

Redação selecionada e publicada pela Olimpíada de Química SP-2018

Autor: Giuliano de Faria

Série: primeira (2017) do Ensino Médio

Profs.: Milton Vargas, Adriana Paolillo

Colégio: Franciscano São Miguel Arcanjo

Cidade: São Paulo

Biorrefinarias: Um caminho para a química renovável

A medida em que cresce a preocupação ambiental, as indústrias tendem a buscar alternativas de produção mais sustentáveis. Assim, há cada vez mais iniciativas que objetivam substituir os combustíveis fósseis, em especial os derivados de petróleo, já que são recursos não renováveis, ou seja, recursos finitos na Terra. Neste cenário, a biomassa tem se tornado uma alternativa viável, pois além de ser renovável e gerar menor quantidade de poluentes, apresenta um grande potencial em áreas estratégicas da química como a produção de fármacos, biocombustíveis, biofertilizantes e biomateriais.

Deste modo, torna-se evidente o crescente investimento de capitais na utilização e pesquisas sobre biomassa, em especial vegetal, em processos produtivos semelhantes ao petróleo, trazendo consigo o conceito de biorrefinaria. Essa técnica, juntamente com a química verde, propõe minimizar os impactos ambientais e diminuir a dependência da economia em relação aos combustíveis fósseis.

É importante salientar que as biorrefinarias promovem um melhor aproveitamento do potencial contido na biomassa, agregando vários aspectos de conversão: microbianos, químicos, termoquímicos e bioquímicos. Deste modo, favorece a diminuição do enorme desperdício de resíduos agropecuários, florestais e agroindustriais com capacidade de servirem como matéria prima por estes complexos industriais.

Considera-se que as primeiras biorrefinarias eram caracterizadas por uma linha de produção fixa, composta pelo etanol produzido por meio de trituração seca, em co-produtos e no dióxido de carbono. Nestas indústrias, utilizava-se como matéria prima a cana-de-açúcar e os cereais ricos em carboidratos. Posteriormente, surgiram as biorrefinarias responsáveis por utilizar uma técnica de trituração

molhada, possibilitando a produção de vários produtos finais e possuindo como matéria prima majoritariamente grãos.

No cenário mais recente, encontram-se em estágio de desenvolvimento e pesquisa aquelas biorrefinarias que empregam a biomassa lignocelulósica encontrada em resíduos agrícolas, a fim de gerar produtos químicos e biocombustíveis. Durante o processo, após passar por tratamentos físico-químicos, a biomassa lignocelulósica transforma-se nos polímeros celulose, um polissacarídeo de fórmula molecular $(C_6H_{10}O_5)_n$; hemicelulose, que possui fórmula $(C_5H_8O_4)_n$ e $(C_6H_{10}O_5)_n$; e lignina, com as fórmulas de $C_9H_{10}O_2$, $C_{10}H_{12}O_3$ e $C_{11}H_{14}O_4$.

Neste contexto, a celulose após sofrer hidrólise gera carboidratos como a glicose, que pode ser convertida em uma alta gama de produtos como etanol, ácidos orgânicos, glicerol ($C_3H_8O_3$), sorbitol ($C_6H_{14}O_6$), etc. É possível também extrair da celulose nanocristais empregados na produção de espumas, géis, compósitos e podem servir na indústria têxtil para gerar tecidos que possibilitam uma maior facilidade de transpiração.

A partir da hemicelulose, posteriormente a hidrólise, gera-se uma mistura de açúcares composta majoritariamente por xilose, utilizada na produção de furfural, que é um solvente reativo. Através da xilose produz-se também xilitol, um poliálcool com aplicações como adoçante para diabéticos e como um produto capaz de diminuir a quantidade de cáries na mucosa bucal por não ser fermentável pela maior parte das bactérias dessa região.

Já a lignina, apesar de sua maior parte ainda ser queimada a fim de gerar energia, possui potencial para ser utilizada na composição de fragrâncias na indústria de perfumes e na produção de fármacos.

Um dos processos utilizados na rota termoquímica é a pirólise, que consiste no aquecimento da biomassa a altas temperaturas sem a presença de oxigênio. Ela gera como produto final o bio-óleo, que pode ser utilizado como substituto para a produção de energia a partir de diesel e de óleo combustível; carvão, que pode ser utilizado para gerar calor e como combustível em fornos de indústrias siderúrgicas; e ácidos orgânicos, que podem ser utilizados como repelentes, inseticidas e fungicidas, além de servirem como base para a produção de ésteres.

Outro processo muito utilizado é a gaseificação, que basicamente aquece a biomassa com uma quantidade parcial de oxigênio, que geralmente é de 15% a 40%. O produto produzido neste processo é o gás de síntese, também conhecido

como gás de gaseificação ou syngas . Ele pode ser utilizado como combustível para produção de calor e eletricidade, além de servir para produzir combustíveis sintéticos, como por exemplo o metanol (CH_3OH), a gasolina e o diesel.

Um terceiro método válido de se citar é a carbonização, também chamada de pirólise lenta. Basicamente, a carbonização é uma pirólise que visa maximizar a produção de carvão e foi desenvolvida pela necessidade de produzir carvão ativado a partir do carvão vegetal, o qual possui elevada área superficial e é excelente absorvente para a remoção de poluentes do ar e água. Entretanto, as tecnologias existentes para a carbonização de biomassa são lentas e ineficientes, pois consistem em uma pirólise com temperaturas mais baixas durante um tempo maior.

