

# Resíduos bem-vindos

Subproduto do biodiesel pode ser usado para suprimir poeira de vagões de minério

TEXTO **Yuri Vasconcelos** ILUSTRAÇÃO **Drüm**

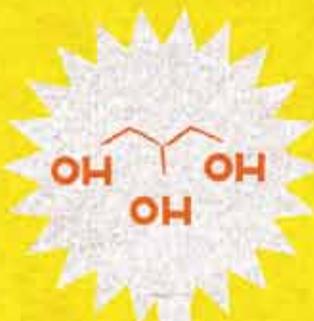
**C**aminhões e ônibus no Brasil rodam desde 2008 com uma porcentagem de biodiesel feito com óleos vegetais ou gordura animal adicionado ao tradicional diesel de petróleo. No início eram 2% e a partir de 2010 a presença do combustível renovável e menos poluidor subiu para 5%. Mas a produção cresce e com ela aparece um problema. O que fazer com o glicerol que sobra na proporção de 100 quilos em cada mil quilos de biodiesel produzidos? A saída, como mostram várias pesquisas desenvolvidas no país, é transformá-lo num produto com valor agregado conforme um estudo premiado da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), que resultou num supressor de poeira feito de glicerol. Trata-se de um líquido para ser pulverizado sobre vagões carregados de minério de ferro no trajeto entre as minas e as unidades de processamento ou aos portos para exportação. Esse cuidado evita que partículas do material possam ser liberadas na atmosfera pela ação do vento ou da chuva, causando perdas econômicas, danos ambientais e prejuízos para a saúde dos moradores do entorno da ferrovia.

“O supressor criado pelo nosso grupo, batizado de Frag-dust, é mais eficiente do que os disponíveis comercialmente produzidos com derivados de petróleo, porque forma uma camada maleável e resistente sobre o minério, mesmo em baixíssimas concentrações, o que não ocorre com outros supressores. Além disso, custa cerca de 60% do valor dos similares à venda no mercado”, diz o químico Miguel Araújo





ENERGIA



QUÍMICA



Amostra de biodiesel, em amarelo-claro, e o glicerol, mais denso, na parte inferior

Medeiros, professor da Universidade Federal do Tocantins (UFT). A inovação, desenvolvida em conjunto com o Grupo de Tecnologias Ambientais da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), coordenado pelo professor Rochel Lago, foi licenciada para a empresa Verti Ecotecnologias, de Belo Horizonte, que está estudando a produção do material em escala industrial. O Fragdust rendeu aos pesquisadores brasileiros prêmios internacionais importantes, como os primeiros lugares no Global Startup Workshop 2012, promovido pelo Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) em Istambul, na Turquia, e no Idea to Product Global 2011, realizado em Estocolmo, na Suécia – duas competições focadas em novas tecnologias e empreendedorismo.

Com o avanço do programa nacional do biodiesel – no ano passado foram fabricados 2,6 bilhões de litros do biocombustível e a produção estimada para 2020 é de 14,3 bilhões de litros –, o volume gerado de glicerol é enorme e muito acima da demanda. No ano passado atingiu cerca de 260 mil toneladas apenas como subproduto do biodiesel, volume quase oito vezes superior à demanda, estimada em cerca de 40 mil toneladas. Os mercados tradicionais da substância, popularmente conhecida como glicerina – termo usado para referir-se ao produto na forma comercial, com pureza acima de 95% –, são as indústrias de cosméticos, de medicamentos, de alimentos e química.

## Mil e uma utilidades da glicerina

### USOS TRADICIONAIS

#### MEDICAMENTOS

Na composição de embalagens e de fármacos



#### ALIMENTOS

Mantém a umidade de vários produtos



#### COSMÉTICOS

Evita o ressecamento de cremes, loções e sabonetes



#### TECIDOS

Amacia e flexibiliza as fibras



#### PAPEL

Usada como plastificante para elevar a resistência e a maleabilidade



#### EXPLOSIVOS

Faz parte da nitroglicerina utilizada na fabricação de dinamite



#### TABACO

Torna as fibras mais resistentes e evita o ressecamento das folhas



#### LUBRIFICANTES

Na lubrificação de máquinas e equipamentos industriais



#### TINTAS

Também presente na composição de vernizes e detergentes



Até 1949, todo o glicerol produzido no mundo vinha da indústria do sabão, também como um subproduto. Depois surgiu a glicerina sintética obtida do petróleo. A partir de meados da década passada, quando o biodiesel começou a ser produzido em grandes volumes por vários países, houve uma explosão na produção e oferta de glicerol. Hoje estima-se que 1,5 milhão de toneladas da substância são provenientes apenas das usinas de biodiesel instaladas no planeta. A Argentina, com 3,3 bilhões de litros, tornou-se em 2011 o maior produtor mundial de biodiesel, superando os Estados Unidos (3,1 bilhões de litros), o Brasil e a Alemanha (2,4 bilhões de litros), segundo informações da Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil (Aprobio), entidade que detém entre 60% e 70% da capacidade instalada de biodiesel no país.

