

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL

FACULDADE DE ODONTOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

DOUTORADO EM PRÓTESE DENTÁRIA

Eduardo Aydos Villarinho

**ESTUDO PROSPECTIVO CLÍNICO-RADIOGRÁFICO DE
IMPLANTES CURTOS UNITÁRIOS NA REGIÃO POSTERIOR**

Profa. Dr. Rosemary Sadami Arai Shinkai

Orientadora

Porto Alegre, 2016

Eduardo Aydos Villarinho

**ESTUDO PROSPECTIVO CLÍNICO-RADIOGRÁFICO DE
IMPLANTES CURTOS UNITÁRIOS NA REGIÃO POSTERIOR**

Tese apresentada como requisito para obtenção do grau de Doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

Orientadora: Profa. Dr. Rosemary Sadami Arai Shinkai

Porto Alegre, 2016

V722e Villarinho, Eduardo Aydos

Estudo prospectivo clínico-radiográfico de implantes curtos unitários na região posterior. / Eduardo Aydos Villarinho. – Porto Alegre, 2016.

132 f.; il

Tese (Doutorado em Odontologia) - Programa de Pós-Graduação em Odontologia – Faculdade de Odontologia, PUCRS.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Rosemary Sadami Arai Shinkai

1. Odontologia. 2. Implantodontia. 3. Prótese Dentária. 4. Dentes - Radiografia. 5. Implantes Curtos Unitários. I. Shinkai, Rosemary Sadami Arai. II. Título.

CDD 617.69

Ficha elaborada pela bibliotecária Anamaria Ferreira CRB 10/1494

Dedico este trabalho a toda minha família, em especial a minha esposa, Gabriela, pelo incentivo, paciência, ajuda e companheirismo durante essa e outras jornadas. E a meus pais Eduardo e Virgínia, e minhas irmãs Carolina e Luciana, que sempre serviram de inspiração para minha formação pessoal e profissional.

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dr. **Rosemary Sadami Arai Shinkai**, pela orientação, auxílio e generosidade no compartilhamento de conhecimento ao longo dos últimos anos. Meus sinceros agradecimentos pela confiança em mim depositada e pela oportunidade de crescimento profissional e pessoal que me foi proporcionada.

Ao Prof. Dr. **Mário Augusto Pires Vaz**, pelo acolhimento e pelos ensinamentos durante o período de estágio doutoral, aqui também representando a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Ao Prof. Dr. **André Correia**, pelas oportunidades de aprendizado que me foi oferecida, mas principalmente pela amizade.

Ao Eng. Ms. **Nuno Viriato** pela ajuda e contribuição fundamentais que viabilizaram o desenvolvimento desse trabalho.

Aos Drs. **Diego Fernandes Triches, Fernando Rizzo Alonso e Luis André Mendonça Mezzomo**, por terem iniciado o projeto guarda-chuva e me proporcionado sua continuidade.

Aos Drs. **Gustavo F Barbosa, Rodrigo Miller e Maurício Peixoto** pela importante colaboração no desenvolvimento do projeto.

Ao Prof. Dr. **Alvaro Vigo**, pela atenção e fundamental contribuição para a análise estatística dos dados clínicos.

Ao Prof. Dr. **Eduardo Rolim Teixeira**, pela orientação durante o mestrado, passo importante em meu crescimento profissional e pessoal.

À Profa. Dr. **Vania Fontanella** pela primeira oportunidade em entrar em contato com o mundo da pesquisa através da iniciação científica.

À **PUCRS**, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia pela oportunidade de aprendizagem.

A toda equipe de trabalho da Clínica Síntese Odontologia, em especial aos colegas **Eduardo Villarinho, Ricardo Cusato, Ricardo Smidt, Marcos Naconecy, Alexandre Bohrer e Marcelo Frejman** pelo companherismo nessa jornada.

À **CAPES**, ao **CNPQ** e à **ITI** pelo apoio financeiro às diversas fases do projeto-guarda-chuva na forma de financiamento à pesquisa e de bolsas.

RESUMO

O uso de implantes curtos oferece aos dentistas e aos pacientes uma opção de fácil abordagem para restaurações protéticas frente às limitações anatômicas quando comparadas às técnicas regenerativas. O presente estudo clínico-radiográfico prospectivo de coorte objetivou através do manuscrito 1 avaliar a taxa de complicações protéticas, falhas do implante e perda óssea marginal dos implantes dentários de 6-mm restaurados com coroas unitárias em regiões posteriores, e seus possíveis fatores de risco, bem como através do manuscrito 2 apresentar o desenvolvimento de um novo método para aferição de alterações volumétricas do nível ósseo ao redor dos implantes dentários utilizando sobreposição de imagens tridimensionais. **Metodologia:** Foram instalados 46 implantes Standard Plus Regular Neck SLActive® (Straumann) de 6-mm de comprimento e 4.1-mm de diâmetro em 20 pacientes. Os pacientes foram examinados clínico-radiograficamente logo após a instalação do implante, da prótese e posteriormente a cada 12 meses. Sendo realizada tomografia computadorizada Cone Beam (CBCT) logo após a instalação do implante, 12 e 24 meses após a prótese. No manuscrito 1, os potenciais fatores de risco (arcada, presença de bruxismo, força máxima de mordida, proporção coroa/implante (C/I) anatômica e clínica, e área da mesa oclusal) foram analisados com os desfechos: sobrevida dos implantes, perda óssea (linear) e falhas protéticas. No manuscrito 2, as reconstruções tridimensionais do perímetro ósseo mais próximo ao implante foram realizadas no software Mimics® e convertidas em formato STL para exportar ao software Geomagic Studio®, onde foram sobrepostas, mensuradas volumetricamente. **Resultados:** No manuscrito 1 o tempo médio de acompanhamento clínico foi de 45 ± 9 (16; 57) meses. Não houve perda precoce de implantes; após o carregamento protético ocorreram 4 perdas (sobrevida de 91,3%) e 13 complicações protéticas (28,3%), gerando um índice de sucesso de 65,2%. O teste de fragilidade demonstrou uma probabilidade 95% maior de perda na mandíbula em relação à maxila. Observou-se perda óssea peri-implantar média de $0,2 \pm 0,4$ mm no primeiro ano, de $0,1 \pm 0,2$ mm no segundo ano, de $0,1 \pm 0,3$ mm no terceiro ano, e de $0,2 \pm 0,4$ mm no quarto ano, com perda média acumulada de $0,3 \pm 0,5$ mm aos 48 meses. No modelo multinível os efeitos da proporção C/I clínica ($P < 0,001$) e do tempo ($P < 0,001$) foram significativos sobre a perda óssea, estimando-se que para um aumento de uma unidade no tempo (12 meses) e de 0,1 na proporção C/I clínica está associada uma perda média de 0,1mm para cada um dos fatores. Os demais potenciais fatores de risco não apresentaram relação estatisticamente significativa com os desfechos estudados. No manuscrito 2, a perda óssea média volumétrica durante o primeiro ano em função foi de $7,2 \pm 6,1$ mm³, durante o segundo ano em função foi de $6,4 \pm 7,8$ mm³, e durante o período acumulado de 2 anos em função foi de $12,6 \pm 8,0$ mm³. **Conclusões:** Os implantes de 6 mm, dentro das

condições estudadas, são uma alternativa segura de tratamento para suportar coroas unitárias na região posterior dos maxilares. Contudo, a mandíbula apresenta maior risco de falhas. A taxa de complicações protéticas foi mais alta que o reportado na literatura, porém todas eram de fácil resolução. Os fatores tempo e proporção C/I clínico apresentaram-se como fatores preditores para perda óssea. Entretanto, essa perda situou-se dentro dos critérios de sucesso adotados pelo estudo. A mensuração de alterações ósseas volumétricas ao redor dos implantes parece ser possível, desde que as imagens CBCT apresentem bom contraste e nitidez, principalmente quanto ao contorno do implante. Melhorias na qualidade das imagens e nos filtros de detecção de tecido ósseo seriam importantes para que tal metodologia se torne mais rápida e de uso clínico.

Palavras-chave: Implantes curtos unitários; Perda óssea; Falhas protéticas; CBCT; Superposição 3D.

ABSTRACT

Short dental implants offer to dentists and patients a feasible option for prosthetic rehabilitation in cases with anatomic limitations when compared with regenerative techniques. This prospective, clinical-radiographic, cohort study aimed: in manuscript 1, to evaluate the rates of prosthetics failures, implants failures and marginal bone loss of 6-mm dental implants restored with single crowns in posterior region, and their risk factors; and 2) in manuscript 2, to present the development of a new method to measure volumetric alterations of bone level around dental implants using superimposition of 3D images.

Methodology: A total of 46 implants Standard Plus Regular Neck SLActive® (Straumann), 6-mm length and 4.1-mm diameter, were installed in 20 patients. Clinical and radiographic data were collected after implant surgery, after prosthesis installation and every 12-month follow-up. Cone beam computed tomographic (CBCT) images were taken after implant surgery, and 12 and 24 months after prosthesis installation. In manuscript 1, the potential risk factors (arch, presence of bruxism, maximum bite force, clinical and anatomical crown/implant (C/I) ratios, occlusal table) were analyzed for the outcomes: implant survival, bone loss (linear) and prosthetic failures. In manuscript 2, the tridimensional images of bone perimeter closest to the implant were built using the software Mimics®, converted into the STL format, and then exported to the software Geomagic Studio®, where they were 3D-superimposed and volumetrically assessed.

Results: In manuscript 1, the average time of clinical follow-up was 45 ± 9 (16; 57) months. There was no early implant loss; after prosthetic loading four implants failed (survival of 91.3%) and 13 prosthetic failures occurred (28.3%), resulting in a 65.2% success rate. The frailty model for survival analysis showed a probability of 95% implant failure in the mandible in relation to the maxilla. The average bone loss was 0.2 ± 0.4 mm in the first year, 0.1 ± 0.2 mm in the second year, 0.1 ± 0.3 mm in the third year, and 0.2 ± 0.4 mm in the fourth year, with average cumulative bone loss of 0.3 ± 0.5 mm at 48 months. In the multilevel model the effects of clinical C/I ratio ($P < 0.001$) and time ($P < 0.001$) were significant for bone loss, estimating that an average 0.1 bone loss is associated with each increase of one unit of time (12 months) and of 0.1 of clinical C/I ratio. No other potential risk factors showed significant relation with the outcomes. In manuscript 2, the average volumetric bone loss was 7.2 ± 6.1 mm³ in the first year, 6.4 ± 7.8 mm³ in the second year, and 12.6 ± 8.0 mm³ for the cumulative period of 2 years in function.

Conclusions: Within the conditions of this study, the 6-mm implants proved to be a safe alternative for oral rehabilitation. However, the mandible had higher risk of failure than the maxilla. The prosthetic complications ratio was higher than the ones reported in the literature, but all of them were repaired easily. Time and clinical C/I ratio were predictors for bone loss. However, the amount of bone loss was within the success criteria adopted. The measurement of volumetric bone alterations

around implants is possible, since the CBCT images have good contrast and sharpness, particularly for the implant contour. Improvement in the quality of the images and software filters for detection of bone tissue would be important to turn this method faster and clinically useful.

Keywords: Single short implants; Bone loss; Prosthetic failures; CBCT; 3D Superimposition.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	9
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	15
2.1 Critérios de Sucesso em Implantodontia.....	15
2.2 Índice de Sucesso de Implantes Curtos.....	16
2.3 Proporção Coroa/Implante e Perda Óssea.....	30
2.4 Metodologia de Aferição de Perda Óssea.....	34
3. MANUSCRITO 1.....	42
4. MANUSCRITO 2.....	79
5. DISCUSSÃO GERAL.....	105
6. CONCLUSÕES GERAIS.....	113
7. REFERÊNCIAS GERAIS.....	114
ANEXOS.....	128

1. INTRODUÇÃO GERAL

O crescente uso de implantes osseointegrados nas últimas décadas tem ocasionado mudanças de paradigmas na Odontologia. A reabilitação da estética e da função mastigatória com o uso de implantes dentários pode ser realizada em diversas situações clínicas com segurança, conforme registro de seu sucesso em longo prazo em vários estudos longitudinais.^{1,2} Contudo, muitas vezes o edentulismo associado ao uso prolongado de peças protéticas apoiadas diretamente sobre o rebordo residual gera reabsorção do osso alveolar e posteriormente do osso basal, que conjuntamente com a pneumatização do seio maxilar dificultam ou impossibilitam o tratamento com implantes convencionais sem técnicas regenerativas prévias, principalmente nas regiões posteriores, tanto maxilares como mandibulares.³

Atualmente, as diversas técnicas reconstrutivas de rebordos reabsorvidos geram aumento de morbidade, número de intervenções cirúrgicas e tempo de espera do tratamento, muitas vezes impossibilitando o uso de próteses provisórias, além de diminuição das taxas de sucesso do tratamento.^{3,4} Para minimizar estes fatores em pacientes com altura óssea limitada, o uso de implantes curtos oferece aos cirurgiões-dentistas e aos pacientes uma opção de fácil abordagem para restaurações protéticas frente às limitações anatômicas.

Não há consenso na definição de comprimento para que um implante seja considerado curto. Muitos autores consideram como curtos os implantes com comprimento inferior ou igual a 10 mm.⁵⁻⁷ Há outros pesquisadores que

defendem como curtos os implantes com comprimento menor a 10 mm.⁸⁻¹² Por fim, há os que acreditam que implantes curtos devem possuir comprimento inferior a 8 mm.¹³⁻¹⁵ Mais recentemente, a literatura tem apresentado estudos com implantes de 6 mm ou menos.¹⁶⁻¹⁸

Os critérios de sucesso mais comumente usados na Implantodontia são ainda os descritos por Albrektson et al.,¹⁹ em 1986, os quais consideram um implante de sucesso quando não há mobilidade constatável clinicamente, radiolucidez periimplantar, perda óssea vertical inferior a 0,2 mm anualmente após o primeiro ano de função, sinais e sintomas persistentes como dor, infecção, neuropatia, parestesia e injúria ao canal mandibular. Contudo, muitos outros critérios são descritos em estudos individuais,²⁰⁻²² ou no consenso da Academia de Osseointegração,²¹ que, apesar de similar ao de Albrektson et al.,¹⁹ acrescenta o fato do implante ter no máximo 50% de perda óssea.

As falhas em reabilitações com o uso de implantes osseointegrados podem ser de origem biológica ou mecânica. As falhas biológicas podem ocasionar a perda da osseointegração ou perda óssea peri-implantar. Dentre as falhas mecânicas, as mais frequentemente relatadas na literatura são fratura do implante, fratura do pilar e perda do torque do parafuso de fixação e/ou fratura do parafuso do pilar protético.²³ A perda de torque do parafuso do pilar protético é a intercorrência mecânica mais usual chegando a 35% de todos os problemas relacionados à prótese.²⁴

Dentre os fatores biológicos, a perda óssea peri-implantar torna-se ainda mais importante no caso de implantes curtos. Adell et al. relataram uma perda

óssea de 0,9 a 1,6 mm no primeiro ano.¹ Em estudos com implantes da ITI® essa perda média seria entre 0,6 e 1,09 mm,²⁵⁻²⁹ sendo que perdas próximas a 2 mm significam quase um terço de um implante de 6 mm. Fatores mecânicos, como a relação coroa/implante, também podem ser apontados como possíveis responsáveis por alterações biológicas como a perda óssea periimplantar.³⁰ É aceitável admitir que, em uma prótese implanto-suportada, com uma coroa longa e um implante curto, uma relação coroa/implante desfavorável é criada, enquanto um implante longo e uma coroa curta criam uma relação teoricamente mais favorável. Quanto mais longa a coroa, maior é o braço de alavanca criado, e conseqüentemente maior são as tensões na crista óssea circundante. Porém, ainda são poucos os estudos clínicos longitudinais que relacionam esta relação coroa/implante (C/I) com índice de sucesso, longevidade e grau de perda óssea, como evidenciado na revisão sistemática de Blanes³⁰, em 2009.

Evidências clínicas recentes com implantes de tamanho reduzido demonstram que a perda óssea marginal ao redor desses implantes é similar aos de tamanho convencional.³¹ Contudo, esses resultados deveriam ser analisados com cautela, mensurando a proporcionalidade da perda em relação ao tamanho do implante. Estas observações são em maior parte feitas através de comparações entre radiografias periapicais, as quais, apresentam certas distorções devido à imprecisão geométrica do exame e à dificuldade de uso da técnica de paralelismo devido às condições anatômicas do paciente.³² Além disso, constituem-se em um exame bi-dimensional onde ocorre sobreposição de imagens, tornando impossível distinguir o osso vestibular do osso palatino

ou lingual.³² Sendo assim, proporcionam uma análise de perda óssea linear nas faces mesial e distal, não podendo ser realizada a mesma nas faces vestibular e lingual ou palatal e nem mesmo uma mensuração volumétrica. Tais aferições só poderiam ser feita diante de exames que possibilitem uma reconstrução da imagem em três dimensões, como em tomografias computadorizadas.

Já é reportado na literatura estudos de acompanhamento clínico de implantes com o uso de tomografias computadorizadas para averiguar alterações dos níveis ósseos. Contudo, estes estudos se limitam a analisar alterações lineares nas tábuas ósseas palatais e vestibulares, o que não seria possível através da radiografia periapical, mas não utilizam a capacidade de reconstrução tridimensional do exame.³³⁻³⁶

A sobreposição de diferentes imagens tridimensionais obtidas através de tomografia computadorizada Cone Beam (CBCT) é um método que permite a análise da evolução de um determinado tratamento ao longo do tempo, fornecendo alterações volumétricas de determinada área de interesse. Na Odontologia encontramos exemplos de tal metodologia, tais como em acompanhamento de avanço mandibular,^{37,38} de remodelamentos condilar em pacientes submetidos a cirurgias ortognáticas,³⁹⁻⁴² de enxertia sintética no malar juntamente com cirurgia ortognática⁴³ e de áreas alveolares segmentadas, que sofreram diferentes métodos de preservação alveolar com ou sem colocação de implantes.⁴⁴ Contudo, tal metodologia ainda não foi reportada para mensuração das alterações nos níveis ósseos perimplantares de forma volumétrica.

Alguns autores recomendam a esplintagem de implantes curtos, principalmente em regiões posteriores, como forma de aumentar a área de superfície funcional quando uma carga é aplicada sobre a prótese, compensando o tamanho reduzido do implante, podendo proporcionar melhor distribuição de forças junto à interface osso/implante e componentes protéticos.^{9,45} Entretanto, com o desenvolvimento das novas tecnologias de tratamento de superfície dos implantes e seus novos desenhos, tem sido cada vez mais aceita a utilização de implantes curtos unitários,^{46,17} o que exige maior estabilidade mecânica e biológica do conjunto implante-coroa protética.

Sendo assim, o uso de implantes de comprimento reduzido ainda não é consenso dentro da Odontologia, particularmente os implantes de 6-mm de comprimento. Seu comportamento em função quando submetido a situações de maior exigência biomecânica, como uma proporção coroa/implante desfavorável ($>0,5$) e em próteses unitárias posteriores, onde existe uma maior incidência de forças mastigatórias, ainda permanece como incógnita na literatura.⁴⁷

Portanto, este estudo compreende o acompanhamento clínico e radiográfico por até 57 meses de implantes dentários de 6-mm de comprimento restaurados com coroas protéticas metalocerâmicas individualizadas em regiões posteriores de maxila e mandíbula. O trabalho é composto por dois manuscritos. No manuscrito 1, o estudo avaliou a incidência de falhas biológicas dos implantes e falhas protéticas, e seus possíveis fatores de risco. No manuscrito 2, descreveu-se o desenvolvimento de uma nova metodologia

de aferição de alteração volumétrica dos níveis ósseos peri-implantares através de tomografias computadorizadas cone beam.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Critérios de Sucesso em Implantodontia

Os critérios de sucesso mais comumente usados na Implantodontia são ainda os descritos por Albrektson et al.,¹⁹ em 1986, os quais considera um implante de sucesso quando há ausência de: mobilidade constatável clinicamente, radiolucidez peri-implantar, perda óssea vertical inferior a 0,2 mm anualmente após o primeiro ano de função, sinais e sintomas persistentes como dor, infecções, neuropatias, parestesia e injúria ao canal mandibular.

Buser et al.,²⁰ em 1990, em um estudo prospectivo de 100 implantes também define seus critérios de sucesso para Implantodontia como ausência de persistência de complicações subjetivas como dor, sensação de corpo estranho e parestesias; ausência de recorrente inflamação peri-implantar com supuração; ausência de mobilidade; ausência de contínua radiolucidez ao redor dos implantes; e possibilidade de restaurar.

Já Iacono e Cochran,²¹ em 2007, também publicam critérios de sucesso oriundos de um consenso da Academia de Osseointegração, nos quais referem que o implante deve estar na boca e em função, não deve apresentar mobilidade, dor, nem infecção e apresentar menos que 50% de perda óssea, sendo este último um critério inovador.

Em uma revisão sistemática sobre a previsibilidade de implantes dentários em pacientes com histórico de doença periodontal Ong et al.,²² em 2008, estipularam seus critérios de sucesso em Implantodontia, sendo eles a ausência de mobilidade, a ausência de persistência de complicações subjetivas

como dor, sensação de corpo estranho e parestesias, a ausência de contínua radiolucidez ao redor do implantes, a ausência de profundidade de sondagem maior que 5 mm, e após o primeiro ano perda óssea não maior que 0,2 mm.

Em 2010 a Academia de Osseointegração publicou o *AO Guidelines* relatando que o sucesso em Implantodontia não se refere apenas à realização do objetivo terapêutico, mas a manutenção estável, funcional e estética de seus resultados. Entre as falhas biológicas, o implante não deve apresentar mobilidade, perda da osseointegração, impossibilidade de receber uma restauração, dor persistente ou neuropatia, persistente radiolucidez periimplantar, progressiva perda óssea, aumento de profundidade de sondagem e inflamação e/ou infecção não controlável. Já entre as falhas protéticas ou mecânicas, não deve ocorrer perda da estabilidade da prótese, fratura dos materiais de revestimento, fratura ou perda de torque do parafuso bem como fratura do implante.⁴⁸

2.2 Índice de Sucesso de Implantes Curtos

Devido à utilização de implantes curtos (<10-mm de comprimento), a reabilitação de áreas atroficas tornou-se mais simples, mais barata e menos traumática ao paciente. Porém, evidências clínicas preliminares sugeriram restrições do uso de implantes curtos de superfície lisa em virtude das altas taxas de insucesso quando comparadas com os resultados obtidos com implantes longos do mesmo tipo de superfície.^{49,50}

No entanto, mais recentemente, vários autores, utilizando diferentes sistemas de implantes, tem apresentado excelentes índices de sobrevivência

com comprimentos reduzidos,^{5,6,9,14,16,51,52} indicando que o resultado clínico ao mesmo tempo depende do desenho do implante bem como de outros fatores como tratamento de superfície, qualidade óssea e técnica cirúrgica. Estes fatores quando observados e bem executados proporcionam taxas de sucesso similares ou até maiores quando comparados a implantes de tamanho convencional.⁴⁶

Em um estudo clínico, ten Bruggenkate et al.,¹³ em 1998, relataram o acompanhamento entre um e sete anos de 253 implantes (45 na maxila e 208 na mandíbula, 6.0 mm de comprimento e diâmetros de 3,5 ou 4,1 mm) com superfície tratada e diferentes tipos de reabilitação protética em 126 pacientes, alcançando uma taxa de sucesso de 93,8%.

Tawil e Younan,⁵² em 2003, acompanharam por um período entre 12 e 92 meses 269 implantes (139 na mandíbula e 130 na maxila) do sistema Brånemark® “*screw-type*” (tipo parafuso), com 10-mm ou curtos (6-, 7-, 8- e 8,5-mm), colocados em 111 indivíduos. A taxa geral de sucesso chegou a 95,5%, com 12 perdas. Destas, cinco eram de 7,0 mm de comprimento, uma de 8,0 mm, duas de 8,5 mm e quatro de 10 mm. Foram removidos dois implantes por carga precoce, três em sujeito com osteoporose, um em paciente bruxômano severo e um por fratura. Dois implantes colocados em região de osso denso falharam em consequência do superaquecimento local no momento do preparo. Em três locais a causa da perda não pôde ser identificada. Não houve diferença estatística significativa na taxa de sucesso de implantes de 10 mm quando comparada àquela de implantes curtos.

Feldman et al.,⁵³ em 2004, em estudo prospectivo multicêntrico, compararam a taxa de sucesso em 5 anos de implantes curtos com (ataque ácido) e sem (liso usinado) tratamento de superfície, ambos instalados em região atrófica de maxila e mandíbula. As taxas de sucesso obtida pelos autores foram de 97,7% e 91,6%, respectivamente, conforme a superfície. Os autores concluíram que a utilização de implantes curtos em áreas atróficas de mandíbula e maxila é um tratamento viável, porém a utilização de implantes com superfície tratada deve ser considerada, principalmente quando trabalhado em osso tipo III e IV.

