

ISSN 2236-0476

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL EM CIRCUITO ABERTO (OCP) DA BACTÉRIA *SHEWANELLA PUTREFACIENS* EM SUBSTRATO A BASE DE VINHAÇA PARA CÉLULA COMBUSTÍVEL MICROBIANA

Rodrigo José Marassi¹, Carlos Eduardo de S. Teodoro², Fabiana Soares dos Santos³ e Gilmar Clemente Silva⁴

Escola de Engenharia Industrial Metalúrgica de Volta Redonda – EEIMVR/UFF Volta Redonda – RJ

¹rmarassi_bm@yahoo.com.br, ²eduardo@metal.eeimvr.uff.br, ³fabianasoes@id.uff.br, ⁴gilmarcs@id.uff.br

1 - Introdução

É sabido que a demanda energética mundial vem aumentando a cada ano, por isto existe uma corrida para o desenvolvimento e prospecção de tecnologias que possam suprir a demanda de energia, porém preferencialmente de maneira sustentável. Neste cenário, a utilização a biomassa ganhou um papel importante, entretanto há controvérsas se numa economia baseada na biomassa haveria disponibilidade suficiente para atender as necessidades do mercado.

Diante disso, faz-se necessário o desenvolvimento novas tecnologias que possam melhorar e ampliar o aproveitamento da biomassa. Um conceito novo de tecnologia e que pode ser inserido na economia da biomassa é a célula a combustível microbiana. Estas células são dispositivos bioeletroquímicos que arranjados adequadamente podem fornecer energia elétrica, pois convertem diretamente a energia química das substâncias em eletricidade. Diferentemente das outras células a combustível (PEMFC – célula a combustível de membrana polimérica, SOFC – célula a combustível de óxido sólido, DMFC – célula a combustível de Metanol Direto, entre outras) que necessitam de metais nobres ou materiais caros, as células do tipo microbianas utilizam bactérias eletrogeradoras como catalisadores.

O fato das bactérias substituírem os catalisadores de metais nobres não só diminui o custo do disposto mas também permite que sejam empregados diversos tipos de substratos para alimentar o dispositivo, pois não há necessidade de se trabalhar com substâncias puras, como no caso da PEMFC, que só admite o uso de gás hidrogênio com alta grau de pureza. Além disso, pode-se alimentar a célula microbiana com misturas de substâncias, como por exemplo resíduos ou efluentes.

Um resíduo industrial importante para o Brasil é a vinhaça, pois a cada safra da cana de açúcar são gerados grandes volumes deste efluente. Parte deste volume volta para o solo no processo de fertirrigação, pois o mesmo contém micronutrientes que servem de adubo para o solo. Entretanto uma fração grande da produção de vinhaça constitui um passivo ambiental, uma vez que se descartado no ambiente causará serias danos.

Neste trabalho estudou-se a vinhaça visando seu aproveitamento em célula a combustível microbiana. Deste modo seria possível fazer um tratamento alternativo do efluente obter corrente elétrica aumentando assim o poder energético da cana de açúcar.

2 - Materiais e Métodos

ISSN 2236-0476

2.1 – Materiais

a) Célula Bioeletroquímica

Neste trabalho utilizou-se uma célula cilíndrica de vidro comum, com capacidade de 100 mL, como eletrodo de trabalho, foi empregado uma espuma de carbono, na forma cilindro vazado e como eletrodo de referência foi utilizado o eletrodo de calomelano saturado com KCl. A célula bioeletroquímica e o eletrodo de trabalho foram adquiridos junto à ALS Co. Japão e o eletrodo de referência foi adquirido da CH Instruments, Austin USA.

b) Substrato

Como substrato para os ensaios foram utilizadas amostras de vinhaça com diferentes diluições. As amostras estoques foram coletadas na usina Cooperativa Agroindustrial do Estado do Rio de Janeiro LTDA, Campos dos Goytacazes - RJ na saída do tanque de fermentação, então foram armazenadas sob refrigeração para evitar degradação das suas substâncias.

Para medições de Potencial em Circuito Aberto - OCP foram preparadas substratos com diferentes concentrações de vinhaça e enriquecidos com micronutrientes. Tomou-se alíquotas de vinhaça, adicionou-se os sais Na_2HPO_4 , 0,700 g; KH_2PO_4 , 0,300 g; NH_4Cl , 0,100 g; NaCl , 0,050 g; FeCl , 0,001 g (todos provenientes da empresa Vetec); volumou-se com água da torneira em balão volumétrico de 100 mL, de modo as concentrações finais obtidas tivessem 10%, 20%, 30% e 50% de vinhaça. Por fim ajustou-se o pH da soluções para valor de $6,8 \pm 0,2$ e esterilizou-se em autoclave vertical (marca Primatec, modelo CS), por 15 minutos.

c) Microorganismo

Cepas liofilizadas da bactéria *Shewanella putrefaciens* foi adquirida junto à Coleção de Culturas Tropical da Fundação André Toselho Campinas SP. A bactéria foi ativada em solução de Agar Nutriente com valor de pH entre 6,8 a 7,0, incubada a temperatura de 30°C (Incubadora Anaeróbica marca Sanyo, modelo MCO AIC-19) , sob atmosfera de 10% de CO_2 .

d) Meio de cultura ideal

Para o pré inóculo da bacteria usou-se um meio de cultura ideal conforme descrito na Tabela 01, que proporcionou um estoque de bactéria em placa de Petri, para ser utilizado durante os experimentos.