Além dos produtos citados anteriormente, o bioetanol, produzido a partir de biorrefinarias por meio do cultivo principalmente de cana de açúcar, vem atraindo uma atenção crescente de várias indústrias, reforçando assim o conceito de álcool química. Este fato reflete a demanda por produtos verdes que aumenta cada vez mais ao longo dos anos, representando um impacto significativo sobre o conceito de biorrefinaria, já que o etileno (C_2H_4) ainda é uma das substâncias mais produzidas pelas indústrias petroquímicas, cenário que pode ser modificado para suprir a necessidade de produtos mais sustentáveis, com o advento do polietileno verde e da utilização do bioetanol como combustível.

É notável que existem várias vantagens do polietileno verde em detrimento do polietileno tradicional, já que o primeiro é um plástico que propõe reduzir os gases causadores do efeito estufa e possui as mesmas propriedades daquele produzido a partir do petróleo. Um exemplo de empresa brasileira que gera este produto é a Braskem, sendo imperativo destacar que a inovação possui aplicações em setores como automotivos e de embalagens. Um processo químico responsável pela obtenção do plástico verde consiste na desidratação do etanol já aquecido, adicionando-se catalisadores, responsáveis por acelerar as reações químicas, transformando o etanol em gás etileno. Depois, o etileno é polimerizado, ou seja, ocorre uma reação na qual as moléculas menores combinam-se a fim de gerar moléculas longas e ramificadas.

Além disso, é perceptível que podem ser gerados outros produtos através da cana de açúcar na rota bioquímica, tais como a mistura de solventes, acetona, butanol e etanol que foi obtida no Brasil por meio da fermentação do melaço por bactérias do gênero *Clostridium*. O butanol ($\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$), por exemplo, um produto

utilizado como solvente, combustível e bloco de construção, pode ser obtido através desta mistura. Este produto pode ser utilizado como intermediário químico a fim de gerar cosméticos, plastificantes, tintas, etc. É notável também algumas vantagens do butanol combustível em relação ao etanol, tais como o poder calorífico e número de octanagem mais próximos da gasolina, permitindo a permanência da infraestrutura de transportes vigente.

Quando produzida através da fermentação da bactéria *Clostridium acetobutylicum* em grande quantidade, pode-se dividir em duas fases a geração da mistura de solventes butanol, etanol e acetona. Na acidogênese, há um crescimento celular exponencial, ocorrendo a produção de dióxido de carbono e ácidos orgânicos, havendo uma diminuição no pH do meio de cultura até cerca de 4,5 tornando-o ácido. Já na solventogênese, iniciada com a alta concentração de ácidos orgânicos e conseqüente crescimento celular estacionário, consome-se os ácidos produzidos na fase anterior juntamente com a fonte de carbono, aumentando o pH e gerando como produto resultante a mistura de solventes acetona, butanol e etanol.

Portanto, as biorrefinarias são capazes de produzir uma alta gama de produtos por meio da integração de várias rotas de produção, promovendo assim um maior aproveitamento do potencial contido na biomassa, tendo em vista a sustentabilidade ambiental e a redução da dependência econômica em relação aos derivados de petróleo.

Referências bibliográficas:

VAZ JR., S.. Rumo a uma Química Renovável Brasileira a partir da Biomassa Vegetal. Revista Virtual de Química, 8 de fev. de 2017. Disponível em: <<http://rvq.sbq.org.br/imagebank/pdf/v9n1a16.pdf>>. Acesso em 28 de out. de 2017.

EMBRAPA. Biorrefinarias. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/908142/1/biorrefinari_a_modificadoweb.pdf>. Acesso em 28 de out. de 2017.

BIOWARE. Tecnologias para conversão de biomassas. Disponível em: <<https://www.bioware.com.br/pirolise-e-gaseificacao>>. Acesso em 28 de out. de 2017.

TORRI, I. D. V. Caracterização de bio-óleos obtidos pela pirólise da serragem de *Eucalyptus sp. (hardwood)* e *Picea abies (softwood)* utilizando as técnicas de cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas. Ago. de 2013. 139 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Materiais) - Programa de Pós-Graduação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul. 2013. Disponível

em

<<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/85479/000909215.pdf?sequence=1>> Acesso em 28 de out. de 2017.

ALISSON, E. Biorrefinarias polivalentes. Disponível em: <http://agencia.fapesp.br/biorrefinarias_polivalentes/15613/>. Acesso em 28 de out. de 2017.

RODRIGUES, J. A. R. Do engenho à biorrefinaria: a usina de açúcar como empreendimento industrial para a geração de produtos bioquímicos e biocombustíveis. Química Nova, São Paulo, vol.34, no.7, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422011000700024> Acesso em 28 de out. de 2017.

OGATA, B. H. Caracterização das frações celulose, hemicelulose e lignina de diferentes genótipos de cana-de-açúcar e potencial de uso em biorrefinarias. 2013. 109 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade de São Paulo, São Paulo. 2013. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11141/tde-13112013-143039/publico/Bruna_Harumi_Ogata.pdf>. Acesso em 28 de out. de 2017.

MASIERO, S. S.; TRIERWEILER, L. F.; TRIERWEILER, J. O. Produção de Butanol por *Clostridium acetobutylicum*. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/37254/000821438.pdf?sequence=1>>. Acesso em 28 de out. de 2017.

ERENO, D. Plástico renovável. Revista Pesquisa FAPESP, ed. 142, dez. de 2007. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2007/12/01/plastico-renovavel/>>. Acesso em 28 de out. de 2017.