

Universidade do Grande Rio Professor José de Souza Herdy
UNIGRANRIO

André Canella Lombardi Neto

Avaliação da hidroxilação do substrato metálico na adesão
da resina de poli(metilmetacrilato) para próteses sobre implantes

Duque de Caxias

2017

André Canella Lombardi Neto

Avaliação da hidroxilação do substrato metálico na adesão
da resina de poli(metilmacrilato) para próteses sobre implantes

Dissertação apresentada à Universidade do
Grande Rio “Professor José de Souza Herdy”
como parte dos requisitos parciais para obtenção
do grau de Mestre em Odontologia.

Área de Concentração: Implantodontia

Orientador: Prof. Dr. Plínio Mendes Senna

Duque de Caxias

2017

CATALOGAÇÃO NA FONTE/BIBLIOTECA – UNIGRANRIO

L842a Lombardi Neto, André Canella.

Avaliação da hidroxilação do substrato metálico na adesão da resina de poli(metilmacrilato) para próteses sobre implantes / André Canella Lombardi Neto. - Duque de Caxias, 2017.

27 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado em Odontologia/Implantodontia) – Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza Herdy”, Escola de Ciências da Saúde, 2017. “Orientador: Plínio Mendes Senna”.

1. Odontologia. 2. Implantodontia. 3. resina polimetilmetacrilato. 4.

André Canella Lombardi Neto

**AVALIAÇÃO DA HIDROXILAÇÃO DO SUBSTRATO METÁLICO NA ADESÃO
DE RESINA DE POLI(METILMETACRILATO) PARA PRÓTESE SOBRE
IMPLANTE**

Dissertação apresentada à Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza Herdy” UNIGRANRIO para obtenção do grau de Mestre em Odontologia.

Área de Concentração:
Implantodontia

Aprovada em 10 de agosto de 2017.

Banca Examinadora



Prof. Dr. Charles Marin
UNIGRANRIO – Universidade do Grande Rio



Prof. Dr. Hélio Rodrigues Sampaio Filho
UERJ – Universidade do Estado do Rio de Janeiro



Prof. Dr. Rodrigo Granato
UNIGRANRIO – Universidade do Grande Rio

“Sonhos determinam o que você quer, ação determina o que você conquista.”

Aldo Novak

AGRADECIMENTOS

À Universidade do Grande Rio (Unigranrio), na pessoa de seu magnífico reitor, professor Arody Cordeiro Herdy, e coordenador dos cursos de pós-graduação em odontologia, professor Edson Jorge Lima Moreira, pela oportunidade outorgada.

À Deus, por estar sempre presente na minha jornada de vida, nos bons e maus momentos.

Ao meu coordenador, professor Edson Jorge Lima Morerira, obrigado pela atenção, sabedoria e paciência.

Ao meu orientador, professor Plínio Senna, pela dedicação e incentivo prestados ao longo de todo o curso.

Aos professores, Rodrigo Granato e Charles Marin, pela sabedoria e pelos conhecimentos transmitidos.

À minha família querida, por todo apoio prestado e paciência, em especial à minha esposa Paula e meus filhos Jorge, Claudio e Ana Lúcia. Sem vocês nada disso seria possível.

À todos os colegas e professores do curso de mestrado pelo convívio , aprendizado e troca de experiências profissionais ao longo desses anos .

E finalmente aos meus pais, Jorge e Teresa por me darem a vida e a criação para que eu conseguisse sonhar e concretizar esse sonho.

