

ESTUDO COMPARATIVO DOS TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE EM POLITETRAFLUORETILENO (PTFE) PARA APLICAÇÃO EM REGENERAÇÃO ÓSSEA GUIADA (ROG)

Paula A M C Gomes(1)*, Carlos N Elias
Instituto Militar de Engenharia (IME) –
Praça General Tibúrcio, 80, 22290-270, Praia Vermelha,
Rio de Janeiro, RJ, Brasil
*pcairogomes@gmail.com

RESUMO: Amostras de politetrafluoroetileno (PTFE) foram tratadas por duas técnicas de exposição: ao plasma com gás não polimerizável de argônio (Ar) em um reator a plasma com arranjo capacitivo dos eletrodos excitados por radiofrequência (rf); e radiação ultravioleta (UV) numa câmara escura. O objetivo foi investigar os efeitos dos tratamentos nas propriedades superficiais do substrato, verificar a variação da rugosidade e quantificar a molhabilidade. Os parâmetros de rugosidade foram quantificados no rugosímetro e o ângulo anatômico foi medido por meio do goniômetro de ângulo de contato. Como resultado, as caracterizações demonstraram que apenas a técnica de tratamento superficial por plasma altera as características superficiais do PTFE.

PALAVRAS-CHAVE: Superfície. Ultravioleta. Tratamento. Plasma. Politetrafluoretileno (PTFE).

ABSTRACT: Polytetrafluoroethylene (PTFE) samples were treated by two exposure techniques: to plasma with argon (Ar) unpolymerizable gas in a plasma reactor with capacitance arrangement of the electrodes excited by radiofrequency (rf); and ultraviolet (UV) radiation in a darkroom. The objective was to investigate the effects of the treatments on the surface properties of the substrate, to verify the variation of the roughness and to quantify the wettability. The roughness parameters were quantified in the rugosimeter and the anatomical angle was measured by means of the contact angle goniometer. As a result, characterizations have shown that only the plasma surface treatment technique alters the surface characteristics of PTFE.

KEYWORDS: Surface. Ultraviolet. Treatment. Plasma. Polytetrafluoroethylene (PTFE)

1. INTRODUÇÃO

As membranas são classificadas como absorvíveis e não absorvíveis em Regeneração Óssea Guiada (ROG). As membranas de celulose e de e-PTFE (politetrafluoretileno expandido) classificadas como não absorvíveis são as mais utilizadas nos procedimentos regenerativos. A membrana ideal deve ser inerte, mecanicamente resistente, biocompatível, semipermeável, esterilizável, não alergênica e não cancerígena. Caso uma dessas características não esteja presente na membrana, a regeneração dos defeitos periimplantares pode ser comprometida [1,2].

A fim de melhorar as propriedades mecânicas, a biocompatibilidade e a durabilidade modificações têm sido feitas nas membranas [4].

O politetrafluoretileno (PTFE) é um polímero amplamente estudado no campo biomédico e da engenharia para ser utilizado como biomaterial [3].

Ainda que seja uma área pouco pesquisada, a influência da rugosidade e de heterogeneidades das superfícies sólidas na molhabilidade têm sido origem de diversos estudos durante os últimos anos [4,5,6].

O estudo a seguir foi desenvolvido no intuito de averiguar as alterações ocorridas na superfície do material. Nesse contexto, é importante a investigação da modificação causada por tratamentos com plasma de argônio (Ar) e ultravioleta (UV) [2]. Por exemplo, tal tratamento com plasma pode oferecer outros meios que controlem a modificação da superfície e alterem as propriedades do PTFE [3].

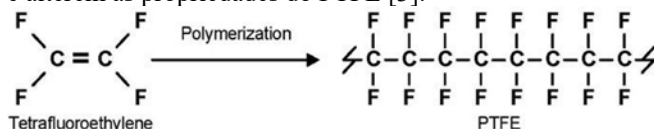


Fig. 1 - Reação de polimerização do politetrafluoroetileno (PTFE) a partir do seu monômero (CF₂-CF₂)_n.

De acordo com Miyamoto (2012), a membrana de PTFE é eficaz no auxílio de tais regenerações ósseas pois em tese elimina o risco de contaminações, aumenta a estabilidade e o controle no momento de aplicá-las no defeito, reduzindo os efeitos nocivos desse tipo de intervenção [8].

