

Photoelastic Analysis of The Support Structures Utilizing a Bi- Cross Bar to Lower Kennedy Class I With a Clasp Retention System

PPR: Análise Fotoelástica das Estruturas de Suporte

Sob um Sistema de Barra Bi-partida para Classe I de Kennedy Inferior com Retenção a

INTRODUÇÃO

As próteses parciais removíveis de extremidade livre (PPREL) são os casos que apresentam maiores dificuldades quanto à sua resolução, pelo fato de não apresentarem suporte dental distal e de haver uma grande diferença entre a resiliência da mucosa e o movimento do dente no alvéolo.¹

A atenção especial dada a este tipo de prótese acontece não pela dificuldade de execução, mas sim, pelo funcionamento biomecânico insatisfatório, uma vez instalado na boca do paciente.⁵

Nos arcos parcialmente edentados de extremidade livre, a necessidade de conseguir uma divisão equitativa de trabalho entre os dentes suportes e o rebordo residual é de fundamental importância. A preocupação com essa problemática remonta à década de 1920, quando surgiram os sistemas bi-partidos, culminando com o trabalho de Hruska², que descreveu um dispositivo cuja finalidade era diminuir a força incidente sobre uma determinada área, distribuindo-a uniformemente, tanto aos dentes suportes quanto à mucosa. Hruska² denominou-o “*stress breaker*”, ou rompe-forças.

A utilização de barras semi-rígidas resistentes, com grau de deformação variando de acordo com a liga, a têmpera e a robustez da estrutura, constitui um meio de harmonizar a discrepância de compressibilidade dos tecidos. Ao se estabelecer a união entre a base mucossuportada e a dento, ou implantossuportada, por meio do conector maior, determina-se que as cargas sobre a base mucossuportada, transferidas para o ponto de união com o conector maior, promovam esforços de compressão sobre os suportes do lado de trabalho e a tração sobre os suportes do lado de não-trabalho, todos predominantemente axiais.^{6,11}

Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo analisar, utilizando modelo fotoelástico, a distribuição interna das tensões geradas, sobre o rebordo residual e o periodonto dos dentes pilares, por meio de um sistema de barra bi-partida para Classe I de Kennedy inferior com retenção a grampo.

Rezende¹¹ defendeu a construção de próteses removíveis dento ou implanto mucossuportadas, empregando barras rompe-forças para interligar os segmentos. Desta maneira, conseguiu-se equilibrar a diferença entre os coeficientes de compressibilidade do ligamento periodontal e da mucosa, instalando uma biodinâmica que atendeu aos anseios biológicos. A utilização de barras rompe-forças resistentes, semi-rígidas, com módulo de elasticidade variando com a liga, a têmpera e a robustez, certamente aponta para o meio de harmonizar essa discrepância, sobretudo se a interconexão entre os mencionados suportes se estabelecer entre a parte média da base mucossuportada e o centro da barra que interliga os suportes. Estas barras devem ser mais rígidas que o conector maior, nunca mais flexível, desse modo, elas é que se flexionariam sobrecarregando o suporte mucoso. A estrutura metálica assim concebida transmite aos segmentos mucossuportados esforços contrabalançados e intermitentes, estimulando a osteogênese e impedindo ou reduzindo a reabsorção

- **Guilherme Andrade Meyer**
Mestrando em Prótese Dentária pelo CPO São Leopoldo Mandic - Campinas/SP.
- **Milton Edson Miranda**
- **Karina Andréa Novaes Olivieri**
- **Marcelo Lucchesi Teixeira**
Professores Doutores do Programa de Pós-Graduação pelo CPO São Leopoldo Mandic - Campinas/SP.

Os AA analisam as tensões geradas por uma PPR, sobre o rebordo ósseo e

CONTATO C/AUTOR:
E-mail: gui.meyer@uol.com.br
DATA DE RECEBIMENTO:
Dezembro/2005
DATA DE APROVAÇÃO:
Janeiro/2006



Fig. 1 - Modelo inicial duplicado do manequim Kavov (Alemanha).



Fig. 2 - Molde obtido com borracha de Silicone BX3-8001 para confecção do modelo fotoelástico.



Fig. 3 - Modelo fotoelástico (Araldite GY279BR - Araltec).



Fig. 4 - Modelo de Trabalho.



Fig. 5 - Grampo nº 7 invertido com placa proximal fixo ao prolongamento superior do conector maior bipartido.



