

Comportamento biomecânico de implantes de hexágono interno e externo

Biomechanical behavior of internal and external hex implants

Ana Roseli de Queiroz GONÇALVES¹

Marcela Silva TEIXEIRA¹

Flávia Rabello de MATTOS¹

Marcelo Barbosa BARROS¹

Sergio Henrique Gonçalves MOTTA¹

RESUMO

Objetivo: Verificar o comportamento biomecânico por meio de análises retrospectivas e prospectivas da interface implante/pilar de casos clínicos de próteses parciais e unitárias sobre implantes, avaliando a instabilidade dos componentes protéticos de hexágono interno e externo, levando em consideração as condições à carga mastigatória de cada paciente.

Métodos: Estudo retrospectivo e prospectivo de casos de pacientes que chegaram à emergência do Centro de Pós-Graduação da Academia de Odontologia do Estado do Rio de Janeiro, clínica Clivo, entre os meses de novembro de 2008 e janeiro de 2009. Quarenta e quatro pacientes foram atendidos e foram registradas as ocorrências por quatro dentistas. Desses, 16 pacientes foram submetidos ao atendimento de emergência protética de soltura de parafuso das próteses sobre 90 implantes.

Resultados: Clinicamente 84% dos afrouxamentos ocorreram, a maioria em mulheres com idade entre 49 e 69 anos, em implante de hexágono externo, sendo 78% em próteses parafusadas, 70,3% prótese ferulizada, 41% na mandíbula posterior, tendo 43% como antagonista os dentes naturais.

Conclusão: Existe associação significativa, de acordo com os testes mencionados, entre as falhas dos implantes e os tipos de hexágonos com relação ao tipo de prótese confeccionada e com relação ao tipo de antagonista utilizado. Muitos estudos clínicos e biomecânicos, além de ensaios mecânicos, precisam ser publicados para que seja possível comparar as diferenças existentes entre cada um desses tipos de conexões.

Termos de indexação: biomecânica; implantes dentários; prótese dentária.

ABSTRACT

Objective: This study used retrospective and prospective analyses to verify the biomechanical behavior of the implant/abutment interface in clinical cases of partial and single prostheses on implants, assessing the instability of the prosthetic internal and external hex components and considering the masticatory load of each patient.

Methods: This is a retrospective and prospective study of patients who attended the emergency room of the Dental Academy Graduate Center of the State of Rio de Janeiro, Clivo clinic, from November 2008 to January 2009. A total of 44 patients were seen and the occurrences were recorded by four dentists. Of these, 16 patients underwent prosthetic emergency care, loosening the screw of the prosthesis of 90 implants.

Results: Clinically, most (84%) of the loosening were done in women aged 49 to 69 years with external hex implants; 78% were screwed prostheses, 70.3% were splinted prostheses, 41% were in the posterior mandible and 43% were opposite to natural teeth.

Conclusion: According to the abovementioned tests, there is a significant association between implant failure and hex types regarding the type of prosthesis and antagonist used. Many clinical and biomechanical studies and mechanical assays need to be published to allow the differences between these types of connections to be compared.

Indexing terms: biomechanics; dental implants; dental prosthesis.

INTRODUÇÃO

A ausência dentária é um problema que está presente em grande parte da população mundial, levando a consequências estéticas, funcionais, e muitas vezes também, a alterações psicológicas nessa população. Grandes avanços na engenharia odontológica vêm mostrando resultados de novas técnicas e novos materiais para desenvolvimento de próteses cada vez mais semelhantes à dentição natural,

tanto estética quanto biomecanicamente, proporcionando conforto e equilíbrio à essas pessoas. A reabilitação oral sobre implantes ósseo-integrados depende de uma interligação de uma série de fatores. O sucesso desse tipo de prótese está ligado diretamente à saúde dos tecidos circundantes, assim como à precisão e adaptação dos componentes que envolvem esse sistema reabilitador.

