

# Influência dos padrões de fundição confeccionados em cera, resina Duralay<sup>®</sup> e resina Pattern<sup>®</sup> no desajuste marginal de coroas fundidas em titânio

*Influence of casting pattern made from wax, Duralay<sup>™</sup> resin and Pattern<sup>™</sup> resin in marginal misfit of cast the commercially pure titanium crowns*

José Walter Murta Torres\*

Wagner Sotero Fragoso\*\*

Guilherme Elias Pessanha Henriques\*\*\*

Marcelo Ferraz Mesquita\*\*\*\*

Luiz Gustavo Dias Daroz\*\*\*\*\*

## Resumo

Em coroas totais metálicas é requerido o máximo de ajuste de margens ao elemento dental para que haja longevidade das restaurações. O objetivo deste estudo foi avaliar a influência de padrões de fundição confeccionados em cera, resina acrílica Duralay<sup>®</sup> e resina acrílica Pattern<sup>®</sup> no desajuste marginal de coroas fundidas em titânio comercialmente puro (Ti c.p.). Com o auxílio de um torno mecânico, dez dentes bovinos foram preparados para receber coroas metálicas. Modelos em gesso especial tipo V foram confeccionados a partir dos dentes bovinos, por moldagem com silicone de adição. Trinta coroas de titânio foram fundidas em três grupos (n = 10), sendo esses divididos pelo material usado na elaboração dos padrões de fundição: cera, resina acrílica Duralay<sup>®</sup> e resina acrílica Pattern<sup>®</sup>. Os valores de desajustes marginais ( $\mu\text{m}$ ) foram registrados em quatro pontos de medida de cada coroa fundida por um microscópio mensurador (120X). Pela análise de variância e teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) não foram constatadas diferenças estatisticamente significativas entre os valores médios de desajuste marginal do grupo padrão em cera ( $151,20 \pm 47,40 \mu\text{m}$ ) e os demais grupos: padrão em resina Duralay<sup>®</sup> ( $153,60 \pm 37,10 \mu\text{m}$ ) e padrão em

resina Pattern<sup>®</sup> ( $165,00 \pm 32,50 \mu\text{m}$ ). Concluiu-se que o material utilizado na confecção de padrões de fundição não interfere na adaptação marginal de coroas fundidas em titânio.

Palavras-chave: prótese dentária, adaptação marginal, titânio.

## Introdução

No início do século passado, com o advento da técnica de fundição pelo método da cera perdida, tornou-se possível a confecção de restaurações protéticas fundidas em ouro (Au)<sup>1</sup>. Tanto para peças unitárias quanto para múltiplas, a técnica alcançou sucesso imediato. Décadas depois, o elevado preço relativo do ouro motivou o desenvolvimento de ligas alternativas constituídas por metais básicos. Entretanto, até o presente momento, ainda não se conseguiu um material que substituísse os atributos das ligas nobres<sup>2-4</sup>. Dentre as opções de ligas alternativas, nenhuma despertou tanta atenção nos últimos anos quanto o titânio (Ti) e ligas derivadas<sup>5-6</sup>.

\* Professor Adjunto da disciplina de Prótese Dental - UFAL.

\*\* Aluno do curso de doutorado em Clínica Odontológica, área de concentração em Prótese Dental - Unicamp.

\*\*\* Professor Titular da disciplina de Prótese Parcial Fixa - Unicamp.

\*\*\*\* Professor Titular da disciplina de Prótese Total - Unicamp.

\*\*\*\*\* Aluno do curso de doutorado em Clínica Odontológica, área de concentração em Prótese Dental - Unicamp.

Recebido: 17.11.2005 Aceito: 10.04.2006

Na odontologia, o titânio tem sido utilizado em larga escala em virtude das excelentes propriedades químicas, físicas e mecânicas<sup>6</sup>. A baixa condutividade térmica e o baixo custo relativo, associados a sua biocompatibilidade e ao fato de permitir exames radiográficos para verificação da qualidade da fundição – como a ocorrência de porosidade e outras irregularidades – fizeram-no metal alternativo para restaurações dentais<sup>7</sup>.

Entretanto, para que o titânio e ligas derivadas tenham adequada aplicação clínica nas restaurações dentais, considera-se como fator essencial o assentamento da prótese ao elemento de suporte com mínimo desajuste das margens pilar-restauração<sup>8</sup>. Desse modo, podem-se prevenir fenômenos relacionados à microinfiltração marginal e solubilização da película de cimento, bem como o acúmulo bacteriano, que resulta em cáries recorrentes e distúrbios periodontais<sup>9-10</sup>.

