

## **Redação selecionada e publicada pela Olimpíada de Química SP-2018**

**Autora: Luiza Dourado Chedid**

Série: primeira (2017) do Ensino Médio

Prof.: Abel Scupeliti Artilheiro

Colégio: Agostiniano São José

Cidade: São Paulo

### **Biorrefinarias: Conversão de Biomassa em Produtos Químicos**

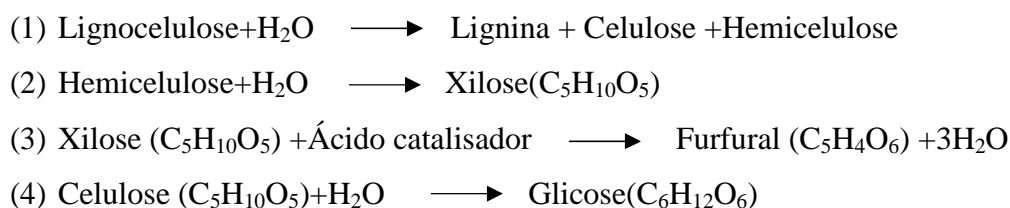
Visando diminuir a contribuição das indústrias químicas para impactos ambientais, além de minimizar a dependência de insumos de origem fóssil, estudos são dedicados à criação de novas técnicas de produção que usem como matéria prima a biomassa e que sejam essencialmente fiéis aos 12 princípios da química verde. Afortunadamente, o Brasil tem um grande potencial para assumir a liderança no aproveitamento integral das biomassas por suas vantagens no cultivo de matérias primas, imensa biodiversidade, intensa radiação solar, abundância de recursos hídricos e diversidade do clima<sup>1</sup>. Desta forma, é mister o investimento no aperfeiçoamento das técnicas já utilizadas no ramo das biorrefinarias, como no campo da separação da celulose, hemicelulose e lignina, bem como em estudos para o aprofundamento em campos ainda pouco explorados, como o da utilização de micro e macroalgas para a obtenção de produtos e subprodutos de valor agregado, calor e energia.

As biorrefinarias, comparadas a refinaria tradicional do petróleo, além de procurarem promover o aproveitamento integral da biomassa, utilizam uma maior quantidade material destinada à Indústria Química<sup>1</sup> e, portanto, a fim de beneficiar a síntese de produtos químicos, é necessário compreender os sete tipos de biorrefinarias existentes: Convencionais, Verdes, de Cereais, de Lignocelulose, de Plataforma Dual, Termoquímicas e Aquáticas. Estes processamentos são versáteis e podem trabalhar em conjunto, dependendo da especificidade da matéria prima para a realização de cada um deles. Enquanto, por exemplo, as Biorrefinarias Verdes fazem o uso de matéria fresca, as Biorrefinarias de Lignocelulose podem utilizar-se do subproduto das refinarias de cereais para dar início ao processo de conversão, descrito a seguir.

As biorrefinarias de lignocelulose consistem basicamente no fracionamento da biomassa rica em lignocelulose (macromoléculas orgânicas complexas, constituintes da estrutura de resistência da planta) para a produção de correntes intermediárias que poderão posteriormente ser processadas para a obtenção de um portfólio de produtos finais para a indústria petroquímica tradicional e mercados biobaseados<sup>2</sup>. Os materiais lignocelulósicos consistem em três frações de substâncias químicas primárias ou precursores: hemicelulose ou

---

poliose, açúcares, com o predomínio de pentoses, e lignina, um polímero de fenóis<sup>1</sup>, como é apresentado nas seguintes equações.



Assim, a partir da lignina é possível adquirir pastas naturais e adesivos, carvão ativo e combustíveis sólidos. Da xilose, que provém da hidrólise da hemicelulose (equação 2), é possível a obtenção do composto furfural (equação 3) e a partir dele produtos químicos, resinas, Nylon 6 e 6.6. Da Glicose proveniente da celulose (equação 4) é possível a produção de ácidos orgânicos, solventes, lubrificantes, produtos químicos e polímeros.