A biomecânica relacionada à geometria desses componentes pode ter um papel decisivo para o sucesso, podendo estes ter a capacidade de melhor distribuição de

¹ Academia de Odontologia do Estado do Rio de Janeiro. Rua Barão do Flamengo, 22, Sala 802, Flamengo, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Correspondência para / Correspondence to: ARQ GONÇALVES. E-mail: <arquegons@hotmail.com>.

forças, diminuindo então, a carga sobre o osso circunjacente. Do ponto vista biomecânica, a maior diferença entre os sistemas de implantes é a forma do hexágono. Existem diferentes tipos de conexão protética, porém, os dois grandes grupos de conexão mais conhecidos são: externa e interna; sendo subdivididas em: hexagonal, octogonal, cone parafuso, cone hexagonal, cilíndrica hexagonal, entre outras, mas a grande maioria dos estudos aborda a conexão tipo hexágono externo¹.

Juntamente com esses fatores, uma oclusão equilibrada é foco dos profissionais da área, pois, uma força oclusal extrema, principalmente durante a mastigação, pode levar a altos níveis de estresse ao osso e ao parafuso de fixação do pilar, trazendo possíveis complicações ao sistema prótese/implante como: reabsorções ósseas, desaparafusamentos, deformidades e/ou fraturas de tais componentes. As ocorrências de afrouxamento dos parafusos que unem as próteses aos implantes não são incomuns, tendo a restauração unitária, principalmente quando se trata da substituição de elementos dentários em áreas posteriores, uma biomecânica mais complicada, devido a forças oclusais em maior intensidade nessas regiões, podendo levar a elevados níveis de tensão.

O tamanho reduzido desse tipo de hexágono torna a estabilidade da conexão dependente do parafuso de retenção, justificando os altos índices de afrouxamento em estudos longitudinais. Nas conexões internas, porém, é possível criar uma conexão mais profunda e com um maior contato das paredes do pilar com as paredes internas do implante, diminuindo a possibilidade de micromovimentos durante as cargas, não sobrecarregando o parafuso de retenção².

Estudos *in vitro* vêm demonstrando a superioridade das conexões internas em relação à estabilidade³.

A conexão de hexágono externo teve seu uso inicial para pacientes totalmente edêntulos. Em próteses parciais e unitárias essa interface e seu parafuso estão mais expostos a diversos tipos de carga, sendo os braços de alavanca e as forças laterais as mais danosas. Nesses casos, o poder de retenção friccional do hexágono interno de aproximadamente, quatro vezes maior, faz com que esse problema não ocorra, evitando assim, o afrouxamento do parafuso e a conseqüente remoção das próteses para seu reaperto. Para resolver alguns desses problemas inerentes, soluções tais como utilização de torquímetro, tecnologia da superfície do parafuso, tamanho da plataforma e materiais têm sido investigados para obter uma pré-carga fixa e aumentar as forças de fixação⁴.

Este trabalho buscou verificar o comportamento biomecânico por meio de análises retrospectivas e prospectivas da interface implante/pilar de casos clínicos de próteses parciais e unitárias sobre implantes, avaliando a instabilidade dos componentes protéticos de hexágono interno e externo, levando em consideração as condições à carga mastigatória de

cada paciente, revendo todos os aspectos diretamente ligados a tais sistemas de conexão de implantes osseointegráveis, apontando suas vantagens e desvantagens.

MÉTODOS

Este é um estudo retrospectivo e prospectivo de casos de pacientes que se apresentaram espontaneamente ao Centro de Pós-Graduação AORJ, o qual foi desenvolvido mediante autorização por escrito no anexo do contrato de prestação de serviço, dos mesmos. A pesquisa foi realizada, visando o levantamento da incidência de afrouxamentos do parafuso de todos os implantes instalados nas próteses de conexão externa e interna, dos pacientes que chegaram à emergência entre os meses de novembro de 2008 e janeiro de 2009. Quarenta e quatro pacientes foram atendidos e foram registradas as ocorrências por quatro dentistas. Desses, 16 pacientes foram submetidos ao atendimento de emergência protética de soltura de parafuso das próteses sobre implantes. A partir da seleção, foi utilizado o teste não-paramétrico do qui-quadrado para avaliar a associação entre as falhas dos implantes com relação ao afrouxamento e as variáveis em estudo. Os prontuários e exames radiológicos foram conferidos, assim como os registros de emergências protéticas passadas.

