



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

ANDERSON JARA FERREIRA

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE TRÊS TÉCNICAS DE
PREPARO DE LEITO IMPLANTAR NA ESTABILIDADE
PRIMÁRIA DE IMPLANTES DENTÁRIOS EM OSSO DE BAIXA
DENSIDADE: ESTUDO *EX VIVO*

Piracicaba
2020

ANDERSON JARA FERREIRA

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE TRÊS TÉCNICAS DE
PREPARO DE LEITO IMPLANTAR NA ESTABILIDADE
PRIMÁRIA DE IMPLANTES DENTÁRIOS EM OSSO DE BAIXA
DENSIDADE: ESTUDO *EX VIVO*

Dissertação apresentada à
Faculdade de Odontologia de
Piracicaba da Universidade
Estadual de Campinas como
parte dos requisitos exigidos
para a obtenção do título de
Mestre em Clínica
Odontológica, na Área de
concentração em Cirurgia e
Traumatologia Buco-Maxilo-
Faciais.

Orientadora: Profa. Dra. Luciana Asprino

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À
VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO
DEFENDIDA PELO ALUNO ANDERSON
JARA FERREIRA E ORIENTADO PELA
PROFA. DRA. LUCIANA ASPRINO.

Piracicaba
2020

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba
Marilene Girello - CRB 8/6159

F413a Ferreira, Anderson Jara, 1984-
Análise comparativa entre três técnicas de preparo de leito implantar na estabilidade primária de implantes dentários em osso de baixa densidade : estudo *ex vivo* / Anderson Jara Ferreira. – Piracicaba, SP : [s.n.], 2020.

Orientador: Luciana Asprino.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Implantes dentários. 2. Microtomografia por raio-X. 3. Osseointegração. I. Asprino, Luciana, 1974-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Comparative analysis between three bed preparation techniques implant in primary stability of dental implants in low density bone : *ex vivo* study

Palavras-chave em inglês:

Dental implants

X-ray microtomography

Osseointegration

Área de concentração: Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Faciais

Titulação: Mestre em Clínica Odontológica

Banca examinadora:

Luciana Asprino [Orientador]

Claudio Ferreira Nóia

Manoel Gomes Tróia Júnior

Data de defesa: 24-01-2020

Programa de Pós-Graduação: Clínica Odontológica

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0002-9407-403X>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/2051701237830177>



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Odontologia de Piracicaba

A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Dissertação de Mestrado, em sessão pública realizada em 24 de Janeiro de 2020, considerou o candidato ANDERSON JARA FERREIRA aprovado.

PROFA. DRA. LUCIANA ASPRINO

PROF. DR. MANOEL GOMES TRÓIA JÚNIOR

PROF. DR. CLAUDIO FERREIRA NÓIA

A Ata da defesa, assinada pelos membros da Comissão Examinadora, consta no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa da Unidade.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos os pacientes.
Que a busca constante pelo conhecimento
traga benefícios a quem tanto solicita.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Campinas, em nome de seu Magnífico reitor Marcelo Knobel.

Ao Exército Brasileiro, por oferecer suporte e confiança no aprimoramento profissional a bem da família militar.

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba, em nome de seu diretor Prof. Dr. Francisco Haiter Neto.

À Coordenadoria Geral dos cursos de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP, em nome da Profa. Dra. Karina Gonzales Silvério Ruiz.

À Coordenadoria do Programa de Pós-Graduação em Clínica Odontológica, em nome do Prof. Dr. Valentim Adelino Ricardo Barão.

À minha orientadora Profa. Dra. Luciana Asprino, não somente pela orientação neste trabalho, mas também pela dedicação e apoio em todas as atividades ao longo do tempo em que tive o privilégio de participar desse curso, por saber entender minhas preocupações e principalmente pela paciência em me orientar.

Ao Prof. Dr. Márcio de Moraes, pelos ensinamentos em centro cirúrgico e seminários, pela oportunidade oferecida de me integrar à equipe e por demonstrar essa paixão pela área e pela instituição.

Ao Prof. Dr. Alexander Tadeu Sverzut, pela disposição em transmitir seus conhecimentos e colaborar com meu crescimento profissional. Agradeço também pelo gentil aceite em fazer parte da banca examinadora de qualificação da minha dissertação.

Ao Prof. Dr. Claudio Ferreira Nóia, pelo apoio e orientação nas atividades desenvolvidas durante o curso, pelo convívio e atenção dispensada não somente a mim, mas a todos os colegas da área. Agradeço também pelo gentil aceite em participar da banca de defesa da minha dissertação.

Aos membros da banca examinadora de qualificação, Prof. Dr. Américo Bortolazzo Correr e Prof. Dr. Matheus Lima de Oliveira, pelo gentil aceite em participar da avaliação deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Manoel Tróia, pelos ensinamentos na área de prótese e pelo gentil aceite em participar da banca de defesa da minha dissertação.

Aos membros suplentes da banca de defesa da dissertação, Prof. Dr. Andrés Cáceres Barreno e Profa. Dra. Andréia Bolzan, pelo gentil aceite em avaliar este trabalho.

Ao setor de Radiologia, em especial ao colega Hugo, que realizou as aquisições da Micro-CT, além de auxiliar nas estatísticas.

Ao laboratório de Materiais Dentários, em especial ao funcionário Marcos, pela colaboração e paciência nos ensaios com a INSTRON.

À empresa INTRAOSS® pela doação dos implantes utilizados na pesquisa, viabilizando este trabalho.

Às funcionárias da área de cirurgia: Edilaine, Patrícia, Nathalia, Luciana e Luíza pela colaboração nas atividades do serviço. Agradeço também aos funcionários Reis e Luiz pela constante disposição e boa vontade em atender nossas necessidades.

Aos amigos que essa Faculdade me presenteou: Gustavo, Carolina, Luide, Vítor, Renata, Erick, Henrique, Felipe Guerra, Gabriel, Felipe Germóglio, Thyanne, Carlos, Thainá e Fernanda, pela convivência, troca de conhecimento e pela parceria que adquirimos nesse tempo. Em especial ao meu amigo Andrés, por todo suporte na confecção deste trabalho, sanando dúvidas e acrescentando ideias.

Aos meus filhos Miguel, Maitê e Gustavo, por entenderem minha ausência, suportarem a saudade e, apesar da pouca idade, compreenderem a necessidade de nossos esforços para conquistar aprimoramento. Vocês são minha inspiração para ser uma pessoa melhor.

Aos meus pais, Emiliana e Ronaldo (*In Memoriam*), pelo contínuo apoio, incentivo e por acreditarem sempre no meu progresso. O suporte em casa me preparou para os desafios de forma muito mais segura.

Ao meu irmão Robson, pelo apoio desde os tempos de graduação e sempre se mantendo disposto a me ajudar não importando a circunstância.

À Ana Paula Hübner, pela companhia e ajuda nos momentos tensos e por compartilhar momentos de alegria, amenizando a distância e acreditando mais em mim do que eu mesmo. Mais um exemplo de inspiração para minha vida.

Resumo

Este estudo avaliou a estabilidade primária (EP) de implantes dentários em osso de baixa densidade, utilizando três técnicas de preparo de leito implantar (Controle: fresagem conforme com as recomendações do fabricante, Sub-preparo e Expansores rotatórios), aferida por meio de torque final de inserção (TFI) e análise de frequência de ressonância (AFR). A amostra foi composta de 30 blocos de tíbia suína divididos em três grupos de acordo com a técnica de fresagem. Para padronizar o substrato, os blocos foram analisados utilizando parâmetros de microarquitetura óssea obtidos pela análise da Micro-tomografia Computadorizada e o Teste de Shapiro-Wilk avaliou a normalidade dos dados. Foram instalados 10 implantes para cada técnica de preparo e a EP avaliada por meio de TFI e AFR. Os dados foram submetidos a provas estatísticas (ANOVA one-way, Tuckey post-hoc e Correlação de Pearson). A técnica de sub-preparo obteve valores maiores de torque final de inserção ($p < 0,05$) e melhor resultado quanto aos valores de análise de frequência de ressonância ($p < 0,05$). O teste de correlação de Pearson mostrou forte correlação entre as variáveis ($p < 0,05$). De acordo com a metodologia empregada, a técnica de sub-preparo apresentou valores mais altos de TFI e AFR, demonstrando ser mais vantajosa do que as outras técnicas testadas em osso de baixa densidade.

