UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

CURSO DE ODONTOLOGIA

LÍVIA ALVES SOARES

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE ÓSSEA POR MEIO DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO: RELAÇÃO ENTRE A CLASSIFICAÇÃO DE LEKHOLM E ZARB E PARÂMETROS ÓSSEOS.

Recife

2025

LÍVIA ALVES SOARES

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE ÓSSEA POR MEIO DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO: Relação entre a classificação de Lekholm e Zarb e parâmetros ósseos.

Trabalho apresentado à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2 como parte dos requisitos para conclusão do Curso de Odontologia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco.

Orientador(a): Prof.(a) Dr.(a) Andrea dos Anjos Pontual de Andrade Lima

Co-orientador(a): Priscilla Sarmento Pinto

Recife

2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

soares, livia alves.
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE ÓSSEA POR MEIO DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO: RELAÇÃO ENTRE A CLASSIFICAÇÃO DE LEKHOLM E ZARB E PARÂMETROS ÓSSEOS. / livia alves soares. - Recife, 2025.
32 : il., tab.

Orientador(a): Andrea dos Anjos Pontual de Andrade Lima
Cooorientador(a): Priscilla Sarmento Pinto
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências da Saúde, Odontologia - Bacharelado, 2025.
10.
Inclui referências, anexos.

1. Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico. 2. Osseointegração. 3. Osso cortical. 4. Osso trabecular. 5. Densidade Óssea. 6. Osteologia. I. Lima, Andrea dos Anjos Pontual de Andrade. (Orientação). II. Pinto, Priscilla Sarmento. (Coorientação). IV. Título.

610 CDD (22.ed.)

LÍVIA ALVES SOARES

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE ÓSSEA POR MEIO DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO: RELAÇÃO ENTRE A CLASSIFICAÇÃO DE LEKHOLM E ZARB E PARÂMETROS ÓSSEOS.

Trabalho apresentado à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2 como parte dos requisitos para conclusão do Curso de Odontologia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco.

Aprovada em: 01/04/2025.

BANCA EXAMINADORA

_____

Flávia Maria de Moraes Ramos Perez/
UFPE

_____

Aguida Henrique/
UFPE

_____

Maria Eduarda Perez/
UFPE ou de outra instituição

Aos meus pilares: minha mãe, Maria Emília, meu pai, Edrízio, e minha avó, Edna, que transformaram sacrifícios em asas para que eu pudesse voar. E à minha irmã, Sarah, por compartilhar comigo o voo e a vida.

AGRADECIMENTOS

Os últimos cinco anos foram uma jornada intensa e desafiadora, mas repletos de aprendizado e superação. Essa trajetória não teria sido possível sem a presença, apoio e amor das pessoas que estiveram ao meu lado, às quais expresso aqui minha mais profunda gratidão. Agradeço, primeiramente, às minhas orientadoras, Andrea Pontual e Priscilla Sarmento, pela oportunidade de desenvolver essa pesquisa. Sou imensamente grata pela paciência, dedicação e carinho em cada orientação, assim como pelo conhecimento compartilhado. À Arísia, minha companheira de pesquisa, agradeço por dividir comigo não apenas os desafios, mas também as conquistas ao longo desse processo. Aos meus pais, Emília e Edrízio, todo o meu esforço e cada conquista são, e sempre serão, para trazer o orgulho que vocês merecem sentir. Obrigada por cada batalha travada, por todos os conselhos, abraços apertados e pelo amor incondicional, que foi onde encontrei forças para seguir em frente em muitos momentos. Agradeço a minha avó Edna, minha maior inspiração. Não há palavras que traduzam a felicidade em saber que a mulher que me criou, me viu crescer e agora irá testemunhar minha conquista como Cirurgiã-Dentista. Vovó, foi a senhora, com seu amor e a promessa de sempre cuidar de mim, que me ensinou o verdadeiro significado do cuidado, e é por isso que hoje me torno uma profissional dedicada a ele. Aos meus irmãos, Matheus e Sarah, eterna gratidão. Tenho o privilégio de ser a irmã do meio: de admirar e me inspirar no meu irmão mais velho, e de cuidar, guiar e me orgulhar da minha irmã mais nova. O apoio de vocês nesses anos foi essencial para que eu chegasse até aqui. Agradeço, também, aos meus tios, tias e minha avó Bernadete, que, com generosidade e carinho, me ajudaram na aquisição dos materiais necessários para a conclusão desse curso, e sempre estiveram presentes para qualquer necessidade ao longo da minha graduação. Vocês foram e são essenciais para a minha formação como pessoa e profissional, e espero que vocês sintam, em seus corações, que o investimento valeu a pena. À Andrely, minha dupla de faculdade e uma das melhores pessoas que eu já conheci. Amiga, foi do seu lado que me apaixonei pela odontologia, aprendemos juntas a importância da humanidade e a precisão da técnica que nossa profissão exige. A profissional que eu me tornarei daqui em diante vai carregar, em cada procedimento, a marca da dupla maravilhosa que formamos. A Lívia dentista sempre vai ter um pedacinho da Andrely dupla de faculdade em si, com seu perfeccionismo, paciência e cuidado. Vou estar sentada no equipo, com muita saudade de você do meu lado, obrigada por tudo. Não posso deixar de expressar minha profunda gratidão aos amigos que tornaram essa jornada mais feliz.

