

PRODUÇÃO, SEPARAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BIOPRODUTOS OBTIDOS A PARTIR DE CÉLULA COMBUSTÍVEL MICROBIOLÓGICA

RICARDO PEREIRA BRANCO¹; LIZIANE NUNES COSTA²; CHRISTIANE SARAIVA OGRODOWSKI³

¹*Universidade Federal do Rio Grande (FURG) – ricardex.branco@hotmail.com*

²*Universidade Federal do Rio Grande (FURG) – lizianenc@gmail.com*

³*Universidade Federal do Rio Grande (FURG) – christiane.ogrodowski@gmail.com*

1. INTRODUÇÃO

Em busca do desenvolvimento de uma inovação para a produção de energia elétrica que, além de minimizar e substituir os combustíveis fósseis reduzam o impacto ambiental, surgiram as células combustíveis microbiológicas (CCM), uma promissora tecnologia que une a geração de eletricidade com o tratamento de efluentes (TELEKEN et al., 2017; WANG et al., 2013). As células combustíveis microbiológicas podem converter diretamente energia química em eletricidade pelo uso de bactérias exoeletrogênicas, os microrganismos transferem os elétrons produzidos por seu metabolismo e degradam as substâncias oxidáveis produzindo metabólitos e elétrons e (LOGAN, 2008).

Uma CCM pode utilizar substratos orgânicos complexos, incluindo águas residuais domésticas, industriais e agrícolas, como fonte de produção de energia (PANT et al., 2010). Assim, utilizar o material oriundo da dragagem do Porto de Rio Grande como matéria-prima para a produção de eletricidade e bioproductos passa a ser uma possibilidade promissora, levando em conta que uma grande quantidade de sedimento marinho é retirado a cada processo de dragagem e este resíduo possui alta carga de nutrientes, microrganismos e matéria-orgânica.

Os metabólitos produzidos pelos microrganismos durante a operação das CCM podem ser proteínas, enzimas, polímeros, oligômeros, entre outros. As lamas possuem alta carga de matéria orgânica biológica extracelular (MOBE) e as substâncias poliméricas extracelulares (SPE) são seus principais constituintes, compreendendo uma mistura de polímeros de alta massa molecular, tais como polissacarídeos, glicoproteínas, ácidos nucleicos, lipídios e ácidos húmicos (JIANG et al., 2010; HONG et al., 2017). Carboidratos são observados principalmente em SPE produzidos a partir de culturas puras, enquanto as proteínas são encontradas em maiores quantidades em SPE do sedimento de muitas plantas de tratamento de águas residuais (LIU E FANG, 2002).

Assim, levando em consideração o funcionamento da célula combustível microbiológica e as características do sedimento marinho, este trabalho tem o objetivo de estudar a produção, separação e caracterização de biocompostos obtidos a partir de célula combustível microbiológica inoculada com o sedimento do estuário da Lagoa dos Patos.

2. METODOLOGIA

A CCM é confeccionada com placas de acrílico com um volume total de 2 L, sendo 50% dedicados ao ânodo (1 L) e 50% destinados ao cátodo (1 L). Estes compartimentos são separados por uma membrana catiônica (CMI-7000S - Membranas International Inc.). O compartimento anódico permanece sob agitação

constante de 500 rpm por meio de um impelidor. A CCM é mantida em câmara termostatizada a 35 °C e pH do compartimento anódico ajustado entre 6,8 e 7,5.

A CCM é inoculada com sedimento do estuário da Lagoa dos Patos coletado na coordenada 31°58'25"S/52°02'24"O. O volume do compartimento anódico é inoculado com 70% de sedimento e o restante com meio de cultivo composto por uma mistura de sais. Como fonte de energia e carbono, utiliza-se CH₃COOH na concentração de 10 g/L. O compartimento catódico do reator é preenchido com uma solução de ferricianeto de potássio (K₃Fe(CN)₆) 50 mM, constituindo o acceptor final de elétrons (DE SÁ et al., 2017).