Levanta-se a possibilidade de que o desajuste de margens de coroas metálicas possa ser motivado por alterações dimensionais ocorridas durante e, sobretudo, antes do processo de fundição<sup>11-12</sup>. Essas alterações seriam induzidas quando da remoção do padrão para inclusão em revestimento, principalmente quando esse padrão é elaborado exclusivamente em cera – material frágil, termo-sensível e sujeito a deformações permanentes<sup>11</sup>.

Em fundições com ligas nobres ou alternativas, a resina acrílica ativada quimicamente é o material de eleição para elaboração de padrões. No entanto, sabe-se que, após a inclusão, padrões acrílicos tendem a limitar a expansão de presa do revestimento<sup>13</sup>, o que pode influenciar a expansão final do molde, repercutindo no aumento das discrepâncias marginais das coroas metálicas após a fundição.

Foi propósito deste estudo avaliar o desajuste marginal de coroas metálicas unitárias fundidas em titânio comercialmente puro, utilizando-se como material para confecção dos padrões para fundição a resina acrílica Duralay<sup>®</sup> e a resina acrílica Pattern Resin<sup>®</sup>, comparando os resultados com padrões obtidos em cera (grupo de controle).

## Materiais e método

Foram constituídos três grupos experimentais, cada um composto por dez coroas totais metálicas fundidas em Ti c.p., obtidas a partir de padrões de fundição em cera, em resina acrílica Duralay<sup>®</sup> e em resina acrílica Pattern Resin<sup>®</sup>.

Dez incisivos centrais bovinos tiveram as suas porções coronárias desgastadas em torno de bancada para a obtenção de preparos, contendo término cervical em ombro de 90° em relação ao longo eixo do dente e largura de 1,5 mm, paredes axiais com angulação de 8° em direção oclusal e altura cervicocclusal de 5 mm<sup>3</sup> (Fig. 1).

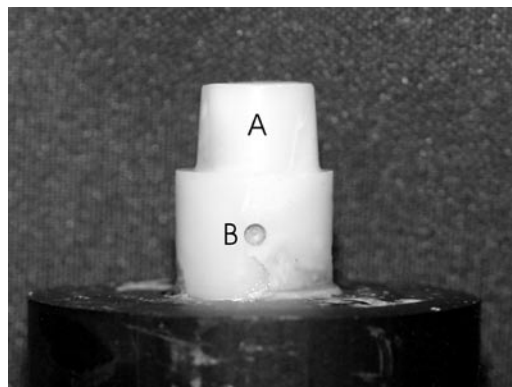


Figura 1 - Preparo protético em dente bovino incluído em bloco de resina acrílica e pronto para receber coroa total metálica (A). Ponto marcado abaixo do término cervical do preparo como referência para leitura de desajuste marginal (B)

A superfície de cada dente foi coberta por uma película de papel alumínio que atuou como espaçador. Os preparos foram reproduzidos por meio de moldagem com silicone polimerizado por adição (Flexitime<sup>®</sup>; Heraeus, Kulzer, EUA.) em moldeira individual confeccionada em polímero polivinílico (PVC). Realizou-se uma impressão inicial com material denso e outra final, com material de consistência leve<sup>2,14</sup>.

Gesso tipo IV (Exadur V<sup>®</sup>; Polidental Indústria e Comércio Ltda., São Paulo, SP, Brasil) foi espatulado mecanicamente a vácuo por 40s (Multivac 4<sup>®</sup>; Degussa-Hüls, Hanau, Alemanha) e vertido sob vibração no interior dos moldes.

Para o grupo constituído por padrões em cera, sobre cada troquel foi confeccionado um *coping* de 0,7 mm de espessura por meio de imersão do troquel durante dois segundos em cera liquefeita (Picodip<sup>®</sup>; Renfert GmbH, Hilzingen, Alemanha). Padrões de fundição em resina acrílica com 0,7 mm de espessura (Pattern<sup>®</sup> e Duralay<sup>®</sup>) foram produzidos a partir de matrizes de silicone de consistência densa (Flexitime<sup>®</sup>; Heraeus, Kulzer, EUA), obtidas do registro dos padrões de cera posicionados sobre os troqueis (Fig. 2).

