

# Resíduos reciclados

Óleo fúsel e CO<sub>2</sub> gerados na fabricação de etanol podem ser aproveitados na produção de substâncias químicas de uso industrial

Evanildo da Silveira

Líquido viscoso, de cor amarelada e odor desagradável, o óleo fúsel é o menos conhecido dos resíduos da indústria sucroalcooleira. Para cada mil litros de etanol são gerados, em média, 2,5 litros de fúsel. O composto é formado por vários álcoois em que apenas uma pequena parte dos cerca de 80 milhões de litros produzidos no Brasil a cada ano é destinada à fabricação de um tipo de álcool chamado isoamílico. Outra parte é queimada para gerar energia para as usinas. As indústrias, no entanto, não informam o quanto é transformado em isoamílico, a porcentagem queimada e a quantidade descartada. Com o objetivo de reaproveitar melhor esse resíduo, dois grupos de pesquisa estudam o óleo fúsel para transformá-lo em um produto de maior valor. Em um dos grupos, da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista (FCT-Unesp), *campus* de Presidente Prudente, o professor Eduardo René Pérez González coordena um projeto que propõe a reciclagem em um processo único do óleo fúsel e do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), um dos gases do efeito estufa, também gerado nas usinas.

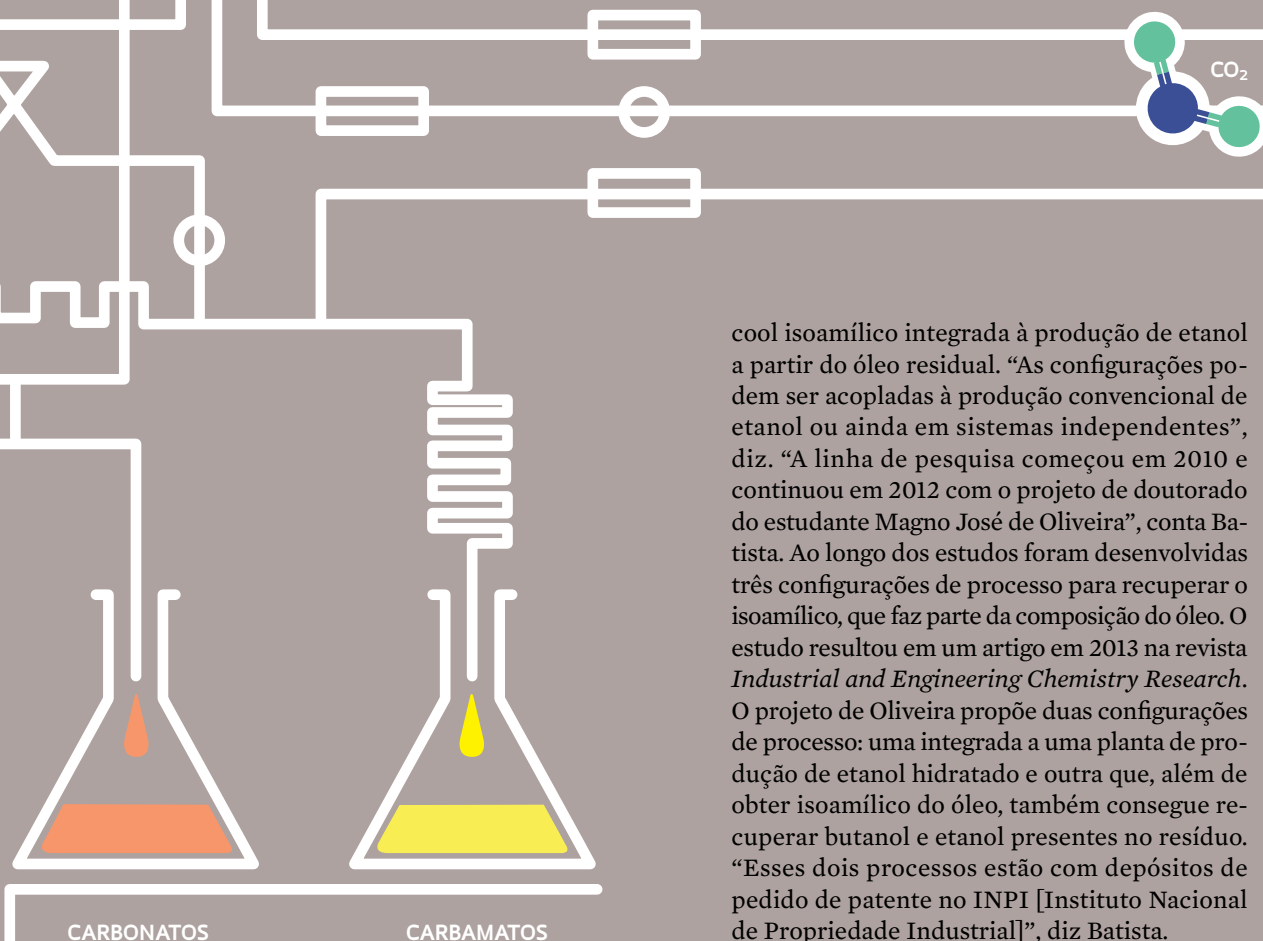
Em estudo publicado na revista *RSC Advances da Royal Society of Chemistry*, o grupo da Unesp indica que o processamento dos dois rejeitos pode levar à produção de carbonatos de alquila para

uso em aditivos de combustíveis, fármacos e fungicidas. “Nosso objetivo é agregar valor a esses resíduos ao combiná-los para formar compostos químicos com diversas utilidades potenciais ou já conhecidas”, explica González. “Nos países mais desenvolvidos, o que mais se busca é dar uma solução para o CO<sub>2</sub>. Aqui conseguimos em escala laboratorial. As principais substâncias obtidas são os carbonatos de alquila, que em princípio podem ser considerados como agentes intermediários em síntese orgânica de outras substâncias químicas.” Isso significa que elas podem servir para, entre outras aplicações, produzir carbamatos, potenciais fungicidas para proteção de plantações de cana ou de outras culturas.