Em especial, à Vitória Augusta e Agna, por todo o incentivo, apoio e pelas incontáveis risadas compartilhadas na universidade. Vocês foram verdadeiros presentes que a UFPE me deu. À Karla Fernanda, minha melhor amiga e irmã de coração, que esteve ao meu lado desde a escola até a formatura - e sei que continuará para toda vida. Estarei aqui aplaudindo cada conquista sua, assim como você sempre esteve por mim. À Felipe Weslley, minha rocha emocional do início ao fim da graduação, que sorte eu tive em te ter ao meu lado durante esses cinco anos. Agradeço também àqueles que, embora não estejam mais presentes em vida, seguem vivos em meu coração. Meu avô, Severino Ramos, que foi meu maior incentivo para seguir a odontologia, e meu melhor amigo, Felipe Douglas, cuja ausência sinto todos os dias. Espero que estejam orgulhosos de mim. Sou grata, ainda, à minha gatinha Nina, que ilumina meus dias desde que chegou, e, por fim, à odontologia, que me escolheu e me escolhe todos os dias.

RESUMO

INTRODUÇÃO: A reabilitação com implantes dentários depende da qualidade e densidade óssea, fundamentais para a estabilidade primária e sucesso do procedimento. A Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) é recomendada para avaliação tridimensional do rebordo ósseo, permitindo planejamento preciso. No entanto, classificações subjetivas como a de Lekholm e Zarb são amplamente utilizadas, mesmo variando entre os operadores. OBJETIVO: Avaliar a relação entre a qualidade óssea subjetiva e os parâmetros da arquitetura óssea em regiões edêntulas dos maxilares por meio da TCFC. MÉTODOS: Foram selecionadas 903 regiões edêntulas de tomografias. A qualidade óssea foi determinada através da classificação de Lekholm e Zarb e os parâmetros morfométricos utilizados foram obtidos por meio do software ImageJ/Fiji, e foram utilizados os testes Qui-quadrado de Pearson e Kruskal-Wallis ($p<0,05$). Um ajuste de regressão linear das variáveis que apresentaram um valor de $p<0.02$ foi executado. RESULTADOS: A mandíbula apresentou melhor qualidade óssea, enquanto a maxila apresenta qualidade óssea inferior. A espessura trabecular foi significativamente maior em ossos de melhor qualidade, enquanto o espaçamento entre as trabéculas foi menor em ossos mais densos. A análise de regressão indicou que a espessura e o espaçamento entre trabéculas têm um impacto significativo na qualidade óssea. CONCLUSÃO: A TCFC revelou variações na qualidade óssea entre a maxila e mandíbula, conforme a classificação de Lekholm e Zarb. Espessura trabecular e espaçamento entre as trabéculas mostraram correlação com a qualidade óssea, enquanto o volume ósseo de forma isolada não foi relevante para avaliação.

