

ISSN 2175-8395

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

REDE DE NANOTECNOLOGIA APLICADA AO AGRONEGÓCIO

ANAIS DO VI WORKSHOP – 2012

Maria Alice Martins
Morsyleide de Freitas Rosa
Men de Sá Moreira de Souza Filho
Nicodemos Moreira dos Santos Junior
Odílio Benedito Garrido de Assis
Caue Ribeiro
Luiz Henrique Capparelli Mattoso

Editores

Fortaleza, CE
2012

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Instrumentação
Rua XV de Novembro, 1452,
CEP 13560-970 – São Carlos, SP
Fone: (16) 2107-2800
Fax: (16) 2107-2902
<http://www.cnpdia.embrapa.br>
E-mail: sac@cnpdia.embrapa.br

Embrapa Agroindústria Tropical
Rua Dra. Sara Mesquita, 2270,
CEP 60511-110 – Fortaleza, CE
Fone: (85) 3391-7100
Fax: (85) 3391-7109
<http://www.cnpat.embrapa.br>
E-mail: sac@cnpat.embrapa.br

Comitê de Publicações da Embrapa Instrumentação

Presidente: João de Mendonça Naime
Membros: Débora Marcondes Bastos Pereira
Milori, Washington Luiz de Barros Melo, Sandra
Protter Gouvêa, Valéria de Fátima Cardoso.
Membro suplente: Paulo Sérgio de Paula
Herrmann Júnior

Comitê de Publicações da Embrapa Agroindústria Tropical

Presidente: Antonio Teixeira Cavalcanti Júnior
Secretário-Executivo: Marcos Antonio Nakayama
Membros: Diva Correia, Marlon Vagner Valentim
Martins, Arthur Cláudio Rodrigues de Souza, Ana
Cristina Portugal Pinto de Carvalho, Adriano
Lincoln Albuquerque Mattos e Carlos Farley
Herbster Moura

Supervisor editorial: Dr. Victor Bertucci Neto
Capa: Mônica Ferreira Laurito, Pedro Hernandez Campaner
Imagens da capa:

Imagem de MEV-FEG de Titanato de potássio – Henrique Aparecido de Jesus Loures
Mourão, Viviane Soares
Imagem de MEV de Eletrodeposição de cobre – Luiza Maria da Silva Nunes, Viviane Soares
Imagem de MEV de Colmo do sorgo – Fabrício Heitor Martelli, Bianca Lovezutti Gomes,
Viviane Soares
Imagem de MEV-FEG de HPMC com nanopartícula de quitosana – Marcos Vinicius Lorevice,
Márcia Regina de Moura Aouada, Viviane Soares
Imagem de MEV-FEG de Vanadato de sódio – Waldir Avansi Junior
Imagem de MEV de Fibra de pupunha – Maria Alice Martins, Viviane Soares

1ª edição

1ª impressão (2012): tiragem 300

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui
violação dos direitos autorais (Lei nº. 9.610).

CIP-Brasil. Catalogação na publicação.

Embrapa Instrumentação

Anais do VI Workshop da rede de nanotecnologia aplicada ao agronegócio 2012 – São
Carlos: Embrapa Instrumentação; Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2012.

Irregular

ISSN: 2175-8395

1. Nanotecnologia – Evento. I. Martins, Maria Alice. II. Rosa, Morsyleide de
Freitas. III. Souza Filho, Men de Sá Moreira de. IV. Santos Junior, Nicodemus Moreira
dos. V. Assis, Odílio Benedito Garrido de. VI. Ribeiro, Caue. VII. Mattoso, Luiz
Henrique Capparelli. VIII. Embrapa Instrumentação. IX. Embrapa Agroindústria
Tropical.



