

PRODUÇÃO DE HIDROGÊNIO A PARTIR DA ELETRÓLISE DO RESÍDUO DE FRUTAS TROPICAIS

Adriana Carla de Oliveira Lopes¹; Maryluce Rabêlo Costa¹; Fabiane Caxico de Abreu¹

¹ Universidade Federal de Alagoas, Instituto de Química e Biotecnologia – carla.oliveira.lopes@gmail.com

RESUMO

O uso de combustíveis fósseis, especialmente petróleo e gás, tem acelerado nos últimos anos, o que resultou na crise energética que se observa a nível global. Dentro de uma perspectiva de conservação de energia e de aproveitamento de fontes renováveis para a geração de energia, este trabalho pretende contribuir para a identificação de aproveitamento de uma parcela de energia, hoje não utilizada, otimizando a produção de hidrogênio a partir de uma célula de combustível microbiana, a qual constitui um sistema bioeletroquímico que espontaneamente converte um substrato em eletricidade por meio da atividade metabólica de microrganismos. O Nanomaterial Eletrodico utilizado na eletrosíntese foi o Feltro de carbono obtido comercialmente. Estudos de voltametria cíclica também foram realizados em sistemas de três eletrodos: eletrodo de carbono vítreo como eletrodo de trabalho, eletrodo de platina como eletrodo auxiliar e Ag/AgCl / Cl⁻ como eletrodo de referência. Foi construída uma célula eletroquímica formada de dois compartimentos (anódico e catódico) separados por uma membrana de troca iônica. Os resultados do presente trabalho foram: o desenvolvimento de um sistema produtor de hidrogênio mediante o uso de células combustível microbiana a partir de resíduos da agroindústria; A comprovação que o pH do meio, assim como a concentração da amostra influenciam no rendimento do hidrogênio e o desenvolvimento de um caminho alternativo e rentável para os resíduos do processamento de frutas.

1. INTRODUÇÃO

Diante da atual perspectiva da extinção das reservas de combustíveis fósseis e dos impactos ambientais causados pelos tipos de produção de energia mais difundidos, tornam-se necessários a pesquisa e o desenvolvimento de novas matrizes energéticas menos agressivas ao meio ambiente. Uma das opções mais comentadas e que merece destaque é o hidrogênio, considerada uma fonte de energia “limpa” já que sua queima resulta apenas em água e liberação de energia. A escolha do hidrogênio como combustível do futuro deve-se ao fato

de ser o elemento mais abundante da tabela periódica e ter valores energéticos elevados. Outros fatores que o tornam tão atrativo são: a alta reatividade e por não ser um elemento tóxico. Além disso, o hidrogênio pode ser utilizado como matéria-prima em diversas indústrias (WANG *et al.*, 2007). No entanto, o hidrogênio é produzido principalmente a partir dos combustíveis fósseis, como gás natural, petróleo e carvão, através da reforma a vapor ou a partir da água, através da eletrólise e decomposição termoquímica. Esses processos possuem alto custo e não são

favoráveis ambientalmente. A produção fermentativa de hidrogênio apresenta a vantagem de ter alta velocidade de produção em relação às bactérias fotossintéticas ou algas (WANG et al., 2007). As bactérias fermentativas produtoras de hidrogênio incluem: *Enterobacter*, *Clostridium*, *Desulfovibrio vulgaris*, *Magashaeraealdenii*, *Citrobacter intermediuse* *E.coli*.

O conceito de utilização de microrganismos como catalisadores em células de combustível tem sido explorado desde os anos 70 (RABAEY e VERSTRAETE, 2005), e as primeiras células de combustível para tratamento de águas residuais domésticas foram apresentadas em 1991 (RABAEY e VERSTRAETE, 2005). Uma área interessante é desenvolvimento da utilização em larga escala para a conversão de esgotos e outros resíduos orgânicos em eletricidade e a biorremediação de ambientes contaminados.

As células de combustível biológicas definem-se como células de combustível que dependem da catálise enzimática para o seu funcionamento. Este tipo de dispositivos usa biocatalisadores para transformação direta de energia química (disponível em substratos bioconvertíveis) em energia elétrica através de reações que envolvem vias bioquímicas. Tal conversão pode ser conseguida quando os microrganismos mudam do aceitador

convencional de elétrons (oxigênio ou nitrato) para um aceitador insolúvel que compõe o ânodo da célula de combustível (RABAEY e VERSTRAETE, 2005). Existem dois tipos de células de combustível biológicas: as células de combustível enzimáticas e as células de combustível microbianas (GUPTA et al., 2011). Comparativamente às células enzimáticas, as células de combustível microbianas (MFC's) eliminam a necessidade de isolamento de enzimas, proporcionando a utilização de biocatalisadores mais baratos. Por sua vez, permitem também um aproveitamento otimizado da percentagem de elétrons presentes na matéria orgânica, uma vez que a incorporação da totalidade de enzimas necessárias para a completa oxidação de um substrato a dióxido de carbono não seria praticável (REDDY et al., 2010).

