Lei/L11097.htm), acessada em Abril 2011.
- Silva, L. N.; Gonçalves, V. L. C.; Mota, C. J. A.; *Catal. Commun.* **2010**, *11*, 1036.
- Medeiros, M. A.; Sansiviero, M. T. C.; Araújo, M. H.; Lago, R. M.; *Appl. Clay Sci.* **2009**, *45*, 213.
- Oliveira, L. C. A.; Gonçalves, M.; Oliveira, D. Q. L.; Guerreiro, M. C.; Guilherme, L. R. G.; Dallago, R. M.; *J. Hazard. Mater.* **2007**, *141*, 344.
- Xiaobo, X.; Jiaping, L.; Pelin, C.; *Chin. J. Chem. Eng.* **2006**, *14*, 419.
- Jo, B. Y.; Kum, S. S.; Moon, S. H.; *Appl. Catal., A* **2010**, *378*, 76.
- Kum, S. S.; Jo, B. Y.; Moon, S. H.; *Appl. Catal., A* **2009**, *365*, 79.
- Danner, H.; Urmos, M.; Gartner, M.; Braun, R.; *Appl. Biochem. Biotechnol.* **1998**, *45*, 70.
- Danner, H.; Braun, R.; *Chem. Soc. Rev.* **1999**, *28*, 395.
- Rahmat, N.; Abdullah, A. Z.; Mohamed, A. R.; *Renew. Sustain. Energ. Rev.* **2010**, *14*, 987.
- [http://www.petroquisa.com.br/objects/files/200703/718\\_APetrobrasnapetroquimica1%5B1%5D.pdf](http://www.petroquisa.com.br/objects/files/200703/718_APetrobrasnapetroquimica1%5B1%5D.pdf), acessada em Abril 2011.
- Costa, P. R.; Comunicação pessoal, apresentação na Rio Oil & Gas, Rio de Janeiro, Brasil, 2006.
- <http://www.petroequimica.com.br/edicoes/ed314/314.html>, acessada em Abril 2011.