

Redação selecionada e publicada pela Olimpíada de Química SP-2018

Autor: Pedro Theodoro Capella

Série: primeira (2017) do Ensino Médio

Profs.: Lílian Siqueira, Fabio Siqueira

Colégio: Bandeirantes

Cidade: São Paulo

Biorrefinarias e a biomassa lignocelulósica

A dependência do homem por combustíveis fósseis se fez altíssima durante os últimos séculos, visto que eles detêm vasta experiência tecnológica, no desenvolvimento de unidades industriais complexas para gerar em uma quantidade significativa de energia, combustível e inúmeros produtos químicos. No entanto, esses recursos não são renováveis, logo sua disponibilidade diminuirá consideravelmente no futuro caso continuem sendo usados excessivamente.

A demais, como uso de combustíveis fósseis, a emissão de gases de efeito estufa (GEE), que contribuem para o aquecimento global, se torna mais significativa. Uma grande quantidade de gasolina (C_8H_{18}), por exemplo, produto de uso diário em automóveis de muitas pessoas, passa por um processo de combustão, o qual libera uma ampla porção de CO_2 , um GEE.

As equações químicas abaixo representam duas reações de combustão do octano (C_8H_{18}), principal componente da gasolina:



$C_8H_{18} + 6O_2 \rightarrow CO_2 + CO + 6C + 9H_2O$ (Uma possibilidade de combustão incompleta da gasolina—nela, além do CO_2 , também são gerados o carbono fuligem sólido (C) e o venenoso gás monóxido de carbono (CO).

Portanto, passa a ser necessário que o homem encontre fontes de energia alternativas que possam ser tão eficientes quanto os combustíveis fósseis, no sentido de conseguir em suprir a demanda da sociedade por energia e proporcionar uma vasta gama de produtos químicos, no entanto, de maneira mais sustentável.

Frente a essa necessidade, surge o conceito de “biorrefinarias”. Poucos são os que ouvem esse termo no cotidiano, e uma quantidade ainda menor sabe o que ele significa. As biorrefinarias referem-se ao uso de matéria orgânica proveniente de fontes vegetais ou animais (denomina da biomassa) para a produção de uma variedade de substâncias, energia e biocombustíveis.

A vantagem das biorrefinarias se dá pelo emprego da biomassa, matéria-prima cuja disponibilidade tende a se manter alta, posto que é um recurso renovável, ao contrário dos combustíveis fósseis. Ademais, no emprego de biomassa há mínima geração de resíduos e emissão de gases de efeito estufa.

O CO₂ liberado na atmosfera pelas biorrefinarias segue um ciclo sustentável, visto que poderá ser, futuramente, usado pelas plantas no processo da fotossíntese, para que o gás seja convertido, junto da água, e oxigênio, glicose e água. A glicose será utilizada como alimento pela planta, a qual poderá, no futuro, ser usada como biomassa por uma biorrefinaria.



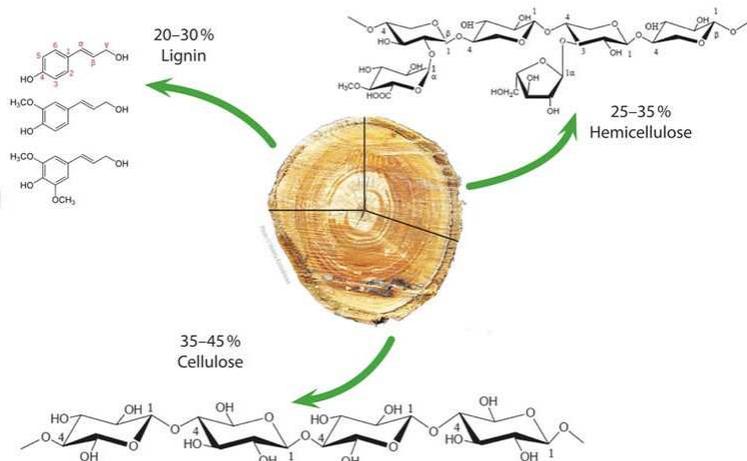
Figura 1: reação química da fotossíntese

As fontes de biomassa podem ser facilmente encontradas no meio-ambiente ou, ainda, podem ser “geradas” pelo homem. Na moagem da cana-de-açúcar, por exemplo, há geração tanto da garapa quanto do bagaço da cana. O bagaço constituía denominada biomassa lignocelulósica, a qual é, freqüentemente, submetida a um processo de combustão como uma forma de obter energia elétrica, destino mais “sustentável” do que o simples descarte.

