

AVALIAÇÃO COMPARATIVA, POR MEIO DE RUGOSIMETRIA TRIDIMENSIONAL, DE DIFERENTES TRATAMENTOS SUPERFICIAIS PARA CIMENTAÇÃO ADESIVA DE COMPÓSITOS

L.P. Soares¹; A.H.M.F.T. Silva²; D.F. Jaccomo¹;
E. M. Sampaio^{2*}; A. B. Vasconcellos¹;

*Rua Alberto Rangel – Vila Nova, s/n; 28630-050, Nova Friburgo

¹ Universidade Federal Fluminense (UFF) – Departamento de Análise Odontológica

² Universidade do Estado do Rio de Janeiro – Campus Regional Instituto Politécnico (UERJ/IPRJ) – Laboratório de Adesão e Aderência (LAA)

RESUMO

Este estudo tem por objetivo avaliar a rugosidade de compósitos restauradores diretos e indiretos, após diferentes tipos de tratamento superficial indicados para cimentação adesiva. O compósito utilizado nesta primeira etapa foi o P60 (3M), submetido a diferentes tratamentos químicos e mecânicos. A partir dos resultados obtidos via rugosimetria tridimensional foi possível verificar que o microjateamento com óxido de alumínio (tratamento mecânico) é mais eficiente em aumentar a rugosidade superficial média (S_a) dos substratos do que os ataques ácidos com ácido fluorídrico e ácido fosfórico (tratamento químico). Quando usados em conjunto, verificou-se que o ataque químico com ácido fluorídrico em superfícies jateadas com óxido de alumínio promoveu um aumento suave dos valores de S_a das mesmas. O aumento do parâmetro S_a possivelmente estará associado a uma melhor ancoragem mecânica na utilização destas superfícies em processos odontológicos de adesão.

Palavras-chave: materiais compósitos, cimentos odontológicos, adesão.

INTRODUÇÃO

Um dos principais fatores associados ao sucesso de processos de adesão consiste no tratamento adequado dos substratos utilizados. Os tratamentos podem ser, basicamente, de dois tipos: tratamentos mecânicos, nos quais a superfície é atacada por jateamento em níveis diferentes de intensidade e com uma variedade de granalhas, tanto na forma quanto no material; e tratamentos químicos, nos quais

o substrato é submetido ao ataque por solução ácida específica, em concentrações e períodos pré-determinados. Os tratamentos mecânicos são, em sua maioria, os responsáveis pela obtenção dos níveis mais elevados de rugosidade média (*Mean Roughness* – Sa), produzindo superfície com grande número de picos e vales, tão mais pronunciados quanto maior a intensidade do jateamento. Por outro lado, os tratamentos químicos são geralmente utilizados quando se deseja obter níveis maiores de microrugosidade. De forma simplificada, as macrorugosidades estarão relacionadas aos picos e vales de maior comprimento de onda, enquanto as microrugosidades estarão permeadas por toda a superfície como ondas de elevada frequência. Tanto a macro quanto a microrugosidade estarão diretamente associadas a uma ancoragem mecânica e a molhabilidade, elementos principais em um processo de aderência e adesão, respectivamente. Para adesivos de alta densidade, isto é, adesivos que não molham a superfície, alta rugosidade melhora a aderência de juntas coladas⁽²⁾. Entretanto, para os adesivos de baixa viscosidade, isto é, adesivos que molham a superfície do substrato, é necessário investigar a molhabilidade como primeiro parâmetro para melhoramento da aderência. Outro aspecto importante nesta análise é a presença de vales superficiais. Uma superfície contendo um elevado número de vales, de preferência pronunciados, apresenta uma capacidade teoricamente maior de retenção de fluido. Os vales consistirão, assim, em sítios para uma ancoragem mecânica otimizada, o que conduzirá a uma adesão mais resistente do ponto de vista mecânico.