A célula combustível microbiológica é alimentada com reciclo total de células, onde uma amostra de 0,3 L é retirada do ânodo diariamente e centrifugada a 18800 g e 30 °C. Os sólidos separados através dessa centrifugação são suspensos com 0,3 L de meio de cultivo com 10 g/L de fonte de carbono. Após o ajuste do pH dessa suspensão, essa mistura é utilizada para alimentar o reator. No sobrenadante obtido da centrifugação é realizado a extração do biocomposto utilizando um solvente orgânico.

Após estabilização da voltagem produzida no reator, realizou-se uma curva de polarização para determinar com qual resistência externa ela apresenta densidade de potência máxima. Na construção de uma curva de polarização em uma célula eletroquímica aplicam-se diferentes valores de resistores conhecidos e realiza-se a leitura da diferença de potencial elétrico (DDP) gerada entre o ânodo e o cátodo para cada uma das resistências aplicadas. A representação da corrente elétrica em função da DDP é chamada de curva de polarização.

À alíquota de sobrenadante obtida do processo de centrifugação é adicionado álcool etílico absoluto a uma proporção de 1:1,5 (sobrenadante:álcool etílico), deixando-os em contato por 24 horas a temperatura de 4°C, após a formação do precipitado submete-se a centrifugação (18800 g, 4 °C, 20 min). Para pré-purificação do biocomposto são realizadas sucessivas centrifugações na proporção de água e etanol (1:1,5). O sólido resultante desse processo de separação é mantido sob refrigeração para posterior análise.

O material obtido através do processo de extração foi seco em estufa (Solab, modelo SL104/64) a 105°C até massa constante e analisadas por espectroscopia de infravermelho que caracterizou o bioproduto através de suas ligações químicas.

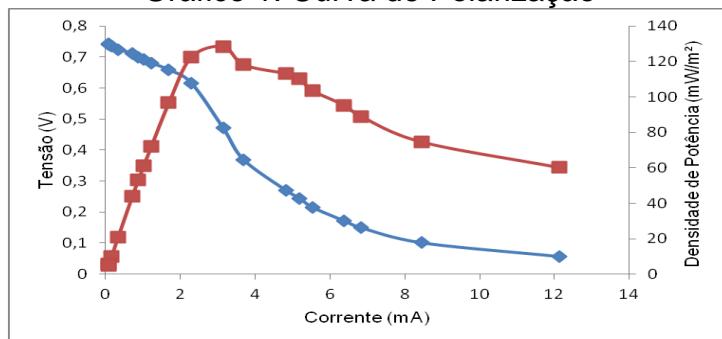
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A CCM foi inoculada com sedimento marinho e após seis dias do *start up*, nas condições estabelecidas, observou-se a primeira medida de DDP, porém sua estabilização levou aproximadamente 20 dias para ocorrer, chegando a valores de DDP de até 0,72 V, com resistência externa de 1000 Ω.

Com a CCM estabilizada após aproximadamente 30 dias de experimento, realizou-se uma curva de polarização e determinou-se que a célula atingiu a densidade de potência máxima de 128 mW/m² com a resistência externa de 150 Ω, como observa-se no Gráfico 1. Levando em consideração este resultado, reduziu-se a resistência externa do experimento de 1000 Ω para 150 Ω. De acordo com os resultados de densidade de potência expostos por Mesquita (2016), ao qual ao utilizar uma CCM com volume de 20 mL em cada compartimento e inoculada também com o sedimento marinho, atingiu uma densidade de potência máxima de 255 mW/m² com resistência externa de 180 Ω, ao relacionar este valor ao obtido no trabalho em questão ao qual atingiu-se 237 mW/m² de densidade de potência máxima com a resistência externa de 150 Ω.

após estabilização da célula, conclui-se que este resultado é satisfatório já que não teve uma diferença significativa na potência com a diminuição da resistência e utilizar uma resistência externa de menor valor é mais vantajoso, pois esta influencia diretamente na corrente gerada e no desempenho da CCM, ou seja, quando se diminui a resistência externa tem-se um aumento significativo da corrente.

