

CONSTRUÇÃO DE UMA CÉLULA COMBUSTÍVEL MICROBIANA: gerando Energia a Partir de Efluentes Suínos.

Gabriela Rabethge¹; Caroline da Silva²; André Luis Fachini de Souza³

INTRODUÇÃO

A grande demanda por energia tem criado uma forte motivação para a busca por fontes alternativas e limpas de energia, e por processos menos dispendiosos. O decréscimo no consumo total de energia em processos como o de tratamento de efluentes é uma meta importante que pode ser atingida por meio de diferentes estratégias como a implementação de equipamentos e processos energeticamente mais eficientes, recuperação da energia durante o processo e otimização dos processos de tratamento para minimizar custos com a destinação de efluentes e sólidos gerados (ISHII et al., 2012).

Células combustível microbianas (CCM) constituem uma tecnologia emergente que utiliza microrganismos para gerar energia elétrica a partir de efluentes. Microrganismos nas CCM metabolizam nutrientes presentes em efluentes nutricional mente ricos gerando energia a partir destes compostos e representando uma fonte importante de energia limpa, sustentável e de relativo baixo custo (PANT et al., 2010). Esses microrganismos geram energia concomitantemente com a degradação da matéria orgânica desses efluentes (OH e LOGAN, 2005).

A CCM separa fisicamente as reações de redução e oxidação (RABAEY e VERSTRAETE, 2005). A oxidação biológica da matéria orgânica ocorre no ânodo em condições anaeróbicas. Os elétrons liberados das reações de oxidação são biologicamente ou quimicamente transferidos para um eletrodo condutor (ânodo) e fluem na forma de uma corrente elétrica através de um circuito externo até o eletrodo do cátodo. Prótons resultantes do processo de oxidação difundem até a região do cátodo, passando por uma membrana (ponte salina), onde reações de redução consomem esses prótons, elétrons e O_2 , formando H_2O (RISMANI-YAZDI et al., 2008).

¹Aluna do Instituto Federal Catarinense - Câmpus Araquari. Curso Técnico em Informática. E-mail: gabe.rabethge@gmail.com

²Aluna do Instituto Federal Catarinense - Câmpus Araquari. Curso Técnico em Informática. E-mail: caroli-le@hotmail.com

³Professor Orientador do Instituto Federal Catarinense – Câmpus Araquari. E-mail: andre.fachini@ifc-araquari.edu.br

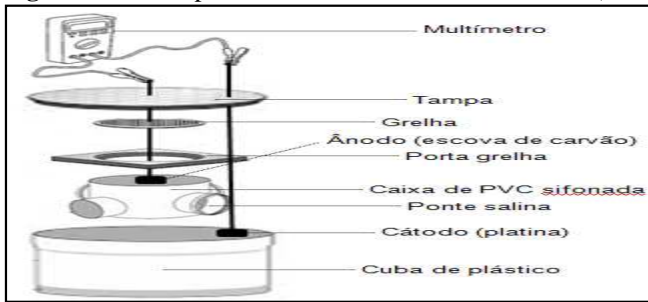
Atualmente a utilização das CCM é limitada devido à baixa intensidade de corrente elétrica gerada. Muitos estudos estão sendo desenvolvidos para melhorar o desempenho e reduzir os custos de construção e operação destes sistemas (DU et al., 2007).