A biomassa lignocelulósica nada mais é que matéria orgânica proveniente de fontes vegetais ou resultantes de seu processamento. Essa biomassa pode ser encontrada em abundância no território brasileiro, uma vez que grande parte da economia do país vem da agro indústria, em cujos resíduos se destaca a presença de biomassa lignocelulósica.

Freqüentemente, o emprego dessa biomassa se restringe a sua combustão como forma de obter energia elétrica. No entanto, de seus componentes também é possível derivar inúmeras substâncias, como solventes, polímero e biocombustíveis.

A biomassa lignocelulósica é constituída principalmente pelas paredes de células vegetais, cujos componentes principais são a celulose, hemicelulose e lignina.



A celulose, a exemplo do que acontece com o petróleo nas refinarias de petróleo, pode ser submetida a um processo em que se rompem as ligações entre os carbonos ou entre os carbonos e oxigênio.

Desse processo, pode-se derivar uma vasta gama de produtos

Figura2: divisão percentual dos principais componentes da biomassa lignocelulósica
Químicos visto que a celulose é um polímero natural.

“Polímeros” é uma palavra de origem grega, uma mistura de “poli”, que significa “muitos”, e “meros”, que é “partes”. Um polímero é uma macromolécula formada pela ligação de inúmeras moléculas menores, os monômeros.

É possível a realização desse processo por dois métodos: hidrogenação e hidrogenólise. Pela hidrogenação, é possível se romper as ligações insaturadas C=C e C=O

Com a atuação de um catalisador e a inserção do gás

hidrogênio (H₂), de tal maneira que os grupos carbonilas são reduzidos a álcoois. Entretanto, a reação de hidrogenação não é capaz de acarretar no rompimento de ligações saturadas (ligações simples). Esse processo se torna possível com a hidrogenólise, que com atuação de um catalisador e a inserção de um átomo de hidrogênio entre as ligações viabiliza o rompimento entre as ligações C-C e C-O.

No entanto, a celulose, ao invés de passar pelos processos acima, e a hemicelulose podem também ser hidrolisadas, tornando-se, respectivamente, glicose e xilose.

Posteriormente, os monossacarídeos podem ser submetidos a variados tipos de reações, como por exemplo, isomerização, hidrogenação e hidrogenólise para se obter em diversos produtos químicos.

Uma reação interessante que acontece com a glicose é a de isomerização, em que o monossacarídeo é transformado em seu isômero, no caso, a frutose. No processo, a enzima isômera se atua como catalisadora da reação. Em seguida, tanto a glicose quanto a frutose podem passar por uma hidrogenação (adição de H₂) e originam o sorbitol e o manitol.

O sorbitol, por exemplo, é muito utilizado pela indústria alimentícia como um adoçante (que não causa cáries dentárias), e também pela farmacêutica como laxante, diurético e na constituição de creme dentais.

A glicose e a frutose também podem ser submetidas a uma reação de fermentação alcoólica, realizada com a adição de leveduras da espécie *Saccharomyces cerevisiae*, para a produção de etanol, um tipo de combustível. As leveduras, na presença dos monossacarídeos, originam uma enzima denominada zimase, que atua como catalisadora da transformação da glicose e frutose em etanol e gás carbônico.

