

ESTUDO E CARACTERIZAÇÃO DE UMA MONOCAMADA AUTO FORMADA DE THIOL SOBRE UM ELETRODO PLANO DE OURO

Paula Simões Casagrande*, Wyllerson Evaristo Gomes, David Mendez Soares(orientador)

INSTITUTO DE FÍSICA “GLEB WATAGHIN”, UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, Campinas, SP, Brasil,
DEPARTAMENTO DE FÍSICA APLICADA

*paula.s.casagrande@gmail.com

*Bolsista: PIBIC

Palavras-chave: Funcionalização - Microbalança - Lipossomo

Introdução: A funcionalização de superfícies vem tornando-se, cada vez mais, uma área de interesse. Neste trabalho caracterizamos superfícies de ouro funcionalizadas com octanotiol, comparando-as com superfícies não funcionalizadas. Empregamos diversas técnicas para observar quais as características que diferenciavam a superfície de ouro com e sem octanotiol.

Estas técnicas nos deram informações quanto à hidrofobicidade, estrutura, força de contato e comportamento em diferentes meios. O objetivo final foi de entender a adsorção de lipossomos, em meio aquoso, nas duas superfícies, funcionalizada e não funcionalizada. A aderência dos lipossomos é de interesse medicinal, podendo ser utilizada em remédios, biomoléculas e agentes diagnósticos, aplicando-se assim no cotidiano.

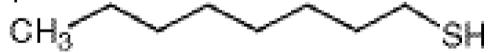


Fig1: Estrutura molecular de um octanotiol.



Fig2: Eletrodo de ouro.

Metodologia: A formação dos filmes de ouro foram feitas utilizando a técnica de “sputtering”. Sobre estes eletrodos de ouro formamos o filme de octanotiol, através do processo de imersão do substrato em etanol contendo monômeros de octanotiol com concentração de 10mM, durante 2 horas. Com estes eletrodos foram feitas medidas com o AFM e com a QCM. Aplicamos também a técnica de voltametria cíclica, e ainda medimos o ângulo de contato e a capacidade.

A medida de capacidade foi feita com o amplificador Lock-in utilizando uma solução de NaCl 10mM sobre o ouro e ouro funcionalizado com octanotiol.

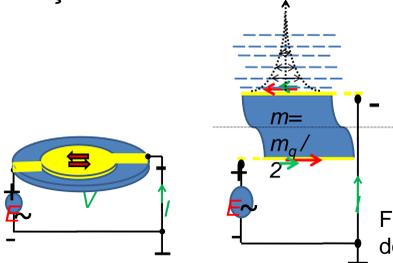


Fig3: Imagem representativa do funcionamento da QCM.

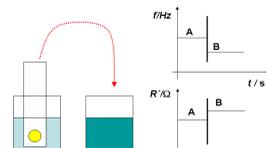


Fig4: Modo como foram feitas as medidas com a QCM.

A solução de lipossomos foi preparada com clorofórmio, água Milli-Q e um aparelho de ultrassom, garantindo concentração de 0,1mM.

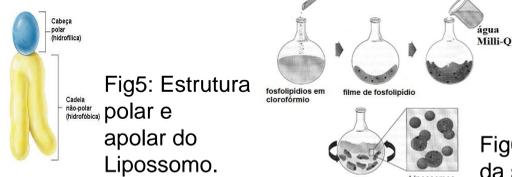


Fig5: Estrutura polar e apolar do Lipossomo.

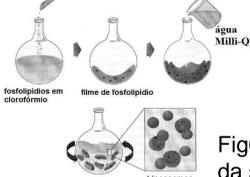


Fig6: Modo de preparo da solução de lipossomo

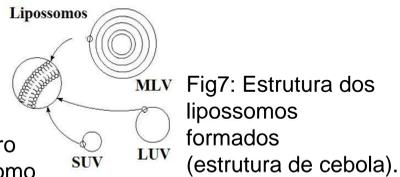


Fig7: Estrutura dos lipossomos formados (estrutura de cebola).

Antes de iniciarmos a técnica de voltametria cíclica borbulhamos gás de nitrogênio para eliminarmos o oxigênio. Esta medida foi feita utilizando-se um eletrodo de referência de Ag/AgCl e o eletrodo de controle sendo um fio de platina. Esta técnica foi aplicada após a adsorção de lipossomo em cada uma das superfícies.

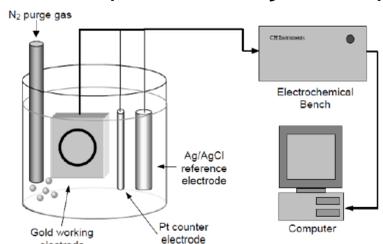


Fig8: Esquema representativo do processo utilizado na voltametria cíclica.

Resultados: A imagem feita com AFM mostra que o eletrodo recoberto por thiol é mais rugoso que o não recoberto, isso ocorre pois deixo-se secar o funcionalizado. A medida de força versus distancia mostra que a rigidez do eletrodo funcionalizado é maior do que a eletrodo não funcionalizado.

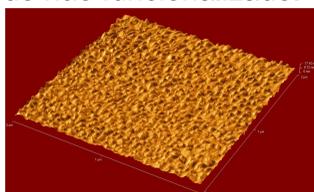


Fig9: Imagem feita pelo AFM para o eletrodo de ouro. A rugosidade obtida foi de 1,6652nm.