Em outro estudo, retrospectivo, foram avaliados implantes curtos de 7 a 9 mm instalados em regiões atróficas no lugar de molares perdidos obtendo-se uma taxa de sucesso de 95.1%, após 5 anos de acompanhamento. Os autores concluíram que há viabilidade no tratamento com implantes de tamanho reduzido, mas ressaltam que a seleção do caso com um criterioso plano de tratamento é fundamental para o sucesso em longo prazo.⁵

Gentile et al.,¹⁴ em 2005, investigaram a taxa de sucesso de implantes curtos Bicon[®]TM (6,0 x 5,7-mm) comparada à de implantes de tamanho convencional (>10-mm). Compuseram a amostra 35 pacientes, os quais receberam 172 implantes (45 curtos e 127 convencionais). Quanto aos implantes curtos, 33 foram instalados na região posterior de mandíbula (73,3%), 11 na região posterior de maxila (24,4%) e um na região anterior de mandíbula (2,3%). Passados 12 meses, a taxa de sucesso chegou a 92,2% para os implantes curtos e a 95,2% para os implantes convencionais, não

representando diferença estatística significativa. Os resultados sugerem que os implantes curtos são capazes suportar as cargas oclusais.

Renouard e Nisand,⁶ em 2005, avaliaram 85 pacientes com 96 implantes curtos (6 – 8,5 mm) suportando coroas unitárias e reconstruções parciais. Foram avaliados 54 implantes de superfície usinada e 42 implantes com superfície oxidada. Somente implantes colocados em regiões posteriores foram incluídos no estudo. Cerca de 76% dos sítios tratados eram de osso tipo III e IV. Cinco implantes foram perdidos em 5 pacientes, resultando em 94,6% de sucesso. Desses 5 implantes perdidos, 4 possuíam superfície usinada (4 de 54) e 1 possuía superfície tratada (1 de 42), o que representou um índice de sucesso de 92,6% e 97,6% para as diferentes superfícies, respectivamente.

Arlin,⁵⁴ em 2006, avaliou em 264 pacientes 630 implantes (35 com 6,0 mm de comprimento, 141 com 8,0 mm e 454 entre 10 e 16 mm). Colocaram-se os de 6,0 mm apenas na região posterior da mandíbula, e 127 de 8,0 mm e 373 de 10 a 16 mm foram distribuídos na mandíbula e na maxila. Mais da metade dos implantes de 6,0 mm foi instalada em osso de baixa qualidade (tipo IV, Lekholm & Zarb 1985)⁵⁵. Do total, 17 falharam, o que representa índice de sucesso absoluto de 97,3%. Destes, os implantes de 6,0 mm obtiveram 94,3% (duas perdas), os de 8,0 mm 99,3% (uma perda) e os de 10 a 16 mm 96,9% (14 perdas), em até dois anos de observação. Além disso, 11 perdas ocorreram em implantes colocados em ossos do tipo III ou IV. Os dois implantes de 6,0 mm que tiveram de ser retirados na fase de osseointegração estavam em osso do tipo IV. Quanto às perdas, 76,5% aconteceram no primeiro ano; destas, 92% deram-se antes da instalação da prótese. Os autores concluíram que

implantes de 6,0 a 8,0 mm são uma opção de tratamento previsível para pacientes com disponibilidade óssea limitada. Comparada ao aumento de rebordo e à colocação de implantes mais longos, a instalação de implantes curtos é mais simples, menos demorada, menos onerosa e oferece baixa morbidade.

Misch et al.,⁹ também em 2006, em estudo multicêntrico retrospectivo, analisaram a instalação de implantes curtos na região posterior de maxila e mandíbula. Para isso, utilizaram 745 implantes em 273 pacientes. A maioria deles (562) media 4,0 x 9,0 mm. Havia ainda 89 implantes de 5,0 x 9,0 mm, quatro de 6,0 x 9,0 mm, 60 de 3,5 x 9,0 mm, 29 de 4,0 x 7,0 mm e apenas um de 5,0 x 7,0 mm. Foram confeccionadas 338 próteses fixas implantossuportadas, das quais 102 eram unitárias e 236 suportadas por múltiplos implantes. Em cinco anos de acompanhamento registraram-se seis perdas (quatro na mandíbula e duas na maxila), que ocorreram antes de os implantes receberem carga. A taxa de sucesso chegou a 99,2%. Tal fato mostra que, aplicando propriedades biomecânicas de redução de estresse (adequada proporção coroa/implante, número de implantes similar ao de dentes perdidos, não uso de cantilevers, esplintagem e diminuição da mesa oclusal), os implantes de 7,0 e 9,0 mm podem apresentar elevados índices de sucesso.

Neves et al.,⁸ em 2006, realizaram uma revisão de literatura com 31 artigos, onde um total de 16.344 implantes curtos (7; 8,5 e 10mm) do tipo Brånemark® ou similares foram avaliados. Destes, 786 não obtiveram sucesso (4,8%). Os implantes foram avaliados de acordo com o período em que ocorreu

a falha (antes ou depois da instalação da prótese) e os fatores de risco que implicaram essas falhas. Do total das falhas, 9,7% foram com implantes de 3,75 mm de diâmetro por 7 mm de comprimento, comparado com 6,3% para implantes de 3,75 mm por 10mm. Cerca de 55% das falhas ocorreram antes da instalação das próteses. 66,7% das falhas foram atribuídas ao osso de baixa qualidade, 45,4% ao local (maxila ou mandíbula), e 27,2% à carga oclusal. Os autores concluíram que implantes curtos apresentam bons índices de sucesso, porém, devem ser avaliados os fatores de risco.

Romeo et al.,⁵⁶ ainda em 2006, em estudo longitudinal retrospectivo, verificaram os índices de sucesso de variados tamanhos de implantes (comprimentos de 8 e 10 mm, diâmetros de 3,75, 4,1 e 4,8 mm) em diferentes áreas de mandíbula e maxila em indivíduos parcial ou completamente edêntulos. Por 14 anos 129 pacientes foram tratados com próteses fixas (unitárias ou múltiplas; parafusadas ou cimentadas) suportadas por 265 implantes (154 de 10 mm e 111 de 8,0 mm). Os pesquisadores recorreram a dois tipos de implante com superfície tratada: 141 do tipo TPS[®] (plasma de titânio) e 124 do tipo SLA[®] (jateamento associado a condicionamento ácido) (Straumann Dental Implant System[®], Waldenburg, Suíça). Registraram-se desistências em 23 pacientes, com 23 próteses suportadas por 42 implantes. Em relação aos 106 remanescentes (223 implantes), oito implantes falharam (quatro padronizados e quatro curtos) nos tipos III e IV de osso. A perda média de osso marginal e a profundidade de sondagem do sulco gengival associada ao comprimento do implante mostraram-se estatisticamente comparáveis. As taxas de sucesso nos 14 anos para todos os implantes curtos e convencionais

alcançaram 97,9% e 97,1%, nessa ordem. As taxas foram de 92,3% e 95,9% para os implantes curtos e convencionais tratados com plasma (TPS®) e 100% e 98,5% para os implantes curtos e convencionais jateados e condicionados com ácido (SLA®), respectivamente. O emprego de implantes com diferentes tamanhos parece não ter comprometido os índices de sucesso dos mesmos na população estudada.

Maló et al.,⁵⁷ em 2007, realizaram um estudo retrospectivo com objetivo de avaliar se a taxa de sucesso de implantes curtos instalados em mandíbulas atróficas são similares às taxas de implantes convencionais colocados em osso de maior volume. O estudo incluiu 237 pacientes com 408 implantes suportando 151 próteses fixas. 131 implantes eram de 7 mm e 277 de 8,5mm. Duzentos e setenta e dois implantes apresentavam superfície usinada enquanto que 136 apresentavam superfície tratada. Os pilares foram instalados no momento da cirurgia enquanto que as próteses foram colocadas 4 a 6 meses após. Cento e vinte e seis implantes de 7 mm (96%) passaram de 1 ano de acompanhamento, 110 (84%) passaram do segundo e 88 (67%), do quinto ano. 5 implantes falharam em 4 pacientes antes de 6 meses, representando uma taxa de sucesso de 96,2% em 5 anos. O índice de reabsorção óssea foi de 1.8mm após 5 anos em função. Duzentos e sessenta e nove implantes de 8.5 mm (97%) passaram de 1 ano de acompanhamento, 220 (79%), o segundo e 142 (51%) o quinto ano. Oito implantes falharam em 7 pacientes antes dos 6 meses, representando uma taxa de sucesso de 97,1% em 5 anos. A reabsorção óssea ficou em média de 2.2 mm após 5 anos em função. Todos os implantes perdidos foram durante os primeiros 6 meses, antes da instalação

das próteses. Todos apresentavam superfície usinada e na maioria dos casos estavam instalados em osso tipo 4, em maxila. A maior taxa de sucesso (100%) dos implantes de superfície tratada foi estatisticamente significativa. Os autores concluíram que a taxa de sucesso de 96,2 e 97,1% em 5 anos para implantes de 7 e 8.5 mm respectivamente, indicam que implantes curtos colocados em apenas um momento cirúrgico são viáveis para o tratamento de mandíbulas e maxilas atroficas, especialmente quando usados implantes de superfície tratada.

Em estudo retrospectivo, com dados observacionais de dois a 14 anos, Melhado et al.,⁴⁵ em 2007, avaliaram clinicamente implantes dos tipos *standard* e MK-III (sistema Branemark®), cilíndricos e de superfície lisa, com 7,0 mm de comprimento. Os autores examinaram 198 implantes em 99 indivíduos. Do modelo *standard*, quanto ao diâmetro, 88 implantes possuíam 3,75 mm e 68 tinham 4,0 mm. No que tange ao diâmetro dos implantes do modelo MK-III, 11 mediam 3,75 mm, três tinham 4,00 mm e 28 possuíam 5,0 mm. Estes implantes serviram de suporte para 73 próteses fixas parciais na região posterior de mandíbula, para 20 próteses totais e para seis próteses unitárias. Entre as próteses parciais, 15 eram suportadas somente por implantes de 7,0 mm de comprimento. As 58 restantes combinavam implantes de 7,0 mm com outros de diversos diâmetros. Das 20 próteses totais, quatro tinham como suporte implantes de 3,75 x 7,0 mm. As outras 16 possuíam implantes de variados diâmetros e comprimentos. Além disso, oito delas receberam carregamento imediato. Dos 198 implantes colocados, sete foram retirados (96,46% de sucesso); cinco do tipo Standard e dois MK-III.

Com o intuito de avaliar as taxas de sucesso de implantes curtos na região posterior e analisar a influência de diferentes fatores de risco no sucesso dos implantes, Anitua et al.,⁵⁸ em 2008, realizaram um estudo retrospectivo onde 293 pacientes receberam 532 implantes curtos que variavam de 7 a 8.5mm de comprimento por 3.3 a 5.5mm de diâmetro. Foi analisado o potencial de influência de fatores demográficos, clínicos, fatores associados ao cirurgião, e as variáveis protéticas em relação à taxa de sucesso dos implantes. O índice de sucesso encontrado para os implantes curtos foi de 99.2%. Dos 532 implantes, apenas dois foram perdidos durante o período de observação. Nenhuma das variáveis estudadas foram associadas estatisticamente com a perda dos implantes. Por isso, os autores concluíram que o tratamento com implantes curtos pode ser considerado seguro e previsível seguindo um protocolo clínico rigoroso.

Felice et al.,¹⁵ em 2009, realizaram um trabalho experimental de boca dividida comparando os resultados de tratamentos com implantes curtos de 5 mm e implantes maiores de 10 mm instalados em áreas de enxerto ósseo. Para isso, foram incluídos 30 pacientes com edentulismo posterior bilateral. Os pacientes foram submetidos à cirurgia para colocação de implantes de 5 mm em um dos lados, enquanto do outro lado foram submetidos à colocação de implantes de 10 mm em área enxertada e, posteriormente, os implantes de ambos os grupos foram restaurados com próteses parciais fixas esplintadas. Cinco pacientes que receberam enxerto em mandíbula, não apresentaram altura óssea suficiente para instalação de implantes de 10 mm como planejado e implantes de 7 e 8.5 mm tiveram que ser usados. Em cada grupo estudado,

um implante não pode receber a prótese, pois o implante estava com mobilidade (um de 5 mm em maxila e um de 8.5 mm em mandíbula enxertada). Cinco complicações ocorreram: 2 em áreas enxertadas (uma perfuração de seio maxilar e uma deiscência associada à perda do implante mandibular) e 3 perfurações de seio maxilar associados a implantes de 5 mm. A diferença não foi estatisticamente significativa. Desta maneira, os autores concluíram que em altura de osso residual de 5 a 7 mm acima do canal mandibular, implantes curtos de 5 mm são uma melhor escolha para o tratamento, comparando com o aumento vertical de osso, por se tratar de um tratamento mais barato, rápido e com menos morbidade para o paciente. Já na presença de 4 a 6 mm de osso abaixo do seio maxilar, os autores não encontraram resultados que permitissem esclarecer qual das técnicas deve ser escolhida, necessitando ainda de mais evidências científicas para esclarecer esta dúvida.

Em outro estudo retrospectivo realizado por Anitua e Orive,¹⁶ em 2010, com os mesmos objetivos do estudo anterior, avaliar as taxas de sucesso a longo prazo para implantes curtos, menores do que 8,5 mm, em áreas posteriores de mandíbula e maxila e avaliar a influência de determinados fatores ao sucesso dos implantes. Para isso, foram avaliados 661 pacientes que receberam 1287 implantes curtos com comprimento entre 6,5 e 8,5 mm e diâmetro de 2,5 a 6 mm. Os pacientes foram acompanhados durante no mínimo 1 ano após a instalação dos implantes. Cada falha foi cuidadosamente analisada. Fatores demográficos, fatores clínicos, fatores dependentes da cirurgia e da prótese que pudessem influenciar no insucesso foram estudados. A taxa de sucesso para os implantes curtos no período estudado ficou em 99%.

Um total de 9 dos 1287 implantes curtos foram perdidos durante o período de acompanhamento. Essas falhas ocorreram principalmente em implantes instalados em osso tipo 4 acompanhados de pouca estabilidade primária dos implantes. Nenhuma das variáveis estudadas apresentou relação estatisticamente significativa nas falhas dos implantes, pelo pequeno número de falhas. Desta maneira, os autores concluíram que o tratamento com implantes curtos pode ser considerado seguro e previsível quando realizado de acordo com um planejado protocolo clínico.

Esposito et al.,¹⁸ em 2011, em estudo experimental de boca dividida similar ao de Felice et al.,¹⁵ em 2009, realizaram um estudo em 15 pacientes com mandíbulas atróficas bilateral (5 – 7 mm de remanescente ósseo acima do canal mandibular) e 15 pacientes com maxila atrófica bilateral (4 – 6mm de remanescente ósseo abaixo do seio maxilar) e espessura óssea de até 8 mm. Cada paciente recebeu de 1 a 3 implantes curtos de 5mm por 6mm de espessura em um dos lados atróficos enquanto na outra hemiarcada foi feito enxerto ósseo acompanhado de colocação de implante de no mínimo 10-mm por 6-mm espessura. Em mandíbula foi feito aumento vertical com interposição de blocos de osso e em maxila foi feito levantamento de seio com osso particulado. Os implantes foram colocados após 4 meses. Após mais 8 meses foram instalados as próteses definitivas sobre os implantes. Para os resultados, foram avaliados: falhas de prótese e implantes, complicações e mudanças no nível peri-implantar de osso marginal. Em 5 mandíbulas enxertadas, o planejamento inicial de colocar implantes longos não foi possível e implantes curtos (7 a 8,5mm) tiveram que ser usados. Dois implantes longos (8,5mm na

mandíbula e 13 mm na maxila) e um implante curto (5mm na maxila) falharam. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos nos índices de falhas. Pacientes com implantes curtos perderam em média 1 mm de osso peri-implantar e pacientes com implantes longos perderam 1,2 mm, tendo diferença estatisticamente significativa quanto à perda óssea. Os autores concluíram que implantes curtos de 5 mm, após 1 ano em função apresentam resultados similares ou melhores que implantes longos colocados em sítios enxertados e que estes apresentam vantagens em relação ao aumento ósseo por serem tratamentos mais rápidos, baratos e com menor morbidade para o paciente.

Ling Sun et al.,¹¹ em 2011, realizaram uma revisão de literatura com o objetivo de avaliar a taxa de sobrevida dos implantes curtos (≤ 10 mm) e analisar a influência de determinados fatores (tamanho do implante, posição do implante, protocolo cirúrgico, superfície do implante e tempo) no insucesso dos implantes. Foram analisados um total de 35 estudos que incluíam um total de 14.722 implantes, onde desses, 659 falharam, representando 4,5%. A taxa de falhas dos implantes de comprimento 6, 7, 7.5, 8, 8.5, 9 e 10 foram 4.1%, 5.9%, 0%, 2.5%, 3.2%, 0.6% e 6.5% respectivamente. A maioria das falhas (57,9%) ocorreu antes da instalação das próteses. Não houve diferença estatisticamente significativa das taxas de falhas entre implantes curtos e longos ou entre aqueles instalados em um estágio cirúrgico ou dois. Os autores atribuíram uma maior chance de falhas para aqueles implantes instalados em maxila e para aqueles implantes que apresentam a superfície usinada em comparação com a mandíbula e com implantes com superfície tratada,

respectivamente. Desta maneira, os autores concluíram que de acordo com os fatores de risco avaliados, a maioria das perdas de implantes curtos está relacionada com uma baixa qualidade óssea na maxila e com a superfície não tratada de alguns tipos de implantes. Porém, o tratamento de mandíbulas atróficas com o uso de implantes curtos apresenta prognóstico a longo prazo similar ao uso de implantes longos, sempre que sejam avaliados com prudência alguns fatores de risco.

Annibali et al.,³¹ em 2012, em uma revisão sistemática da literatura relataram índices de sucesso de implantes curtos de 99,1%, índices estes similares ou superiores que os implantes convencionais, o que seria justificado pela melhora dos materiais assim como pelo aprimoramento da técnica cirúrgica. Soma-se a esses achados a relativização feita por Chiapasco et al.,⁴ em 2009, o qual considera que o sucesso dos implantes curtos deveria ser comparado com o de implantes associados a procedimentos reconstrutivos, onde enxertos *onlay* em mandíbula e maxila apresentam índices de sucesso de 79,5% e 94,8% respectivamente, levantamento de seio maxilar de 95%, distração osteogênica de 95,9%, e regeneração óssea guiada entre 92% e 100%. Os autores concluíram que devemos dar prioridades a procedimentos mais simples sempre que apresentam resultados similares.

Também em uma revisão sistemática da literatura sobre implantes menores que 10 mm, Monje et al.,⁵⁹ em 2013, demonstraram uma taxa de sobrevivência de 97,64%, estimando que pico de perda de implantes curtos ocorra entre o 4º e 6º ano em função, o que reforça a necessidade de estudos

clínicos de longo tempo de acompanhamento. Ainda, os autores dizem não haver diferença entre os índices de falha em relação à mandíbula ou maxila.

Em estudo retrospectivo sobre implantes de comprimento menor ou igual a 8,5mm, todos localizados em regiões posteriores, unitários ou múltiplos e com tempo de acompanhamento mínimo de 10 anos, Anitua et al.,⁶⁰ em 2014, demonstram através de 111 implantes em 94 pacientes uma taxa de sobrevida de 98,9% e 98,2% para implantes e pacientes respectivamente, sendo todas as perdas de implantes após o carregamento protético.

Srinivasan et al.,⁶¹ em 2014, em nova revisão sistemática da literatura onde analisaram 12 estudos de implantes de 6mm da Straumann utilizados em diversas situações clínicas, totalizando 690 implantes, relatam uma taxa de sobrevida de 93,7%, apresentando os índices de sobrevivência na maxila e na mandíbula de 94,7% e de 98,6%, respectivamente. Dentre as perdas de implante, 76% foram antes do carregamento protético.

Em outra revisão sistemática da literatura com meta-análise Mezzomo et al.,⁶² em 2014, compilam os achados de vários estudos clínicos prospectivos sobre implantes curtos, menores que 10mm, todos unitários e em região posterior. Os autores relatam um índice de sobrevivência dos implantes de 94,1%, de falhas biológicas de 3,8% e de falhas protéticas de 2,8%. Demonstrando maior risco de perda de implantes na mandíbula em relação à maxila, e ainda, que 89,74% das perdas ocorreram de forma precoce, antes do carregamento protético. Os demais possíveis fatores de risco analisados pelo

estudo não demonstraram ser preditores de risco para o desfecho sobrevivência dos implantes.

2.3 Proporção Coroa/Implante e Perda Óssea

Com o objetivo de relacionar os índices de perda óssea com prováveis fatores biomecânicos de risco, Rokni et al.,⁴⁷ em 2005, correlacionaram os níveis de perda óssea com o comprimento e a área de superfície do implante, aliada à proporção coroa-implante (C/I). Foram instalados 199 implantes em maxila e mandíbula, os quais foram classificados segundo o comprimento (“curto”: 5 ou 7mm; “longo”: 9 ou 12mm); e a área de superfície (“pequena”: $\leq 600\text{mm}^2$; larga: $> 600\text{mm}^2$). A outra variável coletada, a proporção C/I, foi dividida em três categorias: $C/I \leq 1$, $C/I = 1,1$ até $2,0$ e $C/I > 2$. A média da proporção coroa-implante foi de 1,5. Para análise da perda óssea foram realizadas radiografias periapicais utilizando a técnica de paralelismo do cone longo. A área de superfície dos implantes e a relação C/I não alteraram os níveis da crista óssea. No entanto, o comprimento dos implantes influenciou nos níveis de perda óssea marginal, implantes longos tiveram uma perda óssea maior (0,2 mm a mais) do que os implantes curtos.⁴⁷

Tawill e Younan,⁵² em 2003, avaliaram também a influência da relação coroa/implante e de diferentes tratamentos protéticos na perda óssea marginal em implantes instalados na região posterior. Um total de 192 implantes foram instalados em 83 pacientes parcialmente edêntulos. As restaurações implanto-suportadas foram divididas em três grupos de acordo com suas respectivas relações coroa/implante: (a) 0-0,99; (b) 1-1,99; (c) ≥ 2 . A média da relação

coroa/implante foi de 1,77 (+- 0,56). Um total de 51 implantes (26,5 %) tinham uma relação coroa/implante igual ou maior que 2. Neste grupo, três implantes falharam, resultando em um índice de sucesso de 94,1%. A quantidade de perda óssea foi de 0,34 (+- 0,27 mm) para o grupo *a*; 0,03 (+- 0,15 mm) para o grupo *b*; e 0,02 mm para o grupo *c*. O tipo de retenção, esplintagem ou presença de extensão em *cantilever* não resultou em efeito na crista óssea circundante. Os autores concluíram que restaurações com relação coroa/implante entre 2 e 3 podem ser utilizadas com sucesso na região posterior.⁵²

A proporção coroa-implante e outros fatores mecânicos relacionados à prótese como dimensão da mesa oclusal, natureza da dentição antagonista, *cantilever* mesial e distal, dimensão méso-distal das próteses em relação com o número e a distribuição dos implantes, material de recobrimento e hábitos parafuncionais foram alvo de estudo também por Tawil et al.,⁶³ em 2006, que relacionaram tais fatores com índices de complicações em implantes curtos. Foram instalados 262 implantes em 109 pacientes e acompanhados por um período médio de 53 meses. Poucos implantes tiveram uma relação C/I < 1 ou > 2 (16,2%). A extensão da mesa oclusal variou de 5,4 a 8,3mm. A dentição antagonista mais frequente era dentes naturais e prótese fixa suportada por dentes naturais ou implantes. Para análise da perda óssea foram realizadas radiografias periapicais utilizando a técnica de paralelismo do cone longo. Nenhuma diferença significativa na perda óssea peri-implantar foi relacionada com a relação C/I ou dimensão da mesa oclusal. Nem mesmo a extensão de *cantilever* ou bruxismo tiveram efeito significativo na perda óssea peri-implantar.

Um implante foi perdido em um paciente com bruxismo severo após 7 anos de função. O aumento da relação C/I e da dimensão da mesa oclusal não parecem ser o principal fator de risco. Portanto, os autores sugerem que implantes curtos são uma solução viável em sítios com redução da altura óssea, mesmo quando os parâmetros protéticos excedem os valores normais, desde que a orientação da força e a distribuição de cargas foram favoráveis e a parafunção controlada.⁶³

Através de uma revisão sistemática da literatura, Blanes et al.,⁴² em 2009, avaliaram a ocorrência de complicações biológicas e técnicas da relação coroa/implante em reabilitações implanto-suportadas. Foram selecionados estudos longitudinais prospectivos com um período mínimo de acompanhamento de 4 anos. Foram avaliados a sobrevida dos implantes, a perda óssea periimplantar, fratura de implante e complicações técnicas relacionadas com os componentes protéticos e supra-estruturas. A análise dos dados qualitativos revelou que a taxa de sobrevivência de reabilitações protéticas com uma relação coroa/implante maior que 2 foi de 94,1%. Além disso, a perda óssea periimplantar pareceu não ser influenciada pela relação coroa/implante, com exceção de um estudo que relatou uma perda óssea marginal maior nas restaurações com relação coroa/implante menores (<1) comparado com as maiores (>2). Complicações técnicas nos componentes e na supra-estrutura não foram encontradas em nenhum estudo. Segundo o autor, a literatura atual mostrou que a relação coroa/implante de restaurações implanto-suportadas não influencia a perda óssea periimplantar.⁴²

Em outra revisão sistemática da literatura, Annibali et al.,⁴³ em 2012, concluíram que, dentre os apenas 6 estudos (dos 884 iniciais) que relatam a quantificação da perda óssea periimplantar, não foi possível a comparação entre os dados por estes apresentarem “baseline” diferentes – isto é, enquanto uns utilizam a imagem pós-cirúrgica, outros utilizam a do momento de instalação da prótese. Contudo, todos os estudos ficaram dentro dos padrões de sucesso estipulados por Abreksson et al. em 1986 para perda óssea periimplantar.⁴³

Anitua et al.,⁶⁴ em 2014, em estudo retrospectivo sobre implantes curtos, de 5,5 ou 6,5mm de comprimento, com pelo menos 12 meses de acompanhamento, através de radiográficas panorâmicas mensuraram a proporção C/I e a perda óssea periimplantar. Foram computados 45 implantes em 34 pacientes, tendo um tempo médio de acompanhamento de 23,18 meses. A média da proporção C/I foi de 2,44, e a perda óssea média de $1,01 \pm 0,68$ mm na mesial e $0,89 \pm 0,7$ mm na distal. Os autores não conseguiram relacionar a proporção C/I com as alterações nos níveis ósseos.