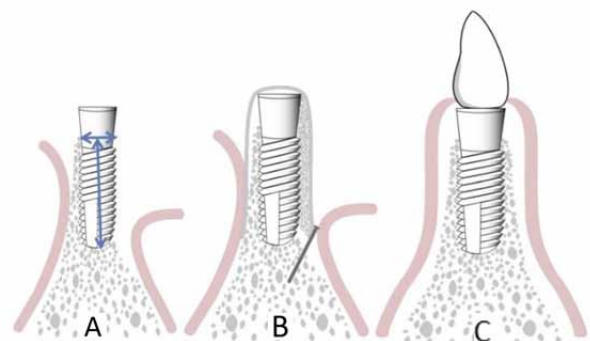


Fig. 2 - (a) Volume adequado do osso (altura e largura) é um pré-requisito para o tratamento com implante bem-sucedido. (b) Membrana e enxerto ósseo são colocados como substituto ósseo para acelerar a formação óssea. (c) Após a formação do novo osso, a prótese final é colocada.

Neste trabalho, foram realizadas modificações na superfície do PTFE por meio do ultravioleta (UV) e tratamento por plasma, visando investigar os efeitos nas propriedades superficiais do substrato. Com isso, pretende-se analisar a rugosidade e a molhabilidade das amostras de PTFE para possíveis aplicações em cirurgias buco-maxilo-facial.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizadas amostras comerciais de PTFE com dois acabamentos, ambos na forma de filme: o primeiro é o politetrafluoretileno denso (d-PTFE), laminado, que recebeu a denominação “barreira”; e o segundo, politetrafluoretileno

expandido (e-PTFE), o qual foi denominado “membrana”. Ambas as amostras foram fabricadas pela empresa Zhenjiang Chunhuan Sealing Materials Co. Ltda., do grupo Chunhua, Cidade de Yangzhong, Província de Jiangsu, China.

A superfície das amostras de PTFE foi analisada da maneira como foi recebida, comparando-a com as propriedades após os tratamentos de superfície por UV e plasma.

Cumpriram-se as seguintes etapas: envelhecimento em câmara ultravioleta e modificação por plasma de argônio (Ar); quantificação da rugosidade e molhabilidade em um goniômetro.

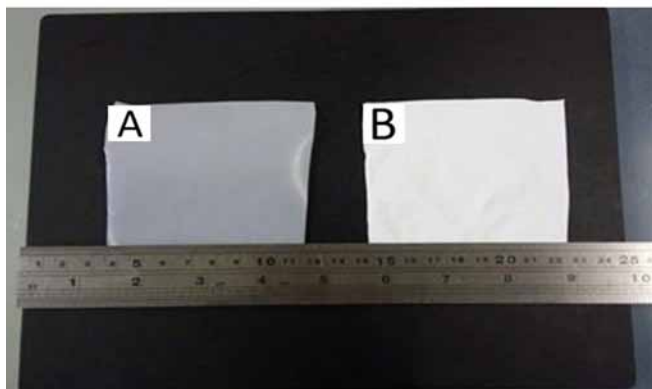


Fig. 3 - Imagens da (a) barreira e (b) membrana de PTFE como recebidas, respectivamente.

2.1 Tratamentos Superficiais Estudados

2.1.1 Tratamentos Por Exposição à Radiação Ultravioleta

As amostras de PTFE foram submetidas ao envelhecimento em uma câmara escura ultravioleta modelo SL-204, com 2 lâmpadas emissoras de raio UV (ação germicida), com comprimentos de onda de 254 e 365 nm. A membrana e a barreira foram submetidas ao envelhecimento por 24h.

2.1.2 Tratamentos por Plasma.

As superfícies das amostras de PTFE também foram tratadas por plasma com gás de Argônio com correntes de 32,5 e 25 mA para barreira e membrana, respectivamente, por 10 minutos. Aplicou-se uma pressão de gás de 0,05 mbar. O equipamento utilizado foi o Balzers Union, modelo FL-9496B.

2.2 Técnicas de caracterização Experimental

2.2.1 Rugosidade

Medidas de ângulo de contato foram realizadas em um goniômetro FTA 200 (FirstAngle) na membrana e na barreira de PTFE.

3 RESULTADO E DISCUSSÕES

Comparando ambas as técnicas, UV e plasma, percebe-se que em virtude da energia empregada e de outros fatores,

como o tempo de exposição, a corrente e a pressão interna da câmara [9] a técnica de tratamento por plasma mostrou provocar maiores mudanças de rugosidade em relação a de UV.

Para verificar a eficiência dos tratamentos de modificação da superfície das amostras barreira e membrana, foram realizados ensaios de rugosidade e de molhabilidade. Os resultados obtidos a partir das análises das amostras de PTFE, antes e após o tratamento de modificação da superfície estão na Tabela 1.

Tab 1: Resultados dos ensaios de rugosidade.

Amostra	Barreira(μm)	Membrana(μm)
sem tratamento	0,3001	1,0002
após 24h UV	0,3152	1,1031
após 10 min plasma	1,0002	2,7351

Com base nos resultados da Tabela 1 pode-se afirmar que antes de serem submetidas ao tratamento da superfície a amostra membrana já apresentava maior rugosidade do que a barreira. Tal fato se justifica pela maneira como o material é processado, nesse caso, laminação e extrusão, respectivamente [9,10]. Após serem submetidas ao tratamento da superfície com o UV por 24h, não houve alteração significativa na rugosidade dos materiais em comparação ao estado anterior ao tratamento.

