FERNANDO ANTONIO REIS LAURINO

Comparação entre ressonância magnética e tomografia computadorizada por feixe cônico para diagnóstico de regiões com enxertos em seios maxilares

São Paulo

2019

FERNANDO ANTONIO REIS LAURINO

Comparação entre ressonância magnética e tomografia computadorizada por feixe cônico para diagnóstico de regiões com enxertos em seios maxilares

Versão Original

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia (Diagnóstico Bucal), para obter o título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Arthur Rodriguez Gonzalez Cortes

São Paulo

2019

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo-na-Publicação
Serviço de Documentação Odontológica
Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Laurino, Fernando Antonio Reis.

Comparação entre ressonância magnética e tomografia computadorizada por feixe cônico para diagnóstico de regiões com enxertos em seios maxilares / Fernando Antonio Reis Laurino ; orientador Arthur Rodriguez Gonzalez Cortes. -- São Paulo, 2019.

60 p. : tab., fig. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) -- Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Área de Concentração: Diagnóstico Bucal. -- Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

Versão original

1. Tomografia computadorizada de feixe cônico. 2. Implantes dentários. 3. Imagem por ressonância magnética. 4. Enxertos. I. Cortes, Arthur Rodriguez Gonzalez. II. Título.

Laurino FAR. Comparação entre ressonância magnética e tomografia computadorizada por feixe cônico para diagnóstico de regiões com enxertos em seios maxilares. Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Aprovado em: /   /2019

Banca Examinadora

Prof(a).Dr(a)._____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof(a).Dr(a)._____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof(a).Dr(a)._____

Instituição: _____ Julgamento: _____

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho...

A minha avó, Neusa Monteiro, por estar ao meu lado em todos os momentos da minha vida.

Aos meus pais, Maria e Fernando, pela paciência e apoio durante todo o curso.

Ao Fernando por toda a força e empurrão durante o curso.

A Juliana por toda a força e energia para mim.

A Isabela e Jun por toda a força e empurrão durante o curso.

A todos os animais e seres humanos que precisam de ajuda.

Ao criador, responsável por tudo isto.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a **Deus**, o criador de toda a minha trajetória profissional, por me mostrar os ensinamentos através dos erros.

Agradeço à minha mentora e avó **Neusa Monteiro**, professora, por me ensinar a estudar desde criança, por toda a minha trajetória presente e futura, permitindo abrir caminhos fantásticos através dos estudos e por estimular em mim a vontade de ensinar e passar conhecimento adiante.

Agradeço à minha família **Maria Antonieta, Fernando Laurino, Alexandre Monteiro e Fernando Reis** por todo apoio estrutural, por segurar as minhas angústias nos momentos mais difíceis, por me dar força e por me permitir enxergar o amadurecimento e o crescimento pessoal e profissional. Amo vocês.

Agradeço ao meu amigo **Tiago Guedes Luz** por ter feito parte desta trajetória, por ter aberto as portas e me apresentado ao meu orientador.

Agradeço ao **Major Otavio Pinhada**, do Hospital Militar de São Paulo, por ter me recebido e me ajudar em toda a parte prática do estudo.

Agradeço ao meu orientador **Prof. Dr. Arthur Rodriguez Gonzalez Cortes** por acreditar em mim desde o começo quando estava pensando em fazer mestrado, por ter me acolhido, pela força, por me orientar e conduzir a concretização da tese, pela amizade e confiança, por me aguentar nos momentos em que me sentia que não era possível. Muito, muito agradecido. Você foi o grande líder desta viagem.

Agradeço aos meus grandes amigos **Isabela Choi e Jun Kim** por todos os momentos fantásticos que passamos juntos, pela amizade, pela irmandade, pela lealdade, por me aguentar nos vários momentos de angústia, por todo apoio, por me conduzirem com muita paciência e amor. Vocês foram essenciais.

Agradeço a todos os professores do programa de pós-graduação em Diagnóstico Bucal por todo o suporte e convivência durante o curso.

Agradeço ao **Prof. Dr. Claudio Costa** pelos momentos de diversão, pelo conhecimento e pelo apoio durante o curso.

Agradeço à **Profa. Dra. Emiko Saito Arita** pelo apoio e pela agradável convivência.

Agradeço à secretária da disciplina de Radiologia **Maria Aparecida Pinto** por todo auxílio, apoio, atenção e carinho em todos os momentos.

Agradeço aos colegas do programa pela convivência agradável durante todo o curso.

Agradeço à bibliotecária **Vania** pela revisão do texto da tese.

EPÍGRAFE

“Para transformarmos o mundo, precisamos nos aperfeiçoar e realizar inovações em nosso interior. Atitudes positivas se refletirão em mudanças positivas ao nosso redor. Deste ponto em diante, as mudanças se expandirão em proporções cada vez maiores. Tudo o que fazemos produz efeito, causando algum impacto.”

Dalai Lama

RESUMO

Laurino FAR. Comparação entre ressonância magnética e tomografiacomputadorizada por feixe cônico para diagnóstico de regiões com enxertos em seios maxilares [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2019. Versão Original.

Uma das maneiras para corrigir a falta de volume ósseo em região posterior de maxila é o uso de enxertos ósseos para levantamento de assoalho de seio maxilar. O diagnóstico por imagem da região que recebeu o enxerto permite um planejamento cirúrgico preciso para a colocação de implantes dentários. Dentre os métodos descritos na literatura, a tomografia computadorizada por feixe cônico (TCFC), é uma técnica precisa para a obtenção de mensurações fiéis das dimensões do rebordo, e para avaliação da densidade mineral óssea (DMO). Recentemente, estudos têm demonstrado a técnica por imagem de ressonância magnética (RM) como uma técnica alternativa para avaliação da DMO também, além de apresentar a vantagem de não emitir radiação ionizante. No entanto, não existe um consenso na literatura sobre a diferença da precisão dos métodos descritos acima para diagnósticos clínicos de enxertos feitos em região de seio maxilar. Diante disso, o objetivo do presente estudo é comparar e correlacionar as medidas das dimensões obtidas de regiões enxertadas em seio maxilar de imagens de TCFC com as imagens de RM.

Palavras-chave: Tomografia computadorizada por feixe cônico. Implante dentário. Imagem por Ressonância Magnética. Enxertos.

ABSTRACT

Laurino FAR. Comparison between magnetic resonance imaging and cone beam computed tomography for the diagnosis of regions with grafts in the maxillary sinuses [thesis]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2018. Versão Original.

One of the ways to correct the lack of volume in a posterior plane of the jaw is the use of body grafts for lifting the maxillary sinus floor. Imaging of the region receiving the treatment allows for a precise surgical procedure for an association of dental implants. Among the methods in the literature, concomitant cone beam computed tomography (CBCT), is a precise technique for the application of resonance frequency measurements, and for the evaluation of bone mineral density (BMD). This study is a method for the evaluation of magnetic resonance imaging (MRI) in which an alternative technique for evaluation in the BMD also has an advantage of not emitting ionizing radiation. However, there is no consensus in the literature regarding the choice of the above schemes for clinical diagnoses of grafts made in the maxillary sinus region. Therefore, the present study is comparable and correlated with the images of grafted images in maxillary CBCT images with MRI images.

Keywords: Cone-Beam Computed Tomography. Dental implant. Magnetic Resonance Imaging. Transplantation.

LISTA DE FIGURAS, TABELAS E GRÁFICO

Figura 4.1 – Reconstrução Multiplanar de TCFC utilizada para análise com o software Osirix.....	40
Figura 4.2 – Reconstrução Multiplanar de RM utilizada para análises com o software Osirix.....	40
Tabela 5.1 – As análises descritivas das variáveis	43
Tabela 5.2 – Comparação entre as médias dos 3 grupos (TCFC x T1 x T2) – Teste de ANOVA Fator 1	44
Tabela 5.3 – Comparação entre as medias de TCFC x T1 e TCFC x T2 – Teste t-pareado.....	44
IC-Intervalo de Confiança	44
Figura 5.1 – Correlação entre RM com (A) imagem ponderada em T1, (B) T2 e (C) imagem de TCFC.....	45
Tabela 5.5– Análise de correlação.....	46
Gráfico 5.1 – Correlação linear entre TCFC e RM	46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DMO	Densidade Mineral Óssea
KvP	Quilovoltagem Pico
mA	miliamperagem
mm	milímetros
ms	milissegundo
RM	Ressonância Magnética
ROI	Região de Interesse
TC	Tomografia Computadorizada
TCFC	Tomografia Computadorizada por Feixe Cônico

LISTA DE SÍMBOLOS

%   porcentagem

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	25
2	REVISÃO DE LITERATURA	27
2.1	RESSONÂNCIA MAGNÉTICA	27
2.2	TECIDO ÓSSEO.....	29
2.3	TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA.....	30
2.4	IMPLANTES DENTÁRIOS.....	31
2.5	ENXERTOS ÓSSEOS	32
3	PROPOSIÇÃO.....	35
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	37
4.1	CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO	37
4.2	ARQUIVO E HISTÓRICO DE OBTENÇÃO DAS IMAGENS	37
4.3	IMAGEM POR RESSONÂNCIA MAGNÉTICA.....	38
4.4	TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA POR FEIXE CÔNICO	38
4.5	ANÁLISE DAS IMAGENS.....	38
4.6	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	41
5	RESULTADOS	43
5.1	ANÁLISE DESCRITIVA.....	43
5.2	ANÁLISE DE CORRELAÇÃO	45
6	DISCUSSÃO.....	47
7	CONCLUSÕES.....	51
	REFERÊNCIAS	53
	ANEXO A.....	59

1 INTRODUÇÃO

Diversos tipos de alterações morfo-funcionais do tecido ósseo alveolar são comumente encontrados em pacientes que sofreram a perda da dentição. O tratamento de tais alterações requer um diagnóstico preciso da estrutura cortical e trabecular do tecido ósseo(1). Entre as alterações mais comuns de ocorrência em regiões posteriores da maxila, estão a perda de altura e espessura óssea, como a pneumatização de seios maxilares, além de mudanças em sua micro-estrutura trabecular(2).

