

ADAPTAÇÃO DE REATORES NA DEPOSIÇÃO DE LENTES OFTÁLMICAS PARA TRATAMENTO ATRAVÉS DE PLASMA

Adalena Kennedy Vieira
Doutoranda em Engenharia Química, Unicamp, Campinas, SP
adalenakennedy@gmail.com

Zaida Jova Aguila
Doutora em Engenharia Química, Unicamp, Campinas, SP
zaidaaguila@yahoo.com.br

Edison Bittencourt
Pós-Doutorado em Engenharia-University of North Carolina-U.N.C-Estados Unidos
Professor da Faculdade de Engenharia Química, Unicamp, Campinas, SP
e_bittencourt@uol.com.br

RESUMO

O Brasil é um país extremamente dependente no ramo oftálmico de tecnologias estrangeiras seja na fabricação de lentes pré-moldáveis como na área de recobrimento como: anti-risco, anti-reflexo e fotocromico. Este trabalho tem como objetivo expandir o estudo dos recobrimentos com tecnologia própria. Para tanto foi feita uma adaptação de um reator que produz componentes eletrônicos através de uma deposição sobre um substrato polimérico (lentes oftálmicas) de modo a ser obtido um tratamento de anti-reflexo alternativo. Esta metodologia é utilizada na indústria de componentes eletrônicos, sendo aplicada nos componentes mais conhecidos como "chip". A caracterização foi realizada através de transmitância e a morfologia das amostras foi analisada por microscopia óptica e eletrônica de varredura. A molhabilidade da superfície foi feita por análise de ângulo de contato e resistência ao risco. A cobertura obtida como resultado deste trabalho pode ser um início de uma nova tecnologia para a criação de um "microchip" sobre lentes oftálmicas.

Palavras-chaves: lentes, anti-reflexo, cobertura alternativa, plasma, microondas.

ABSTRACT

Brazil is a country extremely dependent in the ophtalmic branch of foreign technologies is in the manufacture of lenses daily pay-moldable is as in the covering area as: anti-risk, anti-consequence and photocromic. This work has as objective to expand the study of the coverings with proper technology. For in such a way an adaptation of a reactor was made that produces electronic components through a deposition on a polimeric substratum (ophthalmics lenses) in order to be gotten a treatment of alternative anti-reflexion. This methodology is used in the industry of electronic components, being applied in the known components more as "chip". The characterization was carried through through transmitância and the morphology of the samples was analyzed by optic and electronic microscopy of sweepings. The molhability of the surface was made by analysis of angle of contact and resistance to the risk. The covering gotten as resulted of this work can be of a new technology for the one creation "microchip" on ophtalmics lenses.

Keywords: lenses, anti-reflexion, alternative covering, plasma, microwaves

INTRODUÇÃO

A utilização de materiais poliméricos tem aumentando substancialmente nas últimas décadas, sendo a sua aplicação cada vez maior em um grande número de setores da indústria. Geralmente, em razão do baixo custo e propriedades melhores do que os materiais tradicionais. Depois os mais utilizados são os de vidro, que possuem alto peso específico associado a altos índices de refração, baixa flexibilidade na reologia das propriedades específicas, aliado a altos custos de produção.

Atualmente, as técnicas de produção de materiais ópticos de matriz polimérica empregados no processamento industrial são bastante elaborados e demorados, o que eleva significativamente os custos de produção, permitindo pouco controle do processo e apresentando um alto índice de rejeição. A busca de um alto índice de refração deverá reduzir a massa do material acabado, possibilitando com isto, o uso de dispositivos de materiais ópticos de menor espessura, para um mesmo índice de refração, quando comparado com os materiais inorgânicos ou mesmo orgânicos fabricados.

O propósito da cobertura é a modificação exata e proposital das propriedades ópticas, elétricas, químicas e mecânicas da superfície. As coberturas ópticas são provavelmente as únicas neste sentido que todas estas propriedades necessitam ser satisfeitas simultaneamente. [Samson, 1996]

A pesquisa técnico-científica no campo dos materiais ópticos trará a curto prazo, uma tecnologia de baixo custo para a indústria nacional aumentando sua competitividade no ambiente de mercado atual.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O presente trabalho, conta com a utilização de lentes oftálmicas comerciais (ORMA 15) adquiridas da empresa “Essilor”. Tais lentes são feitas de resina orgânica incolor com índice de refração de 1,502 e têm diâmetro de 65/70mm com uma superfície esférica. Usou-se também uma outra lente com formulação inédita a qual neste trabalho é denominada apenas de lente B, sendo produzida e injetada no laboratório de pesquisa do grupo de pesquisa [Fregolente, 2006].