RESUMO

Com a disseminação dos implantes dentários na sociedade, as próteses totais fixas metaloplásticas tem se popularizado para a reabilitação dos indivíduos desdentados. Afim de melhorar a união entre a resina e o metal e diminuir as complicações protéticas, tem sido proposto o uso de silanos, que são moléculas para unir moléculas orgânicas aos metais. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar se a hidroxilação do metal, realizada antes da aplicação do silano, melhora a força de adesão da resina acrílica (PMMA) com o titânio (Ti) e o cobalto-cromo (CoCr). Quarenta discos metálicos, sendo 20 de Ti e 20 de CoCr, metade deles foram hidroxilados por imersão em solução piranha (ácido sulfúrico 98% e peróxido de hidrogênio 30%, 1/1 em volume) por 1 hora, Ti-OH e CoCr-OH, enquanto a outra metade foi imersa apenas em ácido sulfúrico pelo mesmo tempo para obtenção de um grupo controle com rugosidade semelhante, Ti e CoCr. Após a secagem foi feita a aplicação do metacriloxisilano em todos os discos seguindo as orientações do fabricante (VIPI, SP, Brasil) e em seguida foram incluídos em uma mufla para prensagem de resina de PMMA. Após o acabamento dos corpos de prova com broca de tungstênio, todos os corpos de prova foram imersos em água destilada. Metade dos espécimes de cada grupo foram testados após 24 horas e a outra após 30 dias de envelhecimento na água destilada. Para avaliação da força adesiva, foi utilizado um ensaio de cisalhamento por extrusão em uma máquina de ensaio universal (EMIC DL 2000 MF) com velocidade de 0,5 mm/s, no qual foi registrada a força no momento da ruptura. Observou-se que a hidroxilação da superfície não influenciou a adesão da resina acrílica ao Ti e ao CoCr ($p > 0,05$) e o envelhecimento em água não foi capaz de promover degradação hidrolítica do silano ($p > 0,05$). Porém a força de adesão ao Ti foi melhor que ao CoCr ($p < 0,05$).

Foi possível concluir que a hidroxilação prévia do metal não melhorou a adesão da resina de PMMA ao metal.

Palavras chave: resina poli(metilmetacrilato), titânio, cobalto-cromo, adesão.

ABSTRACT

With the dissemination of dental implants in society, total fixed metalloplastic prostheses have become popular for the rehabilitation of edentulous individuals. In order to improve the bond between resin and metal and to reduce prosthetic complications, it has been proposed the use of silanes, which are molecules to bind organic molecules to metals. Therefore, the objective of this study was to evaluate if the hydroxylation of the metal before the silane application improves the adhesion strength of the acrylic resin (PMMA) with titanium (Ti) and cobalt-chromium (CoCr). Forty metal disks, being 20 Ti and 20 CoCr, half of them were hydroxylated by immersion in piranha solution (98% sulfuric acid and 30% hydrogen peroxide, 1/1 by volume) for 1 hour, Ti-OH and CoCr- OH, whereas the other half was immersed only in sulfuric acid for the same time to obtain a control group with similar roughness, Ti and CoCr. After drying, the methacryloxysilane was applied to all discs following the manufacturer's instructions (VIPI, SP, Brazil) and then they were included in a muffle for PMMA resin pressing. After the test pieces were finished with tungsten drill, all specimens were immersed in distilled water. Half of the specimens from each group were tested after 24 hours and the other after 30 days of aging in the distilled water. To evaluate the adhesive strength, an push out shear test was used in a universal test machine (EMIC DL 2000 MF) at a speed of 0.5 mm / s, in which force was recorded at the moment of rupture. It was observed that surface hydroxylation did not influence the adhesion of the acrylic resin to Ti and CoCr ($p > 0.05$) and water aging was not able to promote hydrolytic degradation of the silane ($p > 0.05$). However, Ti adhesion strength was better than CoCr ($p < 0.05$). It was possible to conclude that the previous hydroxylation of the metal did not improve the adhesion of the PMMA resin to the metal.

Keywords: Poly(methyl methacrylate), titanium, cobalt-chromium, adhesion.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
3. OBJETIVOS.....	16
4. MATERIAIS E MÉTODOS	17
5. RESULTADOS	19
6. DISCUSSÃO.....	20
7. CONCLUSÃO.....	22

1. INTRODUÇÃO

O percentual de idosos na população brasileira aumentou de 9,1% em 1999 para 11,3% em 2009 (Medeiros *et al.*, 2012), representando mais de 22 milhões de pessoas (Minayo, 2012). Infelizmente, as transformações sistêmicas decorrentes do envelhecimento são tão intensas que normalmente os dentes acabam sendo negligenciados pela população (Douglass *et al.*, 2002, Carlsson e Omar, 2010). No Brasil 11% da população não tem nenhum dente, das pessoas com mais de 60 anos, 41,5% já perderam todos os dentes (PNS, IBGE 2013)

