

Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico

Anne Kelly de Oliveira Nicolau Mantovani

Influência das corticais ósseas coronal e apical na estabilidade primária de implantes cone *Morse* e na correlação entre dois métodos de aferição: Estudo *in vivo*.

CURITIBA
2015

Anne Kelly de Oliveira Nicolau Mantovani

Influência das corticais ósseas coronal e apical na estabilidade primária de implantes cone *Morse* e na correlação entre dois métodos de aferição: Estudo *in vivo*.

Dissertação apresentada ao Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Odontologia, área de concentração Implantodontia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Flávia Noemy Gasparini Kiatake Fontão.

CURITIBA
2015

Mantovani, Anne Kelly de Oliveira Nicolau

M293i Influência das corticais ósseas coronal e apical na estabilidade primária de implantes cone *Morse* e na correlação entre dois métodos de aferição: Estudo *in vivo*. Curitiba, 2015.
88f. : il. ; 31cm

Dissertação (mestrado) – Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico – Programa de Pós - Graduação em Odontologia - Área de Concentração: Implantodontia. Curitiba, 2015

Orientadora: Profa. Dra. Flávia Noemy Gasparini Kiatake Fontão

Bibliografia

1. Implantes dentários. 2. Osseointegração. 3. Torque. 4. Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Ilapeo

Anne Kelly de Oliveira Nicolau Mantovani

Influência das corticais ósseas coronal e apical na estabilidade primária de implantes cone
Morse e na correlação entre dois métodos de aferição: Estudo *in vivo*

Presidente da banca (Orientadora): Prof^a. Dr^a. Flávia Noemy Gasparini Kiatake Fontão

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Ana Cláudia Moreira Melo

Prof. Dr. Marcos Heidy Guskuma

Aprovada em: 17/06/2015

Dedico esse trabalho ao meu amado esposo, amigo e companheiro de vida, João Sidney Mantovani Júnior. Seu amor incondicional e suporte incentivaram-me sempre a deixar “as conchinhas” e ir à busca da minha “estrela do mar”. Te amo e admiro mais a cada dia!

Aos meus amados filhos, Pedro Henrique Mantovani e Paola Mantovani. Sei que vocês sentiram minha ausência, mas pensar em um futuro melhor para vocês me deu forças para seguir em frente. Amo tanto vocês que dói.

Agradecimentos especiais

A Deus “porque Dele e por Ele , e para Ele são todas as coisas.”

Ao meu amado irmão Walter Nicolau Filho por tornar esse sonho realidade. Obrigada por acreditar e ser meu exemplo de determinação e coragem! Te amo muito!

Aos meus sogros, João Sidney Mantovani e Marlene Sponton Mantovani, meus segundos pai e mãe, agradeço de todo coração por terem cuidado dos meus tesouros mais preciosos enquanto me dedicava aos estudos. Amo vocês!

Aos meus pais, Walter Nicolau e Maria Aparecida de Oliveira Nicolau, pelo amor e cuidado. Por me ensinarem a ser forte e não desistir nunca. Amo vocês!

Agradecimentos

Aos meus queridos amigos Alexis Molin Júnior e Jefferson Gomes, por serem meus parceiros nessa jornada incrível! Nossos dias repletos de trabalho, e risadas ficarão guardados em minha memória com muito carinho. Aprendi muito com vocês ao longo desses dois anos. Nós formamos o melhor trio de todos os tempos! Que Deus abençoe seus caminhos e que a nossa amizade perdure por toda a nossa vida.

Aos meus amigos de turma: Danilo, Fred, Valdor, Rodrigo, Julio, Ronaldo, Marcos, Fabiano, Sidney e Fran. Vocês são pessoas incríveis, agradeço a Deus por ter me proporcionado a alegria de conviver com vocês nesses dois anos. Levarei na memória um pouco de cada um. Desejo a vocês muito sucesso!

À querida Fran, por ser minha amiga e companheira de todos os momentos. Você é uma pessoa linda e especial. Sua paixão e dedicação são inspiradoras! Te desejo o melhor dessa vida!

À minha orientadora Dra. Flávia Noemy Gasparini Kiatake Fontão, pelos seus ensinamentos, paciência e apoio. Obrigada por contribuir de forma tão especial para a realização desse trabalho.

Aos professores do curso de Mestrado do ILAPEO, de modo especial à Dra. Ivete Aparecida de Mattias Sartori e à Dra. Ana Cláudia Moreira Melo, pelo carinho e generosidade com que compartilham seus conhecimentos. Vocês são meu exemplo de dedicação, competência e humildade. Foi um privilégio ter vocês como meus mestres!

À Luciana Cardoso da Cunha Debiasi e à Tânia Mazon, pelos ensinamentos, atenção e paciência. Sem a contribuição de vocês eu não teria conseguido. Obrigada!

A todos os funcionários do ILAPEO que de modo direto ou indireto contribuíram para a realização desse trabalho. Obrigada!

Sumário

Listas

Resumo

1. Introdução.....	11
2. Revisão de Literatura.....	14
3. Proposição.....	47
4. Materiais e Métodos.....	48
5. Artigo Científico.....	53
6. Referências.....	70
7. Apêndice.....	75
8. Anexos.....	86

Lista de Figuras

- Figura 1- – Cortes parassagitais da TCFC: exemplo de implantes estabilizados (A) apenas na cortical apical (G1), (B) nas corticais apical e cervical (G2), (C) apenas a nível cervical (G3).....49
- Figura 2 – Reconstruções 3D da TCFC: exemplo de implantes estabilizados (A) apenas na cortical apical (G1), (B) nas corticais apical e cervical (G2), (C) apenas a nível cervical (G3).....50
- Figura 3- Imagem da catraca torquímetro no momento da inserção final do implante fazendo-se a leitura do torque em Ncm.....51
- Figura 4 - Imagem de um dos momentos da leitura do ISQ com o aparelho Osstell Mentor e com o *smartPeg* parafusado ao implante.....52

Lista de Abreviaturas, Siglas e Símbolos

AFR - Análise de frequência de ressonância

BIC – *Bone-implant contact* (Contato osso-implante)

cm – Centímetro

CM – cone *Morse*

HE – Hexágono Externo

Hz – Hertz

IC – Intervalo de confiança

ISQ – *Implant stability quotient* (Quociente de estabilidade do implante)

BIC – Porcentagens do contato osso-implante

mm – milímetro

n - número da amostra

Ncm - Newtons centímetro

PTV – *Periotest Values* (Valor do Periotest)

rpm - Rotações por minuto

TC – Tomografia Computadorizada

TCFC- Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico

TI – Torque de inserção

RTV– *Removal Torque Value* (Torque de remoção)

Resumo

Este estudo teve como finalidade avaliar a influência das corticais ósseas na estabilidade primária de implantes e na correlação entre duas técnicas de aferição da mesma (torque de inserção e análise de frequência de ressonância) de implantes cone *Morse* instalados na região inter-foraminal mandibular. A amostra foi composta por dados de estabilidade primária registrados nos prontuários, e tomografias computadorizadas de 33 pacientes que participaram de estudos clínicos prévios. Cento e sessenta e cinco implantes foram instalados no Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico (ILAPEO), no período de 2008 a 2013. As imagens tomográficas dos implantes foram analisadas e classificadas de acordo com o posicionamento dos implantes quanto ao contato com as corticais ósseas, dividindo a amostra em três grupos: G1 - implantes estabilizados apenas a nível apical; G2 - implantes estabilizados a nível apical e cervical e G3 - implantes estabilizados apenas a nível cervical. Para cada grupo foi criada uma tabela com os valores de torque de inserção (registrados em Ncm) e de frequência de ressonância (registrados em ISQ). Os dados foram encaminhados para análise estatística para fins de comparação entre os grupos e para avaliar se há correlação entre as duas formas de aferição da estabilidade primária nos diferentes grupos. Os resultados mostraram que em relação ao torque de inserção foram encontrados dados estatisticamente significantes quando G1 foi comparado a G2 ($p=0,001$) e também na comparação entre G2 e G3 ($p=0,002$). Quando G1 foi comparado a G3 não houve significância estatística ($p=0,533$). Em relação aos valores de ISQ, observou-se diferença estatisticamente significativa entre G1 e G2 ($p=0,017$), entre G2 e G3 ($p=0,040$). Entre G1 e G3 não houve significância estatística ($p=0,520$). Quando os grupos foram avaliados em relação à correlação entre as duas formas de aferição, não foi encontrada correlação nos grupos G1: correlação=0,190 e $p=0,373$, G2: correlação=0,039 e $p=0,831$; G3: correlação= -0,027 e $p=0,867$. Com base nos dados foi possível concluir que a posição dos implantes em relação às corticais influencia na estabilidade dos implantes quando a avaliação é feita pelo torque de inserção e quando a avaliação é feita por análise de frequência de ressonância. Quando se analisou a correlação entre as variáveis TI e AFR, não foi encontrada correlação em nenhum dos grupos.

Palavras-chave: Implantes Dentários; Osseointegração; Torque; Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico.

Abstract

This study aimed to evaluate the influence of the cortical bone in the correlation with two measurement techniques for primary stability (insertion torque and resonance frequency analysis) of the Morse taper implants placed in the mandibular inter-foraminal region. The sample consisted of the primary stability of Records data, and CT scans from 33 patients who participated in previous clinical studies. One hundred and sixty-five implants were installed at the Institute of Latin American Research and Dental Education (ILAPEO), from 2008 to 2013. The tomographic images of the implants were analyzed and classified according to the positioning of the implants in contact with the cortical bone, dividing the samples into three groups. For each group a table containing the insertion torque values was established (registered in Ncm) and the resonance frequency (recorded in ISQ). The data was submitted for statistical analysis for comparison between the groups and to evaluate the correlation between the two ways of measuring primary stability. Compared to the insertion torque statistically significant data was found when G1 was compared to G2 ($p = 0.001$) and also in comparison between G2 and G3 ($p = 0.002$). When G1 was compared to G3 there was no statistical significance ($p = 0.533$). Regarding the ISQ values, there was a statistically significant difference between G1 and G2 ($p = 0.017$) and between G2 and G3 ($p = 0.040$). Between G1 and G3 there were no significant statistically ($p = 0.520$). When the groups were assessed for correlation between the two ways of measuring, no correlation was found with statistically significant data in G1: correlation = 0.190 and $p = 0.373$, G2: correlation = 0.039 and $p = 0.831$; G3: correlation = -0.027 and $p = 0.867$. Based on the data it was concluded that the position of the implants in relation to the cortical influences the stability of the implants when the evaluation is made by the insertion torque and when the evaluation is done by frequency analysis of resonance. When we analyzed the correlation between Ti and AFR variables, no correlation was found.

Key-words: Dental implants; Osseointegration; Torque; Cone-Beam Computed Tomography.

1. Introdução

A estabilidade primária pode ser definida como a fixação obtida no momento da inserção do implante no seu leito, alcançando uma imobilidade que seria fundamental no processo de neoformação óssea na interface osso/implante. Uma adequada estabilidade primária reduz os micromovimentos e a possibilidade de formação de uma cápsula de tecido ao redor do implante, favorecendo a osseointegração (GARCIA-VIVES et al., 2009; MERHEB et al., 2010). Autores sugerem que a perda precoce de implantes pode estar relacionada à baixa estabilidade inicial ou estresse excessivo durante a instalação (FRIBERG, JEMT & LEKHOLM 1991; ALBREKTSSON & ZARB 1993).

O conhecimento da estabilidade primária durante a instalação do implante serve como um guia na decisão quanto à escolha do protocolo de tratamento (RAMAKRISHNA & NAYAR 2007). Assim, é um parâmetro clínico importante para a decisão em relação à realização ou não de protocolos de carga imediata (BILHAN, MUMCU & ARAT 2010).

Dentre os métodos de avaliação quantitativa da estabilidade primária descritos na literatura, os mais utilizados são o torque de inserção (FRIBERG et al., 1995) e a análise de frequência de ressonância (MEREDITH, ALLEYNE & CAWLEY 1996).

O torque de inserção é descrito como sendo o torque aplicado para o assentamento final do implante no leito cirúrgico. É obtido através do torquímetro cirúrgico e medido em Ncm (FRIBERG et al., 1995). Para a execução da carga imediata o conhecimento de valores específicos de estabilidade primária são determinantes e essenciais (MORTON, JAFFIN & WEBBER 2004; ATTARD & ZARB 2005). Em geral, a carga imediata pode ser sugerida para implantes instalados com valores que variam entre 32 e 80 Ncm (NIKELLIS, LEVI & NICOLOPOULUS 2004; CASTELLON et al., 2004; OTTONI et al., 2005; OSTMAN, HELLMAN & SENNERBY 2008; OHTA et al., 2010; KACER, DYER

& KRAUT 2010).

Outra possibilidade é o uso de instrumentos eletrônicos que medem a estabilidade por meio de uma frequência de ressonância no tecido ósseo. A medida da estabilidade do implante por meio da AFR é realizada com um aparelho chamado Osstell Mentor (Gotemburgo, Suécia). Este método de diagnóstico é cientificamente comprovado e permite aferições periódicas. Estudos indicam que um coeficiente de estabilidade do implante (ISQ) maior que 60 caracteriza um implante com possibilidade de suporte de prótese imediata. Valores acima de 40 e abaixo de 60 devem ser entendidos como recomendação de tempo de espera sem carga, enquanto que valores de ISQ menores que 40 indicariam um implante em potencial risco de falha (TUPAC, 2003). Com o aumento da utilização de conceitos de carga imediata e/ou precoce, a necessidade de uma ferramenta clínica de alta sensibilidade para detectar alterações precoces de estabilidade de implantes dentários é crescente (ERSANLI et al., 2005).

Alguns fatores são descritos na literatura como influenciadores da estabilidade inicial dos implantes como o desenho (DA CUNHA et al., 2004), o comprimento (SIM & LANG 2010), o diâmetro do implante e da última broca usada na fresagem do implante (DEGIDI et al., 2007; KESSLER-LIECHTI, ZIX & MERICSKE-STERN 2008), a densidade óssea local (TURKYILMAZ, AKSOY & MCGLUMPHY 2008a; TURKYILMAZ et al., 2009; BARDYN et al., 2009; ANIL & ALDOSARI 2015), a espessura da cortical (ROZÉ et al., 2009) e a posição do implante em relação à altura da crista óssea (PARK et al., 2012).

Todos esses fatores são relevantes para a estabilidade primária, embora os parâmetros que influenciam esses valores não tenham sido completamente compreendidos. (TURKYILMAZ & MCGLUMPHY 2008b; ROZÉ et al., 2009; SANTOS, 2013). Os estudos que avaliam a correlação entre os dois métodos de aferição mostram resultados

controversos demonstrando a necessidade de mais trabalhos que avaliem fatores que possam interferir na correlação entre as duas formas de medida (GAPSKI et al., 2003, DA CUNHA et al., 2004; CEHRELI et al., 2009; HAN, LULIC & LANG 2010).

Assim sendo, este estudo teve como objetivo avaliar a influência das corticais ósseas na estabilidade primária de implantes e na correlação entre duas técnicas de aferição da mesma (torque de inserção e análise de frequência de ressonância) em um estudo *in vivo*, em humanos com o uso de tomografias computadorizadas de feixe cônico.

2. Revisão de Literatura

2.1 Análise de frequência de ressonância (AFR)

Meredith, Alleyne e Cawley (1996) realizaram um estudo com o objetivo de determinar quantitativamente a estabilidade na interface implante-osso utilizando um método de ensaio não invasivo, a análise de frequência de ressonância. Um pequeno transdutor foi ligado a implantes embutidos em diferentes alturas num bloco de alumínio e a frequência de ressonância foi medida. Foi observada uma forte correlação entre a frequência de ressonância e a altura de implantação do dispositivo elétrico exposto ($r=0,94$, $p<0,01$). A mudança de rigidez observada no osso durante a cicatrização após a instalação de um implante foi simulada medindo-se a frequência de ressonância em diferentes períodos de polimerização de polimetilmetacrilato. Um aumento significativo na frequência de ressonância foi observado relacionado ao aumento da rigidez. Também foram realizadas medições de frequência de ressonância em implantes *in vivo* e os resultados apresentaram boa correlação com os achados *in vitro*.

Meredith et al. (1997) realizaram um estudo para avaliar o uso de medições de frequência de ressonância na aferição clínica de estabilidade do implante. Para o estudo foram selecionados dois grupos chamados de grupo A e grupo B. O grupo A foi constituído por nove pacientes com um total de 56 implantes instalados. As medições de frequência de ressonância foram realizadas na instalação dos implantes e repetidas 8 meses após na conexão do pilar. A frequência de ressonância do sistema implante/transdutor aumentou para 50 dos 56 implantes a partir de um valor médio de $7473 \text{ Hz} \pm 127 \text{ Hz}$ ($P < 0,05$) para uma média de $7915 \text{ Hz} \pm 112 \text{ Hz}$ ($P < 0,05$). Dois implantes não osseointegraram e a frequência de ressonância deles foi reduzida. O grupo B foi composto por 9 pacientes com um total de 52 implantes instalados e reabilitados com próteses fixas.

Eles foram examinados cinco anos após a colocação do dispositivo elétrico e as próteses removidas. Todos os implantes foram julgados clinicamente como osseointegrados. O nível do osso marginal em torno de cada implante foi calculado medindo o número de roscas expostas em radiografias intraorais periapicais e adicionou-se o comprimento de cada pilar para dar um valor denominado o comprimento eficaz do implante. As medições indicaram uma correlação ($R = -0,78$; $P < 0,01$) entre EIL e frequência de ressonância. Os resultados apoiam a hipótese de que a frequência de ressonância de um sistema transdutor/implante, está relacionada com a altura do implante não circundada por osso e a estabilidade da interface tecido/implante, tal como determinado pela ausência de mobilidade clínica.

Atsumi, Park e Wang (2007) realizaram um levantamento sobre os métodos disponíveis atualmente para avaliação da estabilidade do implante. Mais de cinquenta referências foram revisadas e com base na análise, concluíram que, sendo o sucesso da osseointegração um pré-requisito para a funcionalidade dos implantes dentários, o monitoramento contínuo é importante para determinar o respectivo nível de estabilidade. Consideraram que, apesar de no princípio o método “padrão ouro” utilizado para avaliar o grau de osseointegração ter sido a análise microscópica ou histológica, devido à sua invasividade e questões éticas, vários outros métodos de análise têm sido propostos: radiografias, resistência ao torque, torque reverso, análise modal e análise de frequência de ressonância. Mas, que, até o momento, nenhum método de avaliação é definitivo. Consideram ainda que, apesar da AFR mostrar-se um método confiável, a tecnologia não pode fornecer um valor que possa determinar o sucesso, fracasso ou um prognóstico em longo prazo dos implantes e que mais informações devam ser reunidas para tanto e que estudos nesse campo ainda são necessários.

Kant et al. (2014) realizaram um ensaio clínico prospectivo para medir a estabilidade do implante através da análise de frequência de ressonância do momento da instalação até 10 semanas após. Vinte e quatro pacientes receberam implantes HI-TEC (Devices Private Limited). Na fase cirúrgica todos os implantes foram colocados usando uma técnica não submersa, de acordo com um protocolo cirúrgico em acordo com as instruções do fabricante. A AFR foi realizada a partir de uma avaliação imediatamente após a colocação do implante e, em seguida, nas semanas 2, 4, 8, e 12 de pós-operatório. A AFR foi realizada utilizando o Osstell (Gotemburgo, Suécia), em cada implante através da inserção de um dispositivo específico (*Smartpeg*™, Diagnostics AB, Goteborg, Suécia) de comprimento fixo em cada implante. O valor mínimo médio geral da AFR no momento da colocação do implante foi de $66,25 \pm 9,6$ que gradualmente diminuiu para $63,25 \pm 11,4$ em 4 semanas e gradualmente aumentada para $68,50 \pm 10,2$ após 3 meses. Implantes mandibulares apresentaram maiores valores que variam 68-72 em comparação com implantes maxilares que variaram de 62 a 65. Os autores concluíram que o Osstell é um dispositivo orientador e um método não invasivo intraoral eficiente e, portanto, pode ser útil para documentar a estabilidade clínica e de resultados de tratamentos com implantes. Segundo os autores este teste provou ser confiável para a detecção de alterações na estabilidade do implante durante a cicatrização precoce e é sensível o suficiente para identificar diferenças na estabilidade do implante com base na densidade óssea no local receptor do implante.