A biomassa rica em lignocelulose é extensamente disponível a custos moderados e seu cultivo e uso competem pouco com a indústria alimentícia. Levando em conta a miríade de utilidades ligadas à sua utilização, é esperado que esse venha a tornar-se um dos principais tipos de matérias primas no futuro no contexto de biorrefinarias, também podendo ser usada para a produção de alimentos e etanol. Não obstante, para que isso seja viável, são necessários desenvolvimentos e otimizações para as tecnologias utilizadas nos processamentos, tanto na separação da lignina, hemicelulose e celulose, quanto na utilização da lignina na Indústria Química, considerando a existência de quantias consideráveis de hidrocarbonetos monoaromáticos, os quais poderiam significar um aumento considerável nos valores dos processos primários<sup>1</sup>.

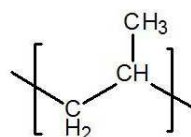
É importante ressaltar que apesar de as Biorrefinarias serem um ótimo recurso do mundo contemporâneo, esses processos ainda têm como competidor a refinaria do petróleo, que é muito eficiente a baixo preço. De acordo com a National Academy of Sciences (Academia Nacional de Ciências), o modo como a biomassa celulósica é convertida em combustíveis e produtos químicos deve ser direta, pois os métodos usados hoje ainda são muito onerosos<sup>3</sup>. Além disso, levando em conta a maximização do produto final, a implantação de uma Biorrefinaria com Catálise em Etapas nos processos de conversão termoquímica seria outra proposta de extremo interesse<sup>1</sup>. Esse processo garantiria a separação de diversos produtos e substâncias químicas a partir da diferença nas faixas de temperatura no decorrer das conversões, sendo o maior desafio o desenvolvimento de um catalisador eficiente para cada processamento.

Uma ótima oportunidade para regiões com oferta limitada de biomassa são as *Biorrefinaria Aquáticas*. Essas consistem no processamento de biomassa aquática para a

obtenção de produtos e subprodutos de valor agregado e têm, além de tudo, um elevado potencial de sustentabilidade e aplicação<sup>1</sup>.

Entre os fatores sustentáveis relativos a utilização da biomassa aquática está a possibilidade de fixação do CO<sub>2</sub> – que pode, inclusive, ser canalizado de chaminés de indústrias – pela criação das algas (processo de fotossíntese) e a produção de bio-hidrogênio, bem como a possibilidade de tratamento de águas residuais e utilização de águas marinhas para o crescimento das algas, sendo uma tecnologia versátil nesse quesito. Outrossim, de acordo com Philip Savage, da Universidade de Penn State, a biomassa proveniente de algas requer uma menor área de criação e tem uma maior eficiência fotossintética comparada a biomassa terrestre, além de não competir com a produção de alimentos<sup>4</sup>.

Atualmente, os dois principais sistemas de produção de microalgas são os tanques de recirculação, que existem desde 1950, e os fotobiorreatores, técnica mais moderna e sujeita a reformas. Estes são superiores em relação àqueles no sentido de maximizarem a captação de luz solar, promoverem o controle do pH e temperatura do sistema, terem uma maior colheita, menor risco de contaminação e menor custo de separação. Não obstante, não se pode desconsiderar que o custo de implantação dos fotobiorreatores é muito superior ao dos tanques de recirculação. Deste modo, uma proposta interessante é a aplicação de um fotobiorreator de placas planas, feitas de polipropileno ((C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>)<sub>n</sub>) (Fig.1), um polímero que comparado aos materiais usados nos fotobiorreatores (acrílico, vidro, etc.), possibilitaria a redução do custo de investimento inicial do sistema, assim conciliando a produtividade dos fotobiorreatores e viabilidade financeira dos tanques de recirculaçãoaberto.



