

VARIAÇÃO DA ESTABILIDADE PRIMÁRIA DE IMPLANTES OSSEOINTEGRÁVEIS EM FUNÇÃO DA ESPESSURA DA CORTICAL

Ana Lúcia Nascimento Oliveira ^{a*}, Carlos Nelson Elias^a, José Henrique Cavalcanti Lima^b,

^a Seção de Engenharia de Sistemas/SE-8 – Instituto Militar de Engenharia; Praça General Tibúrcio, 80, 22290-270, Rio de Janeiro/RJ, Brasil.

* dra_ana@live.com

ABSTRACT

Lately, oral rehabilitation using osseointegrated implants is widely used in dentistry, taking into account the high success rates achieved with this treatment. The increasing demand for treatment with dental implants installed in conditions of immediate loading protocol is necessary to increase the predictability of success in these procedures. Primary stability is one of the factors that influence the success of dental implants and is a prerequisite for the achievement of immediate loading. The aim of this study was to analyze the influence of the thickness of cortical bone in primary stability of dental implants. Commercial implants (Screw, Conexão Sistemas e Prótese, Brazil) were inserted in blocks of synthetic bone containing a cortical thickness equal to 1, 2 and 3 mm to simulate the variation of bone quality. Primary stability was determined by the insertion torque. The results showed that as the cortical thickness increases, the primary stability increases significantly. The most important influence on primary stability is for cortical thickness until to 2.0 mm. In this paper was proposed a mathematical model to predict the primary stability for different cortical thickness.

Keywords: Cortical bone; Dental implant; Implant stability; insertion torque.

RESUMO

Nos últimos houve aumento significativo do emprego dos implantes osseointegráveis nas reabilitações orais. Este aumento pode ser explicado pelo elevado índice de sucesso obtido no tratamento. Com o aumento do emprego dos implantes osseointegráveis ocorreram alterações nas técnicas cirúrgicas, destacando-se o protocolo da carga imediata. Para aumentar a previsibilidade de sucesso nestes procedimentos, a estabilidade primária é um dos fatores que influenciam no sucesso dos implantes dentários e é um pré-requisito para a realização da carga imediata. O objetivo do presente trabalho foi analisar a influência da espessura do osso cortical na estabilidade primária de implantes dentários. Implantes comerciais na forma de parafuso (Conexão Sistemas e Prótese, Arujá-SP) foram inseridos em

blocos de osso sintético com espessuras de cortical igual a 1, 2 e 3 mm para simular a variação da qualidade do osso. A estabilidade primária foi determinada pelo torque de inserção. Os resultados mostraram que o aumento da espessura cortical melhora significativamente a estabilidade primária. A influência mais importante sobre a estabilidade primária é para a espessura cortical até a 2,0 mm. Neste trabalho é proposto um modelo matemático para prever a estabilidade primária para diferentes espessuras da cortical óssea.

Palavras-chave: Osso cortical; implante dentário; estabilidade de implante e torque de inserção.

INTRODUÇÃO

De acordo com o projeto Saúde Bucal Brasil 2003, que avaliou a saúde bucal da população brasileira (2002 – 2003), a necessidade de uso de próteses surge entre os 15 e 19 anos. O edentulismo é visto como um grave problema, principalmente entre os idosos, dos quais cerca de 56,06% necessitam de algum tipo de prótese inferior (PROJETO SB BRASIL, 2003).

A reabilitação oral através da utilização de implantes osseointegráveis apresenta atualmente um alto índice de sucesso e possibilita a reabilitação de diferentes tipos de edentulismo. Em consequência, houve um expressivo crescimento da utilização dos implantes dentários, devido a sua alta previsibilidade clínica. (BEZERRA et al., 2010)

Branemark e colaboradores propuseram um protocolo para o tratamento com implantes osseointegráveis, no qual a cirurgia deve ser feita em dois estágios, aguardando-se um período de 3 a 6 meses para a colocação do implante em função. Tal protocolo pode ser explicado, uma vez que a aplicação da carga prematura sobre o implante pode ser responsável pela formação de tecido fibroso na interface osso/implante (SZMUKLER-MONCLER et al., 2000). Entretanto, este tempo de espera pode gerar dificuldades estéticas e funcionais ao paciente durante a cicatrização (SILVA, 2007).