Palavras-chave: Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico; Osseointegração; Osso cortical; Osso trabecular; Densidade Óssea; Osteologia.

ABSTRACT

INTRODUCTION: Rehabilitation with dental implants depends on bone quality and density, which are essential for primary stability and procedural success. Cone-beam Computed Tomography (CBCT) is recommended for the three-dimensional evaluation of the alveolar ridge, allowing precise planning. However, subjective classifications such as Lekholm and Zarb's are widely used despite operator variations. OBJECTIVE: To evaluate the relationship between subjective bone quality and bone architecture parameters in edentulous regions of the jaws using CBCT. METHODS: A total of 904 edentulous regions from CBCT scans were selected. Bone quality was determined using the Lekholm and Zarb classification, and morphometric parameters were obtained using the ImageJ/Fiji software. Pearson's Chi-square and Kruskal-Wallis tests ($p<0.05$) were applied. A linear regression adjustment was performed for variables with a p-value <0.02. RESULTS: The mandible presented better bone quality, whereas the maxilla exhibited lower bone quality. Trabecular thickness was significantly greater in higher-quality bones, while trabecular spacing was smaller in denser bones. Regression analysis indicated that trabecular thickness and spacing significantly impact bone quality. CONCLUSION: CBCT revealed variations in bone quality between the maxilla and mandible, according to the Lekholm and Zarb classification. Trabecular thickness and trabecular spacing correlated with bone quality, whereas bone volume alone was not relevant for evaluation.

Keywords: Cone-Beam Computed Tomography; Osseointegration; Cortical Bone; Trabecular bone; Bone Density; Osteology.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO..... 9

2 METODOLOGIA..... 11

2.1 UNIVERSO E AMOSTRA..... 11

2.2 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO..... 11

2.3 COLETA DE DADOS..... 12

2.4 AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS ÓSSEOS E VALORES DE CINZA.. 12

2.5 AVALIAÇÃO SUBJETIVA DE ACORDO COM A CLASSIFICAÇÃO DE LEKHOLM E ZARB..... 13

2.6 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS..... 13

3 RESULTADOS..... 15

4 DISCUSSÃO..... 18

5 CONCLUSÃO..... 20

6 REFERÊNCIAS..... 21

1 INTRODUÇÃO

A utilização de implantes dentários tornou-se um tratamento previsível e totalmente bem-sucedido, sendo cada vez mais procurado para substituir dentes perdidos. O sucesso desse procedimento depende da qualidade e densidade óssea, fatores essenciais para a estabilidade primária e integração óssea do implante[1,2,3,4].

A estabilidade primária, definida pela ausência de mobilidade do implante após sua inserção, está diretamente relacionada à técnica cirúrgica, densidade óssea e geometria do implante. Uma instabilidade pode levar à formação de tecido fibroso em vez de ósseo, comprometendo a osseointegração[4,5,6,7]. Entre as características que afetam a mobilidade do implante no osso, a densidade óssea é uma das mais significativas, a qual varia entre as regiões dos maxilares, sendo maior na mandíbula anterior e menor na maxila posterior[8,9]. Estudos demonstram que implantes em ossos menos densos apresentam maior taxa de falha, especialmente na região posterior da maxila[10,11,12]. Dessa forma, quando o procedimento é realizado em osso de baixa densidade, ocorre um aumento na taxa de falha do implante. Então, a avaliação da densidade óssea torna-se essencial no planejamento pré-cirúrgico para aumentar as taxas de sucesso[3,5,8,13].