Essas alterações em pacientes parcialmente ou totalmente edêntulos se apresentam, muitas vezes, como contra-indicações para a colocação de implantes dentários de modo que, cirurgias de enxerto possam ser necessárias para o sucesso do tratamento(3).

Com isso, diferentes técnicas de imagem foram desenvolvidas para auxiliar o diagnóstico pré-operatório, com o objetivo principal de aumentar a previsibilidade cirúrgica e permitindo avaliar a qualidade e quantidade óssea. Métodos de imagem com reconstruções multiplanares permitem a análise qualitativa (de densidade) e quantitativa do tecido ósseo. Dentre elas estão a tomografia computadorizada por feixe cônico (TCFC), e também a análise morfométrica utilizando micro-TC(4).

Com o advento da tomografia computadorizada (TC), diversos métodos para análise da densidade óssea alveolar através da mensuração de valores de pixels foram descritos. Além disso, a TCFC apresenta vantagens como menor dose de radiação, maior portabilidade, menor custo dos exames e ainda assim apresenta boa resolução espacial, precisão nas mensurações lineares e volumétricas, e reprodutibilidade. Porém, alguns fatores inerentes à técnica como espalhamento de radiação secundária, elevado nível de ruído (principalmente em tamanho de voxel reduzido), endurecimento do feixe de raios-x e descontinuidade de dados da projeção limitam a aplicação de tal metodologia com TCFC. Outra preocupação é com os efeitos da radiação, inerente à técnica utilizada (5-8).

Por outro lado, a ressonância magnética (RM) é uma técnica que não envolve o uso de radiação ionizante. Na RM, a imagem é formada a partir de sinais de radiofrequência emitidos pelos prótons de hidrogênio por estarem presentes em tecidos submetidos a um intenso campo magnético. Embora haja hidrogênio na água

e tecido adiposo do tecido ósseo, o estudo morfológico com RM ainda é considerado um desafio. Isso porque a composição mineralizada faz com que o sinal emitido pelo osso desapareça rapidamente, exigindo sequências de pulso específicas que nem sempre estão disponíveis em aparelhos usados no dia a dia nos centros de diagnóstico. Por outro lado, a medula óssea possui uma maior concentração de matriz orgânica e tecido adiposo, os quais possuem um número maior de prótons de hidrogênio, favorecendo a captação de sinal desta região. Assim, se torna possível uma avaliação indireta da densidade óssea pelo sinal emitido pelo hidrogênio emitido por estes tecidos na imagem de RM(9).

Partindo deste princípio, estudos médicos têm verificado correlações inversas entre a densidade mineral óssea e a quantidade de tecido adiposo encontrado nas medulas de tais ossos. Além disso, embora a maioria dos estudos sobre o osso alveolar tenha como foco apenas a estrutura óssea mineral, nossa equipe conseguiu obter os primeiros resultados de quantificação de tecido adiposo de osso alveolar com a RM, com confirmação realizada através de micro-TC (10, 11).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

Em 1972, Lauterbour, da Universidade de Illinois, obteve as primeiras imagens com a RM, as quais foram publicadas na *Revista Nature* (LAUTERBUR, 1973)(12). A RM é a mais inovadora e revolucionária tecnologia desenvolvida na área médica de imagem, a qual utiliza os prótons do corpo humano por meio do campo magnético, ondas de radiofrequência, detectores eletromagnéticos e computadores, fornecendo informações necessárias dos tecidos biológicos em terceira dimensão (13). Tal técnica, em princípio, passou a ser indicada principalmente para a visualização de tecidos moles, além de sugerir alterações físicas e químicas dos diferentes tecidos, incluindo a medula óssea (14). As imagens são obtidas através dos núcleos de átomos de hidrogênio presentes em moléculas como a de água e a do tecido adiposo, que quando estimulados pelo campo magnético liberam energia, que por sua vez é detectada em forma de sinal eletromagnético pela bobina do aparelho, formando a imagem (15).

No ano de 2011, foi realizado um estudo revisando diversos protocolos de RM, para diagnóstico da medula espinhal e mudanças no tecido ósseo relacionadas à idade. De acordo com o mesmo estudo, imagens ponderadas em T1 são ideais para avaliação do osso trabecular, no qual há grande conteúdo de gordura juntamente com uma matriz hematopoiética. Já as imagens ponderadas em T2 são ideais para auxiliar no diagnóstico de patologias. Os autores deste estudo mostraram que a combinação de imagens ponderadas em T2 e saturação de gordura em T2, ou a sequência de pulso inversão-recuperação são altamente efetivas para avaliar lesões na medula óssea. No entanto, a compreensão do padrão normal de maturação da medula óssea é essencial para que os profissionais possam identificar a existência de alguma alteração na medula óssea, quando presente (16).

A ressonância magnética também fornece as imagens que circundam o osso alveolar, bem como os dentes, o feixe neurovascular dentro do canal mandibular, de processos inflamatórios e dos diferentes estágios de neoformação óssea. Na fase inflamatória, o tecido é caracterizado por alto conteúdo de água, portanto através de

imagens ponderadas em T2 o tecido inflamado é evidenciado como um sinal hiperintenso. Já na fase inicial de neoformação óssea, como exemplo, existe uma deposição de células osteóides mineralizadas, mostrando uma imagem escura, ou seja, um sinal hipointenso. Sendo uma grande vantagem da ressonância magnética de nos dar as imagens de formação óssea inicial, uma vez que são inacessíveis em outros tipos de exames de imagem (17).

Foi realizado um estudo sobre a microarquitetura da mandíbula humana utilizando RM de alta resolução. O estudo concluiu que é possível realizar a medida de alguns parâmetros morfométricos (como espessura e separação trabecular) por meio da análise de tecido adiposo evidenciado através de imagens de RM. Porém, o protocolo utilizado ainda necessita ser otimizado para a aquisição em 3D e com o tempo de exame reduzido, possibilitando o uso clínico de tal metodologia(11).

Na Odontologia, a RM é aplicada majoritariamente na avaliação da articulação temporomandibular (ATM) por permitir a observação de todos os seus componentes não mineralizados como o disco articular, ligamentos e músculos. Além disso, a RM também é aplicada para o estudo de lesões do complexo maxilofacial, em pesquisas para detecção de cáries, na avaliação da resposta pulpar frente a lesões cariosas e em pesquisas de topografia óssea. No entanto, as vantagens da aplicação de imagens de RM na pesquisa para avaliação do tecido ósseo alveolar ainda não foram elucidadas (18-21).

Sobre os avanços dos métodos de imagem, diferentes estudos concluíram que a TC e RM são efetivos métodos para a visualização de mudanças biológicas estruturais em tecidos da cavidade oral, como a que ocorre durante a perda óssea alveolar pós extração. A TC se mostrou muito útil para avaliação do desenvolvimento, crescimento e mineralização óssea para o planejamento pré cirúrgico de implantes dentários. Já a RM, além de ser um método de imagem não invasivo, é sensível para diagnosticar inflamações em estruturas da cavidade oral e se mostrou muito útil para o diagnóstico precoce de possíveis alterações biológicas em tecidos(22).

As células do tecido adiposo ocupam uma porção significativa da cavidade óssea que vai aumentando conforme a idade, de acordo com cada metabolismo biológico. Com o envelhecimento, existe uma substituição do tecido ósseo por tecido adiposo, principalmente com a presença de alterações metabólicas como, por exemplo, diabetes e aumento de triglicérides , que podem contribuir negativamente na remodelação óssea (23).