Atieh et al. (2014) realizaram um estudo para avaliar a precisão no prognóstico da análise de frequência de ressonância (AFR) obtidas em dois momentos distintos: na instalação e 8 semanas após a instalação dos implantes e determinar o limiar ideal para prever o risco de fracasso de implantes carregados imediatamente. Um total de vinte e oito

implantes foi instalado em áreas de extração de molares ou em regiões já cicatrizadas. A AFR foi utilizada para gravar os quocientes de estabilidade do implante (ISQ) logo após a instalação dos implantes, 8 semanas e um ano após. A área sob a curva ROC para a AFR às 8 semanas foi de 0,93 com um valor de P significativa ($P = 0,001$). O valor de corte para a detecção de ótima estabilidade do implante foi de 60,5 ISQ medido em 8 semanas, com a sensibilidade e especificidade de 95,2% e 71,4%, respectivamente. De acordo com este estudo as medições de estabilidade do implante após 8 semanas mostraram uma melhor precisão na previsão de implantes que estavam em risco de fracasso do que as tomadas no momento da colocação do implante.

2.2 Estabilidade primária e a carga imediata

De Smet et al. (2005) investigaram o efeito da carga mecânica sobre a osseointegração por meio da análise de frequência de ressonância. Implantes percutâneos foram instalados nas duas tíbias de dez cobaias. Sete dias após as instalações, um implante (teste) foi carregado por dia durante 6 semanas. A frequência de ressonância foi medida na instalação do implante e após, semanalmente, usando o aparelho Ostell. Os implantes controlados mostraram uma redução na estabilidade medida na primeira semana enquanto que o implante teste mostrou um aumento progressivo na estabilidade. Após seis semanas os implantes de teste e controle atingiram os mesmos valores. Segundo os autores esses resultados corroboram com a literatura que diz que o carregamento precoce não põe em perigo e é benéfico à osseointegração.

Balshi et al. (2005) realizaram um estudo para avaliar a estabilidade dos implantes de 51 pacientes que receberam protocolos clínicos de carga funcional imediata. A estabilidade foi avaliada durante os 3 primeiros meses após a instalação dos implantes e avaliada de acordo com o tipo ósseo, localização dos implantes e sexo dos pacientes. Ao

todo 344 implantes Brånemark System foram instalados em 29 pacientes do sexo feminino e 22 pacientes do sexo masculino em regiões desdentadas ou pós-extração e colocadas em carga funcional no mesmo dia. Cada implante foi testado quanto à estabilidade primária com a análise de frequência de ressonância (AFR), no momento da instalação do implante, 30, 60 e 90 dias após a cirurgia. A análise foi baseada nos 276 implantes que foram medidos com sucesso usando a AFR em todos os intervalos pós-operatórias. A taxa de sobrevivência clínica dos implantes foi de 98,5% para a população total. A AFR mostrou uma diminuição na estabilidade osso-implante no primeiro mês após a colocação do implante de $70,35 \pm 0,50$ - $66,38 \pm 0,50$, seguidos de aumento da estabilidade no segundo e terceiro meses ($68,01 \pm 0,50$ e $68,82 \pm 0,49$, respectivamente), sugerindo um processo de remodelação óssea adaptativa em torno do implante. Em geral, as estabilidades iniciais mais baixas foram observadas em tipos de osso mais pobres, em porções posteriores do maxilar comparada com a área anterior, e na população feminina. Os valores mais significativos "de previsão" do ponto de vista cirúrgico e protético são aqueles determinados em osso de baixa densidade, em quantidade óssea reduzida, ou em áreas onde braços de alavanca são criados como resultado de longos vãos entre os implantes.

Trisi et al. (2009) realizaram um estudo visando determinar se o micromovimento na interface osso/implante está relacionado à estabilidade primária alcançada através do aumento do torque de inserção, medindo o torque de inserção de pico em relação a diferentes densidades ósseas. Um total de 120 implantes foi colocado em amostras de osso bovino frescas, que representam três categorias de densidade: duros, normais e macios (HNS). Cinco grupos de torque máximo de inserção (20, 35, 45, 70 e 100 Ncm) foram avaliados em três categorias de densidade ósseas observadas. O equipamento eletrônico personalizado conectado a um PC foi usado para registrar o pico e outros dados de torque

de inserção. Um dispositivo de carregamento, que consiste de um medidor de força digital e um micrómetro digital, foram utilizados para medir os micromovimentos do implante durante a aplicação de 20, 25 e 30 Ncm de torque. Os dados foram analisados para significância estatística por ANOVA e testes de correlação de Spearman rank. A diferença estatisticamente significativa entre micromobilidade do implante colocado com diferentes níveis de torque e em diferentes densidades ósseas foi demonstrada por análise de variância. O coeficiente de correlação de Spearman mostrou uma alta dependência entre o torque de inserção e o pico de micromovimento observado. Particularmente, em osso de baixa densidade, não foi possível atingir mais do que 35 Ncm de pico do binário de inserção. Os resultados demonstraram que o aumento do pico do binário de inserção reduz o nível de micromovimento do implante. Além disso, o micromovimento em osso macio verificou-se ser consistentemente elevado, o que poderia levar ao fracasso da osseointegração. Assim, a carga funcional imediata de implantes em osso de baixa densidade deve ser considerada com cautela.

Pieri et al. (2009) realizaram um estudo piloto prospectivo onde avaliaram a eficácia do tratamento com implantes imediatos associados à carga imediata em arcos totais e compararam com resultados clínicos e radiográficos de implantes instalados em áreas já cicatrizadas. Cento e quarenta e quatro implantes foram instalados em vinte e três pacientes que precisavam de restaurações em arcos totais. Cinquenta e nove implantes foram instalados após extrações dentárias (grupo teste) e 85 implantes foram instalados em áreas cicatrizadas (grupo controle). Nove maxilares e 15 arcos mandibulares receberam próteses fixas parafusadas dentro de 48 a 72 horas após a instalação dos implantes. O torque de inserção dos implantes foi $>$ ou $=$ a 30 Ncm. A estabilidade foi medida através de análise de frequência de ressonância e radiografias foram realizadas para observar

mudanças no nível ósseo marginal na entrega da prótese e após 1 ano. Os índices de sucesso cumulativo foram de 98,6% e a taxa de sobrevivência foi de 100%. No primeiro ano de *follow-up*, não houve diferença estatisticamente significativa entre os locais de instalação. Segundo os autores a carga imediata após a extração pode ser uma opção viável de tratamento para arcos desdentados quando os implantes estão estáveis e são rigidamente ferulizados.

Degidi, Daprile e Piatelli (2010b) avaliaram a determinação da estabilidade primária comparando a percepção de cirurgião dentista e métodos objetivos. Cento e cinquenta e dois pacientes que precisavam de um ou mais implantes dentários foram selecionados. Foi inserido um total de 514 implantes, após a inserção um cirurgião foi chamado para indicar os valores de torque de inserção prováveis (Ncm). Os valores reais foram então medidos. A média percebida da AFR foi $72,2 \pm 9,8$ ISQ. A média real da AFR foi de $73,5 \pm 10,2$ ISQ. Essa diferença foi estatisticamente significativa ($P = 0,01$). A média percebida do torque de inserção foi de $39,1 \pm 20,1$ Ncm. A média do torque de inserção real foi de $39,9 \pm 20,7$ Ncm. Concluíram que a estabilidade primária é geralmente subestimada, especialmente quando os valores de ISQ e torque de inserção são baixos. A precisão da estabilidade primária, não é o suficiente para evitar erros na carga imediata, portanto, fazem-se necessárias medidas mais objetivas dessa estabilidade.

Kacer, Dyer e Kraut (2010) realizaram um estudo retrospectivo onde avaliaram o sucesso e a previsibilidade de implantes submetidos à carga imediata em regiões anterior e posterior da mandíbula. Noventa e cinco pacientes foram selecionados e duzentos e cinquenta e seis implantes foram instalados. Todos os implantes que foram inseridos e alcançaram torque de 35 Ncm foram submetidos à carga imediata, independentemente da idade, gênero, diabetes ou uso de fumo. Os pacientes com histórico de uso de bifosfonatos

orais foram excluídos da amostra. Todos receberam a reabilitação final 3 a 4 meses após a colocação dos implantes. Quando a restauração final foi instalada foi realizada a checagem da oclusão e da estabilidade do implante com catraca (35 Ncm). Do total de 256 implantes, 252 integraram e foram restaurados, 4 implantes falharam em 3 casos separados. Todos os pacientes com falha dos implantes eram parcialmente desdentados mandibulares e portadores de dentição natural no arco antagonista. Dos 127 implantes (Nobel Biocare) houve apenas uma falha, representando uma taxa de sucesso de 99,3%. Dos outros 125 (Implant Direct), 3 falharam dando uma taxa de 97,7% de sucesso. A taxa geral de sucesso dos 252 implantes foi de 98,4%. Os autores concluíram que o sucesso da técnica da carga imediata em implantes mandibulares depende de múltiplos fatores sendo que a estabilidade primária e o desenho da prótese desempenham papel fundamental no sucesso da técnica.

Atieh, Alsabeeha e Payne (2012) realizaram uma revisão sistemática e meta-análise avaliando o prognóstico da precisão da AFR na previsão de falhas de implantes que seguiram protocolos de carga imediata, considerando que há estudos controversos sobre sua precisão na previsão tanto na estabilidade do implante quanto da osseointegração. Foram utilizadas diversas bases de dados (*MEDLINE, EMBASE, Cochrane Oral Group Cochrane Oral Health Group's Trials Register, the United Kingdom National Research Register, the Australian New Zealand Clinical Trials Registry, the Database of Abstracts of Reviews of Effectiveness, and the Conference Proceedings Citations*) para selecionar estudos que utilizaram a AFR para avaliar a estabilidade dos implantes antes da carga imediata. A sensibilidade, especificidade e precisão da AFR nos estudos selecionados foram avaliadas usando modelos de efeitos aleatórios. Inicialmente foram identificados 404 artigos. Desses, 374 foram rejeitados após leitura dos resumos. Apenas 30 foram estudados detalhadamente e desses 15 foram incluídos na revisão. Todos os estudos incluídos tinham

critérios de inclusão e exclusão semelhantes. Os estudos reuniram um total de 2236 implantes que foram incluídos na meta-análise para fornecer uma estimativa global da sensibilidade, especificidade e precisão da AFR. O resultado clínico (falha do implante x sobrevivência) foi considerado como sendo o padrão de referência. O valor de ISQ mínimo de 65 foi considerado como valor recomendado para minimizar os falsos positivos e melhorar a sensibilidade. Os resultados da meta-análise mostraram-se pobres em relação à sensibilidade, especificidade e precisão da AFR, sugerindo dessa forma que a mensuração da AFR no momento da colocação do implante não é suficientemente preciso para determinar a estabilidade do implante e a osseointegração em protocolos de carga imediata.

2.3 Correlação entre métodos de aferição

Friberg et al. (1999) estudaram o torque de inserção e a análise de frequência de ressonância no momento da instalação do implante em maxilas edêntulas e avaliaram a correlação entre esses métodos de aferição. Para acompanhar possíveis mudanças na estabilidade do implante ao longo do tempo, análises de frequência de ressonância foram realizadas em mais duas ocasiões: no final do período da cicatrização e um ano após a instalação do implante. Nove pacientes foram tratados com implantes em maxilas edêntulas. No total, sessenta e um implantes foram instalados (Brånemark, System) sendo que quarenta e nove foram MKII. Todos os casos foram tratados com dois estágios cirúrgicos. Um instrumento eletrônico (Nobel Biocare, Zürich-Flughafen, Suíça), foi utilizado para mensurar o torque durante a instalação do implante MKII. O instrumento foi conectado ao Torque Control TM (Nobel Biocare, Zürich-Flughafen, Suíça) e o torque foi gravado na memória do cartão durante todo o período para os quarenta e nove implantes. O torque cumulativo foi apresentado e então, feito uma média entre eles. Os outros doze implantes foram de outro formato e apresentavam diâmetros que variavam

entre 4 e 5 mm que foram escolhidos pelo cirurgião. Esses implantes não foram expostos à mensuração de torque pela sua distribuição. Dois implantes MKII falharam na cirurgia de reabertura do implante. Intermediários cônicos e angulados, não adaptaram no transdutor e não foi considerado viável trocá-los para a tomada da AFR, sendo excluídos da amostra. O torque cumulativo foi apresentado com a média para a crista superior, para o terço apical inferior do implante e também um valor global para o local. A maior correlação foi encontrada quando comparados os valores do torque da porção superior da crista com os valores de AFR do implante. O ISQ foi verificado logo após a instalação do implante. O transdutor foi diretamente conectado no implante, um de cada vez, permanecendo no topo do implante, perpendicular à crista alveolar, usando um parafuso adaptado com 10 Ncm. Na fase de reabertura do implante, não foram encontradas diferenças significativas para qualquer um dos grupos. Concluíram que a variação da densidade óssea pode ser identificada durante a instalação do implante com o uso do torque e AFR e que um aumento da estabilidade ao longo do tempo foi encontrado em áreas de baixa densidade óssea através da AFR. Consequentemente um período de cicatrização pode ser sugerido para implantes colocados em áreas de baixa densidade.

Al-Nawas, Wagner e Grötz (2006) realizaram um estudo com o objetivo de comparar o torque de inserção e análise de frequência de ressonância em diferentes sistemas de implantes utilizando um modelo animal com implantes carregados. Três tipos de implantes Straumann foram estudados. Trinta e dois implantes de cada tipo (n= 160) foram instalados em 16 cães *Beagle*. Os valores de torque máximo de inserção foram registrados. A análise de frequência de ressonância foi realizada na instalação, após a cicatrização e no final da fase de carregamento e os quocientes de estabilidade dos implantes (ISQ) foram registrados. Foram observados valores de torque de inserção mais

elevados para o MkIV cônico do que para o MkIII. Não foi observada diferença entre os implantes Brånemark e Straumann, com base em valores ISQ na instalação. Os valores de ISQ e de torque inserção foram menores para implantes Straumann cilíndricos do que para os implantes autoperfurantes. Uma redução média (variando de 3 a 6) do ISQ mediano foi observada para todos os sistemas de implantes. Para os implantes autoperfurantes os valores de ISQ permaneceram estáveis após o carregamento enquanto que os valores de ISQ para os implantes cilíndricos não autoperfurantes diminuiu. Os valores de torque máximo de inserção entre implantes que obtiveram sucesso e os que falharam não foram significativamente diferentes. Os valores de ISQ foram significativamente maiores na instalação para implantes que obtiveram sucesso ($P=0,003$). Com base neste modelo de ISQ, um limiar de 65,5 foi identificado, com uma sensibilidade de 83% e especificidade de 61% para a previsão da perda do implante. Os valores de ISQ no início do carregamento não foram preditivos de perda do implante durante o período de carregamento. Os autores chegaram à conclusão de que se deve ter cuidado ao avaliar os sistemas de implantes com base na análise de frequência de ressonância e medição de torque.

Cehreli et al. (2009) realizaram uma meta-análise dos métodos utilizados para avaliar a estabilidade do implante através do *Pubmed*, *EMBASE*, *OVID*, *The Cochrane Library databases*, e dez jornais de pesquisa manual para avaliar a correlação entre o Periotest (Modautal/Alemanha), torque de inserção e torque de remoção do implante, com as medições de AFR. Os termos de pesquisa combinados foram: implante dentário, estabilidade primária, AFR, torque de remoção, análise da vibração, torque, Periotest, sendo que o critério de inclusão e exclusão específico foi utilizado para selecionar os artigos entre 1998 e 2008. Avaliaram os valores de p e revelaram que uma correlação

entre a redução de torque ou torque de inserção e AFR foi significativa (seis estudos, $p=0,0022$). A correlação entre Periotest e torque de corte ou de inserção foi significativa (um estudo, $p=0,015$), e as correlações entre a AFR e torque reverso (um estudo, $p=0,319$, $r=0,405$) e Periotest (Modautal/Alemanha) e AFR ($p=0,28$) foram insignificantes. Nove artigos forneceram os valores de r , e torque de remoção, inserção e frequência de ressonância. Descreveram que a análise mostrou uma relação estatisticamente significativa e direta de 55,4% ($p=0,000$). Um estudo previu um valor de $r=0,149$. Uma relação estatisticamente significativa foi encontrada entre o torque de inserção e o torque reverso de 87,6% (dois estudos, $p=0,000$). Concluíram que a meta-análise dos métodos utilizados para avaliar a estabilidade do implante mostrou uma correlação estatisticamente significativa entre o torque de remoção ou inserção do implante e a frequência de ressonância.

Sartori et al. (2013) realizaram um estudo com o objetivo de comparar a correlação entre duas formas de aferição da estabilidade primária de implantes (torque de instalação e análise de frequência de ressonância) e o comportamento longitudinal dos implantes quando submetidos a diferentes tipos de prótese. Vinte e três pacientes participaram da pesquisa. Em cada paciente foram instalados 5 implantes cone *Morse* (Neodent, Curitiba, Brasil) em região interforaminal. Durante a instalação foram realizadas as medições da estabilidade primária com a catraca torquímetro (Neodent, Curitiba, Brasil) e com o aparelho Osstell Mentor (Gotemburgo, Suécia) que utiliza a análise de frequência de ressonância. Desses, 14 pacientes (setenta implantes) concordaram em se submeter a controles periódicos. Foram então divididos em dois grupos, de acordo com o tipo de prótese: com barra rígida (cilindros para técnica de cimentação passiva- G1) e sem barra rígida (Sistema Barra Distal, Neodent- G2). Os

demais pacientes também foram reabilitados com próteses fixas. Todos os cento e quinze implantes foram avaliados quanto ao comportamento, mas somente os setenta implantes que estavam instalados nos quatorze pacientes do acompanhamento periódico foram submetidos a novas medidas de estabilidade nos tempos quatro e oito meses. As medidas de estabilidades iniciais (T0), quatro meses (T4) e oito meses (T8) foram comparadas estatisticamente nos dois grupos, e analisadas as variáveis de tempo e tipo de prótese. A média do ISQ para o G1 no T0 foi de $70,4 \pm 3,02$; no T4, $69,8 \pm 2,28$ e no T8, $70,6 \pm 1,64$. Para o G2, a média do ISQ no T0 foi de $68,6 \pm 1,54$; no T4 de $68,2 \pm 1,42$ e no T8, $68,6 \pm 2,00$. Na análise entre os diferentes grupos nos mesmos tempos, quando G1 foi comparado ao G2 no T0, o p-valor foi de 0,18; no T4, o p-valor foi de 0,16 e no T8 o p-valor foi de 0,06. Estes resultados sugerem que não há diferença significativa entre as medidas de ISQ no G1 e no G2 com o passar do tempo. Na análise entre os diferentes tempos no mesmo grupo, o p-valor obtido para G1 entre T0 e T4 foi de 0,65; entre T4 e T8 de 0,46 e entre T0 e T8 de 0,91. Para G2, o p-valor obtido entre T0 e T4 foi de 0,67; entre T4 e T8 de 0,74 e entre T0 e T8 de 0,98. No teste de Pearson o coeficiente de correlação (r) foi igual a (-) 0,07703 e p-valor igual a 0,41. A análise estatística não mostrou correlação entre os métodos. O índice de sucesso dos implantes foi 100%. Assim sendo, o estudo concluiu que apesar das duas formas de medir a estabilidade não terem mostrado correlação, são parâmetros aceitáveis de avaliação da estabilidade para indicação da técnica e que a presença de barra rígida não interferiu no índice de estabilidade dos implantes.

