

ANÁLISE COMPARATIVA DA INTERFACE PILAR-IMPLANTE EM INFRAESTRUTURAS OBTIDAS POR FUNDIÇÃO E CAD/CAM

Paulo Henrique Ferreira e Silva, Faculdade de Odontologia - UFU, paulocodel@hotmail.com

Letícia Resende Davi, Faculdade de Odontologia - UFU, leticiadavi@hotmail.com

Leandro Maruki Pereira, Faculdade de Odontologia - UFU, leandromaruki@gmail.com

Thiago de Almeida Prado Naves Carneiro, Faculdade de Odontologia - UFU, tapncarneiro@hotmail.com

Flávio Domingues das Neves, Faculdade de Odontologia - UFU, neves@triang.com.br

Resumo. Este trabalho tem como objetivo avaliar a adaptação da interface Pilar/Implante (P/I) no sistema Hexágono Externo (HE) por meio de microscopia eletrônica de varredura verificando o desajuste vertical e horizontal de infraestruturas confeccionadas por meio de métodos convencionais e sinterização a laser. Para isto, foram confeccionados modelos de gesso a partir de um modelo base de alumínio chamado modelo boca, contendo três implantes alinhados. Sobre estes modelos de gesso, foram enceradas infraestruturas de três elementos sobre UCLAs calcináveis, UCLAs de sobrefundição com base de Cobalto-Cromo e pelo sistema CAD/CAM por meio de sinterização a laser (DMLS). Após a confecção das infraestruturas metálicas, por meio de fundição pela técnica da cera perdida e sinterização a laser, as amostras foram levadas a um microscópio eletrônico de varredura (MEV) e analisadas quanto à sua adaptação vertical, no teste de parafuso único, além de serem também avaliados quanto à adaptação vertical e horizontal com todos os elementos parafusados com 20Ncm de torque. Os resultados para cada grupo em micrometros foram: UCLA Calcinável $23,1 \pm 13,3 \mu\text{m}$ A; UCLA Co-Cr $11,1 \pm 11,2 \mu\text{m}$ B e DMLS $4,2 \pm 8,5 \mu\text{m}$ B. Mediante as limitações deste estudo, podemos concluir que os componentes totalmente calcináveis devem ser evitados, para infraestruturas de próteses fixas de pequena extensão, pois apresentaram maiores valores de desadaptação vertical.

Palavras chave: Interface Implante/Pilar, Microscópio Eletrônico de Varredura, Desadaptação Vertical e Horizontal.

1. INTRODUÇÃO

Coroas metalocerâmicas têm sido utilizadas em Odontologia por muitos anos e têm demonstrado um desempenho clínico satisfatório a longo prazo (Walton et al., 2013; Piwowarczyk et al., 2012). A tecnologia de desenho auxiliado por computador/manufatura auxiliada por computador (CAD/CAM) já estava presente em grandes áreas da engenharia e a alguns anos vem sendo aplicada na clínica odontológica com o objetivo de simplificar, automatizar e garantir níveis de qualidade com adaptações micrométricas das próteses dentárias quando comparados aos métodos convencionais (Bernardes et al., 2012; Fuster-Torres, 2009; Drago, 2006; Karataşli, 2011).

O resultado de um tratamento satisfatório com implantes depende basicamente do equilíbrio entre os fatores biológicos e mecânicos. Os fatores biológicos geralmente são multifatoriais e os mecânicos associam-se à estabilidade da junção implante/parafuso/intermediário protético (Goodacre, 1999). Dependendo do grau de desadaptação da estrutura protética sobre os implantes, podem ocorrer complicações biológicas incluindo reação adversa dos tecidos circundantes, dor, reabsorção óssea peri-implantar e até perda da osseointegração (Adell et al., 1981; Carlson & Carlsson, 1994). As complicações mecânicas podem ser desde a fratura do parafuso de fixação, fratura da peça protética (espessura inadequada), até a fratura de implantes (Naert et al., 1992; Zarb & Schmitt, 1990).