Em um outro estudo, a neoformação óssea periimplantar foi analisada pelo exame de RM, realizado em mini porcos fêmeas que ficaram sob dieta alimentar. Os implantes dentários foram instalados e as amostras foram colhidas para escaneamento com RM e, dessa forma, para avaliação da qualidade do osso neoformado ao redor dos implantes dentários. Foi observado através das imagens obtidas que o tecido ósseo mineral denso aparecia como uma imagem hipointensa pela falta de sinal e o tecido periimplantar aparecia em diferentes tons de cinza. Foi possível monitorar toda a maturação óssea periimplantar dentro do período de cicatrização: após 2 semanas da instalação dos implantes a área periimplantar aparecia preenchida por tecido mole aparentemente homogêneo e na parte mais apical do implante dentário pequenas regiões sem intensidade de sinal foram detectadas, indicando o início de um processo de mineralização óssea. Após 4 semanas, já era possível visualizar o início da formação de osso maduro e após 8 semanas, nenhuma diferença era detectada entre osso maduro e osso neoformado(24).

2.2 TECIDO ÓSSEO

Pesquisadores realizaram um estudo com onze pacientes para avaliar a ósseointegração dos implantes dentários quando realizada técnica minimamente invasiva de levantamento de seio maxilar com uma altura de remanescente ósseo entre 4-9 mm em todos os pacientes. Foram inseridos 12 implantes dentários logo após o levantamento de seio maxilar através da técnica de alvéolo cirúrgico atraumático, ou seja, levantamento atraumático e inserção dos implantes no mesmo ato cirúrgico. Após seis meses de osseointegração, os implantes estavam estáveis e houve neoformação óssea completa. Foi sugerido esta técnica minimamente invasiva quando se têm pouca altura de osso remanescente (25).

Em relação ao uso das diferentes membranas como barreiras para a cirurgia de levantamento de seio maxilar, um estudo mostrou que houve menor efetividade na neoformação óssea quando utilizada a membrana periostal proveniente da tíbia de coelhos do que quando utilizadas as membranas sintéticas. Houve perda de rigidez da membrana periostal em relação à sintética (26).

Em um outro estudo, o tecido ósseo da maxila e mandíbula de onze pacientes foi avaliado através de imagens de RM com um aparelho de 0.2 tesla. Em todos os 11 pacientes, foi possível identificar de forma clara as estruturas como os nervos alveolar inferior e mental, as artérias e assoalho da cavidade sinusal maxilar. Assim, os implantes puderam ser instalados com uma alta precisão em relação à outras técnicas de imagens. O osso cortical e medular foram facilmente delineados em todos os casos permitindo o planejamento adequado para a instalação dos implantes. A RM ofereceu a capacidade de delinear em 3 dimensões as relações entre os sítios pré-implantares com as diferentes estruturas anatômicas (27).

O conhecimento da qualidade e volume ósseo são pré requisitos para a instalação de implantes dentários. Foi realizado um estudo sobre o uso da RM em cirurgias de implantes dentários em 12 pacientes. Para a interpretação do tecido ósseo, foi utilizado imagens ponderadas em T1, onde a cortical óssea apareceu hipointensa, ao contrário da hiperdensidade vista em TCFC. A imagem do osso cortical hipointenso em RM neste estudo ocorreu devido à pouca quantidade de água ou prótons de hidrogênio no tecido ósseo. No entanto, o osso medular se mostrou mais hiperintenso como resultado dos prótons de hidrogênio presentes na água e tecido adiposo (27).

2.3 TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

Um estudo realizado em 2018, obteve imagens de TCFC de cinco pacientes, para avaliar a quantidade de enxerto ósseo necessário a ser colocado em região do seio maxilar dos mesmos, e comparou as medidas lineares obtidas das imagens com as mensurações feitas no momento intra-operatório. Os resultados mostraram uma correlação moderada entre as medidas obtidas através das imagens e no momento cirúrgico; e os autores concluíram que a TCFC pode ser uma técnica precisa no planejamento pré-cirúrgico para colocação de enxertos em região de seio maxilar porque revela a forma topográfica e morfológica dessa cavidade sinusal (28).

Em um outro estudo foi comparado imagens de RM e TC para o planejamento pré- cirúrgico de implantes dentários. Foram selecionados 30 pacientes e em todos os casos foi possível planejar, através das duas técnicas de imagens, a instalação dos

implantes dentários. Nas imagens de RM, os limites do osso cortical e medular foram passíveis de identificação, permitindo assim o planejamento da colocação dos implantes dentários. A RM melhorou e aumentou a previsibilidade cirúrgica devido a sua alta resolução de imagem, permitindo fornecer imagens seguras em três dimensões espaciais e sua relação com estruturas anatômicas vitais, dando a segurança da instalação do implante dentário no sentido mais apical e sua angulação, por exemplo, relacionado ao nervo mandibular. Os autores concluíram que a RM é um método de boa definição permitindo um completo manuseio no alinhamento dos cortes(17).

2.4 IMPLANTES DENTÁRIOS

Em um estudo realizado em 2018, os autores decidiram investigar histopatologicamente a osseointegração ao redor dos implantes de zircônia em região de fêmur de coelho. Os implantes tinham 5 mm de comprimento x 2,6 mm de diâmetro, e foram implantados no fêmur de 5 coelhos. O material foi coletado 3 meses após a cirurgia e foi feita a análise histológica. Em toda a superfície do implante, o osso estava com diferentes graus de neoformação óssea e se diferenciando em osso maduro. Na porção média do implante, a neoformação óssea estava menos evidente em relação às outras áreas. Os autores concluíram que 3 meses após a inserção dos implantes, o estágio alcançado pelo processo de osseointegração, mesmo que não estivesse totalmente uniforme e concluído, já mostrava indícios de uma boa consolidação inicial para suportar os futuros componentes protéticos (29).

Em um outro estudo, realizado também em 2018, teve como objetivo avaliar o uso da piezocirurgia com a colocação de substitutos ósseos bovinos, particulados com plasma rico em fibrina, de forma concomitante com a colocação dos implantes dentários em região de seio maxilar. Ao total foram 14 procedimentos de levantamento de seio maxilar com a inserção de 30 implantes dentários. Como critério de inclusão, todos os pacientes deveriam ter de 4-5 mm de altura de remanescente ósseo, nenhuma patologia ou doenças periodontais. A TCFC foi o exame de escolha para o momento pré-cirúrgico. Nenhum implante foi perdido e a avaliação tomográfica mostrou presença de tecido ósseo mineralizado em todos os casos, sem sinais de

reabsorção. O ganho médio de altura vertical óssea foi de 10-12 mm após 6 meses de cicatrização e neoformação óssea. Os autores concluíram que a técnica de piezocirurgia com a colocação simultânea de substituto ósseo bovino e dos implantes dentários é uma técnica previsível e eficaz para a reabilitação de região posterior de maxila edêntula, quando com uma altura de remanescente óssea igual a 4-5 mm (30). Um estudo foi realizado para avaliar as diferenças nos valores de torque dos implantes dentários colocados em área posterior de maxila e o impacto que a qualidade óssea e ancoragem bicortical têm na estabilidade primária dos mesmos. Vinte e seis adultos receberam implantes de 8 mm de altura. A densidade óssea foi registrada durante a perfuração de acordo com a classificação de Misch (D1-D4) e os torques foram mensurados com catraca manual. A qualidade óssea e a localização dos implantes afetaram diretamente os valores de torque e a estabilidade primária, enquanto que a ancoragem apical-cortical e o diâmetro do implante não tiveram influência. Os autores concluíram que a qualidade óssea e a região de localização dos implantes foram os parâmetros mais significativos na estabilidade primária dos mesmos (31).

A osseointegração dos implantes depende de vários fatores como o biomaterial que foi ou não utilizado no momento operatório, a propriedade de superfície do implante, assim como a qualidade óssea da maxila/mandíbula e a técnica cirúrgica (32, 33). A alta taxa de falhas tem sido reportada com a existência de uma baixa densidade mineral óssea que, por sua vez, interfere na estabilidade primária e no tempo de cicatrização ao redor dos implantes (34, 35).

A morfologia óssea pode influenciar na escolha do tipo de abordagem cirúrgica e do implante a ser utilizado (existem diferentes modelos com distintos tratamentos de superfície), para obter uma melhor ancoragem osso-implante. Para isso, exames de imagem são necessários para mostrar a qualidade do remanescente ósseo, assim como a localização de estruturas anatômicas importantes como o canal mandibular e o assoalho do seio maxilar (35).

2.5 ENXERTOS ÓSSEOS

Os enxertos ósseos podem ser do tipo autógenos, alógenos, xenógenos, sintéticos ou podem ser uma combinação entre si, sendo que o sucesso na

incorporação cirúrgica destes materiais depende de vários fatores biológicos entre o leito receptor e o leito doador mediante às atividades osteogênicas do sítio transplantado e a cicatrização óssea. Os exames de TC e RM fornecem informações à respeito das propriedades morfológicas e geométricas dos materiais de enxerto ósseo e sua interação com o leito receptor. A RM, por sua vez, fornece informações das propriedades metabólicas dos enxertos em suas diferentes fases de neoformação óssea, podendo indicar de forma precoce o sucesso ou falha do procedimento. Portanto, além de não utilizar radiação ionizante, a RM é um método que facilita no processo de tomada de decisão para medidas corretivas ou preventivas (36).