O edentulismo, na população adulta, não é uma ocorrência eventual. Pelo contrário, e muitas vezes o resultado de extrações dentárias repetidas, vindas do processo patológico combinado da cárie dental e doença periodontal, ou como um método para reduzir os custos associados ao tratamento dentário (Takala *et al.*, 1994). Assim, a taxa de indivíduos desdentados na população aumenta 4% a cada 10 anos nos adultos mais jovens e cresce para mais de 10% por década após os 70 anos de idade (Misch, 2008). No Brasil, dados do governo demonstram que 23% da população de idosos necessitam de novas próteses totais (Saúde, 2011).

A prótese total convencional foi por muito tempo a única maneira de reabilitar um paciente desdentado. No entanto, o processo de reabsorção progressiva do osso alveolar é responsável pela falta de retenção e estabilidade das próteses (Tallgren, 1972), que está associada a uma função mastigatória deficiente (Naert *et al.*, 2004), que leva os indivíduos a modificarem a sua dieta e muitas vezes causam deficiências nutricionais (Hyland *et al.*, 2009). Deste modo, repercute na satisfação do paciente e conseqüentemente limitam a sua vida social (Trulsson *et al.*, 2002).

A partir da década de 1980, foi demonstrado o sucesso da reabilitação bucal com implantes osseointegrados (Misch, 2011). O titânio é o material de escolha para a fabricação dos implantes dentários devido à sua resistência mecânica adequada para suportar as cargas mastigatórias e excelente resistência à corrosão que o tornam biocompatível (Branemark *et al.*, 1969). Deste modo, os implantes suportam próteses dentárias sem que se inicie um processo de rejeição pelo tecido ósseo. Desde então, os implantes dentários se tornaram uma importante ferramenta para a reabilitação bucal devido à possibilidade de repor dentes perdidos sem danificar dentes adjacentes além de permitir a confecção de próteses totais fixas em indivíduos desdentados (Albrektsson e Sennerby, 1990).

Os implantes permitem que as próteses sejam confeccionadas em relação a estética e função ideais, e não apenas em zonas neutras de suporte mucoso (Misch, 2008). Assim, há maior força de mordida (Caloss *et al.*, 2011) e performance mastigatória (Bakke *et al.*, 2002, Ferrario *et al.*, 2005), que permitem uma biomecânica mastigatória mais equilibrada (Miyamoto *et al.*, 2005). Com base nestes benefícios funcionais das próteses sobre implantes, o Consenso de McGill em 2002 (Feine *et al.*, 2002), estabeleceu que as próteses totais convencionais não deveriam mais ser consideradas como uma opção de tratamento para a mandíbula (Turkyilmaz *et al.*, 2010). Para estes casos, o padrão-ouro de reabilitação são as próteses totais fixas implanto-suportadas, sendo as próteses removíveis implanto-retidas sobre 2 implantes como a segunda e última opção a ser oferecida para a resolução protética mandibular (Thomason *et al.*, 2012, Listl *et al.*, 2014).

As próteses totais fixas mais utilizadas apresentam uma infraestrutura metálica, que pode ser de titânio (Ti) ou cobalto-cromo (Co-Cr), e uma cobertura estética de resina de poli(metilmetacrilato) (PMMA), também chamada de resina

acrílica, e por isso são também chamadas de próteses híbridas. Nestas próteses, a resina de PMMA rosa atua como intermediária entre os dentes artificiais e a estrutura metálica, podendo reduzir as forças de impacto sobre os implantes (Misch, 2011).

A durabilidade das próteses totais fixas depende do assentamento passivo da infraestrutura sobre os implantes e de uma união adequada da resina de PMMA ao metal. A principal complicação protética dos próteses totais fixas é fratura dos dentes artificiais e a falha adesiva entre a resina de PMMA e a infraestrutura metálica (Jemt, 1991, Heydecke *et al.*, 2003). Neste sentido, o uso de silanos tem sido proposto para melhorar a interface adesiva, dentre eles o mais utilizado é o [3-(metacril)propil]trimetoxisilane.