Fig. 6 - Espigão utilizado para a retenção do primeiro pântico da PPR a grampo.

do osso alveolar. As barras rompe-forças robustas não são sujeitas à fadiga e sua presença não incomoda de nenhum modo. Permanecem em função durante muitos anos, sem necessidade de nenhum reparo. A mesma funcionalidade conferida às Classes I e II aplica-se à Classe IV com espaço protético para mais de seis dentes. A preocupação maior daqueles que preconizam conectores bi-partidos mais delgados que o conector maior é a de proteger o suporte dentário, e não a de equilibrar a diferença no potencial de elasticidade entre eles e o suporte mucoso.

De acordo com Leite⁶, a estrutura metálica assim concebida, graças à dinâmica estabelecida pelas barras rompe-forças, transmite aos segmentos mucossuportados esforços contrabalançados e intermitentes, estimulando a osteogênese e impedindo ou reduzindo a reabsorção do osso alveolar.

Para Kaiser³, a barra rompe-forças poupa os dentes remanescentes de uma sobrecarga mastigatória, mas acentua a reabsorção do tecido ósseo. A barra bi-partida distribui as forças por meio da flexibilidade do conector maior. As selas rompe-forças causam desconforto e impacção alimentar, dificultam a higienização e beliscam os tecidos moles e a língua. Além de tudo isso, elas são mais difíceis de realizar, pouco estáveis e onerosas. As selas rompe-forças levam o osso alveolar do rebordo desdentado a uma hiper-reabsorção.

Kliemann & Oliveira⁴ descreveram a rompe-forças como sendo uma barra bi-partida, na qual a parte anterior tem a mesma localização da barra lingual clássica, e a sua porção média se ramifica em duas. A parte inferior une-se à sela e a superior a todos os outros elementos constituintes. A porção que se une a sela é ligeiramente mais delgada, para proporcionar a flexibilidade desejada. O alívio é necessário por razões semelhantes às da barra lingual clássica. A barra bi-

partida deve ser indicada para casos em que os dentes possuam suporte periodontal inadequado para que as forças recaiam com um mínimo de carga sobre eles. Devido às características de flexibilidade que a prótese apresenta e à impossibilidade de controlar a distribuição das cargas, as forças recebidas pelo rebordo geralmente encontram-se num limiar além do tolerado fisiologicamente pelos tecidos, levando o osso alveolar a uma maior reabsorção. Por esse motivo, deve-se indicar este conector apenas para aqueles casos em que haja um fator ósseo positivo, isto é, um osso que se apresenta radiograficamente denso e clinicamente estável à reabsorção.

Segundo Rezende¹¹, as barras bi-partidas devem ser mais rígidas do que o conector maior, para que nela se possa instalar uma repartição dos esforços e obrigá-lo a girar, alternando os momentos de força em vetores axiais, nunca mais flexíveis, porque, desse modo, as barras é que se flexionariam, sobrecarregando o suporte mucoso.

MATERIAIS E MÉTODO

O modelo fotoelástico foi obtido a partir da duplicação de um manequim (Kavo, Alemanha) de uma mandíbula completamente dentada. Foram eliminados os elementos dentários 36, 37, 38, 46, 47, 48, transformando-o em um arco Classe I de Kennedy. Foram aumentadas a sua base e a abertura interna do arco, para facilitar a leitura das franjas fotoelásticas no momento da aplicação de cargas. Foram realizados preparos como planos-guias e descansos oclusais nos 1^{os} e 2^{os} pré-molares com brocas diamantadas 1014 (KG), 4138 (KG) e 3118 (KG). (FIG. 1)

Esse modelo foi reproduzido em negativo com borracha de silicone BX3-8001 da Fiber Center, para obtenção



Fig. 7 - Montagem dos dentes no modelo de trabalho.



Fig. 8 - Vista aproximada da sela com resina incolor e da bipartição do acrílico.



Fig. 9 - Pontos de aplicação de carga, fixados entre o 2º pré-molar e o 1º molar, sobre o modelo superior antagonista, estando este articulado em máxima intercuspidação com o modelo fotoelástico.



Fig. 10 - Modelos posicionados em máxima intercuspidação, porém sem aplicação de carga.