PP (polipropileno)

Fig. 1<sup>5</sup>: Fórmula estrutural do polipropileno

Já o processamento de microalgas pode ser feito por meio da filtração, centrifugação, fracionamento da espuma, floculação, filtração por membrana ou separação com ultrassom. Agentes floculantes que podem ser usados são o cloreto de ferro III ( $\text{FeCl}_3$ ) ou alumínio ( $\text{AlCl}_3$ ), mas este método é muito oneroso e, portanto, recorrer a interrupção de fornecimento de  $\text{CO}_2$  para que haja uma auto floculação da microalga é uma opção que deve ser considerada. Já o óleo de microalgas pode ser obtido por métodos de pressurização e utilização do benzeno, éter ou hexano ou por métodos de extração enzimática ou choque osmótico.

A respeito das reações de conversão energética da biomassa aquática, as bioquímicas têm como suas principais rotas a fermentação (origem do etanol) e a transesterificação (origem do biodiesel). As reações termoquímicas têm como suas principais rotas a gaseificação, que dão origem ao gás e a pirólise, liquefação e hidrogenação, que originam óleos.

Dentre esses processos, os de inviabilidade econômica são essencialmente os de produção de etanol via fermentativa e do biodiesel através da transesterificação<sup>1</sup>. Isso se deve ao fato de o etanol ser um *commodity* químico, sendo vendido em torno de US\$0,50 o litro. Como são produzidos apenas 450  $\mu\text{mol}$  de etanol para cada 1 g de base seca de microalga (UENO, KURANO et al., 1998)<sup>6</sup>, seria necessária uma grande quantidade de biomassa de microalga para uma produção significativa, fazendo com que o retorno econômico não seja positivo<sup>1</sup>. Já a transesterificação, (reação entre um ácido graxo ou um óleo com um álcool para formar ésteres e glicerol) para a produção do biodiesel, é tecnicamente viável, porém é preciso que essa viabilidade seja previamente analisada, levando em consideração o custo da produção da biomassa.

Em face a essa realidade, de modo a trabalhar pelo aperfeiçoamento e, ao mesmo tempo, participar da responsabilidade coletiva por toda a humanidade, é fundamental o desenvolvimento de pesquisa e tecnologias em biorrefinarias para um melhor aproveitamento da biomassa, sendo importante a utilização de recursos locais a fim de integrar sistemas de produção. Enquanto resíduos orgânicos estão disponíveis em abundância e a baixos custos, a microalga é uma promissora alternativa de obtenção de biomassa, mas devem ser consideradas todas as variáveis relativas aos processos de obtenção dessa biomassa e da conversão dela em subprodutos e produtos de valor agregado para que não hajam desperdícios, danos ao meio ambiente ou prejuízos econômicos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

<sup>1</sup> BORGES, Fernanda Cabral. Proposta de um modelo conceitual de biorrefinaria com estrutura descentralizada. Porto Alegre: Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul, 2010. Acesso online em <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/24714/000744737.pdf;sequence=1>.

<sup>2</sup> SANTOS, Márcia França Ribeiro Fernandes; BORSCHIVER, Suzana; COUTO, Maria Antonieta Peixoto Gimenes. Iniciativas para o uso da biomassa lignocelulósica em biorrefinarias: a plataforma sucro química no mundo e no Brasil. Setembro de 2011. Acesso online em <http://ecen.com/eee82/eee82p/biorefinarias.htm>.

<sup>3</sup> 2012, National Academy of Sciences. Acesso online em <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK158885/>

<sup>4</sup> SAVAGE, Philip. Under Pressure and in hot water – Algae conversion into fuels and chemicals. October 16, 2015. Penn State Univ. Acesso online em <http://www.chee.uh.edu/research/seminar/201510/under-pressure-hot-water-algae-conversion-fuels-chemicals>

<sup>5</sup> A imagem foi criada pelo Conselho Regional de Química, pela própria autora do texto, Mari Menda. Acesso online em [http://www.crq4.org.br/quimicaviva\\_plasticos](http://www.crq4.org.br/quimicaviva_plasticos)

<sup>6</sup> UENO, Y., et al. Ethanol production by dark fermentation in the marine green alga, *Chlorococcum littorale*. *Journal of Fermentation and Bioengineering*, v.86, n.1, p.38-43. 1998.