



POR MAURO BERNI

Pesquisador das áreas de meio ambiente e energia do Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético (NIPE), da Universidade de Campinas (Unicamp-SP)
E-mail: mberni@unicamp.br

RESÍDUOS LIGNOCELULÓSICOS E A PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM CÉLULAS A COMBUSTÍVEL

A crescente importância no mundo para o consumo consciente estratégico dos recursos naturais, bem como a sua interação com a valorização de resíduos alavanca o aproveitamento de resíduos lignocelulósicos sob o conceito da economia circular. O etanol celulósico tem sido amplamente estudado e deverá ganhar parcelas de mercado nos próximos anos, como um dos principais biocombustíveis de segunda geração. O que diferencia a produção de etanol de primeira geração e segunda geração – caso dos resíduos lignocelulósicos – é que, no caso da segunda geração, ocorrem as etapas de pré-tratamento, além da hidrólise da celulose antes da fermentação.

As oportunidades para o desenvolvimento de uma indústria de etanol lignocelulósico e a produção de hidrogênio verde como insumo para a produção de energia elétrica em células a combustível, não parece uma alternativa tecnológica distante a pautar-se pelos cenários da Agência Internacional de Energia (AIE).

A configurar um cenário de baixo carbono até 2030, conforme a AIE, aí pode estar mais uma janela de oportunidade de mercado ao setor de celulose e papel, através da produção de hidrogênio verde. A demanda de hidrogênio irá passar de 90 milhões de toneladas em 2020 para mais de 200 milhões de toneladas em 2030, calcula o cenário carbono zero traçado pela AIE. O estudo da AIE considera a substituição do hidrogênio cinza, usado atualmente, feito a partir de combustíveis fósseis pelo hidrogênio verde, produzido a partir da eletrólise com energia renovável.

A alta eficiência das células a combustível é uma vantagem marcante em relação a outras formas de transformar energia química em energia elétrica. Sua operação produz baixo impacto ambiental: sem vibrações, sem ruídos, sem combustão, sem emissão de particulados e, dependendo da tecnologia, sem emissão de gases estufa. Além disto, no atual estágio de desenvolvimento, sem emissão de gases ácidos e com baixa poluição (<http://www.usp.br/portallbiosistemas/?p=4316>).

A célula a combustível como sistema de conversão de energia foi inventada por sir William Grove no século XIX. Na época, as fontes primárias de energia eram abundantes, irrestritas e baratas. Esse fato não motivou o desenvolvimento das células a combustível. As células a combustível são células galvânicas nas quais a energia de Gibbs de uma reação química é transformada em energia elétrica por meio da geração de uma corrente. Com a tecnologia atual, o único combustível que proporciona correntes de interesse prático é o hidrogênio, apesar de já existirem células que utilizam diretamente metanol como combustível. Mas, neste caso, as correntes obtidas ainda são relativamente baixas (<https://www.iea.org/reports/the-future-of-hydrogen>).

A estrutura básica de todas as células a combustível é semelhante: a célula unitária consiste em dois eletrodos porosos, cuja composição depende do tipo de célula, separados por um eletrólito e conectados por meio de um circuito externo. Os eletrodos são expostos a um fluxo de gás (ou líquido) para suprir os reagentes (o combustível e o oxidante).

O hidrogênio gasoso (o combustível) penetra através da estrutura porosa do ânodo, dissolve-se no eletrólito e reage nos sítios ativos da superfície do eletrodo, liberando elétrons e formando prótons (H⁺). Os elétrons liberados na oxidação do hidrogênio chegam ao cátodo por meio do circuito externo e ali participam da reação de redução do oxigênio.

Os prótons formados no ânodo são transportados ao cátodo, onde reagem formando o produto da reação global da célula a combustível: *água*. Em outras palavras, nessa célula a combustível a reação que ocorre no ânodo é a oxidação de hidrogênio, e a reação que ocorre no cátodo é a redução de oxigênio, usualmente do ar (<http://www.usp.br/portallbiosistemas/?p=4316>).

A reação global da célula a combustível é: $H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O$ ■