Palavras chave: Implante dentário. Microtomografia por Raio-X. Osseointegração.

Abstract

This study evaluated the primary stability (PS) of dental implants in poor density bone using three surgical drilling techniques (Control: conventional, Undersized and Expander-osteotome) through final insertion torque (FIT) and resonance frequency analysis (RFA). The sample consisted of 30 specimens (porcine tibia) divided into three groups according to the drilling technique. To standardize the substrate, the specimens were analyzed using bone microarchitecture parameters obtained by the Computed Micro-Tomography Analysis and the Shapiro-Wilk Test assessed the normality of the data. Ten implants were installed by each technique and the PS evaluated through FIT and RFA. The data were submitted to statistical tests (one-way ANOVA, Tuckey post-hoc test and Pearson correlation). The undersized surgical technique obtained higher values of final insertion torque ($p < 0.05$) and better results regarding the resonance frequency analysis values ($p < 0.05$). Pearson's correlation test showed a strong correlation between the variables ($p < 0.05$). According to the methodology employed, the Undersized surgical technique obtained higher values of final insertion torque and Resonance Frequency Analysis, demonstrating to be more advantageous than the other tested techniques when a poor bone quality region is approached.

Key words: Dental implants. X-ray microtomography. Osseointegration.

Sumário

1 Introdução	11
2 Artigo: Comparison of three different dental implant site preparation protocol: Conventional, Undersized surgical technique and Expander-osteotome. EX-VIVO study	16
3 Conclusão	35
Referências	36
ANEXOS	
Anexo 1 – Relatório de similaridade	41
Anexo 2 – Comprovante de submissão do artigo	42

1 INTRODUÇÃO

A Estabilidade Primária (EP) é crucial para o sucesso a longo prazo de implantes dentários, principalmente se tratando de protocolos de carga imediata (O'Sullivan *et al.*, 2004). Porém, quando regiões de baixa densidade óssea nos maxilares são abordadas, a obtenção de uma EP substancial pode ser considerada pouco previsível considerando a morfologia porosa que esta região possui. Uma EP baixa induz à micromovimentação durante os estágios iniciais de osseointegração, originando a formação de tecido fibroso na interface osso-implante, aumentando a mobilidade e a possível perda dos mesmos (Brånemark *et al.*, 1984; Albrektsson *et al.*, 1986; O'Sullivan *et al.*, 2004; Bilhan *et al.*, 2010; Javed *et al.*, 2013).

Do ponto de vista biológico, dois tipos de estabilidade ocorrem no processo de osseointegração: a EP ocorre no momento da instalação e deve ser suficiente para evitar micromovimentações na interface osso-implante; e a estabilidade secundária está relacionada com a resposta biológica que ocorrerá após a instalação, ou seja, a sequência de fenômenos celulares que acontece depois, sendo este último tipo de estabilidade dependente da primeira (Vayron *et al.*, 2018).

A instalação de implantes, com sucesso, em leito implantar de regiões com baixa densidade óssea permitirá um adequado contato e proximidade entre osso-implante, garantido o início do processo de osseointegração (Brånemark *et al.*, 1984; Albrektsson *et al.*, 1986; O'Sullivan *et al.*, 2004). Os fatores que podem influenciar a EP são qualidade e quantidade ósseas, geometria do implante e relação do diâmetro do leito implantar com a última fresa utilizada (O'Sullivan *et al.*, 2004). A escolha do tipo de implante a ser instalado e a técnica cirúrgica são fatores relacionados estritamente com o operador. O contrário ocorre com a qualidade óssea, pois independe do operador.

A presença de camada de osso cortical, seja na crista alveolar e/ou no assoalho do seio maxilar favorece a obtenção de um travamento suficiente do implante. Segundo Ivanoff *et al.* (1996), ao atingir a cortical óssea do assoalho do seio maxilar a estabilidade primária será melhorada, gerando mais áreas de contato osso-implante.

O osso cortical fornece melhor suporte para os implantes, sendo rara a não obtenção de uma boa EP. Situação oposta ocorre no osso medular, em que a natureza porosa deste tipo de osso pode gerar alguns problemas durante a fresagem, já que a resistência óssea não é igual à uma região de melhor qualidade (O'Sullivan *et al.*, 2004). Esse fato pode levar o operador a realizar angulação inadequada durante a fresagem e instalação do implante, podendo desviar o posicionamento ideal do leito, prejudicando dessa maneira, a futura reabilitação protética.

Regiões de baixa densidade óssea são encontradas na região posterior de maxila, a isso associa-se a presença do seio maxilar, cujo grau de pneumatização restringe a disposição óssea e comprimento doo do implante a ser inserido.

De acordo com Gherke *et al.* (2018), os principais fatores que influenciam a EP são a quantidade de osso circundante ao implante e o papel que desempenham as forças compressivas que agem nas paredes do leito implantar e que são geradas durante a instalação.

Assim, têm sido propostas algumas modificações quanto à sequência de fresagem visando incrementar a EP em regiões de baixa densidade óssea, especialmente em protocolos de carregamento imediato (Toia *et al.*, 2017).

A técnica de sub-preparo é a técnica mais comumente utilizada para aumentar a EP. Nesta técnica, o leito implantar apresenta um diâmetro reduzido quando comparado com o diâmetro externo do implante a ser instalado. Dessa forma, durante a inserção do implante são geradas forças compressivas laterais que melhoram o contato osso-implante e por conseguinte aumentam o torque final de inserção (TFI) e a EP (Toia *et al.*, 2017; Stocchero *et al.*, 2018a; Gehrke *et al.*, 2018). Entretanto, alguns autores sugerem que forças compressivas laterais geram áreas de isquemia e necrose de osteócitos que podem comprometer a estabilidade secundária (Toia *et al.*, 2017).

Alghamdi *et al.* (2011) compararam duas técnicas de preparo de leito implantar em implantes instalados tanto na mandíbula quanto na maxila. Em 26 casos realizou-se a fresagem convencional de acordo com orientações do fabricante e nos 26 restantes foi realizada a técnica de sub-preparo. Todos os implantes instalados apresentaram as mesmas dimensões e foram registrados

os valores de TFI utilizando o motor cirúrgico; a AFR foi utilizada para obter o valor do coeficiente de estabilidade primária (ISQ) em dois tempos: No momento da inserção e na reabertura. Os implantes foram acompanhados por um ano sendo avaliados de acordo com critérios de sobrevivência: 1) ausência de mobilidade; 2) ausência de dor e sinais de infecção; e 3) ausência de imagem radiolúcida na região apical do implante. Não houve diferenças estatisticamente significantes entre os dois grupos quanto ao valor de TFI e ISQ.