O grupamento silanol desta molécula interage com os grupamentos hidroxila da superfície do metal formando ligações covalentes (Ti–O–Si). Na outra extremidade da molécula, o grupo metacril interage com a resina de PMMA (Anusa Vice. JK, 2013). Com o objetivo de melhorar a interação silanol-metal, tem sido proposto o uso de agentes oxidantes para aumentar a quantidade de radicais hidroxilas na superfície do metal antes da aplicação do silano, processo conhecido como hidroxilação. Dentre estes processos, destaca-se o uso combinado de peróxido de hidrogênio com o ácido sulfúrico. Entretanto, ainda não foi verificado se o processo de hidroxilação com peróxido de hidrogênio/ácido sulfúrico melhora o processo de adesão da resina de PMMA ao titânio e ao cobalto-cromo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Após a observação da osseointegração por volta de 1952, iniciaram-se várias pesquisas a fim de se chegar a uma reabilitação de dentes múltiplos e unitários. Essa observação se deu de modo acidental, quando numa pesquisa em tíbias de coelhos com lentes objetivas (que eram de titânio), ao serem retiradas após três meses, simplesmente estavam osseointegradas. Isso mudou a odontologia e a forma de confeccionar as próteses (Branemark *et al.*, 1969).

Os primeiros esforços foram na direção de se reabilitar edêntulos totais da arcada inferior, visto que próteses totais convencionais nessa região são as de maior dificuldade de adaptação e adesão pelo paciente. A prótese total fixa sob implante surgiu como uma solução perfeita para esses pacientes, e assim foi-se em busca de técnicas e materiais para a execução dessas próteses da melhor forma estética e funcional (Misch, 2008).

A implantologia é uma ciência em forte crescimento na odontologia, por oferecer previsibilidade e efeitos satisfatórios para os pacientes com edentulismo parcial e total, com soluções permanentes, estética e funcional para muitas circunstâncias clínicas que antes não haviam soluções. Com esse avanço ao longo dos anos, mesmo sendo uma ciência recente, diversos materiais e técnicas já foram descritos e usados.

Por ser uma prótese de baixo custo em sua confecção, a prótese protocolo metaloplástica se tornou a mais popular, para os pacientes que necessitam realizar esse tipo de reabilitação. Aparecendo assim alguns problemas ao longo dos anos de uso, como desgaste, fraturas na resina e nas estruturas metálicas (Telles, 2009).

Em prótese odontológica, as falhas e complicações podem ser classificadas, de acordo com sua natureza, em falhas biológicas (relacionadas ao paciente e aos seus tecidos de suporte) e em falhas protéticas ou mecânicas (relacionadas ao material da prótese em si) (Sailer et al. 2007).

Para uma melhora da união metal resina tem sido proposto o uso de silanos, a molécula do grupo dos silanos é um pré-requisito para promover a ligação química entre o metal e a resina. A molécula neste estudo tem 3 grupamentos reativos que se ligam com os grupamentos hidroxila presentes na superfície do metal, enquanto na outra extremidade da molécula existe um grupamento metacril que se liga ao PMMA (Anusa Vice.JK,2013).

3. OBJETIVOS

O objetivo deste estudo foi avaliar, através de teste de cisalhamento o efeito da hidroxilação sobre a adesão entre a resina de PMMA com os metais titânio (Ti) e o cobalto-cromo (CoCr).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Vinte discos com 3 mm de espessura foram obtidos a partir de uma barra de 5 mm de diâmetro de titânio (Ti) usinado comercialmente puro grau 4 (Sandinox; Sorocaba, SP), enquanto 20 discos de cobalto-cromo (CoCr) fundidos foram obtidos a partir de padrões de cera com mesmas dimensões (Degudent; Dentsply, RJ).

Em seguida, metade dos discos de cada metal foi submetida ao processo de hidroxilação com a imersão por 1 hora em solução de ácido sulfúrico 98% e peróxido de hidrogênio 30% (1:1 em volume) sob agitação orbital em temperatura ambiente (Ti-OH e CoCr-OH). Os discos restantes foram imersos em ácido sulfúrico apenas para manter topografia de superfície semelhante entre os grupos que receberam o tratamento de hidroxilação. Ao final do processo, todos os discos foram lavados com água destilada e secos com secador. Foi aplicada uma fina camada de metacrililano (Vipi tone; VIPI, SP) com pincel pelo de marta, deixou-se secar por 5 min e os discos aquecidos em estufa odontológica por 10 min a 80 °C para cura do silano.