O procedimento de limpeza das amostras consistiu em: lavar com água destilada e detergente neutro as amostras para remoção de gorduras, secar com pano absorvente fino; uma limpeza química com álcool isopropílico durante 5 minutos; e finalmente secagem com ar comprimido.

Após a limpeza, as amostras foram cortadas em formas de lâminas com 5 cm de comprimento e 1,5 cm de largura e posicionadas no porta substratos (feito de alumínio) para a realização dos experimentos.

Deposição de filmes de óxido de silício

A deposição dos filmes de óxido de silício foi feita através de um sistema tipo microondas com auxílio de campo magnético, ou como é mais conhecido “ECR”. O gás utilizado durante as deposições foi uma mistura de argônio (com vazão de 20,0 sccm), oxigênio (com vazão de 20,0 sccm) e silana (com vazão de 200,0 sccm) de modo que fossem obtidos filmes de óxido de silício (SiO_2). Durante estes processos a pressão foi mantida em 20 mTorr, a temperatura de deposição foi mantida em 20°C e a potência da descarga elétrica foi igual a 950 W com tempo de deposição de 30 minutos para cada três lentes. Uma vista geral do aparato experimental utilizado para a realização das deposições é mostrada na figura 1.

Caracterização dos filmes de óxido de silício

As análises de transmitância foram feitas em espectrofotômetro UV-Vis Varian-1G. As amostras foram introduzidas no equipamento e foram determinadas as transmitâncias na região de luz visível (300-780nm).

A superfície da amostra foi analisada em um microscópio eletrônico de varredura (MEV), Leica Leo 440i de alta resolução, complementada por uma análise de espectroscopia por dispersão de energia de raios-x, para a análise semi-quantitativa de metais. A molhabilidade da superfície foi feita por análise de ângulo de contato e resistência ao risco.

RESULTADOS

A maior parte das informações que o ser humano recebe são transmitidas pela visão. A luz visível, que provoca a sensação visual pelo estímulo dos elementos sensoriais da retina corresponde a $\frac{1}{8}$ do espectro eletromagnético.[3] Dentro do espectro eletromagnético, que se estende do 400nm a 760nm, isto no espectro visível, encontra-se um espectro de cores que passa do violeta ao vermelho. Entre os raios de comprimento de onda curto, inferiores de 400nm, incluem-se os ultravioletas, os raios X e a radiação gama.[Ramos et al, 2003].

Existem três tipos de radiação ultravioleta: UVA(315-380nm),UVB(280-315nm) e UVC(100-280nm).

A principal fonte de radiação ultravioleta é o Sol, porém não podemos esquecer das luzes artificiais (incandescentes e fluorescentes), as quais estão presentes em várias atividades humanas.[Matsuhara et al, 2004] A relação causa-efeito entre a radiação UV, luz visível e a ocorrência de danos oculares vem sendo observadas ao longo dos anos. Enquanto os raios no espectro visível que atingem os olhos em condições normais, causam sensação visual, no ultravioleta e infravermelho apresentam efeito lesivo predominantemente fotoquímico e térmico respectivamente. Os efeitos lesivos dos raios UV associados à necessidade de uma melhor performance visual impõe um aprimoramento da luz que chega aos nossos olhos. A maioria dos tratamentos anti-reflexo tem cor residual que atinge a intensidade máxima em torno de 550 nanômetros, na região amarelo-verde do espectro visível exatamente na sensibilidade máxima do olho humano. Todas as lentes estudadas tiveram transmitâncias superior a 95% ocorrendo variação entre 95% a 100%. A figura 2 mostra os espectros de transmitância para as lentes recobertas com óxido de silício e de uma lente não recoberta. Segundo as normas DIN em ISO 14889:1997, estão aptas para condução noturna, as lentes com transmitância de luz visíveis superior a 75%, neste aspecto todas as lentes tanto as comerciais quanto as fabricadas com a cobertura de apenas uma camada de silício estão aptas, pois tiveram valores superiores.