Em Odontologia, a análise da rugosidade nos procedimentos restauradores vem ganhando espaço cada vez maior nas áreas de ciência e pesquisa, visto que o condicionamento superficial adequado permitirá um melhoramento da retenção das restaurações nas estruturas dentárias preparadas, com maior preservação de estrutura dental remanescente, representando uma maior segurança e conforto para o paciente. O condicionamento superficial interno das restaurações indiretas, por meio químico e/ou mecânico, associado à utilização de sistemas adesivos poliméricos de baixa viscosidade, permitirá uma adequada cimentação adesiva da peça, favorecendo a uma maior retenção, menor sensibilidade pós-operatória e minimização do surgimento de cáries secundárias por micro-infiltração pós-cimentação. As amostras utilizadas em análises odontológicas consistem em materiais resinosos biocompatíveis, comumente utilizados em procedimentos clínicos. Dentre os tratamentos mecânicos, destaca-se o microjateamento com óxido

de alumínio. Trata-se de um material utilizado para obtenção de níveis moderados de rugosidade, porém adequado para a aplicação clínica. O ácido fluorídrico a 10% e o fosfórico entre 30 e 40%, em distintos tempos de condicionamento, representam os principais agentes para o tratamento químico superficial interno em restaurações indiretas de compósitos.

Há na literatura, reduzido número de estudos acerca de tratamentos superficiais para a cimentação adesiva de compósitos. Alia-se a tal, a adoção aleatória de diferentes tipos de metodologias, contribuindo para a divergência na obtenção de resultados que possam vir a facilitar o desenvolvimento de protocolo clínico para tal procedimento^(3,4,5,6).

MATERIAIS E MÉTODOS

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes técnicas de condicionamento na rugosidade superficial de um compósito micro-híbrido (P60 / 3M), utilizando um rugosímetro tridimensional (Talyscan 150 / Taylor Hobson). Este material polimérico é amplamente utilizado em procedimentos restauradores odontológicos, sendo indicado também para restaurações estéticas cimentadas adesivamente. Foram confeccionados 25 corpos de prova por meio de uma matriz de silicone (4 x 4 x 2 mm) e uma de poliéster, fotoativando-se por 20s (aparelho fotopolimerizador 2500 / 3M), sendo os mesmos distribuídos em 5 grupos de 5 amostras:

- Grupo I – sem condicionamento (controle);
- Grupo II – condicionamento com ácido fluorídrico a 10% por 30s;
- Grupo III – condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 60s;
- Grupo IV – microjateamento com óxido de alumínio (Microetcher II / EDS) por 5s;
- Grupo V – microjateamento com óxido de alumínio por 5s + ácido fluorídrico a 10% por 30s.

As leituras das superfícies das amostras foram realizadas por meio de um Rugosímetro Tridimensional TalyScan 150 (Taylor Hobson), com precisão de malha x-y de 1 x 20 µm. Foi adotada uma velocidade de varredura de 1000 µm/s. As superfícies foram filtradas para análise de rugosidade utilizando-se um cut-off de

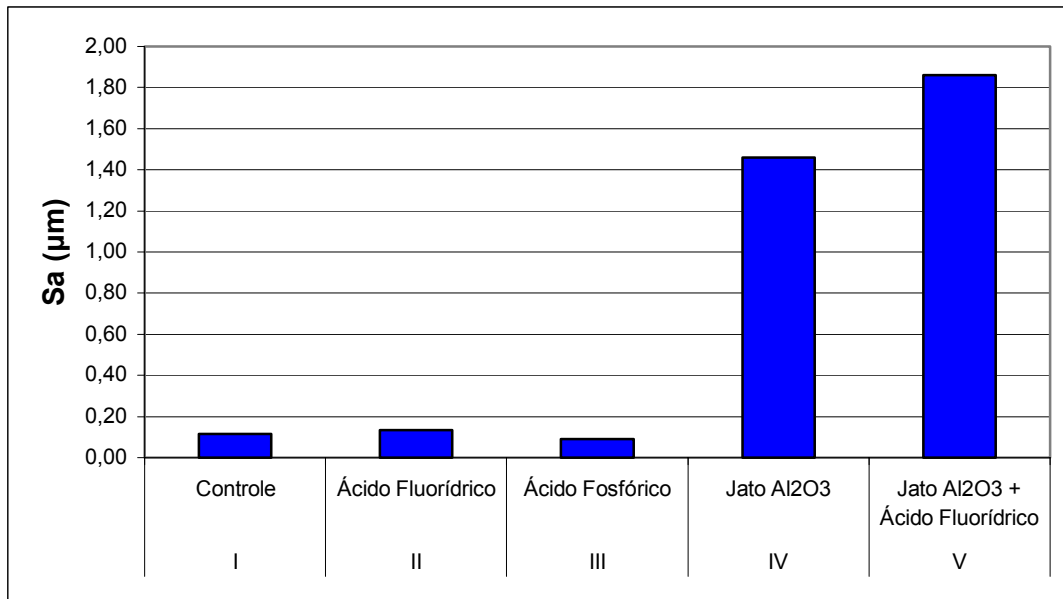
0,25mm, segundo a norma ISO 4288:1996. Após a análise, foram extraídos os valores de Sa, Sz,