Em uma célula eletroquímica microbiana, o compartimento do ânodo é tipicamente mantido em condições anaeróbias, enquanto que o cátodo pode ser suspenso em soluções aeróbias ou exposto ao ar. Os elétrons fluem do anodo para o catodo por meio de uma conexão elétrica externa, que normalmente inclui uma resistência, uma bateria para ser carregada ou qualquer um dispositivo elétrico (REDDY et al., 2010). Os microrganismos da câmara anódica oxidam os substratos orgânicos com os quais a câmara é alimentada, gerando elétrons e prótons



II CONEPETRO

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

durante o processo, e dióxido de carbono como um produto de oxidação. Ao contrário da combustão direta, os elétrons são absorvidos pelo anodo e são transportados para o catodo através de um circuito externo. Depois de atravessar uma PEM ou uma ponte salina, os prótons entram na câmara catódica onde se combinam com oxigênio para formar água (REDDY et al., 2010). De um modo geral a reação na célula microbiana consiste na decomposição do substrato a dióxido de carbono e água, com a concomitante produção de eletricidade como *by-product*.

O processo biológico fermentativo é uma forma sustentável de produzir hidrogênio, pois pode utilizar como substrato diversos tipos de resíduos industriais e domésticos ricos em carboidratos, minimizando os problemas causados pelo descarte inadequado desse material. Diante disso, a utilização de resíduos agroindustriais na produção biológica de hidrogênio vem sendo investigada (CAPPELLETTI, 2009).

Estudos de resíduos do processamento de polpa de frutas utilizados para a produção de hidrogênio são ainda escassos e essa biomassa pode torna-se uma boa alternativa no desenvolvimento de células combustíveis microbianas. Desta forma, o presente trabalho propõe o uso da biomassa como agente da fermentação das frutas tropicais, acelerando assim os processos enzimáticos existentes no

meio eletrolítico através da formação de novos compostos capazes de otimizar a produção de gás hidrogênio por meio da oxidação.

O uso de combustíveis fósseis, especialmente petróleo e gás, tem acelerado nos últimos anos, o que resultou na crise energética que se vem a observar a nível global. A bioenergia renovável é vista como uma das formas de reduzir a dependência energética e o impacto do aquecimento global. Combustíveis como o etanol, butanol, metano e hidrogênio podem ser produzidos por microrganismos. A utilização do hidrogênio como vetor energético vem sendo estudada por diversos países como forma de solução para os problemas relativos ao esgotamento das reservas de combustíveis fósseis aliado aos problemas ambientais causados por esses combustíveis.

Dentro de uma perspectiva de conservação de energia e de aproveitamento de fontes renováveis para a geração de energia, este trabalho pretende contribuir para a identificação de aproveitamento de parcela de energia, hoje não utilizada, otimizando a produção de hidrogênio a partir de uma MCF, que é um sistema bioeletroquímico que espontaneamente converte um substrato em eletricidade por meio da atividade metabólica de microrganismos.

www.conepetro.com.br

(83) 3322.3222

contato@conepetro.com.br



II CONEPETRO

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

Considerando a utilização de um subproduto da agroindústria, aplicando recursos biotecnológicos associados à eletrocatalise e a nanotecnologia, essa energia secundária ou excedente, mais barata, aumenta-se a perspectiva de obter-se um produto viável economicamente, tendo em vista a importância dos custos finais do hidrogênio produzido.

O objetivo do presente trabalho é produzir biohidrogênio via processo fermentativo e eletrocatalise do resíduo do processamento da indústria de polpa de frutas tropicais, através de uma célula de combustível microbiana (MFC), utilizando técnicas eletroquímicas.

2. METODOLOGIA

Os ensaios práticos foram realizados no Laboratório de Eletroquímica da Universidade Federal de Alagoas- UFAL que possui infraestrutura adequada. Amostras de resíduos de polpa de fruta foram coletadas na indústria pindorama.

O resíduo das frutas tropicais na proporção de 1:2 (resíduo de frutas e água), conforme figura 1, foi submetido a um processo de fermentação anaeróbia durante cinco dias, pelo fato deste processo ter ocorrido na ausência de oxigênio, os produtos da fermentação foram gás carbônico e etanol. Durante o processo de fermentação foram

realizadas medidas de pH e condutividade as quais quando se tornaram constantes, a fermentação foi dita como encerrada. Após esta finalização, a amostra foi submetida a um processo de filtração para obter o licor deste resíduo.

O gás hidrogênio (biohidrogênio) foi obtido pela eletrólise do licor contendo etanol o qual foi produzido pela fermentação.