Mezzomo et al.,⁶² em 2014, em uma revisão de literatura sobre implantes menores que 10mm instalados em região posterior e reabilitados com próteses unitárias, analisa em relação aos desfechos sobrevida, falhas biológica e mecânicas, e perda óssea periimplantar diversos prováveis fatores de risco, entre eles a proporção C/I. Foram analisados 762 implantes em 360 pacientes, com um período médio de acompanhamento de $40 \pm 33,72$ meses, sendo encontrada uma perda óssea média de 0,83mm. Contudo, demonstrouse uma grande heterogeneidade entre os estudos (89%). A análise não

demonstrou relação entre a proporção C/I e alterações nos níveis ósseos periimplantares.

Em uma nova revisão sistemática da literatura Pazmin et al.,⁶⁵ em 2014, motivados pelo crescente uso de implantes curtos, visa esclarecer os efeitos da proporção C/I sobre a perda óssea periimplantar. Foram selecionados 13 estudos prospectivos e retrospectivos, todos clínicos em humanos e com pelos menos 6 meses de observação. Os resultados demonstram que um aumento na proporção C/I ocasiona uma diminuição nos níveis de perda óssea, gerando um efeito protetor. Contudo, os autores ressaltam a limitada e conflitante informação de dados presente na literatura.

2.4 Metodologia de Aferição de Perda Óssea

Sewerin,⁶⁶ em 1990, relata que a avaliação radiográfica da altura óssea marginal é primordial no controle longitudinal de implantes osseointegrados, devendo essa ser a mais precisa possível. Através de um modelo experimental para analisar a influência de diferentes espessuras de tábuas ósseas vestibulares e linguais e diferentes angulações de raios na mensuração da perda óssea marginal, o autor conclui que tais tábuas ósseas podem superestimar os níveis ósseos, subestimando a perda óssea periimplantar. Para minimizar tal fator, um paralelismo rigoroso entre os eixos de fixação da película radiográfica e o cone do raio-x é essencial para obter resultados válidos.

Blanes et al.,⁶⁷ em 2007, em um estudo prospectivo de acompanhamento clinico-radiográfico de implantes ITI® descrevem que a

mensuração da perda óssea foi realizada através de radiografias periapicais, utilizando a técnica do paralelismo com cone longo, de modo que as roscas dos implantes ficassem com a imagem nítida. Nenhum outro instrumento foi utilizado para a standardização das radiografias. Depois de reveladas, estas eram projetadas de forma a ficarem ampliadas e sobre essa imagem dois examinadores diferentes marcavam os pontos de referência. Ambos examinadores faziam as marcações duas vezes com uma semana de intervalo entre elas e, após, chegavam a um consenso. Com os pontos foram feitas medidas lineares entre eles - a medida do comprimento total do implante (do ombro até a porção mais apical), e a distância do ombro até o primeiro contato osso-implante na mesial e distal. A medida real era calculada previamente a partir da medida real do implante ou a medida entre as roscas e então através de uma regra de três chegava-se às outras medidas reais, sendo essas medidas comparadas entre a primeira e a última radiografia, perda óssea total, e também à perda óssea por ano de acompanhamento. A perda óssea anual média foi de $0.04 \pm 0.2\text{mm.}$, sendo que implantes *hollow-cylinder* apresentaram maior perda óssea ($0.13 \pm 0.24\text{mm}$) que implantes *hollow-screw* ($0.02 \pm 0.19\text{mm}$).

Rossi et al.,¹⁷ em 2010, realizaram um estudo prospectivo de 24 meses de acompanhamento de implantes de 6-mm de comprimento em regiões posteriores, reabilitados com próteses unitárias. A reabsorção óssea foi medida através de radiografias periapicais, na distal e mesial do implante, de acordo com a metodologia de um estudo prévio.⁶⁷ A distância na radiografia entre a ponta das cúspides e a plataforma do implante foi denominada coroa

anatômica, sendo a coroa clínica a soma da coroa anatômica e a região de perda óssea do implante. O cálculo da relação coroa/implante foi feito através da relação entre a altura da coroa anatômica e o comprimento do implante (6-mm) somado ao comprimento do pescoço (2,8-mm). Já o cálculo da proporção com a coroa clínica era realizado através da relação entre a altura da coroa somada à medida do implante que não está em contato com o osso e o comprimento do implante com o pescoço subtraído da área que não se encontra em contato com osso. A perda óssea média antes da colocação da prótese foi de $0,34 \pm 0,38$ mm. Após receber carga a perda óssea média no primeiro ano foi de $0,23 + 0,33$ mm e de $0,21 + 0,39$ mm no segundo ano, não encontrando relação entre a proporção coroa/implante e os níveis de perda óssea.

Draenert et al.,⁶⁸ em 2012, em estudo retrospectivo sobre implantes curtos em mandíbulas, avaliaram a perda óssea marginal com o uso de radiografias panorâmicas analisadas no programa ImageJ®, versão 1.3v (programa livre da Wayne Rasband, National Institutes of Health, Bethesda, MD, EUA). Os implantes eram avaliados separadamente comparando a radiografia inicial e a radiografia logo após instalação da prótese, medindo a perda óssea linear e em área (2D em mm²). As perdas ósseas marginais médias lineares e em área foram de 0,6mm e 0,7mm², respectivamente.

Em um estudo retrospectivo com observação de 5 a 10 anos sobre implantes curtos na região posterior restaurados com coroas unitárias, Lai et al.,⁶⁹ em 2013, mensuraram a perda óssea marginal através de radiografias periapicais tiradas após a colocação do implante e na instalação da prótese e

nas revisões. O nível do osso marginal em relação ao ombro do implante foi averiguado nas faces mesial e distal com o uso do programa de computador SIDEXIS® v.1.12 (Sirona Dental System GmbH, Bensheim, Alemanha). Para tal, foram desenhadas algumas linhas de referência: (a) o longo eixo do implante, (b) a linha da plataforma do implante, (c) o mais coronal nível de contato osso-implante na mesial, (d) o mais coronal nível de contato osso-implante na distal, sendo o nível ósseo marginal medido por uma linha paralela a “a” e perpendicular às demais, ligando “b” e “c”, ou “b” e “d”, conforme o lado a ser mensurado. A perda óssea marginal média entre a instalação do implante e os dez anos de acompanhamento foi de $0,063 \pm 0,68\text{mm}$.

Radiografias intraorais são comumente usadas para avaliação de modificações ósseas ao redor de implantes osseointegrados. No entanto, este exame tem como limitação sua natureza bidimensional (2D), ocasionando sobreposição de estruturas, impossibilidade de visualizar a tábua óssea vestibular e lingual ou palatal, além da imprecisão geométrica do exame. Tomografias computadorizadas tipo Cone Beam (CBTC) parecem ser uma solução para as limitações anteriormente mencionadas. Vandenberghe et al.,⁷⁰ em 2007, em estudo onde compararam imagens de radiografias periapicais digitais com CBCT, tendo como modelos *gold standard* uma mandíbula de cadáver e um esqueleto seco, concluem que ambos os métodos são eficazes em delimitar a profundidade do defeito, inclusive apresentando os mesmos índices de subestimação e superestimação do defeito. Contudo os autores salientam que a visualização da lâmina dura, a característica do trabeculado ósseo e o contraste entre os tecidos são melhores visualizados em radiografias

periapicais, enquanto defeitos na região de furca e a descrição da morfologia dos defeitos são melhores visualizados pela tomografia. Logo, concluem que um exame não substitui em todos os aspectos ao outro, e que em determinados casos de terapia ambos os exames são necessários.

Somando-se ao estudo anterior, a investigação de Mengel et al.⁷¹, em 2006, com o uso de mandíbulas secas e confecção de defeitos periimplantares também atesta a acurácia da CBTC na aferição de defeitos, e ainda relatam ser a CBTC mais precisa para tal que a CT Multi Slice também utilizada no estudo.

Kamburoglu et al.,⁷² em 2014, em estudo que também visa verificar a acurácia de tomografias computadorizadas Cone Beam em diagnosticar defeitos ósseos perimplantares com metodologia semelhante ao estudo anteriormente citado, através do uso de mandíbulas secas e confecção de defeitos ósseos simulados na tábua óssea vestibular relatam a capacidade por mais de um examinador de diagnosticar a presença ou não de um defeito ósseo bem como mesurar as suas dimensões através de tomografias computadorizadas tipo Cone Beam.

O estudo de Carpas et al.,³² em 2011, teve como um dos seus objetivos comparar a perda óssea através de Cone Beam e radiografias intra-orais, tendo como referência os cortes histológicos feitos em mini-porcos após 3 meses de inserção do implante. Correlações significativas puderam ser observadas entre o nível ósseo avaliado histologicamente e o nível de osso medido em radiografias e imagens tomográficas. Em média, tomografias e radiografias apresentaram diferenças na mensurações de 1,2 e 1,17 milímetros

respectivamente, comparado ao corte histológico, subestimando defeitos e perdas ósseas.

Miyamoto e Obama,³³ também em 2011, com o objetivo de avaliar a influência da espessura da tábua óssea vestibular na perda óssea vertical e consequente recessão gengival pós operatórias em implantes na região anterior de maxila fizeram uso de acompanhamento por tomografias computadorizadas tipo Cone Beam (CBCT), mensurando a tábua óssea vestibular através de uma linha perpendicular ao implante, partindo do implante a parte mais externa do osso vestibulares em diferentes regiões do implante, utilizando um corte sagital que passa pelo centro do implante. As alterações dimensionais em tecidos moles e duros foram monitoradas para determinar a influência da tábua óssea vestibular bem como de duas diferentes técnicas de colocação de implantes: tardio e imediato, sendo que na primeira técnica foi realizada regeneração óssea guiada junto a colocação do implante, utilizando membranas não reabsorvíveis e reabsorvíveis. Os resultados sugerem que as recessões gengivais foram significativamente menores na colocação tardia, especialmente quando se utiliza uma membrana não reabsorvível, e a espessura do osso vestibular, medido por CBCT, demonstrou ser um indicador eficaz para avaliar a perda óssea vertical e recessão gengival na região anterior.

Somando-se ao estudo anterior, Roe et al.,³⁴ em 2012, avaliaram alterações dimensionais verticais e horizontais através de tomografias computadorizadas Cone Beam ao redor de implantes imediatos colocados na região anterior com um período de acompanhamento de um ano. Os autores

concluíram que, embora os procedimentos de enxerto ósseo no *gap* entre implante e tábua óssea vestibular sejam benéficos para a estabilidade óssea horizontal, perdas horizontais e verticais ainda devem ser esperadas, especialmente ao nível da plataforma do implante. Sendo isso, ao menos parcialmente devido ao fato de que alterações na face horizontal, espessura do osso vestibular, estão correlacionados com mudanças verticais do nível ósseo.

A sobreposição de diferentes imagens tridimensionais obtidas através de tomografia computadorizada Cone Beam (CBCT) é um método que permite a mensuração volumétrica de alterações anatômicas de determinadas áreas de interesse. Na Odontologia encontramos exemplos de tal metodologia em diversas áreas, mas não no acompanhamento dos tecidos periimplantares.^{37 - 44}

Ahmad et al.,⁷³ em 2013, observaram alterações volumétricas nas mandíbulas de pacientes que foram reabilitados com *overdentures* através da colocação de dois implantes na região dos caninos. Foram feitas tomografias computadorizadas Cone Beam, antes da instalação dos implantes, 12 e 24 meses após a prótese. As imagens foram sobrepostas em formato “STL” (Standard Tessellation Language) através do software Mimics®. Contudo, as alterações volumétricas nas regiões mais próximas aos implantes não foram mensuradas devido à dificuldade de visualização por possíveis artefatos na imagem, bem como a região entre os caninos onde foram feitas alterações no tecido ósseo propositais no momento da inserção dos implantes, sendo o objetivo do trabalho avaliar apenas a região posterior que serve de suporte à base da prótese. O *threshold value* foi aplicado personalizado para cada

exame, sendo que através de um estudo piloto prévio os autores concluíram que mudanças no *threshold value* de até 20% não afetam significativamente as reconstruções em STL. A região de interesse apresentou uma reabsorção volumétrica de 3,7% e 2,5% no primeiro e segundo ano respectivamente.

3. MANUSCRITO 1

Fatores de risco para falhas biológicas e mecânicas em implantes curtos (6mm) unitários em região posterior: Estudo prospectivo clínico-radiográfico

Resumo

O objetivo deste estudo prospectivo de coorte foi avaliar a taxa de complicações protéticas, falhas de implantes e perda óssea marginal dos implantes dentários de 6-mm restaurados com coroas unitárias em regiões posteriores, e seus possíveis fatores de risco. **Metodologia:** Foram instalados 46 implantes Standard Plus Regular Neck SLActive® (Straumann) de 6-mm de comprimento e 4.1-mm de diâmetro em 20 pacientes. Os pacientes foram examinados clínico-radiograficamente logo após a instalação da prótese e posteriormente a cada 12 meses. Os potenciais fatores de risco (arcada, presença de bruxismo, força máxima de mordida, proporção coroa/implante (C/I) anatômica e clínica, e área da mesa oclusal) foram analisados com os desfechos: sobrevida dos implantes, perda óssea e complicações protéticas. **Resultados:** O tempo médio de acompanhamento foi de 45 ± 9 (16; 57) meses. Não houve perda precoce de implantes; após o carregamento protético ocorreram 4 perdas de implantes (sobrevida de 91,3%) e 13 complicações protéticas (28,3%), gerando um índice de sucesso de 65,2%. O termo de fragilidade demonstrou uma probabilidade 95% maior de perda na mandíbula

em relação à maxila. Houve perda óssea peri-implantar média de $0,2 \pm 0,4\text{mm}$, de $0,1 \pm 0,2\text{mm}$, de $0,1 \pm 0,3\text{mm}$, e de $0,2 \pm 0,4\text{mm}$ no primeiro, segundo terceiro e quarto ano respectivamente, com perda média acumulada de $0,3 \pm 0,5\text{mm}$ aos 48 meses. No modelo multinível os efeitos da proporção C/I clínica e do tempo foram significativos sobre a perda óssea ($P < 0,001$), estimando-se que para um aumento de uma unidade no tempo (12 meses) e de 0,1 na proporção C/I clínica está associada uma perda média de 0,1mm para cada um dos fatores. Os demais prováveis fatores de risco não apresentaram relação estatisticamente significativa com os desfechos estudados. **Conclusões:** Os implantes de 6 mm podem ser uma alternativa segura de tratamento. Contudo, a mandíbula apresenta maior risco de falhas. Os fatores tempo e proporção C/I clínico apresentaram-se como preditores de perda óssea. As complicações protéticas apresentaram-se mais elevadas que o reportado na literatura, porém todas de fácil resolubilidade.

Palavras-chave: Implantes dentários; Implantes curtos; Perda óssea periimplantar; Radiografia; Estudo clínico prospectivo.

Introdução

A reabilitação da estética e da função mastigatória com próteses sobre implantes dentários pode ser realizada em diversas situações clínicas com segurança.^{1,2} Contudo, muitas vezes a pouca disponibilidade de tecido ósseo dificulta ou impossibilita o tratamento com implantes sem técnicas regenerativas prévias, principalmente em regiões posteriores, tanto na maxila quanto na mandíbula.³ As técnicas reconstrutivas de rebordos reabsorvidos geram aumento de morbidade, número de intervenções cirúrgicas e tempo de espera e custos do tratamento, muitas vezes impossibilitando o uso de próteses provisórias, além de reduzir as taxas de sucesso.^{3,4} Para minimizar estes fatores em pacientes com altura óssea limitada, o uso de implantes curtos oferece aos cirurgiões-dentistas e aos pacientes uma opção para restaurações protéticas. Entretanto, ainda não há consenso sobre a definição de comprimento para que um implante seja considerado curto. Na literatura, há estudos que consideram como curtos os implantes comprimento igual ou menor a 10 mm,⁵⁻¹² comprimento inferior a 8 mm,¹³⁻¹⁵ ou, mais recentemente, com 6 mm ou menos.¹⁶⁻¹⁸

As falhas em reabilitações com implantes osseointegrados podem ser classificadas em biológicas ou mecânicas. As falhas biológicas podem ocasionar a perda da osseointegração ou perda óssea peri-implantar. Dentre as falhas mecânicas, as mais frequentes são fratura do implante, fratura do pilar e perda do torque do parafuso de fixação e/ou fratura do mesmo.^{19,20}

Considera-se que fatores inerentes à prótese, como área oclusal e altura da coroa em relação ao implante, bem como fatores inerentes ao paciente como força de mordida, presença de bruxismo e região óssea onde o implante está instalado possam ser modificadores do comportamento biomecânico do conjunto implante-prótese, assim como dos tecidos circunvizinhos a esse conjunto, podendo gerar alterações mecânicas e/ou biológicas.^{9,21}

Evidências clínicas recentes com implantes curtos demonstram que a perda óssea marginal ao redor desses implantes é similar aos de tamanho convencional.^{22,23} Contudo, esses resultados deveriam ser analisados com cautela, mensurando a proporcionalidade da perda em relação ao tamanho do implante. Alguns autores recomendam a espiantagem de implantes curtos, principalmente em regiões posteriores, como forma de aumentar a área de superfície funcional quando uma carga é aplicada sobre a prótese. Isto, por sua vez, compensaria o tamanho reduzido do implante, podendo proporcionar maior distribuição de forças junto à interface osso/implante e componentes protéticos.⁹ Entretanto, com o desenvolvimento das novas tecnologias de tratamento de superfície dos implantes e seus novos desenhos, tem sido cada vez mais aceita a utilização de implantes curtos unitários, o que exige maior estabilidade mecânica e biológica do conjunto implante-coroa protética.²⁴

O uso de implantes de comprimento reduzido ainda não é consenso dentro da Odontologia, particularmente os implantes de 6-mm de comprimento. Ainda é desconhecido seu comportamento em função quando submetido a situações de maior exigência biomecânica, como uma proporção

coroa/implante desfavorável (>0,5) e em próteses unitárias posteriores, onde existe uma maior incidência de forças mastigatórias.

Portanto, este estudo avaliou o acompanhamento clínico e radiográfico de implantes dentários de 6-mm de comprimento restaurados com coroas unitárias em regiões posteriores de maxila e mandíbula. O objetivo foi avaliar a incidência de falhas de implantes, complicações protéticas, perda óssea marginal e seus possíveis fatores de risco.

Metodologia

O delineamento deste trabalho caracteriza-se como um estudo prospectivo de coorte, com um acompanhamento clínico-radiográfico de até 57 meses. O projeto de pesquisa foi aprovado pela Comissão Científica da Faculdade de Odontologia da PUCRS e no CEP-UBEA/PUCRS e registrados na Plataforma Brasil do Ministério da Saúde do Brasil. A amostra foi constituída por pacientes atendidos em clínica privada, conforme os critérios de elegibilidade. Todos os sujeitos aceitaram voluntariamente participar da pesquisa e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

Critérios de Elegibilidade

Critérios de inclusão: 1- pacientes adultos com necessidade de implantes unitários em região posterior de maxila e mandíbula; 2- pacientes com indicação de implantes de 6-mm de comprimento, avaliados pela Tomografia Computadorizada Cone Beam (CBTC), respeitando-se uma

margem de segurança de 2mm em relação ao canal mandibular ou ao assoalho do seio maxilar.

Crítérios de exclusão: 1- problemas anteriores de falha de osseointegração na região de interesse; 2- diabetes tipo 2 sem controle; 3- imunossupressão; 4- radioterapia local; 5- doença periodontal ativa nos dentes remanescentes; 6- pobre higiene oral (IPV >30%; ISG >30%); 7- portadores de Prótese Parcial Removível e/ou Prótese Total na arcada antagonista.

Procedimentos

Os dados foram coletados nos seguintes momentos:

-T0 (consulta inicial): anamnese, exame clínico, avaliação periodontal, avaliação da Tomografia Computadorizada para planejamento cirúrgico, aferição da força máxima de mordida, aplicação do questionário de bruxismo e orientação para uso do BiteStrip® (SLP, Pulheim-Stommein, Alemanha).

-T1 (instalação do implante): todos *Standard Plus Regular Neck SLActive* (Straumann Dental Implant System®, Waldenburg, Suíça), de 6-mm de comprimento e com diâmetro de 4.1-mm, anotação dos dados relativos ao lote de fabricação e ao torque de inserção.

-T2 (instalação da prótese – baseline): anotação dos dados da prótese (tipo de pilar, tipo de revestimento estético), anotação das dimensões clínicas da coroa protética com paquímetro digital (Mitutoyo®, Suzano, SP, Brasil), realização de radiografia periapical digitalizada customizada.

-T3, T4, T5 e T6 (consultas de controle aos 12, 24, 36 e 48 meses após instalação da prótese): avaliação clínica dos implantes (dor, infecção, mobilidade), realização de radiografia periapical digitalizada customizada, avaliação clínica da prótese.

Exame Clínico

Os voluntários foram submetidos a uma anamnese utilizando um questionário estruturado padronizado para obtenção das variáveis sócio-demográficas, médicas e odontológicas.

Através do exame físico, foram coletados dados sobre estado atual da condição bucal, condição periodontal, padrão oclusal, presença de facetas de desgaste, número de dentes ausentes e palpação dos músculos da mastigação.

Bruxismo e Força Máxima de Mordida

Utilizou-se questionário²⁵ para auto-relato de bruxismo pelo paciente, obtendo-se uma variável dicotômica (sim/não) para presença de bruxismo.

Adicionalmente, o paciente utilizou o dispositivo BiteStrip® (SLP, Pulheim-Stommein, Alemanha), segundo instruções do fabricante, para registrar a atividade eletromiográfica do masseter durante o sono, indicando a presença, a frequência, e o grau de intensidade do bruxismo.²⁶ Os registros foram categorizados em dois grupos de acordo com o escore do BiteStrip®: 1- sem bruxismo ou forma leve (escores 0 e 1); 2 – bruxismo moderado ou severo (escores 2 ou 3).

A força máxima de mordida foi aferida usando-se um transdutor de força compressiva de arco cruzado (Sensotec 13/2445-02, Columbus, OH, Estados Unidos).²⁷ O paciente era solicitado a morder com intensidade máxima o transdutor por 3 vezes. Uma média aritmética dos 3 valores obtidos ficou registrado como o valor da Força Máxima de Mordida.

Protocolo Cirúrgico e Protético

Foram instalados implantes Standard Plus Regular Neck SLActive® (Straumann Dental Implant System®, Waldenburg, Suíça) de 6-mm de comprimento e com diâmetro de 4.1-mm, seguindo o protocolo de um único estágio cirúrgico como recomendado pela empresa.

O procedimento cirúrgico de instalação do implante foi realizado sob anestesia local. Foi realizada incisão linear sobre a crista do rebordo e o descolamento total do retalho. Quando necessária foram feitas incisões relaxantes. Com o auxílio de um contra-ângulo Kavo® 16:1 (Kavo Dental, Biberach, Germany) acoplado em um motor elétrico seguiu-se a seqüência de fresagem cirúrgica preconizada pela empresa (broca esférica 1.4 mm, broca esférica 2.3 mm, broca piloto 2.2 mm, broca piloto 2.8 mm e broca helicoidal 3.5 mm), porém sem a utilização da broca de perfil e do promotor de rosca. A velocidade de rotação para a perfuração do sítio cirúrgico foi de 900 rpm.

A instalação do implante foi realizada através do contra-ângulo, com o auxílio do adaptador, em uma velocidade de 18 rpm. O implante foi inserido até o limite entre a superfície tratada das roscas e a superfície lisa da plataforma.

Em seguida, instalou-se a tampa de cicatrização e a sutura simples foi realizada com fio de nylon 4.0. Após a cirurgia todos os pacientes foram medicados com antibiótico (Amoxicilina 500mg de 8 em 8 horas durante 7 dias), antiinflamatório (Nimesulida 100mg de 12 em 12 horas durante 4 dias) e orientados a fazer bochechos com digluconato de clorexidine 0,12% durante 15 dias. As suturas foram removidas após 7 a 10 dias da cirurgia. Adotou-se o protocolo de cicatrização dos implantes de um estágio cirúrgico.

Após o período de osseointegração de 90 dias, protocolo de carga convencional, foi realizada toda sequência clínica para confecção de uma coroa unitária metalo-cerâmica (moldagem de transferência, prova da infraestrutura metálica e prova da porcelana). Todas as coroas foram confeccionadas utilizando o pilar synOcta® e cilindros calcináveis (Straumann Dental Implant System®, Waldenburg, Suíça) para coroas aparafusadas, instaladas com torque de 35 N.cm no pilar protético e 15 N.cm no parafuso protético.