SISTEMA SENSORIAL A BASE DE POLÍMEROS CONDUTORES PARA AVALIAÇÃO DE EFLUENTES TRATADOS POR SISTEMA BIODIGESTOR ANAERÓBIO

Eduarda Regina Carvalho, Wilson Tadeu Lopes da Silva

Embrapa Instrumentação, e-mail: eduarda@cnpdia.embrapa.br

Projeto Componente: 2

Plano de Ação: 4

Resumo

Sistemas sensoriais a base de polímeros condutores, foram utilizados para o monitoramento de efluentes originados de Fossa Séptica Biodigestora, sistema este desenvolvido na Embrapa Instrumentação. A Análise por Componentes Principais (PCA) mostrou uma diferenciação pelo sistema sensorial de amostras de águas ultrapura e destilada em comparação com os efluentes. O sistema também foi capaz de diferenciar essas amostras, quando contaminadas por uma solução contendo os principais subprodutos da desinfecção aquática, como os trihalometanos. Dessa forma, através dos resultados obtidos pelo sistema eletrônico foi possível discriminar as amostras com elevada diferenciação. Embora os resultados não sejam totalmente conclusivos, uma vez que várias questões metodológicas devam ser abordadas e exploradas, as evidências obtidas são muito promissoras, visando à obtenção de um dispositivo para avaliação de efluentes para reuso.

Palavras-chave: polímeros condutores; efluentes de fossa séptica biodigestora, reuso de efluentes, trihalometanos.

Introdução

O controle ambiental é uma grande preocupação governamental e dos centros de pesquisas que estudam tecnologias adequadas para o monitoramento e uso eficientes, bem como a exploração das possibilidades de reuso de água; a fim de assegurar a não ocorrência de prejuízos irreparáveis e garantir a melhoria de qualidade de vida para gerações atuais e futuras. Em termos de saneamento básico o Brasil regrediu na tarefa de reduzir pela metade a proporção da população rural sem acesso a saneamento adequado. Isso significa que mais de 20 milhões de pessoas correm maiores riscos de contrair doenças infecciosas ou parasitárias, que são adquiridas principalmente pelo contato com o esgoto não tratado e / ou através da água do lençol freático contaminado, pelo uso de fossas rudimentares (fossa "negra", poço, buraco). Nesse sentido, um sistema, desenvolvido pela Embrapa Instrumentação, apresenta-se como uma forma de viabilizar o tratamento de esgoto

doméstico em áreas rurais, sendo um sistema simples e de baixo custo para a população rural. Denominado de Fossa Séptica Biodigestora, o sistema promove o tratamento anaeróbio de fezes e urina através de duas câmaras de fermentação, compostas por caixas d'água de 1000 L interligadas por sistema de sifão e uma caixa coletora de efluentes [Novaes, A.P. *et al.*, 2002]. Dentre os processos alternativos de desinfecção de efluentes, a cloração se apresenta como a alternativa bastante atraente, devido ao baixo custo operacional, bem como ao pleno domínio de aplicação dessa tecnologia em nosso meio, sobretudo, devido às experiências advindas dos sistemas de abastecimento de água potável; entretanto com ressalvas quanto à sua utilização, devido à formação de subprodutos tóxicos, tais como os trihalometanos. Nesse trabalho testou-se um sistema sensorial a base de polímeros condutores, quanto à resposta e diferenciação de amostras de efluentes de fossa séptica biodigestora e águas ultrapura e destilada a fim de se avaliar a resposta sensorial;

quanto à possível diferenciação dessas amostras, na ausência e presença de subprodutos da desinfecção aquática, como base para posterior investigação do teor dos subprodutos tóxicos, possivelmente formados pós-cloração nos efluentes gerados pela fossa séptica biodigestora.

Materiais e métodos

A) Sistema Sensorial

Na técnica de automontagem (Self Assembly – SA), os filmes finos a base de polímeros condutores e polímeros naturais foram fabricados através da deposição de monocamadas, camadas ou bicamadas sobre os microeletrodos interdigitados de ouro depositados em vidro. Os polímeros utilizados foram: Poli(o-etoxianilina) (POEA), polianilina (PANI), substâncias húmicas (SH), lignina sulfonada (LS) e misturas desses. As especificações sobre as deposições dos polímeros em cada sensor são apresentadas na Tabela 1, onde o número de camadas depositadas e o tempo de deposição dos polímeros, nos microeletrodos, foram efetuados da seguinte forma: 1) monocamada/3min (POEA e LS); 2) monocamada/5min (PANI e SH); 3) mistura complexada/3min (POEA+LS e POEA+SH) e 4) bicamada/3min (POEA/LS, SH/POEA, PANI/LS). Os experimentos foram realizados a pH 5,0 usando POEA na concentração de $1 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ e tempo de deposição de 3 e 5 minutos em solução aquosa. Como a PANI é insolúvel em meio aquoso, esta foi dissolvida em NMP (n-metilpirrolidona) na concentração de $1 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$.