A análise dos dados foi consubstanciada em Métodos Estatísticos Não-Paramétricos e a Análise Descritiva dos Dados a partir de Gráficos *Box Plot* e Tabelas de Contingência.

Neste estudo, avaliou-se o insucesso dos implantes com relação ao afrouxamento levando em consideração o sexo, idade, tipo de prótese, região receptora, diâmetro do implante, e antagonista, comparando com o desenho do hexágono de cada caso com o objetivo de verificar qual variável foi mais significativa entre as complicações por afrouxamento. Foi levado em consideração que todas as próteses recebessem uma pré-carga inicial de 20N e que os parafusos são padronizados com liga de titânio.

RESULTADOS

Os resultados da avaliação do insucesso dos implantes em relação ao afrouxamento foram descritos na forma de gráficos levando em consideração o sexo, idade, tipo de prótese, região receptora, diâmetro do implante, e antagonista.

Dos insucessos do implante causado por afrouxamento na variável *sexo*, 20% eram homens, enquanto que 80% eram mulheres. Em relação aos afrouxamentos em

próteses sobre os implantes, 24% aconteceram entre as idades 29 a 49 anos, 54% entre 49 a 69 anos e 22% entre 69 a 89 anos (Figura 1)

Dos implantes com afrouxamentos, 19% ocorreram na região da maxila anterior, 24% na maxila posterior, 16% na mandíbula anterior e 41% na mandíbula posterior. Na variável antagonista, 24% ocorreram na prótese fixa sobre o dente, 43% no dente natural, 22% na prótese fixa sobre o implante como antagonista e 24% ocorreram na Prótese Total (Figura 2).

Os afrouxamentos do tipo de prótese ocorreram em 29,7% na prótese unitária e 70,3% na prótese ferulizada. Já a fixação prótese teve afrouxamentos em 22% na prótese cimentada enquanto que 78% ocorreram na prótese parafusada.

Dos implantes perdidos, 16% ocorreram afrouxamentos no hexágono e 84% no hexágono externo. Em relação à falha, ocorreram no hexágono externo em 34% das mulheres e 35% dos homens. No hexágono interno, nenhum homem teve falha do implante e 7% das mulheres sim (Figura 3).

Ainda em relação à falha dos implantes, na variável hexágono/tipo prótese, em 21% das próteses unitárias ocorreram falhas no implante de hexágono externo. Das próteses ferulizadas, 39% ocorreram falhas nos mesmos. Das próteses unitárias ocorreram falhas (21%) no hexágono interno e nenhuma falha desta prótese ferulizada ocorreu no hexágono interno. Os 22% das próteses cimentadas tiveram falha do implante no hexágono externo, enquanto que 37,5% das próteses parafusadas ocorreram falhas no mesmo. No hexágono interno, 16,7% das próteses cimentadas ocorreram falhas e 2,8% das próteses parafusadas ocorreu esta intercorrência (Figura 4).

No hexágono externo, ocorreram falhas em 27,8% dos dentes naturais, 53,3% das próteses sobre implante, 29% das próteses fixa sobre dente e 50% das próteses total. No hexágono interno, somente o dente natural (13,9%) teve falha (Figura 5A). No hexágono externo, 37,5% dos implantes colocados na região anterior apresentaram falhas e 32,8% na região posterior (Figura 5B).

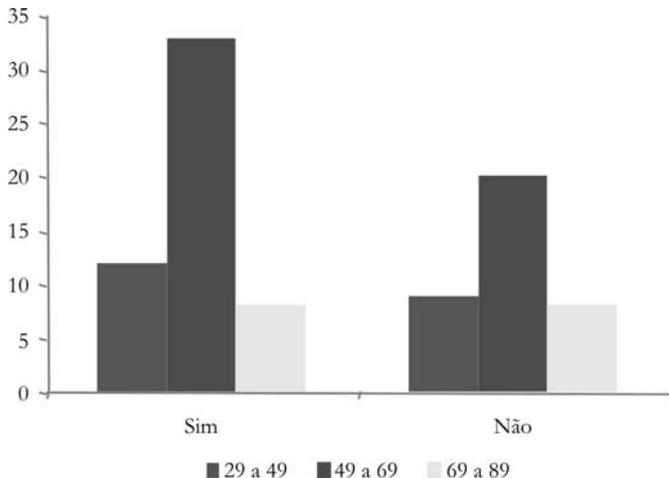


Figura 1. Relação entre idade e sucesso da prótese sobre o implante (sem complicação protética no parafuso).