Dentro deste contexto, o objetivo deste trabalho é construir uma célula combustível microbiana utilizando efluente de dejetos suínos provenientes da criação de suínos do Instituto Federal Catarinense - Câmpus Araquari. A expansão da suinocultura tem como uma das principais consequências a poluição hídrica (alta carga orgânica e presença de coliformes fecais) proveniente dos dejetos, que somada aos problemas de resíduos domésticos e industriais, tem causado sérios problemas ambientais, como a destruição dos recursos naturais renováveis, especialmente água. Essa situação exige a fixação de parâmetros de emissão cada vez mais rigorosos pelos órgãos de fiscalização, bem como a busca de soluções para aliar crescimento econômico e sustentabilidade. Desta maneira, este trabalho busca contribuir com conhecimento acerca da utilização de CCM, uma vez que ainda muito conhecimento precisa ser gerado para aplicação desta tecnologia em larga escala.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O protótipo de célula combustível microbiana desenvolvido está esquematizado na figura 1. A semicela principal é composta por uma caixa de PVC sifonada (com quatro entradas) montada com grelha e porta grelha, comumente usada em sistemas de esgoto. Esta caixa de PVC sifonada foi colocada dentro de uma cuba de plástico contendo água que serve como a outra semicela do sistema. No ânodo foi utilizado um eletrodo de carbono feito com uma escova de carvão para motores de 9,0×5,0×2,5 mm e acoplado a um fio de cobre conectado a um segundo eletrodo de platina (cátodo). Entre os dois eletrodos foi conectado um multímetro para medida da diferença de potencial elétrico do sistema. A saída vazada da caixa de PVC sifonada foi completada com a ponte salina. Para o preparo da ponte salina foi utilizada uma solução aquosa de KCl 5% (p/v) e ágar bacteriológico 10% (p/v) (SEVDA e SREEKRISHNAN, 2012). Esta solução foi previamente aquecida em forno micro-ondas até a formação de uma solução homogênea e utilizada para preencher a saída vazada da caixa de PVC sifonada.

Figura 1 - Protótipo da célula combustível microbiana (CCM) desenvolvida.



Para início de operação, a caixa de PVC sifonada foi colocada dentro da cuba de plástico e nela foram adicionados 600 mL de efluente de dejetos suínos e esta foi tampada com a grelha.

Na cuba de plástico foram adicionados 1 litro de água destilada. O experimento foi conduzido em temperatura ambiente.

A diferença de potencial elétrico e a corrente elétrica gerada ao longo do processo foram monitoradas com um multímetro digital. Os parâmetros experimentais analisados foram concentração de proteínas totais pelo método do biureto, açúcares redutores pelo método do DNS (PETKOWICZ et al., 2007) e pH em pHmetro digital.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O sistema foi montado de acordo com a figura 2 e previamente testado com água para verificar o funcionamento de todos os componentes e para servir como controle negativo.

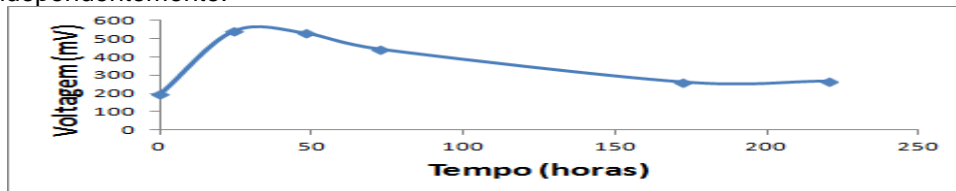
Figura 2 - Sistema de célula combustível microbiana.



Utilizando efluente de uma lagoa de dejetos de criação de suínos da Unidade de Ensino e Aprendizagem (UEA) da escola-fazenda do Instituto Federal Catarinense – Câmpus Araquari na semicela do ânodo e água na semicela do cátodo, foi observada uma diferença de potencial elétrico inicial em torno de 200 mV

que aumentou cerca de 150% em 48 horas, seguida de diminuição constante pelas 172 horas seguintes, atingindo níveis não significativos após 300 horas (FIGURA 3).

Figura 3 - Variação da diferença de potencial elétrico em função do tempo em célula combustível microbiana. Ânodo: efluentes de dejetos suínos; cátodo: água. As medidas foram efetuadas com multímetro digital. Os dados apresentados são de um experimento representativo de três realizados independentemente.



Existem substâncias mediadoras que atravessam a membrana celular dos microrganismos e capturam os elétrons do metabolismo (NADH e NADPH) e os liberam para ânodo e se tornam oxidadas (IEROPOULOS et al., 2005).

A adição de 0,01 mol/L de azul de metileno à semicela do ânodo não resultou em aumento da corrente elétrica gerada, em comparação com o sistema sem azul de metileno, porém a diferença de potencial permaneceu constante por cerca de 30 dias.