Em 2016, foi realizado um estudo para avaliar a neoformação óssea, após levantamento de seio maxilar. Trinta procedimentos de levantamento de seio maxilar foram realizados com a colocação de 72 implantes instalados tardiamente em 18 pacientes. Houve acompanhamento clínico e radiológico durante o período de neoformação óssea, e após 6 meses 15 biópsias de osso neoformado foram coletadas próximas ao assoalho basal e 15 próximas à região do seio maxilar elevado. Houve ganho em altura óssea entre 1,34 e 6,14 mm de acordo com as imagens de TCFC, o que correspondeu à um ganho pela análise histológica e histomorfométrica de neoformação óssea de 11,9-56,7% para 13,4-59.9%. Dos 72 implantes inseridos, apenas 4 falharam, resultando em uma taxa de sobrevida igual a 94%. Os autores concluíram que o coágulo sanguíneo pode ser considerado um material osteogênico autólogo que funciona como material de enxerto ósseo, que permite a migração e diferenciação das células osteoprogenitoras para a regeneração óssea (37).

Um estudo foi realizado para avaliar em três dimensões a presença dos septos da cavidade sinusal como uma alternativa para a inserção dos implantes dentários nesses locais e evitando, assim, o procedimento de levantamento de seio maxilar com a colocação de enxertos ósseos. Foram selecionados 200 pacientes (100 edêntulos) que tinham septos sinusais em cavidade sinusal maxilar, visualizados através de imagens de TCFC do departamento de cirurgia do hospital de Bruxelas. Reconstruções tridimensionais das imagens dos septos foram realizadas através do software Maxilim e algumas medidas foram feitas: altura lateral, comprimento, espessura da região média e medial do septo. A localização e orientação cirúrgica foram avaliadas para cada septo. Não houve diferença estatisticamente significativa entre as medidas obtidas intraobservador. Os septos se encontraram com uma maior prevalência em região posterior do que nas regiões anterior e média de maxila. Cerca

de 81% dos septos foram encontrados em pacientes com dentes e cerca de 53% em edêntulos. Os autores concluíram que os septos, através de suas análises tridimensionais usando imagens reconstruídas de TCFC, poderiam ser um local alternativo para a instalação de implantes dentários(38).

No ano de 2018, foi realizado um estudo para investigar duas técnicas distintas para avaliação do volume ósseo necessário de enxerto ósseo previamente à cirurgia de levantamento de seio maxilar. O exame de TCFC foi utilizado para análise pré-operatória e mensuração manual das dimensões da cavidade sinusal. Os volumes estimados de material de enxerto foram comparados com os achados intraoperatórios. Os resultados mostraram uma correlação moderada. Os autores afirmaram que para atingir um poder de estudo igual a 80% e com intervalo de confiança igual a 95%, o número de pacientes deveria ter sido igual a 35, porém apenas 5 pacientes entraram na pesquisa e isto foi uma das limitações do estudo. Foi concluído que o volume sinusal necessário para a região indicada à levantamento de seio maxilar, através de técnicas de segmentação ou manuais, foi estimado bem próximo da quantidade necessária de material de enxerto. Além disso, a técnica de segmentação pode ser valiosa no planejamento pré-cirúrgico de levantamento de seio maxilar, pois revela a forma topográfica e morfologia da cavidade sinusal(28).

Um estudo avaliou a eficácia e os resultados clínicos da técnica de levantamento de seio maxilar com a colocação simultânea de enxerto ósseo e inserção de implantes dentários. Onze pacientes foram submetidos à cirurgia com uma média de altura do remanescente ósseo igual a 6,4 mm. Todos os procedimentos foram realizados com sucesso sem perfuração da membrana sinusal ou de Schneider. O assoalho do seio foi levantado cerca de 4,8 mm, em média. Os doze implantes foram colocados com pilares de cicatrização e o osso marginal periimplantar permaneceu estável durante um acompanhamento de 49 meses. Os autores concluíram que a técnica de levantamento de seio maxilar com enxerto ósseo e inserção do implante dentário é efetiva e reduz a incidência de complicações pós-operatórias (25).

3 PROPOSIÇÃO

Diante da revisão de literatura exposta, o objetivo deste estudo transversal, é correlacionar medidas lineares entre TCFC e RM obtidas de regiões com enxerto em seio maxilar.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O diretor do departamento de Implantodontia da divisão de Odontologia do Hospital Militar de Área de São Paulo (HMASP) autorizou o uso das imagens de TCFC e RM do banco de dados, e o projeto de pesquisa submetido ao Comitê de Ética da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo está aprovado sob o número de parecer: 2.523.004 (Anexo A).

4.1 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Imagens de pacientes submetidos à cirurgia de enxerto de seio maxilar, com idades entre 40 e 80 anos, que estavam em tratamento odontológico e que haviam sido submetidos a ambos exames de TCFC e RM seis meses após cirurgia de levantamento de seio maxilar foram incluídos neste estudo. Em quatro pacientes foram operadas regiões bilaterais de seio maxilar e nos demais foram regiões unilaterais. Os exames de TCFC e RM foram realizados na mesma semana para todos os pacientes, seis meses após a cirurgia com enxerto. O material do tipo Straumann BoneCeramic (Instituto Straumann, Basiléia, Suíça), 40% fosfato tricálcio e 60% hidroxiapatita na composição, foi utilizado como o material de escolha para o enxerto ósseo.

Pacientes apresentando imagens, tanto de TCFC como de RM, com artefatos afetando a região de interesse de análise, ou com baixa qualidade de imagem, foram excluídos do estudo.

4.2 ARQUIVO E HISTÓRICO DE OBTENÇÃO DAS IMAGENS

As imagens de TCFC e RM deste estudo foram provenientes do banco de dados do arquivo de imagens da clínica odontológica do Hospital Militar de Área de São Paulo (HMASP). Portanto, apenas imagens de pacientes que por motivos de diagnóstico passaram por ambos exames (e na mesma semana) foram incluídas no

estudo. Assim, os exames de TCFC foram realizados por serem comumente indicados na avaliação da cicatrização de enxertos ósseos de seio maxilar, enquanto os exames de RM foram solicitados por indicação de diagnóstico em cabeça e pescoço, como em suspeitas de patologias de glândulas salivares, seios da face e pesquisa de lesões ósseas e respectivos conteúdos.

4.3 IMAGEM POR RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

Todas as imagens de RM foram obtidas com uma bobina de cabeça, em um equipamento de ressonância magnética de 1,5 Teslas (Aera, Siemens, Erlangen, Alemanha). Duas sequências de pulso diferentes foram utilizadas: uma Spin-echo (SE) com imagem ponderada em T1, em orientação coronal, com tempo de repetição (TR) de 402 ms, Tempo de eco (TE) de 10ms, número de experimentos = 2, largura de banda de 190 e 4mm de espessura de corte; e outra SE, com imagem ponderada em T2, em orientação coronal, com tempo de repetição (TR) de 4100ms, tempo de eco de 76ms, número de experimentos = 2, largura de banda de 260 e 4mm de espessura de corte.

4.4 TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA POR FEIXE CÔNICO

De maneira similar, todas as imagens de TCFC de maxila, foram obtidas através do mesmo aparelho (Orthophos XG 3D, Sirona Dental Systems, Bensheim, Alemanha) e com o mesmo protocolo de aquisição (voxel de 0,2mm, 120kVp, 3 a 8mA).

4.5 ANÁLISE DAS IMAGENS

As imagens foram analisadas na Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo por dois observadores independentes, treinados e calibrados para a

interpretação das imagens. Para auxílio do processo, foi utilizado o software OsiriX (open-source, DICOM viewer OsiriX 3.9.4, Pixmeo, Geneva, Suíça; <http://www.osirix-viewer.com>), permitindo que as análises pudessem ser analisadas em detalhes através do computador MacBook Pro OS High Sierra (Retina, 13-inch, Mid 2014), versão 10.13.6, processador 2,6 GHz, Intel Core i5. Monitor de tela integrada 13,3 polegadas (2560 x 1600), placa gráfica Intel Iris 1536 MB. Todas as avaliações, tanto para as imagens de TCFC e RM, foram realizadas na mesma tela com as mesmas configurações.

As imagens foram adquiridas após o tempo de cicatrização e formação óssea de 6 meses após a cirurgia de enxerto ósseo. Para a avaliação das imagens de TCFC, foi utilizado o tamanho de imagem 512 x 512 e visão da imagem 2338 x 1324, nível de janela de 300 e largura de janela de 1500 (protocolo CT-Bone).