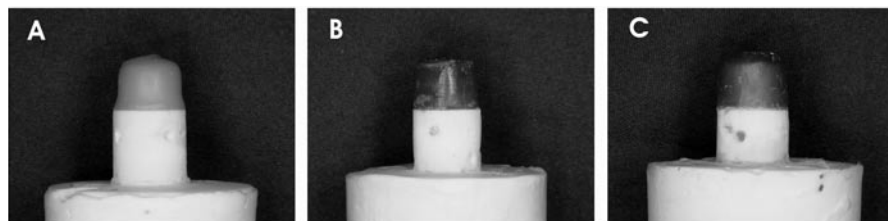


Figura 2 - Vista cervical dos padrões em cera (A), resina Duralay<sup>®</sup> (B) e resina Pattern<sup>®</sup> (C)

Na superfície oclusal dos padrões de fundição foram fixados, em posição vertical, condutos com cerca de 3 mm de espessura. Esses foram unidos a um conduto de alimentação maior, posicionado horizontalmente e com 4 mm de espessura; por sua vez, este foi adaptado a dois condutos verticais de 5 mm de espessura, que foram, por fim, fixados à base formadora de cadinho do anel de inclusão de silicone (Dentaurum J. P.<sup>®</sup> Winkelstroeter KG, Pforzheim, Alemanha).

Conjuntos de cinco padrões de fundição foram incluídos simultaneamente com revestimento especial para titânio (Rematitan Plus®; Dentaum J. P. Winkelstroeter KG, Pforzheim, Alemanha) proporcionado e manipulado de acordo com as especificações do fabricante (80 mL de líquido para 500 g de pó).

Logo após a obtenção dos blocos de revestimento, estes foram posicionados no interior de um forno elétrico de aquecimento (7000 – 5P®; EDG Equipamentos e Controles Ltda., São Carlos, SP, Brasil), que foi programado conforme recomendação do fabricante do revestimento. A seguir, os blocos foram colocados em máquina de fundição (Rematitan®; Dentaum J. P. Winkelstroeter KG, Pforzheim, Alemanha), previamente programada para 31 g de Ti c.p. (Tritan®; Dentaum J. P. Winkelstroeter KG, Pforzheim, Alemanha). Após a fundição, os blocos foram imediatamente esfriados em água e fraturados com auxílio de um desincludor pneumático (Modelo 320; Silfradent® – F.LLI Manfred, Itália).

As coroas metálicas obtidas foram jateadas com óxido de alumínio de 100 µm de diâmetro e separadas dos condutos de alimentação com o auxílio de disco de carboneto de silício (Knebel Produtos Ltda, Porto Alegre, RS, Brasil). O acabamento das superfícies externas e a remoção de irregularidades internas foram realizados com fresas específicas (Maxi Plus® e Midi®; Dentaum J. P. Winkelstroeter KG, Pforzheim, Alemanha) (Fig. 3).

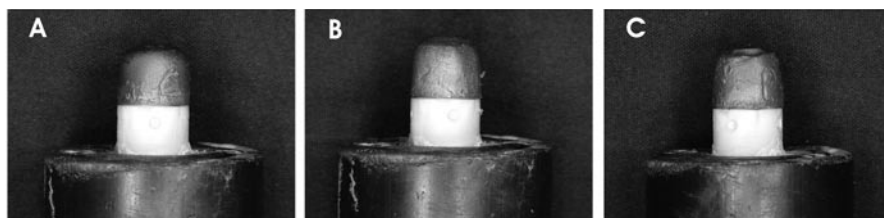


Figura 3 - Vista cervical das coroas metálicas prontas na sequência em cera (A), resina Duralay® (B) e resina Pattern® (C)

Previamente ao procedimento de leitura de desajustes marginais, cada coroa total metálica foi posicionada no dente correspondente e sobre o conjunto dente/corôa aplicou-se uma força estática de assentamento, no sentido vertical (9 kgf), durante o período de 1 min, em prensa pneumática<sup>8,13</sup>. O conjunto foi mantido fixo na posição com auxílio de cola plástica (3M Espe®, Sumaré, SP, Brasil) inserida em dois pontos diametralmente opostos (Fig. 4).