Boa parte da glicerina gerada nas plantas de biodiesel no Brasil é queimada em fornos e caldeiras para geração de energia calorífica em unidades industriais, como na produção do mesmo biocombustível, além de olarias, siderúrgicas etc. “Essa é uma atividade ambientalmente correta, porque o glicerol substitui a lenha e combustíveis fósseis, como óleo combustível e carvão”, afirma Expedito José de Sá Parente Júnior, membro do comitê técnico da Aprobio. Segundo ele, grandes produtores de biodiesel, como a Oleoplan, do Rio Grande do Sul, também exportam seus excedentes de glicerina para outros países, onde a substância é usada como matéria-prima nos mercados tradicionais. “Queima do produto para gerar calor e exportação para a China são os dois principais destinos do glicerol do biodiesel”, diz

# 10%

é a proporção de glicerol que sobra da produção total de biodiesel

## NOVAS APLICAÇÕES

### ALIMENTAÇÃO ANIMAL

Na composição de rações para porcos, frangos e bovinos



### BIOADITIVOS

Na produção de aditivos anticongelantes e antioxidantes para gasolina e biodiesel



### SUPRESSOR DE POEIRA

Convertida em pó, é pulverizada sobre vagões de minério de ferro



### ETILENOGLICOL

Na composição do etileno glicol empregado como anticongelante nos radiadores automotivos



### ELETRICIDADE

Usada como combustível em caldeiras para geração de energia elétrica e calor



### PROPANODIOL

Convertida em propanodiol na formulação de vários produtos industriais



### PLÁSTICO

Transformada em propeno para uso na fabricação de embalagens, fraldas e peças automotivas



### ETANOL

Por processos biotecnológicos, é transformada em combustível automotivo



## PROPENO VERDE

A transformação do glicerol no supressor de poeira é apenas um dos esforços para dar uma destinação adequada ao resíduo. Algumas iniciativas são fruto da parceria entre universidade e iniciativa privada. É o caso de um projeto que envolveu a Quattor, petroquímica comprada há dois anos pela Braskem, e a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). “Em 2006, a empresa nos procurou interessada na conversão do glicerol em propeno”, recorda-se o professor Cláudio Mota, do Instituto de Química da UFRJ. O propeno, uma resina obtida a partir de derivados de petróleo, é uma das principais matérias-primas da indústria petroquímica. Ele é empregado na fabricação de polipropileno, um plástico amplamente usado em peças automotivas, eletrodomésticos e embalagens para alimentos e produtos de limpeza. Segundo Mota, embora não houvesse naquela época referências na literatura científica da transformação do glicerol em propeno, seu grupo conseguiu desenvolver um catalisador e um processo eficiente, que acabaram gerando uma patente para a universidade e a Quattor.

Os resultados foram animadores e a empresa chegou a planejar a construção de uma fábrica-piloto para processamento do glicerol. “Infelizmente, depois que a Quattor foi adquirida pela Braskem, o projeto não teve seguimento porque a empresa detectou problemas logísticos com o transporte da matéria-prima, porque a fábrica seria instalada em São Paulo e os principais fabricantes de biodiesel ficam na região Centro-Oeste. Além disso, a Braskem já tinha outras rotas para fabricação de propeno a partir de materiais renováveis”, afirma Mota. “Continuamos com nossas pesquisas e estamos procurando um novo parceiro.”

A Braskem também está envolvida em um trabalho, em parceria com profes-

ssores do departamento de engenharia química da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), que pretende converter o glicerol nos compostos químicos 3-hidroxi propionaldeído (3-HPA) e 1,3 propanodiol (1,3 PD), substâncias químicas com alto valor agregado. Eles são usados na conservação de alimentos e na produção de polímeros, além de serem precursores de compostos químicos importantes para a cadeia petroquímica. Apoiado pelo Programa de Apoio à Pesquisa em Parceria para Inovação Tecnológica (Pite) e pelo Programa FAPESP de Pesquisa em Bioenergia (Bioen), o projeto tem o objetivo de fazer a conversão do glicerol pela via biotecnológica, utilizando microrganismos geneticamente modificados, entre eles a bactéria *Caulobacter crescentus*.