Através do avanço das pesquisas, progressos técnicos e desenvolvimento de novos conceitos biomecânicos, verificou-se que existem condições de tratamento favoráveis que induzem a osseointegração mais rápida. Com base nesses princípios fez-se o desenvolvimento do protocolo de carga imediata. A proposta do protocolo de carga imediata busca melhorar algumas das características do protocolo convencional, considerando que a redução do número de etapas do procedimento de instalação do implante permite imediato restabelecimento funcional e estético do paciente (JESUINO, 2008). Nestes casos, há a redução do tempo e custos do tratamento, juntamente com excelente estética, havendo naturalmente um aumento na adesão e aceitação do tratamento pelos pacientes (JESUINO, 2008; SILVA, 2007).

Contudo, são necessários alguns cuidados para a realização da carga imediata, tais como mínimo trauma cirúrgico, posicionamento adequado dos implantes e estabilidade primária elevada (SCHNITMAN et al., 1990). Segundo AZIZ (2004), uma das exigências para a realização do protocolo de carga imediata de implantes

osseointegráveis é a obtenção de uma adequada estabilidade primária.

A estabilidade primária pode ser definida como sendo a estabilidade mecânica alcançada no momento da instalação do implante (SANTOS, 2007). Está diretamente relacionada a fatores como técnica cirúrgica, geometria dos implantes, densidade óssea, (BEZERRA et al., 2010) quantidade óssea e características morfológicas da superfície dos implantes (ROCHA, 2010).

Para Misch, a densidade óssea é o parâmetro mais importante para a fixação inicial do implante. Tendo em vista a necessidade de ausência de movimentos durante o primeiro estágio de cicatrização cirúrgica, é importante garantir a estabilidade inicial do implante. (MISCH, 1988). O autor afirma ainda que fatores como a resistência mecânica do osso, o módulo de elasticidade, a porcentagem de contato osso-implante e a distribuição axial das tensões ao redor do implante também estão relacionados à densidade óssea (MISCH, 2008). Ainda segundo o autor, a qualidade óssea varia de acordo com a posição no arco. Encontrando-se o osso mais denso na região anterior da mandíbula, seguida pela região anterior da maxila, depois pela região posterior da mandíbula e finalmente pela região posterior da maxila. Os maiores índices de insucesso são obtidos com implantes instalados na região posterior da maxila, onde a amplitude das forças é maior e a densidade óssea é menor.

De acordo com Caúla et al.(2000), a densidade óssea presente na região edêntula influenciará diretamente no plano de tratamento, na seleção da forma do implante, na escolha da técnica cirúrgica, no tempo de cicatrização e na aplicação progressiva de carga. O parâmetro mais importante para a osseointegração do implante é a ausência de movimentos durante o primeiro estágio de cicatrização cirúrgica (MISCH, 1990). A ocorrência de micromovimentos durante a cicatrização reduz a sobrevida dos implantes dentários, fato demonstrado pelos maiores índices de fracasso associados aos implantes instalados em osso de baixa qualidade (MISCH, 2008). Portanto, conhecer previamente a densidade óssea e obter boa estabilidade primária são importantes fatores no planejamento e execução de implantes dentários (CAÚLA et al., 2000).

Durante a cicatrização, a densidade óssea inicial fornece a imobilização mecânica do implante e posteriormente permite a distribuição e a transmissão das tensões da prótese para a interface osso-implante. Desta forma, a porcentagem de contato osso-implante influencia na intensidade da distribuição da tensão e da deformação na interface osso-implante (MISCH, 2008).

De acordo com Santos et al. (2009), em sítios com baixa densidade óssea, alterando-se a técnica cirúrgica e escolhendo-se um implante com uma rugosidade superficial adequada, a estabilidade primária pode ser significativamente aumentada.

Os estudos de TABASSUM et al. (2010) e SANTOS et al (2009), tiveram como objetivos associar o efeito da rugosidade da superfície e da técnica cirúrgica na estabilidade primária dos implantes dentários, instalados em osso artificial. Nos resultados encontrados verificou-se uma correlação entre a estabilidade primária e a espessura da cortical. Entretanto, para corticais maiores ou iguais a 2 mm, a técnica cirúrgica e a superfície do implante não tiveram qualquer influência extra. Estando de acordo com os achados de SONG et al. (2007) que verificaram em seus

estudos que o efeito da espessura do osso cortical no torque de inserção pode variar em função do tipo de rosca do implante e que o aumento da espessura da cortical óssea aumenta o torque de inserção.