Cada disco foi então inserido em uma matriz de silicone medindo 12 mm de diâmetro e 2 mm de espessura para a fabricação dos corpos-de-prova (Figura 1). Cada conjunto colocado em uma mufla para prensagem da resina de poli(metilmetacrilato) com 1 tonelada e polimerizada em banho de água quente seguindo as recomendações do fabricante (Clássico; SP). Após a polimerização, os discos receberam acabamento com broca de tungstênio e foram incubados em água destilada a 35 ± 2 °C.

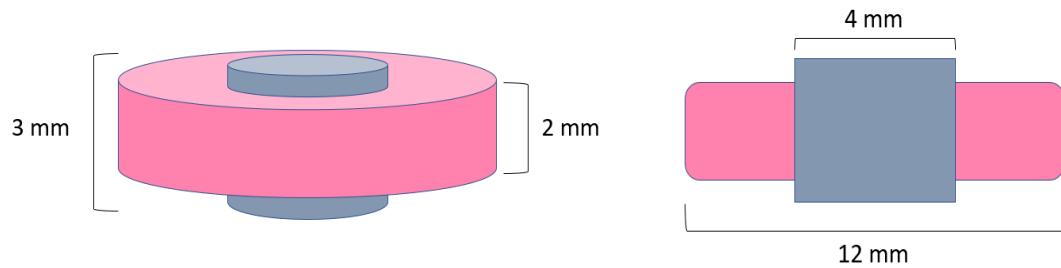


Figura 1. Dimensões dos corpos de prova. Disco de titânio ou cobalto-cromo incluídos em resina de poli(metilmetacrilato).

Formaram-se assim 4 grupos: Ti, Ti-OH, CoCr e CoCr-OH. Metade dos discos de cada grupo foi submetido ao ensaio de cisalhamento por extrusão após 24 h de incubação (T_0) e a outra metade após 30 dias (T_{30}). O ensaio foi realizado em máquina universal com velocidade de 1 mm/min com célula de carga de 50 Kgf até a ruptura da união metal-resina, esses corpos de prova ficaram apoiados em um anel com um furo no centro e esse anel preso na máquina, para que não houvesse deformação no corpo de prova. O software do equipamento registrou a força (N) no momento da ruptura. Os resultados foram convertidos em MPa, dividindo a força registrada pela área de interface de união metal-resina. A média foi calculada para cada grupo e os resultados analisados pelo teste de análise de variância considerando o nível de significância de 5% (SPSS v.20, IBM; EUA).

5. RESULTADOS

O tratamento com peróxido de hidrogênio não afetou a força adesiva dos metais ao PMMA ($p > 0,05$). A adesão ao titânio é melhor que ao CoCr ($p < 0,05$), independentemente do tratamento recebido (Figura 2). O envelhecimento em água não foi capaz de modificar a resistência de união entre o metal e o PMMA ($p > 0,05$).

Quadro 1. Saída da análise de variância no software SPSS para a variável resistência adesiva na análise entre indivíduos.

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	68.973 ^a	3	22.991	8.128	.000
Intercept	894.595	1	894.595	316.264	.000
metal	68.915	1	68.915	24.364	.000
tratamento	.592	1	.592	.209	.651
metal * tratamento	.215	1	.215	.076	.785
Error	84.859	30	2.829		
Total	1025.445	34			
Corrected Total	153.832	33			

a. R Squared = .448 (Adjusted R Squared = .393)