Dagher et al. (2014) realizaram um estudo em ovinos para comparar e correlacionar análise de frequência de ressonância, torque de inserção e contato osso implante de quatro diferentes superfícies (SLA, SLActive, Euroteknika e TiUnite). Trinta

e dois implantes foram instalados em oito ovelhas e a AFR e o TI foram registrados. Foi encontrada uma diferença significativa na AFR entre as quatro superfícies utilizadas no estudo. Para TI, não foi encontrada diferença significativa. A média BIC foi diferente para as quatro superfícies. Uma correlação positiva entre AFR e TI foi encontrada com SLA. Não houve correlação significativa entre AFR e BIC e entre TI e BIC.

2.4 Fatores influenciadores da estabilidade primária

Da Cunha et al. (2004) avaliaram a influência do desenho do implante e a correlação entre o torque de inserção e a AFR na estabilidade primária de implantes *Brånemark System* e *TiUnite*. Foram selecionados doze pacientes que apresentavam perda bilateral de incisivos laterais superiores ou pré- molares. Cada paciente recebeu um implante padrão 3,75 X 13 mm *Brånemark System* e um 3,75 X 13 mm *TiUnite* MK III. O equipamento *Osseocare* foi utilizado para medir o torque de instalação para os dois tipos de implantes. A análise estatística demonstrou valores médios maiores para os implantes padrão em relação ao torque de inserção e à análise de frequência de ressonância. Não houve correlação geral entre o torque de instalação e a análise de frequência de ressonância. Os autores concluíram que a estabilidade mostrou-se mais elevada para implantes padrão e que o desenho do implante pareceu influenciar a estabilidade primária e o torque de instalação.

Zix, Kessler-Liechti e Mericske-Stern (2005) realizaram um estudo com objetivo de determinar valores de referência para ISQ em implantes de 1 estágio aparentemente osseointegrados com sucesso. A análise de frequência de ressonância foi utilizada para medir a estabilidade de 120 implantes ITI instalados na maxila de 35 pacientes (17 homens e 18 mulheres). A média de ISQ de todos os implantes medidos foi de $52,5 \pm 7,9$ (intervalo de 40 a 68). A análise estatística não mostrou diferenças significativas nos valores do ISQ

entre os intervalos dos 3 tempos testados : sem carga ($48,8 \pm 3,6$), carregado <ou = 12 meses ($54,1 \pm 7,0$), e carregado > 1 ano ($53,1 \pm 9,5$). Não foram encontradas diferenças significativas nos valores ISQ entre os implantes em relação ao período de carga, para a localização na maxila, nem para a qualidade óssea (avaliada por meio de radiografias). O sexo foi o único parâmetro que foi considerado significativo ($P < 0,003$); em média, os homens apresentaram estabilidade do implante maior do que as mulheres ($56,3 \pm 6,6$ contra $48,7 \pm 7,4$).

Degidi et al. (2007) avaliaram os fatores que influenciam os valores da análise de frequência de ressonância (AFR), no momento da cirurgia de inserção de implantes em áreas onde um procedimento de aumento de seio maxilar foi realizado. Foram instalados 80 implantes em 14 pacientes. Sessenta e três implantes foram instalados em áreas que receberam enxerto prévio. Dezesete implantes foram instalados em áreas já cicatrizadas ou pós-extração. Os dados relativos ao comprimento, diâmetro, densidade óssea, torque de inserção, e valores de AFR foram registrados. As áreas que receberam enxerto apresentaram valores de AFR elevados. Foi encontrada uma correlação positiva estatisticamente significativa entre os valores de frequência de ressonância, o diâmetro ($p = 0,007$), comprimento ($p = 0,02$), e o diâmetro da última broca usada ($p = 0,01$) na instalação dos implantes. Os autores concluíram que sítios tratados com procedimentos de aumento de seio maxilar podem oferecer uma boa estabilidade primária e após seis meses de cicatrizadas. O comprimento e o diâmetro dos implantes, em conjunto com a geometria do implante utilizado, são importantes para a obtenção de valores elevados de AFR.

Karl et al. (2008) realizaram um estudo retrospectivo para avaliar os valores de análise de frequência de ressonância de 385 implantes ITI. Os valores de ISQ foram obtidos na instalação do implante e após a cicatrização. Na análise estatística foram utilizados os testes de coeficiente de relação de Pearson de duas amostras, testes t de

Welch e amostras pareadas t-testes foram computados em um nível de significância de $\alpha = 0,05$. Os valores de ISQ apresentaram uma variação entre 39-86 na instalação do implante e 35-89 após a osseointegração, demonstrando um aumento significativo. Em ambas as fases, os maiores valores de ISQ foram obtidos na região posterior da mandíbula ($P < \text{ou} = 0,002$). Após a osseointegração, os valores do ISQ na região anterior da mandíbula foram significativamente maiores em relação à região anterior da maxila ($P = 0,005$). O comprimento do implante no momento da inserção, teve influência significativa sobre o ISQ na região anterior da mandíbula ($P = 0$) e após a osseointegração, na região posterior da mandíbula ($P = 0,036$). O diâmetro do implante e ISQ na inserção estavam correlacionados na região anterior da mandíbula ($P = 0,542$). Após o período de cicatrização, uma influência significativa foi encontrada para todas as regiões, com exceção da região posterior da maxila ($P = 0,795$). O ISQ na instalação teve uma influência significativa sobre o ISQ após a cicatrização, com exceção da região anterior da maxila ($P = 0,542$). O tempo de cicatrização influenciou significativamente os valores de ISQ nas regiões de maxila anterior ($P = 0,002$) e mandíbula posterior ($P = 0,007$). Os autores concluíram que as medições de ISQ repetidas de um implante podem ter algum benefício de diagnóstico, embora os parâmetros que influenciam os valores absolutos ainda permaneçam obscuros.

Kessler-Liechti, Zix e Mericske-Stern (2008) realizaram um estudo para determinar os quocientes de estabilidade do implante padrão (ISQ) para implantes de estágio único, osseointegrados, instalados em mandíbulas edêntulas. As medições de estabilidade por meio da análise de frequência de ressonância (AFR) foram realizadas regularmente em pacientes que receberam implantes em estágio único para suporte de *overdenture*. O intervalo de tempo entre a instalação dos implantes e a mensuração variou de 1 ano até 10 anos. Os pacientes foram classificados em grupos compostos por de curto

prazo (acompanhados por até 5 anos) e de longo prazo (observados por um tempo > de 5 e até 10 anos). Um grupo correspondente com implantes sem carga foi utilizado para comparação adicional das medições da AFR. Diversos parâmetros estatísticos que possam influenciar o ISQ de implantes carregados foram incluídos em um modelo de efeitos mistos aplicados (análise de regressão, $P < 0,0125$). Noventa e quatro pacientes (63 mulheres e 31 homens) participaram do estudo e um total de 204 implantes que já tinham recebido carga foi aferido. A média ISQ de todos os implantes medidos foi $64,5 \pm 0,9$ (variação de 58 a 72). A análise estatística não revelou diferenças significativas na média de ISQ relacionado com o tempo de observação. Os parâmetros com significância estatística global foram o diâmetro dos implantes e as mudanças no nível de inserção. No grupo de curto prazo, o sexo e o nível de inserção clínica teve um efeito significativo. O diâmetro do implante tinha um efeito significativo no grupo de longo prazo. Os autores concluíram que em qualquer ponto do tempo, a média de ISQ $64,5 \pm 7,9$ foi encontrada para implantes interforaminais assintomáticos, estáveis, medida pela AFR. Não foram encontradas diferenças significativas nos valores do ISQ entre os implantes com diferentes intervalos de tempo pós-cirúrgicos. O diâmetro do implante parece influenciar o ISQ de implantes interforaminais.

Türkyilmaz , Aksoy e McGlumphy (2008a) realizaram um estudo com a finalidade de comparar os parâmetros associados com a inserção do implante através de dois métodos diferentes de mensuração da estabilidade primária e para identificar qualquer relação entre estes parâmetros na inserção do implante. Foi instalado um total de sessenta implantes nos maxilares posteriores superiores de 22 pacientes. As densidades ósseas nos sítios em que seriam instalados os implantes foram avaliadas utilizando tomografias computadorizadas. Os dados de torque máximo de inserção foram registrados com o *Osseocare* (Nobel Biocare AB, Göteborg, Suécia). As medições de análise de frequência

de ressonância (AFR) foram feitas usando o Osstell (Gotemburgo, Suécia). Comparações incluindo Ncm e ISQ foram realizadas entre dois grupos de controle (C1 e C2), e correspondentes quatro grupos de teste (T1-T4) utilizando brocas mais finas para aumentar a estabilidade primária do implante. A taxa de sobrevivência dos implantes foi de 96,6% após 3 ± 1 ano, com apenas dois implantes perdidos. Os autores observaram uma forte correlação entre a densidade óssea, torque de inserção e os valores de estabilidade na instalação dos implantes. Os autores sugerem que o uso de brocas de menor diâmetro para a região posterior de maxila, onde a qualidade óssea é ruim, pode melhorar a estabilidade primária do implante, elevando as taxas de sobrevivência.

Türkyilmaz e McGlumphy (2008b) realizaram um estudo clínico para determinar a densidade óssea em áreas receptoras de implantes utilizando tomografia computadorizada e investigar a influência da densidade óssea em parâmetros de estabilidade e sucesso do implante. Trezentos implantes foram instalados em 111 pacientes entre 2003 e 2005. A densidade óssea de cada local receptor de implante foi determinada utilizando-se a tomografia computadorizada. Como parâmetros de estabilidade foram utilizados o torque de inserção com o aparelho Osseocare e a análise de frequência de ressonância com o instrumento Osstell, imediatamente após a instalação do implante, 6 e 12 meses depois. A taxa de sobrevivência dos implantes foi de 93,3% depois de três anos. Houve correlações estatisticamente significativas entre a densidade óssea e valores de torque de inserção ($p < 0,001$), densidade óssea e valores de ISQ ($p < 0,001$), e torque de inserção e valores ISQ ($p < 0,001$). De acordo com os autores a tomografia computadorizada é uma ferramenta útil para determinar a densidade óssea nas áreas receptoras de implantes e a densidade óssea local tem influência sobre a estabilidade primária, que é um fator determinante para o sucesso do implante.

Türkyilmaz et al. (2009) realizaram um estudo biomecânico para explorar o efeito

da qualidade óssea na estabilidade inicial de implantes e para determinar as correlações entre os parâmetros de qualidade óssea e estabilidade. Foram instalados 24 implantes (Neoss Ltd., Mölnlycke, Suécia) em regiões anterior e posterior de mandíbulas de cadáveres humanos. As densidades ósseas das regiões que receberam implantes foram determinadas no pré-operatório por meio de tomografia computadorizada (TC). Os valores de torque de inserção máximo foram registrados e as medições preliminares de estabilidade do implante foram realizadas por meio de análise de frequência de ressonância (AFR). Os valores de densidade óssea variaram de -267 a 553 HU. A densidade óssea, o torque de inserção, e os valores AFR foram respectivamente: 113 ± 270 HU, $41,9 \pm 5$ Ncm e 70 ± 7 o quociente de estabilidade do implante (ISQ). Foram encontradas correlações estatisticamente significativas entre os valores de densidade óssea e torque de inserção ($r = 0,690$, $p < 0,001$); Os valores de densidade óssea e ISQ ($r = 0,557$, $p < 0,05$); e torque de inserção e os valores do ISQ ($r = 0,853$, $p < 0,001$). O estudo concluiu que a densidade óssea tem um efeito predominante sobre a estabilidade do implante na instalação e a TC é uma ferramenta útil para avaliar a quantidade e qualidade óssea em locais de instalação de implantes.

Bardyn et al. (2009) utilizaram um modelo de osso sintético feito a partir de espuma de poliuretano para isolar as influências da densidade óssea e a espessura cortical na AFR. Implantes Straumann padrão foram inseridos nesses blocos e a estabilidade primária dos implantes foi medida através da AFR. Os blocos foram compostos por duas camadas sobrepostas de diferentes densidades, onde a camada superior buscava imitar o osso cortical e a camada inferior o osso trabecular. Dez blocos de poliuretano foram utilizados na amostra, sendo que cinco deles foram utilizados para o torque de remoção e AFR e cinco para testes de compressão axial. Foram inseridos implantes de 3,3 X 12 mm e seguidos pela mensuração da estabilidade primária por AFR. A AFR foi realizada em todos

os sentidos do implante, mantendo sempre uma angulação de 90 graus, e então, uma média foi realizada com esses valores para ser utilizada na análise. A estabilidade primária medida com a AFR não se correlacionou com os outros métodos. A análise estatística demonstrou que cada método foi sensível a diferentes aspectos da qualidade óssea e que a AFR era o único método capaz de detectar alterações na densidade óssea e espessura cortical. Mudanças na densidade óssea trabecular eram mais fáceis de distinguir com torque de remoção e carga axial do que com AFR. Os autores concluíram que a AFR, torque de remoção e carga axial são sensíveis a diferentes aspectos da interface osso-implante o que explica a ausência de correlação entre os métodos e demonstra que não existe um procedimento padrão para a avaliação da estabilidade primária.

Rozé et al. (2009) analisaram uma possível correlação entre a microarquitetura óssea e a estabilidade inicial do implante em um estudo onde vinte e dois implantes (*Ankylos- Dentsply Implants* e *Straumann -Suíça*) foram inseridos em mandíbulas e maxilas de cadáveres humanos. A densidade óssea foi definida através de tomografia computadorizada em três pacientes (um homem de 53 anos e duas mulheres com respectivamente 67 e 80 anos). O protocolo cirúrgico para instalação dos implantes foi rigoroso. A estabilidade inicial do implante foi medida por meio da análise de frequência de ressonância com o aparelho Osstell. O quociente de estabilidade dos implantes (ISQ) variou entre 50 a 70 dependendo das espécies e locais. Foram encontradas diferenças histomorfométricas na microestrutura óssea dos espécimes, mas não estavam relacionadas aos valores de ISQ. Apenas a espessura do osso cortical apresentou correlação com os valores de ISQ. Os autores chegaram à conclusão de que a espessura da cortical ao redor de implantes é relevante para a estabilidade primária podendo ser avaliada usando uma tomografia computadorizada clínica padrão.

Park et al. (2009) compararam a estabilidade inicial de implantes cônicos de seis

diferentes sistemas (Hexplant (Warantec, Seoul, South Korea), US III[®] & GS III[®] (Osstem, Seoul, South Korea), Replace[®] Select (Nobel Biocare, Göteborg, Suécia), Osseotite NT[®] (3i, Florida, EUA) and Sinus Quick (Neoplant, Seoul, South Korea). Metade deles foi ancorada na parede cortical inferior (grupo 1) e a outra metade não foi ancorada em parede cortical (grupo 2), comparando a AFR (ISQ) e o torque de remoção (RTV). Seis modelos de implantes diferentes com 10 mm de altura foram instalados. A fim de simular a parede inferior do seio do osso tipo IV, um osso cortical da lateral da costela suína foi removido. Seis implantes diferentes foram instalados no mesmo bloco de osso, segundo as recomendações do fabricante. Um total de vinte blocos de ossos foi feito para cada sistema de implantes. No grupo 1, a altura do bloco ósseo era de 10 mm e as fixações foram instaladas com pressão em osso cortical. As fixações do grupo 2, foram instaladas sem pressão, na parede inferior e a altura dos blocos era de 13 mm. A estabilidade inicial foi medida através da AFR (ISQ) com o Osstell Mentor (Gotemburgo, Suécia), no momento da instalação do implante. Os valores do ISQ foram mensurados paralelos e perpendiculares ao osso. Os valores do ISQ para cada fixação foram tomados e a média de valores foi realizada entre as duas orientações. No grupo 1, não houve diferença significativa entre as medidas de ISQ e RTV, já no grupo 2, houve diferença significativa das medidas de ISQ e RTV entre os seis tipos de implantes ($P < 0,05$). Os autores concluíram que com ancoragem na parede cortical ou sem, a estabilidade de todos os implantes foi afetada pelo desenho e em osso de qualidade pobre, a subinstrumentação melhora a estabilidade inicial.

Degidi et al. (2010a) realizaram um estudo histológico e histomorfométrico para determinar a correlação existente entre AFR e a porcentagem do contato osso-implante (MBIC), em implantes recuperados após quatro ou oito semanas. Foram instalados dezesseis implantes (cinco deles de diâmetro e altura 3,5 x 8 mm; nove de 3,8 x 8 mm e

dois com 4,1 x 6 mm). Seis deles receberam carga imediata e os outros seis ficaram submersos por um período de quatro semanas (dois por seis semanas, um por sete semanas e cinco por oito semanas) sendo avaliados pelo Osstell logo após a instalação. Os implantes foram removidos por diferentes motivos após 4 ou 8 semanas de cicatrização com uma trefina de 5 mm e imersos em 10% de formalina tamponada para ser processado para a análise histológica do material. Antes da remoção fez-se as medidas de AFR com o transdutor perpendicular à crista alveolar, foram realizadas três medidas para cada implante. A média dos valores do ISQ e do MBIC dos doze implantes foi avaliada e comparada através do teste de Friedman e Spearman. Não foi encontrada correlação significativa entre a AFR e a porcentagem do contato osso-implante mineralizado ($p < 0,5502$). Todos os implantes osseointegraram e radiograficamente não foram detectadas grandes perdas ósseas ao redor dos implantes. O valor do ISQ variou entre 63 e 85 e o MBIC foi de 42% a 96%. Concluíram que a AFR deve refletir a ancoragem óssea do implante, no entanto, a relação entre a estrutura óssea e a AFR não é bem compreendida.

Sim e Lang (2010) realizaram um estudo para avaliar os fatores que influenciam a análise de frequência de ressonância, utilizando o aparelho Osstell Mentor durante a osseointegração do implante. Trinta e dois pacientes receberam implantes Straumann Standard Plus de 4.1 X 8 mm (n=16; grupo A) e 4.1 x 10 mm (n=16; grupo B), a nível ósseo. Durante o período de cicatrização foram realizadas medidas através da análise de frequência de ressonância nas semanas 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 12. Os implantes receberam próteses entre 10 e 12 semanas após o período de instalação. Foram avaliados presença de placa, profundidade de sondagem e sangramento. Os valores dos quocientes de estabilidade dos grupos A e B foram comparados através de testes t não pareado e longitudinalmente aplicando testes t emparelhados entre a semana 0 e os pontos subsequentes. O posicionamento do dispositivo Osstell Mentor não afetou os valores ISQ, que aumentaram

continuamente durante a cicatrização (média de 65,1 para 74,7) sendo mais significativo nas semanas 0, 6, 8, 12. Baixas densidades ósseas (tipo III e IV) resultaram em valores mais baixos de ISQ ao longo do tempo. Foi observado um aumento nos valores de ISQ no grupo de implantes com 8mm enquanto que no grupo de implantes de 10mm não houve aumento significativo.

Com o objetivo de analisar a influência de defeitos ósseos na estabilidade do implante Merheb et al. (2010) estudou a estabilidade mecânica do implante em diferentes tipos e tamanhos de defeitos ósseos utilizando Periotest e o Osstell como ferramentas de aferição. Trinta e dois implantes foram instalados aleatoriamente em seis mandíbulas de cadáveres fixadas em formol para um dos quatro tipos de defeitos ósseos: perda óssea marginal, defeito ósseo periapical, deiscência em largura, deiscência em comprimento. As medidas com o Periotest e com o Osstell foram realizadas antes e durante a remoção do osso (para aumentar o tamanho do defeito). Diferenças significativas foram encontradas ($p < 0,05$) para os valores iniciais depois da remoção óssea marginal de 2 mm marginal tanto para o Periotest quanto para o Osstell; para perda óssea periapical, depois de remoção de 5 mm para o Osstell e 8mm para o Periotest; para deiscência em largura de 6mm após perda acima de 18mm do perímetro do implante (Osstell/ Periotest); para deiscência em comprimento de 3mm, após a remoção de 10mm (Osstell) ou 6mm (Periotest). Os resultados sugeriram que o Osstell é mais sensível que o Periotest para detectar defeitos periapicais, entretanto o Periotest obteve uma performance melhor na detecção de defeitos de deiscência em largura constante. Para os outros dois tipos de defeito, ambos dispositivos tiveram desempenho similar. Concluíram que tanto o Osstell como o Periotest são em geral pouco sensíveis na identificação de destruição óssea ao redor do implante, exceto em casos de perda marginal.