MIYAMOTO et al. (2005), propuseram que a espessura da cortical poderia melhorar a estabilidade primária. Os resultados do estudo indicaram a existência de uma correlação linear entre o valor de ISQ (coeficiente de estabilidade do implante) e a espessura do osso cortical. Concluíram que a estabilidade primária dos implantes dentais é pouco influenciada pelo comprimento do implante, enquanto a espessura da cortical óssea aumenta fortemente a estabilidade dos implantes em seres humanos.

Sabendo que a estabilidade primária é um importante fator para o sucesso dos implantes e há uma crescente procura por tratamentos com implantes dentários instalados em condições de carga imediata, faz-se necessário aumentar a previsibilidade de sucesso nestes procedimentos. Sendo assim, o objetivo deste estudo é avaliar a influência da espessura da cortical óssea na estabilidade primária de implantes dentários e propor um modelo matemático para prever a estabilidade dos implantes instalados em corticais com diferentes espessuras.

MATERIAIS E MÉTODOS

No presente estudo foram usados implantes cilíndricos Master Screw da empresa Conexão Sistemas de Prótese (Arujá, SP), com diâmetro de 3,75 mm e comprimento de 13 mm. (Figura 1).



Figura 1: Implante cilíndrico Master Screw (superfície usinada) com dimensões de 3,75 x 13 mm, da empresa Conexão Sistemas de Prótese (Arujá, SP).

Para a inserção dos implantes, foram usados blocos de osso sintético (resina poliuretana) fabricados pela empresa Nacional Ossos (Jaú, SP), indicados para ensaios com biomateriais, conforme descrição da Norma ASTM F-1839 (Standard Specification for Rigid Polyurethane for use as a Standard Material for testing Orthopaedic Devices and instruments). Os blocos foram fabricados com duas regiões de diferentes densidades, uma região com densidade de 40 pcf (0,64 g/cm³) para simular o osso cortical e outra com densidade de 20 pcf (0,32 g/cm³), para simular o osso trabecular. A região de osso cortical foi confeccionada com espessuras de

1, 2 e 3 mm (Figura 2), representando os ossos com densidades D3, D2 e D1, respectivamente.

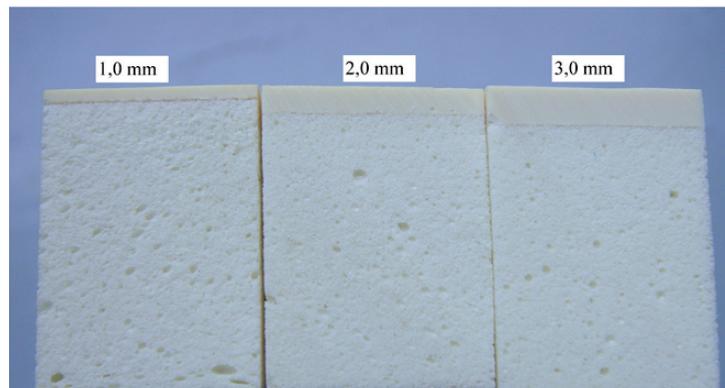


Figura 2 - Blocos de osso sintético com espessuras de corticais de 1, 2 e 3mm usados para inserir os implantes

Foram preparados 15 cilindros, com 16 mm de diâmetro e 20 mm de altura, sendo distribuídos igualmente em 3 grupos de acordo com a espessura da cortical.

Para o preparo dos sítios de inserção foi utilizado um motor elétrico cirúrgico Ômega, MC 01OM, Dentscler, acoplado ao contra-ângulo Anthogyr 20:1. As furações foram realizadas com a seqüência de brocas conforme recomendações do fabricante (2.0, 2.8, 3.0), sendo que o diâmetro da última broca utilizada foi de 3,15mm. As brocas foram trocadas após cada cinco furações para evitar-se possíveis alterações na estabilidade primária causadas pelo uso de brocas danificadas, excêntricas ou sem corte. Os implantes foram instalados com um torquímetro manual e os torques de instalação foram quantificados com o torquímetro digital Lutron TQ8800 (resolução de 0,1N.cm).

RESULTADO E DISCUSSÃO

Mostra-se na Tabelas 1 os valores dos torques de inserção e remoção dos implantes Master Screw com forma de parafuso, diâmetro de 3,75 mm e comprimento de 13,0 mm.

Tabela 1: Torques de inserção e de remoção (N.cm) dos implantes em osso sintético com cortical de 1,0 a 3,0 mm de espessura.