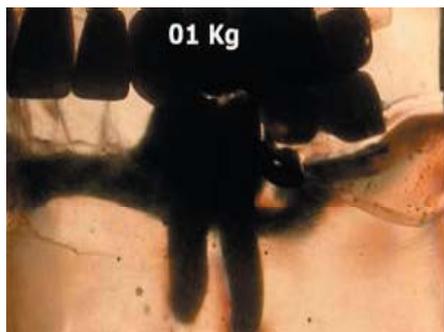


Fig. 11 - Corpo de prova com aplicação de 1,0 kg.

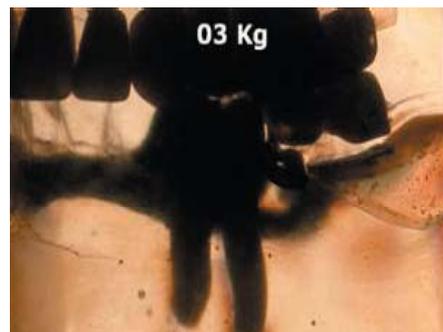


Fig. 12 - Aplicação de carga com 3,0 kg.

de uma matriz que possibilitou a reprodução do mesmo em resina fotoelástica (FIG. 2).

O modelo fotoelástico foi duplicado com moldeira e silicone por condensação e vertido em gesso tipo IV (Durone), sendo denominado de modelo de trabalho. Este modelo foi encaminhado para que fosse duplicado e obtido o modelo em revestimento. Nesse modelo refratário foi encerada a estrutura, com padrões de cera e gotejador, a qual foi fundida em liga de cobalto-cromo (Degussa – Hulls, Geschäftsbereich – Dent. Germany) com maçarico a gás-ar (FIG. 3 e 4).

O planejamento da estrutura metálica constituiu em utilizar, nos dentes principais de suporte, um grampo nº 7 invertido com placa proximal distal. Este retentor não se fixou à sela como no sistema rígido de conexão, mas sim se originou de um prolongamento da porção superior do conector maior, que se dividiu à altura do apoio do pilar direto. A este conjunto somou-se um componente, denominado espigão, que ajudará na fixação de um único dente artificial o qual, constituirá um braço de potência associado ao pilar direto (PD), reduzindo assim a alavanca sobre o rebordo residual¹¹ (FIG. 5).

Da porção inferior do conector maior, parte um braço de conexão bi-partido para originar a sela sobre a qual os demais dentes artificiais serão fixados, que desta forma estarão desligados diretamente do PD. Quanto à largura e espessura do braço de conexão ou conector flexível, este foi confeccionado com espessura de uma vez e meia em relação ao prolongamento superior do conector bi-partido (1,5mm e 1,0mm, respectivamente) medidos com paquímetro digital, para que a sela não tivesse movimentação excessiva sobre o rebordo residual¹¹ (FIG. 6).

A estrutura metálica foi adaptada sobre o modelo de trabalho no qual realizou-se a montagem dos dentes e enceramento da peça, para posterior inclusão e a acrilização da mesma. A estrutura em cera correspondente à base da prótese, e futuramente base acrílica incolor, também foi bi-partida com uma lâmina metálica (matriz de amálgama) para possibilitar que esta possua movimento independente dos dentes pilares (FIG. 7).

As selas foram construídas a partir do modelo de trabalho, já com a estrutura metálica, contendo dois pânticos cada, com tamanhos iguais (primeiros molares inferiores M3 da Trilux cor 2A), e recobrimo totalmente o rebordo com sela ampla. Foram construídas com acrílico termo polimerizável incolor (FIG. 8).

Em seguida a estrutura metálica bi-partida teve sua base adaptada ao modelo fotoelástico, por meio da adição de silicone sob a sua base, com a finalidade de simular a mucosa residual sobre o rebordo.

Para a realização dos ensaios, o modelo fotoelástico com o respectivo corpo de prova foi analisado sem aplicação de cargas para verificar se o mesmo estava isento de tensões. Posteriormente foi analisado com a aplicação de 1,0kg; 3,0kg; 5,0kg; 7,0kg; 10,0kg, 11kg e 13kg sucessivamente.⁹

Como dispositivo de aplicação de cargas utilizou-se o aparelho desenvolvido por Mauri Filho⁸ e modificado por Mathias⁷ pertencente ao Departamento de Prótese da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, realizando esta aplicação de forma concentrada e uniformemente distribuída, fixando três pontos correspondentes à parte central do modelo, na região entre o 2º pré-molar e 1º molar do modelo superior

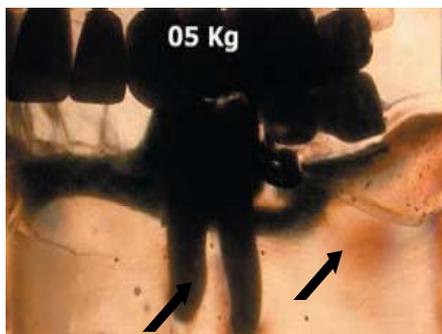


Fig. 13 - Modelo fotoelástico sob carga de 5,0 kg.