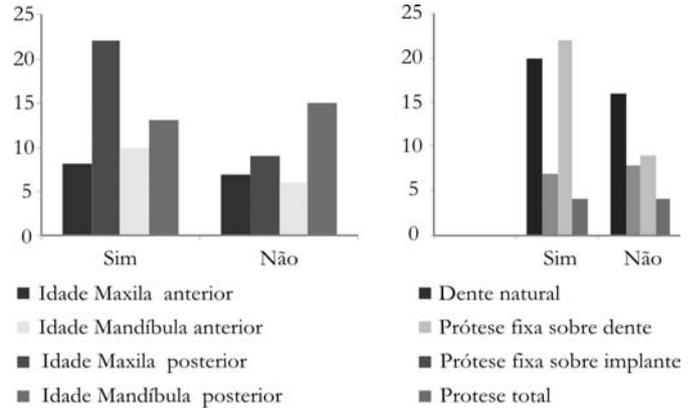


Figura 2. A) Relação entre idade e sucesso da prótese sobre o implante (sem complicação protética no parafuso). B) Relação entre antagonista e sucesso da prótese sobre o implante (sem complicação protética no parafuso).

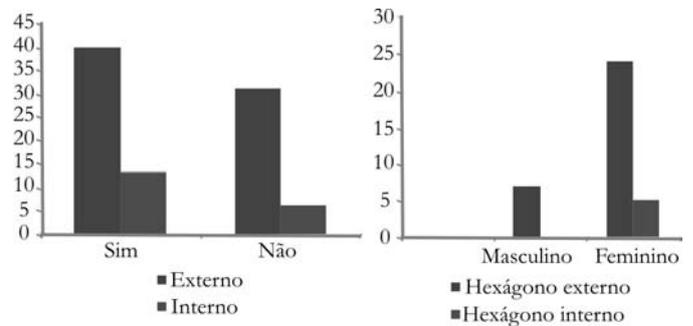


Figura 3. A) Relação entre hexágono e Sucesso da prótese sobre o implante (sem complicação protética no parafuso). B) Relação entre hexágono e sexo considerando falha da prótese sobre o implante (com complicação protética no parafuso).

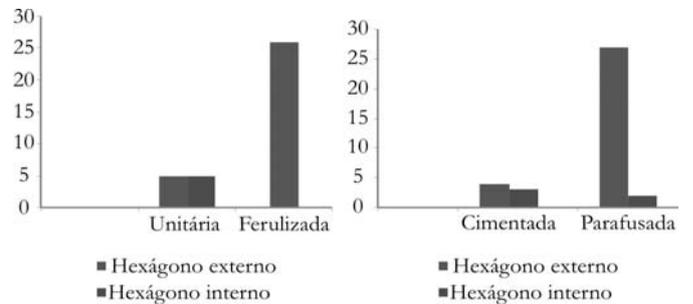


Figura 4. A) Relação entre hexágono e tipo de prótese considerando falha da prótese sobre o implante (com complicação protética no parafuso). B) Relação entre idade e sucesso da prótese sobre o implante (sem complicação protética no parafuso).

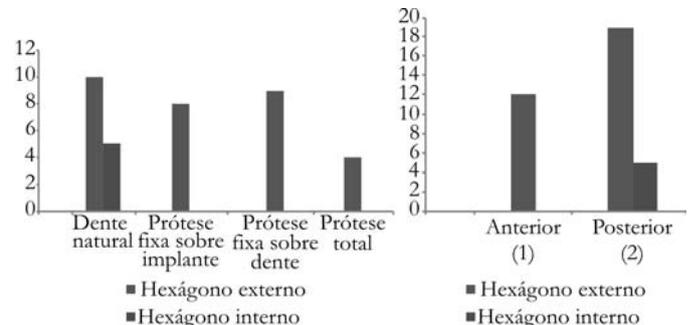


Figura 5. A) Relação entre tipo de hexágono e antagonista considerando falha da prótese sobre o implante (com complicação protética no parafuso). B) Relação entre tipo de hexágono e região do implante considerando a falha da prótese sobre o implante (com complicação protética no parafuso).