Determinação da relação coroa-implante (C/I) Clínica e Anatômica e Área da Mesa Oclusal

Para determinação da relação coroa-implante clínica (C/I clínica), a crista óssea marginal foi utilizada como referência. A coroa clínica foi definida como a medida, em milímetros, da crista óssea até a face oclusal da coroa metalocerâmica. A medida do implante foi definida como sendo a distância da crista óssea até a porção mais apical do implante.^{17,28}

Para a determinação da relação coroa/implante anatômica (C/I anatômica) a medida da coroa foi definida como uma medida em milímetros da plataforma do implante até a face oclusal da coroa, sendo a medida do implante seu corpo mais a plataforma (Figura 1).

A área da mesa oclusal foi calculada a partir de mensurações das dimensões clínicas da coroa protética com o paquímetro digital. Mediram-se a maior distância mesio-distal e a maior distância vestibulo-palatal/lingual, as quais foram multiplicadas para estimar a área da mesa oclusal em mm².

Avaliação da Perda Óssea Marginal

Para a mensuração da perda óssea marginal utilizou-se radiografia periapical.^{17,28,29,30} Foram realizadas radiografias periapicais dos implantes utilizando a técnica do paralelismo com cone longo, com posicionadores radiográficos (Rinn XCP[®], Dentisply, EUA) customizados para cada paciente com o auxílio de silicona de condensação (Zetalabor[®], Zhermack SpA, Itália) (Figura 2). Foi utilizado o sensor digital Krystal X Easy (Owandy[®], Paris, França), e seu respectivo software (Owandy Quick Vision[®], Paris, França) para aquisição das imagens. Utilizou-se um aparelho de raios X Gnatus Timex 70c (Gnatus[®], Brasil), com 65 kVp e 7,5 mA, e tempos de exposição de 0.10s (pré-molares superiores e inferiores e molares inferiores) e 0.12s (molares superiores).

A radiografia basal foi realizada imediatamente após a instalação da prótese, e as demais avaliações foram feitas com 12, 24, 36 e 48 meses após a instalação da prótese em sessões de controle clínico de rotina.

O nível ósseo marginal em relação à plataforma do implante foi averiguado com o uso do programa de computador ImageJ®, versão 1.3v (programa livre da Wayne Rasband, National Institutes of Health, Bethesda, MD, EUA). Para tal, foram desenhadas algumas linhas de referência: (a) o longo eixo do implante, (b) a linha da plataforma do implante, (d) o mais coronal nível de contato osso-implante na mesial, (c) o mais coronal nível de contato osso-implante na distal, sendo o nível ósseo marginal medido por uma linha paralela a “a” e perpendicular às demais, ligando “b” e “c”, ou “b” e “d”, (Figura 3) conforme o lado a ser mensurado.³⁰

As medições foram realizadas nas regiões mesial e distal, calculando-se a média das duas faces. Foram realizadas duas medições para cada implante por um mesmo examinador, com um intervalo mínimo de 15 dias entre elas (concordância intra-examinador: coeficiente de correlação intraclassa de 0,9).

Avaliação Clínica dos Implantes e Próteses

Foram coletados dados sobre presença de dor, mobilidade e infecção baseados nos indicadores de sucesso e de sobrevida de implantes e próteses, de acordo com consensos internacionais em osseointegração.^{31,32} Os critérios de sucesso incluíram ausência de supuração e de mobilidade do implante, perda óssea menor do que 1,5 mm após os primeiros 12 meses e sem exceder 0,2 mm para cada ano seguinte de acompanhamento, não mais que 50% de perda óssea e, ainda, ausência de instabilidade protética, ausência de complicações protéticas na interface implante-pilar, tais como afrouxamento

e/ou fratura do parafuso, fratura do material de revestimento e fratura do implante e pilar protético.

Análise Estatística

Os dados foram analisados inicialmente de forma descritiva para caracterização da amostra.

Para a análise das falhas protéticas e das perdas dos implantes foi utilizado um modelo paciente-específico com fragilidade Weibull (*shared frailty model*), considerando um efeito aleatório para paciente com distribuição normal. O termo de fragilidade permite obter estimativas de parâmetros e respectivos erros padrões corrigidos, considerando tanto correlações entre implantes em um mesmo paciente quanto potencial heterogeneidade não observada entre pacientes. As análises foram realizadas por meio do procedimento PROC NLMIXED do programa SAS Versão 9.4.³³

Para a análise da perda óssea ao longo do tempo foi utilizado um modelo multinível com medidas repetidas ao longo do tempo para avaliar o efeito (ou a associação) dos preditores e do tempo sobre a perda óssea, considerando a estrutura hierárquica de implantes em cada paciente e estrutura de correlação (*exchangeable*). O método de slices e médias estimadas ajustadas por mínimos quadrados (*least squares means*) foram usadas para avaliar interações com preditores categóricos e o tempo. O efeito de tempo sobre a perda óssea foi testado através de uma análise de complementação usando regressão polinomial por meio de PROC GENMOD do programa SAS Versão 9.4.³³

Resultados

Foram acompanhados 46 implantes, distribuídos conforme demonstra os dados demográficos e clínicos na tabela 1. O tempo médio de acompanhamento pós-carregamento protético foi de 45 ± 9 meses (16; 57). Não houve perda de implantes antes do carregamento protético. Após o carregamento protético ocorreram 4 perdas de implantes (8,7%), resultando em uma taxa de sobrevivência de 91,3%. Houve perda de 2 implantes na mandíbula (12 e 13 meses após carga) e de 2 na maxila (34 e 41 meses após carga), demonstrando uma probabilidade 95% maior de perda na mandíbula em relação a maxila, de acordo com o termo de fragilidade (Tabela 2).

A única complicação protética observada foi o afrouxamento do parafuso protético em 13 das 46 coroas (28,3%). De acordo com os critérios de sucesso adotados, o índice de sucesso foi de 65,2% (16 dos 46 implantes tiveram algum tipo de falha).

Não houve um aumento estatisticamente significativo de risco de complicação protética para nenhum dos potenciais fatores de risco (arcada, presença de bruxismo averiguada pelo Bitestrip®, presença de bruxismo por auto-relato, força máxima de mordida, proporção C/I anatômica, proporção coroa/implante clínica e área da mesa oclusal) (Tabela 3). Contudo, observou-se uma tendência maior de risco de falhas na mandíbula em relação à maxila (Figura 4, Tabela 3), bem como para pacientes com bruxismo de acordo com o auto relato (Figura 5, Tabela 3).

Quanto à perda óssea peri-implantar, observou-se perda média de $0,2 \pm 0,4$ mm (-0,4; 1,6) no primeiro ano, de $0,1 \pm 0,2$ mm (-0,7; 0,4) no segundo ano, de $0,1 \pm 0,3$ mm (-0,4; 1,4) no terceiro ano, e de $0,2 \pm 0,4$ mm (-0,1; 1,5) no quarto ano, com perda média acumulada de $0,3 \pm 0,5$ mm (-0,4; 1,5) aos 48 meses, comparada ao carregamento protético (baseline).

No modelo multinível para perda óssea e fatores de risco, não houve efeito de proporção C/I anatômica, área da coroa, força máxima de mordida, bruxismo e arcada sobre a perda óssea ao longo do tempo. Já no modelo sem interações com tempo, somente o efeito principal de tempo foi significativo ($P < 0,001$) e a análise de complementação evidenciou um efeito linear do tempo sobre a perda óssea ($P = 0,004$) (Tabela 4).

Utilizando o mesmo modelo com substituição da proporção C/I anatômica pela proporção C/I clínica, houve efeito da proporção C/I clínica sobre a perda óssea ao longo do tempo, mas não para os demais fatores. Já no modelo sem interações com tempo, foram significativos os efeitos principais da proporção coroa/implante clínica ($P < 0,001$) e do tempo ($P < 0,001$), e a análise de complementação evidenciou um efeito linear do tempo sobre a perda óssea ($P = 0,004$) (Tabela 5).

No modelo de regressão multinível, analisando-se a proporção C/I anatômica e o tempo, estimou-se que para um aumento de uma unidade no tempo (12 meses) está associada uma perda óssea média de aproximadamente 0,1 mm (IC 95%: 0,05; 0,13), ajustada pela proporção C/I anatômica. Já para o modelo com a proporção C/I clínica e o tempo, estima-se

que para aumento de uma unidade no tempo (12 meses) está associada uma perda óssea média de aproximadamente 0,1 mm (IC 95%: 0,02; 0,05), ajustada pela medida da proporção C/I clínica. Similarmente, para um aumento de 0,1 na proporção coroa/implante clínica estima-se um aumento médio de 0,1 mm na média da perda óssea, ajustada pelo tempo (IC 95%: 0,02; 0,06) (Tabela 6).

Discussão

Este estudo demonstrou uma taxa de sobrevivência de 91% dos implantes curtos unitários em região posterior, corroborando com trabalhos anteriores que reportam taxas de sobrevivência acima de 90%.^{24,34,35,36} Não houve perda de implante precoce, antes da instalação da coroa, o que poderia ser explicado pelo rigoroso protocolo cirúrgico e de controle. Anitualet al.³⁵ também relataram ausência de perdas precoces em implantes curtos, assim como a revisão sistemática de Momje et al.,³⁶ que demonstrou que o pico de perda de implantes curtos ocorreria entre 4 e 6 anos em função. Por outro lado, na revisão sistemática de Srinivasan et al.³⁴ com 12 estudos de implantes de 6mm, a maioria (76%) das falhas ocorreu antes do carregamento protético. Também Mezzomo et al.²⁴ relataram que 89,7% das perdas de implantes com menos de 10 mm ocorrem de forma precoce.

Já a taxa de sucesso de 65,2% nesta amostra está abaixo das taxas similares reportadas na literatura. Provavelmente, isto se deve ao fato da maioria dos estudos relatarem seus índices com a utilização de critérios de sucesso os quais não levam em consideração dados referentes a complicações protéticas. O que eleva as taxas de sucesso a números similares as taxas de

sobrevivência de implantes. Em estudos com implantes curtos muitas vezes o desfecho protético não é abordado, visto que o foco geralmente é a taxa de sobrevivência dos implantes.^{34, 36}

Embora tenha ocorrido 2 perdas de implante na maxila (34 e 41 meses após carga) e 2 na mandíbula (12 e 13 meses após carga), o termo de fragilidade, o qual considera o tempo de acompanhamento, tempo até a ocorrência das falhas e a relação intra e inter- indivíduos, mostrou uma maior probabilidade de perda de implante de 95% na mandíbula em relação à maxila. A revisão sistemática e meta-análise de Mezzomo et al.²⁴ também apresenta maior índice de perda de implantes curtos unitários na mandíbula. Por outro lado, as revisões de Srinivasan et al.³⁴ e de Ling Sun et al.¹¹ mostram uma maior incidência de perdas na maxila, assim como outros não relatam diferença de índices de falha de acordo com a arcada³⁶. Contudo, nestes trabalhos com resultados divergentes não houve restrição quanto à região de instalação ou quanto à esplintagem ou não dos implantes, o que pode provocar resultados diferentes ao longo do tempo.

A única complicação protética observada durante o período de acompanhamento foi o afrouxamento do parafuso protético, o que ocorreu em 13 das 46 coroas (28,3%). Tais índices encontram-se acima dos números relatados pela maioria dos estudos que dizem ser esse um evento raro independente do tipo de conexão protética. Mezzomo et al.²⁴ relataram um índice de complicações protéticas de 2,8% para implantes curtos unitários. Em uma revisão sistemática sobre afrouxamento de parafusos em coroas unitárias, com diversos tamanhos de implantes, Theoharidou et al.³⁸ apresentaram uma

incidência menor que 3% de perda de torque dos parafusos, independente de ser conexão externa ou interna. Contudo, deve-se salientar que a maioria das próteses eram cimentadas, restando apenas o parafuso do pilar protético para afrouxar, e este, apresenta um torque inicial maior. Entretanto, as próteses do presente estudo foram todas instaladas com sistemas de dois parafusos, sendo que o parafuso protético recebeu uma pré carga inicial menor e, portanto, tende a ser menos estável.³⁹ Do ponto de vista clínico, o afrouxamento de parafuso protético, embora considerado como falha mecânica, é uma intercorrência que necessita de nova intervenção clínica, mas é facilmente reparável.

Este estudo não demonstrou aumento de risco de falha protética com nenhum fator de risco: arcada, presença e intensidade de bruxismo, força máxima de mordida, proporção coroa/implante anatômica, proporção coroa/implante clínica e área oclusal. Contudo, observou-se uma tendência para maior de risco de falhas na mandíbula em relação à maxila, bem como para pacientes com bruxismo. Também na meta-análise de Mezzomo et al.²⁴ a presença de bruxismo e a arcada não foram associados à maior ocorrência de falhas protéticas em implantes curtos unitários.

Dados relativos à coroa protética, como área da mesa oclusal e altura da coroa (C/I clínica e anatômica), os quais também não demonstraram efeito significativo com as falhas protéticas, de certa forma se confrontam com os resultados de Kim et al.⁴⁰ em seu estudo com implantes unitários, de diversos tamanhos, em região posterior, onde também não demonstraram relação entre a proporção C/I e falhas protéticas mas sim entre a o aumento das mensuração méso-distal da coroa e a incidência de afrouxamento de parafusos, o que

analogamente em nosso estudo poderia ser explicitado pela área da mesa oclusal.

Os valores de perda óssea peri-implantar média anual e média acumulada se enquadram nos critérios de sucesso adotados.^{31, 32} Contudo, os implantes com perda óssea anual maior que 0,2mm, após o primeiro ano, foram perdidos ao longo do tempo ou apresentaram falhas protéticas, sendo já computados nas taxas de insucesso. Nenhum dos implantes apresentou perda óssea acumulada igual ou maior que 3mm, logo, não houve perda óssea acima de 50% do comprimento do implante. A perda óssea média nos primeiros 12 meses foi inferior aos 1,5mm esperados de remodelação óssea inicial. Tais resultados devem-se a técnica cirúrgica de apenas um estágio e ao sistema de implantes usado, o qual posiciona a conexão implant-pilar (prótese) a nível gengival, distante 1,8mm do tecido ósseo, promovendo um afastamento vertical do *gap*, não ocasionando uma remodelação óssea após o segundo estágio cirúrgico para a colocação de um pilar de cicatrização e da futura prótese.^{30, 17,}

28

A análise da perda óssea ao longo do tempo, utilizando um modelo multinível com medidas repetidas durante o período de observação para avaliar o efeito (ou a associação) dos preditores e do tempo sobre a perda óssea, demonstrou que somente o fator tempo teve efeito principal significativo no modelo com a proporção C/I anatômica. Já no modelo com a proporção C/I clínica houve associação entre proporção C/I clínica e perda óssea ao longo do tempo, mas não para os demais fatores. Logo, foram significativos os efeitos principais da proporção C/I clínica e do tempo, sem interações com tempo. No

modelo testado, para cada aumento de 0,1 na proporção coroa/implante clínica estimou-se um aumento médio de 0,1 mm de perda óssea. Nos dois modelos testados, o fator tempo foi significativo, tanto ajustado pela proporção C/I clínica como proporção C/I anatômica. A cada 12 meses para ambos os modelos foi estimada uma perda óssea de 0,1 mm, o que se enquadra nos critérios de sucesso adotados e não difere dos níveis relatados de perda óssea em implantes curtos ou convencionais.^{22,23,31,32}

Diversos estudos tentaram demonstrar a relação entre proporção C/I e perda óssea marginal. Modelos teóricos mostraram uma tendência de quanto maior a altura da coroa maior a tensão no tecido ósseo adjacente à região mais cervical do implante, sugerindo possivelmente maior perda óssea local.⁴¹ A tensão no tecido ósseo na região mais cervical do implante seria proporcional à força de alavanca exercida pela altura da coroa somada ao comprimento supra-ósseo do implante, bem como a força de resistência seria exercida pela porção intra-óssea do implante e não pelo seu comprimento total, o que justifica a relação da perda óssea com a proporção C/I clínica e não anatômica, assim como reportado pelo presente estudo^{17,18,22} Contudo, outros estudos^{17,28,42,43} com diferentes metodologias e revisões sistemáticas^{21,24,43} não encontraram relação entre proporção C/I e perda óssea. Além disso, numa outra revisão sistemática⁴⁵ o aumento da proporção coroa/implante mostrou um efeito protetor sobre a perda óssea.

No presente estudo não houve efeito significativo da área oclusal sobre a perda óssea, à semelhança dos achados de Tawil et al.⁴² que estudaram diversos fatores protéticos que poderiam influenciar na perda óssea, inclusive

as dimensões méso-distal da coroa. Estas poderiam atuar de forma semelhante à presença de um cantilever, acarretando uma força de alavanca horizontal que somando-se à alavanca vertical proporcionada pela altura da coroa poderiam gerar maior tensão sobre o tecido ósseo. Salienta-se, contudo, que são poucos os estudos que mediram outras dimensões da coroa protética além de altura. Apesar disso, há autores que recomendam a redução da mesa oclusal em próteses sobre implantes mesmo sem evidências conclusivas de seu efeito em estudos clínicos.^{9, 21}

A força máxima de mordida e a presença de bruxismo não foram significativos em relação à alteração dos níveis ósseos marginais. Embora existam relatos que a sobrecarga oclusal possa gerar estresse ao tecido ósseo periimplantar, e este ser induzido à reabsorção ou sofrer micro-fraturas na interface osso-implante, tais suposições ainda carecem de comprovação em estudos clínicos.⁴⁶⁻⁴⁸ No presente estudo, mesmo com o uso do questionário de auto-relato e do dispositivo BiteStrip® há de se considerar a dificuldade de diagnóstico real de bruxismo, o que também pode explicar a incapacidade de estudos prévios para relacionar bruxismo com perda óssea periimplantar.^{24,42,46}

Portanto, o presente estudo prospectivo de coorte apresenta uma metodologia bastante controlada de diversos fatores biológico e mecânicos que poderiam interferir nos desfechos: taxa de sobrevida do implante, perda óssea peri-implantar e falhas protéticas. Contudo, o número amostral provavelmente constitui-se como um fator impeditivo para correlacionar alguns desses fatores com os desfechos apresentados. Portanto, sugerem-se novos estudos com

metodologia semelhante e longo tempo de acompanhamento para contribuição na análise de tais preditores.

Em resumo, os resultados permitem concluir que:

- 1- Implantes curtos unitários na região posterior de maxila e mandíbula são uma opção de tratamento previsível com elevados índices de sobrevivência. Contudo, a mandíbula apresenta um risco 95% maior de ocorrência de perdas que a maxila.
- 2- Dentro das situações clínicas específicas do estudo, as complicações protéticas apresentam-se mais elevadas que as reportadas na literatura. Entretanto, todas as complicações reportadas são reversíveis e de baixa complexidade para correção clínica.
- 3- O fator tempo apresenta-se como um preditor de perda óssea, sendo que a cada 12 meses estimula-se uma perda óssea de 0,1mm.
- 4- O aumento da proporção coroa/implante clínica foi considerado um fator de risco para perda óssea, estimando-se uma perda óssea de 0,1mm para cada aumento de 0,1 na proporção.
- 5- Demais fatores biológicos e protéticos testados não apresentaram relação estatisticamente significativa para falhas protéticas ou para perda óssea.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer aos colegas Rodrigo Miller e Maurício Peixoto pelo auxílio durante a coleta de dados clínicos, e ao Prof. Dr. Alvaro Vigo, por sua contribuição fundamental na análise estatística. O projeto clínico recebeu apoio financeiro da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e do ITI (International Team for Implantology). Os autores declaram não haver conflitos de interesses no presente estudo.

Referências

1. Adell R, Lekholm U, Rockler B, Branemark PI. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *International Journal of Oral Surgery*. 1981; 10: 387-416.
2. Zarb GA, Albrektsson T. Consensus report: Towards optimized treatment outcomes for dental implants. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 1998; 80: 641.
3. Bell RB, Blakey GH, White RP, Hillebrand DG, Molina A. Staged reconstruction of the severely atrophic mandible with autogenous bone graft and endosteal implants. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2002; 60: 1135-1141.
4. Chiapasco M, Casentini P, Zaniboni M. Bone augmentation procedures in implant dentistry. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2009; 24: 237-259.

5. Fugazzotto PA, Beagle JR, Ganeles J, Jaffin R, Vlassis J, Kumar A. Success and failure rates of 9 mm or shorter implants in the replacement of missing maxillary molars when restored with individual crowns: preliminary results to 84 months in function. A retrospective study. *Journal of Periodontology*. 2004; 75: 327–332.
6. Renouard F, Nisand D. Short implants in the severely resorbed maxilla: a 2-year retrospective clinical study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. 2005; 7(1): 104-110.
7. Vandeweghe S, De Ferrerre R, Tschakaloff A, De Bruyn H. A Wide-Body Implant as an Alternative for Sinus Lift or Bone Grafting. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2011; 69: 67-74.
8. das Neves FD, Fones D, Bernardes SR, do Prado CJ, Neto AJ. Short implants - an analysis of longitudinal studies. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2006; 21: 86-93.
9. Misch CE, Steingra J, Barboza E, Misch-Dietsh F, Cianciola LJ, Kazor C. Short dental implants in posterior partial edentulism: a multicenter retrospective 6-year case series study. *Journal of Periodontology*. 2006; 77: 1340-1347.
10. Malo P, de Araujo Nobre M, Rangert B. Short implants placed onestage in maxillae and mandibles: a retrospective clinical study with 1 to 9 years of follow-up. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. 2007; 9: 15-21.

11. Sun HL, Huang C, Wu YR, Shi B. Failure Rates of Short Dental Implants and Factors Influencing Their Failure: A Systematic Review. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2011; 26: 816-825.
12. Rabah N, Bischof M, Briaux JM, Beyer S, Szmukler Moncler S, Bernard, JP. A 7-year life table analysis from a prospective study on ITI implants with special emphasis on the use of short implants. *Clinical Oral Implants Research*. 2004; 15: 150-157.
13. ten Bruggenkate CM, Asikainen P, Foitzik C, Krekeler G, Sutter F. Short (6-mm) nonsubmerged dental implants: Results of a multicenter clinical trial of 1 to 7 years. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*. 1998; 13: 791-798.
14. Gentile MA, Chuang SK, Dodson TB. Survival estimates and risk factors for failure with 6x5.7-mm implants. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2005; 20: 930-937.
15. Felice P, Pistilli R, Lizio G, Pellegrino G, Nisii A, Marchetti C. Inlay versus onlay iliac bone grafting in atrophic posterior mandible: a prospective controlled clinical trial for the comparison of two techniques. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. 2009; 11(1): 69-82.
16. Anitua E, Orive G. Short implants in maxillae and mandibles: a retrospective study with 1 to 8 years of follow-up. *Journal of Periodontology*. 2010; 81: 819-826.
17. Rossi F, Ricci E, Marchetti C, Lang NP, Botticelli D. Early loading of single crowns supported by 6-mm-long implants with a moderately rough surface: a

- prospective 2-year follow-up cohort study. *Clinical Oral Implants Research*. 2010; 21: 937-943.
18. Esposito M, Pellegrino G, Pistilli R, Felice P. Rehabilitation of posterior atrophic edentulous jaws: prostheses supported by 5 mm short implants or by longer implants in augmented bone? One-year results from a pilot randomized clinical trial. *European Journal of Oral Implantology*. 2011; 4(1): 21-30.
19. Assenza B, Scarano A, Leghissa G, Carusi G, Thams U, Roman F, Piattelli A. Screw- vs. cement-implant-retained restorations: an experimental study in the beagle. Part 1. Screw and abutment loosening. *Journal of Oral Implantology*. 2005; 5: 242-46.
20. Bianco G, Di Raimondo R, Luongo G. Osseointegrated implant for single-tooth replacement: a retrospective multicenter study on routine use in private practice. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. 2000; 2: 152-158.
21. Blanes RJ. To what extent does the crown-implant ratio affect the survival and complications of implant-supported reconstructions? A systematic review. *Clinical Oral Implants Research*. 2009; 20(4): 67-72.
22. Monje A, Suarez F, Galindo-Moreno P, Garcia-Nogales A, Fu J-H, Wang H-L. A systematic review on marginal bone loss around short dental implants (< 10 mm) for implant supported fixed prostheses. *Clinical Oral Implants Research*. 2014; 25: 1119–1124.
23. Lee S, Lee C, Fu MM, Elmisalati W, Chuang SK. Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials for the Management of

- Limited Vertical Height in the Posterior Region: Short Implants (5 to 8 mm) vs Longer Implants (> 8 mm) in Vertically Augmented Sites. *The International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*. 2014; 29: 1085–1097.
24. Mezzomo LA, Miller R, Triches D, Alonso F, Shinkai, RS. . Meta-analysis of single crowns supported by short (<10 mm) implants in the posterior region. *Journal of Clinical Periodontology* 2014; 41: 191-213.
25. Winocur E, Uziel N, Lisha T, Goldsmith C, Eli I. Self-reported Bruxism – associations with perceived stress, motivation control, dental anxiety and gagging. *Journal Oral Rehabilitation*. 2011; Jan 38(1): 3-11.
26. Shochat T, Gavish A, Arons E, Hadas N, Molotsky A, Lavie P et al. Validation of the BiteStrip screener for sleep bruxism. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2007; 104: 32-9.
27. Hatch JP, Shinkai RS, Sakai S, Rugh JD, Paunovich ED. Determinants of masticatory performance in dentate adults. *Archives of Oral Biology*. 2001; 46: 641-8.
28. Blanes RJ, Bernard JP, Blanes ZM, Belser UC. A 10-year prospective study of ITI dental implants placed in the posterior region. I: Clinical and radiographic results. *Clinical Oral Implants Research*. 2007; 18: 699-706.
29. Sewerin IP. Errors in radiographic assessment of marginal bone height around osseointegrated implants. *European Journal of Oral Sciences*. 1990; 98: 428–433.