Fuster-Torres et al. (2011) realizaram um estudo com o objetivo de determinar a

densidade óssea em locais onde implantes seriam instalados por meio de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) e avaliar possíveis correlações entre idade, sexo, medições de torque de inserção e análise de frequência de ressonância (AFR). O estudo foi retrospectivo e incluiu pacientes completamente ou parcialmente desdentados, tratados com implantes entre 2007 e 2008. O exame pré-operatório incluiu uma radiografia panorâmica, TCFC, modelos diagnósticos e exame clínico dos maxilares. As densidades ósseas foram registradas. Os valores de torque de inserção e medições de estabilidade do implante (AFR) foram registrados. A média de densidade óssea e valores de torque de inserção foram 623 ± 209 e $42,4 \pm 4$ Ncm, respectivamente, para os 82 implantes instalados. A média de estabilidade primária (quociente de estabilidade do implante) foi de $62,4 \pm 8$. As diferenças na densidade óssea média em locais de implantes na mandíbula (717 ± 204) e da maxila (490 ± 128) foram estatisticamente significantes para todos os pacientes ($P < .05$). Houve uma relação estatisticamente significativa entre os valores de densidade óssea e medições de torque de inserção para locais de implante na mandíbula anterior ($r = 0,562$, $P < 0,05$), bem como entre a densidade óssea e valores RFA para os homens ($r = 0,412$, $P < 0,05$). Os autores concluíram que as medições de densidade óssea utilizando a TCFC pré-operatória pode ser útil como uma ferramenta de diagnóstico objetivo. Em conjunto com os valores de AFR e as medições de torque de inserção pode favorecer o cirurgião com uma avaliação objetiva da qualidade óssea e em caso de suspeita de osso de má qualidade.

Lachmann et al. (2011) investigaram a influência da geometria do implante na estabilidade primária e na perda óssea peri-implantar em um modelo in vitro utilizando o Periotest (Modautil/Alemanha) e o Osstell (Gotemburgo, Suécia). Diferentes implantes dentários foram testados em modelos ósseos bovinos para checar a estabilidade primária e para a estabilidade secundária, blocos de resina acrílica. Dois tipos de implantes

disponíveis comercialmente foram utilizados no experimento. Um dos modelos de implante era cilíndrico do modelo Standard Brånemark, com diâmetro de 3,75 e comprimentos de 11, 13, 15 ou 18 mm. Experimentos com o bloco animal serviram para mensurar a estabilidade primária do implante diretamente depois a inserção no osso. Dois implantes de cada fabricante foram instalados por bloco em ordens alternadas. Blocos de resina acrílica foram confeccionados para simular a etapa da osseointegração, os implantes foram instalados de acordo com o fabricante. Foi utilizada resina acrílica incolor, para fosse possível detectar bolhas, caso estivessem presentes, entre as roscas do implante. O material de resina acrílica foi vertido em um molde, no qual quatro implantes já estavam fixados. Os blocos ficaram polimerizando sobre pressão por três horas. Foram realizados os experimentos sobre o mesmo 24 horas após a confecção do bloco. Foram criados defeitos ósseos ao redor do implante, com uma trefina, que combinava com o diâmetro do implante. Irrigação foi utilizada em todos os casos e a velocidade do motor não ultrapassou 500 rpm. Cada etapa da profundidade do defeito foi verificada cuidadosamente com a sonda, os restos de resina acrílica que estavam perto do implante foram removidos, e as medidas foram realizadas. Continuou-se a perfuração até que o defeito atingisse 9mm de profundidade. O ISQ foi aferido através do Osstell (Gotemburgo, Suécia) diretamente na cabeça do implante. Para a mensuração com o Periotest (Modautil, Alemanha), uma bola macho foi anexada ao implante para obter um ponto de contato real e reprodutível ao bater o pistilo do instrumento. Todos os parafusos foram apertados com uma força de 10 Ncm. Os autores concluíram que os fatores predominantes que influenciaram a estabilidade do implante foram a qualidade óssea e a perda de inserção. O tipo de implante e comprimento do mesmo exerce alguma influência na estabilidade do implante, enquanto as variações de diâmetro do implante produzem pequenas alterações nas medidas. O resultado desse estudo mostrou claramente que a

estabilidade do implante depende de fatores ambientais, como a qualidade óssea e a geometria do implante. Não se recomenda o uso do Periotest e Osstell como métodos comparativos de estabilidade, mas podem ser utilizados de maneira individual para monitorar o estado dos implantes a longo prazo.

Park et al. (2011) avaliaram os valores ISQ iniciais em relação ao contato osso-implante, utilizando tíbias de coelho. Quatro coelhos brancos da Nova Zelândia, pesando entre 3 a 3,5 Kg, receberam um total de 16 implantes. Cada coelho recebeu dois implantes em cada uma de suas tíbias. Os implantes utilizados no estudo foram fabricados em titânio grau IV (Warentec Co., Seoul, Korea) e tinham 7,0mm de comprimento X 3,75mm de diâmetro. Imediatamente após a instalação dos implantes, a medida por AFR foi realizada utilizando Osstell Mentor (Gotemburgo, Suécia) e após o tempo de processamento, os valores de ISQ foram registrados. Quatro semanas após a instalação dos implantes, os valores ISQ foram medidos novamente e os coelhos foram sacrificados. Os implantes e o osso circundante foram coletados e fixados em formalina tamponada neutra, desidratados a 70%, 90%, 95%, e 100% de álcool, e embebidos em resina fotopolimerizável. Todas as lâminas foram submetidas a exame histológico e com o auxílio de um microscópio ligado a um computador, um software foi utilizado para calcular a porcentagem de BIC na superfície do implante e todo volume ósseo dentro do segmento. Neste estudo, os valores de ISQ iniciais demonstraram uma correlação significativa com a porcentagem de BIC após quatro semanas de cicatrizadas. Os autores concluíram que os valores ISQ podem ser uma referência útil para prever o grau de osseointegração ao instalar um implante.

Isoda et al. (2012) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a qualidade óssea com valores de densidade obtidos por tomografia computadorizada por feixe cônico (TCFC) e determinar as correlações entre a densidade óssea e estabilidade primária de implantes dentários. Dezoito implantes Straumann foram inseridos em cabeças femorais

de suínos. As densidades ósseas dos sítios que receberam implantes foram determinadas no pré-operatório pelo valor de densidade, utilizando a TCFC. O valor máximo de torque de inserção de cada implante foi gravado utilizando um torquímetro digital. O quociente de estabilidade do implante (ISQ) foi obtido utilizando o aparelho Osstell Mentor imediatamente após a colocação dos implantes. O coeficiente de correlação de Spearman foi calculado para avaliar as correlações entre os valores de densidade, torques de inserção, e ISQ na colocação dos implantes. A qualidade óssea avaliada por TCFC específica mostrou uma alta correlação com a estabilidade primária dos implantes. Assim, os autores concluíram que, no pré-operatório, a estimativa do valor de densidade por TCFC pode permitir aos clínicos prever a estabilidade do implante. No entanto não puderam afirmar se os valores de densidade obtidos pelo dispositivo TCFC utilizado no estudo poderiam ser aplicados a outros dispositivos.

Degidi, Daprile e Piattelli (2012) avaliaram a estabilidade primária de uma amostra de 4135 implantes instalados em 1045 pacientes no período de março de 2002 a janeiro de 2009. O objetivo do estudo foi investigar correlações entre a estabilidade primária, a característica mecânica do implante, a densidade óssea e o tempo de inserção. A densidade óssea, o diâmetro, o comprimento, o torque de inserção e a AFR foram registrados. A média de quociente de estabilidade dos implantes foi de $71,57 \pm$ AFR 10,63. A análise de Spearman mostrou uma fraca correlação positiva entre a TI e AFR. A análise estatística mostrou uma dependência relevante entre o TI e a qualidade óssea e uma dependência muito fraca entre a AFR e a qualidade óssea. Foi observada uma correlação muito fraca entre o comprimento ou o diâmetro do implante e o TI, no entanto, uma correlação relevante foi observada entre o comprimento e a AFR. Os implantes instalados em sítios pós-extração apresentaram maior média de TI e menor média de AFR em comparação com implantes inseridos em locais já cicatrizados. Vinte e oito

implantes (0,7%) foram considerados perdidos e foram removidos dentro de seis meses. Os resultados mostraram que os implantes estudados obtiveram uma boa estabilidade primária com um protocolo padrão em sítios pós-extração. O TI e a AFR aparecem como duas características independentes de estabilidade primária. Os dados mostram que a estabilidade primária é influenciada apenas pela densidade do osso, e que a AFR está correlacionado com o comprimento dos implantes usados.

Hong, Lim e Park (2012) investigaram, através de um estudo quantitativo biomecânico, a influência da cortical óssea e do comprimento do implante na estabilidade primária. Este estudo também considerou a correlação entre a presença de cortical marginal ao implante, a medida de torque de inserção e a análise de frequência de ressonância (AFR). Dois tipos diferentes de modelos de poliuretano ósseas foram comparados: Grupo 1: com osso cortical e esponjoso e Grupo 2: com osso esponjoso apenas. Esses foram usados como alternativa para o osso da mandíbula humana. Um total de 60 implantes com plataforma tipo hexágono externo 4.1, OSSTEM, US II com diferentes comprimentos (7, 10 e 13 mm) foram utilizados. A medida de torque foi registrada pelo motor. A medida da AFR foi realizada para quantificar o ISQ com Osstell Mentor. Todas as duas medidas foram repetidas 10 vezes para cada grupo. Foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos ($p < 0,001$) e intragrupos ($P < 0,001$). A presença de osso cortical e o comprimento do implante foram significativamente correlacionados com TI. Segundo os autores, os resultados indicaram que o TI foi mais afetado pela presença de osso cortical do que pelo comprimento do implante, enquanto que a AFR também foi afetada pela presença de osso cortical, mas foi mais afetada pelo comprimento. Também consideraram que as avaliações mostraram claramente que a estabilidade primária dos implantes parece ser influenciada pela presença de uma cortical e que a área total da superfície do implante de fixação parece ser

decisiva para o valor de ISQ.

Marquezan et al. (2012) realizaram uma revisão sistemática com o objetivo de investigar a influência da densidade mineral óssea na estabilidade primária de implantes dentários. Uma pesquisa foi realizada nas seguintes bases de dados (*Cochrane Library, MEDLINE-PubMed, ISI Web of Knowledge, EMBASE, LILACS*) As principais palavras-chave utilizadas foram: *bone density (MeSH/DeCS), dental implant (MeSH/DeCS), implant stability, implant stability quotient, ISQ, resonance frequency analysis, RFA, Osstell, Periotest value, PTV, Periostest, insertion torque, placement torque, cutting torque*. Os critérios de inclusão foram: estudos observacionais realizados em pacientes que receberam implantes dentários para reabilitação; estudos que avaliaram a associação entre a densidade mineral óssea e estabilidade primária do implante; avaliação da densidade óssea realizada por medição de unidades Hounsfield usando tomografia computadorizada de feixe cônico; dental e estabilidade primária do implante avaliado por valor ISQ, valor PTV ou medição de torque de inserção. Os artigos selecionados foram cuidadosamente lidos e classificados quanto à qualidade metodológica em baixo, moderado e alto, e os dados de interesse foram tabulados. Dez artigos preencheram os critérios de inclusão, mas apenas sete foram incluídos por causa de pacientes que se sobrepõem. Eles foram classificados como de qualidade e controle de viés metodológico baixo ou moderado. Houve uma associação positiva entre a estabilidade primária do implante e da densidade mineral óssea do leito receptor. No entanto, os autores concluíram que a qualidade metodológica e o controle de viés dos estudos devem ser melhorados para produzir evidências mais fortes.

Park et al. (2012) desenvolveram um estudo com objetivo de determinar se a AFR poderia ser integrada na avaliação clínica de rotina da estabilidade inicial de implantes dentários. Também avaliaram a importância de diferentes fatores clínicos na determinação dos valores ISQ e valores máximos de torque de inserção, a correlação entre os valores de

ISQ, de torque máximo, momento angular e da energia. Um total de quarenta e um pacientes (16 mulheres e 25 homens) foi incluído neste estudo e oitenta e um implantes foram instalados. Dois tipos de sistemas de implantes foram avaliados. No estudo, os tipos externos eram implantes Branemark e os tipos internos foram implantes ITI. As variáveis neste estudo foram: gênero (masculino ou feminino), a localização do implante (maxila ou mandíbula), a localização espacial (anterior ou posterior), o design do implante (externo ou interno), o comprimento e o diâmetro do implante. O torque de inserção dos implantes foi medido pelo motor (*ELCOMED instrument*) com um binário calibrado e gravado em Ncm. Um analisador de frequência de ressonância (Osstell) foi utilizado para medir a estabilidade dos implantes, após a instalação do implante. Todas as medidas foram realizadas por um único operador. Os valores foram medidos em paralelo e perpendicular ao alvéolo. O valor ISQ foi a média dos valores tomados nas duas orientações. Variáveis que influenciaram o valor de ISQ: implantes na mandíbula apresentaram maiores valores de ISQ em comparação com a maxila, implantes do tipo externo apresentaram maiores valores ISQ em comparação com os implantes do tipo interno. À medida que o diâmetro do implante foi aumentado, o ISQ também aumentou. As variáveis que influenciaram o valor máximo do torque de inserção foram: a localização, implantes instalados na mandíbula apresentaram maior torque de inserção quando comparados àqueles instalados na maxila, pacientes do sexo masculino mostraram valores de torque maiores em comparação com os do sexo feminino, implantes do tipo externo apresentaram maior valor de torque em comparação com os do tipo interno. Houve uma relação direta entre o valor ISQ e o torque máximo de inserção. Esta análise indicou que a AFR pode ser uma ferramenta útil na identificação de implantes com grau suficiente de estabilidade.

Santos (2013) realizou um estudo *in vitro* com o objetivo de avaliar a interferência da posição do implante em relação às corticais na obtenção da estabilidade primária e

também na correlação entre duas formas de medida (torque de inserção e análise de frequência de ressonância). Um total de 30 implantes (Titamax CM 3,75x13, Neodent, Curitiba, Brasil) foram instalados em costelas bovinas com espessuras suficientes para instalação de implantes indicados para osso tipo I e II e divididos em 3 grupos segundo o posicionamento dos mesmos em relação às corticais ósseas sendo: G1 - implantes estabilizados apenas a nível apical; G2 - implantes estabilizados a nível apical e cervical e G3 - implantes estabilizados apenas a nível cervical. Durante a inserção dos implantes foram anotadas as medidas do torque de inserção aferidas com o torquímetro (Ncm). Após, com o aparelho Osstell (Gotemburgo, Suécia), foram obtidos os valores de ISQ. Foi realizada análise de variância com medidas repetidas. A condição de normalidade foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilks ($p < 0,05$). Para avaliação da correlação foi utilizado o teste de Pearson. O estudo concluiu que a posição dos implantes em relação às corticais influencia a estabilidade dos implantes quando a avaliação é feita pelo torque de inserção e por análise de frequência de ressonância e que há correlação entre as duas formas de medidas apenas quando o implante é travado na cortical apical.

Salimov et al. (2014) realizaram um estudo para verificar a eficácia do valor de densidade óssea derivada de tomografia computadorizada (TCFC), avaliando sua correlação com a estabilidade do implante. Como parâmetro foi analisado: valor do torque de inserção e a análise de radiofrequência em relação a diferentes variáveis clínicas, incluindo a localização, gênero, idade, qualidade óssea, e diâmetro do implante. Um total de 65 implantes foi instalado em 17 pacientes. No pré-operatório as densidades ósseas dos locais que receberiam implantes foram analisadas utilizando TCFC. A qualidade óssea foi subjetivamente avaliada durante o procedimento de perfuração e classificada de acordo com o índice de Lekholm e Zarb. O índice de travamento máximo de cada implante foi gravado utilizando um torquímetro digital durante a instalação do implante. Medições de

frequência de ressonância foram feitas usando um Osstell Mentor imediatamente após a instalação do implante. Os dados foram analisados estatisticamente. Foram encontradas correlações entre os valores de densidade óssea de TCFC e parâmetros de estabilidade do implante em relação a todas as variáveis. Concluíram que a avaliação da densidade óssea, utilizando a TCFC é um método eficiente e significativamente correlacionado com parâmetros de estabilidade de implantes.

Ribeiro-Rotta et al. (2014) investigaram a correlação entre a microarquitetura óssea de locais de instalação de implantes, classificações ósseas subjetivas e a estabilidade primária. Trinta e dois pacientes parcialmente dentados participaram do estudo. Eles foram submetidos a exames de radiografias periapicais e panorâmicas para planejamento diagnóstico. Três cirurgiões classificaram a qualidade óssea nas áreas que receberiam os implantes utilizando dois métodos: avaliações de radiografias periapicais e panorâmicas e de acordo com a classificação de Lekholm e Zarb. Antes da inserção dos implantes, biópsias foram obtidas com uma trefina (confeccionadas especialmente para o estudo com 2,7mm de diâmetro) para a perfuração inicial e a amostra de osso de cada local foi mantida em solução de formalina tamponada a 10%. Um total de 46 espécimes foi analisado e os parâmetros tridimensionais foram medidos por micro CT. O valor do TI foi registrado no momento da cirurgia com o motor cirúrgico calibrado em 55 Ncm e após com a catraca torquímetro. O valor ISQ foi obtido com o dispositivo Osstell Mentor. A densidade apresentou a maior correlação com a classificação de Lekholm e Zarb ($r = -0,43$). Uma correlação positiva entre a densidade e o torque foi observada ($r=0,51$). As medidas de TI se correlacionaram com as variáveis da MicroCT (arquitetura e densidade). No entanto, as medidas de ISQ apresentaram pouca ou nenhuma correlação com as variáveis da MicroCT. Este resultado sugere que o TI prediz melhor a estabilidade mecânica na interface osso-implante do que ISQ. Os autores não recomendam a AFR

como único indicador para quantificar a estabilidade do implante.

Wang et al. (2015) investigaram a influência do desenho do implante e da qualidade óssea no torque de inserção (TI), na análise de frequência de ressonância (AFR) e na energia de inserção através do monitoramento contínuo enquanto os implantes eram instalados em blocos de espuma de poliuretano que simularam osso de qualidade pobre e média. Foram utilizados blocos de espuma de poliuretano (Sawbones) de $0,16 \text{ g / cm}^3$ e $0,32 \text{ g / cm}^3$ respectivamente, para simular baixa densidade e média densidade trabecular óssea. Alguns blocos de ensaio foram laminadas com uma camada de 1 mm de poliuretano esponjoso para simular uma camada fina de osso cortical. Quatro implantes diferentes (Nobel Biocare Mk III-3.75, Mk III-4.0, Mk IV-4.0, e Nobel Active-4.3) foram colocados em diferentes blocos de teste de acordo com as instruções do fabricante. O TI e o ISQ foram registados a cada 0,5 mm de comprimento de inserção do implante, e IE foi calculada a partir da curva binária. O pico de TI (PIT), último TI (FIT), IE, e os valores do ISQ finais foram analisados estatisticamente onde se verificou que: valores de ISQ foram mais influenciados pela profundidade de inserção dos implantes e pela densidade dos blocos. Uma correlação linear positiva pôde ser observada entre o torque final de inserção e o ISQ em cada desenho de implante. Diferentes protocolos de perfuração podem afetar o TI e o ISQ. Os dados sugerem que embora uma camada cortical seja importante, um aumento na densidade do osso esponjoso pode efetivamente substituir o papel do osso cortical no fornecimento de um TI ou um ISQ elevado. O estudo concluiu que na presença de osso cortical, durante a inserção do implante, o desenho do implante afeta significativamente os perfis de TI enquanto não afeta de forma semelhante os perfis de ISQ e que quando se utiliza os protocolos recomendados pelos fabricantes e um alto TI seja desejado em osso de baixa qualidade, certos modelos de implantes podem ser mais adequados que outros.

3. Proposição

3.1 Objetivo geral

O objetivo deste estudo foi avaliar clinicamente a influência das corticais ósseas na estabilidade primária de implantes cone *Morse*, instalados em região inter-foraminal mandibular, comparando dois métodos de aferição e sua possível correlação.