A partir da análise da rugosidade, a expectativa era de que após o tratamento na câmara de UV o material pudesse apresentar resultados de rugosidade diferentes. Entretanto, esse tipo de tratamento de superfície não se mostrou eficiente na Barreira, uma vez que o próprio substrato já apresenta rugosidade pré-tratamento (0,3001) muito parecida com o substrato tratado (0,3152). O mesmo pode ser dito da Membrana, cuja rugosidade pré-tratamento (1,0002) também se assemelha à da amostra tratada (1,1031) [11].

As amostras foram submetidas ao tratamento com plasma por 10min pois, testadamente, em tempos maiores houve perfuração nos materiais devido à maior incidência de plasma naquela região. Após esse tratamento, foram observadas alterações nas energias superficiais (gota-material) - assim como na membrana com poros presentes na superfície [12]. Tal resultado pode ser comprovado pelos valores dos ângulos de contato, uma vez que a rugosidade aumentada no tratamento pode contribuir com a histerese do ângulo devido à presença de ar aprisionado.

O fato da amostra membrana, tanto antes como depois dos tratamentos, possuir poros na superfície do substrato graças ao processo de extrusão é um dos fatores que contribuem com a histerese do ângulo de contato. Com o decorrer do tempo, infiltrações do líquido ocorrem nos poros do substrato, o que resulta na obtenção de ângulos de contato menores do que 90° , indicando uma grande molhabilidade em sua superfície. Pode-se verificar, através desses ângulos, que a amostra Barreira que não possui porosidade é mais hidrofóbica que a Membrana (Figura 4), em virtude de apresentar valores de ângulos médios superiores a 90° [13,14,15].

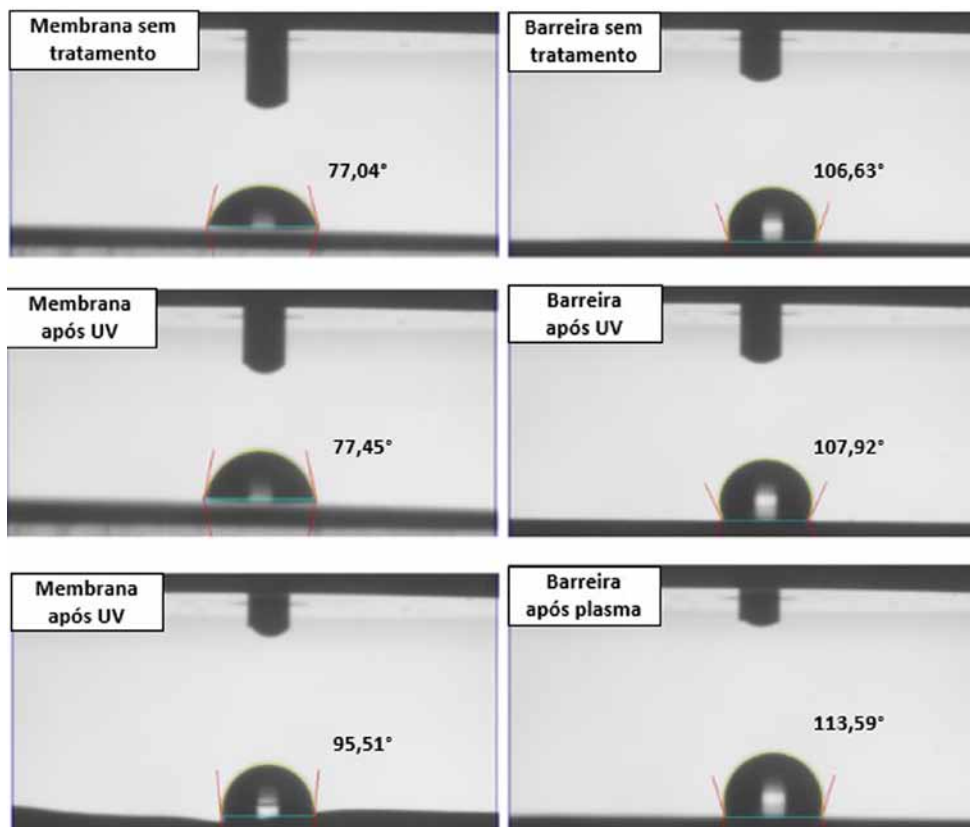


Fig. 4 - Imagens da análise de molhabilidade das amostras barreira e membrana antes e depois dos tratamentos. Na análise de ângulo de contato da gota um ponto importante a ser observado são os principais fatores que podem causar a histerese do ângulo de contato: não topográfica - causada pela rugosidade do substrato ou porosidade superficial; e não homogeneidade química devido a presença de contaminantes, segregação e inclusões na superfície do sólido [16].

5. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos no presente trabalho permitem concluir que:

- a membrana e a barreira de PTFE possuem características morfológicas diferentes, as quais podem ser associadas ao processamento (laminação e extrusão);
- as diferenças nas morfologias influenciaram nas propriedades do material, o que altera o comportamento durante o uso em aplicações para ROG;
- Após o tratamento em câmara de UV não foram observadas modificações significativas na superfície das amostras barreira e membrana, mesmo após um tempo prolongado de exposição ao UV. No entanto, notou-se uma maior influência nas propriedades superficiais utilizando tratamento por plasma de Ar. Estes resultados foram observados pelas técnicas de caracterização (rugosidade e molhabilidade);
- A partir das análises da molhabilidade na amostra membrana, o ângulo foi menor comparado ao da barreira, indicando assim uma maior molhabilidade na sua superfície. Após o tratamento por plasma, verificou-se que tanto a barreira quanto a membrana são hidrofóbicas, apresentando valores próximos ou maiores que 90°;
- A amostra membrana apresentou maior rugosidade na sua superfície, sendo assim ela seria mais indicada para o uso como biomaterial para aplicação em ROG.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] GAUER, L.; Takemoto, M.; Camila, D. Regeneração óssea guiada associada a membrana de politetrafluoretileno expandido (ptfe-e). *Revista Tecnológica*, v. 3, n. 2, p. 60-67, 2015.
- [2] CAMPOS L, SIPES E. Laparoscopic hernia repair: use of a fenestrated PTFE graft with endoclips. *Surg Laparosc Endosc*. 3(1): 35-8, 1993.
- [3] JAKUS SM, SHAPIRO A, HALL CD. Biologic and synthetic graft use in pelvic surgery: a review. *Obstet Gynecol Surv*. 63(4): 253-66, 2008.
- [4] CRUZ M., Reis C.C., Silva V.C. Utilização da Allumina® (Al₂O₃) como filtro biológico na regeneração guiada dos tecidos. *Odontol Mod*. V18, N 5, p20. 1991.
- [5] PIRES, A.L.R., Bierhalz, A.C., Moraes, Â.M., Biomaterials: Types, Applications, And Market. *Química Nova*, 38(7): 957-971 (2015).
- [6] ZHANG, Y., Zhang, X., Shi, B., & Miron, R. J. (2013). Membranes for guided tissue and bone regeneration. *Annals of Oral & Maxillofacial Surgery*, 1(1), 10.
- [7] WADHAWAN, A. et al. Gore-tex versus resolut adapt GTR membranes with perioglas in periodontal regeneration. *Contemporary Clinical Dentistry*, v.3, n.4, p.406-411, 2012;
- [8] MIYAMOTO, I. et al. Alveolar ridge reconstruction with titanium mesh and autogenous particulate bone graft: Computed tomography-based evaluations of augmented bone quality and quantity. *Clin. Impl. Dent. Relat. Res*. v.14, n.2, p.304-31, 2012.
- [9] TSENG, D. Y., Edelman ER. J. *Biomed. Mater. Res*. 1998; 42: 188.
- [10] BADEY, J. P., Espuche E, Saga D, Chabert B. *Polymer (London)* 1996; 37: 1377.
- [11] GARBASSI F, Morra M, Occhiello E. *Polymer Surfaces from Physics to Technology*. JohnWiley: Chirchester, 1994.
- [12] WILSON, D. J.; Willians, R. L.; Pond, R. C. Plasma modification of PTFE surfaces. Part I: Surfaces immediately following plasma treatment. *Surface and Interface Analysis*, 31: 385-396 (2001).
- [13] JOLY, J.; Bazan, D.; Martorelli A. Clinical and radiographic evaluation of periodontal intrabony defects treated with GTR: A pilot study. *J. periodontol*. 2002;73: 353-354.
- [14] POMIN, E.. Efeito do tratamento a plasma do Politetrafluoroetileno (PTFE) das suas propriedades eletrostáticas e superficiais, 134p, Sorocaba, 2011.
- [15] AGOSTINHO, O. L.; Rodrigues, A. C. S.; Lirani, J. Tolerâncias, ajustes, desvios e análise de Dimensões. São Paulo, Editora Edgard Blucher, 2004.
- [16] LAI, C. L.; Liou, R. M.; Chen, S. H.; Huang, G. W.; Lee, K. R. Preparation and characterization of plasma-modified PTFE membrane and its application in direct contact membrane distillation. *Desalination*, v. 267, p. 184-192, 2011.