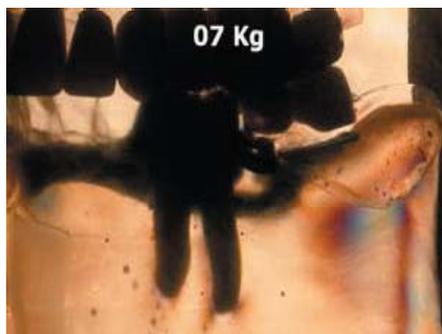


Fig. 14 - Visualização da carga de 7,0kg sobre o modelo fotoelástico.

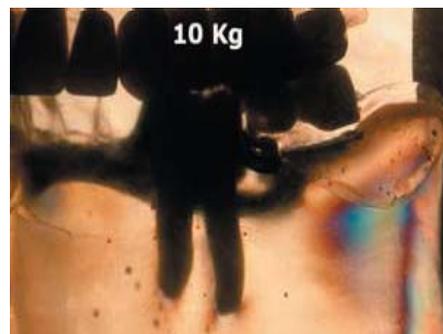


Fig. 15 - Vista lateral esquerda do modelo fotoelástico com carga aplicada de 10kg.

antagonista (FIG. 9).

A cada peso colocado, foi observado na lente da objetiva da máquina fotográfica digital (NIKON COOLPIX 4500 com 4.0 megapixels) o efeito que este causou, anotando-se o resultado e fotografando-se o modelo fotoelástico para documentar a análise qualitativa. A avaliação final foi feita por meio de acompanhamento visual e fotográfico, sem a necessidade de análise estatística.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontrados foram obtidos por meio de uma análise visual e fotográfica da lateral esquerda do modelo fotoelástico por meio da utilização de uma máquina fotográfica digital NIKON COOPIX 4500 com 4.0 megapixels. Trata-se da aplicação de cargas sobre uma estrutura metálica, com sistema de barra bi-partida, planejada para uma prótese parcial removível a grampo em um arco Classe I de Kennedy inferior. As cargas foram aplicadas no modelo antagonista, o qual foi posto em posição de máxima intercuspidação com o arco inferior, sendo a distribuição das tensões sobre os dentes pilares e o rebordo residual analisadas da seguinte forma:

Os modelos foram posicionados no interior de um recipiente contendo óleo mineral branco (Campestre), interposto entre o polarímetro e o filtro polarizador, para que permitisse uma melhor visualização e conseqüente interpretação das franjas fotoelásticas.⁷ Foram articulados na posição de máxima intercuspidação, porém, inicialmente, sem aplicação de carga. Não foram observadas tensões significativas em torno dos dentes pilares e rebordo residual, apesar da presença de franjas na porção mesial da raiz do 2º pré-molar e no terço médio do rebordo. A análise do corpo de prova teve como ponto inicial à imagem apresentada na FIG. 11.

Na imagem da aplicação de 1,0 kg e 3,0 kg não se observa a presença de tensão em todo o lado analisado (FIG. 12).

Nota-se que houve uma alteração no comportamento fotoelástico a partir dos 5,0kg de carga, na região do rebordo, abaixo do pântico do 2º molar, e na distal da sela bi-partida em direção à base mandibular. Nenhuma alteração foi observada nos dentes pilares (FIG.13)

As tensões tornaram-se mais nítidas e concentradas nas regiões do rebordo, sob o 2º pântico, e na porção distal da sela ao aplicar-se carga de 7,0 kg. Não ocorreu alteração visível na região do 2º pré-molar, porém, um ligeiro aumento de tensão no ápice do 1º pré-molar, pôde ser observado (FIG. 14).

É considerável a presença de tensão sob toda a extensão

da sela bi-partida. Aumento da concentração de franjas no ápice do 1º pré-molar (FIG. 15).

Aos 11 kg de carga, os dentes pilares permaneceram sem alteração, enquanto que no rebordo ocorreu um aumento da área de tensão, localizando-se neste momento também no terço médio da barra bi-partida (FIG. 16).