Para evitar tais complicações busca-se o assentamento perfeito das estruturas, o que resulta em passividade necessária para o aparafusamento, difícil de ser conseguida nos processos utilizados convencionalmente pelos diversos laboratórios de prótese dentária. Os aspectos biomecânicos em tratamentos com implantes osseointegrados tem sido enfatizada e condutas têm sido sugeridas para otimização do equilíbrio biológico e mecânico do sistema pilar/implante (Wee et al., 1999).

Os sistemas CAD/CAM e a tecnologia de sinterização a laser podem ser utilizados para realização de restaurações de uma variedade de materiais como cerâmica, ligas metálicas e diferentes compósitos (Strub et al., 2006). No entanto, poucos sistemas automatizados oferecem atualmente a flexibilidade no que diz respeito ao tipo de restauração e escolha de material que é possível se comparado aos métodos tradicionais de fabricação. A fabricação de infraestruturas metálicas pelas técnicas de usinagem em CAD/CAM e sinterização direta de metal por laser (DMLS) tem sido utilizada também na prótese implantada, superando as desvantagens do método de fundição pela técnica da cera perdida (Tamac et al., 2014).

Diante deste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar, por meio de microscopia eletrônica de varredura, a desadaptação vertical e horizontal na interface da plataforma dos implantes hexágono externo com os componentes totalmente calcináveis, que dependem diretamente das habilidades do técnico em prótese dentária e do processo de fundição, comparando com os componentes com base de cobalto-cromo, que são pré-usinados de fábrica, e com as infraestruturas fabricadas por sinterização direta de metal por laser.

2. METODOLOGIA

A partir de um modelo base de alumínio chamado modelo boca - Fig. (1), que possui três implantes Hexágono Externo 3.75x13mm alinhados (Neodent), foram confeccionados nove modelos de gesso, contendo três análogos de implante HE.

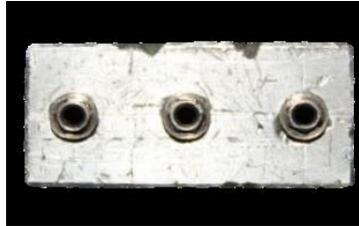


Figura 1. Modelo Boca – Base de Alumínio

2.1 Confeção das Infraestruturas

Sobre os análogos dos modelos de gesso, foram enceradas infraestruturas - Fig. (2A) de três elementos sobre UCLAs totalmente calcináveis (Neodent) – Grupo 1 (n=3) e UCLAs calcináveis com base de Cromo-Cobalto (Neodent) – Grupo 2 (n=3). Foi então realizada a fundição pela técnica da cera perdida - Fig. (2B).

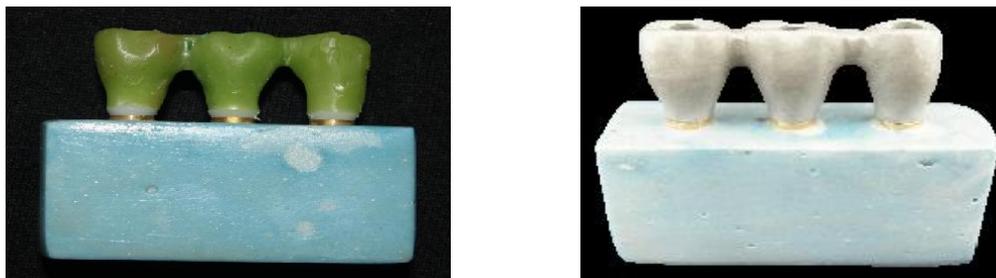


Figura 2. A- Enceramento; B- Infraestrutura fundida.

As infraestruturas do Grupo 3 (n=3) foram fabricadas com a liga de Co-Cr pela técnica sinterização direta de metal por laser pelo sistema Cubo (São Paulo, SP). Um dispositivo de escaneamento foi instalado sobre os análogos para a digitalização pelo scanner 3Series da Dental Wings (Dental Wings Inc. Montreal, Canadá) – Fig. (3).