DISCUSSÃO

Muitos estudos vêm mostrando e confirmando a superioridade biomecânica das conexões internas^{2,3,5-12}. Confirmando essa superioridade, a avaliação clínica feita na instituição Clivo, nesse estudo, sugere também ao hexágono interno um índice menor de complicações mecânicas no seu sistema, apontando índice de 16% dos afrouxamentos, enquanto que 84% ocorreram no hexágono externo.

A escolha do tipo de retenção da prótese a ser confeccionada é da preferência de cada dentista, porém alguns autores deixam claras suas vantagens e desvantagens para que facilite na hora dessa escolha. As próteses cimentadas são sempre citadas como um tipo de prótese que confere melhores condições mecânicas, devido a uma distribuição melhor das forças sobre o conjunto, enquanto as parafusadas trazem a facilidade de recuperação e utilização da restauração¹³⁻¹⁵. Tendo base nesses autores e confirmando seus dados, o resultado na análise estatística feita neste estudo, verifica que houve 78% de falhas nas próteses parafusadas.

Correlacionando esse tipo de prótese com o tipo de hexágono utilizado, os testes mostram que ocorreram falhas em 37,5% das próteses parafusadas, já no hexágono interno apenas em 2,8% das próteses parafusadas ocorreram falhas.

No que diz respeito à escolha da espiantagem ou não das coroas, autores citam suas vantagens e desvantagens, indicações e contra-indicações para a correta escolha pelos cirurgiões-dentistas¹⁵⁻¹⁷, no entanto existem estudos que mostram que a ferulização é uma opção biomecanicamente melhor, pois traz ao conjunto uma melhor distribuição de força, tanto no sistema implante/abutment quanto na interface osso/implante¹⁸. Os dados do presente estudo mostram que 70,3% ocorreram na prótese ferulizada, contrariando os autores que apontam um maior índice de complicações, nas próteses unitárias, devido a uma concentração de forças em uma única estrutura^{5,19-21}.

Comparando esse tipo de prótese com o hexágono da junção chegou-se a dados que 21% das próteses unitárias ocorreram falha no implante de hexágono externo e 21% no hexágono interno enquanto que 39% das próteses ferulizadas ocorreram falha nos hexágonos externos e nenhuma falha desta prótese ferulizada ocorreu no hexágono interno.

No presente trabalho fez-se a comparação da soltura do parafuso de acordo com o sexo e idade de cada paciente, mostrando que 80% eram mulheres. Pela idade concluímos que 54% dos afrouxamentos aconteceram entre as idades 49 a 69 anos. Discordando da literatura aonde autores afirmam que a estabilidade dos componentes tem relação muito próxima com a força mastigatória de cada paciente, tal força depende do *status* físico de cada ser, ou seja, homens, adultos e mais jovens possuem uma força de mastigação bem maior comparada a mulheres, crianças e idosos²²⁻²⁴.

Em relação ao tipo de hexágono utilizado chegamos a dados que 34% das mulheres ocorreram afrouxamento no hexágono externo, enquanto que 35% dos homens ocorreram falha no mesmo. No hexágono interno, nenhum homem teve falha e 7% das mulheres ocorreu à complicação.

O tipo de antagonista é mais um parâmetro utilizado há muito tempo pelos cirurgiões-dentistas para ter um direcionamento em relação à magnitude de força de cada paciente. Levando em consideração que quanto maior a força de mordida, maior também será o impacto sobre o conjunto, no estudo houve uma maior incidência de complicação em reabilitações com implantes as quais tiveram como antagonista os dentes naturais (43%), porém a prótese total (24%) apresentou um índice maior que as próteses fixas (22%) como antagonistas, discordando dos autores cujos estudos publicados aonde as forças de mordida em pacientes portadores de próteses fixas apoiadas sobre implantes osseointegrados são comparáveis aos pacientes com dentes naturais e que as selas de extremidade livre, principalmente em suas posições extremas, conduziram a forças de mordida muito baixas, seguida da prótese total. Próteses fixas obtiveram melhores resultados²³⁻²⁶.