RESULTADOS E DISCUSSÃO

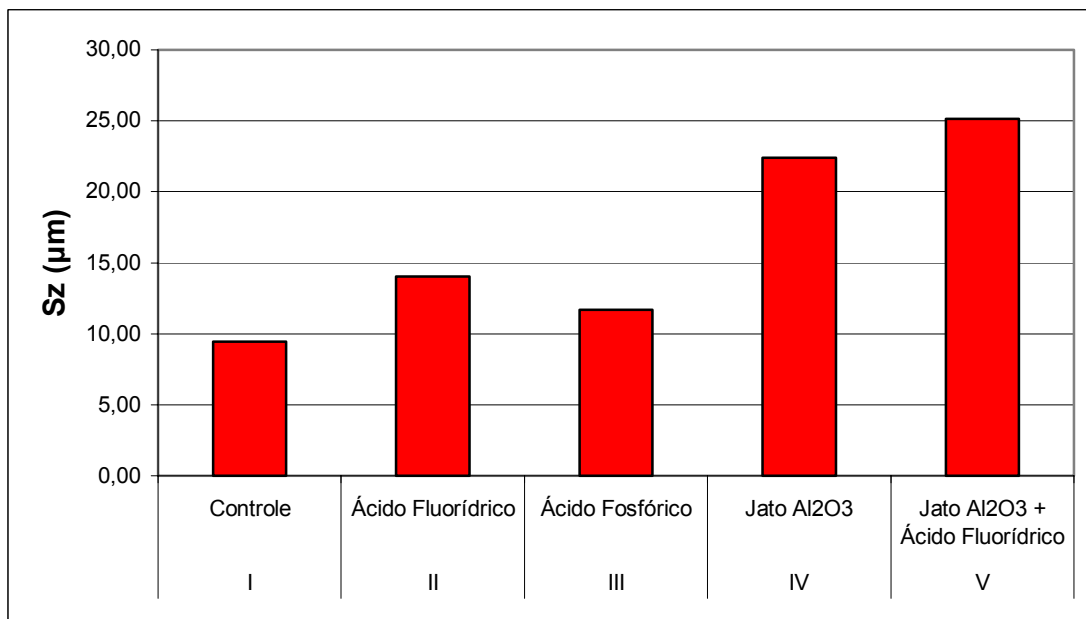
Apresentam-se na tabela a seguir – Tabela 1 – e na Figura 1 os principais resultados referentes à análise superficial das resinas em estudo.

Tabela 1 – Parâmetros Superficiais

Grupo	Descrição	Sa (μm)	Rz (μm)
I	Controle	0,114 \pm 0,009	9,43 \pm 5,44
II	Ácido Fluorídrico	0,135 \pm 0,074	14,04 \pm 7,02
III	Ácido Fosfórico	0,089 \pm 0,023	11,68 \pm 5,33
IV	Jato Al ₂ O ₃	1,459 \pm 0,495	22,40 \pm 5,60
V	Jato Al ₂ O ₃ + Ácido Fluorídrico	1,859 \pm 0,574	25,14 \pm 6,09



(a) Rugosidade Média



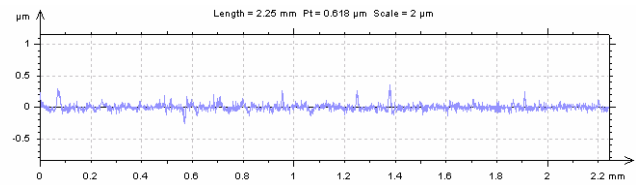
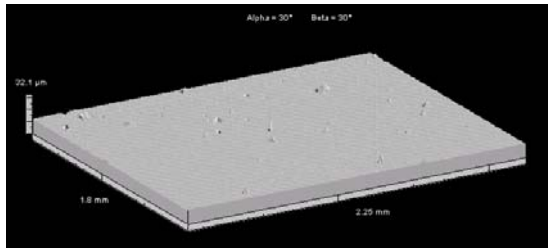
(b) Sz

Figura 1 – Parâmetros Superficiais.