30. Lai HC, Si MS, Zhuang LF, Shen H, Liu YI, Wismeijer D. Long-term outcomes of short dental implants supporting single crowns in posterior region: a clinical retrospective study of 5–10 years. *Clinical Oral Implants Research*. 2013; 24: 230–237.
31. Lacono VJ, Cochran DL. State of the science on implant dentistry: A workshop developed using an evidence-based approach (American Academy of Osseointegration). *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2007; 22: 7-10.
32. 2010 Guidelines of the Academy of Osseointegration for the Provision of Dental Implants and Associated Patient Care. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2010; 25 (3): 620-627.
33. Chuang SK, Cai T, Douglass CW, Wei LJ, Dodson TB. Frailty approach for the analysis of clustered failure time observations in dental research. *Journal of Dental Research*. 2005; 84(1): 54-8.
34. Srinivasan M, Vazquez L, Rieder P, Moraguez O, Bernard JP, Belser UC. Survival rates of short (6 mm) micro-rough surface implants: a review of literature and meta-analysis. *Clinical Oral Implants Research*. 2014; 25: 539–545.
35. Anitua E, Alkhraist MH, Pinas L, Begona L, Gorka Orive G. Implant Survival and Crestal Bone Loss Around Extra-Short Implants Supporting a Fixed Denture: The Effect of Crown Height Space, Crown-to-Implant Ratio, and Offset Placement of the Prosthesis. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2014; 29: 682–689.

36. Monje A, Fu JH, Chan, HL, Suarez F, Moreno PG, Catena A, Wang HL. Do Implant Length and Width Matter for Short Dental Implants (<10 mm)? A Meta-Analysis of Prospective Studies. *Journal of Periodontology*. 2013; 84: 1783-1791.
37. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The long-term efficacy of currently used dental implants - A review and proposed criteria for success. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 1986; 1 (1): 11-25.
38. Theoharidou A, Petridis HLP, Tzannas K, Garefis P. Abutment Screw Loosening in Single-Implant Restorations: A Systematic Review. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*. 2008; 23: 681–690.
39. Villarinho EA, Cervieri A, Shinkai RSA, Grossi ML, Teixeira ER. The Effect of a Positioning Index on the Biomechanical Stability of Tapered Implant-Abutment Connections. *Journal of Oral Implantology*. 2015; 41 (2): 139-143.
40. Kim YK, Kim SG, Yun PY, DDS, Hwang JW, Son MK. Prognosis of Single Molar Implants: A Retrospective Study. *The International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry* 2010; 30: 401–407.
41. Bulaqi HA, Mashhadi MM, Safari H, Samandari MM, Geramipannah F. Effect of increased crown height on stress distribution in short dental implant components and their surrounding bone: A finite element analysis. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2015; 133 (6): 548-557.

42. Tawil G, Aboujaoude N, Younan R. Influence of prosthetic parameters on the survival and complication rates of short implants. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2006; 21(2): 275-282.
43. Rokni S, Todescan R, Watson P, Pharoah M, Adegbenbo AO, Deporter, D. An assessment of crown-to-root ratios with short sintered porous-surfaced implants supporting prostheses in partially edentulous patients. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2005; 20: 69-76.
44. Annibali S, Cristalli MP, Dell'Aquila D, Bignozzi I, La Monaca G, Pilloni A. Short Dental Implants: A Systematic Review. *Journal of Dental Research*. 2012; 91: 25-32.
45. Pazmin CG, López del Amo FS, Monje A, Catena A, Oller IO, Moreno PG, Wang HL. Influence of Crown/Implant Ratio on Marginal Bone Loss: A Systematic Review. *Journal of Periodontology* 2014; 85: 1214-1221.
46. Engel E, Roman GG, Krcmar DA. Effect of Occlusal Wear on Bone Loss and Periotest Value of Dental Implants. *The International Journal of Prosthodontics*. 2001; 14: 444–450.
47. Miyata T, Kobayashi Y, Araki H, Motomura Y, Shin K. The influence of controlled occlusal overload on peri-implant tissue: A histologic study in monkeys. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 1998; 13: 677–683.
48. Lars W, Rockier B, Carlsson GE. Bone resorption around fixtures in edentulous patients treated with mandibular fixed tissue-integrated prostheses. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 1988; 59 (1): 59-63.

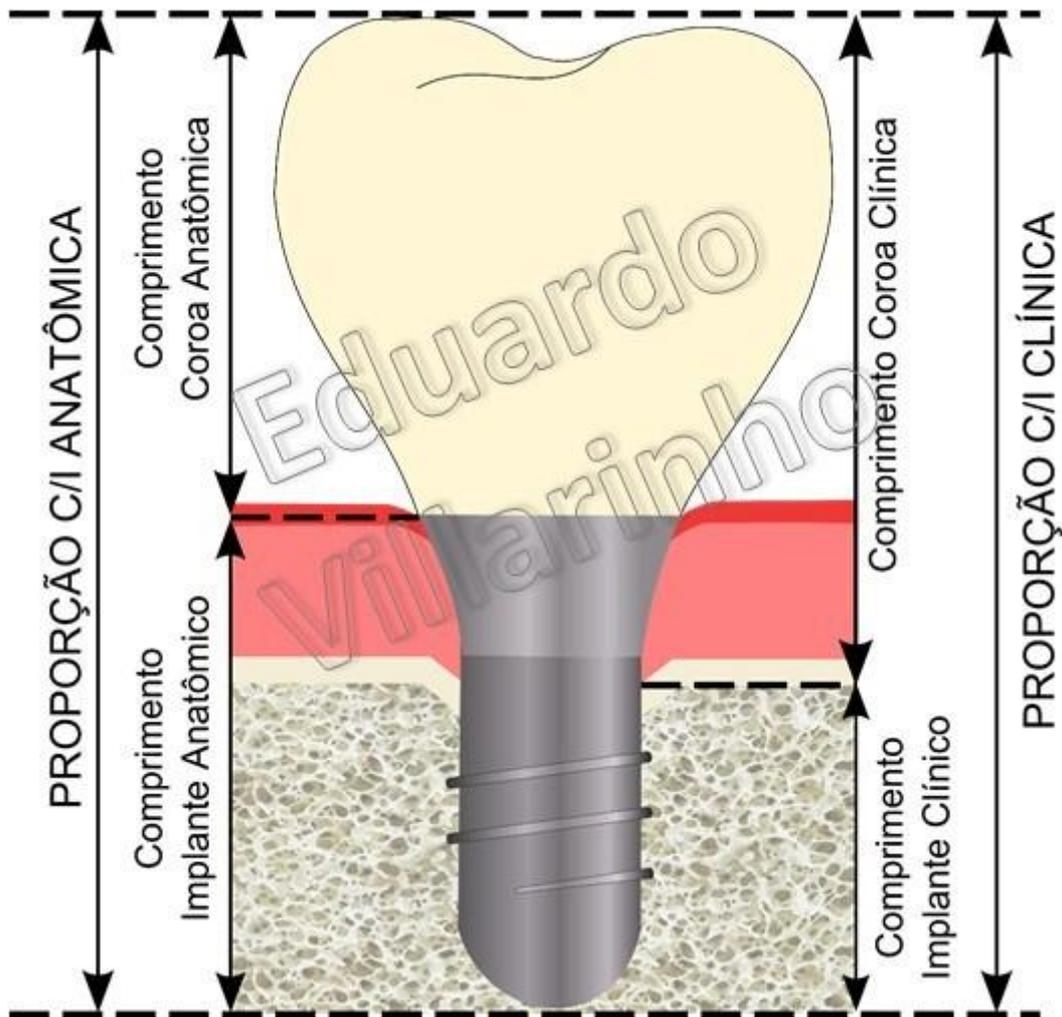


Figura 1: Esquema ilustrativo da definição de coroa anatômica (esquerda) e de coroa clínica (direita).

Fonte: Eduardo Aydos Villarinho (2015), adaptado de Blanes et al. (2007).

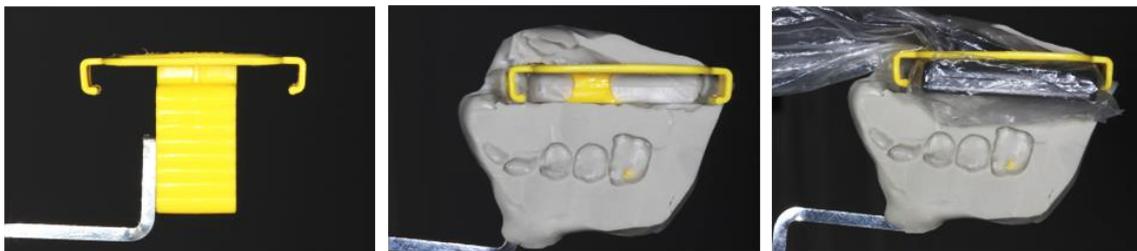


Figura 2: Posicionador customizado para padronização do posicionamento do sensor radiográfico para obtenção de radiografias ao longo do tempo.

Fonte: Eduardo Aydos Villarinho (2012)



Figura 3: Linhas de referência para medição de nível ósseo marginal: A – longo eixo do implante; B – linha da plataforma do implante; C – linha referente ao mais coronal contato osso-implante na face distal, linha paralela a linha “B” e perpendicular a linha “A”; D – linha referente ao mais coronal contato osso-implante na face mesial, linha paralela a linha “B” e perpendicular a linha “A”.

Fonte: Eduardo Aydos Villarinho (2013)

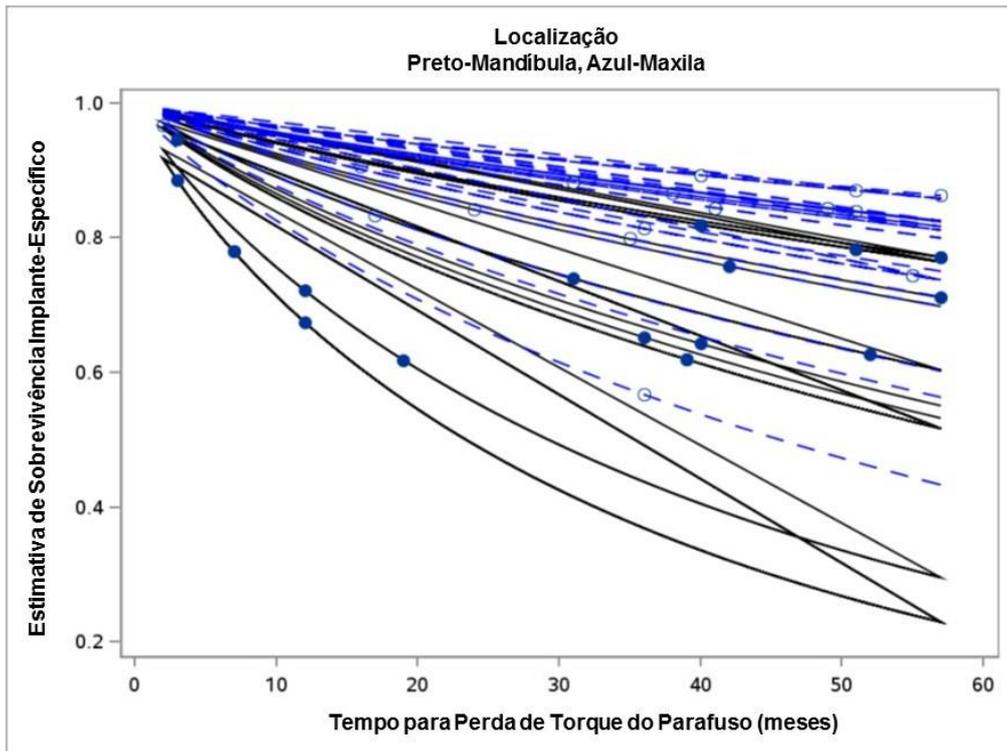


Figura 4: *Shared Frailty Model* para Complicação Protética x Arcada

Fonte: Eduardo Aydos Villarinho (2015)

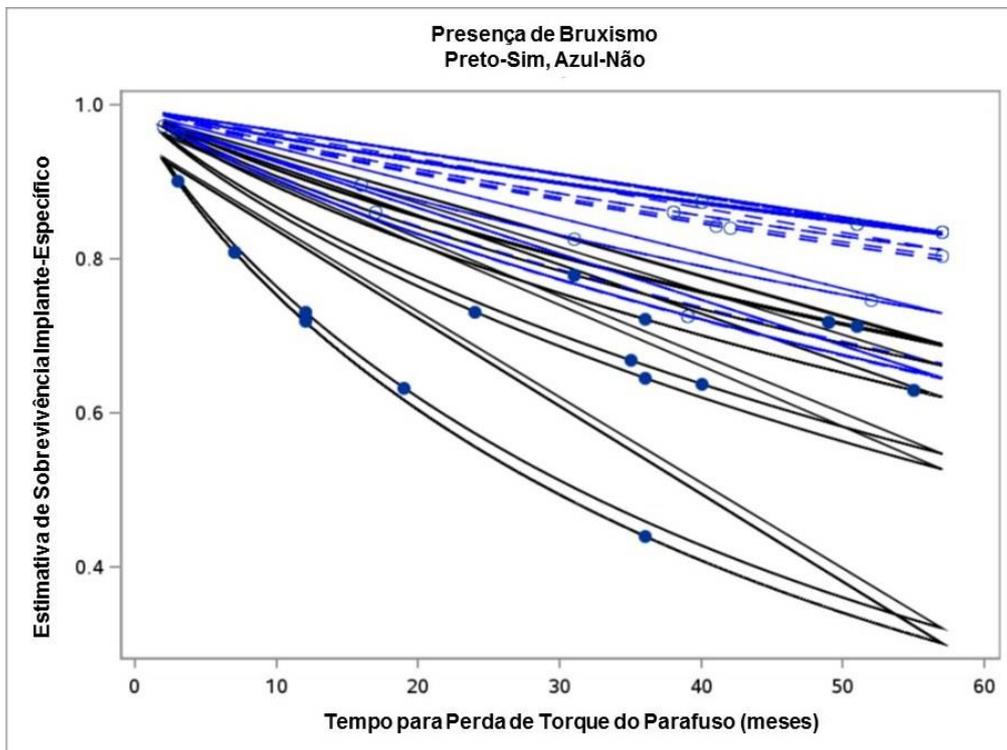


Figura 5: *Shared Frailty Model* para Complicação Protética x Bruxismo (auto-relato)

Fonte: Eduardo Aydos Villarinho (2015)

Tabela 1. Descrição de dados clínicos e demográficos da amostra.

46 implantes		20 pacientes	
23 na maxila	23 na mandíbula	8 mulheres	12 homens
Idade média 52 ± 10 (25; 76) anos			
Bruxismo	Sim	Não	Não avaliado
Bite Strip	8 (40%) ¹	11 (55%) ²	1 (5%)
Auto relato	8 (40%)	11 (55%)	1 (5%)
Força máxima de mordida	483,4 ± 216,9 N (922,1; 168,1)		
Área de mesa oclusal	74,6 ± 17,8 mm ² (110, 5; 33,4)		
Proporção coroa/implante anatômica	1,1 ± 0,5 (1,6; 0,6)		
Proporção coroa/implante clínica	1,6 ± 0,3 (2,3; 0,7)		

1 bruxismo moderado ou severo

2 ausência ou bruxismo leve

Tabela 2. Estimativa de risco de perda do implante de acordo com a arcada (IC 95%)

Variável	Univariável		
	HR	IC 95%	Valor p*
Arcada ¹	1,95	1,07-3,56	0,461

¹ Inferior x Superior

* Valor p associado à estimativa da variância do efeito aleatório para paciente

Tabela 3. Estimativa de risco de perda de torque do parafuso protético para vários fatores de risco (IC 95%)

Variável	Univariável			Multivariável**	
	HR	IC 95%	Valor p*	HR	IC 95%
Arcada ¹	1,95	0,37-10,19	0,911	3,80	0,74-19,49
Bitestrip ²	1,04	0,16-6,53	0,896		
Bruxismo (Questionário) ³	2,63	0,41-16,85	0,921	4,36	0,82-23,09
Proporção Coroa/Implante Anatômica ⁴	1,00	0,74-1,35	0,731		
Proporção Coroa/Implante Clínica ⁴	0,93	0,70-1,23	0,695	0,94	0,74-1,20
Área da Mesa Oclusal ⁵	0,97	0,65-1,46	0,624		
Força Máxima de Mordida ⁴	1,02	0,99-1,06	0,970		

¹ Inferior x Superior

² Moderado ou Grave x Ausente ou Leve

³ Presente x Ausente

⁴ Aumento de 0.1 unidade

⁵ Aumento de 10 unidades

* Valor p associado à estimativa da variância do efeito aleatório para paciente

** Valor p associado à estimativa da variância do efeito aleatório para paciente ($p=0,997$)

Tabela 4. Perda Óssea x Coroa/Implante Anatômica + Área da Mesa Oclusal + Força Máxima de Mordida + Arcada + Bruxismo

Termos do modelo	Modelo 1	Modelo 2*	Modelo 3
	P†	P†	P†
Coroa/Implante Anatômica	0,477	0,557	0,634
Área	0,459	0,470	
Força Máxima de Mordida	0,116	0,088	
Arcada	0,573	0,769	
Bruxismo	0,410	0,296	
Tempo	0,559	0,000	0,000
Tempo* Coroa/Implante Anatômica	0,100		
Tempo* Área	0,995		
Tempo* Força Máxima de Mordida	0,655		
Tempo* Arcada	0,180		
Tempo* Bruxismo	0,130		
Análise de complementação do efeito do tempo no		Modelo 2	Modelo 3
Linear		0,003	0,004
Quadrático		0,852	0,796
Cúbico		0,102	0,093
Grau 4		0,723	0,694

* Excluindo os termos de interação não significativos no Modelo 1

** Excluindo os termos não significativos Área, Força Máxima de Mordida e Arcada

† Associado ao teste de Wald para avaliar o efeito do termo correspondente.

Tabela 5. Perda Óssea x Coroa/Implante Clínica + Área da Mesa Oclusal + Força Máxima de Mordida + Arcada + Bruxismo

Termos do modelo	Modelo 1	Modelo 2*	Modelo 3*
	P†	P†	P†
Coroa/Implante Clínica	0,000	<,000	<0,000
Área	0,939	0,931	
Força Máxima de Mordida	0,324	0,163	
Arcada	0,306	0,418	
Bruxismo	0,245	0,170	
Tempo	0,806	0,000	0,000
Tempo* Coroa/Implante Clínica	0,580		
Tempo*Área	0,980		
Tempo*Força Máxima de Mordida	0,639		
Tempo*Arcada	0,149		
Tempo*Bruxismo	0,168		
Análise de complementação do efeito do tempo no			Modelo 3
Linear			0,004
Quadrático			0,789
Cúbico			0,089
Grau 4			0,710

* Excluindo os termos de interação não significativos no Modelo 1

** Excluindo os termos principais e de interação não significativos no Modelo 2

† Associado ao teste de Wald para avaliar o efeito do termo correspondente.

Tabela 6. Estimativas dos parâmetros do modelo de regressão multinível para estimar o efeito do tempo e das proporções coroa/implante sobre a perda óssea

Modelo		Estimate	95% Confidence Limits
C/I Clínica	Intercept	-0.144 (0,277)	-0.687; 0.400
	Proporção Coroa/Implante Clínica	0.091 (0,018)	0.057; 0.125
	tempo	0.088 (0,021)	0.046; 0.130
C/I Anatômica	Intercept	1.540 (0.530)	0.501; 2.580
	Proporção Coroa/Implante Anatômica	-0.021 (0.044)	-0.107; 0.065
	tempo	0.089 (0.021)	0.047; 0.131

4. MANUSCRITO 2

Mensuração volumétrica óssea ao redor de implantes dentários através de sobreposição de imagens: estudo metodológico

Resumo

A estabilidade dos tecidos periimplantares é fundamental para se alcançar índices de sucesso em longo prazo na Implantodontia. O presente estudo tem como objetivo apresentar o desenvolvimento de uma metodologia para aferição de alterações volumétricas dos níveis ósseos ao redor dos implantes dentários utilizando a sobreposição de imagens tridimensionais.

Metodologia: A amostra foi composta por 46 implantes de 6-mm de comprimento e com diâmetro de 4.1-mm em 20 pacientes. Todos foram reabilitados com coroas unitárias aparafusadas em região posterior. As imagens foram obtidas com Tomografia Computadorizada Cone Beam (TCCB) logo após a instalação do implante, 12 e 24 meses após a prótese estar em função. As reconstruções tridimensionais do perímetro ósseo mais próximo ao implante foram realizadas no software Mimics® e importadas em formato STL ao software Geomagic Studio®, onde foram sobrepostas, mensuradas volumetricamente e segmentadas em porções mesial e distal, e vestibular e lingual ou palatina. **Resultados:** Dos 46 implantes, 2 implantes foram perdidos entre o primeiro e segundo ano, 8 implantes apresentaram apenas uma imagem tomográfica em um dos tempos, 4 exames de diferentes implantes

foram descartados devido à baixa nitidez das imagens e 1 implante foi removido da amostra por apresentar um comportamento muito diferente dos demais por alterações cirúrgicas nos tecidos vizinhos. A perda óssea média volumétrica durante o primeiro ano em função foi de $7,2 \pm 6,1\text{mm}^3$ (0,5; -23,8), durante o segundo ano em função foi de $6,4 \pm 7,8\text{mm}^3$ (7,3; -29,0), e durante o período acumulado de 2 anos em função foi de $12,6 \pm 8,0\text{mm}^3$ (-1,7; -20,8). Sobre o total da perda óssea em cada período, a vestibular e palatina ou lingual representaram no primeiro ano 41% e 59%, no segundo ano 49% e 51%, e no período acumulado 46% e 54% da perda óssea, respectivamente. A distal e a mesial no primeiro ano representaram 55% e 45%, no segundo ano 57% e 43%, e no período acumulado 54% e 46% da perda óssea, respectivamente. **Conclusões:** A mensuração de alterações ósseas volumétricas ao redor dos implantes é possível, desde que as imagens de TCCB apresentem contraste e nitidez adequados, principalmente quanto ao contorno do implante. Melhorias na qualidade das imagens e nos filtros de detecção de tecido ósseo seriam importantes para que esta metodologia se torne mais rápida e de uso clínico.

Palavras-chave: Implantes dentários; Perda óssea periimplantar; Tomografia computadorizada cone beam; superposição 3D.

Introdução

No processo de osseointegração ocorre a justaposição do tecido ósseo ao redor dos implantes dentários. Contudo, a manutenção da estabilidade destes tecidos ao longo do tempo torna-se fundamental para obter sucesso clínico em longo prazo.^{1,2} Os critérios de sucesso mais comumente usados na Implantodontia são ainda os descritos por Albrektson et al.,² em 1986, os quais consideram um implante bem sucedido quando não há mobilidade constatável clinicamente, radiolucidez peri-implantar, perda óssea vertical inferior a 2 mm no primeiro ano e a 0,2 mm nos anos seguintes, sinais e sintomas persistentes como dor, infecção, neuropatia, parestesia e injúria ao canal mandibular.

Para acompanhar as alterações nos níveis ósseos ao redor dos implantes dentários utiliza-se a de radiografias periapicais, as quais apresentam distorções devido à imprecisão geométrica do exame e à dificuldade de uso da técnica de paralelismo de acordo com as condições anatômicas do paciente. Além disso, o exame bi-dimensional das radiografias periapicais acarreta sobreposição de imagens, tornando impossível distinguir o osso vestibular do osso palatino ou lingual. Sendo assim, proporcionam uma análise de perda óssea linear nas faces mesial e distal, não podendo ser avaliada nas faces vestibular e lingual ou palatal, bem como impossibilita uma mensuração volumétrica. Tais aferições só poderiam ser feitas diante de exames que possibilitem uma reconstrução da imagem em três dimensões, como em tomografias computadorizadas.³⁻⁵

O crescente uso na Odontologia de tomografias computadorizadas de feixe cônico vem permitindo uma melhora diagnóstica e de confecção de planos de tratamento em diversas especialidades. A Tomografia Computadorizada Cone Beam (CBCT) permite a aquisição de imagem com reconstrução volumétrica, possuindo melhor contraste e resolução espacial, quando comparada à Tomografia Computadorizada Multi Slice (CT Multi Slice), permitindo discernir objetos separados por tênues diferenças de distância e radiopacidade, sendo indicada para detecção e visualização de defeitos peri-implantares.⁶⁻⁸

Estudos anteriores de acompanhamento clínico de implantes com o uso de tomografias computadorizadas avaliaram alterações dos níveis ósseos. Contudo, limitam-se em analisar alterações lineares nas tabuas ósseas palatais e vestibulares, o que não seria possível através da radiografia periapical, mas não utilizam a capacidade de reconstrução volumétrica do exame para analisar alterações volumétricas do tecido ósseo adjacente ao implante no decorrer de um determinado período.⁹⁻¹² Estudos *in vitro* e em modelo animal de mensuração volumétrica de defeitos ósseos através de tomografia computadorizada demonstram seu potencial para proporcionar tais medidas.^{3,7,8,13}

A sobreposição de diferentes imagens tridimensionais obtidas através de CBCT é um método que permite a análise da evolução de um determinado tratamento ao longo do tempo, fornecendo alterações volumétricas de determinada área de interesse. Na odontologia esta metodologia tem sido utilizada em acompanhamento de avanço mandibular,^{14,15} de remodelamentos

condilar em pacientes submetidos a cirurgias ortognáticas,¹⁶⁻¹⁹ de enxertia sintética no malar juntamente com cirurgia ortognática²⁰ e de áreas alveolares segmentadas, que sofreram diferentes métodos de preservação alveolar com ou sem colocação de implantes.²¹ Ahmad et al.,²² em 2013, acompanharam a remodelação óssea através de sobreposição de imagens tridimensionais em pacientes que foram reabilitados com overdentures mandibulares retidas por dois implantes na região de caninos, fazendo a comparação entre as imagens prévias à cirurgia, 12 e 24 meses após a prótese em função. No entanto, as análises de alteração dimensional não foram feitas na região próxima aos implantes, e sim na região mais posterior onde a base da prótese apóia, sendo um dos motivos alegado pelos autores a presença de artefatos na imagem próximo aos implantes.