Amostra	1mm		2mm		3mm	
	Inserção	Remoção	Inserção	Remoção	Inserção	Remoção
1	9,6	5,8	27,6	16,6	31,5	19,6
2	13,7	9,7	35,3	23,4	37,0	23,1
3	15,7	8,4	34,8	25,3	37,4	24,7
4	15,8	9,3	33,5	21,3	42,9	24,6
5	27,0	21,1	40,0	20,1	50,6	36,4
Média	16,4	10,9	34,2	21,3	39,9	25,7
Desvio	6,5	5,9	4,5	3,3	7,2	6,3

Os dados da Tabela 1 mostram que a estabilidade primária medida pelo torque de inserção dobra com o aumento da espessura da cortical de 1,0 para 2,0 mm. Tal análise mostra que a espessura da cortical influencia significativamente na estabilidade primária medida pelo torque de inserção dos implantes.

Os resultados das análises estatísticas dos torques de inserção realizadas usando os testes de Bonferroni, Scheffe e Tukey, mostraram que existe diferença estatística significativa entre os grupos com cortical de 1,0 e 2,0 mm ($p = 1,5 \cdot 10^{-4}$), o mesmo resultado foi encontrado com a análise estatística usando o "t test" ($P=0,0048$).

Os resultados das Tabelas 1 referentes a inserção e remoção dos implantes em amostras com cortical de 1,0 mm são apresentados na Figura 3. Para fins de apresentação dos dados, os valores dos ensaios foram colocados em ordem crescente e não na seqüência do ensaio. Pode-se observar que em todos os casos os torques de remoção são menores que os torques de inserção. Este comportamento foi explicado anteriormente por Santos et al. (2009).

Torques de Inserção e Remoção Espessura de Cortical - 1 mm

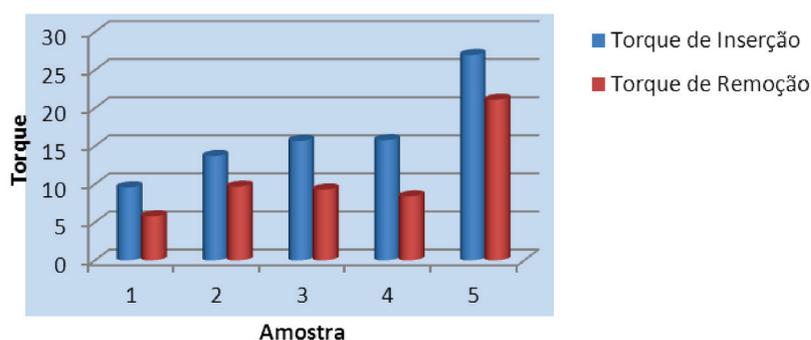


Figura 3: Torques de inserção e de remoção dos implantes em osso sintético com cortical de 1,0mm.

A influência da espessura da cortical no torque de inserção é mostrada na Figura 4. Pode-se observar que o torque para inserir os implantes aumenta com o aumento da espessura da cortical. As posições das curvas mostram que o torque aumenta significativamente quando a espessura da cortical aumenta de 1,0 mm para 2,0 mm. Este aumento é de aproximadamente 108 % para o torque de inserção. Contudo, com aumento da cortical de 2,0 mm para 3,0 mm o aumento do torque médio é de apenas 16,7%.

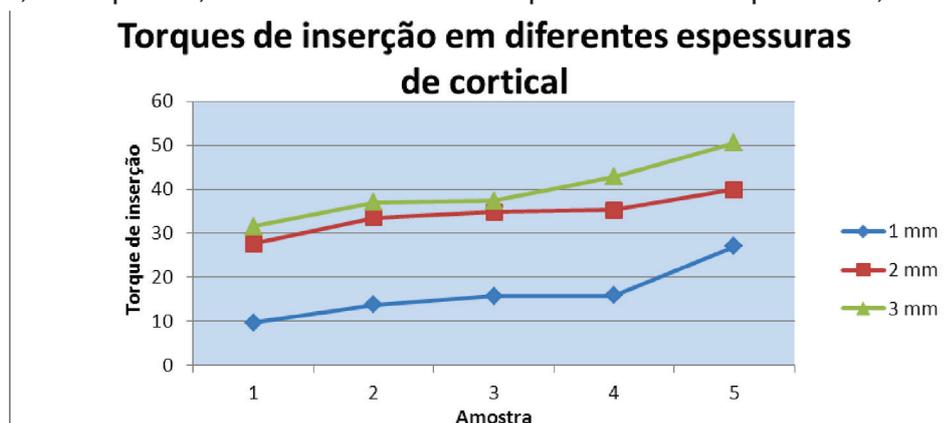


Figura 4: Influência da espessura da cortical nos torques de inserção dos implantes em osso sintético com corticais de 1, 2 e 3mm.