Outra técnica descrita na literatura para melhorar a EP é a utilização de expansores rosqueáveis. Este tipo de instrumental possui um formato similar a um parafuso e têm vários diâmetros. Os expansores compactam as trabéculas ósseas evitando o corte do osso e, dessa forma, favorece a obtenção de uma melhor EP (DE Vico *et al.*, 2009). Entre as aplicações dessa técnica pode-se citar a expansão de rebordos alveolares e a compactação óssea. Esse tipo de instrumento foi desenvolvido para melhorar a densidade do leito implantar e garantir melhor EP. O fundamento da técnica se baseia na preservação de tecido ósseo mediante o uso sequencial de expansores de diâmetros diferentes (DE Vico *et al.*, 2009), evitando algum tipo de fenestração óssea ou perda de EP.

Métodos invasivos e não invasivos têm se desenvolvido para mensurar a EP, cada qual apresentando limitações, vantagens e desvantagens. Estudos clínico-mecânicos, histológicos e imaginológicos têm sido propostos por vários autores para avaliar a EP (Javed e Romanos, 2010; Kokovic *et al.*, 2014; Mathieu *et al.*, 2014).

Entre os métodos clínicos de aferição da EP o valor do TFI é uma das ferramentas frequentemente utilizadas pelos profissionais para determinar um valor quantitativo de referência do grau de retenção que o implante obtém durante sua inserção. Um valor de TFI alto indica que o implante tem boa ancoragem mecânica no tecido ósseo. Apesar de o TFI ser importante na mensuração da EP, o surgimento da Análise de Frequência de Ressonância (AFR) apareceu na literatura como alternativa para mensurar e monitorar a estabilidade tanto no momento da inserção quanto em qualquer estágio do período de osseointegração, podendo ser utilizado para aferir a estabilidade primária e secundária dos implantes (Mathieu *et al.*, 2014).

A classificação de densidade óssea dos maxilares mais utilizada na literatura científica é a de Lekholm e Zarb (1985), que divide em 4 tipos de densidades ósseas: I, II, III e IV, as quais foram estabelecidas de acordo com análises de densidade óssea de radiografias panorâmicas. O osso tipo I ou D1 apresenta menos vascularização, porém é mais homogêneo em sua composição, o tipo II ou D2 é uma combinação de osso cortical com cavidades medulares. O tipo III ou D3 é predominantemente composto de osso trabecular com cortical fina e o tipo IV ou D4 é descrito como um tipo de osso que apresenta uma cortical muito fina e abundante osso medular (Li *et al.*, 2017).

Para avaliara a densidade óssea, a Micro-Tomografia computadorizada (MTC) é uma ferramenta de exame imaginológico que utiliza detectores de alta resolução realizando projeções em várias direções de visualização de um objeto para produzir imagens reconstruídas em três dimensões, é muito útil na análise quantitativa de osso esponjoso (Muller *et al.*, 1998). Tem sido utilizada para avaliar características anatômicas e morfológicas do esmalte dentário, concentração mineral de estrutura dentária, anatomia dos canais radiculares, avaliação de técnicas endodônticas de preparo radicular, crescimento e reparo ósseo de estruturas craniofaciais e processo de osseointegração de implantes dentários (Swain e Xue, 2009).

A qualidade óssea está associada com as características próprias da macro e microarquitetura de cada região (Kim *et al.*, 2015), estes parâmetros são avaliados através da MTC e fornecem informações específicas da região. Os parâmetros mais utilizados ao volume ósseo (VO) de uma determinada região de interesse (RI) e o volume total tecidual (TT), a proporção volumétrica VO/TT indica o grau de mineralização óssea, ou seja, a sua resistência diante algum estímulo (de Faria Vasconcelos *et al.*, 2017). Outros parâmetros que são mais utilizados para análise da região medular são: a densidade de conectividade (Conn.Den) que indica o grau de interconectividade trabecular, espessura de trabéculas (Tb.Th), separação de trabéculas (Tb.Sp) e número de trabéculas (Tb.N). Estes parâmetros estão mais voltados para análise da região de osso medular (Parfitt *et al.*, 1987). Desta forma, a MTC surge como uma ferramenta de análise de substratos para realização de estudos biomecânicos em Implantodontia, auxiliando na escolha de corpos de provas

com parâmetros de micro-arquitetura óssea semelhantes, simulando alguma região de baixa ou alta densidade.

Devido às diversas possibilidades de técnicas para instalação de implantes dentários que existe na literatura e à busca de um melhor método de aferição de EP, surge a necessidade de estudos para a compreensão dos fatores que possam interferir em tal situação clínica. Sendo assim, a avaliação da interferência de diferentes técnicas de preparo do leito implantar pode fornecer informações importantes para a escolha mais apropriada em cada situação.

Estudos sobre qualidade óssea, técnicas de perfuração e avaliação da estabilidade primária variam na literatura. Entretanto, apesar dos diferentes métodos utilizados, existe ainda necessidade de analisar alguns parâmetros para elucidar e até mesmo extrapolar para a clínica a melhor aplicabilidade de determinada técnica.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi comparar a estabilidade primária de implantes dentários, utilizando três técnicas de preparação de leito implantar em osso de baixa densidade.

2 Artigo: Comparison of three different dental implant site preparation protocol: Conventional, Undersized surgical technique and Expander-osteotome. EX-VIVO study

^aAnderson Jara Ferreira, DDS, MSc student

^aAndrés Cáceres-Barreno, DDS, PhD, Oral and Maxillofacial resident

^bHugo Gaêta-Araujo DDS, MSc, PhD student

^bFrancisco Haiter-Neto DDS, MSc, PhD, Full Professor

^aLuciana Asprino DDS, MSc, PhD, Associate Professor

Department of Oral Diagnosis, Piracicaba Dental School, University of Campinas, Piracicaba, São Paulo, Brazil

^a Division of Oral and Maxillofacial Surgery

^b Division of Oral Radiology

Address: Av. Limeira 901-Areião CEP 13414-903 – Piracicaba – São Paulo (Brazil).

Author responsible:

Anderson Jara Ferreira

Address: Av. Limeira 901-Areião CEP 13414-903 – Piracicaba – São Paulo (Brazil).

E-mail: anderson_jara@hotmail.com

Phone: (55) 19 21065274

Key words: Dental implants. X-ray microtomography. Osseointegration.

Abstract

Purpose: To compare the effect of three types of surgical site preparation protocols on primary stability of dental implants installed in poor quality bone.

Material and methods: After X-ray microtomography analysis, thirty bone blocks with poor bone quality were chosen and divided into three groups (N = 10). Control: Conventional; Undersized surgical technique and Expander-osteotome. The final insertion torque and implant stability quotient were registered. Statistical analysis included Shapiro-Wilk, One-way ANOVA, with Tukey post-hoc and Pearson coefficient of correlation tests with a 5% level of significance.

Results: The undersized surgical technique obtained higher values of final insertion torque ($p < 0.05$) and better results regarding the resonance frequency analysis values ($p < 0.05$). Pearson's correlation test showed a strong correlation between the variables ($p < 0.05$).

Conclusions: According to the employed methodology undersized surgical technique proved to be more advantageous in poor bone quality regions.

Key words: Dental implants, X-ray microtomography, osseointegration

Introduction

Primary stability (PS) is the first step for the long-term success in Implantology. However, when it comes poor bone quality regions, the achievement of a substantial PS is less predictable and it turns into a challenging situation¹.

PS should be sufficiently high in order to avoid micro movement. An unsatisfactory mechanical behavior in poor bone quality is expected in regards to its porous morphology, and micromovements during the early stages of osseointegration contribute to fibrous tissue formation, possibly leading to implant failure¹⁻⁵.