Portanto, este estudo teve por objetivo descrever o desenvolvimento de uma nova metodologia para aferição de alteração volumétrica dos níveis ósseos ao redor dos implantes osseointegrados utilizando a sobreposição de imagens tridimensionais. Foram utilizadas imagens obtidas com CBCT logo após a instalação do implante, e 12 e 24 meses após a prótese estar em função.

Metodologia

Este trabalho caracterizou-se como um estudo de desenvolvimento metodológico. Os dados foram obtidos da amostra de um estudo de coorte prospectivo com acompanhamento clínico-radiográfico, cujo projeto de

pesquisa foi aprovado pela Comissão Científica da Faculdade de Odontologia da PUCRS e pelo CEP/UBEA-PUCRS. A amostra do estudo clínico foi constituída por 46 implantes *Standard Plus Regular Neck SLActive* (Straumann Dental Implant System®, Waldenburg, Suíça), de 6-mm de comprimento e com diâmetro de 4.1-mm, instalados em 20 pacientes, seguindo o protocolo de um único estágio cirúrgico como recomendado pelo fabricante. Após o período de osseointegração de 90 dias, foi feita a moldagem de transferência para confecção da coroa metalocerâmica. Foram utilizados pilares *synOcta* e cilindros calcináveis (Straumann Dental Implant System®, Waldenburg, Suíça) para coroas aparafusadas. As coroas metalocerâmicas foram confeccionadas pelo Laboratório de Prótese Zanella (Porto Alegre, Brasil), e aparafusadas com torque de 35 N.cm no pilar protético e 15 N.cm no parafuso oclusal.

A aquisição das imagens em formato DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) foi realizada utilizando um aparelho de CBTC, em clínica especializada em diagnóstico por imagem odontológica. As imagens foram adquiridas logo após a inserção do implante, e 12 e 24 meses após a instalação da prótese.

Manipulação da imagem

A reconstrução tridimensional das imagens foi realizada através do software de processamento de imagens médicas Mimics® (Materialise, Leuven, Belgium), onde todas as imagens em formato DICOM foram importadas e processadas. Após o carregamento dos diferentes cortes utilizou-se a ferramenta “*Thresholding*”. No modo “*Bone Scale*” selecionou-se a área de

interesse ao redor do implante, que foi trabalhada com a ferramenta “*Crop Mask*”. Dentro da área selecionada examinou-se individualmente cada corte nos planos sagital, axial e coronal, averiguando que somente o tecido ósseo ao redor do implante avaliado estivesse destacado em cada corte. O tratamento das imagens de um mesmo implante nos diferentes tempos foi realizado da mesma forma, garantindo a padronização das reconstruções. Após finalizar a manipulação das imagens gerou-se um modelo 3D do tecido ósseo periimplantar selecionado, o qual foi salvo em formato STL (Standard Tessellation Language) (Figura 1).

O modelo STL foi exportado para o software Geomagic Studio® (Geomagic, Morrisville, Carolina do Norte, EUA), onde se segmentou a área de interesse, o perímetro ósseo mais próximo do implante (Figura 2), e refinou-se a malha da imagem, removeram-se os picos, relaxaram-se os polígonos e preencheram-se pequenas imperfeições (Figura 3). Os diferentes tipos de tratamentos de imagem foram repetidos em todos os tempos para um mesmo implante. A seguir, as imagens foram sobrepostas com uma ferramenta de alinhamento. Através de um mapa de cores verificou-se visualmente se as imagens estavam sobrepostas de forma correta demonstrando as áreas de maior contato e maior afastamento entre as imagens (Figuras 4 e 5).

Com o conjunto de imagens de um mesmo implante sobrepostas, projetaram-se paredes externas sobre a área selecionada formando um cubo ao redor do local de inserção do implante. Neste cubo, as paredes externas eram iguais para todas as imagens. Sendo as paredes dos cubos iguais para as imagens dos diferentes tempos, a diferença de volume desses cubos foi

devido à porção óssea mais próxima ao implante, o que variou de uma imagem para outra. Desta forma, a variação volumétrica óssea foi calculada em mm³ ao redor dos implantes, em diferentes períodos. Em seguida, os cubos foram salvos através da orientação de eixos, que era a mesma importada do software Mimics®, e foram identificadas as faces mesial, distal, vestibular e palatina ou lingual (Figura 6).

Após a identificação das faces, os cubos foram segmentados de diferentes formas. Primeiramente, o cubo foi dividido em uma porção vestibular e uma porção palatina ou lingual, para aferir possíveis diferenças volumétricas em ambas as partes. Em seguida, o cubo inteiro original foi segmentado novamente entre porções mesial e distal para analisar a variação volumétrica.

Análise estatística

Os dados de alterações volumétricas do tecido ósseo periimplantar foram analisados de forma descritiva com o software SPSS® (IBM Corporation, Armonk, NY, USA).

Resultados

Dos 46 implantes da amostra, 2 implantes foram perdidos entre o primeiro e segundo ano, 8 implantes apresentaram apenas uma imagem tomográfica em um dos tempos, não sendo possível fazer aferições comparativas, 4 exames de diferentes implantes foram descartados devido à

baixa nitidez das imagens, o que não possibilitou a sobreposição com os demais exames em diferentes tempos, e 1 implante foi removido da amostra por apresentar um comportamento muito diferente dos demais e alterar significativamente as médias e desvios, visto que tal implante teve seus tecidos vizinhos alterados cirurgicamente durante o período de acompanhamento devido a extração de um dente adjacente e posterior enxertia e colocação de implante. Portanto, as alterações volumétricas durante o primeiro ano em função foram mensuradas em 30 implantes, durante o segundo ano em função em 34 implantes e alterações acumuladas durante os dois anos em 27 implantes.

A alteração volumétrica dos níveis ósseos periimplantares nos diferentes tempos, bem como a análise percentual e absoluta sobre a perda óssea quando a região foi segmentada entre vestibular e lingual-palatal, e entre mesial e distal estão descritas na tabela 1.

Discussão

Este estudo descreve a viabilidade de utilizar sobreposição de imagens de CBCT para avaliar a perda óssea volumétrica ao redor de implantes dentários. Os resultados mostraram perda óssea média volumétrica durante o primeiro ano em função de $7,2 \pm 6,1\text{mm}^3$, durante o segundo ano em função de $6,4 \pm 7,8\text{mm}^3$, e durante o período acumulado de 2 anos em função de $12,6 \pm 8,0\text{mm}^3$. Isto sugere um comportamento linear e uma estabilidade tecidual ao longo do período, não sendo encontrada uma perda muito maior durante o

primeiro ano quando comparado ao segundo ano como demonstrado em alguns estudos anteriores.^{1,2} Tal fato possivelmente possa ser explicado pelo sistema de implante utilizado proporcionar tal estabilidade, afastando verticalmente a interface implante-prótese do tecido ósseo, não ocorrendo a remodelação óssea inicial pós-prótese ou pós-segundo estágio cirúrgico.

Os resultados do presente estudo referentes a alterações ósseas volumétricas ao redor dos implantes durante os diferentes tempos de acompanhamento não podem ser comparados diretamente com os dados existentes na literatura, pois se trata de uma metodologia de aferição nova. Mesmo em estudos com acompanhamento clínico e tomográfico^{9,10,12} de implantes ao longo do tempo, as imagens são utilizadas com o objetivo de fazer mensurações lineares em diferentes pontos, utilizando inclusive também a sobreposição de imagens, contudo, tal sobreposição em imagens 2D^{10,12} de cortes selecionados na CBTC, e não em reconstruções volumétricas utilizadas no presente estudo.

Este novo método, o qual utiliza a sobreposição de imagens em STL obtidas por CBTC, o que já é relatado na literatura como um método objetivo e reproduzível de quantificar tridimensionalmente remodelações ósseas.²² Entretanto, quando se trata de regiões ósseas ao redor de implantes dentários, com presença de dentes e objetos metálicos, tais sobreposições se tornam mais críticas. A esperada alteração volumétrica tende a ser muito pequena durante o período, o que exige uma sobreposição de imagens bastante precisa e exames com bom contraste e nitidez, o que nem sempre é possível rotineiramente. A sobreposição feita através do formato do implante permite

que a técnica apresentada possa ser utilizada em todas as situações clínicas, pois não utiliza outras referências anatômicas, tais como dentes adjacentes, para realizar o alinhamento das imagens. Além disso, uma vez sobrepostas as imagens, há uma gama grande de opções de análise tridimensional. As imagens de diferentes tempos são segmentadas de uma só vez, garantindo que se analise uma mesma região de interesse em todos os exames. No presente estudo, isto viabilizou a análise da região óssea de interesse dividida entre porções mesial e distal, e porções vestibular e palatina ou lingual.

Para tal metodologia de sobreposição de imagens tridimensionais é imprescindível uma boa qualidade das imagens, principalmente referente à nitidez das margens do implante, pois é através de seu contorno que as diferentes imagens são sobrepostas. Ahmad et al.²² não avaliaram as alterações teciduais ao redor de implantes em overdentures mandibulares devido à presença de artefatos nas imagens CBCT sobrepostas, avaliando apenas a região de rebordo posterior, onde a prótese é suportada. Infelizmente, diferente do que acontece em radiografias periapicais, a presença de objetos metálicos, como restaurações de amalgama, incrustações fundidas, coroas metálicas e implantes podem gerar artefatos, reduzindo a qualidade da imagem. Os artefatos mostram-se como linhas de hiperdensidades, brancas, radiando a partir do objeto metálico, bem como áreas escuras ao redor do mesmo.^{3,6,7,13,23} A interferência desses artefatos produzidos por implantes dentários sobre a qualidade da imagem foi reportada por Draenert et al.²⁴ como sendo maior para o CBCT do que para CT Multi Slice.

No presente estudo, alguns artefatos na forma de linhas e manchas de hiperdensidade impossibilitaram a delimitação das margens do implante e a sobreposição de imagens, inviabilizando a aferição volumétrica. Já os artefatos como áreas escuras não impediram a mensuração, mas geraram maior trabalho na manipulação das imagens. Kamburoglu et al.,⁸ em 2014, sugeriram que os artefatos poderiam limitar a utilidade da CBCT para a detecção de defeitos na tabua vestibular, contudo, demonstraram boa detecção de defeitos e sua mensuração.

Para selecionar o tecido ósseo a ferramenta “*threshold value*” foi aplicada de forma personalizada para cada exame, com averiguação manual corte por corte, adicionando ou extraindo áreas selecionadas. Ahmad et al (2013)²² utilizaram o filtro “*threshold value*” também de forma personalizada para cada exame, embora não relatem alterações nos cortes de forma manual. Através de um estudo piloto aqueles autores concluíram que mudanças no “*threshold value*” de até 20% não afetam significativamente as reconstruções em STL. Por outro lado, no presente estudo, as imagens apresentavam possíveis artefatos oriundos de implantes dentários, coroas metalocerâmicas, restaurações metálicas e a própria presença de dentes, que poderia se confundir com o tecido ósseo no uso de filtros específicos.

Vandenberghe et al.,²⁵ em 2007, compararam imagens de radiografias periapicais digitais com CBCT, tendo como padrão-ouro uma mandíbula de cadáver e um crânio seco, e concluíram que ambos os métodos são eficazes em delimitar a profundidade do defeito, apresentando os mesmos índices de subestimação e superestimação do defeito. Contudo, os autores salientaram

que a visualização da lâmina dura, a característica do trabeculado ósseo e o contraste entre os tecidos são melhores visualizados em radiografias periapicais, enquanto defeitos na região de furca e a descrição da morfologia dos defeitos são melhores visualizados por tomografia. Assim, concluíram que um exame não substitui o outro em todos os aspectos e que, em determinados casos, ambos os exames são necessários para um exame preciso.

Para comparar radiografias periapicais e CBCT em modelo animal, Corpas et al.³ analisaram o nível ósseo ao redor de implantes tendo como padrão ouro cortes histológicos. Houve uma correlação forte entre ambos exames de imagem e as medidas histológicas. Contudo, ambos os exames subestimaram os valores reais, sendo que essa variação foi de 1,17mm para as radiografias periapicais e de 1,20 mm para as tomografias. Os autores ressaltaram, entretanto, que 50% dos desvios foram menores que 0,5 mm, o que seria clinicamente insignificante.

A literatura demonstra a capacidade da CBCT para diagnosticar e mensurar defeitos ósseos periimplantares.^{3,8,13, 25} Além disso, somente exames tomográficos, os quais proporcionam uma reconstrução tridimensional, permitem visualizar tais defeitos na tábua óssea vestibular e palatina ou lingual, bem como acompanhar alterações dos níveis ósseos nestas regiões ao longo do tempo. Mengel et al.¹³ comprovaram a acurácia da CBTC na aferição de defeitos ósseos, relatando ainda que a CBTC foi mais precisa que a CT Multi Slice.

O uso de CBTC proporciona informações clínicas que não seriam possíveis com radiografias convencionais. Contudo, seu uso deve ser criterioso devido aos potenciais riscos inerentes às radiações ionizantes. Em uma revisão de literatura, Lorenzoni et al.,²⁶ em 2012, relataram que a CT Multi Slice seria o exame com maior grau de radiação, seguido por CBCT e pelas radiografias convencionais. Os autores ressaltaram ainda que o aumento da kV, da mA, do tempo de exposição e do FOV (Field of View) ocasionam um aumento da dose de radiação, e uma comparação numérica de doses entre os diferentes exames não seria possível porque varia de acordo com o equipamento usado e sua regulação durante a aquisição das imagens. Li,²⁷ em 2013, relatou que as doses de radiação de CBTC podem ser, em média, dez vezes menor que a tomografia convencional mas também cem vezes maior que em radiografia convencional.

Para comparar a mutagenicidade e a citotoxicidade da radiação ionizante em CBCT e em radiografias convencionais utilizadas para documentação ortodôntica, Lorenzoni et al.²⁸ relatam um aumento de alterações nucleares em pacientes após ambos exames, sendo que a CBCT apresentou um maior número de alterações e morte celular. Contudo, não houve um aumento significativo de micro-núcleos, não ocorrendo mutagenicidade, o que não geraria dano permanente aos pacientes submetido aos exames. Tais resultados corroboram com os achados de Silva et al.,²⁹ os quais analisaram alterações celulares em pacientes que foram submetidos a um ou dois exames de radiografia panorâmica, demonstrando que o aumento da radiação aumentou a presença de alterações celulares, mas não houve presença de

alterações mutagênicas, ou seja, não ocasionou danos permanentes. De qualquer modo, a escolha do tipo de exame de acordo com critérios clínicos fundamentados, bem como de equipamento e sua regulação, devem respeitar os princípios da mínima dosagem necessária para um correto e preciso diagnóstico por imagem.

A presente investigação apresenta uma metodologia de aferição volumétrica ao redor de implantes dentários possível de ser realizada em qualquer situação clínica. Contudo, devido à incapacidade dos programas de processamento de imagens médicas fazerem a correta distinção entre os tecidos de forma automatizada, tal metodologia ainda se apresenta dependente do examinador, o que torna o processo mais lento e mais subjetivo. Além disso, por se tratarem de alterações teciduais muito pequenas, faz-se necessário uma qualidade de imagem tomográfica muito elevada para que pequenas alterações não sejam provenientes dos exames e sim de alterações anatômicas do local estudado.

Conclusões

Com base no presente estudo metodológico, conclui-se que:

- 1- A mensuração de alterações ósseas volumétricas ao redor dos implantes é possível, desde que as imagens de CBCT apresentem bom contraste e nitidez, principalmente quanto ao contorno do implante.

- 2- Melhorias na qualidade das imagens e nos filtros de detecção de tecido ósseo seriam importantes para que esta nova metodologia se torne mais rápida e de uso clínico.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer aos colegas Rodrigo Miller e Maurício Peixoto pelo auxílio durante a coleta de dados clínicos, e ao Prof. Dr. Alvaro Vigo, por sua contribuição fundamental na análise estatística. O projeto clínico recebeu apoio financeiro da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e do ITI (International Team for Implantology). Os autores declaram não haver conflitos de interesses no presente estudo.

Referências

1. Adell R, Lekholm U, Rockler B, Branemark PI. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *International Journal of Oral Surgery*. 1981; 10: 387–416.
2. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The long-term efficacy of currently used dental implants - A review and proposed criteria for success. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 1986; 1 (1): 11-25.

3. Corpas LS, Jacobs R, Quirynen M, Huang Y, Naert I, Duyck J. Peri-implant bone tissue assessment by comparing the outcome of intra-oral radiograph and cone beam computed tomography analyses to the histological standard. *Clinical Oral Implants Research*. 2011; 12: 492–499.
4. Hermann JS, Schoolfield JD, Nummikoski PV, Buser D, Schenk RK, Cochran DL. Crestal bone changes around titanium implants: a methodologic study comparing linear radiographic with histometric measurements. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2001; 16: 475–485.
5. Tyndall DA, Brooks SL. Selection criteria for dental implant site imaging: a position paper of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology & Endodontics*. 2000; 89: 630–637.
6. Angelopoulos C, Scarfe WC, Farman AG. A comparison of maxillofacial CBCT and medical CT. *Atlas of the Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*. 2012; 20: 1-17.
7. Sirin Y, Horasan S, Yaman D, Basegmez C, Tanyel C, Aral A, et al. Detection of crestal radiolucencies around dental implants; an *in vitro* experimental study. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2012; 70: 1540-50.
8. Kamburoglu K, Murat S, Kiliç C, Yüksel S, Avsever H, Farman A, et al. Accuracy of CBCT images in the assessment of buccal marginal alveolar peri-implant defects: effect of field of view. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2014; 43: 20130332.

9. Miyamoto Y; Obama T. Dental Cone Beam Computed Tomography Analyses of Postoperative Labial Bone Thickness in Maxillary Anterior Implants: Comparing Immediate and Delayed Implant Placement. *The International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*. 2011; 31: 215-225.
10. Roe P, Kan JYK, Rungcharassaeng K, Caruso JM, Zimmerman G, Mesquida J. Horizontal and Vertical Dimensional Changes of Peri-implant Facial Bone Following Immediate Provisionalization of Maxillary Anterior Single Implants: A 1-Year Cone Beam Computed Tomography Study. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2012; 27: 393–400.
11. Kaminaka A, Nakano T, Ono S, Kato T, Yatani H. Cone-Beam Computed Tomography Evaluation of Horizontal and Vertical Dimensional Changes in Buccal Peri-Implant Alveolar Bone and Soft Tissue: A 1-Year Prospective Clinical Study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. 2015; 17 (2): 576 - 585.
12. Morimoto T, Tsukiyama Y, Morimoto K, Koyano K. Facial bone alterations on maxillary anterior single implants for immediate placement and provisionalization following tooth extraction: a superimposed cone beam computed tomography study. *Clinical Oral Implant Research*. 2015; 26: 1383–1389.
13. Mengel R, Kruse B, Flores-de-Jacoby L. Digital volume tomography in the diagnosis of peri implant defects: an in vitro study on native pigs mandibles. *Journal of Periodontology*. 2006; 77: 1234-41.

14. Almeida RC, Cevidanes LH, Carvalho FA, Motta AT, Almeida MA, Styner M, et al: Soft tissue response to mandibular advancement using 3D CBCT scanning. *International Journal Oral Maxillofacial Surgery*. 2011; 40(4): 353-359.
15. Maal TJ, de Koning MJ, Plooij JM, Verhamme LM, Rangel FA, Berge SJ, et al: One year postoperative hard and soft tissue volumetric changes after a BSSO mandibular advancement. *International Journal Oral Maxillofacial Surgery*. 2012; 41(9): 1137-1145.
16. Kim YI, Park SB, Son WS, Hwang DS: Midfacial soft-tissue changes after advancement of maxilla with Le Fort I osteotomy and mandibular setback surgery: comparison of conventional and high Le Fort I osteotomies by superimposition of cone-beam computed tomography volumes. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2011; 69(6): 225-233.
17. Kim YI, Park SB, Jung YH, Hwang DS, Lee JY: Evaluation of intersegmental displacement according to osteosynthesis method for mandibular setback sagittal split ramus osteotomy using cone-beam computed tomographic superimposition. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2012; 70(12): 2893-2898.
18. Park SB, Yang YM, Kim YI, Cho BH, Jung YH, Hwang DS: Effect of bimaxillary surgery on adaptive condylar head remodeling: metric analysis and image interpretation using cone-beam computed tomography volume superimposition. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2012; 70(8): 1951-1959.

19. Park SB, Yoon JK, Kim YI, Hwang DS, Cho BH, Son WS: The evaluation of the nasal morphologic changes after bimaxillary surgery in skeletal class III malocclusion by using the superimposition of cone-beam computed tomography (CBCT) volumes. *Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery*. 2012; 40(4): 87-92.
20. Grybauskas S, Locs J, Salma I, Salms G, Berzina-Cimdina L. Volumetric analysis of implanted biphasic calcium phosphate/collagen composite by three-dimensional cone beam computed tomography head model superimposition. *Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery*. 2015; 43: 167-174.
21. Economopoulos TL, Asvestas PA, Matsopoulos GK, Molnar B, Windisch P: Volumetric difference evaluation of registered three-dimensional pre-operative and post-operative CT dental data. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2012; 41(4): 328-339.
22. Ahmad R, Abu-Hassan MI, Li Q, Swain MV. Three dimensional quantification of mandibular bone remodeling using standard tessellation language registration based superimposition. *Clinical Oral Implant Research*. 2013; 24: 1273–1279.
23. Kamburogiu K, Kolsuz E, Murat S, Eren H, Yüksel S, PaksoyCS. Assessment of buccal marginal alveolar peri-implant and periodontal defects using a cone beam CT system with and without the application of metal artifact reduction mode. *Denlomaxillofacial Radiology*. 2013; 42: 20130176.

24. Draenert FG, Copenrath E, Herzog P, Müller S, Mueller-Lisse UG. Beam hardening artefacts occur in dental implant scans with the NewTom cone beam CT but not with the dental 4-row multidetector CT. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2007; 36: 198-203.
25. Vandenberghe B, Jacobs R, Yang J. Diagnostic validity (or accuracy) of 2D CCD versus 3D CBCT images for assessing periodontal breakdown. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2007; 104: 395-401.
26. Lorenzoni DC, Bolognese AN, Garib DG, Guedes FR, Sant'Anna EF. Cone-Beam Computed Tomography and Radiographs in Dentistry: Aspects Related to Radiation Dose. *International Journal of Dentistry*. 2012; 2012: 1-10.
27. Li G. Patient radiation dose and protection from cone-beam computed tomography. *Imaging Science in Dentistry*. 2013; 43: 63-69.
28. Lorenzoni DC, Fracalossi ACC, Carlin V, Ribeiro DA, Sant'Anna EF. Mutagenicity and cytotoxicity in patients submitted to ionizing radiation - A comparison between cone beam computed tomography and radiographs for orthodontic treatment. *Angle Orthodontist*. 2013; 83 (1): 104-109.
29. Silva AE, Rados PV, Lauxen IS, Gedoz L, Villarinho EA, Fontanella V. Nuclear changes in tongue epithelial cells following panoramic radiography. *Mutation Research*. 2007; 632: 121-125.

Tabela 1: Resultados descritivos de perda óssea volumétrica por períodos e segmentos. Coluna 1: alteração volumétrica de todo o perímetro ósseo, 100%; Coluna 2 e 3: Segmentação do perímetro ósseo em vestibular e palatina/lingual; Coluna 4 e 5: Segmentação do perímetro ósseo em distal e mesial.