As lentes submetidas a radiação eletromagnética compreendida entre 400 a 720nm demonstraram atingir a intensidade máxima a 470 nanômetros, no comprimento de onda da cor azul, o que é significativo, pois ela melhorou o poder de bloquear parcialmente o espectro de luz visível, aumentando o conforto ocular através da redução do ofuscamento e da fotofobia. Pela análise da microscopia ótica, quanto maior a divisão dos grãos na amostra, ou seja, divisões no crescimento do filme, melhor são suas propriedades

de transmitir e absorver radiação,além disso,quanto menor a transmitância maior será a densidade óptica e melhor a proteção como mostrado na análise de transmitância. Pela análise de microscopia eletrônica, conforme a figura 3, pode-se notar o contorno de grãos visíveis e bem definidos, obtido no reator através de um crescimento feito em camadas laminares, o qual será chamado de crescimento epitaxial.Deve-se salientar que este tipo de procedimento é muito utilizado na fabricação de dispositivos eletrônicos, pois o grau de precisão é elevado, o que pode ser confirmado pela análise de espectroscopia de emissão de raios X. A precisão do crescimento do óxido pode ser observada pelas proporções, pois só há um pico para Si e outro para O.

Pela análise da tabela 1 pode-se observar que apesar do recobrimento deixar passar a água presente na atmosfera, pois o polímero em si apresenta afinidade por água, as lentes estão protegidas contra gordura e óleo, facilitando assim sua limpeza.

Este filme não serviria como uma camada hidrofóbica, mas apenas como uma camada de barreira dificultando a absorção de água, pois a medida que o filme envelhece torna-se mais difícil a absorção de água na superfície.[Kim et al, 2003]

Pela análise dos resultados da Tabela 2, observa-se que apesar do filme apresentar resistência inferior em alguns casos ao do tratamento comercial, a lente B apresentou resultados semelhantes aos obtidos para a lente comercial. Sendo assim,pode-se utilizar a cobertura como anti-risco sem precisar optar por um tratamento anterior na preparação das lentes, eliminando-se uma camada no processo, resultando num acréscimo de qualidade e diminuição de custos. Este tratamento vem a acrescentar uma limpeza das camadas anti-reflexo com conseqüente durabilidade das camadas anti-risco.

CONCLUSÕES

A proteção desenvolvida foi feita para ser uma alternativa para as camadas comerciais reduzindo a intensidade da cor residual. A deposição do filme foi homogênea, pois houve a interação substrato/filme em toda a extensão da amostra, mostrando que o reator estava otimizado para o processo de crescimento de filmes de óxido de silício. Por isso não houve variações em parâmetros como: potência, frequência, fluxo de gás, temperatura, etc, que poderiam acarretar mudança na morfologia do filme depositado. Através da quantidade dos metais presentes na amostra, observar-se que o reator está calibrado, pois a precisão do crescimento do óxido pode ser observada pelas proporções presença dos elementos Si e O. A molhabilidade das lentes mostra que elas estão protegidas contra gordura e óleo, facilitando assim sua limpeza. Este filme não serviria como uma camada hidrofóbica, mas apenas como uma camada de

barreira dificultando a absorção de água, pois a medida que o filme envelhece fica mais difícil a absorção de água na superfície. A lente B apresentou resultados semelhantes aos obtidos para a lente comercial, podendo então ser utilizada a cobertura como anti-risco sem precisar optar por um tratamento anterior na preparação das lentes, eliminando-se uma camada no processo, resultando em acréscimo de qualidade e diminuição de custos. Este tratamento viria a acrescentar a limpeza das camadas anti-reflexo com a durabilidade das camadas anti-risco.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Prof. Dr. José Alexandre Diniz do CCS da Unicamp, que colaborou com a deposição das amostras deste trabalho. EB agradece ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pela bolsa de pesquisa concedida a AKV.

REFERÊNCIAS

- Kim, M.C., Yang, S.H., Boo, J.H., Han, J.G., (2003) *Surface and Coatings Technology*, 174–175, pg. 839–844.
- Matsuhara, M.L., Machado, L.R.G., Fernandes, L.C., (2004) Espectrofotometria de lentes oftálmicas orgânicas de visão simples submetidas á radiação ultravioleta A, ultravioleta B e luz visível, *Arq. Bras. Oftalmol.*, Vol.67(4), pg.571-574.
- Ramos, L.F.F., Fernandes, L.C., Cury, L.A., (2003) Espectrofotometria de lentes oftálmicas filtrantes coloridas sob radiação ultravioleta e luz visível, *Arq. Bras. Oftalmol.*, Vol.66, pg.333-337.
- Samson, F., (1996) *Surface and Coating Technology*, 81, 79-86.
- Vieira, A. K., Aguila, Z., Bittencourt, E., Lucente, P. B., (2006) Study Of Photopolymerization Of Monofunctional And Multifunctional. *European Polymer Journal.*, 2006. Submetido a 24.01.2006. Em: Fregolente, Patrícia Bogalhos Lucente, Estudo da fotopolimerização de monômeros monofuncionais e multifuncionais para produção e recobrimento de lentes oftálmicas. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Química, Campinas, SP.