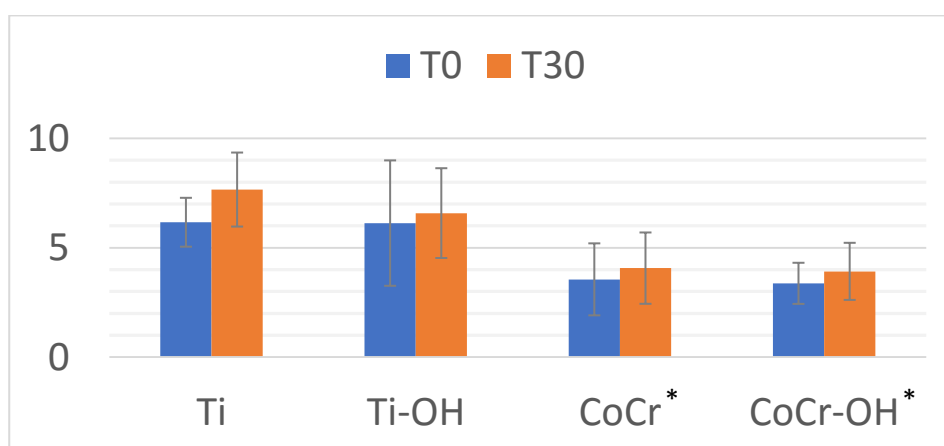


Figura 2. Resistência adesiva (MPa) dos diferentes grupos no teste de cisalhamento por extrusão (push out). * indica diferença estatisticamente significante (ANOVA, $p < 0,05$)

6. DISCUSSÃO

O presente estudo buscou avaliar um método para melhorar a adesão da resina de PMMA ao substrato metálico. O uso de uma molécula do grupo dos silanos é um pré-requisito para promover a ligação química entre o metal e a resina. A molécula neste estudo tem 3 grupamentos reativos que se ligam com os grupamentos hidroxila presentes na superfície do metal, enquanto na outra extremidade da molécula existe um grupamento metacril- que se liga ao PMMA. Assim, este estudo focou na incorporação de mais grupamentos hidroxila na superfície do metal para melhorar a união do silano ao metal e assim melhorar a adesão da resina de PMMA.

Alguns métodos são descritos para aumentar o número de grupamentos hidroxila na superfície de materiais inorgânicos. Os principais são a aplicação de plasma de oxigênio, solução de hidróxido de sódio (Uchida *et al.*, 2002) e a aplicação de uma solução ácida com peróxido de hidrogênio, também chamada de solução piranha pelo seu alto potencial de oxidação (Lohbauer *et al.*, 2008). A hidroxilação por meio da solução de ácido sulfúrico e peróxido de hidrogênio já foi aplicada para substrato como a zircônia (Lohbauer *et al.*, 2008), porém ainda não havia sido avaliada sobre substratos metálicos. No presente estudo, a hidroxilação não foi efetiva em melhorar a adesão da PMMA ao titânio nem ao cobalto-cromo.

A maioria dos estudos focam na adesão de resina a base de bisfenolglicidil (Ozcan *et al.*, 2004, Lohbauer *et al.*, 2008, Matinlinna *et al.*, 2010, Di Francescantonio *et al.*, 2012), porém a adesão da resina de PMMA foi avaliada em apenas um estudo (Bulbul e Kesim, 2010). A resina de PMMA é essencial na construção principalmente de próteses totais fixas sobre implantes e uma melhor

adesão ao metal reduz a ocorrência de falhas mecânicas e infiltração bacteriana na interface metal-resina. Entretanto, o presente estudo não identificou melhora da união entre estes materiais com o processo de hidroxilação da superfície metálica com a solução de ácido sulfúrico e peróxido de hidrogênio. O presente estudo demonstrou uma adesão melhor ao titânio que ao cobalto-cromo.

Para avaliar a força de união, diversos métodos são descritos na literatura. O teste de cisalhamento (Ozcan *et al.*, 2004, Matinlinna *et al.*, 2010) ou de tração (Lohbauer *et al.*, 2008) podem ser utilizados, porém no presente estudo optamos pelo ensaio mecânico de cisalhamento por extrusão para simular o recobrimento de toda a superfície metálica pela resina de PMMA.

O envelhecimento dos corpos de prova pode ser realizado para simular o uso destes materiais como próteses dentárias e assim avaliar a eficácia da adesão no longo prazo. Para isto, alguns estudos realizam termociclagem (Ozcan *et al.*, 2004, Matinlinna *et al.*, 2010), entretanto no presente estudo simulamos o envelhecimento com a imersão dos corpos de prova em água destilada já que a principal forma de degradação da união silano-metal é pela ruptura das pontes de hidrogênio por moléculas de água, fenômeno conhecido como degradação hidrolítica. Apesar de verificar-se uma tendência de aumento da força de união, não houve diferença estatística.