Implant stability is affected by bone quality/quantity, as well as by implant design and operative technique⁶. Furthermore, the knowledge of the relationship between the bone density and PS is determined for Immediate loading protocols. Dental implant (DI) design and surgical drilling technique are factors also involved in PS¹⁻³. An ideal dental implant bed allows perfect engagement between bone and implant. The most common used drilling technique to optimize PS is the undersized surgical technique. This technique is based on compressive stress phenomenon, in which the dental implant bed diameter is smaller than the dental implant dimension, (i.e., the final drill size is smaller than the recommended). The compressive stress concentrate on the surrounding bone during DI insertion and it seems to be beneficial for final insertion torque values (FITV)⁷⁻⁹. However, some authors have suggested that excessive compressive stress can induce bone ischemia and bone necrose in the surrounding areas, harming PS⁷.

Another surgical technique described to improve PS is the use of osteotomes. This screw-shaped instrument compact bone along the implant bed according to a progressive sequence. The biological principle which inspired the idea of the osteotomes is the trabecular viscoelastic, which is a trait that makes the bone able to be compressed and manipulated¹⁰; in this way, bone fenestrations are avoided.

Invasive and non-invasive methods have been proposed for evaluation of PS, such FITV and resonance frequency analysis (RFA), each one has its inherent limitations, advantages and disadvantages^{11–13}.

With the purpose of standardizing the substrates for biomechanical tests, the Micro-Computed Tomography (Micro-CT) emerges as useful imaging tool, evaluates bone microarchitecture parameters, which have been used in histomorphometric analysis previously and presents reliable results. Although the Lekholm–Zarb classification have been often used in Implantology to determine bone quality, it does not offer quantitative values.

Thus, the present study investigated the PS of implants placed in bone sites with similar bone microarchitecture parameters comparing three different surgical drilling protocols: Conventional drilling, Undersized surgical technique and Expander-osteotomes.

Materials and methods

Bone model

Fresh porcine bone tibiae were dissected and the head of tibiae were used. It were cut transversally in fragments of 3 cm. All these bone blocks were thawed and put in cold saline solution under special temperature to

minimize thermos-physical and mechanical properties changes in bone. To analyze bone microarchitecture by Micro-CT, three circular plastic shaped devices, separated 2 mm between them, were glued on the cortical region of each specimen (Figure 1). These circular shaped devices assisted in determining the specific region of interest (ROI) to be further analyzed by Micro-CT. Micro-CT examination of each specimen was performed by using SkyScan 1174 Micro-CT unit (Bruker, Kontich, Belgium). During image acquisition, the bone specimen was kept inside a plastic tube filled with water. The specimen was placed on the holder between the X-ray source and the camera, as the whole specimen was kept in the field of view. The scanning parameters were set at 50 kV, electric current of 800 μ A, pixel size of 31.03 μ m, rotation step of 0.5°, 2 frames rate, 180°-degree scanning, and scanning time 60 min. The images were the reconstructed by using NRecon software (version 1.6.6.0; Bruker, Kontich, Belgium) after application of smoothing filter, ring artifact correction and beam hardening correction tools (set at 2, 5 and 45%, respectively). Only bone blocks with comparable homogeneity in bone microarchitecture parameters were chosen. Calculation of bone microarchitecture parameters was performed with the CT Analyzer software (Bruker, Kontich, Belgium) (Figure 2).

The Micro-CT parameters assessed included: bone volume/ total volume proportion (BV/TV - %), trabecular thickness (Tb.Th - mm), trabecular number (Tb.N - n), trabecular separation (Tb.Sp - mm), fractal dimension analysis (FD) and connectivity density (Conn.Dn - 1/mm³) of the same ROI.

Implant drilling protocol

Thirty DI ($\emptyset$ 3,75 x 9 mm TitaossMax Cone Morse Extract, IntraOss®) were divided in three groups (N=10), Control: Conventional (manufacturer drilling protocol); Undersized surgical technique and Expander-osteotome. Before drilling, bone blocks were firmly attached to a bench vise under the hand-piece. The surgical twist drills of control included: lance, 2.0; 2/3; 2.8 and 3.0 (IntraOss®, Itaquaquecetuba, São Paulo, Brazil); in the undersized group, lance, 2.0, 2/3 and 2.8 were used; and finally, in the expander-osteotome group DI beds: lance, expander-osteotome 2.2, 2.6, 2.9 and 3.2.

Drilling was performed using a surgical hand-piece speed reducer 20:1 (L micro Series Bien Air®) connected to a surgical motor (IChiroPro®). To keep the perpendicular direction during drilling, the surgical hand-piece was connected to an Instron 4411 mechanical testing machine (Instron Corp., Norwood, MA), which was calibrated to descend 30mm/min (Figure 3a).

DI installation and Primary Stability assessments

All the implants were installed by the same operator, and were submerged 2 mm under bone surface (Figure 3b). The value of final insertion torque was registered by the software of the surgical motor (iChiropro IOS App – Bien Air®). After that, a transducer (Smart Peg® type 16, code 100388) was screwed inside the implant in order to assess primary stability using the RFA, which was performed using the Osstell® device. Measurements were performed in two directions: faciolingual and mesiodistal, three times each direction, according to the manufacturer

recommendations, and the mean values of Implant Stability Quotient (ISQ) values were calculated (Figure 3c).

Statistical Analysis

All data were analyzed using SPSS version 22.0 software (IBM Corp, Armonk, NY) with 5% significance level. The Micro-CT data were submitted to the Shapiro–Wilk tests assesses the normality of the data. One-way ANOVA, with Tukey post-hoc test, was used to compare the values of FITV and ISQ between the groups and the difference between ISQ faciolingual and ISQ mesiodistal. Pearson coefficient of correlation was used to assess the relationship between FITV, Faciolingual-RFA (FL-RFA), Mesiodistal-RFA (MD-RFA) and Mean-RFA.

Results

Table 1 summarizes the mean, standard deviation, and range of the bone microarchitecture parameters, corresponding to poor bone quality. The Shapiro-Wilk test showed normal distribution of the sample ($p>0.05$).

Regarding FITV, FL-RFA and Mean-RFA, the Undersized surgical technique obtained the highest values when compared to control group (Conventional), with a statistically significant difference ($p<0.05$). No difference was found between both groups (Control and Undersized) versus Expander-osteotome ($p>0.05$). Considering MD-RFA, Undersized group showed higher values when compared to Control and Expander-Osteotome ($p<0.05$) (Table 2).

Pearson coefficient of correlation presented association between the variables FITV, FL-RFA, MD-RFA and Mean-RFA, in Undersized and Expander-Osteotome there was a statistically significant relationship between all the variables, indicating a strong correlation between them (Table 3).

Discussion

Pre-surgical radiographs have frequently been used as a tool to identify bone quality prior to implant procedures¹⁶. Although Lekholm and Zarb (1985) classification have been widely used as a bone density parameter for oral surgeons, it does not show accurate values in order to predict better or worse result for DI installation. Bone quality assessment plays an important role in terms of both planning and outcome of PS assessment and Micro-CT is considered as the Gold-Standard method for trabecular microstructure assessment^{16–21}.

Considering that the focus of this study was to compare three different dental implant site preparation protocol in poor bone quality regions, the assessment of trabecular microstructure of the substrate is mandatory because it influence on PS.

This study simulated a specifically clinical situation using animal bone as a substrate to develop a surgical laboratorial model for biomechanical evaluation avoiding cadaveric bone. Furthermore, according to Pearce *et al.* (2007), bone remodeling processes and bone mineral density of pigs are similar to humans²². Probably, if a bone microarchitecture parameters

classification of jaw bones had existed, it would be easier to choose a comparable substrate.

Several studies have been analyzed bone microarchitecture parameters in order to compare the accuracy of others imaging modalities with Micro-CT^{18–21,23–25}. This study used fresh porcine tibias as a substrate, being the bone microarchitecture parameters values (BV/TV= 17%) closer to other studies that collected human bone portions from the posterior region of maxilla, the BV/TV values are comparable (18%)^{15,16} but diverge from others studies^{20,25,26} (33%).