Com a carga máxima de aplicação empregada neste experimento (13 kg), toda a região do rebordo sob a sela bi-partida apresentou acentuada concentração de tensão. Percebe-se ainda uma concentração de tensões no ápice dos dentes pilares e nenhuma área de tensão sob o 1º pântico ou na distal do pilar direto (FIG. 17).

CONCLUSÃO

Pela análise dos resultados obtidos nesta pesquisa, de acordo com a metodologia empregada, foi possível concluir que:

- a estrutura metálica não-rígida avaliada para prótese parcial removível a grampo com sela bi-partida produziu maiores tensões no rebordo residual, principalmente na região abaixo do último pântico e na distal da sela;
- a estrutura não-rígida bi-partida promoveu um alívio dos dentes pilares, com diminuição das tensões em torno das raízes ao longo da seqüência de aplicação de cargas e direcionamento de forças ao ápice radicular;
- este sistema de barra bi-partida pode ser indicado para arcos Classe I e II de Kennedy, bem como para as Classes IV com perda de mais de seis dentes, nos casos onde os pilares encontram-se com reduzido suporte periodontal e o rebordo remanescente esteja em bom estado de preservação.

RESUMO

As Próteses Parciais Removíveis (PPR) do tipo dentomucossossuportadas são consideradas as mais complexas devido aos diferentes tipos de suporte encontrado, com as quais se busca minimizar os efeitos da diferença de compressibilidade do ligamento periodontal e da mucosa do rebordo residual durante a função mastigatória. A utilização de barras bi-partidas constitui uma das alternativas para diminuir essa discrepância. Essas estruturas têm a capacidade de transmitir aos segmentos mucossossuportados esforços contrabalançados e intermitentes, reduzindo a reabsorção do osso alveolar. Assim, os objetivos deste trabalho foram analisar, por meio da fotoelasticidade, um sistema de barra bi-partida para PPR a grampo e observar a distribuição interna das tensões geradas quando este dispositivo

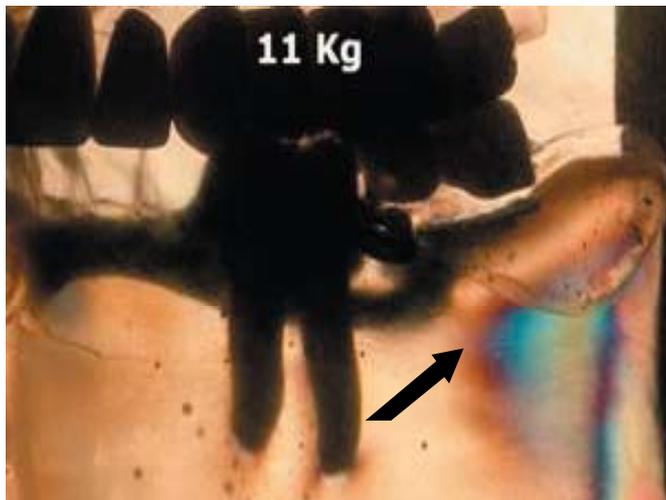


Fig. 16 - Carga de 11kg sendo aplicada.

era empregado sobre o rebordo residual e o periodonto dos dentes pilares em um arco Classe I de Kennedy inferior. Os resultados mostraram que duas regiões chamam a atenção no rebordo residual: uma localizada no terço médio e outra na região distal da mesma estrutura. Não foram observadas alterações na região do rebordo sob o 1º pântico da sela bi-partida. Observou-se nos dentes pilares um aumento de tensão nos ápices. Pela análise dos resultados obtidos foi possível concluir que a estrutura metálica bi-partida avaliada produziu tensões no rebordo residual e promoveram um alívio nos dentes pilares, sendo então indicada para os casos onde os dentes encontram-se com suporte periodontal reduzido e o rebordo apresenta condições favoráveis.

Palavras-chave: Prótese parcial removível, classe I de Kennedy, retenção e grampo.