O monitoramento do pH do sistema não apresentou alterações significativas ao longo do tempo de experimento, mantendo-se em torno de 7,45, independente da presença de azul de metileno.

Para avaliar as condições nutricionais do meio foram efetuadas dosagens dos níveis de proteínas totais e açúcares redutores. Os dejetos suínos possuíam inicialmente 4,6 ($\pm 0,6$) mg/mL de proteínas totais. Após 300 horas de experimento a concentração dosada foi de 4,1 ($\pm 0,8$) mg/mL. A concentração de açúcares redutores também não variou significativamente ao longo do experimento, permanecendo em torno de 18 μ g. Esses resultados revelam que não houve diminuição significativa na matéria orgânica presente no meio, sugerindo baixa taxa de proliferação celular, evidenciada pela pequena diferença de potencial medida. Esse efeito pode ter sido ocasionado devido a variações de temperatura do ambiente ao longo do experimento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A preocupação com a água adquire maior complexidade na medida em que amplia o campo de visão e assume aspectos ambientais, econômicos, políticos e sociais envolvidos na sua gestão.

A suinocultura é considerada pelos órgãos de fiscalização e proteção ambiental uma atividade de grande potencial poluidor devido ao elevado número de contaminantes contidos nos seus efluentes, cuja ação individual ou combinada representa uma fonte potencial de contaminação e degradação do ar, dos recursos hídricos e do solo.

O sistema de célula combustível microbiana desenvolvido se mostrou funcional para utilização de dejetos de criação suína na semicela do ânodo. Um sistema deste tipo possui potencial para gerar energia ao mesmo tempo que reduz a matéria orgânica do efluente. Porém, a baixa diferença de potencial elétrico entre os eletrodos e baixo consumo de nutricional observado representa um entrave à utilização deste tipo de tecnologia para fins práticos.

REFERÊNCIAS

DU, Z.; LI, H.; GU, T. A state of the art review on microbial fuel cells: A promising technology for wastewater treatment and bioenergy. **Biotechnol. Advance**, v.25:464-482, 2007.

IEROPOULOS, I.A.; GREENMAN, J.; MELHUIH, C.; HART, J. Comparative study of three types of microbial fuel cell. *Enzyme Microb. Tech.*, 37:238–45, 2005.

ISHII, S.; SUSUKI, S.; NORDEN-KRICHMAR, T.M.; NEALSON, K.H.; SEKIGUCHI, Y.; GORBY, Y.A.; BRETSCHGER, O. Functionally stable and phylogenetically diverse microbial enrichments from microbial fuel cells during wastewater treatment. **PLoS ONE**, v.7, e30495, 2012.

OH, S.E.; LOGAN, B.E. Hydrogen and electricity production from a food processing wastewater using fermentation and microbial fuel cell technologies. **Water Res.**, v.39:4673–82, 2005.

PANT, D.; VAN BOGAERT, G.; DIELS, L.; VANBROEKHOYEN, K. A review of the substrates used in microbial fuel cells (MFCs) for sustainable energy production. **Biores. Technol.**, v.101:1533–1543, 2010.

PETKOWICZ, Carmen L. O.; CRUZ, Leonardo M.; MARTINEZ, Gláucia R.; MONTEIRO, Rose A.; CADENA, Sílvia, M. S. C. **Bioquímica: aulas práticas**/Universidade Federal do Paraná, Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular. 7 ed. Curitiba: Ed. UFPR, 2007.

RABAEY, K.; VERSTRAETE, W. Microbial fuel cells: novel biotechnology for energy generation. **TRENDS in Biotechnology**, v.23, n.6, 2005.
RISMANI-YAZDI, H.; CARVER, S.M.; CGRISTY, A.D.; TUOVINEN, I.H. Cathodic limitations in microbial fuel cells: An overview. **J. Power Sources**, v.180:683-694, 2008.

SEVDA, S.; SREEKRISHNAN, T.R. Effect of salt concentration and mediators in salt bridge microbial fuel cell for electricity generation from synthetic wastewater. **J. Environ. Sci. Health A Tox. Hazard. Subst. Environ. Eng.**, 47(6):878-86, 2012.