According to this study results, undersized surgical technique is the best technique in terms of PS. However, a recent systematic review showed weak evidence suggesting that undersized, osteotome, piezosurgery or osseodensification techniques could enhance successfully the osseointegration when a poor bone quality region is approached²⁷. Probably in an initial stage of the osseointegration the undersized surgical technique provides better stability, what is very useful when it comes to immediate loading.

Improving local bone properties by surgical means is relevant in sites of reduced bone quality. The use expander-osteotome technique avoids to cut bone. The increase on PS could be due to changes in the micromorphology of peri-implant trabecular bone caused by apicolateral condensation by osteotome²⁸. This apicolateral condensation is quite similar to the compression principle used in the undersized technique, probably few resistance of reduced bone quality to the application of the osteotomes and the compression generated during DI insertion leads to unfavorable effect

on PS. High stress concentration leads to unsatisfactory outcomes, it might induce the interruption of blood supply as well as generate bone microcracks.⁹ This idea seems to be more affordable when a cortical region is approached, therefore undersized surgical technique and expander-oosteotome must not be applied in cortical regions. On the other hand, in reduced bone quality regions, rich vascularity network exists due to the local medullar characteristic that may prevent complications.

Comparing the techniques tested in this study, Undersized surgical technique indicates better primary stability. Other studies can be performed to verify the influence of others dental implant site preparation protocols in primary stability, such as oseodensification and piezosurgery.

Conclusions

Considering the results obtained in this study, undersized surgical technique proved to better than the others tested techniques to provide primary stability to dental implants inserted in poor bone quality regions.

References

1. O'Sullivan D, Sennerby L, Jagger D, Meredith N. A comparison of two methods of enhancing implant primary stability. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2004;6(1):48-57. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15595709>.
2. Brånemark PI, Adell R, Albrektsson T, Lekholm U, Lindström J, Rockler B. An experimental and clinical study of osseointegrated implants penetrating the nasal cavity and maxillary sinus. *J Oral Maxillofac Surg*. 1984;42(8):497-505. doi:10.1016/0278-2391(84)90008-9
3. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1986;1(1):11-25. doi:10.1111/cid.12167
4. Bilhan H, Geckili O, Mumcu E, Bozdog E, Sünbuloğlu E, Kutay O. Influence of surgical technique, implant shape and diameter on the primary stability in cancellous bone. *J Oral Rehabil*. 2010;37(12):900-907. doi:10.1111/j.1365-2842.2010.02117.x
5. Javed F, Ahmed HB, Crespi R, Romanos GE. Role of primary stability for successful osseointegration of dental implants: Factors of influence and evaluation. *Interv Med Appl Sci*. 2013;5(4):162-167. doi:10.1556/IMAS.5.2013.4.3
6. Sargolzaie N, Samizade S, Arab H, Ghanbari H, Khodadadifard L, Khajavi A. The evaluation of implant stability measured by resonance frequency analysis in different bone types. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg*. 2019;45(1):29. doi:10.5125/jkaoms.2019.45.1.29
7. Toia M, Stocchero M, Cecchinato F, Corrà E, Jimbo R, Cecchinato D. Clinical Considerations of Adapted Drilling Protocol by Bone Quality Perception. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2017;32(6):1288-1295. doi:10.11607/jomi.5881

8. Gehrke SA, Guirado JLC, Bettach R, Fabbro M Del, Martínez CP-A, Shibli JA. Evaluation of the insertion torque, implant stability quotient and drilled hole quality for different drill design: an in vitro Investigation. *Clin Oral Implants Res.* 2018;29(6):656-662. doi:10.1111/clr.12808
9. Stocchero M, Toia M, Jinno Y, et al. Influence of different drilling preparation on cortical bone: A biomechanical, histological, and micro-CT study on sheep. *Clin Oral Implants Res.* 2018;(March):1-9. doi:10.1111/clr.13262
10. DE Vico G, Bonino M, Spinelli D, Pozzi A, Barlattani A. Clinical indications, advantages and limits of the expansion-condensing osteotomes technique for the creation of implant bed. *Oral Implantol (Rome).* 2009;2(1):27-36.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23285355> <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC3415360>.
11. Javed F, Romanos GE. The role of primary stability for successful immediate loading of dental implants. A literature review. *J Dent.* 2010;38(8):612-620. doi:10.1016/j.jdent.2010.05.013
12. Mathieu V, Vayron R, Richard G, et al. Biomechanical determinants of the stability of dental implants: Influence of the bone-implant interface properties. *J Biomech.* 2014;47(1):3-13. doi:10.1016/j.jbiomech.2013.09.021
13. Kokovic V, Krsljak E, Andric M, et al. Correlation of bone vascularity in the posterior mandible and subsequent implant stability: A preliminary study. *Implant Dent.* 2014;23(2):200-205. doi:10.1097/ID.0000000000000057
14. Sennerby L, Meredith N. Implant stability measurements using resonance frequency analysis: biological and biomechanical aspects and clinical implications. *Periodontol 2000.* 2008;47:51-66. doi:10.1111/j.1600-0757.2008.00267.x
15. Kim J-E, Yi W-J, Heo M-S, Lee S-S, Choi S-C, Huh K-H. Three-dimensional evaluation of human jaw bone microarchitecture: correlation

between the microarchitectural parameters of cone beam computed tomography and micro-computer tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2015;120(6):762-770. doi:10.1016/j.oooo.2015.08.022

16. Fu M-W, Shen E-C, Fu E, Lin F-G, Wang T-Y, Chiu H-C. Assessing Bone Type of Implant Recipient Sites by Stereomicroscopic Observation of Bone Core Specimens: A Comparison With the Assessment Using Dental Radiography. *J Periodontol.* 2017;88(6):593-601. doi:10.1902/jop.2017.160446

17. Parfitt AM, Drezner MK, Glorieux FH, et al. Bone histomorphometry: standardization of nomenclature, symbols, and units. Report of the ASBMR Histomorphometry Nomenclature Committee. *J Bone Miner Res.* 1987;2(6):595-610. doi:10.1002/jbmr.5650020617

18. Burghardt AJ, Link TM, Majumdar S. High-resolution computed tomography for clinical imaging of bone microarchitecture. *Clin Orthop Relat Res.* 2011;469(8):2179-2193. doi:10.1007/s11999-010-1766-x

19. Parsa A, Ibrahim N, Hassan B, van der Stelt P, Wismeijer D. Bone quality evaluation at dental implant site using multislice CT, micro-CT, and cone beam CT. *Clin Oral Implants Res.* 2015;26(1):e1-e7. doi:10.1111/clr.12315

20. Monje A, González-García R, Monje F, et al. Microarchitectural Pattern of Pristine Maxillary Bone. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2015;30(1):125-132. doi:10.11607/jomi.3681

21. Nakashima D, Ishii K, Nishiwaki Y, et al. Quantitative CT-based bone strength parameters for the prediction of novel spinal implant stability using resonance frequency analysis: a cadaveric study involving experimental micro-CT and clinical multislice CT. *Eur Radiol Exp.* 2019;3(1):1. doi:10.1186/s41747-018-0080-3