Na Figura 5 pode-se observar a tendência de aumento do torque de inserção com o aumento da espessura da cortical. Verifica-se que a inclinação da curva para corticais com menores espessuras é maior que para corticais espessas. A medida que a espessura da cortical aumenta, o torque de inserção aumenta, embora este aumento não seja linear com a espessura.

Usando a técnica da regressão linear e o cálculo de mínimos quadrados, o presente trabalho propõe um modelo matemático para prever a estabilidade primária para diferentes corticais, onde X e Y representam a espessura da cortical e o torque, respectivamente

$$Y = - 6,05X^2 + 35,95X - 13,5$$

A curva representativa passa pela média dos torques de inserção para os grupos com corticais de diferentes espessuras (Figura 5). Pode-se observar que para corticais com espessura acima de 2,0 mm o aumento do torque é pequeno. A influência da espessura da cortical na estabilidade primária é mais significativa para corticais até 2,0 mm.

Com base no modelo matemático proposto é possível estimar a estabilidade primária do implante Master Screw 3,75x13 mm substituindo-se o valor da espessura da cortical. Por exemplo, para inserir o implante em osso sintético com cortical de 1,5 mm e 1,8 mm de espessura, o torque previsto é de 26,81 N.cm e 31,61 N.cm, respectivamente. Outras previsões de torques de inserção em função da espessura da cortical são mostradas na Tabela 2. Este resultado mostra que o cirurgião pode empregar metodologias diferentes para melhorar a estabilidade primária com a variação da espessura da cortical.

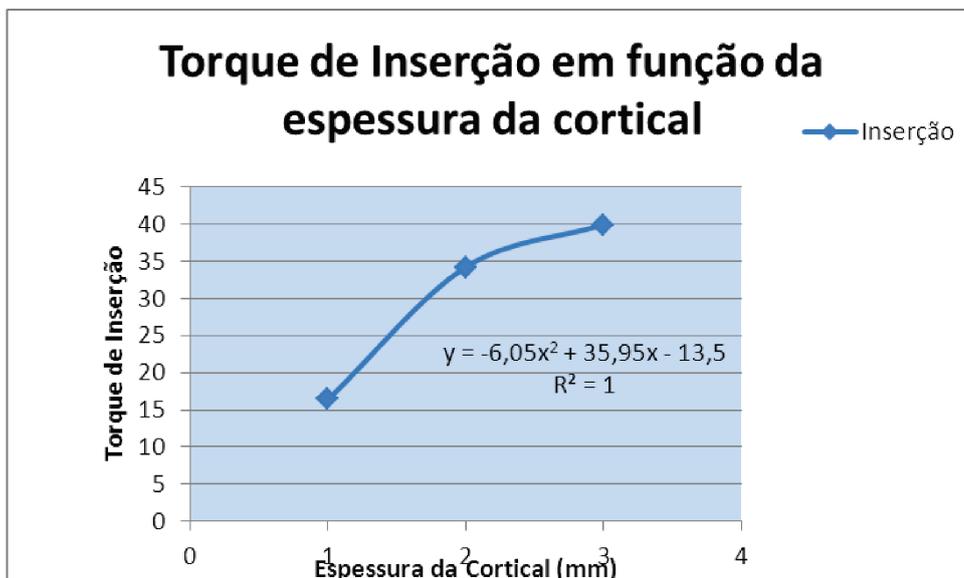


Figura 5: Curva representativa da variação do torque de inserção com a cortical.
Tabela 2: Estabilidade primária estimada para corticais com diferentes espessuras.

Cortical (mm)	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25
Torque inserção (N.cm)	2,96	10,06	16,40	21,98	26,81	30,88	34,20	36,75

CONCLUSÃO

Com base nos resultados experimentais obtidos pode-se concluir que:

- a) A espessura da cortical influencia na estabilidade primária dos implantes osseointegráveis. Entretanto, verificou-se que esta influência é menor para corticais com espessura acima de 2,0mm.
- b) A equação matemática do modelo analítico proposto permite estimar a estabilidade primária dos implantes Screw 3,75 x13 mm inseridos em corticais com diferentes espessuras.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPERJ (Processos E-26/110.302/2007 e E-26/102.714-2008) e CNPq (Processos 302251/2009-6 e 470864/2008) pelos suportes financeiros recebidos e a empresa Conexão Sistema e Prótese pelo fornecimento das amostras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aziz C. Osseocompressão. Otimizando a estabilidade primária para a ativação imediata de implantes. *ImplantNews*. 2004. v.1, n. 3, p. 219 – 226
- Bezerra F, Ribeiro E D P, Bittencourt S, Lenharo A. Influência da experiência do operador na estabilidade primária de implantes com diferentes macro-geometrias – estudo in vitro. *Int J Dent*, 2010. v.9, n. 2, p.63-67.
- Caúla AL, Machado FO, Barboza EP. Densidade óssea no planejamento em implantodontia. *BCI*. 2000. v.7, n.25, p.49-53.
- Ito Y, Sato D, Yoneda S, Ito D, Kondo H, Kasugai S. Relevance of resonance frequency analysis to evaluate dental implant stability: simulation and histomorphometrical animal experiments. *Clin. Oral Impl. Res*. 2008. v.19, n. 1, p.9–14
- Jesuíno AA, Provedel L, Sarmiento VA. Carga imediata unitária – Revisão de literatura. *Innovations Implant Journal – Biomaterials and Esthetics*. 2008. v.3, n. 5
- Misch CE. Density of bone: effect on treatment plans, surgical approach, healing, and progressive bone loading. *Int J Oral Implant*. 1990. v.6, p. 23-31.
- Misch CE. Bone character: second vital implant criterion. *Dent Today*. 1988. n.7, p.39-40.
- Misch CE. Implantes dentais contemporâneos. 2008; cap. 7, p.130-146.
- Miyamoto I.; Tsubol Y.; Wada E, Suwa H, Iizuka T. Influence of cortical bone thickness and implant length on implant stability at the time of surgery—clinical, Prospective, biomechanical, and imaging

- study. *Clin. Oral Impl. Res.* **2003**. v.14, p.280–285.
- Projeto SB Brasil – Condições de saúde bucal da população brasileira (2002-2003) Brasília – DF - **2004**Disponível em: http://cfo.org.br/wp-content/uploads/2009/10/04_0347_M.pdf Acesso em: 24/10/11
 - Rocha FA, Elias CN. Influência da técnica cirúrgica e da forma do implante na estabilidade primária. *Rev Odontol Bras Central.* **2010** .v.18, n. 48, p.26-29.
 - Santos, MV. Efeito da rugosidade superficial e conicidade na estabilidade primária de implantes dentários Dissertação de mestrado - Instituto Militar de Engenharia, **2007**.
 - Santos MV, ELIAS, CN, LIMA JHC. The Effects of Superficial Roughness and Design on the Primary Stability of Dental Implants. *Clinical Implant Dentistry and Related Research.* **2009**(1); p.1-9.
 - Santos MV, Elias, CN, Lima JHC. Efeito da forma e da rugosidade superficial na estabilidade primária de implantes osseointegráveis. *Rev. Dental Press Periodontia Implantol.* **2009**(2); v.3, n. 2, p.73-83.
 - Silva NC. Análise biomecânica de implantes odontológicos. Dissertação de mestrado – Universidade Federal de Uberlândia, **2007**.
 - Schnitman PA, Wohrle SP, Rubenstein JE. Immediate fixed interim prostheses supported by two-stage threaded implants: methodology and results. *J. Oral Implantol.* **1990**. v.16, n. 2, p.96 – 105.
 - Song Y, Cha J, Hwang C. Mechanical Characteristics of Various Orthodontic Mini-screws in Relation to Artificial Cortical Bone Thickness. *Angle Orthodontist.* **2007**. v.77, n. 6, p.979 – 985.
- Szmukler-Moncler S, Piattelli A, Favero GA, Dubruille JH. Considerations preliminary to the application of early and immediate loading protocols in dental implantology. *Clin Oral Implants Res* **2000**; v.11, n. 1, p.12-25.
- Tabassum A, Meijer GJ., Wolke JGC, Jansen, JA. Influence of surgical technique and surface roughness on the primary stability of an implant in artificial bone with different cortical thickness: a laboratory study. *Clinical Oral Implant Research.* **2010**(1). v.21, n. 2. p.213 – 220.
 - Tabassum A, Meijer GJ., Wolke JGC, Jansen, JA. Influence of the surgical technique and surface roughness on the primary stability of an implant in artificial bone with a density equivalent to maxillary bone: a laboratory study. *Clinical Oral Implant Research.* **2009**(2). v.20, n. 4, p.327–332