Gráfico 1: Curva de Polarização



A Tabela 1 apresenta os principais dados de DDP e densidade de potência calculada, e observa-se que a diferença nos resultados de voltagem não são expressivos quando modifica-se a resistência externa, porém a densidade de potência atingida é muito maior quando utiliza-se a resistência de 150 Ω.

Tabela 1: Dados de DDP e Densidade de Potência

	Data	DDP (V)	P (mW/m²)
Start up 1000 Ω	10/04/2018	0,00	0
Primeira medida 1000 Ω	15/04/2018	0,01	0,87
Maior medida 1000 Ω	04/05/2018	0,72	45
Curva de Polarização 150 Ω	07/05/2018	0,47	128
Maior medida 150 Ω	13/08/2018	0,64	237

Com a CCM estabilizada, realizou-se a extração de biocompostos. Após análise das amostras de biocompostos em infravermelho e realização da interpretação dos resultados, verificou-se a presença de diversos tipos de ligações químicas, estas estão demonstradas na Tabela 2.

Tabela 2: Grupos funcionais presentes nas amostras

Ligações	Grupo funcional	Comprimento de Onda (cm⁻¹)
C=O	Carbonila	1820-1630
O-H	Ácido carboxílico	3200-2500
C=O	Éster	1750-1670
C=O	Aril-cetona	1700-1630
C=O	Amida terciária	1700-1630
S-H	Tiofenol	2600-2550
C=C	Alceno	1680-1620
NO ₂	Grupo nitro	1380-1300
C-C	ArH	~1450
C-N	Aril-Alquil-Amina	1360-1250
C-X	Haletos de alquila	1400-500
C-H	Alcano (CH ₃)	3000-2840

Uma ampla variedade de grupos funcionais presentes no biocomposto foi determinada após a análise espectroscópica de infravermelho. Responsáveis pela parte de absorção da molécula verificou-se a presença de ligações químicas características de ácido carboxílico, éster, aril-cetona e amida terciária. Compondo os demais grupos funcionais, ligações duplas, enxofre, nitrogênio e aromáticos destacaram-se também.

4. CONCLUSÕES

Com o aperfeiçoamento das células combustíveis microbiológicas, conclui-se que elas podem ser um bom substituinte para os métodos tradicionais de produção de energia, já que convertem diretamente energia química em eletricidade utilizando fontes renováveis, diminuindo assim o impacto ambiental. Além de ser uma tecnologia promissora para geração de energia, também pode produzir um composto de alto peso molecular e valor agregado.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DE SÁ et al. Anode air exposure during microbial fuel cell operation inoculated with marine sediment. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 5, p. 1821-1827, 2017.

HONG et al. Optimum selection of extraction methods of extracellular polymeric substances in activated sludge for effective extraction of the target components. **Biochemical Engineering Journal**, v. 127, p. 136-146, 2017.

JIANG et al. Extracellular biological organic matters in microbial fuel cell using sewage sludge as fuel. **Water Research**, v. 44, p. 2163-2170, 2010.

LIU, H., FANG, H.H.. Extraction of extracellular polymeric substances (EPS) of sludges. **J. Biotechnol**, v. 95, p. 249–256, 2002.

LOGAN, B. E. **Microbial fuel cells**, Wiley-Interscience Microbial fuel cells. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, 2008.

MESQUITA, D. **Produção de Energia Elétrica em Célula Combustível Microbiológica com Sedimento de Dragagem do Porto de Rio Grande**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande.

PANT, et al. Review of the substrates used in microbial fuel cells (MFCs) for sustainable energy production. **Bioresource Technology**, v. 101, p. 1533-1543, 2010.

TELEKEN et al. Mathematical Modeling of the Electric Current Generation in a Microbial Fuel Cell Inoculated with Marine Sediment. **Journal of Chemical Engineering**, v. 34, n. 01, p. 211-225, 2017.

WANG et al. Power production from different types of sewage sludge using microbial fuel cells: A comparative study with energetic and microbiological perspectives. **Journal of Power Sources**, v. 235, p. 280-288, 2013.