A análise de escala de cinzas e de mensurações lineares da região de enxerto de seio maxilar foram realizadas em imagens de cortes coronais, sagitais e axiais tanto de TCFC como de RM (considerando que ambos métodos possuíam escala de contraste de 12-bit, reconhecida pelo software utilizado). Uma região de interesse (ROI) foi criada delineando toda a área enxertada de cada paciente, em ambos exames. Todas as imagens foram armazenadas em arquivos DICOM em um disco rígido externo e analisadas em um computador com plataforma IOS, MacBook Pro, core i5 2,5GHz, 8GB de memória RAM.

As medidas lineares foram realizadas seguindo os mesmos parâmetros e protocolo para ambas as técnicas: no corte axial, foi aferida a maior distância vestíbulo-palatino correspondente à maior largura do enxerto em região posterior de maxila, inclinando as linhas de orientação correspondentes aos eixos X, Y e Z. Para mensurar a distância correspondente à profundidade do enxerto, foi mensurada no corte sagital a maior distância ântero-posterior com referência no corte axial, e para mensurar a altura do enxerto foi realizada a medida linear no corte coronal.

Dois operadores com experiência em análise de medidas lineares em imagens de TCFC e RM fizeram as mensurações, em dois momentos diferentes separados por ao menos duas semanas conforme as (Figuras 4.1 e 4.2).

Figura 4.1 – Reconstrução Multiplanar de TCFC utilizada para análise com o software Osirix

Fonte: o autor.

Figura 4.2 – Reconstrução Multiplanar de RM utilizada para análises com o software Osirix

Fonte: o autor.

4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O tamanho da amostra foi determinado para que uma correlação mínima de 0.7 fosse detectada, com significância de 5% e poder de 80%. Para isso, foram necessárias 14 imagens de ambos exames (TCFC e RM). O Coeficiente de Correlação Intraclass foi utilizado para avaliar a concordância intra- e interobservador. O teste de verificação de normalidade utilizado foi o Shapiro-Wilk. Assim, para avaliar a correlação das medidas lineares entre a RM e a TCFC, foi feito o teste de correlação de Pearson (distribuição normal). Todas as análises foram realizadas considerando um grau de significância de 5%, com o mesmo software (SPSS v.17, IBM, EUA)

.

5 RESULTADOS

5.1 ANÁLISE DESCRITIVA

Foram analisadas imagens de um total de 10 pacientes (7 homens e 3 mulheres, idade média de 50 anos), totalizando 14 imagens de enxertos ósseos com (biomaterial) na região posterior de maxila (4 pacientes tinham enxertos bilaterais). Não foram observados nenhum tipo de complicações relacionadas aos procedimentos cirúrgicos. A taxa de sucesso cumulativa dos enxertos foi de 100% com a média de 6 meses de acompanhamento. As análises descritivas das variáveis contínuas estão apresentadas na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 – As análises descritivas das variáveis

Grupo	Variáveis	Média ± Desvio padrão	Unidade
TCFC	Altura	1,6829 ±0,2476	mm
	Largura	1,8059±0,2969	
	Profundidade	2,3402±0,4147	
RM T1	Altura	1,6121±0,2944	
	Largura	1,7312±0,3237	
	Profundidade	2,3524±0,4773	
RM T2	Altura	1,6235±0,3087	
	Largura	1,7898±0,339	
	Profundidade	2,2465±0,4361	

Fonte: O autor

Altas concordâncias intra e inter-observador foram confirmadas por meio da Coeficiente de Correlação Intraclass (CCI) que variaram entre 0,87 ($p=0,01$) e 0,83 ($p=0,01$). A distribuição normal foi confirmada para todas as variáveis contínuas de acordo com o teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Observou-se adesão à curva normal em todas as variáveis ($p>0,05$) e, consequentemente, foram utilizados testes paramétricos sendo: Teste de ANOVA Fator 1 para comparação entre os 3 grupos (TCFC, T1 e T2) onde está mostrado na Tabela 5.2 e Teste t-pareado para comparação entre os valores das medidas dos exames da Ressonância Magnética (T1 e T2 com a TCFC) em Tabela 5.3

Tabela 5.2 – Comparação entre as médias dos 3 grupos (TCFC x T1 x T2) – Teste de ANOVA Fator 1

	Grau de Liberdade	Erro Padrão	F	P valor
Altura	2	39	0,2495	0,7834
Largura	2	39	0,2106	0,8129
Profundidade	2	39	0,2391	0,7912

Fonte: o autor.

Tabela 5.3 – Comparação entre as medias de TCFC x T1 e TCFC x T2 – Teste t-pareado

		t	Grau de Liberdade	P valor	IC a 95%
Altura	TCFC x T1	1,2599	13	0,2298	-0.0506 a 0.1921
	TCFC x T2	1,0197	13	0,3264	-0.0665 a 0.1853
Largura	TCFC x T1	1,9085	13	0,0786	-0.0098 a 0.1591
	TCFC x T2	0,5880	13	0,5666	-0.0430 a 0.0751
Profundidade	TCFC x T1	-1,1969	13	0,8470	-0.1462 a 0.1218
	TCFC x T2	1,11216	13	0,2823	-0.0868 a 0.2742

IC-Intervalo de Confiança

Fonte: o autor.

Não foi possível observar uma diferença estatística para altura, largura ou profundidade entre os 3 grupos (TCFC, T1 E T2) como mostrado na Tabela 5.2 e para a comparação entre os valores das medidas dos exames de RM (T1 e T2) com a TCFC também não houve diferença significativa como observado na Tabela 5.3. Na Figura 5.4 mostra-se a correlação entre as imagens da RM com a TCFC.

Figura 5.1 – Correlação entre RM com (A) imagem ponderada em T1, (B) T2 e (C) imagem de TCFC

Fonte: o autor.

5.2 ANÁLISE DE CORRELAÇÃO

Foi realizado teste de Correlação de Pearson em pares: TCFC e T1; TCFC e T2 e entre T1 e T2. Todas as correlações paramétricas são apresentadas na Tabela-5.5.

Tabela 5.5– Análise de correlação

		Coefficiente de Correlação(r_p)	P valor	Poder da correlação
Altura	TCFC x T1	0.7119	0,0043	Moderada para Forte
	TCFC x T2	0.7134	0,0042	Moderada para Forte
	T1 x T2	0.9910	< 0,0001	Forte
Largura	TCFC x T1	0.8923	< 0,0001	Forte
	TCFC x T2	0.9568	< 0,0001	Forte
	T1 x T2	0.9483	< 0,0001	Forte
Profundidade	TCFC x T1	0.8738	< 0,0001	Forte
	TCFC x T2	0.7310	0,0030	Moderada para Forte
	T1 x T2	0.5784	0,0302	Moderada

r_p – Coeficiente de Correlação de Pearson

Fonte: o autor.

Todas as correlações foram estatisticamente significantes ($p < 0,05$) e obtiveram boa correlação que variou de correlação Moderada até Forte. A correlação mais forte encontrada foi de $r_p = 0,991$ em Altura (T1xT2) como observado no Gráfico - 5.1 e a menor correlação ($r_p = 0,578$) foi de Profundidade (T1 xT2).

Gráfico 5.1 – Correlação linear entre TCFC e RM

Fonte: o autor.

6 DISCUSSÃO

O diagnóstico por imagem para tratamentos de implantes dentários têm como principais objetivos: analisar se o tratamento com implantes dentários é apropriado para o paciente, guiar a fase protética, identificar a localização com precisão das estruturas anatômicas, localizar a melhor região para o implante ser instalado e determinar a necessidade de enxertos ósseos(15, 17, 39).

Diversos métodos de imagem são utilizados e essenciais para o planejamento cirúrgico de implantes dentários. A osseointegração dos implantes dentários, sinônimo de sucesso clínico, ocorre principalmente pela neoformação e remodelagem óssea na interface implante-osso e pela estabilidade primária, biológica e mecânica, a qual ocorre no momento cirúrgico da inserção do implante dentário (40). Portanto, a qualidade e quantidade óssea desempenham um papel fundamental na osseointegração (41, 42).

De acordo com o exposto acima, vários fatores como o tipo de biomaterial a ser colocado (quando necessário), a propriedade de superfície do implante, a qualidade óssea do paciente e técnica cirúrgica são fundamentais para garantir a osseointegração. A alta taxa de falhas dos implantes dentários tem sido reportada, principalmente, pela presença de uma baixa densidade óssea, que afeta diretamente a estabilidade primária e o tempo de cicatrização ao redor do implante (43). O presente trabalho, mostra a qualidade óssea do enxerto ósseo, após a sua neoformação, importante para aumentar a previsibilidade cirúrgica para a colocação de implantes, além de possibilitar a escolha da melhor técnica operatória.