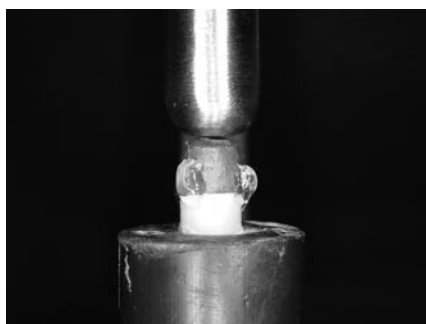


Figura 4 - Conjunto dente/corôa assentado e colado na prensa pneumática

Durante a mensuração dos desajustes utilizou-se um microscópio de medição (STM®, Olympus Optical Co. Ltda., Tóquio, Japão) com aumento de 120 vezes e precisão de 0,5 µm. Uma matriz de resina acrílica permitiu a orientação da fenda marginal no campo de visão do microscópio e alinhamento do plano ótico de leitura. Em cada dente foram marcados, em torno de sua circunferência, quatro pontos de leitura diametralmente opostos com auxílio de uma fresa esférica número 2 (KG Sorensen®, Barueri, SP, Brasil) em baixa rotação. Para cada local de leitura foram realizadas três medidas, sendo registrado um total de doze aferições, cuja média aritmética forneceu o grau de desajuste por dente<sup>8</sup> (Fig. 5).

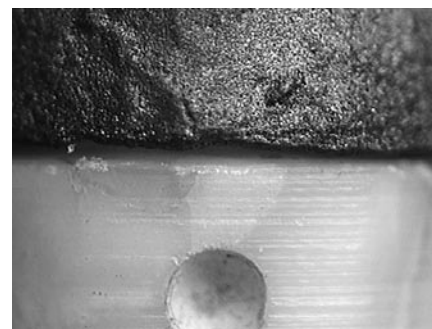


Figura 5 - Imagem microscópica da fenda obtida e mensurada na junção preparo/dente

A média de desajuste marginal e o desvio-padrão foram calculados para cada grupo. A seguir, a comparação entre esses foi efetuada por meio do teste paramétrico de análise de variância e teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

## Resultados

Os valores das médias e desvios-padrão referentes ao desajuste marginal das coroas unitárias fundidas a partir de padrões em cera, resina acrílica Duralay® e Pattern Resin®, comparados pelo teste de Tukey, podem ser visualizados na Tabela 1.

Tabela 1 - Médias (µm) e desvios-padrão dos grupos obtidos por padrões em cera, resina Duralay® e Pattern Resin®

Grupo	Média	Desvio-padrão
Cera	151,20 A	47,40
Duralay®	153,60 A	37,10
Pattern Resin®	165,00 A	32,50

Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p = 0,7089$ )

Não foram verificadas diferenças estatisticamente significativas em relação aos desajustes marginais dos grupos constituídos por coroas metálicas obtidas a partir dos padrões em cera, resina Duralay® e Pattern Resin®.

## Discussão

Recentemente, metais para fundição odontológica alternativos ao ouro têm sido incorporados e submetidos a um número cada vez maior de pesquisas, dentre os quais, especialmente, o titânio<sup>4,6-7,15</sup>. Apesar de inúmeras vantagens associadas às propriedades biológicas e mecânicas, o titânio e suas ligas possuem alto ponto de fusão (por volta de 1 672 °C) e uma grande reatividade

química. Essas características têm requerido maiores cuidados durante a fundição e, eventualmente, culminam em dificuldades na elaboração de próteses com aceitável nível de ajuste marginal<sup>4,8</sup>.

Um grande desafio da odontologia ainda é a obtenção de restaurações livres de desajustes marginais. Quando há justaposição de duas superfícies distintas, a formação de lacuna na região de interface é inevitável. Dentro das limitações dos materiais e técnicas existentes, buscam-se, portanto, restaurações que apresentem o menor valor possível de desajuste marginal<sup>3,16</sup>.

Contudo, que valor de desajuste marginal seria aceitável clinicamente? Estudos consideram a medida de 100 µm como limite de desajuste clinicamente aceitável<sup>9</sup>. Todavia, autores como Schwartz<sup>10</sup> (1986), Karlsson<sup>17</sup> (1993) e Leong et al.<sup>3</sup> (1994) consideram que esses valores podem variar entre 10 e 160 µm em restaurações unitárias.

Na presente pesquisa, os valores médios obtidos em relação ao desajuste marginal de peças provenientes de padrões para fundição em cera (151,20 µm), resinas Duralay® (153,60 µm) e Pattern Resin® (165 µm) apresentaram-se muito semelhantes e próximos ao valor máximo aceitável por Schwartz<sup>10</sup> (1986) (160 µm).