Tabela 01 – Reagentes para composição do meio de cultura ideal

Reagente	Quantidade
Extrato de carne	3,00 g
Peptona	5,00 g
Agar (meio sólido)	18,00 g
Água destilada	1000 ml

ISSN 2236-0476

A propagação da bactéria foi feita incubando, conforme descrito anteriormente, amostras do pré inóculo em meio ideal líquido.

2.2 – Métodos

a) Preparação do pré inóculo e inoculação na célula bioeletroquímica

O pré inóculo é uma semeadura de cultura pura, ou seja, é o meio de cultura ideal inoculado com a bactéria específica de trabalho, neste caso a bactéria *Shewanella putrefaciens*. Para preparação do pré inóculo foram utilizados 3 erlenmeyers de 250 mL, as soluções foram preparadas conforme descrito anteriormente de modo a se obter um volume de 100 mL, em seguida foi ajustado o pH da solução para valor $6,8 \pm 0,2$ com solução de hidróxido de sódio 6 mol L^{-1} . As soluções foram esterilizadas em autoclave por 15 minutos. A inoculação foi feita em uma câmara de biossegurança com fluxo laminar (marca Pachano, modelo Pa 420) a qual foi esterilizada com luz UV por 15 minutos, antes do procedimento. Para cada recipiente foi inoculado 12,5 mL de cultura pura de bactéria, volume estimado de acordo com o valor da absorvância medida previamente em um espectrofotômetro (marca Shimadzu, modelo UVIS 1800). As soluções foram incubadas a 30°C , sob atmosfera CO_2 10% por 3, após este procedimento foram armazenadas em uma BOD, marca Nova Instruments, modelo NI 1704, a 4°C para estoque durante os experimentos.

b) Medições de Potencial em Circuito Aberto

A variação do potencial com o tempo foi monitorada por meio de um Potenciostato/Galvanostato (marca Solartron, modelo Modulad), como conectado a célula eletrodo de referência a foi usado o eletrodo de calomelanos saturado com KCl. Foram inoculados 12,5 mL de pré inóculos às soluções já dentro da célula bioeletroquímica. A célula foi vedada usando fita de Teflon e incubada a 30°C . Registrou-se a variação do potencial durante aproximadamente 100 horas.

3 - Resultados e Discussões

A Figura 01 mostra a evolução do potencial em circuito aberto em função do tempo, para soluções de vinhaça com diferentes concentrações, medidos em relação ao eletrodo de calomelano saturado com KCl. Observa-se no gráfico da Figura 01 que os valores de potencial no momento da inoculação estão na faixa de 0,10 a 0,17 V, sendo que os valores menores correspondem a soluções mais diluídas.

Nas primeiras 20 horas de experimento observa-se que os valores de potencial em circuito aberto decrescem drasticamente em todas as concentrações de vinhaça indicando que a superfície do material de eletrodo está ficando com cargas negativas. Este comportamento era esperado, uma vez este tipo de bactéria tem a propriedade de transferir elétrons para o meio externo. Decorridos aproximadamente 20 horas, observa-se uma região em que o potencial não varia muito com tempo, até aproximadamente 40 horas, que pode ser explicada em função da natureza do metabolismo bacteriano. À medida que as bactérias se multiplicam são produzidos metabólitos que podem ser tóxicos para as mesmas, concomitantemente há uma diminuição da disponibilidade de nutrientes, estes dois fatores contribuem para haver uma estabilização do potencial, indicando diminuição da velocidade de multiplicação, pois há uma competição por nutrientes entre as bactérias. Entretanto, depois desta fase as

ISSN 2236-0476

bactérias podem se adaptar ao meio que está em mudanças de modo que inclusive possa utilizar os próprios metabólitos para multiplicação. Por isto observa-se novamente diminuição dos valores de potencial em circuito aberto, embora de maneira mais amena até final dos experimentos.