Com estes valores em mãos foi então relacionado o tipo de hexágono utilizado em cada caso, mostrando que ocorreram 53,3% falhas, em relação às próteses sobre implante e no hexágono interno, somente o dente natural, com 13,9% de ocorrência, foi relatado falha do parafuso.

O comportamento biomecânico das restaurações instaladas no setor posterior, este fornece dados de altos índices de falhas na estabilidade da união implante / pilar, principalmente na área de molar, devido à alta concentração de força nessa região no ato mastigatório^{17,24,26} levando pesquisadores a sugerir a utilização de implantes de largo diâmetro ou o uso de sistemas de implantes com conexões que permitam estabelecer restaurações mais estáveis e conseqüentemente determinar um maior índice de sucesso^{15,17,27-29}. Por conseguinte, concordando com os autores citados, na avaliação dos pacientes desse estudo, confirma-se que a maioria, 41% dos afrouxamentos ocorreu na mandíbula posterior.

CONCLUSÃO

A partir da verificação do comportamento biomecânico a partir de análises retrospectivas e prospectivas da interface implante/pilar de casos clínicos de próteses parciais e unitárias sobre implantes, foram avaliados a instabilidade dos componentes protéticos de hexágono interno e externo, levando em consideração as condições à carga mastigatória de cada paciente. Conclui-se que em conexão tipo hexágono externo houve uma maior incidência dos afrouxamentos dos parafusos nas próteses sobre implantes (84%). Existe associação significativa, de acordo com os

testes mencionados, entre as falhas dos implantes e os tipos de hexágonos com relação ao tipo de prótese confeccionada e o tipo de antagonista utilizado, no qual 78% dos afrouxamentos ocorreram em prótese parafusada; 70,3% prótese ferulizada e 43% com antagonista os dentes naturais. Muitos estudos clínicos e biomecânicos, além de ensaios mecânicos, precisam ser publicados para que seja possível comparar as diferenças existentes entre cada um desses tipos de conexões.

Colaboradores

ARQ GONÇALVES foi responsável pela análise, interpretação dos dados e desenvolvimento do texto. FR MATTOS foi responsável pela revisão do artigo. MB BARROS foi responsável pela coleta dos dados. SHG MOTTA foi responsável pela orientação do artigo.