A aluna de doutorado Fernanda Stuari, orientanda de González no Laboratório de Química Orgânica Fina (LQOF) da FCT-Unesp, explica que durante os experimentos foram testados dois processos. “No primeiro, destilamos o fúsel para extração dos álcoois isoamílicos, com os quais se produzem carbonatos de alquila. Como seria difícil viabilizar economicamente esse processo, porque as usinas teriam primeiro de destilar o óleo para depois produzir o carbonato, também tentamos, no segundo processo, fazer isso direto do fúsel.” Nos experimentos, foi usado dióxido de carbono adquirido comercialmente, mas a ideia é aprovei-

O resultado do experimento na Unesp é a produção de carbonatos de alquila e depois carbamatos que podem ser utilizados na fabricação de fungicidas e fármacos

ÓLEO FÚSEL



tar o que é gerado nas usinas durante a produção de etanol. “Mais adiante, com a colaboração de engenheiros químicos e ambientais, tentaremos fazer um estudo para levar essa tecnologia a uma escala maior de trabalho”, acrescenta González.

#### INFORMAÇÕES E DESCARTE

O outro grupo que estuda o destino do fúsel é coordenado por Eduardo Augusto Caldas Batista, professor da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas (FEA-Unicamp). São projetos que visam obter o álcool isoamílico com tecnologias mais avançadas – o produto tem aplicações nas indústrias de tintas, plastificantes, perfumaria e de alimentos. Para ele, uma das dificuldades para realizar as pesquisas é a escassez de informações sobre o aproveitamento do fúsel. “Como o mercado desse resíduo não está bem estabelecido, é difícil obter informações sobre preço, utilização e destino”, diz. De acordo com o pesquisador, sabe-se que o resíduo pode ser adicionado ao etanol combustível. Mas não se sabe o que as empresas sucroalcooleiras fazem com ele, exatamente, nem como é descartado. “Como é altamente tóxico, esse resíduo não pode ser descartado sem tratamento no meio ambiente.”

No trabalho de Batista, a proposta é estudar configurações de processo para produção de ál-

cool isoamílico integrada à produção de etanol a partir do óleo residual. “As configurações podem ser acopladas à produção convencional de etanol ou ainda em sistemas independentes”, diz. “A linha de pesquisa começou em 2010 e continuou em 2012 com o projeto de doutorado do estudante Magno José de Oliveira”, conta Batista. Ao longo dos estudos foram desenvolvidas três configurações de processo para recuperar o isoamílico, que faz parte da composição do óleo. O estudo resultou em um artigo em 2013 na revista *Industrial and Engineering Chemistry Research*. O projeto de Oliveira propõe duas configurações de processo: uma integrada a uma planta de produção de etanol hidratado e outra que, além de obter isoamílico do óleo, também consegue recuperar butanol e etanol presentes no resíduo. “Esses dois processos estão com depósitos de pedido de patente no INPI [Instituto Nacional de Propriedade Industrial]”, diz Batista.

O professor Antonio Aprigio da Silva Curvelo, do Instituto de Química de São Carlos, da Universidade de São Paulo (USP), conta que a captura e a utilização de dióxido de carbono vêm sendo estudadas há anos. “Quanto ao aproveitamento do óleo fúsel, ainda não se mostrou importante do ponto de vista industrial, embora possa encontrar algumas aplicações”, diz Curvelo. Para ele, o maior mérito do trabalho é a contribuição acadêmica como rota alternativa para o uso dessas matérias-primas e a elucidação dos mecanismos envolvidos nas reações estudadas. ■

#### Projetos

1. Estudo de reações de síntese limpa e modificação química do biodiesel e óleo fúsel para preparação de carbonatos e carbamatos orgânicos utilizando dióxido de carbono na presença de organocatalisadores e catalisadores heterogêneos (nº 2013/24487-6); **Modalidade** Auxílio à Pesquisa – Regular; **Pesquisador responsável** Eduardo René Pérez González (FCT-Unesp); **Investimento** R\$ 106.024,75 e US\$ 58.568,54.
2. Phase equilibrium and purification processes in the production of biofuels and biocompounds (nº 2008/56258-8); **Modalidade** Auxílio à Pesquisa – Programa Bioen – Projeto Temático-Pronex; **Pesquisador responsável** Antônio José de Almeida Meirelles (FEA-Unicamp); **Investimento** R\$ 1.307.138,81 e US\$ 629.087,74.

#### Artigos científicos

- PEREIRA, F. S. *et al.* Cycling of waste fusel alcohols from sugar cane industries using supercritical carbon dioxide. *RSC Advances*. v. 5, n. 99, p. 81515-22. 2015.
- FERREIRA, M. C. *et al.* Study of the fusel oil distillation process. *Industrial and Engineering Chemistry Research*. v. 52, n. 6, p. 2336-51. 2013.