Tabela 1. Unidades sensoriais utilizadas

Tipo de Material	Unidade sensorial
sem filme	S1
POEA	S2
POEA/LS	S3
POEA + LS	S4
LS	S5
SH/POEA	S6
POEA + SH	S7
PANI	S8
SH	S9
PANI/LS	S10

Dez sensores foram preparados pela técnica SA e, um sistema de análise foi montado. As características dos microeletrodos interdigitados são: microeletrodos de ouro contendo 50 pares de dígitos, cada um contendo $10 \mu\text{m}$ de largura, $10 \mu\text{m}$ de espaçamento entre os microeletrodos e $0,1 \mu\text{m}$ de espessura da camada de ouro depositada.

B) Experimentos de Contaminação.

As amostras de águas ultrapura, destilada e de efluentes de fossa séptica biodigestora, foram contaminadas em laboratório, por uma solução de TTHM (total de trihalometanos, ou seja, uma solução contendo os principais trihalometanos, clorofórmio, bromofórmio, bromodiclorometano e dibromoclorometano) a fim de se observar a resposta do sistema sensorial para essas condições. Foram utilizadas amostras padrões PA de THM da marca *Supelco*. Das soluções puras, referente a cada THM, foram preparadas soluções estoques na concentração de 10 mg L^{-1} . Um volume de 10 mL de cada amostra (água ultrapura, destilada e efluente) foi contaminado por $20 \mu\text{L}$ da referida solução estoque de cada THM.

Resultados e discussão

As diferentes deposições e condições dos polímeros, sobre os microeletrodos interdigitados em respostas às diferentes amostras foram analisadas por PCA. Tratando-se os fatores “Scores” sobre um mesmo plano PC1-PC2 observou-se nítida separação entre as amostras (Fig. 1).

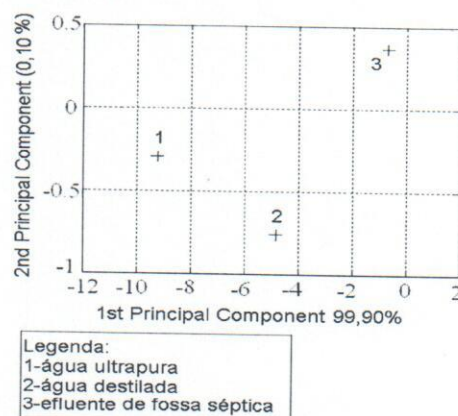


Fig. 1 Análise da Principal Componente (PCA) para amostras de águas ultrapura, destilada e, efluentes de fossa séptica.

O sistema sensorial foi capaz de diferenciá-las, produzindo distintos valores de impedância em cada sensor. A sensibilidade e a seletividade dos sensores em relação às amostras apresentaram ótima distinção na primeira componente principal. O sistema respondeu de maneira particular para cada amostra, de acordo com a interação do arranjo sensorial. O valor para a primeira componente representou cerca de 99,90% do total de variância das observações. Portanto um fator de confiabilidade de aproximadamente 100%. As diferentes deposições e condições dos polímeros, sobre os microeletrodos interdigitados em respostas às amostras podem ser observadas na Fig. 2.

Colocando os fatores “scores” sobre um mesmo plano PC1-PC2 observou-se nítida separação entre os sensores. O sistema sensorial foi capaz de diferenciar as amostras nas diferentes composições, interagindo de diferentes formas com os filmes poliméricos. Os valores para a primeira e segunda componente representaram cerca de 100% do total de variância das observações.