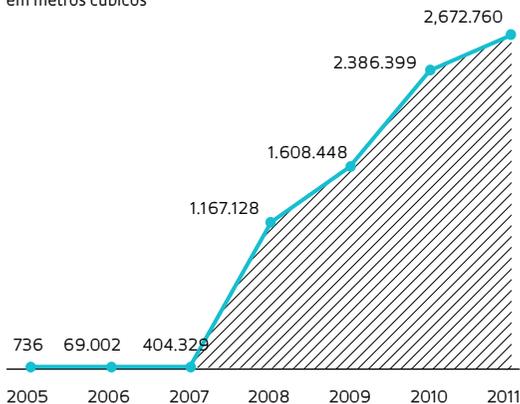
Parente Júnior. Sem conhecer mais detalhes, ele diz que o glicerol produzido na Argentina e na Alemanha também segue para a China, onde o uso é grande e não se produz biodiesel.

Parente defende que a alta produção da substância deve ser encarada como uma oportunidade, e não um problema. “É preciso que surjam tecnologias para agregar valor ao produto”, diz ele. “Há um consenso de que a glicerina é uma matéria-prima abundante e de baixo custo e que tem um potencial químico para o desenvolvimento de novos produtos e processos com maior valor agregado. Mas não adianta criar alternativas que não tenham uma grande demanda, equivalente à oferta de glicerina, porque sem aplicações em larga escala iremos continuar queimando e exportando o glicerol.”

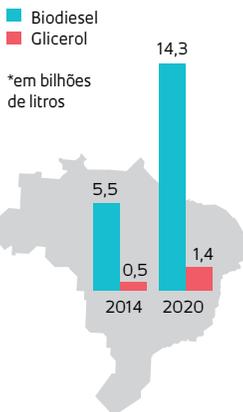
## Matéria-prima para produzir plásticos por via biotecnológica com o uso de microrganismos

### PRODUÇÃO DE BIODIESEL NOS ÚLTIMOS ANOS

em metros cúbicos



### PROJEÇÕES\*





Usina de biodiesel em Taubaté (SP). Glicerol produzido é queimado em fornos para gerar calor em atividades industriais

Durante o estudo, iniciado em 2010, os pesquisadores conseguiram estabelecer a rota biotecnológica, mas se depararam com o alto custo do meio de cultura dos microrganismos, o que encarecia o processo. Esse obstáculo foi superado há quatro meses, quando a equipe substituiu o meio de cultura tradicional por vinhaça, um subproduto da indústria do açúcar e álcool. “Essa descoberta vai viabilizar economicamente o processo biotecnológico que nós desenvolvemos”, diz o professor Cláudio Oller, um dos responsáveis pelo projeto, coordenado pelo professor Carlos Frederico Menck, do Instituto de Ciências Biomédicas (ICB) da USP.

#### ETANOL E HIDROGÊNIO

Na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), um grupo de cientistas desenvolve uma linha de pesquisa parecida à da USP. Além do 1,3 propanodiol, eles querem produzir, também por vias biotecnológicas, etanol e hidrogênio a partir do glicerol do biodiesel. “Nossa pesquisa está dividida em diversos estágios. O primeiro, já completado, foi a identificação dos agentes biológicos capazes de metabolizarem o glicerol residual. O segundo estágio, em bancada, está em andamento e prevê o esgotamento do estudo da fisiologia

## 50% da energia gerada nas usinas com glicerol poderia ser repassada para concessionárias de eletricidade

das bactérias do gênero *Klebsiella pneumoniae*. A etapa seguinte é o trabalho de otimização e operação de biorreatores com o cultivo dos microrganismos. Protótipos de biorreatores projetados e construídos por nós já estão submetidos a testes preliminares”, conta o engenheiro químico Marco Antônio Ayub, professor do Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos da UFRGS.

O pesquisador ressalta que o processo revelou-se tecnicamente viável, com as cepas convertendo bem o glicerol sem nenhum tratamento prévio para retirada de impurezas e com bons índices de produção. “Isso indica que o processo é economicamente viável. Mas essa questão ainda não foi aprofundada pelo nosso grupo. Precisamos fazer os cálculos de custos”, diz Ayub. Segundo ele, já existe interesse expresso de pelo menos três empresas. “Uma delas quer fabricar equipamentos associados à tecnologia e as demais

### O PROJETO

Desenvolvimento de estratégias para transformação do glicerol via rotas biotecnológicas e química – nº 2008/03620-1

#### MODALIDADE

Programa FAPESP de Pesquisa em Bioenergia (Bioen)

#### COORDENADOR

Carlos Frederico Martins Menck – USP

#### INVESTIMENTO

R\$ 255.050,11 e US\$ 211.297,51 (FAPESP)

estão interessadas em produzir etanol por esse processo. Por razões de sigilo, não posso revelar o nome dos interessados”, diz. A pesquisa conta com recursos da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (Fapergs).