Após a digitalização dos modelos e obtenção dos modelos virtuais, o software DWOS (Dental Wings Open Software) foi utilizado para o design das infraestruturas – Fig. (4). Após o desenho de todas as infraestruturas no software, essas informações foram enviadas para o equipamento de sinterização a laser EOS (EOS e-Manufacturing Solutions Systems, Estados Unidos) – Fig. (5), no qual a sinterização foi realizada em um pó de liga metálica de Cobalto-Cromo, obtendo a forma pré-determinada pelo design feito previamente no software.



Figura 3. Escaner 3Series da Dental Wings.

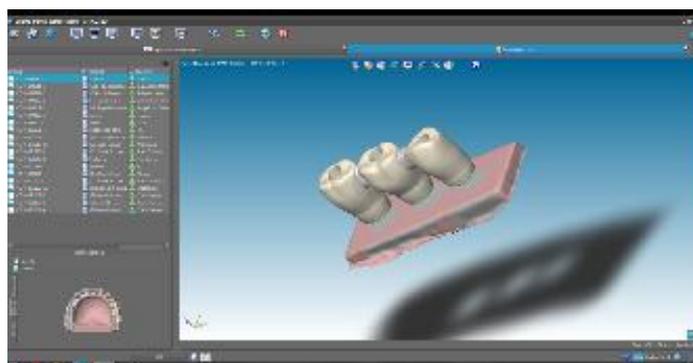


Figura 4. Infraestrutura no CAD.



Figura 5 – Sinterização a laser.

2.3 Avaliação da desadaptação vertical de horizontal

As amostras foram levadas a um microscópio eletrônico de varredura (MEV) e analisadas quanto à desadaptação vertical e horizontal, sempre no modelo boca (de alumínio). O MEV foi regulado sob aceleração de voltagem de 20KV, WD=25mm e *spotsize* variando de 25pA a 100pA. A medida vertical foi obtida pela distância traçada entre duas linhas horizontais, uma na plataforma de assentamento do implante e outra na base do pilar UCLA, em um aumento de 400X e ajuste horizontal foi mensurado a partir da distância de duas linhas verticais tangenciando o pilar e o implante Fig. (7).

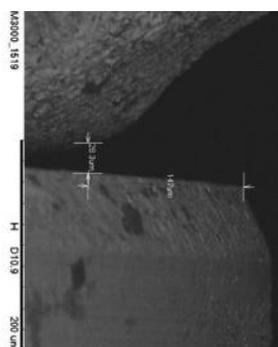


Figura 7 – Medida da desadaptação vertical e horizontal (aumento de 400x).

Foi feito o teste de parafuso único e análise apenas com torque digital. A análise foi feita na mesial e distal da junção do pilar/implante do pré-molar e na mesial e distal do segundo molar (que estava sem parafuso). Posteriormente, o parafuso foi removido do pré-molar e instalado no segundo molar, repetindo o mesmo teste para avaliar a desadaptação vertical no pré e no segundo molar, totalizando 12 medidas para cada grupo em cada situação de parafuso único. No teste em que todos os parafusos são apertados em torque de 20N, as medidas foram realizadas na mesial e

distal de todos os implantes, totalizando 18 medidas para cada grupo, tanto para a desadaptação vertical como para o horizontal.

Os resultados coletados foram tabulados e submetidos a análise estatística pelos testes ANOVA Two-way e Tukey ($\alpha=0,05$), utilizando o programa Sigmaplot 12.0 (Systat Software, Inc., San Jose, CA, Estados Unidos). Inicialmente os dados foram submetidos ao teste de normalidade e homogeneidade de variância.

2.3 Resultados e Discussão

A desadaptação vertical apresentou diferença estatisticamente significativa entre os grupos. No entanto, a desadaptação horizontal foi igual estatisticamente.