Com isso levantamos as seguintes hipóteses: (1) Podemos não ter aumentado o número de hidroxilas na superfície do metal. Não fizemos testes de análise química; (2) A ruptura da molécula pode se dar em outro ponto e não no metal; e (3) Em 30 dias pode ter havido só liberação de monômero residual, o tempo deve não ter sido suficiente.

7. CONCLUSÃO

Com base nos resultados apresentados nesse estudo, foi possível concluir que a hidroxilação da superfície metálica não influenciou a adesão da resina de poli(metilmetacrilato) ao substrato metálico.

REFERÊNCIAS

Albrektsson T. e Sennerby L. Direct bone anchorage of oral implants: clinical and experimental considerations of the concept of osseointegration. *Int J Prosthodont* 1990; 3(1): 30-41.

Anusa Vice JK, Shenc, Rawlo .HR. polimeros dentarios .In:Anusavic JK, Shenc,Rawls HR. Phillips materiais dentarios.São Paulo: Elsevier;2013.

Bakke M., Holm B. e Gotfredsen K. Masticatory function and patient satisfaction with implant-supported mandibular overdentures: a prospective 5-year study. *Int J Prosthodont* 2002; 15(6): 575-581.

Branemark P.I., Adell R., Breine U., Hansson B.O., Lindstrom J. e Ohlsson A. Intra-osseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1969; 3(2): 81-100.

Branemark P.I., Hansson B.O., Adell R., Breine U., Lindstrom J., Hallen O. e Ohman A. Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. *Scand J Plast Reconstr Surg Suppl* 1977; 16: 1-132.

Bulbul M. e Kesim B. The effect of primers on shear bond strength of acrylic resins to different types of metals. *J Prosthet Dent* 2010; 103(5): 303-308.

Caloss R., Al-Arab M., Finn R.A. e Throckmorton G.S. The effect of denture stability on bite force and muscular effort. *J Oral Rehabil* 2011; 38(6): 434-439.

Carlsson G.E. e Omar R. The future of complete dentures in oral rehabilitation. A critical review. *J Oral Rehabil* 2010; 37(2): 143-156.

Di Francescantonio M., Oliveira M.T., Daroz L.G., Henriques G.E. e Giannini M. Adhesive bonding of resin cements to cast titanium with adhesive primers. *Braz Dent J* 2012; 23(3): 218-222.

Douglass C.W., Shih A. e Ostry L. Will there be a need for complete dentures in the United States in 2020? *J Prosthet Dent* 2002; 87(1): 5-8.

Feine J.S., Carlsson G.E., Awad M.A., Chehade A., Duncan W.J., Gizani S., Head T., Heydecke G., Lund J.P., MacEntee M., Mericske-Stern R., Mojon P., Morais J.A., Naert I., Payne A.G., Penrod J., Stoker G.T., Tawse-Smith A., Taylor T.D., Thomason J.M., Thomson W.M. e Wismeijer D. The McGill consensus statement on overdentures. Mandibular two-implant overdentures as first choice standard of care for edentulous patients. *Gerodontology* 2002; 19(1): 3-4.

Ferrario V.F., Sforza C., Lovecchio N. e Mian F. Quantification of translational and gliding components in human temporomandibular joint during mouth opening. *Arch Oral Biol* 2005; 50(5): 507-515.

Heydecke G., Boudrias P., Awad M.A., De Albuquerque R.F., Lund J.P. e Feine J.S. Within-subject comparisons of maxillary fixed and removable implant prostheses: Patient satisfaction and choice of prosthesis. *Clin Oral Implants Res* 2003; 14(1): 125-130.

Hyland R., Ellis J., Thomason M., El-Feky A. e Moynihan P. A qualitative study on patient perspectives of how conventional and implant-supported dentures affect eating. *J Dent* 2009; 37(9): 718-723.