A reabsorção óssea que ocorre em segmentos edêntulos de maxila e mandíbula devido à perda de forças oclusais, que se tem normalmente com a presença dos dentes, leva à uma altura e largura de rebordo ósseo insuficientes para receber implante dentário. Assim, vários procedimentos para aumento ósseo são empregados, como enxertos ósseos para restaurar volume e qualidade óssea. As técnicas incluem desde a inserção de biomaterial de enxerto ósseo dentro do alvéolo após extração dentária, de materiais regenerativos coletados do próprio sangue do paciente, como plasma rico em plaquetas ou em fibrinas, e membranas de colágeno. Na área anterior de maxila é comum a utilização de enxertos em blocos, já na área posterior de maxila,

como há perda óssea vertical e a pneumatização do seio maxilar, geralmente se eleva a mucosa inferior do seio maxilar através de uma abordagem cirúrgica da parede lateral do seio maxilar e é inserido um biomaterial de enxerto ósseo (44) - assim como foi feito com os pacientes que tiveram suas imagens avaliadas neste estudo.

Estudos recentes têm demonstrado profundo interesse em investigar a relação entre o tecido adiposo proveniente da medula óssea, a vascularização medular e o metabolismo ósseo (42, 45). Existe uma correlação positiva entre a quantidade de células do tecido adiposo e idade, assim como uma correlação inversamente proporcional entre a densidade óssea e a quantidade de tecido adiposo (46).

Um estudo relacionado ao metabolismo ósseo, mostra que o osso medular e a sua vascularização são influenciados pela idade e índice de massa corporal (IMC)(47). Sendo assim, alguns componentes da dieta possuem ligação direta no processo de reabsorção, formação e remodelação óssea (48).

Outros estudos mostram que o IMC afeta diretamente a densidade óssea(49-52), pois indivíduos com massa corporal magra possuem uma densidade óssea maior que os indivíduos que possuem alto índice de gordura corporal(52, 53). Portanto, o índice de massa magra, em ambos os sexos, torna-se um forte indicador para a densidade mineral óssea(54), podendo influenciar na qualidade do enxerto ósseo e na osseointegração dos implantes dentários.

Nas imagens de RM, o tecido adiposo se apresenta com um T1 reduzido e, em contraste, com um T2 longo; resultando em uma alta intensidade de sinal (hiperintenso) em imagens ponderadas em T1 e reduzida intensidade de sinal em imagens ponderadas em T2 (hipointenso). Dessa forma, a identificação da medula óssea é baseada muitas vezes em imagens ponderadas em T1, sendo uma sequência diariamente utilizada por radiologistas na prática clínica para regiões músculo esqueléticas(16, 55). Neste estudo, foram utilizadas tanto sequências de imagens ponderadas em T1 como em T2.

Os exames de imagens por RM, mostram uma excelente imagem dos tecidos e osso medular (14), podendo ser útil para avaliar a qualidade do osso neoformado durante o processo de cicatrização óssea para a futura colocação dos implantes dentários e também para auxiliar na escolha do tipo de implante a ser inserido (12). Embora tenha um alto custo e menor resolução espacial comparada a outras técnicas de imagens, como a TC, a RM está em crescente uso pela possibilidade que oferece em mostrar parâmetros fisiológicos distintos que ocorrem no tecido ósseo, não

facilmente avaliados por outros métodos de imagem, além de ser a única modalidade de imagem não invasiva capaz de visualizar a matriz óssea(56, 57).

De acordo com os resultados apresentados neste estudo, pode-se afirmar que o planejamento de implantes dentários se torna previsível utilizando imagens de RM. Esta técnica permitiu a visualização das estruturas anatômicas (17) e do tecido ósseo em diferentes cortes, permitindo a visualização da densidade óssea através dos espaçamentos das trabéculas medulares e da mensuração em cada plano, através de medidas lineares, da altura, largura e profundidade do enxerto ósseo. Ou seja, a RM além de permitir o delineamento da arquitetura óssea, permitiu também a avaliação da qualidade óssea através de imagens ponderadas em T1 e T2 do enxerto ósseo.

O exame de TC têm sido empregado como exame complementar para o diagnóstico oral há mais de 20 anos, fornecendo uma visualização das estruturas ósseas em três planos distintos com uma quantidade variável de radiação ionizante. A TC é geralmente o exame de primeira escolha para o planejamento de implantes dentários(2, 6, 39), no entanto, e de acordo com os resultados do presente estudo, a RM pode ser uma técnica que venha a complementar o exame de TC, aumentando a previsibilidade cirúrgica.

Entretanto, ambas as técnicas de imagem (TC e RM), fornecem informações a respeito das propriedades morfológicas e geométricas dos materiais de enxerto ósseo e sua interação com o leito receptor (58). E isto explica a forte correlação encontrada neste estudo. A RM, além de ser uma técnica não invasiva, pode fornecer informações das propriedades metabólicas dos enxertos em determinada fase, como da composição da matriz durante a regeneração óssea, podendo indicar o sucesso ou falha do procedimento de enxertos ósseos.

E a RM, além de oferecer dados em níveis morfológicos e funcionais, é uma técnica que não emite radiação ionizante, ou seja, todos os dados são adquiridos através de ondas de radiofrequência e campo eletromagnético biologicamente seguro ao corpo humano (59). No presente estudo, as imagens foram obtidas de um aparelho de 1,5 tesla, padrão no mercado e útil em relação a qualidade de imagem.

O presente estudo foi o primeiro a avaliar através de medidas lineares a correlação entre RM e TC em região de enxerto ósseo de seio maxilar. Os resultados deste estudo sugerem que, além de ser possível o planejamento de implantes dentários, é possível identificar através de imagens de RM a densidade óssea, ou

seja, a qualidade óssea, através de informações entre o que é tecido ósseo mineralizado e tecido adiposo, sendo que este último pode interferir na qualidade da osseointegração do implante dentário e na estabilidade primária (60).

A taxa de sucesso foi de 100% na neoformação óssea, seguido de acompanhamento de 6 meses após a inserção dos implantes dentários. Isto porque, através da RM, foi possível qualificar a densidade óssea através dos voxels em imagens ponderadas em T1 e T2. O tecido adiposo foi visualizado com um tempo T1 muito reduzido e T2 muito longo, visualizado como uma hiperintensidade em T1 e hipointensidade em T2, em contraste com o biomaterial utilizado bone ceramic (hidroxiapatita (mineral) + beta fosfato tricálcico (cerâmica bioreabsorvível) que serviu de osteocondutor para as células osteoprogenitoras para a neoformação óssea.

Este estudo apresenta algumas limitações. Em primeiro lugar, por ser retrospectivo, cada paciente teve um pequeno intervalo de tempo entre a tomada dos métodos de imagem aqui analisados, embora com um período máximo aceito de uma semana. Em segundo lugar, pelos exames de RM serem imagens de uso clínico, apenas imagens com orientação coronal e axial foram coletadas. Dessa maneira, as imagens no plano sagital utilizadas para o cálculo de profundidade tiveram uma resolução de contraste menor, devido à tentativa de reconstrução multiplanar com o software. Isso explica a correlação menos intensa encontrada entre TCFC e RM para tais medidas.

7 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que dentre os métodos de imagem estudados, a ressonância magnética pode ser considerada confiável para o planejamento de implantes dentários em região com enxerto em seio maxilar.

As medidas lineares entre TC e RM coincidiram, permitindo avaliar a quantidade de tecido ósseo.

A RM também pode ser considerada um método complementar à TC, permitindo avaliar densidade óssea e aumentar a previsibilidade cirúrgica.

REFERÊNCIAS¹

1. Lespessailles E, Chappard C, Bonnet N, Benhamou CL. Imaging techniques for evaluating bone microarchitecture. *Joint Bone Spine*. 2006 May;73(3):254-61.doi: <http://doi.org/10.1016/j.jbspin.2005.12.002>.
2. Feldkamp LA, Goldstein SA, Parfitt AM, Jesion G, Kleerekoper M. The direct examination of three-dimensional bone architecture in vitro by computed tomography. *J Bone Miner Res*. 1989 Feb;4(1):3-11.doi: <http://doi.org/10.1002/jbmr.5650040103>.
3. Jensen OT, Cottam J, Ringeman J, Adams M. Trans-sinus dental implants, bone morphogenetic protein 2, and immediate function for all-on-4 treatment of severe maxillary atrophy. *J Oral Maxillofac Surg*. 2012 Jan;70(1):141-8.doi: <http://doi.org/10.1016/j.joms.2011.03.045>.
4. Cortes AR, Eimar H, Barbosa JeS, Costa C, Arita ES, Tamimi F. Sensitivity and specificity of radiographic methods for predicting insertion torque of dental implants. *J Periodontol*. 2015 May;86(5):646-55.doi: <http://doi.org/10.1902/jop.2015.140584>.
5. Aoki EM, Abdala-Júnior R, de Oliveira JX, Arita ES, Cortes AR. Reliability and Reproducibility of Manual and Automated Volumetric Measurements of Periapical Lesions. *J Endod*. 2015 Sep;41(9):1555-9.doi: <http://doi.org/10.1016/j.joen.2015.06.015>.
6. Arisan V, Karabuda ZC, Avsever H, Özdemir T. Conventional multi-slice computed tomography (CT) and cone-beam CT (CBCT) for computer-assisted implant placement. Part I: relationship of radiographic gray density and implant stability. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2013 Dec;15(6):893-906.doi: <http://doi.org/10.1111/j.1708-8208.2011.00436.x>.
7. Al-Okshi A, Lindh C, Salé H, Gunnarsson M, Rohlin M. Effective dose of cone beam CT (CBCT) of the facial skeleton: a systematic review. *Br J Radiol*. 2015 Jan;88(1045):20140658.doi: <http://doi.org/10.1259/bjr.20140658>.
8. Ludlow JB, Timothy R, Walker C, Hunter R, Benavides E, Samuelson DB, et al. Effective dose of dental CBCT-a meta analysis of published data and additional data for nine CBCT units. *Dentomaxillofac Radiol*. 2015;44(1):20140197.doi: <http://doi.org/10.1259/dmfr.20140197>.
9. Wehrli FW. Magnetic resonance of calcified tissues. *J Magn Reson*. 2013 Apr;229:35-48.doi: <http://doi.org/10.1016/j.jmr.2012.12.011>.
10. Chang G, Boone S, Martel D, Rajapakse CS, Hallyburton RS, Valko M, et al. MRI assessment of bone structure and microarchitecture. *J Magn Reson Imaging*. 2017;46(2):323-37.doi: <http://doi.org/10.1002/jmri.25647>.
11. Cortes ARG, Cohen O, Zhao M, Aoki EM, Ribeiro RA, Abu Nada L, et al. Assessment of alveolar bone marrow fat content using 15 T MRI. *Oral Surg Oral Med*