AUTHORIZATION AND DISCLAIMER

The authors authorize LACCEI to publish the papers in the conference proceedings. Neither LACCEI nor the editors are responsible either for the content or for the implications of what is expressed in the paper.”

1. FIGURES



Figure 1 - Visão geral da câmara de deposição dos filmes-reator de ECR.

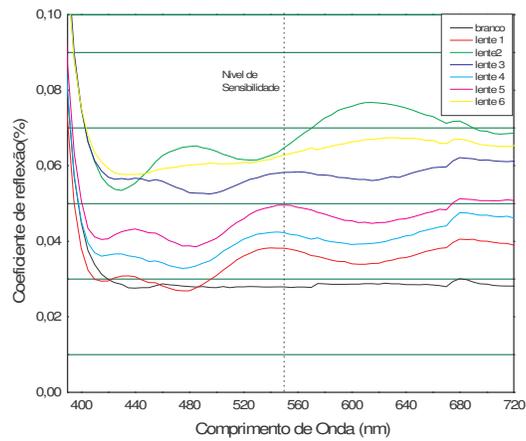


Figure 2 - Espectro de transmitância para lentes recobertas por óxido de sílcio.

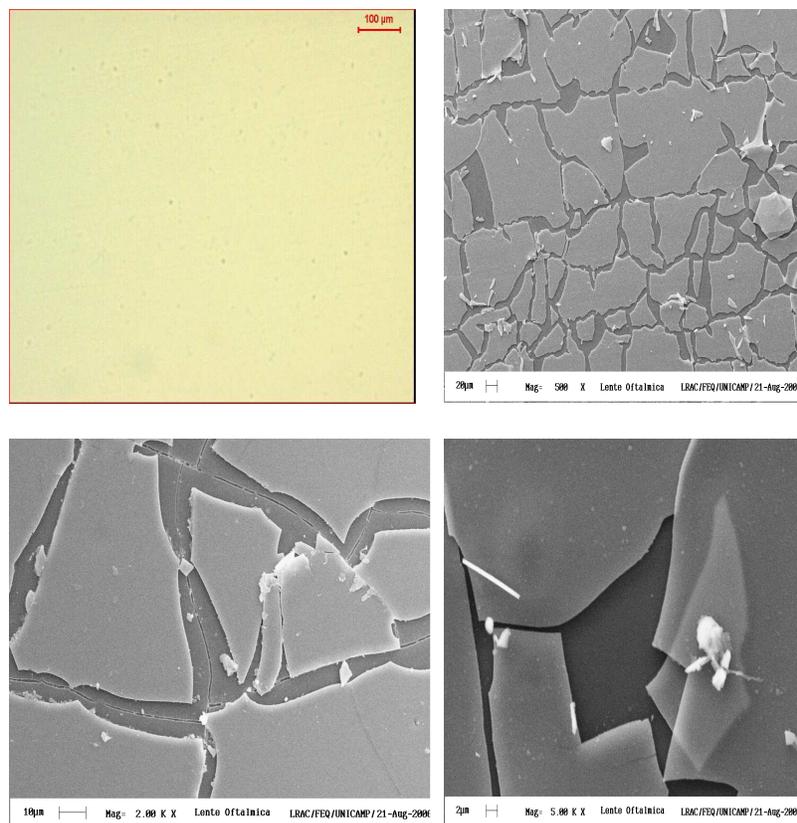


Figure 3 - Micrografias das amostras de lente recobertas com óxido de sílcio.

2. Table

Table 1 - Medidas de Ângulo de Contato.

Lentes	Medidas de Ângulo de Contato (θ)
Lente 1(Orma-15-amostra 1)	$37^\circ \pm 2$
Lente 2(Orma 15-amostra 2)	$39^\circ \pm 2$
Lente 3(B-amostra 1)	$27^\circ \pm 2$
Lente 4(B-amostra 2)	$21^\circ \pm 2$
Lente 5(B-amostra 3)	$21^\circ \pm 2$
Lente 6(B-amostra 4)	$23^\circ \pm 2$

Table 2- Resultado do teste de anti-risco ASTM-3363-05.

Lentes	Dureza do Lapis		
	1	2	3
Orma 15 com tratamento	2H	2H	2H
Lente B com tratamento	5H	6H	5H
Anti-Reflexo Comercial	6H	6H	6H