3.2 Objetivos específicos

1. Comparar o torque de inserção aferido durante a instalação dos implantes quando instalados com contato em 1 ou 2 corticais (cervical e/ou apical);
2. Comparar os valores de frequência de ressonância obtidos nos implantes quando instalados com contato em 1 ou 2 corticais (cervical e ou/ apical);
3. Verificar se há correlação entre as duas formas utilizadas para aferir a estabilidade dos implantes.

4. Materiais e Métodos

Trata-se de um estudo clínico observacional aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica do Paraná- PUC/PR sob o parecer 1.004.033.

4.1 Caracterização da amostra

Foram incluídos no estudo dados da aferição de estabilidade primária de implantes (cone *Morse*) registrados nos prontuários, e tomografias computadorizadas de feixe cônico (TCFC) de 33 pacientes que participaram de estudos clínicos prévios (LEE et al., 2012; SARTORI et al., 2013; SIQUEIRA, 2013). Um total de 165 implantes foi instalado em pacientes edêntulos totais inferiores (região interforaminal mandibular) no Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico (ILAPEO), no período de 2008 a 2013 (Apêndice 7.2-Termo de Compromisso de Utilização de Dados ILAPEO).

Os critérios de inclusão foram:

- a) Dados de estabilidade primária (de implantes instalados) obtidos com catraca torquímetro (Neodent, Curitiba, Brasil) e análise de frequência de ressonância obtidos com o aparelho Osstell Mentor (Gotemburgo, Suécia);
- b) Imagens tomográficas pós-operatórias de implantes cone *Morse* com ancoragem apical e/ou cervical, (obtidas por meio de tomógrafo Galileos, Sirona, Bensheim, Alemanha).

Os critérios de exclusão foram:

- a) Prontuários com informações incompletas em relação à estabilidade primária dos implantes;
- b) Imagens tomográficas com artefatos, os quais prejudicavam a visualização do posicionamento dos implantes em relação às corticais ósseas.

c) Implantes que tivessem contato com outras corticais.

4.2 Análise Tomográfica

As imagens tomográficas foram analisadas diretamente nos cortes parassagitais do *software* Galaxis (Sirona) por dois examinadores calibrados Especialistas em Radiologia e Imaginologia Odontológica, que realizaram a classificação do posicionamento dos implantes quanto ao contato com as corticais ósseas, dividindo a amostra em três grupos (Figuras 1 e 2):

- Grupo 1 - implantes estabilizados apenas a nível apical (Figura 1A).
- Grupo 2 - implantes estabilizados a nível apical e cervical (Figura 1B).
- Grupo 3 - implantes estabilizados apenas a nível cervical (Figura 1C).

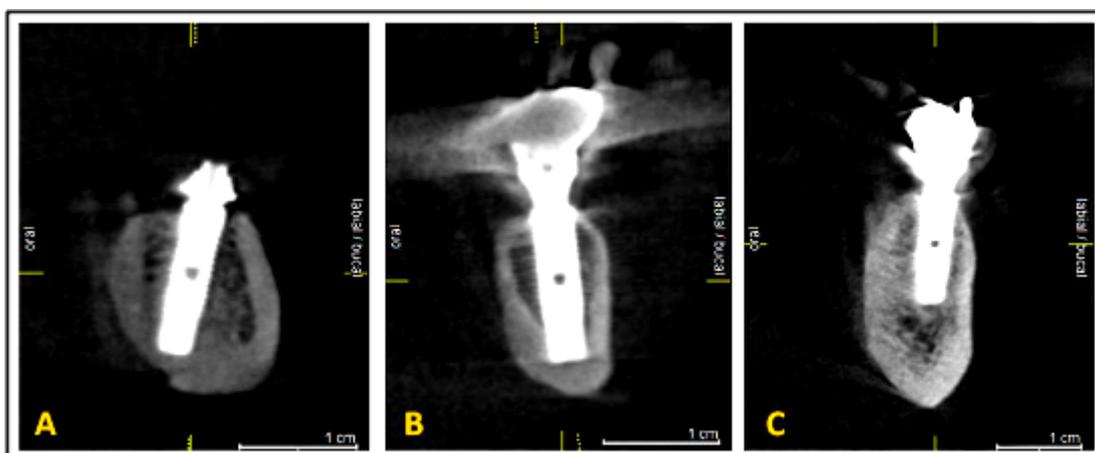


Figura 1 – Cortes parassagitais da TCFC: implantes estabilizados (A) apenas na cortical apical (G1), (B) nas corticais apical e cervical (G2), (C) apenas na cortical cervical (G3).

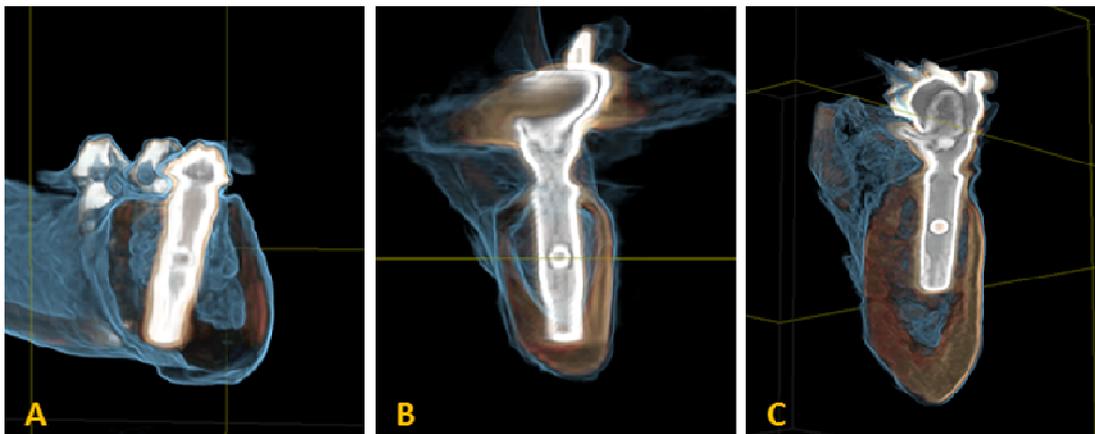


Figura 2 – Reconstruções 3D da TCFC: exemplo de implantes estabilizados (A) apenas na cortical apical (G1), (B) nas corticais apical e cervical (G2), (C) apenas a nível cervical (G3).

Os casos em que não houve concordância foram discutidos e obteve-se consenso entre os dois examinadores.

Após a análise das imagens tomográficas, do total de 165 implantes, 68 foram excluídos devido ao contato com outras corticais e 97 foram classificados nos grupos: 1 (24 implantes), grupo 2 (32 implantes) e grupo 3 (41 implantes).

Para cada grupo foi criada uma tabela com os valores de torque de inserção (Ncm) e de análise de frequência de ressonância (ISQ) registrados nos prontuários.

Os dados foram encaminhados para análise estatística para fins de comparação entre os grupos e para avaliar se havia correlação entre as duas formas de aferição da estabilidade.

4.3 Aferição da estabilidade

As aferições de estabilidade primária foram realizadas por cirurgiões experientes nos três estudos, após o assentamento dos implantes nos alvéolos cirúrgicos. Para mensuração da estabilidade foram utilizados a catraca torquímetro (Neodent, Curitiba, Brasil) (Figura 3) e o aparelho Osstell Mentor (Gotemburgo, Suécia) (Figura 4).



Figura 3 - Imagem da catraca torquímetro no momento da inserção final do implante fazendo-se a leitura do torque em Ncm.

Um transdutor foi adaptado ao implante (*smartpeg type 3*) sendo depois o aparelho calibrado e levado próximo do mesmo, sem tocá-lo. Foram feitas duas medidas para cada implante, uma lateral e outra frontal em relação ao operador e assim sucessivamente para os três grupos. Os valores de ISQ foram anotados e as médias realizadas.

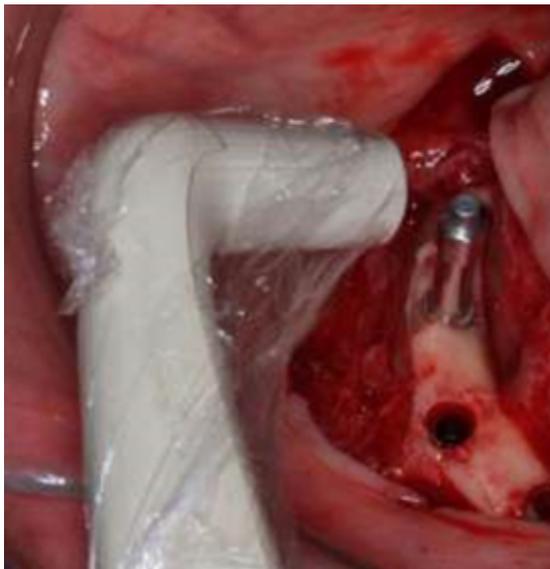


Figura 4 – Imagem de um dos momentos da leitura do ISQ com o aparelho Osstell Mentor e com o *smartPeg* parafusado ao implante.

4.4 Análise Estatística

Para descrição das variáveis quantitativas foram consideradas as estatísticas de média, mediana, mínimo, máximo e desvio padrão. Para comparação dos três grupos em relação às variáveis quantitativas foi considerado o modelo de análise de variância com uma fonte de variação e o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. Para avaliação da associação entre as variáveis quantitativas foi considerada a estimação do coeficiente de correlação linear de Pearson. A condição de normalidade das variáveis foi avaliada através do teste de Jarque-Bera. Valores de p menores do que 0,05 indicaram significância estatística.

5. Artigo científico

Artigo elaborado segundo as normas da revista Clinical Oral Implants Research.

Influência das corticais ósseas coronal e apical na estabilidade primária de implantes cone Morse e na correlação entre dois métodos de aferição: Estudo *in vivo*.

Autores:

Anne Kelly de Oliveira Nicolau Mantovani

Flávia Noemy Gasparini Kiatake Fontão

Luciana Reis Azedo-Alanis

Ivete Aparecida de Mattias Sartori

Author's affiliations: Anne Kelly de Oliveira Nicolau Mantovani, Flávia Noemy Gasparini Kiatake Fontão, Luciana Reis Azedo-Alanis, Departamento de Implantodontia, Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico, Curitiba, Brasil.

Corresponding author:

Flávia Noemy Gasparini Kiatake Fontão

Departamento de Implantodontia – Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico

Rua Jacarezinho, 656 Mercês CEP: 80710-150

Curitiba-Paraná, Brasil

Fone: 55 (41) 35956000

e-mail: fgaspar@ilapeo.com.br

Resumo

Proposição: Avaliar a influência das corticais ósseas na estabilidade primária de implantes e na correlação entre duas técnicas de aferição (torque de inserção-TI e análise de frequência de ressonância- AFR) de implantes cone *Morse* instalados na região interforaminal mandibular. **Material e Método:** A amostra foi composta por dados de estabilidade primária registrados nos prontuários, e tomografias computadorizadas de feixe cônico de 33 pacientes que participaram de estudos clínicos prévios. Foram instalados 165 implantes no Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico (ILAPEO), no período de 2008 a 2013. As imagens tomográficas dos implantes foram analisadas e classificadas de acordo com o posicionamento dos implantes quanto ao contato com as corticais ósseas, dividindo a amostra em três grupos: G1- implantes estabilizados apenas na cortical apical, grupo 2- implantes estabilizados na cortical apical e cervical e grupo 3- implantes estabilizados apenas na cortical cervical. Para comparação dos três grupos em relação às variáveis quantitativas foi considerado o modelo de análise de variância com uma fonte de variação e o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. Para avaliação da associação entre as variáveis quantitativas da estabilidade foi considerada a estimação do coeficiente de correlação linear de Pearson. **Resultados:** Em relação ao torque de inserção foram encontrados dados estatisticamente significantes quando G1 foi comparado a G2 ($p=0,001$) e também na comparação entre G2 e G3 ($p=0,002$). Quando G1 foi comparado a G3 não houve significância estatística ($p=0,533$). Em relação aos valores de ISQ, observou-se diferença estatisticamente significativa entre G1 e G2 ($p=0,017$), entre G2 e G3 ($p=0,040$). Entre G1 e G3 não houve significância estatística ($p=0,520$). Não houve correlação entre os valores médios de TI e ISQ para os grupos analisados G1: correlação=0,190 e $p=0,373$, G2: correlação=0,039 e $p=0,831$; G3: correlação= -0,027 e $p=0,867$. **Conclusão:** Com base nos resultados foi possível concluir que a posição dos implantes em relação às corticais influencia aumentando a estabilidade dos implantes quando a avaliação é feita pelo torque de inserção (TI) bem como por análise de frequência de ressonância (AFR), principalmente quando os implantes são bicorticalizados. Quando se analisou a correlação entre as variáveis TI e AFR, não foi encontrada correlação em nenhum dos grupos.

Palavras-chave: Implantes Dentários; Osseointegração; Torque; Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico.

Introdução

A estabilidade primária é um dos pré-requisitos para obtenção de sucesso na osseointegração (Garcia-Vives et al. 2009; Trisi et al. 2009; Merheb et al. 2010). Sua avaliação durante a instalação do implante serve como um guia na decisão quanto à escolha do protocolo de tratamento (Ramakrishna & Naymar 2007). Assim, é um parâmetro clínico importante para se decidir em relação à realização ou não de protocolos de carga imediata (Bilhan et al. 2010).

Dentre os métodos de avaliação quantitativa da estabilidade primária descritos na literatura estão o torque de inserção (Friberg et al. 1995) e a análise de frequência de ressonância (Meredith. 1996). O torque de inserção é descrito como sendo o torque aplicado para o assentamento final do implante, obtido através do torquímetro cirúrgico e medido em Ncm (Friberg et al. 1995). Para a indicação da carga imediata os valores de torque variam entre 32 e 80 Ncm (Castellon et al. 2004; Ostman et al. 2008; Ohta et al. 2009; Kacer et al. 2010). Essa grande variação nos valores de referência gera insegurança para utilização desse método como único parâmetro para a decisão da aplicação da técnica.

Instrumentos eletrônicos que medem a estabilidade por meio de uma frequência de ressonância no tecido ósseo (Osstell Mentor (Gotemburgo, Suécia), vêm sendo indicados por ser um método não invasivo e que pode ser utilizado tanto no momento da instalação dos implantes, quanto nos acompanhamentos longitudinais (Meredith et al. 1996; Huang et al. 2002; Atsumi et al. 2007; Cho et al. 2009). Os estudos que avaliam a correlação entre os dois métodos de aferição mostram resultados controversos demonstrando a necessidade de mais trabalhos que avaliem fatores que podem interferir na correlação entre as duas formas de medida (Gapski et al. 2003; Da Cunha et al. 2004; Han et al. 2010).

Dentre os fatores que podem influenciar na estabilidade inicial dos implantes estão: o desenho (Da Cunha et al. 2004), o comprimento (Sim & Lang 2010), a densidade óssea local (Türkyilmaz et al. 2008; Bardyn et al. 2009), a espessura da cortical (Rozé et al. 2009) e a posição do implante em relação à altura da crista óssea (Park et al. 2012). No entanto, alguns fatores não foram completamente compreendidos, como por exemplo, se o posicionamento dos implantes em relação às corticais influenciaria na estabilidade primária.

Assim sendo, este estudo teve como objetivo avaliar clinicamente a influência das corticais ósseas na estabilidade primária de implantes cone Morse, instalados em região inter-foraminal mandibular, comparando dois métodos de aferição e sua possível correlação.

Materiais e Métodos

Trata-se de um estudo clínico observacional aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica do Paraná- PUC/PR sob o parecer 1.004.033.

Foram incluídos no estudo dados da aferição de estabilidade primária de implantes (cone *Morse*) registrados nos prontuários, e tomografias computadorizadas de feixe cônico (TCFC) de 33 pacientes que participaram de estudos clínicos prévios (Lee et al. 2012; Sartori et al. 2013). Todos os pacientes eram edentados totais, portadores de próteses totais superiores. Um total de 165 implantes foi instalado em região interforaminal mandibular, no Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico (ILAPEO), no período de 2008 a 2013.

Os critérios de inclusão foram: a) imagens tomográficas pós-operatórias de implantes cone *Morse* com ancoragem apical e/ou cervical, (obtidas por meio do tomógrafo Galileos, Sirona, Bensheim, Alemanha); b) dados de estabilidade primária (de implantes instalados) registrados com catraca torquímetro (Neodent, Curitiba, Brasil) e análise de frequência de ressonância, registrados com o aparelho Osstell Mentor (Gotemburgo, Suécia).

Os critérios de exclusão foram: a) Implantes que tinham contato com outras corticais; b) Imagens tomográficas com artefatos, os quais prejudicassem a visualização do posicionamento dos implantes em relação às corticais ósseas; c) Prontuários com informações incompletas em relação à estabilidade primária dos implantes.

Análise Tomográfica

As imagens tomográficas foram analisadas diretamente nos cortes parassagitais do *software* Galaxis (Sirona) por dois examinadores calibrados Especialistas em Radiologia e Imaginologia Odontológica, que realizaram a classificação do posicionamento dos implantes quanto ao contato com as corticais ósseas, dividindo a amostra em três grupos (Figs. 1 e 2): G1 - implantes estabilizados apenas a nível apical (Fig. 1A), G2 - implantes estabilizados a nível apical e cervical (Fig. 1B), G3 - implantes estabilizados apenas a nível cervical (Fig. 1C).

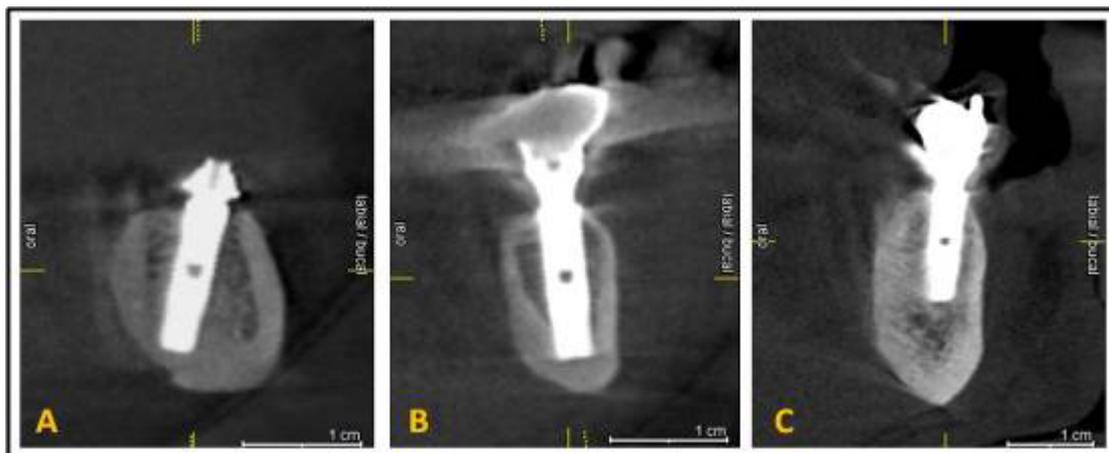


Figura 1 – Cortes parassagitais da TCFC: exemplo de implantes estabilizados (A) apenas na cortical apical (G1), (B) nas corticais apical e cervical (G2), (C) apenas na cortical cervical (G3).