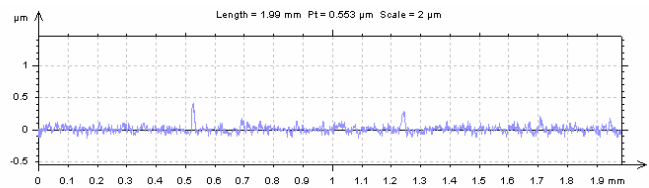
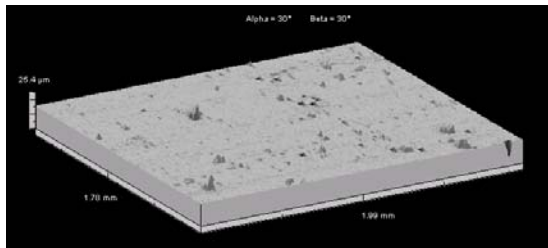
O parâmetro de Sa (*Mean Roughness*) é um bom estimador da **rugosidade média** de uma superfície, estando muito vezes associado à tentativa de padronização de um certo nível de rugosidade em determinado tratamento clínico. A partir dos dados apresentados, é possível verificar que os ataques com solução ácida (ácido clorídrico e ácido fluorídrico) não promoveram um aumento significativo

no grau de rugosidade média (S_a) e relação ao grupo controle. Por outro lado, o jateamento com óxido de alumínio conduziu a um aumento significativo deste parâmetro em relação ao grupo controle, da ordem de 1000%. O ataque químico associado ao ataque mecânico, representado pelas superfícies jateadas com óxido de alumínio e, em seguida, submetidas à solução ácida de ácido fluorídrico (Grupo V), foi o que forneceu os maiores valores de rugosidade superficial. As superfícies jateadas e atacadas quimicamente (Grupo V) apresentaram um aumento de, aproximadamente, 30% do valor de S_a em relação às superfícies apenas jateadas (Grupo IV). As assertivas anteriores são corroboradas pela análise estatística dos dados. A análise pelos métodos Student-Newmann-Keuls e LSD – Fisher Distribution mostrou que os grupos I, II e III são homogêneos, não apresentando diferenças do ponto de vista estatístico. Entretanto, tanto o grupo IV quanto o V foram considerados estatisticamente diferentes do grupo controle, embora homogêneos entre si.

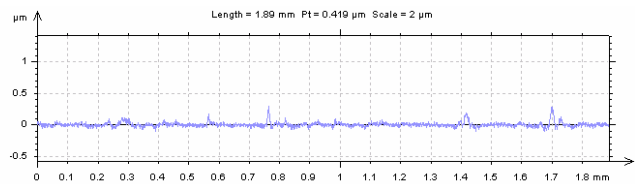
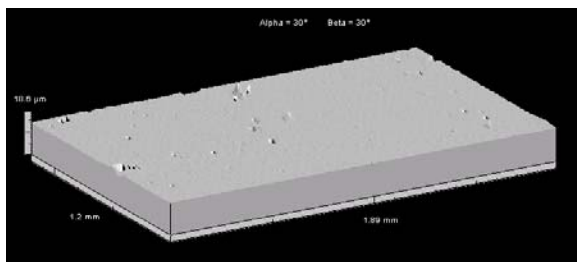
São apresentadas a seguir as imagens referentes aos perfis 2D e 3D de rugosidade, associados a cada uma das superfícies, onde é possível verificar visualmente o menor grau de picos e vales nas superfícies que não foram tratadas mecanicamente a partir do jateamento com óxido de alumínio.



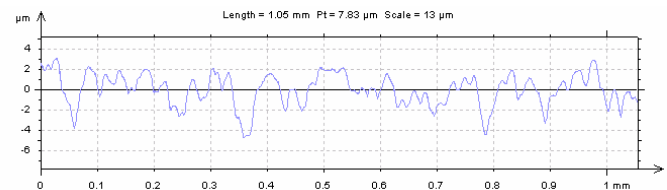
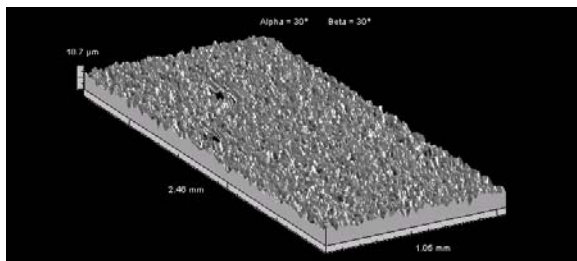
(a) Grupo I – Controle