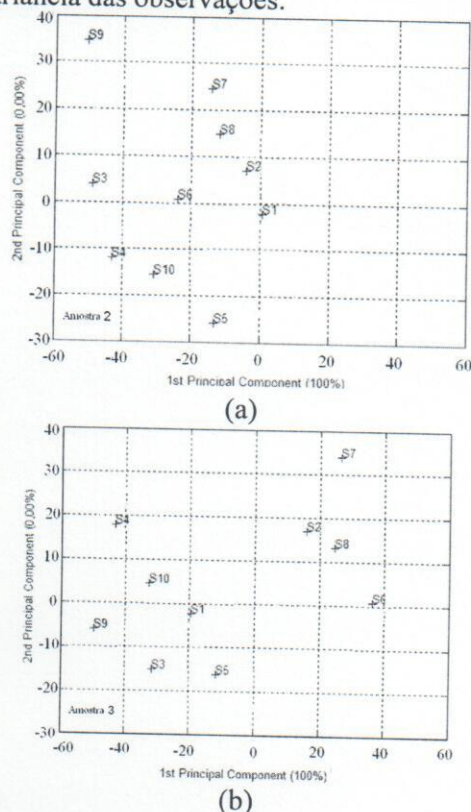


Fig. 2 Análises da Principal Componente (PCA) obtida para os sensores na presença das amostras, referentes aos diferentes complexos poliméricos depositados sobre os microeletrodos interdigitados. Em (a) água ultrapura e em (c) efluente de fossa séptica biodigestora.

Comportamento do Sistema Sensorial na Presença do TTHM

A Figura 4 mostra a análise sensorial obtida para as amostras de águas ultrapura, destilada e de efluentes de fossa séptica biodigestora contaminadas pelo TTHM. Plotando-se os fatores “scores” sobre um mesmo plano PC1-PC2 observou-se nítida separação, entre as amostras. O sistema sensorial foi, portanto, capaz de diferenciar as amostras de água em relação às amostras de efluentes, tendo uma boa distinção na primeira componente principal. Os sensores responderam de maneira particular para cada amostra, de acordo com a interação do arranjo sensorial, tipo de amostra e contaminação pelo TTHM. Os valores para a primeira e segunda componente representam

aproximadamente 100% do total de variância das observações. Na Fig. 3, obteve-se para a PC1 = 98,02 % e para a PC2 = 1,98%. Esses resultados sugerem que os sensores respondem de forma seletiva, quando em contato com as soluções contaminadas pelo TTHM.

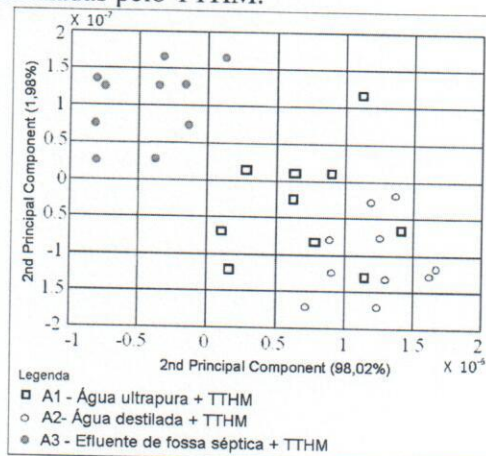


Fig.3 Análise por PCA para as amostras de águas ultrapura, destilada e, efluentes de fossa séptica, contaminados com os TTHM.

Conclusões

Através da utilização de um sistema sensorial, utilizando microeletrodos interdigitados e polímeros condutores nanoestruturados, foi possível discriminar amostras de águas ultrapura e destilada, em comparação com efluentes de fossa séptica biodigestora contaminados ou não com TTHM. O sistema em diferentes montagens e arquiteturas mostrou-se sensível e seletivo às diferentes amostras interagindo de forma distinta. O uso desse sistema para a avaliação da qualidade de efluentes para reuso se apresenta como uma ferramenta promissora, visto que os dados gerados de forma seletiva e, a busca pela otimização do método, fornecem evidências objetivas de que o sistema e o método mostram-se, em primeira instância, como adequados ao uso pretendido.

Agradecimentos

Programa CAPES Rede Nanobiotec-Brasil (Edital CAPES 04/CII-2008) - "Projeto Avaliação de Impactos de Aplicações da Nanotecnologia no Agronegócio", CNPq, Finep e Embrapa Instrumentação.

Referências

Novaes, AP.; Simões, M.L.; Martin-Neto, L.; Cruvinel, P.E.; Santana, A.; Novotny, E. R.; Santiago, G.; Nogueira, ARA. "Utilização de uma fossa séptica para melhoria do saneamento rural e desenvolvimento da agricultura orgânica".

Comunicado Técnico 46. Embrapa Instrumentação
Agropecuária, São Carlos, (2002).