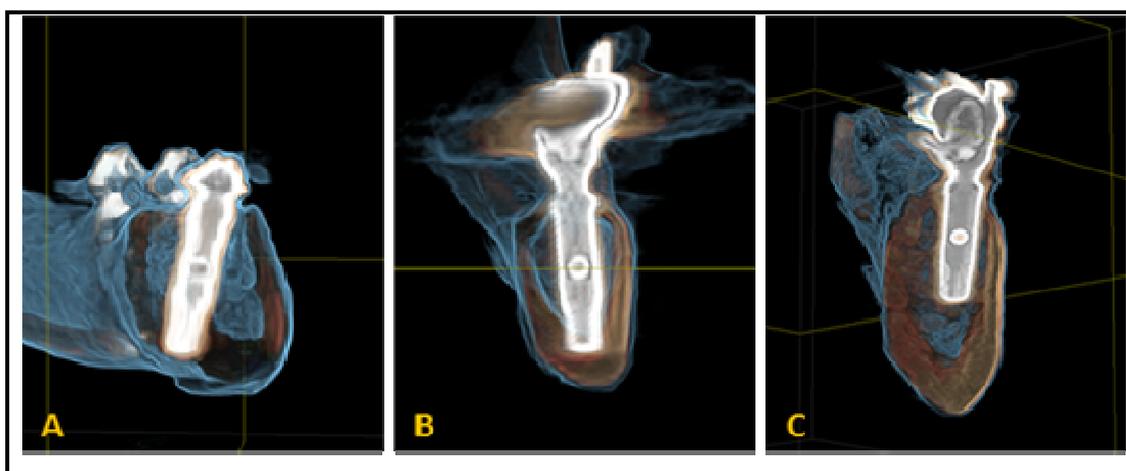


Figura 2 – Reconstruções 3D da TCFC: exemplo de implantes estabilizados (A) apenas na cortical apical (G1), (B) nas corticais apical e cervical (G2), (C) apenas a nível cervical (G3).

Os casos em que não houve concordância foram discutidos e obteve-se consenso entre os dois examinadores.

Após a análise das imagens tomográficas, do total de 165 implantes, 68 foram excluídos devido ao seu contato com outras corticais e 97 foram classificados no grupo 1 (24 implantes), grupo 2 (32 implantes), grupo 3 (41 implantes).

Dados de estabilidade

Os dados de estabilidade registrados nos prontuários foram obtidos com a catraca torquímetro (Neodent, Curitiba, Brasil) e com o aparelho Osstell Mentor (Gotemburgo, Suécia).

Para cada grupo foi criada uma tabela com os valores de torque de inserção (Ncm) e de análise de frequência de ressonância (ISQ) registrados nos prontuários.

Análise Estatística

Para comparação dos três grupos em relação às variáveis quantitativas foi considerado o modelo de análise de variância com uma fonte de variação e o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. Para avaliação da associação entre as variáveis quantitativas foi considerada a estimação do coeficiente de correlação linear de Pearson. A condição de normalidade das variáveis foi avaliada através do teste de Jarque-Bera. Valores de p menores do que 0,05 indicaram significância estatística.

Amostragem

O fluxograma (Fig. 3) demonstra a seleção da amostra do estudo.

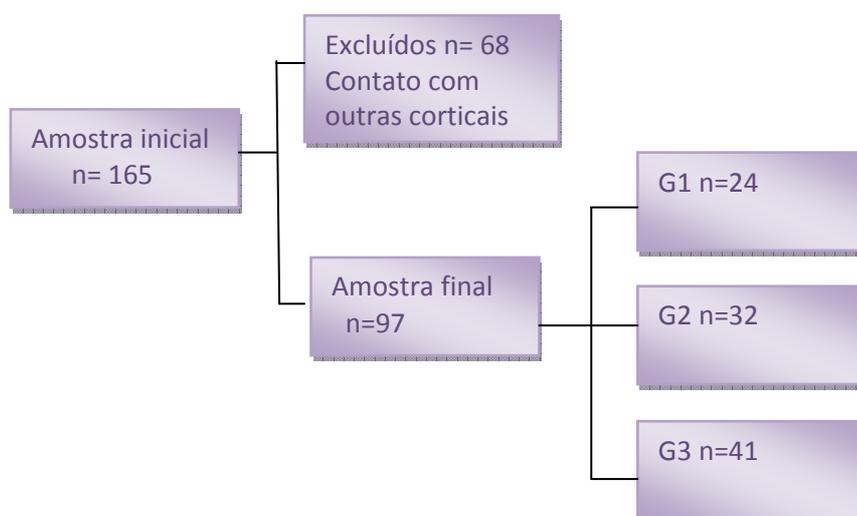


Figura 3- Fluxograma da amostragem.

Dados descritivos

Na avaliação da homogeneidade dos grupos em relação à idade ($p=0,606$), G1 apresentou uma média= 64,2 anos (59,0 a 76,0 anos), G2 apresentou uma média= 58,9 anos (46,0 a 69,0 anos) e G3 apresentou uma média= 62,2 anos (42,0 a 85,0anos). Na distribuição de gênero ($p=0,346$), G1 =100% feminino, G2= 50% feminino e 50% masculino, no G3= 62,5% feminino e 37,5% masculino.

Na tabela abaixo são apresentadas as distribuições do desenho, do comprimento e diâmetro dos implantes em cada grupo (Tabela 1).

Tabela 1- Estatística descritiva das variáveis nos três grupos.

Classif. grupos	Desenho/ implantes	%	Comprimento/ Implantes (mm)	%	Diâmetro/ implantes	%
G1 n=24	Cilíndricos	79,2	7	4,2	3.5	25
			9	8,4	3.75	66,6
			11	20,8	4.0	4,2
	Cônicos	20,8	11,5	8,4	4.3	4,2
			13	41,5		
			15	8,4		
			16	8,4		
G2 n=32	Cilíndricos	96,9	7	3,1	3.5	3,1
			8	9,4	3,75	90,7
			9	9,4	4.0	3,1
	Cônicos	3,1	11	3,1	4.3	3.1
			13	21,9		
			15	53,1		
G3 n=41	Cilíndricos	92,7	11	7,3	3.5	4,9
			11.5	2,4	3.75	73,2
			13	39,1	4.0	7,2
	Cônicos	7,3	15	48,8	4.3	14,7
			17	2,4		

Comparação dos grupos em relação à Torque de inserção e Análise de Frequência de Ressonância

Para as variáveis TI e AFR testou-se a hipótese nula de médias iguais nos três grupos (Tabela 2).

Tabela 2- Média, mediana, mínimo, máximo e desvios padrões obtidos na avaliação do torque de inserção (em Ncm) e obtidos na avaliação da AFR (ISQ) dos implantes nos três grupos.

Variável	Classificação	n	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	D P	Valor de p
TI	G1	24	52,3	55,0	32,0	80,0	11,1	0,001*
	G2	32	64,1	60,0	32,0	80,0	15,2	
	G3	41	54,3	50,0	32,0	80,0	11,8	
AFR	G1	24	71,9	74,0	58,5	82,0	7,0	0,036**
	G2	32	76,0	76,8	62,0	85,0	5,0	
	G3	41	73,0	74,0	51,0	85,0	7,4	

(*) Análise de Variância com uma fonte de variação; $p < 0,05$

(**) Teste não paramétrico de Kruskal-Wallis; $p < 0,05$

Em função da rejeição da hipótese nula de resultados iguais nos três grupos, para as variáveis TI e AFR, os grupos foram comparados dois a dois. Na tabela abaixo são apresentados os valores de p destas comparações (Tabela 3).

Tabela 3- Valores de p na comparação entre grupos.

Grupos	TI	AFR
G1 x G2	0,001	0,017
G1 x G3	0,533	0,520
G2 x G3	0,002	0,040

Avaliação da correlação entre TI e AFR

Para avaliação da associação entre TI e AFR, foi estimado coeficiente de correlação de Pearson entre estas variáveis dentro de cada grupo. Assim, testou-se a hipótese nula de correlação igual à zero (inexistência de associação linear). Na tabela 4 são apresentadas as correlações estimadas, bem como o valor de p.

Tabela 4- Coeficiente de correlação de Pearson entre TI e AFR e os valores de p dos testes estatísticos dos três grupos.

Classificação	Correl	Valor de p
G1	0,190	0,373
G2	0,039	0,831
G3	-0,027	0,867

Discussão

Diversos fatores são descritos na literatura como influenciadores da estabilidade primária de implantes. Dentre esses fatores estão o desenho (Da Cunha et al. 2004), o comprimento (Sim & Lang 2010), a densidade óssea local (Bardyn et al.2009), a espessura da cortical (Rozé et al. 2009) e a posição do implante em relação à altura da crista óssea (Park et al. 2012). No presente estudo avaliou-se a influência do contato do implante nas corticais cervical, apical ou ambas nas variáveis TI e AFR e sua possível correlação. A análise do contato dos implantes com as corticais ósseas foi realizada por meio de tomografias computadorizadas de feixe cônico que fornecem informações essenciais acerca da morfologia óssea incluindo integridade do osso cortical, sua espessura e densidade óssea trabecular (Kobayashi et al. 2004; Rozé et al. 2009; Isoda et al. 2012; Salimov et al. 2014). Os cortes tomográficos parassagitais possibilitaram a classificação dos implantes em três

grupos denominados: G1 (Implantes estabilizados com contato somente na cortical apical), G2 (implantes estabilizados com contato na cortical cervical e apical) e G3 (implantes estabilizados com contato somente na cortical cervical). Alguns implantes apresentaram contato com outras corticais e foram excluídos (n= 68) da amostra inicial (n=165) por estarem fora dos critérios de inclusão do estudo.

O valor de p para a variável TI foi de 0,001. O valor de p para a variável AFR foi de 0,036. As duas variáveis apresentaram significância estatística e, portanto sofreram influência das corticais. Sob comparação os grupos apresentaram significância estatística para a variável TI quando G1 foi comparado a G2 (p= 0,001) e quando G2 foi comparado ao G3 (p= 0,002). Quando G1 foi comparado ao G3 não houve significância estatística (p=0,533). Na comparação dos três grupos considerando a AFR, os resultados foram semelhantes aos do TI, indicando que existe diferença significativa entre G1 e G2 (p=0,017) e entre G2 e G3 (p=0,040), mas não existe diferença significativa entre G1 e G3 (p=0,520).

Para as duas variáveis o G2 demonstrou ser o grupo de maior significância estatística. O G2 apresentou a maior média para TI e AFR seguido do G3 e G1, sugerindo que quando há bicorticalização do implante, a estabilidade primária é aumentada. Quando o G2 foi comparado aos outros dois grupos, nos quais os implantes tinham contato apenas com uma das corticais, os valores foram estatisticamente significantes. Esses dados corroboram com estudos que recomendam buscar bicorticalização como recurso para aumentar a estabilidade (Ivanoff et al. 1996; Tawse-Smith et al. 2001; Sotto-Maior et al. 2014) e outros se referem à bicorticalização como uma das condições importantes a serem adotadas para o protocolo de aplicação de carga imediata em implantes (Schnitman et al. 1997).

A média de TI e de AFR para o grupo G3 foi ligeiramente maior quando

comparada ao G1. Embora não tenha apresentado significância estatística, este resultado corresponde aos encontrados em outros estudos realizados, onde os autores observaram que as aferições realizadas através da AFR mostraram uma correlação entre a estabilidade do implante e a densidade do osso marginal, mas não em outras partes do implante (Friberg et al. 1999; Merheb et al. 2010).

O torque de inserção e a AFR são métodos de mensuração da estabilidade considerados eficazes por diversos estudos (Meredith 1998; Friberg et al. 1995, Friberg et al. 1999; Sennerby & Meredith 2008; Karl et al. 2008; Fuster- Torres et al. 2011; Lachman et al. 2011; Park et al. 2011; Park et al. 2012). O uso do torque de inserção, com o auxílio do torquímetro manual ou digital possibilita o controle do torque do implante durante a sua instalação, tornando visível a obtenção ou não de um torque progressivo e também o torque final alcançado. Neste estudo, os dados de torque de inserção mínimos registrados nos prontuários (32 Ncm) corroboraram com a literatura para que o protocolo de carga imediata pudesse ser aplicado (Nikellis et al. 2004). De acordo com a literatura valores de ISQ acima de 60-65 no ato da instalação do implante viabilizam o protocolo de carga imediata (Sennerby & Meredith 2008). No presente estudo, as leituras registradas nos prontuários foram realizadas a partir das faces bucolingual e mesiodistal para permitir maior confiabilidade aos dados (Park et al. 2009) e apresentaram valores mínimos e máximos de ISQ alcançando uma média de ISQ entre 71,9 e 76,0.

Para avaliação da associação entre TI e AFR, os grupos apresentaram os seguintes resultados: G1 ($r=0,190$ e $p=0,373$); G2 ($r=0,039$ e $p=0,831$); G3 ($r=-0,027$ e $p=0,867$) demonstrando a não correlação significativa entre TI e AFR, ou seja, para valores maiores de TI não se tem necessariamente um valor correspondente de ISQ. Os dados encontrados neste estudo estão de acordo com outros que não encontraram correlação entre as variáveis (Da Cunha et al. 2004; Bardyn et al. 2009; Degidi et al. 2012) e em desacordo com os que

encontraram correlação entre o torque de inserção e AFR (Türkyilmaz et al. 2009; Cehreli et al. 2009; Park et al. 2012; Wang et al. 2015).

Grande parte dos estudos que analisaram essas variáveis quantitativas de aferição (TI e AFR) para avaliar a estabilidade do implante, utilizaram análogos ósseos (Bardyn et al. 2009), ossos de cadáveres (Rozé et al. 2009), costelas suínas (Park et al. 2009), osso sintético (Balshi., 2005), ou seja, modelos correspondentes à estrutura óssea humana. Estudos *in vitro* permitem o isolamento das variáveis que influenciam na estabilidade, o que não é possível em um estudo *in vivo*, como o realizado. No entanto, as condições padronizadas encontradas nesses estudos não são encontradas com frequência num ambiente clínico (prática clínica odontológica) como no presente estudo realizado em condições reais de aplicação clínica.

Conclusão

Dentro das limitações deste estudo e com base nos dados observou-se que as duas variáveis TI e AFR sofreram influência do contato dos implantes com as corticais, sendo que os do grupo G2 (implantes bicorticalizados) foram os que mais interferiram na média de torque aumentando a estabilidade observada entre os grupos. Não houve correlação entre os dois métodos de mensuração demonstrando que nem sempre que se tem um torque de inserção elevado o ISQ é correspondente.

Referências

- Atsumi, M., Park, S.H. & Wang, H.L. (2007) Methods used to assess implant stability: current status. *Int J Oral Maxillofac Implants* **22**:743-754.
- Balshi, S.F., Allen, F.D., Wolfinger, G.J. & Balshi, T.J. (2005) A resonance frequency analysis assessment of maxillary and mandibular immediately loaded implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* **20**:584-594.
- Bardyn, T., Gédet, P., Hallermann, W. & Büchler, P. (2009) Quantifying the influence of bone density and thickness on resonance frequency analysis: an in vitro study of biomechanical test materials. *Int J Oral Maxillofac Implants* **24**:1006-1014.
- Bilhan, H., Mumcu, E. & Arat, S. (2010) The role of timing of loading on later marginal bone loss around dental implants: a retrospective clinical study. *J Oral Implantol* **36**:363-376.
- Castellon, P., Blatz, M.B., Block, M.S., Finger, I.M. & Rogers, B. (2004) Immediate loading of dental implants in the edentulous mandible. *J Am Dent Assoc* **135**:1543-1549;1621-1622.
- Cehreli, M.C., Karasoy, D., Akca, K. & Eckert S.E. (2009) Meta-analysis of methods used to assess implant stability. *Int Oral Maxillofac Implants* **24**:1015-1032.
- Cho, I.H., Lee, Y.I. & Kim, Y.M. (2009) A comparative study on the accuracy of the devices for measuring the implant stability. *adv prosthodont* **1**:124-128.
- Da Cunha, H.A., Francischone, C.E., Filho, H.N. & de Oliveira, R.C. (2004) A comparison between cutting torque and resonance frequency in the assessment of primary stability and final torque capacity of standard and TiUnite single-tooth implants under immediate loading. *Int Oral Maxillofac Implants* **19**:578-585.
- Degidi, M., Daprile, G. & Piattelli, A. (2012) Primary stability determination by means of insertion torque and RFA in a sample of 4,135 implants. *Clin Implant Dent Relat Res*. **14**:501-507.
- Friberg, B., Sennerby, L., Roos, J. & Lekholm, U. (1995) Identification of bone quality in conjunction with insertion of titanium implants. A pilot study in jaw autopsy specimens. *Clin Oral Implants Res* **6**:213-219.
- Friberg, B., Sennerby, L., Meredith, N. & Lekholm, U. (1999) A comparison between cutting torque and resonance frequency measurements of maxillary implants. A 20-month clinical study. *Int Oral Maxillofac Implants* **28**:297-303.
- Fuster-Torres, M.Á., Peñarrocha-Diago, M., Peñarrocha-Oltra, D. & Peñarrocha-Diago, M.O. (2011) Relationships between bone density values from cone beam computed tomography, maximum insertion torque, and resonance frequency analysis at implant placement: a pilot study. *Int J Oral Maxillofac Implants* **26**:1051-1056.

Gapski, R., Wang, H.L., Mascarenhas, P. & Lang, N.P. (2003) Critical review of immediate implant loading. *Clin Oral Implants Res* **14**:515-527.

Garcia-Vives, N., Andrés-Garcia, R., Rios-Santo, V., Fernández-Palacin, A., Bullón-Fernández, P., Herrero-Climent, M. & Herrero Climent, F. (2009) In vitro evaluation of the type of implant bed preparation with osteotomes in bone type IV and its influence on the stability of two implant systems. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* **14**:455-460.

Han, J., Lulic, M. & Lang, N.P. (2010) Factors influencing resonance frequency analysis assessed by Osstell mentor during implant tissue integration: II. Implant surface modifications and implant diameter. *Clin Oral Implants Res* **21**:605-611.

Huang, H.M., Lee, S.Y., Yeh, C.Y. & Lin, C.T. (2002) Resonance frequency assessment of dental implant stability with various bone qualities: a numerical approach. *Clin Oral Implants Res* **13**:65-74.

Isoda, K., Ayukawa, Y., Tsukiyama, Y., Sogo, M., Matsushita, Y. & Koyano, K. (2012) Relationship between the bone density estimated by cone-beam computed tomography and the primary stability of dental implants. *Clin Oral Implants Res* **23**: 832-836.

Ivanoff, C.J., Sennerby, L. & Lekholm, U. (1996) Influence of mono-and bicortical anchorage on the integration of titanium implants. A study in rabbit tibia. *Int J Oral Maxillofac Surg* **25**:229-235.

Kacer, C.M., Dyer, J.D. & Kraut, R.A. (2010) Immediate loading of dental implants in the anterior and posterior mandible: a retrospective study of 120 cases. *Int Oral Surg* **68**:2861-2867.

Karl, M., Graef F., Heckmann, S. & Krafft, T. (2008) Parameters of resonance frequency measurement values: a retrospective study of 385 ITI dental implants. *Clin Oral Implants Res* **19**:214-218.

Kobayashi, K., Shimoda, S., Nakagawa, Y. & Yamamoto, A. (2004) Accicatrizadascy in measurement of distance using limited cone-beam computerized tomography. *Int J Oral Maxillofac Implants* **19**:228-231.

Lachmann, S., Laval, J.Y., Axmann, D. & Weber, H. (2011) Influence of implant geometry on primary insertion stability and simulated peri-implant bone loss: an in vitro study using resonance frequency analysis and damping capacity assessment. *Int J Oral Maxillofac Implants* **26**:347-355.

Lee, H.J., Sartori, I.A.M., Alcântara, P.R., Vieira, R.A., Suzuki, D., Fontão, F.G.K., Tioosi, R. (2012) Implant stability measurements of two immediate loading protocols for the edentulous mandible: Rigid and semi-rigid splinting of the implants. *Implant Dent* **21**:486-490.

Meredith, N., Alleyne, D. & Cawley, P. (1996) Quantitative determination of the stability of the implant-tissue interface using resonance frequency analysis. *Clin Oral Implants Res* **7**:261-267.

Meredith, N. (1998) Assessment of implant stability as a prognostic determinant. *Prosthodont* **11**:491-501.

Merheb, J., Van, Assche N., Coucke, W., Jacobs, R., Naert, I. & Quirynen, M. (2010) Relationship between cortical bone thickness or computerized tomography-derived bone density values and implant stability. *Clin Oral Implants Res*.**21**:612-617.

Nikellis, I., Levi, A. & Nicolopoulos, C. (2004) Immediate loading of 190 endosseous dental implants: a prospective observational study of 40 patient treatments with up to 2-year data. *Int J Oral Maxillofac Implants* **19**:116-123.