Tabela 1. Teste estatístico de Tukey.

Desadaptação vertical	(Média+ DP)
UCLA Calcinável	23,1± 13,3µm A
UCLA Co-Cr	11,1 ± 11,2µm B
DMLS	4,2 ± 8,5 µm B

Letras diferentes apresentam diferença estatística entre os grupos.

Tabela 2. Teste estatístico Kruskal-Wallis.

Desadaptação horizontal	Mediana(µm)	25%(µm)	75%(µm)
UCLA Calcinável	43,7	17,8	82,2
UCLA Co-Cr	39,4	0,0	67,7
DMLS	43,5	6,2	60,1

A mensuração da microfenda formada pela conexão P/I é um aspecto muito questionado atualmente, tal como sua influência nos aspectos mecânicos e biológicos. (Harder, 2009; Coelho, 2008; Kano, 2007). A presença de desadaptação vertical da interface P/I pode reduzir a estabilidade mecânica do conjunto e atuar como um espaço para acúmulo de bactéria, influenciando no grau do fluxo bacteriano nesta região (Byrne et al., 1998).

As potenciais distorções inerentes à fundição de ligas metálicas, tais como Co-Cr podem ser superados através do uso da tecnologia de sinterização a laser (DMLS) (Akova et al., 2008) onde são construídas as infraestruturas em camadas por meio de um feixe de laser de alta energia focalizado que funde a liga de metal em pó seguindo a estrutura proposta no CAD, a partir da digitalização dos modelos. No entanto, poucos estudos focam o uso de DMLS no campo da Odontologia (Oyague et al., 2013).

Vários autores avaliaram a precisão marginal de coroas fundidas e confeccionadas em CAD/CAM (Bindl et al., 2005; Nakamura et al., 2003). No entanto, no geral o valor aceito para a adaptação marginal de coroas que tenha relevância clínica é discutido de forma controversa (Holmes et al., 1992). Os valores de desadaptação obtidos no estágio de fundição de pilares UCLA, podem ser influenciados quando processados por diferentes laboratórios e que o processo de solda convencional, por si só, aumenta o grau de desadaptação da infraestrutura, independente do laboratório que a realizou. No presente trabalho, no teste de parafuso único, fica claro que o processo de solda ainda tem muitas limitações, pois sempre que a estrutura foi parafusada em uma das extremidades, o lado oposto apresentava uma desadaptação significativa, o que sugere que no processamento da solda, houve uma modificação na morfologia da estrutura, gerando estas desadaptações.

2.4 Conclusão

O processo de confecção de próteses não segmentadas ainda deve ser aprimorado e melhorado para que as desadaptações verticais e horizontais sejam minimizados e os resultados clínicos com a utilização da tais componentes sejam otimizados.

Mediante as limitações deste estudo, podemos concluir que os componentes totalmente calcináveis devem ser evitados, para infraestruturas de próteses fixas de pequena extensão, pois apresentaram maiores valores de desadaptação vertical.

3. REFERÊNCIAS

Adell R, Lekholm U, Rockler B, Brånemark PI. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg*. 1981;10(6):387-416.