---

¹ De acordo com estilo Vancouver.

Oral Pathol Oral Radiol. 2018;125(3):244-9.doi:
<http://doi.org/10.1016/j.oooo.2017.11.016>.

12. Lauterbur PC. Image formation by induced local interactions. Examples employing nuclear magnetic resonance. 1973. Clin Orthop Relat Res. 1989 Jul;(244):3-6.

13. Oshida Y, Tuna EB, Aktören O, Gençay K. Dental implant systems. Int J Mol Sci. 2010 Apr;11(4):1580-678.doi: <http://doi.org/10.3390/ijms11041580>.

14. Assaf AT, Zrnc TA, Remus CC, Schönfeld M, Habermann CR, Riecke B, et al. Evaluation of four different optimized magnetic-resonance-imaging sequences for visualization of dental and maxillo-mandibular structures at 3 T. J Craniomaxillofac Surg. 2014 Oct;42(7):1356-63.doi: <http://doi.org/10.1016/j.jcms.2014.03.026>.

15. Gray CF, Redpath TW, Smith FW, Staff RT. Advanced imaging: Magnetic resonance imaging in implant dentistry. Clin Oral Implants Res. 2003 Feb;14(1):18-27.

16. Shah LM, Hanrahan CJ. MRI of spinal bone marrow: part I, techniques and normal age-related appearances. AJR Am J Roentgenol. 2011 Dec;197(6):1298-308.doi: <http://doi.org/10.2214/AJR.11.7005>.

17. Pompa V, Galasso S, Cassetta M, Pompa G, De Angelis F, Di Carlo S. A comparative study of Magnetic Resonance (MR) and Computed Tomography (CT) in the pre-implant evaluation. Ann Stomatol (Roma). 2010 Jul;1(3-4):33-8.

18. Matsuzaki H, Yanagi Y, Hara M, Katase N, Hisatomi M, Unetsubo T, et al. Diagnostic value of dynamic contrast-enhanced MRI for submucosal palatal tumors. Eur J Radiol. 2012 Nov;81(11):3306-12.doi: <http://doi.org/10.1016/j.ejrad.2012.04.009>.

19. Bracher AK, Hofmann C, Bornstedt A, Hell E, Janke F, Ulrici J, et al. Ultrashort echo time (UTE) MRI for the assessment of caries lesions. Dentomaxillofac Radiol. 2013;42(6):20120321.doi: <http://doi.org/10.1259/dmfr.20120321>.

20. Vidmar J, Cankar K, Nemeth L, Serša I. Assessment of the dentin-pulp complex response to caries by ADC mapping. NMR Biomed. 2012 Sep;25(9):1056-62.doi: <http://doi.org/10.1002/nbm.2770>.

21. Eley KA, Watt-Smith SR, Golding SJ. "Black Bone" MRI: a potential non-ionizing method for three-dimensional cephalometric analysis--a preliminary feasibility study. Dentomaxillofac Radiol. 2013;42(10):20130236.doi: <http://doi.org/10.1259/dmfr.20130236>.

22. Matteson SR, Deahl ST, Alder ME, Nummikoski PV. Advanced imaging methods. Crit Rev Oral Biol Med. 1996;7(4):346-95.

23. Krings A, Rahman S, Huang S, Lu Y, Czernik PJ, Lecka-Czernik B. Bone marrow fat has brown adipose tissue characteristics, which are attenuated with aging

and diabetes. *Bone*. 2012 Feb;50(2):546-52.doi:
<http://doi.org/10.1016/j.bone.2011.06.016>.

24. Korn P, Elschner C, Schulz MC, Range U, Mai R, Scheler U. MRI and dental implantology: two which do not exclude each other. *Biomaterials*. 2015;53:634-45.doi: <http://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2015.02.114>.

25. Zhou X, Hu XL, Li JH, Lin Y. Minimally Invasive Crestal Sinus Lift Technique and Simultaneous Implant Placement. *Chin J Dent Res*. 2017;20(4):211-8.doi: <http://doi.org/10.3290/j.cjdr.a39220>.

26. Kaynar M, Yilmaz N, Bakirtas M. Application of autogenous periosteum as a membrane in sinus lifting. *Niger J Clin Pract*. 2017 Nov;20(11):1468-73.doi: <http://doi.org/10.4103/1119-3077.187314>.

27. Gray CF, Redpath TW, Smith FW. Low-field magnetic resonance imaging for implant dentistry. *Dentomaxillofac Radiol*. 1998 Jul;27(4):225-9.doi: <http://doi.org/10.1038/sj/dmfr/4600355>.

28. Abdel-Wahed NA, Bahammam MA. Cone Beam CT-Based Preoperative volumetric estimation of bone graft required for lateral window sinus augmentation, compared with intraoperative findings: a pilot study. *Open Dent J*. 2018;12:820-6.doi: <http://doi.org/10.2174/1874210601812010820>.

29. Bumbu BA, Bumbu GA, Berechet MC, Rus V, Ruxanda F, Miclăuş V, et al. Osseointegration of zirconium dental implants three months after insertion in rabbit femur. *Histopathological study*. *Rom J Morphol Embryol*. 2018;59(3):781-6.

30. Barbu HM, Andreescu CF, Comaneanu MR, Referendaru D, Mijiritsky E. Maxillary sinus floor augmentation to enable one-stage implant placement by using bovine bone substitute and platelet-rich fibrin. *Biomed Res Int*. 2018;6562958.doi: <http://doi.org/10.1155/2018/6562958>.

31. Abi-Aad HL, Daher FI, Baba NZ, Cordioli G, Majzoub ZAK. Insertion Torque of Variable-Thread Tapered Implants in the Posterior Maxilla: A Clinical Study. *J Prosthodont*. 2018 Sep.doi: <http://doi.org/10.1111/jopr.12965>.

32. Wennerberg A, Albrektsson T. Effects of titanium surface topography on bone integration: a systematic review. *Clin Oral Implants Res*. 2009 Sep;20 Suppl 4:172-84.doi: <http://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2009.01775.x>.

33. Yoon HG, Heo SJ, Koak JY, Kim SK, Lee SY. Effect of bone quality and implant surgical technique on implant stability quotient (ISQ) value. *J Adv Prosthodont*. 2011 Mar;3(1):10-5.doi: <http://doi.org/10.4047/jap.2011.3.1.10>.

34. Turkyilmaz I, Tözüm TF, Tumer C. Bone density assessments of oral implant sites using computerized tomography. *J Oral Rehabil*. 2007 Apr;34(4):267-72.doi: <http://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2006.01689.x>.