22. Pearce A, Richards R, Milz S, Schneider E, Pearce S. Animal models for implant biomaterial research in bone: A review. *Eur Cells Mater.* 2007;13(0):1-10. doi:10.22203/eCM.v013a01
23. González-García R, Monje F. The reliability of cone-beam computed tomography to assess bone density at dental implant recipient sites: a histomorphometric analysis by micro-CT. *Clin Oral Implants Res.* 2013;24(8):871-879. doi:10.1111/j.1600-0501.2011.02390.x
24. Kim YJ, Henkin J. Micro-Computed Tomography Assessment of Human Alveolar Bone: Bone Density and Three-Dimensional Micro-Architecture. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2015;17(2):307-313. doi:10.1111/cid.12109
25. Kulah K, Gulsahi A, Kamburoğlu K, et al. Evaluation of maxillary trabecular microstructure as an indicator of implant stability by using 2 cone beam computed tomography systems and micro-computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2019;127(3):247-256. doi:10.1016/j.oooo.2018.11.014
26. González-García R, Monje F. Is micro-computed tomography reliable to determine the microstructure of the maxillary alveolar bone? *Clin Oral Implants Res.* 2013;24(7):730-737. doi:10.1111/j.1600-0501.2012.02478.x
27. El-Kholey KE, Elkomy A. Does the Drilling Technique for Implant Site Preparation Enhance Implant Success in Low-Density Bone? A Systematic Review. *Implant Dent.* June 2019:1. doi:10.1097/ID.0000000000000917
28. Shadid RM, Sadaqah NR, Othman SA. Does the Implant Surgical Technique Affect the Primary and/or Secondary Stability of Dental Implants? A Systematic Review. *Int J Dent.* 2014;2014:1-17. doi:10.1155/2014/204838

Figure 1: preparation of bone blocks: (a) axial view of head of porcine bone tibia (b) bone block, (c) circular shaped dispositive glued in different directions.

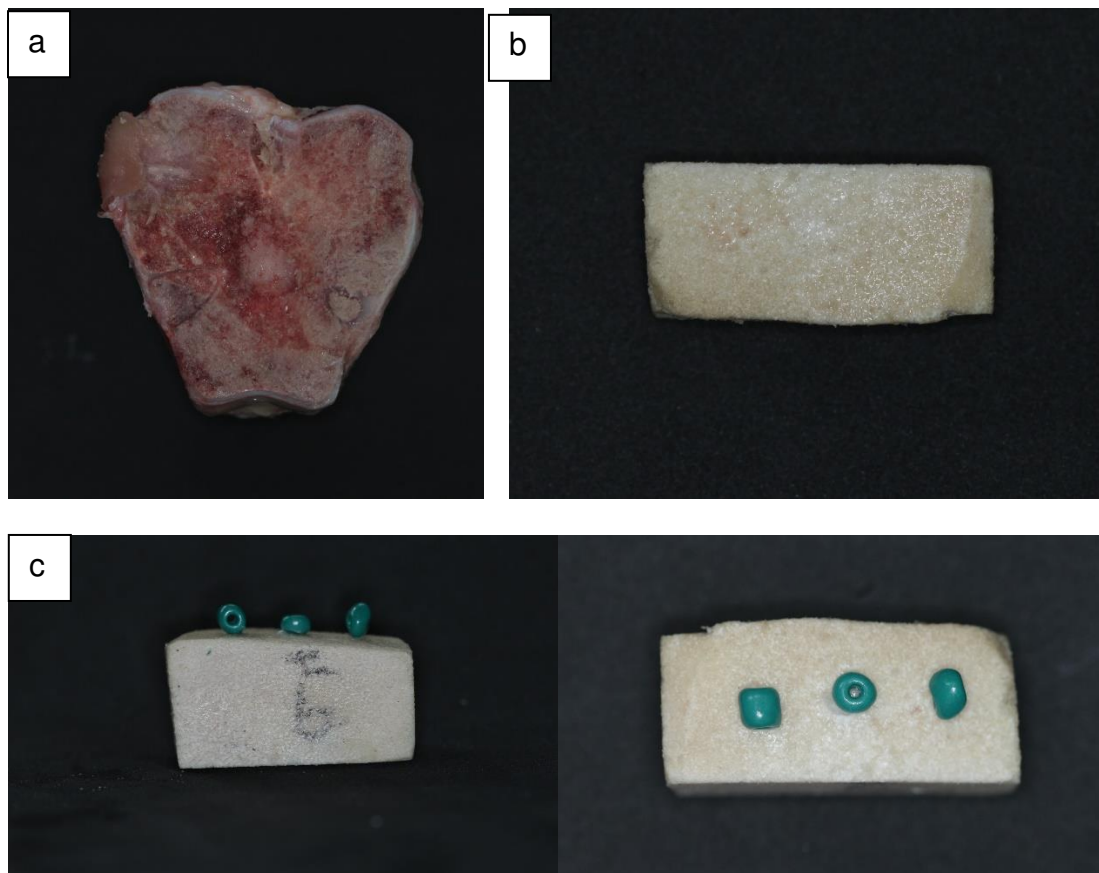


Figure 2: Micro-CT acquisitions. 3D reconstruction of bone micro-architecture.

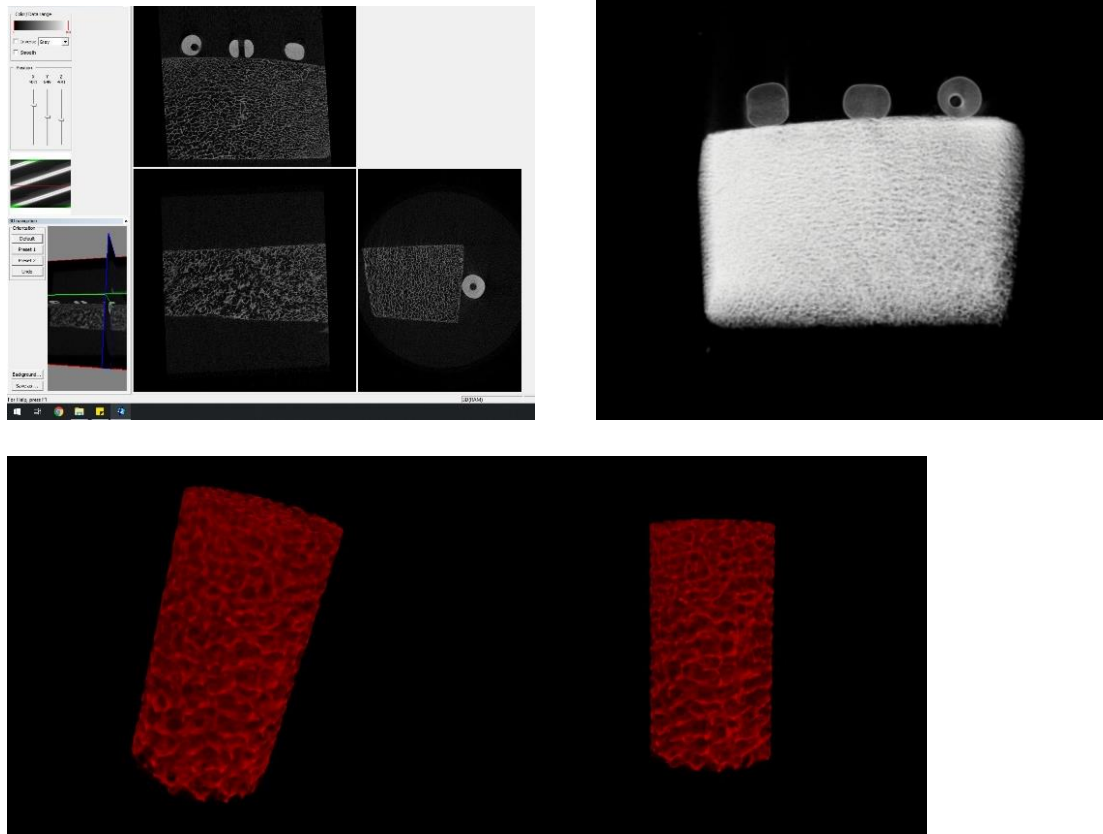


Figure 3: laboratory process: (a) drilling process, (b) FITV assessment, (C) RFA assessment.