	Perda óssea volumétrica	Perda óssea volumétrica vestibular	Perda óssea volumétrica lingual ou palatal	Perda óssea volumétrica distal	Perda óssea volumétrica mesial
0 - 1 ano (n= 30)	- 7,2 ± 6,1mm ³ (0,5; -23,8)	2,9 ± 3,7mm ³ (3,8; -11,9)	4,3 ± 4,6mm ³ (4,2; -16,8)	4,0 ± 4,3mm ³ (2,8; -13,7)	3,0 ± 4,1mm ³ (6,4; -14,0)
	100%	40,5%	59,5%	55,3%	44,7%
1 - 2 anos (n= 34)	- 6,4 ± 7,8mm ³ (7,3; -29,0)	3,2 ± 4,9mm ³ (6,4; -16,4)	3,3 ± 5,3mm ³ (5,4; -17,1)	3,6 ± 4,7mm ³ (5,9; -18,1)	3,0 ± 4,8mm ³ (3,8; -15,9)
	100%	49,4%	50,6%	56,8%	43,2%
0 - 2 anos (n= 27)	-12,6 ± 8,0mm ³ (-1, 7; -20,8)	5,8 ± 5,1mm ³ (1,3; -20,7)	6,9 ± 5,8mm ³ (0,6; -21,5)	6,8 ± 5,0mm ³ (-0,0; -19,6)	5,8 ± 5,3mm ³ (1,5; -19,6)
	100%	45,7%	54,3%	53,9%	46,1%

Fonte: Eduardo Aydos Villarinho (2016)

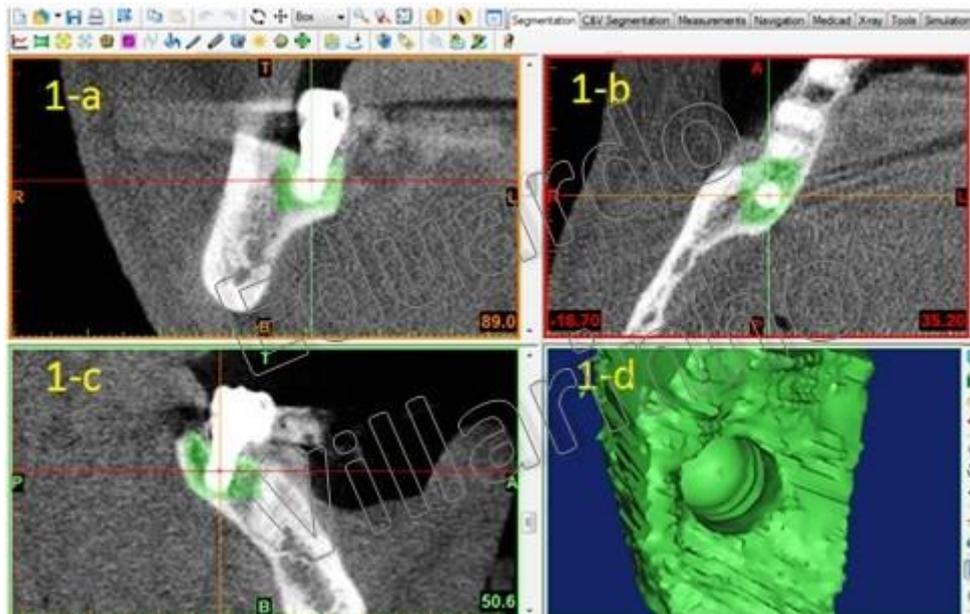


Figura 1: Imagem do software Mimics®, com a região óssea selecionada ao redor do implante, visualizando em todos os cortes se apenas o tecido ósseo está selecionado, e posterior reconstrução tridimensional. 1-a: corte coronal; 1-b: corte axial; 1-c: corte sagital; 1-d: reconstrução da área selecionada em três dimensões.

Fonte: Eduardo Aydos Villarinho (2016).

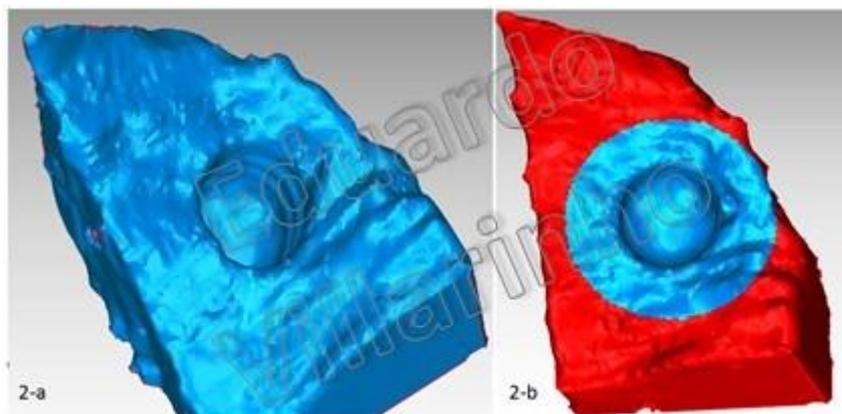


Figura 2: Imagem do tecido ósseo selecionado em formato STL importada no software Geometrics® . 2-a: Imagem original importada; 2-b: Imagem selecionada com o perímetro mais próximo ao implante selecionado.

Fonte: Eduardo Aydos Villarinho (2016)



Figura 3: 3-a: Perímetro ósseo ao redor do implante selecionado, após a exclusão da área sem interesse para a medição; 3- b: Imagem durante o refinamento da malha, para permitir uma melhor sobreposição das imagens.

Fonte: Eduardo Aydos Villarinho (2016)

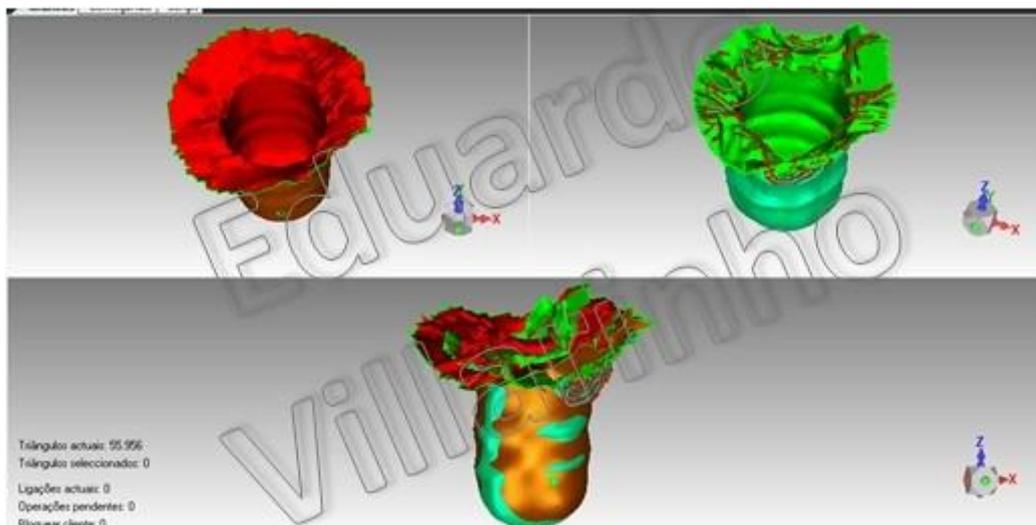


Figura 4: Imagens de diferentes tempos sobrepostas através da ferramenta de alinhamento. Na porção inferior da figura, a mescla de cores exemplifica que a sobreposição está ocorrendo de forma correta.

Fonte: Eduardo Aydos Villarinho (2016).

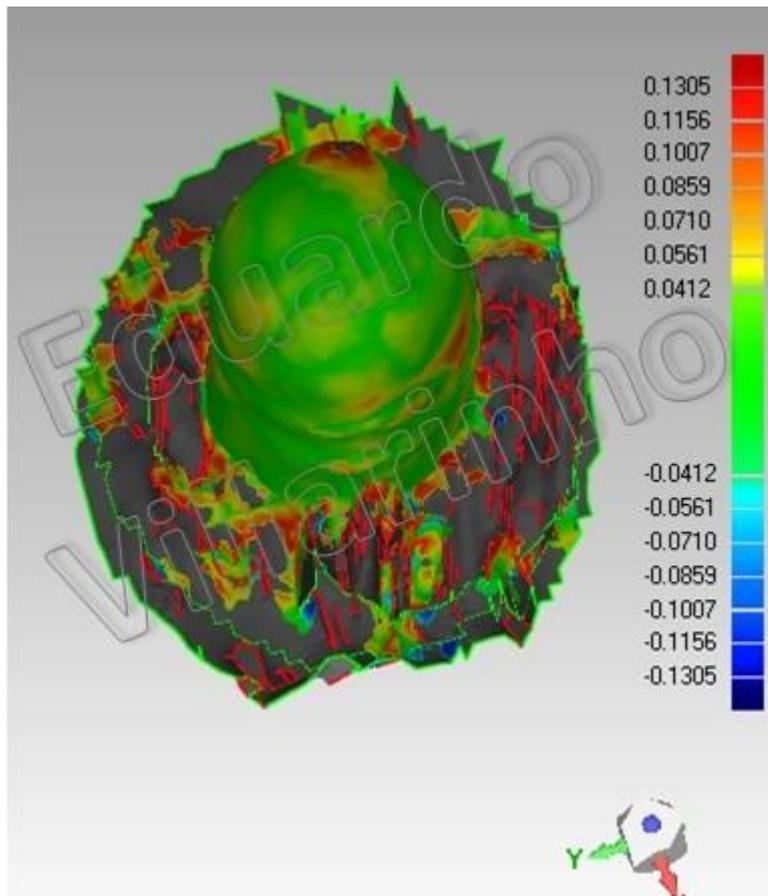


Figura 5: Verificação do correto alinhamento das imagens através do mapa de cores, onde os tons verdes significam que as imagens referentes ao perímetro ósseo mais próximo ao implante estão perfeitamente alinhadas ou com uma distância entre elas menor que 0,041 mm.

Fonte: Eduardo Aydos Villarinho (2016).

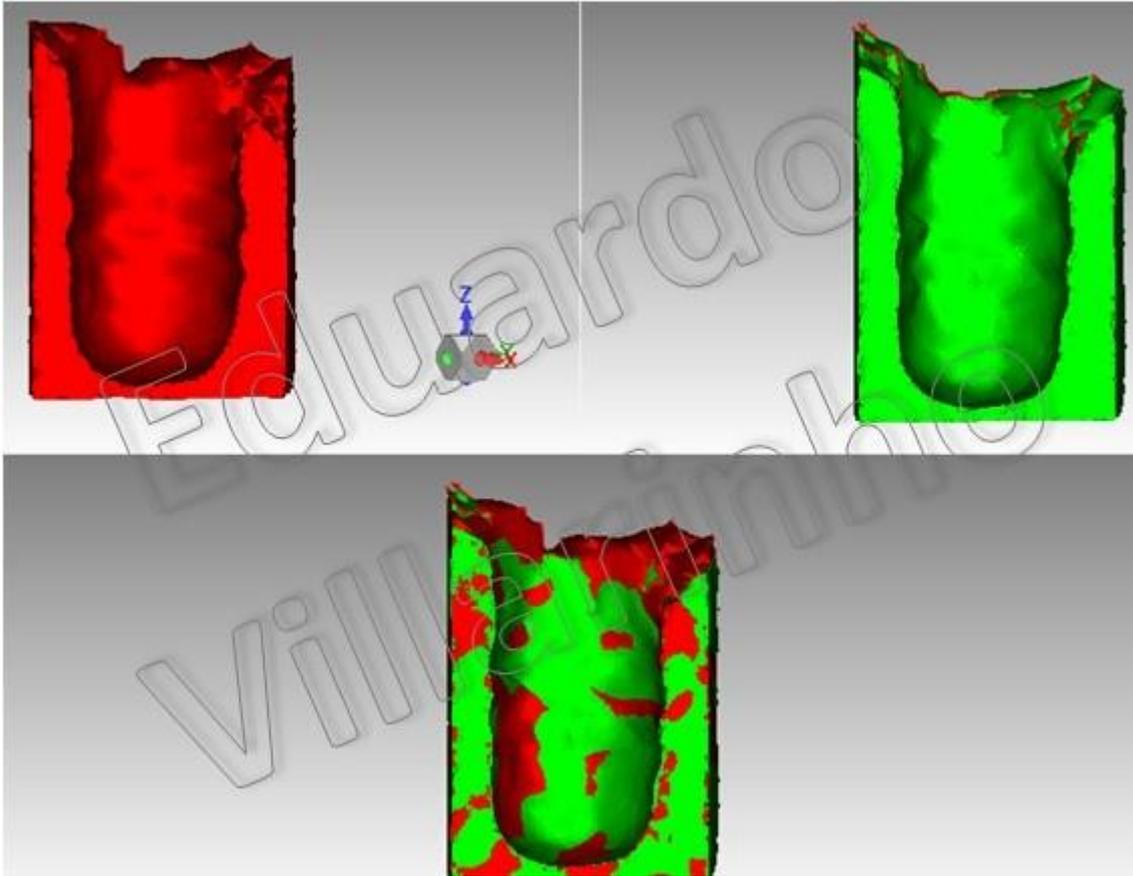


Figura 6: imagens com as paredes dos cubos já projetadas, sendo suas dimensões externas iguais para os vários tempos, e exemplificando uma possibilidade de secção dos cubos.

Fonte: Eduardo Aydos Villarinho (2016).

5. DISCUSSÃO GERAL

Este estudo avaliou os possíveis fatores de risco para implantes unitários de 6 mm de comprimento na região posterior (artigo 1), bem como apresentou o desenvolvimento de uma nova metodologia para aferição de alteração volumétrica do nível ósseo periimplantar (artigo 2).

A taxa de sobrevivência de 91% dos implantes no período observado no artigo 1 é condizente com a literatura, que apresenta taxas acima de 90%.⁵⁹⁻⁶² Embora tenha ocorrido 4 perdas de implante, 2 na maxila (34 e 41 meses após carga) e 2 na mandíbula (12 e 13 meses após carga), o termo de fragilidade, o qual considera o tempo de acompanhamento -- tempo até a ocorrência das falhas e a relação intra e inter-indivíduos, demonstrou uma maior probabilidade de perda de implante de 95% na mandíbula em relação à maxila. Isto também foi descrito na revisão sistemática e meta-análise de Mezzomo et al.,⁶² que também relatou maior índice de perda de implantes na mandíbula. Por outro lado, as revisões de Srinivasan et al.⁶¹ e de Ling Sun et al.¹¹ mostraram uma maior incidência de perda na maxila. Ainda, há relato de que não há diferença entre os índices de falha entre mandíbula e maxila.⁵⁹ Contudo, a primeira revisão, que corrobora com nossos achados trabalha apenas com implantes unitários na região posterior, enquanto as demais não fazem restrição quanto à região nem quanto à espiantagem ou não dos implantes, o que pode proporcionar um comportamento diferente dos implantes ao longo do tempo.

No artigo 1 as alterações dos níveis ósseos foram analisadas com os possíveis fatores de risco: arcada, presença de bruxismo, força máxima de

mordida, proporção coroa/implante anatômica, proporção coroa/implante clínica e área oclusal. A análise da perda óssea ao longo do tempo, utilizando um modelo de regressão multinível, demonstrou que, quando analisamos a proporção C/I anatômica e o tempo, estimou-se que para um aumento de uma unidade no tempo (12 meses) está associada uma perda óssea média de aproximadamente 0,1 mm, ajustada pela proporção C/I anatômica. Analisando o modelo com a proporção C/I clínica e o tempo, estimou-se que para aumento de uma unidade no tempo (12 meses) está associada uma perda óssea média de aproximadamente 0,1mm, ajustada pela medida da proporção C/I clínica. Similarmente, para um aumento de 0,1 na proporção C/I clínica estimou-se um aumento médio de 0,1mm na média da perda óssea, ajustada pelo tempo. Os demais possíveis fatores de risco não foram considerados como preditores para os desfechos estudados.

Isto pode ser explicado devido ao fato da tensão gerada no tecido ósseo circundante à região mais cervical do implante ser proporcional à força de alavanca exercida pela altura da coroa protética somada à proporção do implante que se encontra supra-óssea, bem como à força de resistência exercida pela parcela do implante que se encontra intra-óssea e não pelo seu comprimento total.^{17,18,79} Modelos teóricos mostraram que quanto maior a proporção C/I, maior a tensão no tecido ósseo adjacente à região mais cervical do implante e, possivelmente, maior perda óssea.⁷⁸ Contudo, estudos clínicos^{17,63,47,67} com diferentes metodologias foram incapazes de demonstrar tal fato, assim como revisões sistemáticas^{31,62,78} também não encontraram relação entre proporção C/I e alterações de nível ósseo. Há inclusive uma

revisão sistemática⁶⁵ que relatou que o aumento da proporção C/I geraria um efeito protetor sobre a perda óssea.

Em estudos apenas sobre implantes curtos muitas vezes o desfecho protético não é abordado, visto que o foco dos autores é a taxa de sobrevivência desses implantes de tamanho reduzido.^{59,61} A única complicação protética observada durante o período de acompanhamento foi o afrouxamento do parafuso protético, o que ocorreu em 13 (28,3%) das 46 coroas. Tais índices são superiores aos relatados na literatura, que relatam o afrouxamento de parafuso protético como um evento raro e independente do tipo de conexão protética. Mezzomo et al.⁶² em sua revisão sistemática, registram um índice de complicações protéticas de 2,8% entre os implantes curtos. Em uma revisão sistemática⁸⁰ sobre afrouxamento de parafusos em coroas unitárias, com diversos tamanhos de implantes, relatou-se uma incidência menor que 3% de perda de torque dos parafusos, independente de ser conexão externa ou interna. Contudo, a maioria das próteses incluídas naquele estudo foram próteses cimentadas, restando apenas o parafuso do pilar protético para afrouxar, e este apresenta um torque inicial maior, o que garante maior estabilidade. No presente estudo, as próteses foram todas instaladas com sistemas de dois parafusos, e o parafuso protético, com torque inicial de 15 N, tenderia a ser menos estável por ter uma pré-carga inicial menor.⁸¹ Salienta-se que se trata de uma intercorrência, que necessita de nova intervenção por parte do clínico, mas é facilmente reparável.

Todos os possíveis fatores de risco para perda óssea foram analisados quanto ao desfecho falha protética, sendo que nenhum foi fator preditor para o afrouxamento do parafuso protético. Contudo, embora não estatisticamente significativo, a presença de bruxismo apresentou uma tendência de aumento de risco de falha protética. Além da limitação do tamanho de amostra e poder estatístico, o diagnóstico de bruxismo apresenta dificuldades clínicas. Entre os indivíduos do presente estudo, 8 apresentaram bruxismo moderado a severo de acordo com o uso do dispositivo BiteStrip® e 8 apresentaram bruxismo de acordo com o auto-relato. Contudo, apenas 4 apresentaram resposta positiva para ambos os métodos de diagnóstico, o que exemplifica a dificuldade diagnóstica e talvez explique a incapacidade de estudos anteriores em relacionar o bruxismo com a perda óssea peri-implantar e falhas protéticas.^{62,63,82}

As médias de perda óssea linear demonstradas no artigo 1 se enquadram nos critérios de sucesso definidos pelo estudo, os quais, em relação à quantificação da perda óssea, são adotados pela maior parte dos estudos clínicos.^{21,48} Entretanto, os resultados encontrados no artigo 2, referentes a alterações ósseas volumétricas ao redor dos implantes durante os diferentes tempos de acompanhamento, não podem ser comparados com os dados existentes na literatura, pois se trata de uma metodologia de aferição inédita no estudo de implantes dentários. Mesmo em estudos com acompanhamento clínico e tomográfico^{33,34,36} de implantes ao longo do tempo, as imagens tomográficas são utilizadas com o objetivo de fazer mensurações lineares em diferentes pontos de cortes selecionados na CBTC, e não através

da sobreposição de reconstruções volumétricas como utilizadas na presente análise.

A mensuração linear através de radiografias periapicais é um método rotineiramente utilizado para o acompanhamento de alterações ósseas periimplantares.^{17,66,67,69} Tal método apresenta como um potencial viés o fato do examinador determinar as linhas de referência para a mensuração, o que foi minimizado no presente estudo pela calibração prévia dos examinadores. A análise de alterações volumétricas por sobreposição de imagens tridimensionais parece ser menos sensível ao potencial viés do examinador. Contudo, os filtros de seleção nos softwares de manipulação de imagens médicas não são capazes de automaticamente distinguir o tecido ósseo das demais estruturas presentes nas imagens. Assim, para a seleção do tecido ósseo, o uso do *threshold value* foi aplicado de forma personalizada para cada exame, realizando uma averiguação manual corte por corte, adicionando ou extraíndo áreas selecionadas pelo examinador. Ahmad et al.⁷³ utilizaram o filtro do *threshold value* também de forma personalizada para cada exame, e concluíram que mudanças no valor do *threshold* de até 20% não afetam significativamente as reconstruções em STL, o que diminuiria o potencial viés do examinador.

Exames de imagens bidimensionais em radiografias periapicais e tridimensionais em CBCT apresentam características distintas entre si, e indicações muitas vezes também distintas. Vandenberghe et al.⁷⁰ mostraram que ambas as radiografias periapicais digitais e a CBCT, tendo como modelos

padrão-ouro uma mandíbula de cadáver e um esqueleto seco, são eficazes em delimitar a profundidade do defeito ósseo, inclusive apresentando os mesmos índices de subestimação e superestimação do defeito. Contudo, os autores salientaram que a visualização da lâmina dura, a característica do trabeculado ósseo e o contraste entre os tecidos são melhores visualizados em radiografias periapicais, enquanto defeitos na região de furca e a descrição da morfologia dos defeitos são melhores visualizados pela tomografia. Logo, um exame não substituiria o outro e, em determinados casos, ambos os exames são necessários.

As análises dos artigos 1 e 2 demonstram um comportamento linear de perda óssea e certa estabilidade tecidual ao longo do período de observação, não sendo encontrada uma perda muito maior durante o primeiro ano quando comparado ao segundo ano como relatado em certos estudos.^{1,19} Tal fato possivelmente possa ser explicado pelo sistema de implante utilizado proporcionar tal estabilidade, levando a interface implante-pilar-prótese longe do tecido ósseo, o que limitaria a remodelação óssea inicial pós-prótese ou pós-segundo estágio cirúrgico.

Para a metodologia de sobreposição de imagens tridimensionais descrita no artigo 2, a qualidade das imagens foi um fator crítico, principalmente em relação à nitidez das margens do implante, pois as diferentes imagens foram sobrepostas através de seu contorno. Infelizmente, diferentemente do que ocorre em radiografias periapicais, utilizadas no estudo do artigo 1, a presença de objetos metálicos como restaurações de amálgama, incrustações fundidas,

coroas metálicas e implantes de titânio podem gerar artefatos, reduzindo a qualidade da imagem. Tais artefatos podem aparecer como linhas de hiperdensidades, brancas, ou como áreas escuras ao redor dos objetos metálicos.^{32,71,74-76}. Kamburoglu et al.⁷² demonstraram boa detecção e mensuração de defeitos ósseos na tábua vestibular com CBCT, mas sugeriram que a presença de artefatos poderia ser um fator limitante. Contudo, o impacto dos artefatos produzidos por implantes dentários sobre a qualidade da imagem óssea parece ser maior em CBCT do que em CT Multi Slice.⁷⁸ No estudo metodológico do artigo 2, os artefatos com aspecto de linhas e manchas de hiperdensidade impossibilitaram a delimitação das margens do implante e a sobreposição das imagens, não permitindo a aferição volumétrica. Já os artefatos como áreas escuras não impediram a mensuração, mas geraram maior trabalho na manipulação das imagens.

O crescente uso da CBTC trouxe benefícios inegáveis aos pacientes por proporcionar ao profissional informações que não poderiam ser obtidas de outra forma. Contudo, sendo um exame com radiação ionizante, seu uso deve ser feito com cautela. Estudos demonstraram que a radiação ionizante utilizada na odontologia não produz mutagenicidade,^{83,84} embora o aumento da dose de radiação tanto em tomografias como radiografias convencionais produza alterações celulares. Logo, os princípios da mínima dosagem necessária para um correto e preciso diagnóstico devem nortear sempre a escolha do tipo de exame a ser solicitado, bem como os equipamentos e suas regulagens.

Em síntese, o presente estudo prospectivo possibilitou a avaliação objetiva de possíveis fatores de risco para os desfechos perda óssea peri-implantar, falhas biológicas, falhas mecânicas e taxa de sobrevida em implantes dentários curtos, unitários, em região posterior. Contudo, achados mais robustos e conclusivos podem requerer maior tamanho de amostra e maior tempo de acompanhamento. Além dos achados clínicos, conseguiu-se desenvolver uma nova metodologia para aferição volumétrica das alterações ósseas ao redor de implantes dentários através de sobreposição de imagens tridimensionais. Tal metodologia pode ser precursora de estudos futuros sobre o comportamento do tecido ósseo sob carga e remodelação complexas, mas também evidencia a importância de estudos que visem à melhoria da qualidade das imagens tomográficas e dos softwares de manipulação de imagens médicas, para que o processo se torne menos dependente do examinador e mais próximo do uso clínico.

6. CONCLUSÕES GERAIS

Dentro das situações clínicas específicas do estudo e com base nos achados dos dois estudos, podemos concluir que:

1. O uso de implantes curtos unitários na região posterior de maxila e mandíbula é uma opção de tratamento previsível com elevados índices de sobrevivência. Contudo, a mandíbula apresenta um risco 95% maior que a maxila para ocorrência de perdas
2. A taxa de complicações protéticas foi mais elevada que as reportadas na literatura. Entretanto, todas as complicações protéticas foram reversíveis e de fácil correção clínica.
3. O fator tempo foi um preditor de perda óssea linear, sendo que a cada 12 meses estimou-se uma perda óssea de 0,1mm. O aumento da proporção coroa/implante clínica foi considerado um fator de risco para perda óssea linear, sendo que para um aumento de 0,1 na proporção estimou-se uma perda óssea de 0,1mm.
4. A mensuração de alterações ósseas volumétricas ao redor dos implantes através da sobreposição de imagens é possível, desde que as imagens de CBCT apresentem bom contraste e nitidez, principalmente quanto ao contorno do implante.

7. REFERÊNCIAS GERAIS

1. Adell R, Lekholm U, Rockler B, Branemark PI. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *International Journal of Oral Surgery*. 1981; 10: 387-416.
2. Zarb GA, Albrektsson T. Consensus report: Towards optimized treatment outcomes for dental implants. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 1998; 80: 641.
3. Bell RB, Blakey GH, White RP, Hillebrand DG, Molina A. Staged reconstruction of the severely atrophic mandible with autogenous bone graft and endosteal implants. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2002; 60: 1135-1141.
4. Chiapasco M, Casentini P, Zaniboni M. Bone augmentation procedures in implant dentistry. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2009; 24: 237-259.
5. Fugazzotto PA, Beagle JR, Ganeles J, Jaffin R, Vlassis J, Kumar A. Success and failure rates of 9 mm or shorter implants in the replacement of missing maxillary molars when restored with individual crowns: preliminary results to 84 months in function. A retrospective study. *Journal of Periodontology*. 2004; 75: 327–332.
6. Renouard F, Nisand D. Short implants in the severely resorbed maxilla: a 2-year retrospective clinical study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. 2005; 7(1): 104-110.