Desde o início do século passado, quando foi desenvolvido o processo de obtenção de próteses pelo método da cera perdida<sup>1</sup>, a cera odontológica passou a ser, durante muitas décadas, o material eleito para a elaboração de padrões<sup>16</sup>. Não obstante, ainda hoje é bastante utilizada em laboratórios comerciais, principalmente pelo baixo custo e simplicidade nos procedimentos técnicos. Entretanto, padrões em cera, quando removidos para inclusão, tendem a sofrer modificações dimensionais durante a permanência fora do troquel no qual foi realizada a escultura<sup>11</sup>. Outro problema associado à cera é percebido quando se confeccionam padrões de próteses parciais fixas cujas alterações podem ser potencializadas pelo maior tamanho ou curvatura do padrão<sup>11</sup>. Somando-se a essas evidências, acredita-se ainda que distorções adicionais pos-

sam ser incorporadas em razão do manuseio incorreto desses padrões após a remoção dos troquéis, provocando amassamento e deformações muitas vezes não percebidas. Podem-se, então, considerar todos esses fatores como potenciais causas de discrepâncias marginais de peças metálicas obtidas de padrões elaborados em cera.

No sentido de prevenir os problemas atribuídos à cera, a resina acrílica passou a ser bastante empregada na confecção de padrões para fundição a partir do final do século passado, apresentando aparentemente maior estabilidade dimensional<sup>13</sup>. O padrão em resina acrílica tem a vantagem de poder ser retirado e permanecer fora do troquel em gesso sem que ocorram modificações dimensionais significativas que possam repercutir no ajuste marginal da peça fundida<sup>13</sup>. Adicionalmente, seu uso pode ser estendido para situações nas quais o técnico possua dúvida quanto à precisão do troquel, principalmente com relação à extensão marginal, podendo-se indicá-lo para prova direta intrabucal sobre o dente preparado.

Os resultados do presente estudo permitem observar que não houve diferenças estatisticamente significativas nos valores de discrepância marginal para os materiais utilizados (cera ou resinas acrílicas). Para todos os materiais notam-se valores de desajustes próximos a 150 µm, sendo as adaptações observadas nos padrões em cera, provavelmente oriundas de distorções durante remoção do modelo para inclusão<sup>11-12</sup>. Já nos padrões em resina acrílica, em razão da maior rigidez dos *copings*, acredita-se que possa ter havido limitações na expansão inicial que ocorre durante a presa do revestimento, fenômeno importante como meio de compensar a contração do metal durante seu esfriamento no interior do molde.

As resinas acrílicas não são indicadas pelo fabricante do equipamento de fundição de titânio como material para confecção de padrões<sup>5</sup>. Especula-se que possam permanecer resíduos do acrílico no interior do molde de revestimento que poderiam agir contaminando o titânio e implicando irregularidades que

geralmente comprometem a vedação marginal. No presente estudo, considerando que não foram constatadas diferenças estatisticamente significativas entre as peças providas dos padrões em acrílico e cera, acredita-se que essas interferências não procedem. Poder-se-ia, ainda, especular que as resinas acrílicas, pela contração de polimerização inerente ao material, conduzissem a maiores níveis de desajuste marginal quando usadas como material de confecção dos padrões. Todavia, se existe, a contração ocorre ainda com os padrões posicionados nos troquéis, sendo menos prevalentes as distorções ocorridas desde a sua remoção até o momento da inclusão em revestimento, a exemplo do que ocorre com os padrões em cera. Contudo, novas pesquisas seriam importantes para se avaliarem outros aspectos, especialmente as propriedades mecânicas dos materiais utilizados na confecção de padrões de fundição.

## Conclusão

Diante das condições experimentais estudadas e dos resultados obtidos, pôde-se concluir que:

- não houve diferença nos valores de desajuste marginal de coroas totais fundidas em titânio comercialmente puro quando se variou o material de confecção do padrão para fundição, utilizando cera, resina acrílica Duralay® e resina acrílica Pattern Resin®;
- independentemente do material de confecção dos padrões para fundição, as médias de desajuste marginal mantiveram-se em níveis próximos a 150 µm.