35. Golab KG, Kashani IR, Azami-Tameh A, Zaminy A, Nik IN, Nik SN. Evaluation of the effect of adipose tissue-derived stem cells on the quality of bone healing around implants. *Connect Tissue Res.* 2016;57(1):10-9.doi: <http://doi.org/10.3109/03008207.2015.1079180>.
36. Okagbare PI, Esmonde-White FW, Goldstein SA, Morris MD. Development of non-invasive Raman spectroscopy for in vivo evaluation of bone graft osseointegration in a rat model. *Analyst.* 2010 Dec;135(12):3142-6.doi: <http://doi.org/10.1039/c0an00566e>.
37. Falah M, Sohn DS, Srouji S. Graftless sinus augmentation with simultaneous dental implant placement: clinical results and biological perspectives. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2016 Sep;45(9):1147-53.doi: <http://doi.org/10.1016/j.ijom.2016.05.006>.
38. Dragan E, Odri GA, Melian G, Haba D, Olszewski R. Three-Dimensional Evaluation of Maxillary Sinus Septa for Implant Placement. *Med Sci Monit.* 2017 Mar;23:1394-400.
39. Nagarajan A, Perumalsamy R, Thyagarajan R, Namasivayam A. Diagnostic imaging for dental implant therapy. *J Clin Imaging Sci.* 2014;4(Suppl 2):4.doi: <http://doi.org/10.4103/2156-7514.143440>.
40. Berglundh T, Persson L, Klinge B. A systematic review of the incidence of biological and technical complications in implant dentistry reported in prospective longitudinal studies of at least 5 years. *J Clin Periodontol.* 2002;29 Suppl 3:197-212; discussion 32-3.
41. Mathieu V, Vayron R, Richard G, Lambert G, Naili S, Meningaud JP, et al. Biomechanical determinants of the stability of dental implants: influence of the bone-implant interface properties. *J Biomech.* 2014 Jan;47(1):3-13.doi: <http://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2013.09.021>.
42. O'Sullivan D, Sennerby L, Meredith N. Measurements comparing the initial stability of five designs of dental implants: a human cadaver study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2000;2(2):85-92.
43. Wong CP, Bray TM, Khanna SK. Growth, Bone Health, and Cognition: Nutritional Evaluation of a Sustainable Ocean-Based Advance Protein Powder (APP). *Ecol Food Nutr.* 2019 Jan:1-13.doi: <http://doi.org/10.1080/03670244.2019.1565759>.
44. Boeddinghaus R, Whyte A. Trends in maxillofacial imaging. *Clin Radiol.* 2018 Jan;73(1):4-18.doi: <http://doi.org/10.1016/j.crad.2017.02.015>.
45. Hardouin P, Marie PJ, Rosen CJ. New insights into bone marrow adipocytes: Report from the First European Meeting on Bone Marrow Adiposity (BMA 2015). *Bone.* 2016 Dec;93:212-5.doi: <http://doi.org/10.1016/j.bone.2015.11.013>.

46. Slade JM, Coe LM, Meyer RA, McCabe LR. Human bone marrow adiposity is linked with serum lipid levels not T1-diabetes. *J Diabetes Complications*. 2012 Jan-Feb;26(1):1-9.doi: <http://doi.org/10.1016/j.jdiacomp.2011.11.001>.
47. Budzik JF, Lefebvre G, Behal H, Verclytte S, Hardouin P, Teixeira P, et al. Bone marrow perfusion measured with dynamic contrast enhanced magnetic resonance imaging is correlated to body mass index in adults. *Bone*. 2017 Jun;99:47-52.doi: <http://doi.org/10.1016/j.bone.2017.03.048>.
48. Walsh JS, Henriksen DB. Feeding and bone. *Arch Biochem Biophys*. 2010 Nov;503(1):11-9.doi: <http://doi.org/10.1016/j.abb.2010.06.020>
49. Chang JZ, Tsai PI, Kuo MY, Sun JS, Chen SY, Shen HH. Augmentation of DMLS biomimetic dental implants with weight-bearing strut to balance of biologic and mechanical demands: from bench to animal. *Materials (Basel)*. 2019 Jan;12(1).doi: <http://doi.org/10.3390/ma12010164>.
50. Zuk PA, Zhu M, Ashjian P, De Ugarte DA, Huang JI, Mizuno H, et al. Human adipose tissue is a source of multipotent stem cells. *Mol Biol Cell*. 2002 Dec;13(12):4279-95.doi: <http://doi.org/10.1091/mbc.e02-02-0105>.
51. Bray TJP, Karsa A, Bainbridge A, Sakai N, Punwani S, Hall-Craggs MA, et al. Association of bone mineral density and fat fraction with magnetic susceptibility in inflamed trabecular bone. *Magn Reson Med*. 2019Jan.doi: <http://doi.org/10.1002/mrm.27634>.
52. Felson DT, Zhang Y, Hannan MT, Anderson JJ. Effects of weight and body mass index on bone mineral density in men and women: the Framingham study. *J Bone Miner Res*. 1993 May;8(5):567-73.doi: <http://doi.org/10.1002/jbmr.5650080507>.
53. Glauber HS, Vollmer WM, Nevitt MC, Ensrud KE, Orwoll ES. Body weight versus body fat distribution, adiposity, and frame size as predictors of bone density. *J Clin Endocrinol Metab*. 1995 Apr;80(4):1118-23.doi: <http://doi.org/10.1210/jcem.80.4.7714079>.
54. Senel FC, Duran S, Icten O, Izbudak I, Cizmeci F. Assessment of the sinus lift operation by magnetic resonance imaging. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2006 Dec;44(6):511-4.doi: <http://doi.org/10.1016/j.bjoms.2006.02.004>.
55. Chan BY, Gill KG, Rebsamen SL, Nguyen JC. MR Imaging of Pediatric Bone Marrow. *Radiographics*. 2016 Oct;36(6):1911-30.doi: <http://doi.org/10.1148/rq.2016160056>.
56. Griffith JF, Genant HK. New imaging modalities in bone. *Curr Rheumatol Rep*. 2011 Jun;13(3):241-50.doi: <http://doi.org/10.1007/s11926-011-0174-x>.
57. Link TM. The Founder's Lecture 2009: advances in imaging of osteoporosis and osteoarthritis. *Skeletal Radiol*. 2010 Oct;39(10):943-55.doi: <http://doi.org/10.1007/s00256-010-0987-0>.

58. Haïat G, Wang HL, Brunski J. Effects of biomechanical properties of the bone-implant interface on dental implant stability: from in silico approaches to the patient's mouth. *Annu Rev Biomed Eng.* 2014 Jul;16:187-213.doi: <http://doi.org/10.1146/annurev-bioeng-071813-104854>.
59. Wang MC, Bachrach LK, Van Loan M, Hudes M, Flegal KM, Crawford PB. The relative contributions of lean tissue mass and fat mass to bone density in young women. *Bone.* 2005 Oct;37(4):474-81.doi: <http://doi.org/10.1016/j.bone.2005.04.038>.
60. Gray CF, Staff RT, Redpath TW, Needham G, Renny NM. Assessment of maxillary sinus volume for the sinus lift operation by three-dimensional magnetic resonance imaging. *Dentomaxillofac Radiol.* 2000 May;29(3):154-8.doi: <http://doi.org/10.1038/sj/dmfr/4600518>.

ANEXO A - Parecer da Comitê de Ética

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: Comparação entre ressonância magnética e tomografia computadorizada por feixe cônico para diagnóstico de regiões com enxertos em seios maxilares

Pesquisador: Arthur Rodriguez Gonzalez Cortes

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 82404018.0.0000.0075

Instituição Proponente: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.523.004

Apresentação do Projeto:

Comparar entre ressonância magnética e tomografia computadorizada por feixe cônico para diagnóstico de regiões com enxertos em seios maxilares.

Objetivo da Pesquisa:

Estudo retrospectivo realizado em imagens de arquivos é comparar medidas lineares e valores de pixel de Tomografia Computadorizada por Feixe e Ressonância Magnética medidos em regiões de enxerto de seio maxilar.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Ambos mensurados.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Todas as pendências foram esclarecidas.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram apresentados: Folha de Rosto, Plataforma Brasil, Projeto detalhado, Cronograma e Autorização do Hospital Militar de Área de São Paulo para o uso das imagens.

Recomendações:

Tendo em vista a legislação vigente, devem ser encaminhados ao CEP-FOUSP relatórios parciais semestrais referentes ao andamento da pesquisa e relatório final ao término do trabalho. Qualquer modificação do projeto original deve ser apresentada a este CEP, de forma objetiva e com

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 05.508-900

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3091-7960

Fax: (11)3091-7814

E-mail: cepfo@usp.br

USP - FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO

Continuação do Parecer: 2.523.004

justificativas, para nova apreciação.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há 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_BÁSICAS_DO_PROJETO_1063424.pdf	08/02/2018 14:25:20		Aceito
Folha de Rosto	folharostoassinada.pdf	08/02/2018 14:24:57	Arthur Rodriguez Gonzalez Cortes	Aceito
Cronograma	cronograma.docx	08/02/2018 14:23:13	Arthur Rodriguez Gonzalez Cortes	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projetonovomestradofermando.docx	08/02/2018 14:22:57	Arthur Rodriguez Gonzalez Cortes	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	AutorizacaoHIMASP.pdf	13/01/2018 23:40:31	Arthur Rodriguez Gonzalez Cortes	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO PAULO, 02 de Março de 2018

Assinado por:
Maria Gabriela Haye Blazevic
(Coordenador)

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227
Bairro: Cidade Universitária CEP: 05.508-900
UF: SP Município: SAO PAULO
Telefone: (11)3091-7960 Fax: (11)3091-7814 E-mail: cepfo@usp.br