ABSTRACT

The dentomucosupported removable partial denture (RPD) are considered the most complexes due to the different kinds of support with which one tries to minimize the effects of the difference of compressibility of the periodontal ligament and the residual border mucosa during masticatory function. The use of resistant stressbreaker bars constitute one of the alternative to equalize this discrepancy. These structures are able to transmit to the mucosupported segments the contrabalanced and intermittent efforts, reducing the alveolar bone resorption. Thus the objectives of this work where to analyze, using photoelasticity, a bi-broken bar system to RPD by clasp observing the internal distribution of created tensions when this method was used over the residual border and the periodonto of the supported teeth in a lower class I Kennedy arch. The results showed that two resions are remarkable in the residual border: one placed in the medium third and another in a distal region of the same structure. It was not observed modification in the region of the border under the first pontic of the bi-broke saddle. It was noticed at the supported teeth an increase of tension in the apex, mainly in the first pre-molars. By the analysis of the results it was possible to conclude that the bi-broken metallic structure produced tensions in the residual borders and promoted a relief in the supported teeth, being in this case indicated in situations where the teeth are found with reduced periodontal

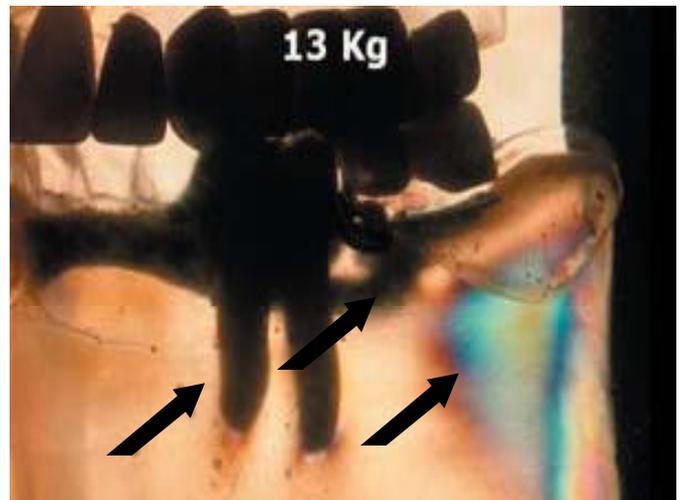


Fig. 17 - Aplicação de 13 kg de carga sobre os modelos.

support and the residual borders are in favorable conditions.

Keywords: Removable partial denture, class I Kennedy arch, clasp retention .

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. GUEDES, G. G.; ZANETTI, A. L.; MATSON, E.; MARRA, J. L. Influência da localização dos apoios oclusais em prótese parcial removível de extremidade livre, através do método de elementos finitos. *Rev Pós Grad*, v. 4, p. 245-249, out./dez. 1995.
2. HRUSKA, A. A. Rompe fuerza ("stress breaker") loque son y su importância en protesís. *Trib Odontol*, v. 9, p. 654-656, set. 1928.
3. KAISER, F. *PPR no laboratório*. Curitiba: Maio, 2002.
4. KLIEMAN, C.; OLIVEIRA, W. *Manual de prótese parcial removível*. São Paulo. Santos, 2002.
5. LAGANÁ, D. C. *Estudo comparativo do comportamento biomecânico das próteses parciais removíveis de extremidade livre e das próteses parciais fixas em cantilever: análise fotoelástica das reações das estruturas de suporte*. 1992. 221f. Tese (Doutorado em Prótese dentária) - Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.
6. LEITE, K. S. A. *Análise fotoelástica comparativa do comportamento mecânico de dois sistemas de encaixe rompedoras para próteses parciais removíveis de extremidades livres: "rezende" e tipo "artilho"*. 2000. Dissertação (Mestrado em Prótese dentária) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2000.
7. MATHIAS, A. C. *Análise fotoelástica das estruturas de suporte das próteses parciais removíveis apoiadas sobre implantes na região distal*. 2001. 140 f. Tese (Doutorado em Prótese dentária) - Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, 2001.
8. MAURI FILHO, A. C. *Comportamento biomecânico dos apoios superficiais e profundos nas próteses parciais removíveis de extremidade livre*. 1999. 173f. Tese (Doutorado em Prótese dentária) - Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
9. OLIVEIRA, E. J. *Bioengenharia em implantes osseointegrados*. Rio de Janeiro: Pedro Primeiro, 1997. p. 13-17.
10. REBÓSSIO, A. D. *Protesis parcial removable*. 3. ed. Buenos Aires: Mundi; 1963.
11. REZENDE, A. B. *Atlas de prótese: sistema de encaixe*. São Paulo: Artes Médicas, 2003.
12. TODESCAN, R.; SILVA, E. E. B.; SILVA, O. J. *Atlas de prótese parcial removível*. São Paulo: Santos, 1996.