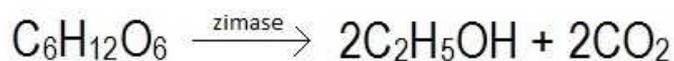


Figura 4: fermentação alcoólica da glicose ou frutose

Ademais, a glicose também pode passar por uma reação de oxidação gerando produtos como o ácido glicônico e o ácido sacárico. Uma reação de oxidação é uma reação em que ocorre a

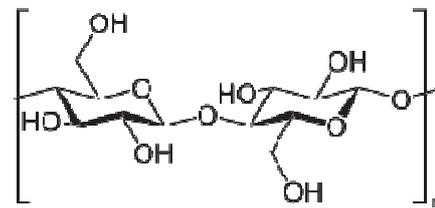


Figura 3: fórmula estrutural da celulose, um polímero natural

transferência de elétrons entre os reagentes, e na qual o Nox (número de oxidação) de um dos elementos aumenta e de outro diminui. No caso da oxidação da glicose em ácidos acético, por exemplo, o Nox do elemento carbono varia de 0 para + 6, indicando que ocorreu uma reação de oxidação.

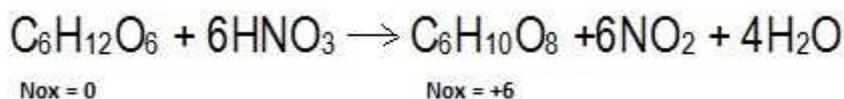


Figura 5: oxidação da glicose por ácido nítrico

Outro monossacarídeo que passa por reações curiosas é axilose. Por um processo de hidrogenólise, ela converte-se em etilenoglicol e 1,2- propilenoglicol. O etilenoglicol, por exemplo, é o principal soluto de líquidos de arrefecimento (líquido dentro de um automóvel responsável pela remoção do excesso de calor), de tal maneira que quando se adiciona 50% desse composto à água, a temperatura de ebulição desta chega a ser superior a 163°C.

Conclui-se, então, que as biorrefinarias são uma das alternativas mais viáveis atualmente, como forma de substituição de insumos fósseis, posto que possuem a capacidade de gerar energia, biocombustíveis e uma variedade de inúmeros produtos a partir de recursos renováveis e facilmente encontrados, sem prejudicar o meio-ambiente. No entanto, deve-se dar atenção ao fato de que é possível derivar não só energia elétrica a partir da biomassa, por meio de sua combustão, mas também uma vasta gama de produtos químicos, por meio de reações de hidrólise, hidrogenação, hidrogenólise, oxidação, entre outras. Desse modo, pode-se enxergar as biorrefinarias e os processos nelas envolvidos como um futuro promissor, no que diz respeito à geração de energia, não só para o nosso país, mas para diversos outros países do nosso planeta.

Referências Bibliográficas

- <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/75/75133/tde-29012015-093508/pt-br.php>- Tese de mestrado de Glauco Ferro Leal (acesso em 15/10/2017) // <https://pt.wikipedia.org/wiki/Biorrefinaria>(acesso em 10/10/2017)
<http://biotecnologiaindustrialufpb.blogspot.com.br/2016/06/o-que-e-biomassa-lignocelulosica.html>(acesso em 15/10/2017)
<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/oxidacao-reducao.htm>(acesso em 15/10/2017)
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Sorbitol>(acesso em 13/10/2017)
<https://educacao.uol.com.br/disciplinas/quimica/anticongelantes-liquidos-de-arrefecimento-e-aditivos.htm>(acesso em 15/10/2017)
[https://www.infopedia.pt/\\$fotossintese](https://www.infopedia.pt/$fotossintese)(acesso em 12/11/2017)
<http://manualdaquimica.uol.com.br/quimica-organica/o-que-sao-os-polimeros.htm>(acesso em 12/11/2017)
<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/processo-producao-alcool.htm>(acesso em 15/10/2017)

Figuras 1, 4 e 5: feitas pelo autor

Figura 2: <http://www.stylourbano.com.br/numa-economia-circular-precisamos-de-biorrefinarias-para-fabricar-produtos-sustentaveis/>(acesso em 12/11/2017)

Figura 3: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Celulose>(acesso em 12/11/2017)