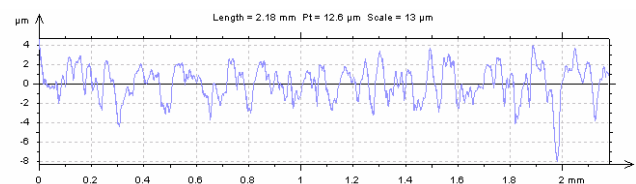
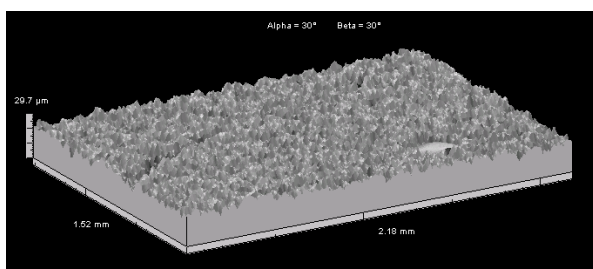
(b) Grupo II – Ácido Fluorídrico



(c) Grupo III – Ácido Fosfórico



(d) Grupo IV – Jato Al₂O₃

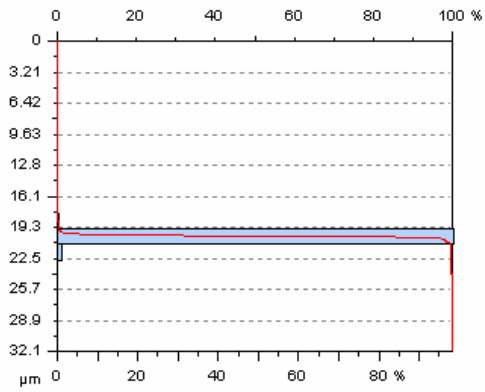


(e) Grupo V - Jato Al₂O₃ + Ácido Fluorídrico

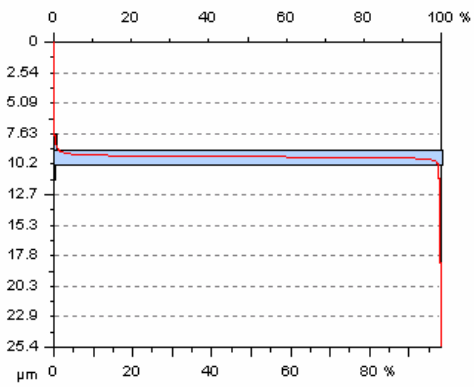
Figura 2 – Superfícies (3D) e Perfis (2D) de Rugosidade.

O parâmetro Rz é a distância média entre os 5 picos mais altos e os cinco vales mais profundos, dentro de um comprimento medido em um perfil (ISO 4287)⁽¹⁾. O seu análogo para uma superfície é o parâmetro Sz. Como podemos observar, assim como para o parâmetro Sa, o parâmetro Sz apresentou um aumento significativo (da ordem de 100%) apenas quando se utiliza o jateamento como instrumento de tratamento e condicionamento das superfícies.

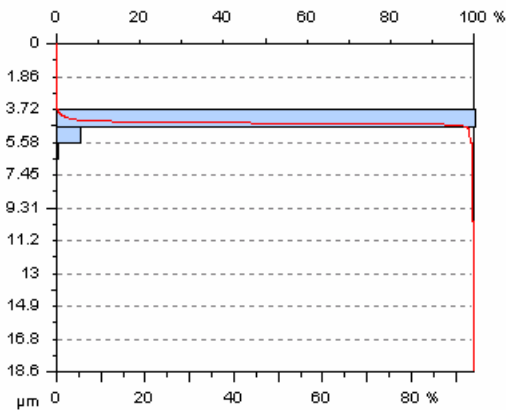
Como mostram as curvas de Abbott-Firestone a seguir, os maiores valores de Sa e Sz estão associados neste caso a uma maior incidência de picos e vales nas superfícies da resina, o que estará diretamente associado à ancoragem mecânica adequada da resina ao substrato dentário.