Figura 1: Resíduo de frutas tropicais utilizadas no processo de fermentação anaeróbia.

Antes de submeter o licor do resíduo das frutas produzido por fermentação anaeróbia aos processos de eletrólises, utilizando como eletrodo de trabalho feltro de carbono, foram realizados estudos de voltametria cíclica. Estes estudos foram realizados em sistemas de três eletrodos: eletrodo de carbono vítreo como eletrodo de trabalho, eletrodo de platina como eletrodo

www.conepetro.com.br

(83) 3322.3222

contato@conepetro.com.br

auxiliar e Ag/AgCl / Cl⁻ como eletrodo de referência.

A célula de combustível microbiana foi construída com dois compartimentos (anódico e catódico) separados por uma membrana de troca iônica. A célula foi construída por um vidro de Instituto de Química e Biotecnologia da UFAL.

Para o estudo das melhores condições para a obtenção do gás hidrogênio foram preparadas soluções tampões para o estudo da influência do pH e preparadas amostras com diferentes concentrações do licor. Foram feitas eletrólises em meio ácido pH 4 e meio neutro pH 7 e com concentrações de amostras em 20%, 30% 40% e 50% em volume.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento de uma célula de combustível microbiana ou sistema produtor de hidrogênio, conforme figura 2, permitiu a realização das eletrólises em diferentes condições para a obtenção do gás hidrogênio.

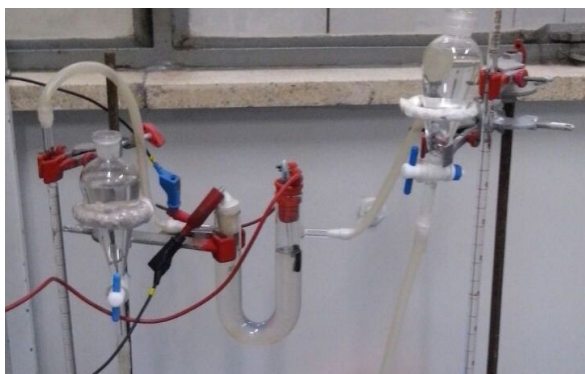


Figura 2: Célula de combustível microbiana ou sistema produtor de hidrogênio.

As medidas de gás hidrogênio produzido foram realizadas pela visualização do deslocamento da água contida nas buretas acopladas ao sistema. Para se certificar que o gás produzido era realmente o hidrogênio, o mesmo foi coletado em uma balão para então ser submetido a análises de cromatografia e espectrometria de massa.

Foi verificado que as melhores condições para a obtenção do biohidrogênio foram com pH 4 e concentração da amostra de 50% em volume, ou seja 1:1 (licor e solução tampão).

4. CONCLUSÕES

Os estudos eletroquímicos permitiram constatar que o gás hidrogênio pode ser obtido através da eletrossíntese do etanol, que por sua vez foi obtido pela fermentação do resíduo de frutas tropicais. As agroindústrias do Estado de Alagoas podem então empregar um destino para tais resíduos que até então são desprezados, visto que tais indústrias só utilizam a polpa do fruto para fins comerciais.

A rota alternativa para a produção de um combustível que pode ser empregado em motores veiculares diminuindo então a emissão dos gases causadores das mudanças climáticas foi constatada com êxito.

A eletrólise do etanol realizada no sistema desenvolvido mostrou ser um método

eficaz para a produção do biohidrogênio e foi estabelecida também uma alternativa para o aproveitamento dos resíduos de frutas tropicais.

5. AGRADECIMENTOS

A todos do laboratório de eletroquímica do Instituto de Química e Biotecnologia- IQB da UFAL;

A CAPES pelo apoio financeiro.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAPPELLETTI, B.M. *Efeito da concentração inicial da água residual do processamento da mandioca na produção de biohidrogênio por Clostridium acetobutylicum*. 824. 2009. 105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

GUPTA, G., SIKARWAR, B., VASUDEVAN, V., BOOPATHI, M., KUMAR, O., SINGH, B.; VIJAYARAGHAVAN, R. *Microbial fuel cell technology: a review on electricity generation*. Journal of cell and tissue research, 11(1): 2631-2654, 2011.

RABAEY, K.; VERSTRAETE, W. *Microbial fuel cells: novel biotechnology for energy*

generation. Trends in Biotechnology, 23(6): 291-298, 2005.

REDDY, L.V., KUMAR, S.P. e Wee, Y-J. *Microbial fuel cells (MFCs) – a novel source of energy for new millennium in Méndez-Vilas, A. (Ed.) Current Research, Technology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology*, p. 956-964, 2010.

WANG, C.; CHANG, C.; CHU, C.; LEE, D.; CHANG, B.; LIAO, C. *Using filtrate of waste biosolids to effectively produce bio-hydrogen by anaerobic fermentation*. Water Research, v. 37, p. 2789–2793, 2003.