Ohta, K., Takechi, M., Minami, M., Shigeishi, H., Hiraoka, M., Nishimura, M. & Kamata, N. (2010) Influence of factors related to implant stability detected by wireless resonance frequency analysis device. *J Oral Rehabilitation* **37**:131-137.

Ostman, P.O., Hellman, M. & Sennerby, L. (2008) Immediate occlusal loading of implants in the partially edentate mandible: a prospective 1-year radiographic and 4-year clinical study. *Int J Oral Maxillofac Implants* **23**:315-322.

Park, J.H., Lim, Y.J., Kim, M.J. & Kwon, H.B. (2009) The effect of various thread designs on the initial stability of taper implants. *J Adv Prosthodont* **1**:19-25.

Park, I.P., Kim, S.K., Lee, S.J. & Lee, J.H. (2011) The relationship between initial implant stability quotient values and bone-to-implant contact ratio in the rabbit tibia. *J Adv Prosthodont* **3**:76-80.

Park, K.J., Kwon, J.Y., Kim, S.K., Heo, S.J., Koak, J.Y., Lee, J.H., Lee, S. J., Kim, T.H. & Kim, M.J. (2012) The relationship between implant stability quotient values and implant insertion variables: a clinical study. *J Oral Rehabil* **39**:151-159.

Ramakrishna, R. & Nayar, S. (2007) Clinical assessment of primary stability of endosseous implants placed in the incisor region, using resonance frequency analysis methodology: an in vivo study. *Indian J Dent Res* **18**:168-172.

Rozé, J., Babu, S., Saffarzadeh, A., Gayet-Delacroix, M., Hoormaert, A. & Layrolle, P. (2009) Correlating implant stability to bone structure. *Clin Oral Implants Res* **20**:1140-1145.

Salimov, F., Tatli, U., Kürkçü, M., Akoğlan, M., Oztunç, H. & Kurtoğlu, C. (2014) Evaluation of relationship between preoperative bone density values derived from cone beam computed tomography and implant stability parameters: a clinical study. *Clin Oral Implants Res* **25**:1016-1021.

Sartori, I.A.M., Thomé, E., Bernardes, S.R., Tiossi, R., Vieira, R.A. & Souza, R.C.M. (2013) Avaliação clínica para carregamento imediato dos implantes: torque final de inserção versus análise de frequência de ressonância. *ImplantNews* **10**:99-104.

Sennerby, L. & Meredith, N. (2008) Implant stability measurements using resonance frequency analysis: biological and biomechanical aspects and clinical implications. *Periodontol 2000* **47**:51-66.

Schnitman, P.A., Worle, P.S., Rubenstein, J.E., Da Silva, J.D. & Wang, N.H. (1997) Ten years results for Branemark implants immediately loaded with fixed prostheses at implant replacement. *Int Journal Oral Maxillofac Implants* **12**:495-583.

Sim, C.P. & Lang, N.P. (2010) Factors influencing resonance frequency analysis assessed by Osstell mentor during implant tissue integration: I. Instrument positioning, bone structure, implant length. *Clin Oral Implants Res* **21**:598-604.

Sotto-Maior, B.S., Lima, C.de A., Senna, P.M., Camargos, G.de V. & Del Bel Cury, A.A. (2014) Biomechanical evaluation of subcrestal dental implants with different bone anchorages. *Braz Oral Res* **28**. Epub 2014 Aug4.

Tawse-Smith, A., Perio, C., Payne, A.G., Kumara, R. & Thomson, W.M. (2001) One-stage operative procedure using two different implant systems: a prospective study on implant overdentures in the edentulous mandible. *Clin Implant Dent Relat Res*. **3**:185-193.

Trisi, P., Perfetti, G., Baldoni, E., Berardi, D., Colagiovanni, M. & Scogna, G. (2009) Implant micromotion is related to peak insertion torque and bone density. *Clin Oral Implants Res* **20**:467-471.

Türkyilmaz, I. & McGlumphy, E.A. (2008) Influence of bone density on implant stability parameters and implant success: a retrospective clinical study. *BMC Oral Health* **24**:8:32.doi:10.1186/1472-6831-8-32.

Türkyilmaz, I., Sennerby, L., McGlumphy, E.A. & Tozüm, T.F. (2009) Biomechanical aspects of primary implant stability: a human cadaver study. *Clin Implant Dent Relat Res* **11**: 113–119.

Wang, T.M., Lee, M.S., Wang, J.S. & Lin, L.D. (2015) The effect of implant design and bone quality on insertion torque, resonance frequency analysis, and insertion energy during implant placement in low or low- to medium-density bone. *Int J Prosthodont* **28**:40-47.

6. Referências

1. Albrektsson T, Zarb GA. Current interpretations of the osseointegration response: clinical significance. *Int J Prosthodont.*1993;6(2):95-105.
2. Al-Nawas B, Wagner W, Grötz KA. Insertion torque and resonance frequency analysis of dental implant systems in an animal model with loaded implants. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2006;21(5):726-32.
3. Anil S, Aldosari AA. Impact of bone quality and implant type on the primary stability: an experimental study using bovine bone. *J Oral Implantol.*2015;41(2):144-8.
4. Atieh MA, Alsabeeha NH, Payne AG. Can resonance frequency analysis predict failure risk of immediately loaded implants? *Int J Prosthodont.*2012;25(4):326-39.
5. Atieh MA, Alsabeeha NH, Payne AG, de Silva RK, Schwass DS, Duncan WJ. The prognostic accuracy of resonance frequency analysis in predicting failure risk of immediately restored implants. *Clin Oral Implants Res.*2014;25(1):29-35.
6. Atsumi M, Park SH, Wang HL. Methods used to assess implant stability: current status. *Int J Oral Maxillofac Implants.*2007;22(5):743-54.
7. Attard NJ, Zarb GA. Immediate and early implant loading protocols: a literature review of clinical studies. *J Prosthet Dent.*2005; 94(3):242-58.
8. Balshi SF1, Allen FD, Wolfinger GJ, Balshi TJ. A resonance frequency analysis assessment of maxillary and mandibular immediately loaded implants. *Int J Oral Maxillofac Implants.*2005;20(4):584-94.
9. Bardyn T, Gédet P, Hallermann W, Büchler P. Quantifying the influence of bone density and thickness on resonance frequency analysis: an in vitro study of biomechanical test materials. *Int J Oral Maxillofac Implants.*2009;24(6):1006-14.
10. Bilhan H, Mumcu E, Arat S. The role of timing of loading on later marginal bone loss around dental implants: a retrospective clinical study. *J Oral Implantol.*2010;36(5):363-76.
11. Castellon P, Blatz MB, Block MS, Finger IM, Rogers B. Immediate loading of dental implants in the edentulous mandible. *J Am Dent Assoc.*2004;135(11):1543-9;1621-2.
12. Cehreli MC, Karasoy D, Akca K, Eckert SE. Meta-analysis of methods used to assess implant stability. *Int J Oral Maxillofac Implants.*2009;24(6):1015-32.
13. da Cunha HA, Francischone CE, Filho HN, de Oliveira RC. A comparison between cutting torque and resonance frequency in the assessment of primary stability and final torque capacity of standard and TiUnite single-tooth implants under immediate loading. *Int J Oral Maxillofac Implants.*2004;19(4):578-85.
14. Dagher M, Mokbel N, Jabbour G, Naaman N. Resonance frequency analysis, insertion torque, and bone to implant contact of 4 implant surfaces: comparison and correlation study in sheep. *Implant Dent.* 2014;23(6):672-8.

15. De Smet E, Jaecques S, Vandamme K, Vander Sloten J, Naert I. Positive effect of early loading on implant stability in the bi-cortical guinea-pig model. *Clin Oral Implants Res.* 2005;16(4):402-7.
16. Degidi M, Daprile G, Piattelli A, Carinci F. Evaluation of factors influencing resonance frequency analysis values, at insertion surgery, of implants placed in sinus-augmented and nongrafted sites. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2007;9(3):144-9.
17. Degidi M, Perrotti V, Piattelli A, Iezzi G. Mineralized bone-implant contact and implant stability quotient in 16 human implants retrieved after early healing periods: a histologic and histomorphometric evaluation. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2010a;25(1):45-8.
18. Degidi M, Daprile G, Piattelli A. Determination of primary stability: a comparison of the surgeon's perception and objective measurements. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2010b;25(3):558-61.
19. Degidi M, Daprile G, Piattelli A. Primary stability determination by means of insertion torque and RFA in a sample of 4,135 implants. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2012;14(4):501-7.
20. Ersanli S, Karabuda C, Beck F, Leblebicioglu B. Resonance frequency analysis of one-stage dental implant stability during the osseointegration period. *J Periodontol.* 2005;76(7):1066-71.
21. Friberg B, Jemt J, Leckholm U. Early failures in 4,641 consecutively placed Brånemark dental implants: a study from stage1 surgery to the connection of completed prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1991;6(2):142-6.
22. Friberg B, Sennerby L, Roos J, Lekholm U. Identification of bone quality in conjunction with insertion of titanium implants. A pilot study in jaw autopsy specimens. *Clin Oral Implants Res.* 1995; 6(4):213-9.
23. Friberg B, Sennerby L, Meredith N, Lekholm U. A comparison between cutting torque and resonance frequency measurements of maxillary implants. A 20-month clinical study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1999;28(4):297-303.
24. Fuster-Torres MÁ, Peñarrocha-Diago M, Peñarrocha-Oltra D, Peñarrocha-Diago M. Relationships between bone density values from cone beam computed tomography, maximum insertion torque, and resonance frequency analysis at implant placement: a pilot study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2011;26(5):1051-6.
25. Gapski R, Wang HL, Mascarenhas P, Lang NP. Critical review of immediate implant loading. *Clin Oral Implants Res.* 2003;14(5):515-27.
26. García-Vives N, Andrés-García R, Rios-Santo V, Fernández-Palacin A, Bullón-Fernández P, Herrero-Climent M, et al. In vitro evaluation of the type of implant bed preparation with osteotomes in bone type IV and its influence on the stability of two implant systems. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2009;14(9):455-60.

27. Han J, Lulic M, Lang NP. Factors influencing resonance frequency analysis assessed by Osstell mentor during implant tissue integration: II. Implant surface modifications and implant diameter. *Clin Oral Implants Res.*2010;21(6):605-11.
28. Hong J, Lim YJ, Park SO. Quantitative biomechanical analysis of the influence of the cortical bone and implant length on primary stability. *Clin Oral Implants Res.* 2012;23(10):1193-7.
29. Isoda K, Ayukawa Y, Tsukiyama Y, Sogo M, Matsushita Y, Koyano K. Relationship between the bone density estimated by cone-beam computed tomography and the primary stability of dental implants. *Clin Oral Implants Res.*2012;23(7):832-6.
30. Kacer CM, Dyer JD, Kraut RA. Immediate loading of dental implants in the anterior and posterior mandible: a retrospective study of 120 cases. *J Oral Maxillofac Surg.* 2010;68(11):2861-7.
31. Kanth KL, Swamy DN, Mohan TK, Swarna C, Sanivarapu S, Pasupuleti M. Determination of implant stability by resonance frequency analysis device during early healing period. *J NTR Univ Health Sci.*2014;3(3):169-75.
32. Karl M, Graef F, Heckmann S, Krafft T. Parameters of resonance frequency measurement values: a retrospective study of 385 ITI dental implants. *Clin Oral Implants Res.* 2008;19(2):214-8.
33. Kessler-Liechti G, Zix J, Mericske-Stern R. Stability measurements of 1-stage implants in the edentulous mandible by means of resonance frequency analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants.*2008;23(2):353-8.
34. Lachmann S, Laval JY, Axmann D, Weber H. Influence of implant geometry on primary insertion stability and simulated peri-implant bone loss: an in vitro study using resonance frequency analysis and damping capacity assessment. *Int J Oral Maxillofac Implants.*2011;26(2):347-55.
35. Lee HJ, Sartori IAM, Alcântara PR, Vieira RA, Suzuki D, Fontão FGK, et al. Implant stability measurements of two immediate loading protocols for the edentulous mandible: Rigid and semi-rigid splinting of the implants. *Implant Dent.*2012;21(6):486-90.
36. Marquezan M, Osório A, Sant'Anna E, Souza MM, Maia L. Does bone mineral density influence the primary stability of dental implants? A systematic review. *Clin Oral Implants Res.*2012;23(7):767-74.
37. Meredith N, Alleyne D, Cawley P. Quantitative determination of the stability of the implant-tissue interface using resonance frequency analysis. *Clin Oral Implants Res.*1996;7(3):261-7.
38. Meredith N, Book K, Friberg B, Jemt T, Sennerby L. Resonance frequency measurements of implant stability in vivo. A cross-sectional and longitudinal study of resonance frequency measurements on implants in the edentulous and partial dentate maxilla. *Clin Oral Implants Res.*1997;8(3):226-33.

39. Merheb J, Van Assche N, Coucke W, Jacobs R, Naert I, Quirynen M. Relationship between cortical bone thickness or computerized tomography-derived bone density values and implant stability. *Clin Oral Implants Res.* 2010;21(6):612-7.
40. Morton D, Jaffin R, Webber HP. Immediate restoration and loading of dental implants: clinical considerations and protocols. *Int J Oral Maxillofac Implants.*2004;19 (Suppl):103-8.
41. Nikellis I, Levi A, Nicolopoulos C. Immediate loading of 190 endosseous dental implants: a prospective observational study of 40 patient treatments with up to 2-year data. *Int J Oral Maxillofac Implants.*2004;19(1):116-23.
42. Ohta K, Takechi M, Minami M, Shigeishi H, Hiraoka M, Nishimura M, et al. Influence of factors related to implant stability detected by wireless resonance frequency analysis device. *J Oral Rehabil.*2010;37(2):131-7.
43. Ostman PO, Hellman M, Sennerby L. Immediate occlusal loading of implants in the partially edentate mandible: a prospective 1-year radiographic and 4-year clinical study. *Int J Oral Maxillofac Implants.*2008;23(2):315-22.
44. Ottoni JM, Oliveira ZF, Mansini R, Cabral AM. Correlation between placement torque and survival of single-tooth implants. *Int J Maxillofac Implants.*2005;20(5):769-76.
45. Park JH, Lim YJ, Kim MJ, Kwon HB. The effect of various thread designs on the initial stability of taper implants. *J Adv Prosthodont.*2009;1(1):19-25.
46. Park IP, Kim SK, Lee SJ, Lee JH. The relationship between initial implant stability quotient values and bone-to-implant contact ratio in the rabbit tibia. *J Adv Prosthodont.* 2011;3(2):76-80.
47. Park KJ, Kwon JY, Kim SK, Heo SJ, Koak JY, Lee JH, et al. The relationship between implant stability quotient values and implant insertion variables: a clinical study. *J Oral Rehabil.*2012;39(2):151-9.
48. Pieri F, Aldini NN, Fini M, Corinaldesi G. Immediate occlusal loading of immediately placed implants supporting fixed restorations in completely edentulous arches: a 1-year prospective pilot study. *J Periodontol.*2009;80(3):411-21.
49. Ramakrishna R, Nayar S. Clinical assessment of primary stability of endosseous implants placed in the incisor region, using resonance frequency analysis methodology: an in vivo study. *Indian J Dent Res.*2007;18(4):168-72.
50. Ribeiro-Rotta RF, de Oliveira RC, Dias DR, Lindh C, Leles CR. Bone tissue microarchitectural characteristics at dental implant sites part 2: correlation with bone classification and primary stability. *Clin Oral Implants Res.*2014;25(2):47-53.
51. Rozé J, Babu S, Saffarzadeh A, Gayet-Delacroix M, Hoornaert A, Layrolle P. Correlating implant stability to bone structure. *Clin Oral Implants Res.*2009;20(10):1140-5.

52. Salimov F, Tatli U, Kürkçü M, Akoğlan M, Oztunç H, Kurtoğlu, et al. Evaluation of relationship between preoperative bone density values derived from cone beam computed tomography and implant stability parameters: a clinical study. *Clin Oral Implants Res.*2014;25(9):1016-21.
53. Santos PGF. Análise de influência da posição do implante em relação às corticais na estabilidade e na correlação entre duas formas de medida. Estudo in vitro.[dissertação]. Curitiba: Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico; 2013.
54. Sartori IAM, Thomé E, Bernardes SR, Tiossi R, Vieira RA, Souza RCM. Avaliação clínica para carregamento imediato dos implantes: torque final de inserção versus análise de frequência de ressonância. *ImplantNews.*2013;10(6):99-104.
55. Sim CP, Lang NP. Factors influencing resonance frequency analysis assessed by Osstell mentor during implant tissue integration: I. Instrument positioning, bone structure, implant length. *Clin Oral Implants Res.*2010;21(6):598-604.
56. Siqueira RAC. Avaliação do índice de sucesso e comportamento dos tecidos periimplantares de implantes cone Morse equicrestais ou subcrestais em arcos inferiores. [dissertação].Curitiba: Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico;2013.
57. Trisi P, Perfetti G, Baldoni E, Berardi D, Colagiovanni M, Scogna G. Implant micromotion is related to peak insertion torque and bone density. *Clin Oral Implants Res.*2009;20(5):467-71.
58. Tupac RG. When is an implant ready for a tooth? *J Calif Dent Assoc.*2003;31(12):911-5.
59. Türkyilmaz I, Aksoy U, McGlumphy EA. Two alternative surgical techniques for enhancing primary implant stability in the posterior maxilla: a clinical study including bone density, insertion torque, and resonance frequency analysis data. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2008(a);10(4):231-7.
60. Türkyilmaz I, McGlumphy EA. Influence of bone density on implant stability parameters and implant success: a retrospective clinical study.*BMC Oral Health.*2008(b);24:8-32.
61. Türkyilmaz I, Sennerby L, McGlumphy EA Tozüm TF. Biomechanical aspects of primary implant stability: a human cadaver study.*Clin Implant Dent Relat Res.*2009;11(2): 113–9.
62. Wang TM, Lee MS, Wang JS, Lin LD.The effect of implant design and bone quality on insertion torque, resonance frequency analysis, and insertion energy during implant placement in low or low- to medium-density bone. *Int J Prosthodont.*2015;28(1):40-7.
63. Zix J, Kessler-Liechti G, Mericske-Stern R. Stability measurements of 1-stage implants in the maxilla by means of resonance frequency analysis: a pilot study. *Int J Oral Maxillofac Implants.*2005;20(5):747-52.

7. Apêndice

7.1 Resultados

7.1.1 *Análise estatística*

Para descrição das variáveis quantitativas foram consideradas as estatísticas de média, mediana, valor mínimo, valor máximo e desvio padrão. Para comparação dos três grupos em relação às variáveis quantitativas foi considerado o modelo de análise de variância com uma fonte de variação e o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. Para avaliação da associação entre as variáveis quantitativas foi considerada a estimação do coeficiente de correlação linear de Pearson. A condição de normalidade das variáveis foi avaliada através do teste de Jarque-Bera. Valores de p menores do que 0,05 indicaram significância estatística.

7.1.2 *Avaliação da homogeneidade dos grupos*

7.1.2.1 *Idade*

Testou-se a hipótese nula de médias de idade igual nos três grupos versus a hipótese alternativa de pelo menos um dos grupos com média de idade diferente dos demais. Na tabela abaixo são apresentadas as estatísticas descritivas de idade em cada um dos grupos, bem como o valor de p do teste estatístico.

Classificação	n	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desv Pad	Valor de p*
G1	6	64,2	61,0	59,0	76,0	7,0	0,606
G2	8	58,9	60,5	46,0	69,0	9,5	
G3	16	62,2	59,0	42,0	85,0	11,2	

(*) Análise de Variância com uma fonte de variação; $p < 0,05$

7.1.2.2 Gênero

Testou-se a hipótese nula de mesma distribuição de gênero nos três grupos versus a hipótese alternativa de pelo menos um grupo com distribuição diferente dos demais. Na tabela abaixo são apresentados os resultados obtidos no estudo, bem como o valor de p do teste estatístico.