7. Vandeweghe S, De Ferrerre R, Tschakaloff A, De Bruyn H. A Wide-Body Implant as an Alternative for Sinus Lift or Bone Grafting. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2011; 69: 67-74.
8. das Neves FD, Fones D, Bernardes SR, do Prado CJ, Neto AJ. Short implants - an analysis of longitudinal studies. *International Journal Oral and Maxillofacial Implants*. 2006; 21: 86-93.
9. Misch CE, Steingra J, Barboza E, Misch-Dietsh F, Cianciola LJ, Kazor C. Short dental implants in posterior partial edentulism: a multicenter retrospective 6-year case series study. *Journal of Periodontology*. 2006; 77: 1340-1347.
10. Malo P, de Araujo Nobre M, Rangert B. Short implants placed onestage in maxillae and mandibles: a retrospective clinical study with 1 to 9 years of follow-up. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. 2007; 9: 15-21.
11. Sun HL, Huang C, Wu YR, Shi B. Failure Rates of Short Dental Implants and Factors Influencing Their Failure: A Systematic Review. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2011; 26: 816-825.
12. Rabah N, Bischof M, Briaux JM, Beyer S, Szmukler Moncler S, Bernard, JP. A 7-year life table analysis from a prospective study on ITI implants with special emphasis on the use of short implants. *Clinical Oral Implants Research*. 2004; 15: 150-157.
13. ten Bruggenkate CM, Asikainen P, Foitzik C, Krekeler G, Sutter F. Short (6-mm) nonsubmerged dental implants: Results of a multicenter clinical trial of

- 1 to 7 years. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*. 1998; 13: 791-798.
14. Gentile MA, Chuang SK, Dodson TB. Survival estimates and risk factors for failure with 6x5.7-mm implants. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2005; 20: 930-937.
15. Felice P, Pistilli R, Lizio G, Pellegrino G, Nisii A, Marchetti C. Inlay versus onlay iliac bone grafting in atrophic posterior mandible: a prospective controlled clinical trial for the comparison of two techniques. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. 2009; 11(1): 69-82.
16. Anitua E, Orive G. Short implants in maxillae and mandibles: a retrospective study with 1 to 8 years of follow-up. *Journal of Periodontology*. 2010; 81: 819-826.
17. Rossi F, Ricci E, Marchetti C, Lang NP, Botticelli D. Early loading of single crowns supported by 6-mm-long implants with a moderately rough surface: a prospective 2-year follow-up cohort study. *Clinical Oral Implants Research*. 2010; 21: 937-943.
18. Esposito M, Pellegrino G, Pistilli R, Felice P. Rehabilitation of posterior atrophic edentulous jaws: prostheses supported by 5 mm short implants or by longer implants in augmented bone? One-year results from a pilot randomized clinical trial. *European Journal of Oral Implantology*. 2011; 4(1): 21-30.
19. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The long-term efficacy of currently used dental implants - A review and proposed criteria for

- success. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 1986; 1 (1): 11-25.
20. Buser D, Weber HP, Lang NP. Tissue integration of non-submerged implants. 1-year results of a prospective study with 100 ITI hollow cylinder and hollow-screw implants. *Clinical Oral Implants Research*. 1990; 1: 33-40.
21. Lacono VJ, Cochran DL. State of the science on implant dentistry: A workshop developed using an evidence-based approach (American Academy of Osseointegration). *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2007; 22: 7-10.
22. Ong CTT, Ivanovski S, Needleman IG, Retzepi M, Moles DR, Tonetti MS, Donos N. Systematic review of implant outcomes in treated periodontitis subjects. *Journal of Clinical Periodontology*. 2008; 35: 438–462.
23. Assenza B, Scarano A, Leghissa G, Carusi G, Thams U, Roman F, Piattelli A. Screw- vs. cement-implant-retained restorations: an experimental study in the beagle. Part 1. Screw and abutment loosening. *Journal of oral implantology*. 2005; (5): 242-46.
24. Bianco G, Di Raimondo R, Luongo G. Osseointegrated implant for single-tooth replacement: a retrospective multicenter study on routine use in private practice. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. 2000; 2: 152-158.
25. Weber HP, Buser D, Fiorellini JP, Williams RC. Radiographic evaluation of crestal bone levels adjacent to non-submerged titanium implants. *Clinical Oral Implants Research*. 1992; 3: 181–188.

26. Behneke A, Behneke N, D'Hoedt B, Wagner W. Hard and soft tissue reactions to ITI screws: 3-year longitudinal results of a prospective study. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 1997; 12: 749–757.
27. Brägger U, Hafeli U, Huber B, Hammerle CH, Lang NP. Evaluation of postsurgical crestal bone levels adjacent to non-submerged dental implants. *Clinical Oral Implants Research*. 1998; 9: 218-224.
28. Mericske-Stern R, Grütter L, Rösch R, Mericske E. Clinical evaluation and prosthetic complications of single tooth replacements by non-submerged implants. *Clinical Oral Implants Research*. 2001; 12: 309-318.
29. Karoussis IK, Bragger U, Salvi GE, Burgin W, Lang NP. Effect of implant design on survival and success rates of titanium oral implants: a 10-year prospective cohort study of the ITI Dental Implant System. *Clinical Oral Implants Research*. 2004; 15: 8–17.
30. Blanes RJ. To what extent does the crown-implant ratio affect the survival and complications of implant-supported reconstructions? A systematic review. *Clinical Oral Implants Research*. 2009; 20 (4): 67-72.
31. Annibaldi S, Cristalli MP, Dell'Aquila D, Bignozzi I, La Monaca G, Pilloni A. Short Dental Implants: A Systematic Review. *Journal of Dental Research*. 2012; 91: 25-32.
32. Corpas LS, Jacobs R, Quirynen M, Huang Y, Naert I, Duyck J. Peri-implant bone tissue assessment by comparing the outcome of intra-oral radiograph and cone beam computed tomography analyses to the histological standard *Clinical Oral Implants Research*. 2011; 12: 492–499.

33. Miyamoto Y; Obama T. Dental Cone Beam Computed Tomography Analyses of Postoperative Labial Bone Thickness in Maxillary Anterior Implants: Comparing Immediate and Delayed Implant Placement The International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry. 2011; 31: 215-225.
34. Roe P, Kan JYK, Rungcharassaeng K, Caruso JM, Zimmerman G, Mesquida J. Horizontal and Vertical Dimensional Changes of Peri-implant Facial Bone Following Immediate and Provisionalization of Maxillary Anterior Single Implants: A 1-Year Cone Beam Computed Tomography Study. The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants. 2012; 27: 393–400.
35. Kaminaka A, Nakano T, Ono S, Kato T, Yatani H. Cone-Beam Computed Tomography Evaluation of Horizontal and Vertical Dimensional Changes in Buccal Peri-Implant Alveolar Bone and Soft Tissue: A 1-Year Prospective Clinical Study. Clinical Implant Dentistry and Related Research. 2015; 17 (2): 576 - 585.
36. Morimoto T, Tsukiyama Y, Morimoto K, Koyano K. Facial bone alterations on maxillary anterior single implants for immediate placement and provisionalization following tooth extraction: a superimposed cone beam computed tomography study. Clinical Oral Implant Research. 2015; 26: 1383–1389.
37. Almeida RC, Cevidanes LH, Carvalho FA, Motta AT, Almeida MA, Styner M, et al: Soft tissue response to mandibular advancement using 3D CBCT

- scanning. *International Journal Oral Maxillofacial Surgery*. 2011; 40(4): 353-359.
38. Maal TJ, de Koning MJ, Plooij JM, Verhamme LM, Rangel FA, Berge SJ, et al: One year postoperative hard and soft tissue volumetric changes after a BSSO mandibular advancement. *International Journal Oral Maxillofacial Surgery*. 2012; 41(9): 1137-1145.
39. Kim YI, Park SB, Son WS, Hwang DS: Midfacial soft-tissue changes after advancement of maxilla with Le Fort I osteotomy and mandibular setback surgery: comparison of conventional and high Le Fort I osteotomies by superimposition of cone-beam computed tomography volumes. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2011; 69(6): 225-233.
40. Kim YI, Park SB, Jung YH, Hwang DS, Lee JY: Evaluation of intersegmental displacement according to osteosynthesis method for mandibular setback sagittal split ramus osteotomy using cone-beam computed tomographic superimposition. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2012; 70(12): 2893-2898.
41. Park SB, Yang YM, Kim YI, Cho BH, Jung YH, Hwang DS: Effect of bimaxillary surgery on adaptive condylar head remodeling: metric analysis and image interpretation using cone-beam computed tomography volume superimposition. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2012; 70(8): 1951-1959.
42. Park SB, Yoon JK, Kim YI, Hwang DS, Cho BH, Son WS: The evaluation of the nasal morphologic changes after bimaxillary surgery in skeletal class III malocclusion by using the superimposition of cone-beam computed

- tomography (CBCT) volumes. *Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery*. 2012; 40(4): 87-92.
43. Grybauskas S, Locs J, Salma I, Salms G, Berzina-Cimdina L. Volumetric analysis of implanted biphasic calcium phosphate/collagen composite by three-dimensional cone beam computed tomography head model superimposition. *Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery*. 2015; 43: 167-174.
44. Economopoulos TL, Asvestas PA, Matsopoulos GK, Molnar B, Windisch P: Volumetric difference evaluation of registered three-dimensional pre-operative and post-operative CT dental data. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2012; 41(4): 328-339.
45. Melhado RMD, Vasconcelos LW, Francischone CE, Quinto C, Petrilli G. Avaliação clínica de implantes curtos (7 mm) em mandíbulas. Acompanhamento de 2 a 14 anos. *Implant News*. 2007; 4(2): 147-51.
46. Renouard F, Nisand D. Impact of implant length and diameter on survival rates. *Clinical Oral Implants Research*. 2006; 17(2): 35-51.
47. Rokni S, Todescan R, Watson P, Pharoah M, Adegbembo AO, Deporter, D. An assessment of crown-to-root ratios with short sintered porous-surfaced implants supporting prostheses in partially edentulous patients. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2005; 20: 69-76.
48. 2010 Guidelines of the Academy of Osseointegration for the Provision of Dental Implants and Associated Patient Care. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2010; 25 (3): 620-627.

49. Winkler S, Morris HF, Ochi S. Implant survival to 36 months as related to length and diameter. *Annals of Periodontology*. 2000; 5: 22-31.
50. Hagi D, Deporter DA, Pilliar RM, Arenovich T. A targeted review of study outcomes with short (< or = 7 mm) endosseous dental implants placed in partially edentulous patients. *Journal of Periodontology*. 2004; 75: 798-804.
51. Deporter DA, Todescan R, Caudry S. Simplifying management of the posterior maxilla using short, porous-surfaced dental implants and simultaneous indirect sinus elevation. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*. 2000; 20: 476-485.
52. Tawil G, Younan R. Clinical Evaluation of Short, Machined-Surface Implants Followed for 12 to 92 Months. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*. 2003; 18: 894-901.
53. Feldman S, Boitel N, Weng D, Kohless S, Stach RM. Five-year survival distributions of short length (10mm or less) machined surfaced and Osseotite implants. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. 2004; 6: 16-23.
54. Arlin ML. Short dental implants as a treatment option: results from an observational study in a single private practice. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2006; 21(5): 769-76.
55. Lekholm U, Zarb G. Patient selection and preparation. In: Branemark, P.I., Zarb, G.A. & Albrektsson, T., eds. *Tissue Integrated Prostheses: Osseointegration in Clinical Dentistry*. Chicago: Quintessence Publishing Co 1985; Vol. 3, 129–145.

56. Romeo E, Ghisolfi M, Rozza R, Chiapasco M, Lops D. Short (8- mm) dental implants in the rehabilitation of partial and complete edentulism: a 3- to 14-year longitudinal study. *International Journal of Prosthodontics*. 2006; 19: 586-592.
57. Malo P, de Araujo Nobre M, Rangert B. Short implants placed onestage in maxillae and mandibles: a retrospective clinical study with 1 to 9 years of follow-up. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. 2007; 9:15-21.
58. Anitua E, Orive G, Aguirre J J, Andia I. Five-year Clinical Evaluation of Short Dental Implants Placed in Posterior Areas: A Retrospective Study. *Journal of Periodontology*. 2008; 79: 42-48.
59. Monje A, Fu JH, Chan, HL, Suarez F, Moreno PG, Catena A, Wang HL. Do Implant Length and Width Matter for Short Dental Implants (<10 mm)? A Meta-Analysis of Prospective Studies. *Journal of Periodontology*. 2013; 84: 1783-1791.
60. Anitua E, Piñas L, Begoña L, Orive G. Long-term retrospective evaluation of short implants in the posterior areas: clinical results after 10–12 years. *Journal of Clinical Periodontology* 2014; 41: 404–411.
61. Srinivasan M, Vazquez L, Rieder P, Moraguez O, Bernard JP, Belser UC. Survival rates of short (6 mm) micro-rough surface implants: a review of literature and meta-analysis. *Clinical Oral Implants Research*. 2014; 25: 539–545.

62. Mezzomo LA, Miller R, Triches D, Alonso F, Shinkai, RS. Meta-analysis of single crowns supported by short (<10 mm) implants in the posterior region. *Journal of Clinical Periodontology*. 2014; 41: 191-213.
63. Tawil G, Aboujaoude N, Younan R. Influence of prosthetic parameters on the survival and complication rates of short implants. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2006; 21(2): 275-282.
64. Anitua E, Alkhraist MH, Pinas L, Begona L, Gorra Orive G. Implant Survival and Crestal Bone Loss Around Extra-Short Implants Supporting a Fixed Denture: The Effect of Crown Height Space, Crown-to-Implant Ratio, and Offset Placement of the Prosthesis. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2014; 29: 682–689.
65. Pazmin CG, López del Amo FS, Monje A, Catena A, Oller IO, Moreno PG, Wang HL. Influence of Crown/Implant Ratio on Marginal Bone Loss: A Systematic Review. *Journal of Periodontology*. 2014; 85: 1214-1221.
66. Sewerin IP. Errors in radiographic assessment of marginal bone height around osseointegrated implants. *European Journal of Oral Sciences*. 1990; 98: 428–433.
67. Blanes RJ, Bernard JP, Blanes ZM, Belser UC. A 10-year prospective study of ITI dental implants placed in the posterior region. I: Clinical and radiographic results. *Clinical Oral Implants Research*. 2007; 18: 699-706.
68. Draenert FG, Sagheb K, Baumgardt K, Kämmerer PW. Retrospective analysis of survival rates and marginal bone loss on short implants in the mandible. *Clinical Oral Implants Research*. 2012; 23: 1063–1069.

69. Lai HC, Si MS, Zhuang LF, Shen H, Liu YI, Wismeijer D. Long-term outcomes of short dental implants supporting single crowns in posterior region: a clinical retrospective study of 5–10 years. *Clinical Oral Implants Research*. 2013; 24: 230–237.
70. Vandenberghe B, Jacobs R, Yang J. Diagnostic validity (or acuity) of 2D CCD versus 3D CBCT images for assessing periodontal breakdown. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2007; 104: 395-401.
71. Mengel R, Kruse B, Flores-de-Jacoby L. Digital volume tomography in the diagnosis of peri implant defects: an in vitro study on native pig mandibles. *Journal Periodontology*. 2006; 77: 1234-41.
72. Kamburoglu K, Murat S, Kiliç C, Yüksel S, Avsever H, Farman A, et al. Accuracy of CBCT images in the assessment of buccal marginal alveolar peri-implant defects: effect of field of view. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2014; 43: 20130332.
73. Ahmad R, Abu-Hassan MI, Li Q, Swain MV. Three dimensional quantification of mandibular bone remodeling using standard tessellation language registration based superimposition. *Clinical Oral Implant Research*. 2013; 24: 1273–1279.
74. Angelopoulos C, Scarfe WC, Farman AG. A comparison of maxillofacial CBCT and medical CT. *Atlas of the Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*. 2012; 20: 1-17.
75. Kamburoglu K, Kolsuz E, Murat S, Eren H, Yüksel S, Paksoy CS. Assessment of buccal marginal alveolar peri-implant and periodontal

- defects using a cone beam CT system with and without the application of metal artifact reduction mode. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2013; 42: 20130176.
76. Sirin Y, Horasan S, Yaman D, Basegmez C, Tanyel C, Aral A. Detection of crestal radiolucencies around dental implants; an in vitro experimental study. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2012; 70: 1540-50.
77. Draenert FG, Coppenrath E, Herzog P, Müller S, Mueller-Lisse UG. Beam hardening artefacts occur in dental implant scans with the NewTom cone beam CT but not with the dental 4-row multidetector CT. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2007; 36: 198-203.
78. Bulaqi HA, Mashhadi MM, Safari H, Samandari MM, Geramipanah F. Effect of increased crown height on stress distribution in short dental implant components and their surrounding bone: A finite element analysis. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2015; 133 (6): 548-557.
79. Monje A, Suarez F, Galindo-Moreno P, Garcia-Nogales A, Fu J-H, Wang H-L. A systematic review on marginal bone loss around short dental implants (< 10 mm) for implant-supported fixed prostheses. *Clinical Oral Implants Research*. 2014; 25: 1119–1124.
80. Theoharidou A, Petridis HLP, Tzannas K, Garefis P. Abutment Screw Loosening in Single-Implant Restorations: A Systematic Review. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*. 2008; 23: 681–690.

81. Villarinho EA, Cervieri A, Shinkai RSA, Grossi ML, Teixeira ER. The Effect of a Positioning Index on the Biomechanical Stability of Tapered Implant-Abutment Connections. *Journal of Oral Implantology*. 2015; 41 (2): 139-143.
82. Engel E, Roman GG, Krcmar DA. Effect of Occlusal Wear on Bone Loss and Periotest Value of Dental Implants. *The International Journal of Prosthodontics*. 2001; 14: 444–450.
83. Lorenzoni DC, Fracalossi ACC, Carlin V, Ribeiro DA, Sant'Anna EF. Mutagenicity and cytotoxicity in patients submitted to ionizing radiation - A comparison between cone beam computed tomography and radiographs for orthodontic treatment. *Angle Orthodontist*. 2013; 83 (1): 104-109.
84. Silva AE, Rados PV, Lauxen IS, Gedoz L, Villarinho EA, Fontanella V. Nuclear changes in tongue epithelial cells following panoramic radiography. *Mutation Research*. 2007; 632: 121–125.

ANEXOS



Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

OF.CEP-772/10

Porto Alegre, 11 de agosto de 2010.

Senhora Pesquisadora,

O Comitê de Ética em Pesquisa da PUCRS apreciou e aprovou seu protocolo de pesquisa registro CEP 10/05074 intitulado "**Estudo prospectivo de implantes curtos unitários na região posterior: influência da relação coroa-implante na perda óssea marginal**".

Salientamos que seu estudo pode ser iniciado a partir desta data.

Os relatórios parciais e finais deverão ser encaminhados a este CEP.

Atenciosamente,

Prof. Dr. Rodolfo Herberto Schneider
Coordenador do CEP-PUCRS

Ilma. Sra.
Profa. Dra. Rosemary Sadami Arai Shinkai
FO
Nesta Universidade

PUCRS

Campus Central
Av. Ipiranga, 6690 – 3º andar – CEP: 90610-000
Sala 314 – Fone Fax: (51) 3320-3345
E-mail: cep@pucrs.br
www.pucrs.br/prppg/cep



Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

OF.CEP-1460/10

Porto Alegre, 17 de dezembro de 2010.

Senhora Pesquisadora,

O Comitê de Ética em Pesquisa da PUCRS apreciou e aprovou seu protocolo de pesquisa registro CEP 10/05073 intitulado **"Influência do bruxismo e da força de mordida no prognóstico de implantes curtos unitários em região posterior"**.

Salientamos que seu estudo pode ser iniciado a partir desta data.

Os relatórios parciais e final deverão ser encaminhados a este CEP.

Atenciosamente,

Prof. Dr. Rodolfo Herberto Schneider
Coordenador do CEP-PUCRS

Ílma. Sra.
Profa. Dra. Rosemary Sadami Arai Shinkai
Nesta Universidade

PUCRS

Campus Central
Av. Ipiranga, 6690 - 3º andar - CEP: 90610-000
Sala 314 - Fone Fax: (51) 3320-3345
E-mail: cep@pucrs.br
www.pucrs.br/prppg/cep

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Estudo prospectivo clínico-radiográfico de implantes curtos unitários na região posterior

Pesquisador: Rosemary Sadami Arai Shinkai

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 42860914.7.0000.5336

Instituição Proponente: UNIAO BRASILEIRA DE EDUCACAO E ASSISTENCIA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.488.123

Apresentação do Projeto:

PROJETO DE TESE APRESENTADO COMO PARTE DOS REQUISITOS OBRIGATÓRIOS PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE DOUTOR NA ÁREA DE PRÓTESE DENTÁRIA. Estudo prospectivo clinicoradiográfico de implantes curtos unitários na região posterior. Vinculado ao projeto Guarda -chuva Estudo prospectivo clínico-radiográfico de implantes curtos unitários na região posterior influencia da relação coroa implante. N= 20.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Realizar o acompanhamento clínico-radiográfico de implantes curtos de 6-mm de comprimento e restaurados com coroas protéticas metalocerâmicas unitárias em regiões posteriores de maxila e mandíbula, pelo período mínimo de 24 meses e máximo de 60 meses.

Objetivo Secundário:

a) Medir as taxas de sobrevida de implantes de 6-mm e próteses unitárias, instalados na região posterior através de acompanhamento prospectivo de pelo menos 24 meses;

b) Medir as taxas de falhas biológicas e

Endereço: Av. Ipiranga, 6681, prédio 40, sala 505
Bairro: Partenon CEP: 90.619-900
UF: RS Município: PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3320-3345 Fax: (51)3320-3345 E-mail: cep@pucls.br

Continuação do Parecer: 1.488.123

protéticas;

c) Identificar os possíveis fatores de risco para as falhas biológicas e protéticas; d) Relacionar a proporção coroa-implante com o grau de perda óssea periimplantar e com a incidência de falhas biológicas e protéticas.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Durante o período de acompanhamento clínico dos casos reabilitados, os riscos são considerados mínimos dentro do relatado pela literatura atual.

Qualquer intercorrência será reparada pela equipe de pesquisa e o caso será avaliado individualmente para análise de eventual risco adicional e tomada de medidas preventivas e reparadoras sem custo adicional para o paciente, segundo TCLE.

Benefícios:

Os pacientes participantes do estudo receberam reabilitação protética com menor morbidade e menor custo do que técnicas cirúrgicas e protéticas convencionais, durante a execução do projeto clínico guarda-chuva. Este estudo de acompanhamento clínico dos casos já reabilitados proporcionará uma revisão periódica especializada para controle e manutenção do tratamento, sem custo para o paciente.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Estudo clínico prospectivo, observacional, relacional. Amostra constituída por 46 implantes curtos unitários, colocados em região posterior de maxila ou mandíbula (23 implantes em cada arcada), em 20 pacientes (12 mulheres e 8 homens), restaurados com coroas unitárias metalocerâmicas aparafusadas, durante projeto guarda-chuva anterior. Neste projeto: acompanhamento clínico-radiográfico dos casos por um período mínimo de 24 meses até 5 anos, a partir da instalação da prótese.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os Termos de apresentação obrigatória estão anexados.

Recomendações:

Não há recomendações a fazer.

Endereço: Av. Ipiranga, 6681, prédio 40, sala 505
Bairro: Partenon CEP: 90.619-900
UF: RS Município: PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3320-3345 Fax: (51)3320-3345 E-mail: cep@puocs.br

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE
CATÓLICA DO RIO GRANDE
DO SUL - PUC/RS



Continuação do Parecer: 1.488.123

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não existem pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_358006.pdf	22/03/2016 11:33:27		Aceito
Parecer Anterior	PB_PARECERCONSUBSTANCIADO_CEP_997563.pdf	22/03/2016 11:33:05	Rosemary Sadami Arai Shinkai	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PB_PARECER_CONSUBSTANCIADO_CEP_997563.pdf	22/03/2016 11:31:34	Rosemary Sadami Arai Shinkai	Aceito
Outros	Carta_aprovacao_PNP2010.pdf	22/03/2016 11:14:58	Rosemary Sadami Arai Shinkai	Aceito
Cronograma	Cronograma_PB.pdf	22/03/2016 11:13:37	Rosemary Sadami Arai Shinkai	Aceito
Outros	Carta_ao_CEP_PlataformaBrasil.pdf	22/03/2016 11:12:58	Rosemary Sadami Arai Shinkai	Aceito
Folha de Rosto	Folhaderosto_assinada.pdf	22/03/2016 11:12:03	Rosemary Sadami Arai Shinkai	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

PORTO ALEGRE, 04 de Abril de 2016

Assinado por:
Rodolfo Herberto Schneider
(Coordenador)

Endereço: Av. Ipiranga, 6681, prédio 40, sala 505
Bairro: Partenon CEP: 90.619-900
UF: RS Município: PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3320-3345 Fax: (51)3320-3345 E-mail: cep@pucrs.br