- Akova T, Akova Y, Ucar A, Tukay MC, Balkaya WA. Comparison of the bond strength of laser-sintered and cast base metal dental alloys to porcelain Dental Materials, 24 (2008):1400–1404.
- Bernardes SR, Tiozzi R, Sartori IAM, Thomé G. Tecnologia CAD/CAM aplicada a prótese dentária e sobre implantes. Revisão de literatura, *Jornal ILAPEO* Volume 06, nº 01, 2012.
- Bindl A, Mormann WH. Marginal and internal fit of all-ceramic CAD/CAM crown-copings on chamfer preparations. *J Oral Rehabil* 2005;32:441–6.
- Carlson B, Carlsson GE. Prosthodontic complications in osseointegrated dental implant treatment. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1994;9(1):90-4.
- Drago C, Saldarriaga RL, Domagala D, Almasri R. Volumetric determination of the amount of misfit in CAD/CAM and cast implant frameworks: a multicenter laboratory study. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2010;25(5):920-9.
- Fuster-Torres et al. CAD / CAM dental systems in implant dentistry: Update. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2009;14(3):E141-5.
- Goodacre CJ, Kan JY, Rungcharassaeng K. Clinical complications of osseointegrated implants. *J Prosthet Dent*. 1999;81(5):537-52.
- Holmes JR, Sulik WD, Bayne SC. Marginal fit of castable ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 1992;67:594–9.
- Karataşlı O, Kursoğlu P, Capa N, Kazazoğlu E. Comparison of the marginal fit of different coping materials and designs produced by computer aided manufacturing systems. *Dent Mater J*. 2011;30(1):97-102.
- Naert I, Quirynen M, van Steenberghe D, Darius P. A study of 589 consecutive implants supporting complete fixed prostheses. Part II: Prosthetic aspects. *J Prosthet Dent*. 1992;68(6):949-56.
- Nakamura T, Dei N, Kojima T, Wakabayashi K. Marginal and internal fit of Cerec 3 CAD/CAM all-ceramic crowns. *Int J Prosthodont* 2003;16:244–8.
- Piowarczyk A, Schick K, Lauer HC. Metal ceramic crowns cemented with two luting agents: short-term results of a prospective clinical study. *Clin Oral Investig* 2012;16:917-22.
- Strub JR, Rekow ED, Witkowski S. Computeraided design and fabrication of dental restorations: current systems and future possibilities. *J Am Dent Assoc* 2006;137:1289-96.
- Tamac E, Toksavul S, Toman M. Clinical marginal and internal adaptation of CAD/CAM milling, laser sintering, and cast metal ceramic crowns. *J Prosthet Dent*. 2014;112(4):909-13.
- Zarb GA, Schmitt A. The longitudinal clinical effectiveness of osseointegrated dental implants: the Toronto study. Part III: Problems and complications encountered. *J Prosthet Dent*. 1990;64(2):185-94.
- Walton TR. The up to 25-year survival and clinical performance of 2,340 high gold based metal-ceramic single crowns. *Int J Prosthodont* 2013;26:151-60.
- Wee AG, Aquilino SA, Schneider RL. Strategies to achieve fit in implant prosthodontics: a review of the literature. *Int J Prosthodont*. 1999;12(2):167-78.

4. AGRADECIMENTOS

Essa pesquisa teve apoio do CNPq. Os autores gostariam de agradecer à empresa Neodent (Curitiba, Brasil), à Faculdade de Química da Universidade Federal de Uberlândia e ao Centro de Pesquisa de Biomecânica, Biomateriais e Biologia Celular (CPBio).

5. ABSTRACT

This study aims to evaluate the suitability of Implant/ Abutment (I/A) interface by scanning electron microscopy in External Hexagon (HE) system by verifying the vertical and horizontal misfit infrastructure made by conventional methods and laser sintering. For this, casts were made from an aluminum base model called mouth model, which has three aligned implants. On these plaster models, three element infrastructures on castable UCLA's and overcasting based Cobalt-Chromium were waxed and the CAD / CAM system through laser sintering (DMLS). After fabrication of metallic infrastructure, through casting technique of lost wax and laser sintering, the samples were taken to a scanning electron microscope (SEM) and analyzed for their adaptation and vertical variation in the single screw test and were also evaluated on the vertical and horizontal misalignment with all elements screwed with torque of 20 Ncm. The results for each group in microns were: UCLA Castable 23.1 ± 13.3 A; UCLA Co-Cr 11.1 ± 11.2 B; DMLS 4.2 ± 8.5 B. Upon the limitations of this study, we conclude that the castable components must be avoided to infrastructure fixed prostheses of small extension, because it showed higher values of vertical misfit.

6. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.