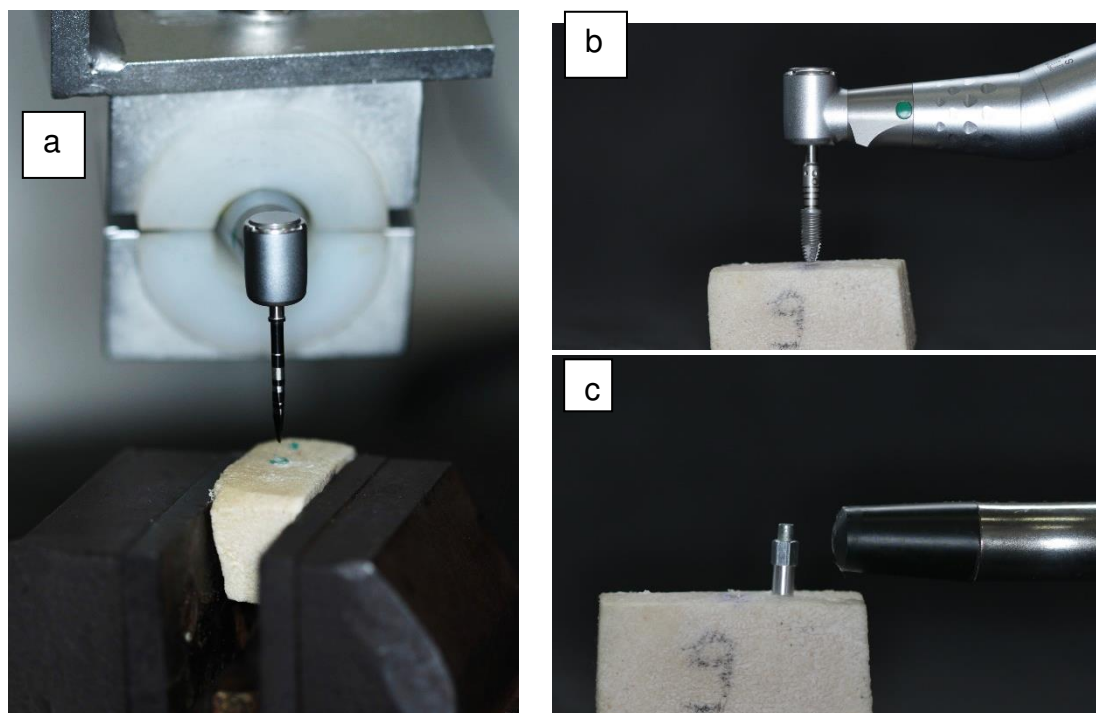


Table 1: Mean and standard-deviation of bone micro-architecture parameters.

Bone micro-architecture Parameters	Mean (SD)
BV/TV	18.0 (4.8) %
Tb.Th	0.14 (0.01) mm
Tb.N	1.16 (0.23) /mm
Tb.Sp	0.49 (0.07) mm
Conn.Den	16.5 (6.8) /mm ³

Table 2: Mean and standard-deviation of FITV, FL-RFA, MD-RFA and Mean-RFA values according to each group.

Groups	FITV	FL-RFA	MD-RFA	Mean-RFA
(Surgical technique)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean(SD)
<i>Conventional</i>	19.19 (5.8) B	66.0 (5.1) B	68.6 (4.9) B	67.3 (4.2) B
<i>Undersized</i>	31.26 (6.5) A	77.5 (5.3) A	79.1 (6.4) A	78.3 (5.5) A
<i>surgical technique</i>				
<i>Expander-osteotome</i>	26.05 (8.8) AB	70.7 (8.6) AB	70.2 (8.4) B	70.4 (7.9) AB

Means having different letter in the column have statistically significance differences for $p < 0,05$, according to ANOVA one-way with Tukey's post-hoc.

Table 3: Pearson Coefficient of correlation values and standard-deviation.

Groups		FL-RFA	MD-RFA	Mean-RFA
<i>Conventional</i>	FITV	0,577 (0,081)	0,686 (0.029)	0,741 (0.014)
	FL-RFA		0,446 (0.196)	0,857 (0.002)
	MD-RFA			0,843 (0.002)
<i>Undersized surgical technique</i>	FITV	0,706 (0.02)	0,905 (<0,001)	0,872 (0,001)
	FL-RFA		0,749 (0,013)	0,921 (<0,001)
	MD-RFA			0,948 (<0,001)
<i>Expander-osteotome</i>	FITV	0,860 (0,001)	0,734 (0,016)	0,849 (0,002)
	FL-RFA		0,766 (0,010)	0,941 (<0,001)
	MD-RFA			0,938 (<0,001)

3 Conclusão

De acordo com a metodologia empregada neste estudo, a técnica de sub-preparo resultou em maior estabilidade primária, demonstrando ser mais vantajosa do que as outras técnicas testadas em osso de baixa densidade.

Referências

Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1986;1(1):11-25.

Brånemark PI, Adell R, Albrektsson T, Lekholm U, Lindström J, Rockler B. An experimental and clinical study of osseointegrated implants penetrating the nasal cavity and maxillary sinus. *J Oral Maxillofac Surg*. 1984;42(8):497-505.

Bilhan H, Geckili O, Mumcu E, Bozdog E, Sünbuloğlu E, Kutay O. Influence of surgical technique, implant shape and diameter on the primary stability in cancellous bone. *J Oral Rehabil*. 2010;37(12):900-907.

Burghardt AJ, Link TM, Majumdar S. High-resolution computed tomography for clinical imaging of bone microarchitecture. *Clin Orthop Relat Res*. 2011;469(8):2179-2193.

de Faria Vasconcelos K, dos Santos Corpas L, da Silveira BM, Laperre K, Padovan LE, Jacobs R, et al. MicroCT assessment of bone microarchitecture in implant sites reconstructed with autogenous and xenogenous grafts: a pilot study. *Clin Oral Implants Res* [Internet]. 2017 Mar;28(3):308–13.

de Oliveira Nicolau Mantovani AK, de Mattias Sartori IA, Azevedo-Alanis LR, Tiossi R, Fontão FNGK. Influence of cortical bone anchorage on the primary stability of dental implants. *Oral Maxillofac Surg* [Internet]. 2018 Sep 6;22(3):297–301.

DE Vico G, Bonino M, Spinelli D, Pozzi A, Barlattani A. Clinical indications, advantages and limits of the expansion-condensing osteotomes technique for the creation of implant bed. *Oral Implantol (Rome)*. 2009;2(1):27-36.

Di Stefano D, Arosio P, Perrotti V, Iezzi G, Scarano A, Piattelli A. Correlation between Implant Geometry, Bone Density, and the Insertion Torque/Depth Integral: A Study on Bovine Ribs. *Dent J* [Internet]. 2019 Mar 5;7(1):25.

El-Kholey KE, Elkomy A. Does the Drilling Technique for Implant Site Preparation Enhance Implant Success in Low-Density Bone? A Systematic Review. *Implant Dent*. June 2019:1-10.

Fu M-W, Shen E-C, Fu E, Lin F-G, Wang T-Y, Chiu H-C. Assessing Bone Type of Implant Recipient Sites by Stereomicroscopic Observation of Bone Core Specimens: A Comparison With the Assessment Using Dental Radiography. *J Periodontol*. 2017;88(6):593-601.

Gehrke SA, Guirado JLC, Bettach R, Fabbro M Del, Martínez CP-A, Shibli JA. Evaluation of the insertion torque, implant stability quotient and drilled hole quality for different drill design: an in vitro Investigation. *Clin Oral Implants Res*. 2018;29(6):656-662.

González-García R, Monje F. The reliability of cone-beam computed tomography to assess bone density at dental implant recipient sites: a histomorphometric analysis by micro-CT. *Clin Oral Implants Res*. 2013;24(8):871-879.