Jemt T. Failures and complications in 391 consecutively inserted fixed prostheses supported by Branemark implants in edentulous jaws: a study of treatment from the time of prosthesis placement to the first annual checkup. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1991; 6(3): 270-276.

Listl S., Fischer L. e Giannakopoulos N.N. An economic evaluation of maxillary implant overdentures based on six vs. four implants. *BMC Oral Health* 2014; 14: 105.

Lohbauer U., Zipperle M., Rischka K., Petschelt A. e Muller F.A. Hydroxylation of dental zirconia surfaces: characterization and bonding potential. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2008; 87(2): 461-467.

Marcus S.E., Drury T.F., Brown L.J. e Zion G.R. Tooth retention and tooth loss in the permanent dentition of adults: United States, 1988-1991. *J Dent Res* 1996; 75 Spec No: 684-695.

Matinlinna J.P., Lassila L.V. e Dahl J.E. Promotion of Adhesion Between Resin and Silica-coated Titanium by Silane Monomers and Formic Acid Catalyst. *Silicon* 2010; 2(2): 87-93.

Medeiros J.J., Rodrigues L.V., Azevedo A.C., Lima Neto E.A., Machado L.S. e Valença A.M.G. Edentulismo, uso e necessidade de prótese e fatores associados em município do nordeste brasileiro. *Pesq Bras Odontoped Clin Integr* 2012; 12(4): 573-578.

Minayo M.C.S. O envelhecimento da população brasileira e os desafios para o setor saúde. *Cad Saúde Pública* 2012; 28(2): 548-554.

Misch C. *Implantes Dentais Contemporâneos*, Elsevier Brasil, 2011.

Miyamoto I., Yoshida K., Tsuboi Y. e Iizuka T. Rehabilitation with dental prosthesis can increase cerebral regional blood volume. *Clin Oral Implants Res* 2005; 16(6): 723-727.

Naert I., Alsaadi G., van Steenberghe D. e Quirynen M. A 10-year randomized clinical trial on the influence of splinted and unsplinted oral implants retaining

mandibular overdentures: peri-implant outcome. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004; 19(5): 695-702.

Ozcan M., Matinlinna J.P., Vallittu P.K. e Huysmans M.C. Effect of drying time of 3-methacryloxypropyltrimethoxysilane on the shear bond strength of a composite resin to silica-coated base/noble alloys. *Dent Mater* 2004; 20(6): 586-590.

Ministério da Saúde. Projeto SB Brasil 2010: Pesquisa Nacional de Saúde Bucal 2010. Brasília.

Raustia, A.M.;Näpänkangas, R.;Salonem, A.M Complications and primary failures related to fixed metal ceramic bridge prostheses made by dental students. *Journal of Oral Rehabilitation*, v.25, p. 677-680, 1998

Takala L., Utriainen P. e Alanen P. Incidence of edentulousness, reasons for full clearance, and health status of teeth before extractions in rural Finland. *Community Dent Oral Epidemiol* 1994; 22(4): 254-257.

Tallgren A. The continuing reduction of the residual alveolar ridges in complete denture wearers: a mixed-longitudinal study covering 25 years. *J Prosthet Dent* 1972; 27(2): 120-132.

Telles D. Prótese Total - Convencional e Sobre Implantes, Santos, 2009.

Thomason J.M., Kelly S.A., Bendkowski A. e Ellis J.S. Two implant retained overdentures--a review of the literature supporting the McGill and York consensus statements. *J Dent* 2012; 40(1): 22-34.

Trulsson U., Engstrand P., Berggren U., Nannmark U. e Branemark P.I. Edentulousness and oral rehabilitation: experiences from the patients' perspective. *Eur J Oral Sci* 2002; 110(6): 417-424.

Turkyilmaz I., Company A.M. e McGlumphy E.A. Should edentulous patients be constrained to removable complete dentures? The use of dental implants to improve the quality of life for edentulous patients. *Gerodontology* 2010; 27(1): 3-10.

Uchida M., Kim H.M., Kokubo T., Nawa M., Asano T., Tanaka K. e Nakamura T. Apatite-forming ability of a zirconia/alumina nano-composite induced by chemical treatment. *J Biomed Mater Res* 2002; 60(2): 277-282.