REFERÊNCIAS

1. Silva EF, Pillizzer EP, Villa LMR, Mazaro JVQ, Vedovatto E, Verri FR. Influência do tipo de hexágono e do diâmetro do implante osseointegrado na distribuição de estresse. *ImplantNews*. 2007;4(5):549-54.
2. Maeda Y, Satoh T, Sogo M. In vitro differences of stress concentrations for internal and external hex implant connections: a short communication. *J Oral Rehabil*. 2006;33(1):75-8.
3. Khraisat A, Hashimoto A, Nomura S, Miyakawa O. Effect of lateral cyclic loading on abutment screw loosening of an external hexagon implant system. *J Prosthet Dent*. 2004;91(4):326-34.
4. Binon P. Implants and components: entering the new millennium. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2000;15(1):76-94.
5. Tavares RRJ. Análise comparativa das interfaces de implantes de conexão externa e interna em restaurações unitárias cimentadas e parafusadas, antes e após ensaios de fadiga [tese]. Bauru: Universidade de São Paulo; 2003.
6. Bernardes SR, Araújo CA, Fernandes Neto AJ, Gomes VL, Neves FD. Análise fotoelástica da união de pilar a implantes de hexágonos externo e interno. *ImplantNews*. 2006;3(4):355-9.
7. Chun HJ, Shin HS, Han CH, Lee SH. Influence of implant abutment type on stress distribution in bone under various loading conditions using finite element analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2006;21(2):195-202.
8. Nakamura I, Contin I, Pichler E. Estudo comparativo do afrouxamento de diferentes parafusos de fixação de "abutment" em implantes de hexágono externo e interno, após o ensaio de ciclagem mecânica. *RPG - Rev Pos Grad*. 2006;13(1):96-102.
9. Drago CJ, O'Connor G. A clinical report on the 18 - month cumulative survival rates of implants and implant prostheses with internal connection implant system. *Compend Contin Educ Dent*. 2006;27(4):266-71.
10. Martins LF, Amaral JM. Implants de hexágono interno: técnica de moldagem. *ImplantNews*. 2007;4(3):209-13.
11. van Staden RC, Guan H, Loo YC, Johnson NW, Nell M. Comparative analysis of internal and external hex crown connection systems - a finite element study. *J Biomedical Sci Engineering*. 2008;1:10-4.
12. Lehmann RB. Tensões em implantes cônicos com hexágono externo e com hexágono interno. *Rev Dental Press Periodontia Implantol*. 2008;2(2):91-9.
13. Sadan A, Blatz MB, Bellerino M, Block M. Prosthetic design considerations for anterior single-implant restorations. *J Esthet Restor Dent*. 2004;16(3):165-75.
14. Rosen H, Gornitsky M. Implant-supported prosthesis, serial extraction, and serial implant installation: case reported. *Implant Dent*. 2004;13(4):322-5.
15. Misch CE. *Próteses sobre implantes*. São Paulo: Santos; 2006.
16. Binon P. The external hexagonal interterface and screw-joint stability: a primer on threaded fasteners in implant dentistry. *Quintessence Dent Technol*. 2000;23:91-105.
17. Wang TM, Leu LJ, Wang JS. Effects of prosthesis materials and prosthesis splinting on peri-implant bone stress around implants in poor-quality bone: a numeric analysis. *Int J Maxillofac Implants*. 2002;17(2):231-7.
18. Goodacre CJ, Bernal G, Kan J. Clinical complications with implants and implant prostheses. *J Prosthetic Dent*. 2003;90(2):121-32.
19. Schwarz MS. Mechanical complications of dental implants. *Clin Oral Impl Res*. 2000;11(Supl. 1):156-8.
20. Krennmair G, Schmidinger S, Waldenberger O. Single tooth replacement with the Frialit-2 system: a retrospective clinical analysis of 146 implants. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2002;17(1):78-85.
21. Pellizzer EP, Muench A. Forças de mordida relacionadas a próteses parciais removíveis inferiores. *Rev Odontol Univ São Paulo*. 1998;12(4):401-7.
22. Silva LG, Goldenberg M. A mastigação no processo de envelhecimento. *Rev CEFAC*. 2001;3:27-35.
23. Dejak B, Mtotkowski A, Romanowicz M. Finite element analysis of stresses in molars during clenching and mastication. *J Prosthet Dent*. 2003;90(6):591-7.
24. Bakke M, Holm B, Gotfredson K. Masticatory function an patient satisfaction with implant-supported mandibular overdentures: a prospective 5 year study. *Int J Prosthodont*. 2002;15(6):575-81.

25. O'Mahony A, Bowles Q, Woolsey G, Robinson SJ, Spencer P. Stress distribution in the single-unit osseointegrated dental implant: finite element analyses of axial and off-axial loading. *Implant Dent.* 2000;9(3):207-18.
26. Carvalho W, Casado PL, Caúla AL, Barboza EP. Implants for single first molar replacement: important treatment concerns. *Implant Dent.* 2004;13(4):328-35.
27. Himmlová L, Dostálová T, Kácovský A, Konvicková S. Influence of implant length and diameter on stress distribution: a finite element analysis. *J Prosthet Dent.* 2004;91(1):20-5.
28. Lee J, Kim YS, Kim CW, Han JS. Wave analysis of implant screw loosening using an air cylindrical cyclic loading device. *J Prosthet Dent.* 2002;88(4):402-8.
29. Boggan RS, Strong JT, Misch CE, Bidez MW. Influence of hex geometry and prosthetic table width on static and fatigue strength of dental implants. *J Prosthet Dent.* 1999;82(4):436-40.

Recebido em: 7/1/2010
Aprovado em: 13/3/2010