Gênero	Classificação					
	G1		G2		G3	
	n	%	n	%	n	%
Feminino	6	100,0%	4	50,0%	10	62,5%
Maculino	0	0,0%	4	50,0%	6	37,5%
Total	6	100,0%	8	100,0%	16	100,0%

p=0,346

7.1.2.3 Desenho, comprimento e diâmetro

Na tabela abaixo são apresentadas as estatísticas descritivas, de cada uma das variáveis (desenho, do comprimento e diâmetro dos implantes), dentro de cada grupo.

Classif. grupos	Desenho/ implantes	%	Comprimento/ Implantes (mm)	%	Diâmetro/ implantes	%
G1 n=24	Cilíndricos	79,2	7	4,2	3.5	25
			9	8,4	3.75	66,6
			11	20,8	4.0	4,2
	Cônicos	20,8	11,5	8,4	4.3	4,2
			13	41,5		
			15	8,4		
			16	8,4		
G2 n=32	Cilíndricos	96,9	7	3,1	3.5	3,1
			8	9,4	3,75	90,7
			9	9,4	4.0	3,1
	Cônicos	3,1	11	3,1	4.3	3.1
			13	21,9		
			15	53,1		
G3 n=41	Cilíndricos	92,7	11	7,3	3.5	4,9
			11.5	2,4	3.75	73,2
			13	39,1	4.0	7,2
	Cônicos	7,3	15	48,8	4.3	14,7
			17	2,4		

7.1.3 Comparação dos grupos em relação a TI e AFR

Para variável TI, testou-se a hipótese nula de médias iguais nos três grupos versus a hipótese alternativa de pelo menos um dos grupos com média diferente dos demais.

Para a variável AFR, testou-se a hipótese nula de resultados iguais nos três grupos versus a hipótese alternativa de pelo menos um dos grupos com resultados diferentes dos demais.

Na tabela abaixo são apresentadas as estatísticas descritivas, de cada uma das variáveis, dentro de cada grupo, bem como o valor de p dos testes estatísticos.

Variável	Classif.	n	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desv. Pad	Valor de p
TI	G1	24	52,3	55,0	32,0	80,0	11,1	0,001*
	G2	32	64,1	60,0	32,0	80,0	15,2	
	G3	41	54,3	50,0	32,0	80,0	11,8	
ISQ	G1	24	71,9	74,0	58,5	82,0	7,0	0,036**
	G2	32	76,0	76,8	62,0	85,0	5,0	
	G3	41	73,0	74,0	51,0	85,0	7,4	

(*) Análise de Variância com uma fonte de variação; $p < 0,05$

(**) Teste não paramétrico de Kruskal-Wallis; $p < 0,05$

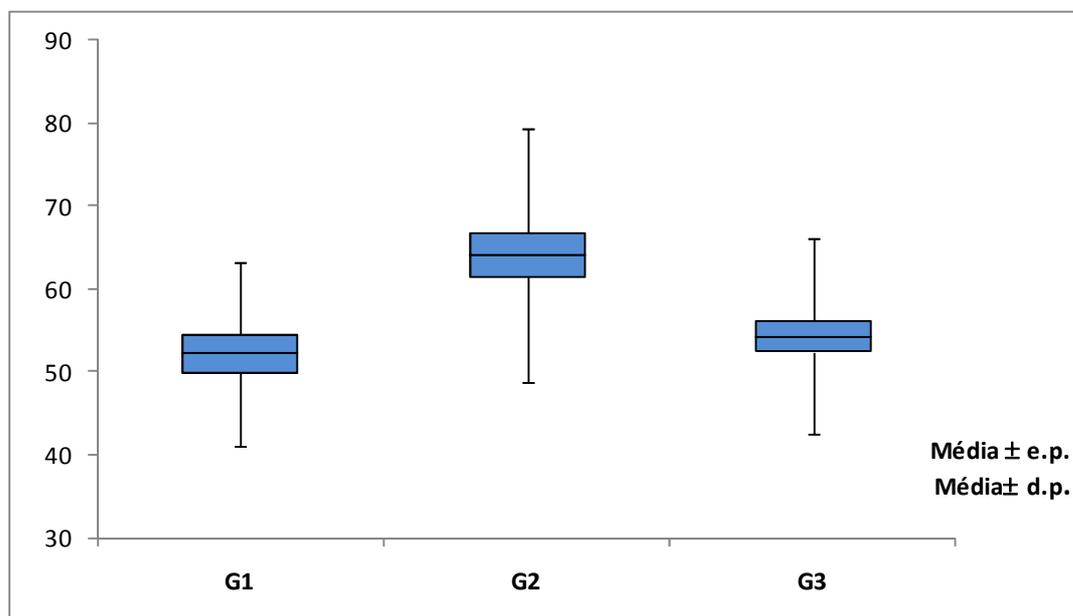
Em função da rejeição da hipótese nula de resultados iguais nos três grupos, para as variáveis TI e AFR, os grupos foram comparados dois a dois.

Na tabela abaixo são apresentados os valores de p destas comparações.

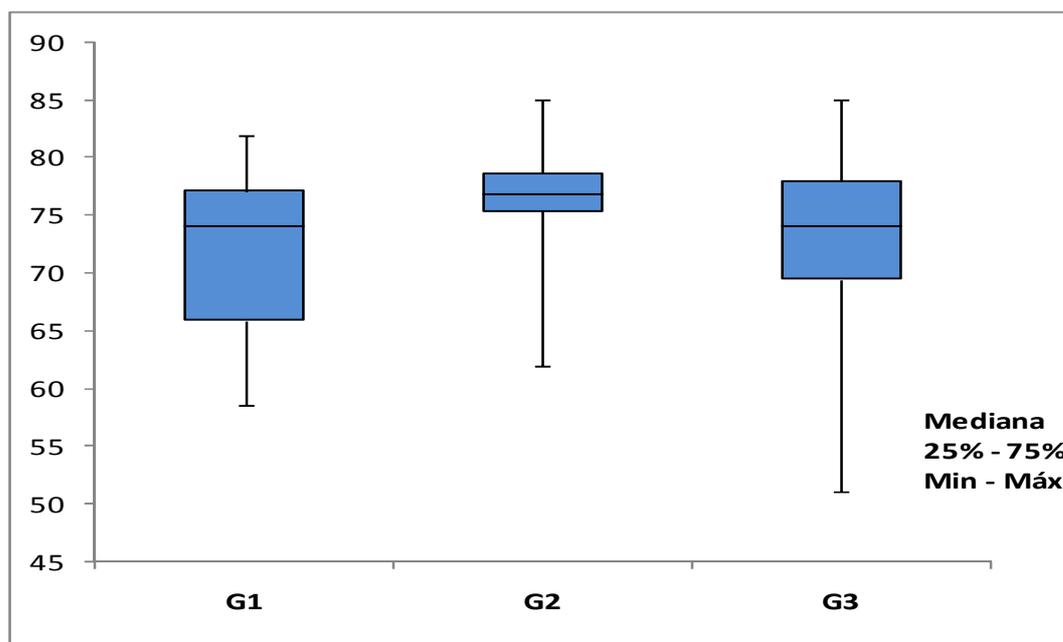
Grupos	TI	AFR
G1 x G2	0,001	0,017
G1 x G3	0,533	0,520
G2 x G3	0,002	0,040

Nos gráficos abaixo podem ser visualizados os resultados

TI



AFR



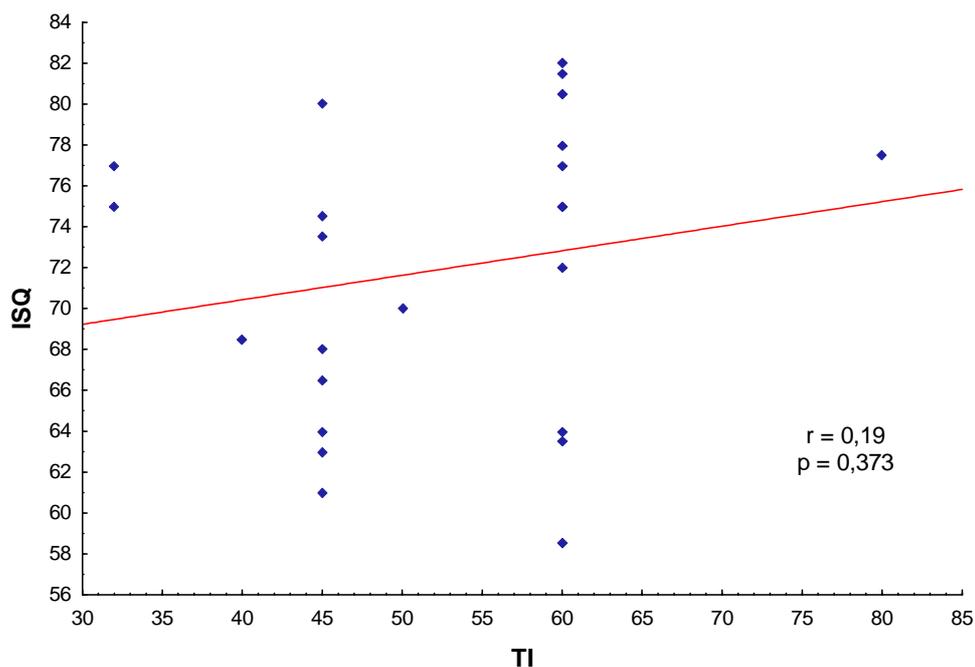
7.1.4 Avaliação da associação entre TI e AFR dentro de cada grupo

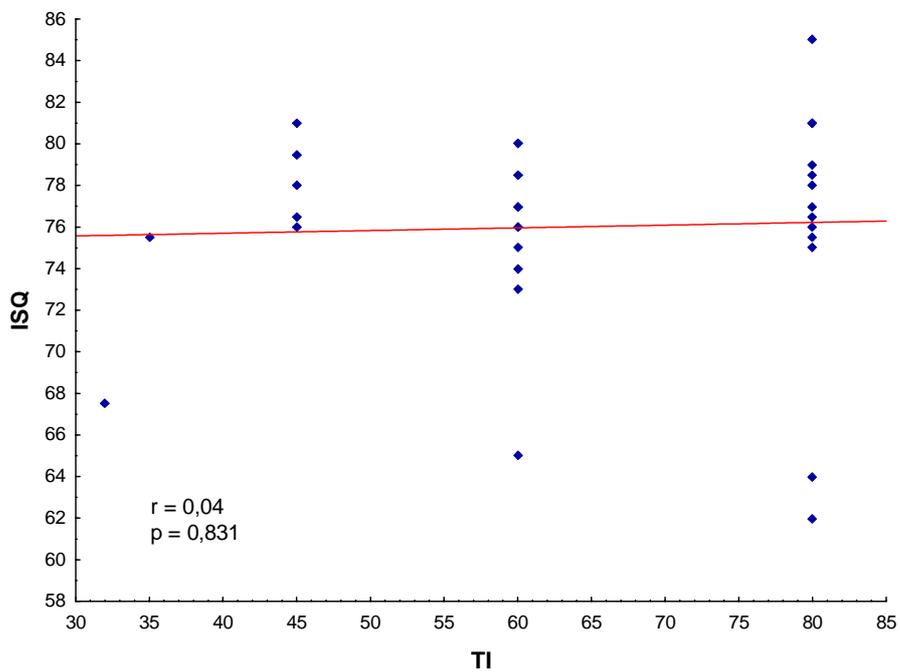
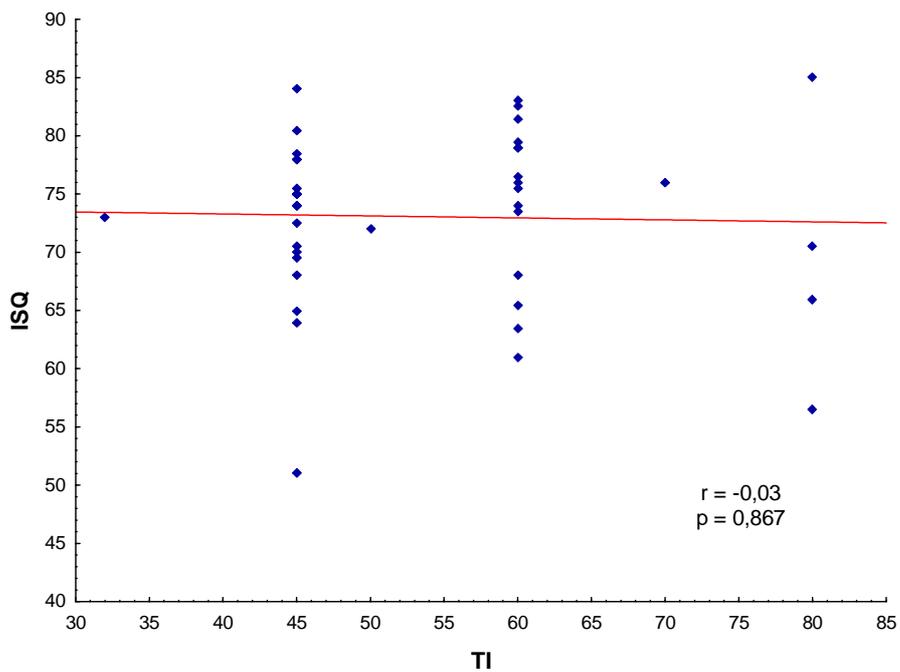
Para avaliação da associação entre TI e AFR, foi estimado coeficiente de correlação entre estas variáveis dentro de cada grupo. Assim, testou-se a hipótese nula de correlação igual à zero (inexistência de associação linear) versus a hipótese alternativa de correlação diferente de zero (existência de associação linear).

Na tabela abaixo são apresentadas as correlações estimadas, bem como o valor de p do teste estatístico.

Classificação	Correl	Valor de p
G1	0,190	0,373
G2	0,039	0,831
G3	-0,027	0,867

Grupo G1



Grupo G2**Grupo G3**

Os gráficos acima são chamados de diagramas de dispersão. Cada ponto corresponde a um caso (implante) sendo as coordenadas iguais ao valor de TI e de ISQ.

O coeficiente de correlação é uma medida do grau de associação entre duas variáveis quantitativas (no seu caso, TI e ISQ). Este coeficiente varia de -1 a +1. Valores próximos de -1 ou de +1 indicam forte correlação entre as variáveis. Valores próximos de zero indicam fraca correlação. Um coeficiente de correlação positivo indica que a associação entre as duas variáveis é direta, ou seja, valores baixos (altos) de uma das variáveis correspondem a valores baixos (altos) da outra variável. Já um coeficiente de correlação negativo indica que a associação entre as duas variáveis é inversa, ou seja, valores altos (baixos) de uma das variáveis correspondem a valores baixos (altos) da outra variável.

Quando o coeficiente de correlação é positivo e próximo de 1 os pontos ficam em torno de uma reta com inclinação positiva (para cima). Se for negativo e próximo de -1 os pontos ficam em torno de uma reta com inclinação negativa (para baixo). Quando o coeficiente de correlação é próximo de zero vemos uma nuvem de pontos no gráfico (este é o seu caso).

No seu caso, os três coeficientes são baixos indicando fraca correlação entre TI e AFR.

Classificação	Correl	Valor de p
G1	0,190	0,373
G2	0,039	0,831
G3	-0,027	0,867

Para confirmar que essa correlação não é significativa, foi feito o teste estatístico (testou-se a hipótese nula de correlação igual a zero, versus a hipótese alternativa de correlação diferente de zero). Para os três grupos não houve rejeição da hipótese nula, indicando que TI e ISQ não são correlacionados. Podemos dizer, então, que essas duas variáveis contêm informações diferentes sobre o implante.

7.2 Termo de compromisso de utilização de dados

Termo de Compromisso de Utilização de Dados

Nós Flávia Noemy Gasparini Kiatake Fontão e Anne Kelly de Oliveira Nicolau Mantovani, abaixo assinados, pesquisadores envolvidos no projeto de título: **Influência das corticais na correlação entre dois métodos de avaliação da estabilidade primária de implantes. Estudo *in vivo***, nos comprometemos a manter a confidencialidade sobre os dados coletados nos arquivos do Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico - Ilapeo, bem como a privacidade de seus conteúdos, como preconizam os Documentos Internacionais e a Res. 466/12 do Ministério da Saúde.

Curitiba, 01 de dezembro de 2014



Flávia Noemy Gasparini Kiatake Fontão



Anne Kelly de Oliveira Nicolau Mantovani

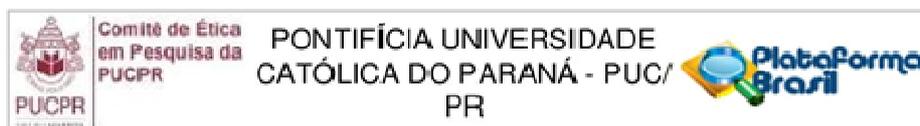
7.3 Capítulo de Livro

Capítulo 17 do livro – “Uso de implantes em reabilitações orais de maior complexidade” com o título de **Resolução de Intercorrências durante procedimentos de elevação de membrana de seio maxilar**. Editora Napoleão.

Autores: Anne Kelly de Oliveira Mantovani, Leandro Kluppel, Flávia Gasparini Kiatake Fontão.

8. Anexos

8.1 Termo de aprovação do Comitê de Ética.



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Influência das corticais na correlação entre dois métodos de avaliação da estabilidade primária de implantes. Estudo in vivo.

Pesquisador: Flávia Noemy Gasparini Kiatake Fontão

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 41610814.9.0000.0100

Instituição Proponente: INSTITUTO LATINO AMERICANO DE PESQUISA E ENSINO ODONTOLÓGICO -

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.004.033

Data da Relatoria: 25/03/2015

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um estudo observacional retrospectivo. A amostra será composta por dados da aferição de estabilidade primária de implantes (cone Morse) registrados nos prontuários, e tomografias computadorizadas de 33 pacientes que participaram de três estudos clínicos prévios.

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar a influência das corticais ósseas na estabilidade primária de implantes cone Morse instalados na região interforaminal mandibular.

Comparar o torque de inserção de implantes quando instalados com contato em 1 ou 2 corticais (cervical e/ou apical).

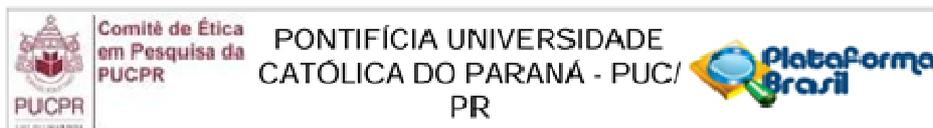
Comparar os valores de frequência de ressonância obtidos nos implantes quando instalados com contato em 1 ou 2 corticais (cervical e/ou apical).

Determinar se há correlação entre as medidas obtidas com a catraca torquímetro e os valores de frequência de ressonância.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Não existem riscos e os benefícios serão indiretos.

Endereço: Rua Imaculada Conceição - 1155 - 3º andar
Bairro: Prado Velho **CEP:** 80.215-901
UF: PR **Município:** CURITIBA
Telefone: (41)3271-2103 **Fax:** (41)3271-2103 **E-mail:** nep@pucpr.br



Continuação do Parecer: 1.004.033

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa relevante com objetivos claros e metodologia adequada.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foi apresentado TCUD

Recomendações:

sem recomendações

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto atende a resolução 466/12 em suas questões éticas.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Lembramos aos senhores pesquisadores que, no cumprimento da Resolução 466/12, o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) deverá receber relatórios anuais sobre o andamento do estudo, bem como a qualquer tempo e a critério do pesquisador nos casos de relevância, além do envio dos relatos de eventos adversos, para conhecimento deste Comitê.

Salientamos ainda, a necessidade de relatório completo ao final do estudo. Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP-PUCPR de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificado e as suas justificativas.

CURITIBA, 30 de Março de 2015

**Assinado por:
NAIM AKEL FILHO
(Coordenador)**

Endereço: Rua Imaculada Conceição - 1155 - 3º andar			
Bairro: Prado Velho	CEP: 80.215-901		
UF: PR	Município: CURITIBA		
Telefone: (41)3271-2103	Fax: (41)3271-2103	E-mail: nep@pucpr.br	

8.2 Endereço eletrônico com as normas da Revista Clinical Oral Implants Research.

[http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/\(ISSN\)1600-](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/(ISSN)1600-)

[0501/homepage/ForAuthors.html](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/(ISSN)1600-0501/homepage/ForAuthors.html)