### GERAÇÃO DE ELETRICIDADE

Na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), a engenheira química Juliana Albarelli é autora de um estudo que verificou a viabilidade do uso do glicerol como combustível para produção de eletricidade e de vapor em um sistema de cogeração. A ideia da pesquisadora é empregar a energia gerada na produção de biodiesel, reduzindo o custo de fabricação, e trazer benefício financeiro para a empresa. “Utilizamos *softwares* para programação, análise energética e econômica, e verificamos que apenas 50% da eletricidade gerada seria necessária para suprir o processo de produção de biodiesel. Os 50% excedentes poderiam ser vendidos para a comunidade local ou para a concessionária da região, gerando mais uma fonte de renda para a empresa”, diz Juliana. Os resultados do trabalho mostraram que o investimento inicial na unidade de cogeração seria pago em quatro anos. Vários obstáculos, no entanto, ainda precisam ser superados. O primeiro deles é o desenvolvimento de um sistema que faça essa conversão. “Não tenho conhecimento de nenhuma tecnologia em nível industrial sendo desenvolvida”, afirma Juliana.

O grupo do professor Carlos Mota, do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, trabalha na produção de bioaditivos a partir

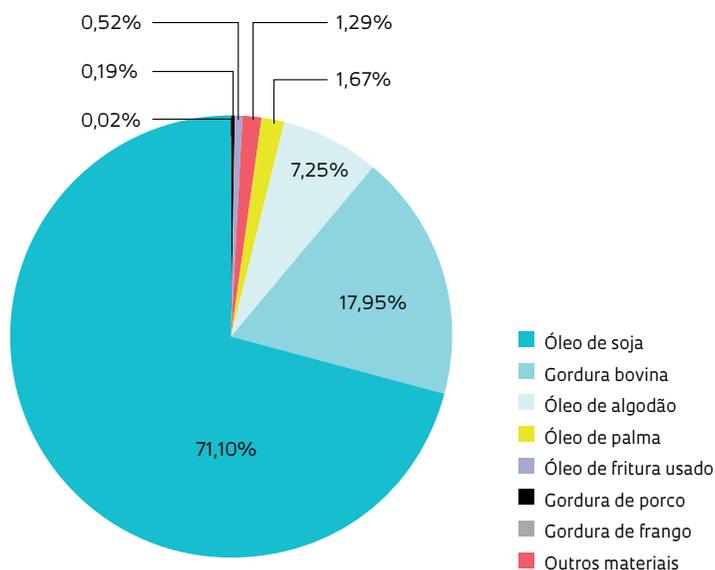


Na usina, biodiesel depois do processo de filtragem

do glicerol. “Um dos aditivos que desenvolvemos serve para melhorar a fluidez do biodiesel, principalmente do que é produzido a partir de sebo bovino. Esse tipo de biodiesel começa a congelar quando submetido a temperaturas abaixo de 15 graus Celsius, comuns em muitas cidades do Sul do país”, diz Mota. Sua equipe também desenvolveu um bioaditivo com propriedades antioxidantes com potencial para ser usado em diversas aplicações industriais. “Ele pode ser usado na conservação de alimentos ou misturado ao biodiesel feito de soja, que necessita de um antioxidante para não sofrer degradação química quando em contato com o ar”, explica o pesquisador da UFRJ. Muitos desses oxidantes são importados e caros. Conseguir produzi-lo a partir de uma fonte renovável, como o glicerol do biodiesel, representa não apenas uma vantagem ambiental, mas também um ganho econômico importante para o país. ■

### COMPOSIÇÃO DO BIODIESEL

Porcentagens de óleos vegetais e gorduras usados como matéria-prima



### Artigos científicos

ROSSI D.M *et al.* Bioconversion of residual glycerol from biodiesel synthesis into 1,3-propanediol and ethanol by isolated bacteria from environmental consortia. **Renewable Energy**. v. 39, n. 1, p. 223-27. mar. 2012.

MEDEIROS, Miguel A. *et al.* Use of glycerol by-product of biodiesel to produce an efficient dust suppressant. **Chemical Engineering Journal**. v. 180, p. 364-69. jan. 2012.

ALBARELLI, J. Q. *et al.* Energetic and economic evaluation of waste glycerol cogeneration in Brazil. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**. v. 28, n. 4, p. 691-98. 2011.