Javed F, Ahmed HB, Crespi R, Romanos GE. Role of primary stability for successful osseointegration of dental implants: Factors of influence and evaluation. *Interv Med Appl Sci*. 2013;5(4):162-167

Javed F, Romanos GE. The role of primary stability for successful immediate loading of dental implants. A literature review. *J Dent*. 2010;38(8):612-620.

Jensen J, Sindet-Pedersen S, Oliver AJ. Varying treatment strategies for reconstruction of maxillary atrophy with implants: results in 98 patients. *J Oral Maxillofac Surg* [Internet]. 1994 Mar;52(3):210–6; discussion 216-8.

Ivanoff C-J, Sennerby L, Lekholm U. Influence of mono- and bicortical anchorage on the integration of titanium implants. *Int J Oral Maxillofac Surg* [Internet]. 1996 Jun;25(3):229–35.

Kim J-E, Yi W-J, Heo M-S, Lee S-S, Choi S-C, Huh K-H. Three-dimensional evaluation of human jaw bone microarchitecture: correlation between the microarchitectural parameters of cone beam computed tomography and micro-computer tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2015;120(6):762-770.

Kim YJ, Henkin J. Micro-Computed Tomography Assessment of Human Alveolar Bone: Bone Density and Three-Dimensional Micro-Architecture. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2015;17(2):307-313.

Kokovic V, Krsljak E, Andric M, et al. Correlation of bone vascularity in the posterior mandible and subsequent implant stability: A preliminary study. *Implant Dent*. 2014;23(2):200-205.

Kulah K, Gulsahi A, Kamburoğlu K, et al. Evaluation of maxillary trabecular microstructure as an indicator of implant stability by using 2 cone beam computed tomography systems and micro-computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2019;127(3):247-256. González-García R, Monje F. Is micro-computed tomography reliable to determine the microstructure of the maxillary alveolar bone? *Clin Oral Implants Res*. 2013;24(7):730-737.

Li J, Yin X, Huang L, Mouraret S, Brunski JB, Cordova L, et al. Relationships among Bone Quality, Implant Osseointegration, and Wnt Signaling. *J Dent Res* [Internet]. 2017 Jul 22;96(7):822–31.

Mathieu V, Vayron R, Richard G, et al. Biomechanical determinants of the stability of dental implants: Influence of the bone-implant interface properties. *J Biomech*. 2014;47(1):3-13.

Monje A, González-García R, Monje F, et al. Microarchitectural Pattern of Pristine Maxillary Bone. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2015;30(1):125-132.

Nakashima D, Ishii K, Nishiwaki Y, et al. Quantitative CT-based bone strength parameters for the prediction of novel spinal implant stability using resonance frequency analysis: a cadaveric study involving experimental micro-CT and clinical multislice CT. *Eur Radiol Exp*. 2019;3(1):1-10.

O'Sullivan D, Sennerby L, Jagger D, Meredith N. A comparison of two methods of enhancing implant primary stability. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2004;6(1):48-57. .

Parfitt AM, Drezner MK, Glorieux FH, et al. Bone histomorphometry: standardization of nomenclature, symbols, and units. Report of the ASBMR

Histomorphometry Nomenclature Committee. J Bone Miner Res. 1987;2(6):595-610.

Parsa A, Ibrahim N, Hassan B, van der Stelt P, Wismeijer D. Bone quality evaluation at dental implant site using multislice CT, micro-CT, and cone beam CT. Clin Oral Implants Res. 2015;26(1):e1-e7.

Pearce A, Richards R, Milz S, Schneider E, Pearce S. Animal models for implant biomaterial research in bone: A review. Eur Cells Mater. 2007;13(0):1-10.

Sargolzaie N, Samizade S, Arab H, Ghanbari H, Khodadadifard L, Khajavi A. The evaluation of implant stability measured by resonance frequency analysis in different bone types. J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg. 2019;45(1):29.

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

Shadid RM, Sadaqah NR, Othman SA. Does the Implant Surgical Technique Affect the Primary and/or Secondary Stability of Dental Implants? A Systematic Review. Int J Dent. 2014;2014:1-17.

Stocchero M, Toia M, Jinno Y, Cecchinato F, Becktor JP, Naito Y, et al. Influence of different drilling preparation on cortical bone: A biomechanical, histological, and micro-CT study on sheep. Clin Oral Implants Res [Internet]. 2018 Jul;29(7):707–15.

Stocchero M, Toia M, Jinno Y, et al. Influence of different drilling preparation on cortical bone: A biomechanical, histological, and micro-CT study on sheep. Clin Oral Implants Res. 2018;(March):1-9.

Swain M V, Xue J. State of the Art of Micro-CT Applications in Dental Research. Int J Oral Sci [Internet]. 2009 Dec;1(4):177–88.

Toia M, Stocchero M, Cecchinato F, Corrà E, Jimbo R, Cecchinato D. Clinical Considerations of Adapted Drilling Protocol by Bone Quality Perception. Int J Oral Maxillofac Implants. 2017;32(6):1288-1295.

Vayron R, Nguyen V-H, Lecuelle B, Haiat G. Evaluation of dental implant stability in bone phantoms: Comparison between a quantitative ultrasound technique and resonance frequency analysis. *Clin Implant Dent Relat Res* [Internet]. 2018 Aug;20(4):470–8.

Anexo 1 – Relatório de similaridade

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE TRÊS TÉCNICAS DE PREPARO DE LEITO IMPLANTAR NA ESTABILIDADE PRIMÁRIA DE IMPLANTES DENTÁRIOS: ESTUDO EX VIVO

RELATÓRIO DE ORIGINALIDADE

20%	17%	15%	14%
ÍNDICE DE SEMELHANÇA	FONTES DA INTERNET	PUBLICAÇÕES	DOCUMENTOS DOS ALUNOS

FONTES PRIMÁRIAS

	Marco Toia, Michele Stocchero, Jonas P. Becktor, Bruno Chrcanovic, Ann Wennerberg. "Implant vs abutment level connection in implant supported screw-retained fixed partial dentures with cobalt-chrome framework: 1-year interim results of a randomized clinical study", Clinical Implant Dentistry and Related Research, 2019 Publicação	1%
	openventio.org Fonte da Internet	1%
	pesquisa.bvsalud.org Fonte da Internet	1%
	Piervincenzo Rizzo. "A review on the latest advancements in the non-invasive evaluation/monitoring of dental and trans-femoral implants", Biomedical Engineering Letters, 2019 Publicação	1%

Anexo 2 – Comprovante de submissão do artigo

	Submission/Title/Type	Status	Action
 Delete [Author files]	Manuscript ID: JOMI-2019-513 - (8240) Comparison of three different implant drilling sequences: Conventional, Undersized surgical technique and Expander-osteotome. EX-VIVO study Type: Experimental Authors: Anderson Jara (Corresponding author), Andres Humberto Cáceres-Barreno (Co-author), Hugo Gaêta-Araujo (Co-author), Francisco Haiter-Neto (Co-author), Luciana Asprino (Co-author) Submitted: 2019-12-24	Submitted	

Submission: JOMI-2019-513 - (8240) - Comparison of three different implant drilling sequences: Conventional, Undersized surgical technique and Expander-osteotome. EX-VIVO study

Attention: Mr Jara

Automatic notification:

The above manuscript has been submitted online. You have been included as a contributing author for this manuscript.

Please contact the editorial office at the email below if you are NOT a contributing author for the above manuscript.

You can follow the progress of this manuscript by logging onto the website using the login link below. (copy and paste this link into the address line of a web-browser if it is de-activated)

All correspondence regarding this manuscript will be sent to the submitting author from the editorial office.

Sincerely,

The Editorial Officex