## Abstract

In metallic total crowns, the maximum of marginal fit to the dental element is required for the longevity of the restorations. The aim of this study was to evaluate the influence of casting pattern manufactured from wax, Duralay™ acrylic resin and Pattern™ acrylic resin in marginal fit of cast commercially pure titanium (CP Ti) crowns. By means of a mechanic lathe, ten bovine teeth were prepared to receive cast crowns. Dies in dental stone

type V were originated from bovine teeth by vinyl polysiloxane impressions. Thirty titanium crowns were casted in three different group (n = 10). The groups had been divided by the material used in the production of casting patterns: wax, Duralay<sup>TM</sup> acrylic resin and Pattern<sup>TM</sup> acrylic resin. Marginal misfit values (µm) were recorded at four measurement point on each one casting with a traveling microscope (120X). By means of Analysis of Variance and Tukey test ( $p \leq 0,05$ ) were not exhibited significances statistical differences among mean values of marginal fit for the wax group ( $151,20 \pm 47,40$  µm) and the others group: Duralay<sup>TM</sup> resin group ( $153,60 \pm 37,10$  µm) and Pattern<sup>TM</sup> resin group ( $165,00 \pm 32,50$  µm). It was concluded that the material used in the manufacture of casting pattern did not interfere in the marginal fit of cast titanium crowns.

**Key words:** dental prosthesis, marginal fit, titanium.

## Referências

1. Taggart WH. A new and accurate method of making gold inlay. *Dent Cosmos* 1907; 49(11):1117-9.
2. Boening KW, Walter MH, Reppel PD. Noncast titanium restorations in fixed prosthodontics. *J Oral Rehabil* 1992; 19(3):281-7.
3. Leong D, Chai J, Lautenschlager E, Gilbert J. Marginal fit of machine-milled titanium and cast titanium single crowns. *Int J Prosthodont* 1994; 7(5): 440-7.
4. Taira M, Moser JB, Greener EH. Studies of Ti alloys for dental castings. *Dent Mater* 1989; 5(1):45-50.
5. Lautenschlager EP, Monaghan P. Titanium and titanium alloys as dental materials. *Int Dental Res* 1993; 43(3):245-53.
6. Wang RR, Fenton A. Titanium for prosthodontic applications: A review of the literature. *Quintessence Int* 1996; 27(6):401-8.
7. Nakajima H, Okabe T. Titanium in dentistry: development and research in the U.S.A. *Dent Mat J* 1996; 15(2):77-90.
8. Contreras ER, Henriques GE, Giolo SR, Nóbilo MA. Fit of cast commercially pure titanium and Ti-6Al-4V alloy crowns before and after marginal refinement by electrical discharge machining. *J Prosthet Dent* 2002; 88(5):467-72.
9. Samet N, Resheff B, Gelbard S, Stern N. CAD – CAM system for the production of metal coping for porcelain-fused-to-metal restorations. *J Prosthet Dent* 1995; 73(5):457-63.
10. Schwartz IS. A review of methods and technique to improve the fit of cast restorations. *J Prosthet Dent* 1986; 56(3):212-5.
11. Fusayama T. Factors and technique of precision casting. Part I. *J Prosthet Dent* 1959; 9(3):468-97.
12. Skinner EW. The role of investment setting expansion in gold compensation casting techniques. *Dent Cosmos* 1933; 75(10):1009-18.
13. Valera RC. Estudo da adaptação gengival de coroas totais fundidas a partir de padrões de cera, de resinas acrílicas ativadas quimicamente e mistos (R. A. A. Q. + cera) [Dissertação de Mestrado]. Bauru: Faculdade de Odontologia de Bauru da USP; 1976.
14. Petersen GF, Asmussen E. Distortion of impression materials used in the double-mix technique. *Scand J Dent Res* 1991; 99(2):343-8.
15. Zavanelli RA, Pessanha Henriques GE, Ferreira I, De Almeida Rollo JM. Corrosion – fatigue life of commercially pure titanium and Ti-6Al-4V in different storage environments. *J Prosthet Dent* 2000; 84(3):274-9.
16. Andersson M, Bergman B, Bessing C, Ericson G, Lundquist P, Nilson H. Clinical results with titanium crowns fabricated with machine duplication and spark erosion. *Acta Odontol Scand* 1989; 47(5):279-86.
17. Karlsson S. The fit of procera titanium crowns an *in vitro* and clinical study. *Acta Odontol Scand* 1993; 51(2):129-34.

### Endereço para correspondência

Guilherme Elias Pessanha Henriques  
Rua Campos Salles, 2006, Apto 92,  
CEP: 13416-310 – Piracicaba - SP  
Fone: (19) 3412-5376  
E-mail: wagnerfragoso@uol.com.br