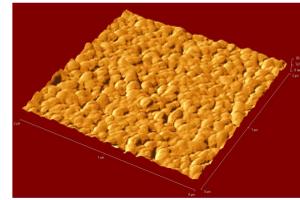


Fig10: Imagem feita pelo AFM para o eletrodo de ouro funcionalizado com thiol. A rugosidade obtida foi de 2,0017nm.

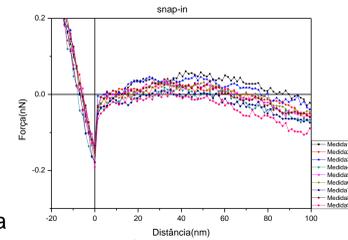


Fig11: Gráfico FvsD para o eletrodo de ouro. Inclinação: 0,0272nN/nm

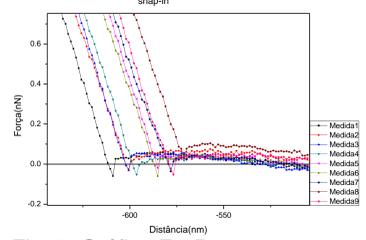


Fig12: Gráfico FvsD para o eletrodo de ouro funcionalizado. Inclinação: 0,0290nN/nm

Em seguida realizamos a medida do ângulo de contato. Quanto maior o ângulo mais hidrofóbica é a superfície.

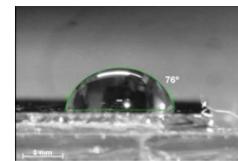


Fig13: Ângulo de contato entre água e a superfície de ouro.

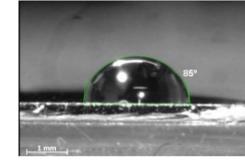


Fig14: Ângulo de contato entre água e a superfície de octanotiol.

Com as medidas da QCM foi possível observar que, ao imergir a QCM em água temos uma diminuição de frequência em torno de 800Hz, para ambos os casos. Já as resistências aumentaram em torno de 300Ω.

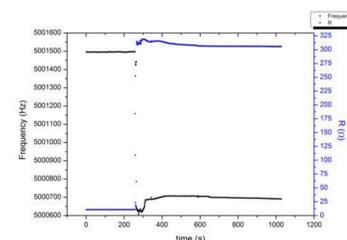


Fig15: Gráficos obtidos para o eletrodo de ouro na transição do ar para a água.

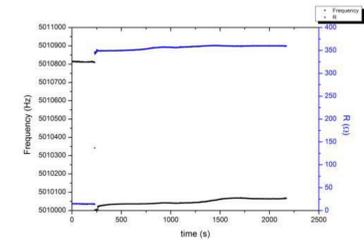


Fig16: Gráficos obtidos para o eletrodo de ouro funcionalizado com octanotiol na transição do ar para a água.

Em seguida transferimos da água para a solução aquosa de DMPC. Nesta transição observamos que a diminuição da frequência para o eletrodo de ouro foi de 147Hz e para o eletrodo funcionalizado com octanotiol foi de 25Hz. Assim, conhecendo a relação entre a massa e a frequência é dada por:

$$S=5,3ng/Hz \text{ (equação 1)}$$

e a massa molar do DMPC é 677,93g/mol, temos que a massa de DMPC depositada no eletrodo não funcionalizado é de 779ng e para o eletrodo funcionalizado é de 132ng, essa última é um pouco maior que a massa de uma bicamada (102ng).

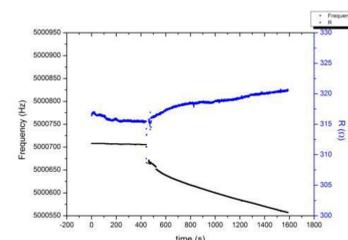


Fig17: Gráficos obtidos para o eletrodo de ouro na transição da água para o DMPC.

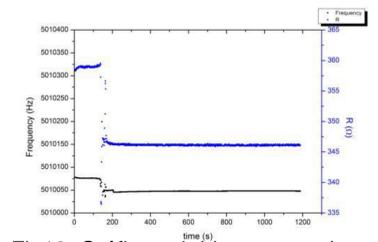


Fig18: Gráficos obtidos para o eletrodo de ouro funcionalizado com octanotiol na transição da água para o DMPC.

Tabela 1: Medidas de Capacidade.

Capacidade do Ouro (nF)	Capacidade do Ouro+Octanotiol (nF)
30	125
52	130
27	113
54	133

Os valores medidos para a capacidade fugiram do esperado dado que ao adicionar um filme é como se tivéssemos colocado um capacitor em série, ou seja, a capacidade deveria aumentar e nossas medidas dizem o contrário.

Conclusão: A superfície do ouro funcionalizado é mais rígida e mais rugosa do que a não funcionalizada. Outra característica é que a superfície funcionalizada com octanotiol é mais hidrofóbica que a sem octanotiol; Nota-se também que a adsorção de lipossomos é maior na superfície de ouro que na de octanotiol. Mas em ambos os casos a fricção diminuiu, ou seja, a resistência ficou menor.