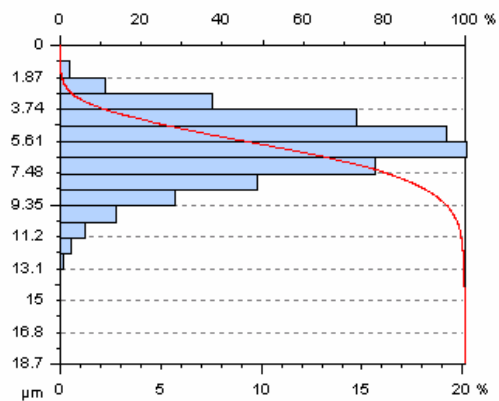
(a) Grupo I – Controle



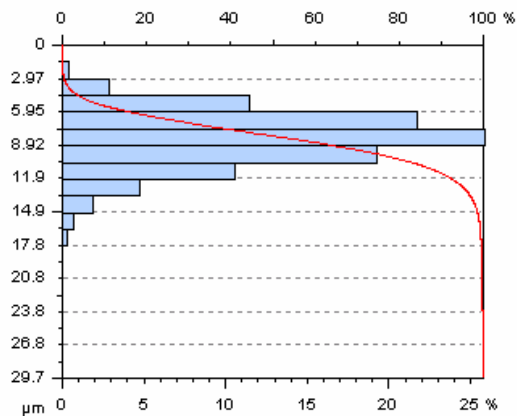
(b) Grupo II – Ácido Fluorídrico



(c) Grupo III – Ácido Fosfórico



(d) Grupo IV – Jato Al_2O_3



(e) Grupo V - Jato Al_2O_3 + Ácido Fluorídrico

Figura 2 – Curvas de Abbot-Firestone

CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos é possível concluir que a combinação dos ataques químico e mecânico foi o tratamento superficial que conduziu à maior incidência de picos e vales na superfície das resinas, seguida do tratamento

puramente mecânico com jato de Al_2O_3 e, de forma bastante inferior, pelos ataques químicos utilizados isoladamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - FACCIO, Ian, ***Investigações sobre o acabamento superficial de usinagens com altíssima velocidade de corte***. 2003. Tese (Mestrado) - Escola Politécnica - USP, São Paulo.
- 2 - SAMPAIO, E.M., LIMAVERDE, A. M , SILVA, A.H.M.F, BRAGA, F.J.C. Influência do Tratamento Superficial na Resistência Mecânica de Juntas de Cisalhamento Coladas, IV Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, CONEM -2006, Recife, Pernambuco.
- 3 - SOARES, C. J. ; GIANNINI, M. ; OLIVEIRA, M. T. ; PAULILLO, L. A. M. S. ; MARTINS, L. R. M. Effect of surface treatments of laboratory-fabricated composites on the microtensile bond strength to a luting resin cement. ***J Appl. Oral Science*** 12(1): 45-50, 2004;.
- 4 - VIDAL, L.P.; OLIVEIRA, A.C.C. de; PACHECO, J.F.M. Influência do tratamento interno na colagem de compósitos para restaurações indiretas. ***J Brás. Clin. Odontol.*** Int, Curitiba, v.6, n. 131, p. 57-61, jan./fev. 2002.
- 5 - SHORTALI, A.C.; BAYLIS, R.L.; WILSON, H.J. Composite inlay/luting resin bond strength – surface treatments effects. ***Journal of Dentistry***, v. 24, n. 1-2, p. 129-135, 1996.
- 6 - ELLAKWA, A.E.; SHORTALL, A.C.C.; BURKE, F.J.T.; MARQUIS, P.M. Effects of grit blasting and silanization on bond strengths of a resin luting cement to Belleglass HP indirect composite. ***American Journal of Dentistry***, v. 16. n.1. February, 2003.

THREEDIMENSIONAL ROUGHNESS ANALYSIS OF SURFACE TREATMENTS FOR ADHESIVE BONDING IN COMPOSITE MATERIALS

ABSTRACT

The present work presents a study about the surface roughness level observed in composite materials after several surface treatments usually related to adhesive bonding. It was used the composite material known as P60 (3M), submitted to different surface treatments, both chemical and mechanical. By the results obtained using 3D Roughness Analysis, it was possible to verify that microblasting with Al_2O_3

(mechanical treatment) increased the Surface Mean Roughness (Sa) more strongly than chemical treatments like HF e H_3PO_4 . When carried out together, it was verified that surfaces firstly microblasted with Al_2O_3 did not present a strong increase in Sa when submitted to chemical treatment with HF. For a given surface, an increase in Sa parameter is possibly related to a better joint resistance, which is demanding in everyday procedures in dentistry.

Key-words: composite materials, dentistry materials, adhesion.