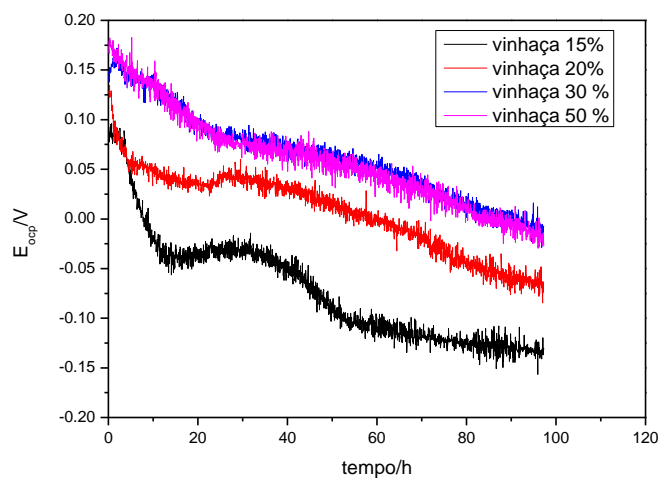


Figura 01 – Variação do potencial em circuito aberto (OCP) versus eletrodo de calomelano em função do tempo para soluções diluídas de vinhaça inoculadas com a bactéria *Shewanella putrefaciens* em temperatura de 30 OC.

Para efeito de comparação e confirmar as conjecturas anteriores fez-se a mesma medição de potencial de circuito aberto em função, porém no meio de cultura ideal. A Figura 02 mostra um comportamento semelhante ao exibido na Figura 01. Observa-se uma diminuição rápida dos valores de potencial nas primeiras 20 horas e a partir daí diminui a velocidade de diminuição de potencial, mostrando claramente que existem dois processos cinéticos distintos, no intervalo de tempo estudado.

ISSN 2236-0476

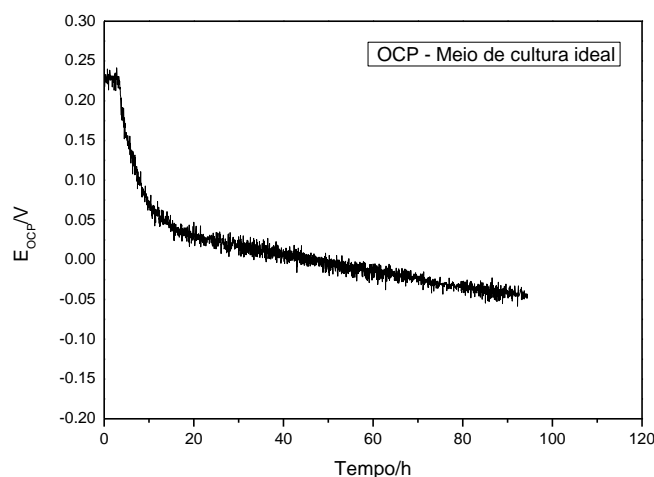


Figura 02 – Variação do potencial em circuito aberto (OCP) versus eletrodo de calomelano em função do tempo para o meio de cultura Ágar nutriente inoculado com a bactéria *Shewanella putrefaciens* em temperatura de 30 °C.

4 - Conclusões

Os resultados evidenciam que a bactéria *Shewanella putrefaciens* é ativa em solução de vinhaça com diferentes concentrações. Como trata-se de um tipo de bactéria capaz de transferir elétrons diretamente para o meio externo, espera-se que o crescimento esteja associado à produção de elétrons e consequentemente, geração de energia.

Agradecimentos

Faperj, Eletrosul P&D ANEEL, PROPPI/UFF

Referências bibliográficas

1. SRINIVASAN, S.; **Fuel Cells: From Fundamentals to Applications**. Springer: NY, 2006.
2. LOGAN, B. E.; **Microbial Fuel Cells**. Wiley-Interscience: NY, 2008.
3. SANTOS, J. M.; MARASSI, R. J.; TEODORO, C. E. S.; SANTOS, F. S.; SILVA, G. C. Sugarcane waste as substrate for microbial fuel cell. Resumos In: PRIME 2012, 222nd MEETING OF THE ELECTROCHEMICAL SOCIETY on October 7th through October 12th 2012, Honolulu, Hawaii USA.
4. MARASSI, R. J.; SANTOS, J. M.; TEODORO, C. E. S.; SANTOS, F. S.; SILVA, G. C. Correlation between spectroscope absorbance and biofilm to anode microbial fuel cell. Resumos In: PRIME 2012, 222nd MEETING OF THE ELECTROCHEMICAL SOCIETY on October 7th through October 12th 2012, Honolulu, Hawaii USA.

ISSN 2236-0476

5. SILVA, G. C.; SANTOS, J. M.; TEODORO, C. E. S.; SANTOS, F. S. Isolation of electrochemically active bacteria from Municipal sewage sludge to use in microbial fuel cell. Resumos In: 3rd MICROBIAL FUEL CELLS CONFERENCE, 06 a 08 de junho de 2011, Leeuwarden, Holanda.
6. FITZGERALD, L. A. et al . Shewanella oneidensis MR-1 Msh pilin proteins are involved in extracellular electron transfer in MFC. **Process Biochemistry**, v. 47, p.170–174, 2012.
7. BLACK, J. G. **Microbiologia: Fundamentos e Perspectivas**. 4^a Ed. Guanabara-Koogan: Rio de Janeiro, 2002.
8. PELCZAR, MJ.; et al. **Microbiologia: Conceitos e Aplicações** – Vol. 1. Makron Books: São Paulo, 1997.