Os métodos de imagem são fundamentais para essa avaliação. Embora radiografias periapicais e panorâmicas sejam amplamente utilizadas, apresentam limitações devido a distorções e ausência de informação tridimensional[14]. De maneira geral, as imagens bidimensionais não oferecem informações necessárias para o planejamento, especialmente na dimensão vestíbulo-lingual, então, recomenda-se a utilização de métodos que possibilitem a avaliação tridimensional do osso[15,16]. A Tomografia Computadorizada Multislice é uma modalidade de imagem que permite a avaliação tridimensional, no entanto, tem maior risco de exposição à radiação quando comparado às outras disponíveis[4,17]. Atualmente, a Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) é a modalidade indicada para planejamento de reabilitação com implantes. Essa adquire os dados volumétricos do campo de visão cilíndrico por meio de um feixe cônico que gira em torno da cabeça do paciente[8,18].

Essa representa uma opção confiável para avaliação óssea, possibilitando a reconstrução transversal e tridimensional, e permitindo avaliação pré-operatória do volume, arquitetura e densidade do rebordo alveolar residual, com varreduras e processamento mais rápidos e imagens de alta resolução[19]. No entanto, a aplicabilidade clínica da TCFC ainda é debatida devido a presenças de artefatos de varredura e radiação espalhada, que podem afetar as medidas de densidade mineral óssea[18,20,21].

A qualidade óssea, parâmetro subjetivo relacionado à composição cortical e trabecular, difere da densidade óssea, que reflete a mineralização e volume ósseo[22]. Na Implantodontia, a classificação mais utilizada é baseada na quantidade de osso cortical e trabecular avaliados em radiografias pré-operatórias. Essa classificação, proposta por Lekholm e Zarb, descreve de acordo com as características do osso, quatro tipos de rebordo: tipo 1 (compacto homogêneo), tipo 2 (cortical espessa com trabeculado denso), tipo 3 (cortical fina com trabeculado denso) e tipo 4 (cortical fina com trabeculado esparso). Contudo, sua aplicação depende da experiência do avaliador, podendo apresentar variabilidade subjetiva, pois a definição ampla das características do tecido ósseo gera uma falta de padronização[23,24,25,26]. Geralmente, ossos identificados com baixa qualidade óssea, estão relacionados com o fracasso dos implantes[5,6,27].

Atualmente, a TCFC desempenha um papel crucial na avaliação da qualidade óssea ao fornecer imagens detalhadas do rebordo alveolar edêntulo e sua relação com estruturas adjacentes. Este estudo tem como objetivo avaliar a relação entre a qualidade óssea, determinada pela classificação de Lekholm e Zarb, e os parâmetros morfométricos ósseos em imagens de TCFC. Para isso, busca-se analisar a variação de qualidade em diferentes regiões dos maxilares, e investigar a influência da espessura trabecular, espaçamento entre trabéculas e volume ósseo na viabilidade da osseointegração. Além de determinar a relevância da estrutura trabecular em comparação ao volume total de tecido ósseo.

2 METODOLOGIA

Trata-se de um estudo observacional retrospectivo de corte transversal, onde serão analisadas imagens de tomografias de feixe cônico.

A realização da presente pesquisa obedeceu aos preceitos éticos das Resoluções 466/2012 e 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), Ministério da Saúde (MS), Brasil. O trabalho foi submetido ao Comitê de Ética em pesquisa em seres humanos do Centro de Ciências da Saúde da UFPE (CEP-CCS-UFPE/sob número: 77631823.0.0000.5208).

2.1 UNIVERSO E AMOSTRA

A amostra foi composta por um total de 903 regiões edêntulas de tomografias computadorizadas de feixe cônico (TCFC) realizadas previamente em 463 pacientes, às quais foram selecionadas de acordo com os critérios de inclusão e exclusão, sendo avaliadas por dois examinadores após calibração realizada com 100 tomografias. Essas regiões foram agrupadas conforme a localização (mandíbula anterior, maxila anterior, mandíbula posterior e maxila posterior) e deveriam apresentar características que permitissem a reabilitação por meio da instalação de implantes dentários, com espessura alveolar suficiente para suportar uma região de interesse (ROI) de pelo menos 0,4 cm de osso trabecular. As tomografias computadorizadas foram adquiridas do banco de pacientes da Clínica de Radiologia Odontológica da UFPE, no período de fevereiro de 2014 a dezembro de 2020.

2.2 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Critérios de Inclusão:

Foram incluídas as tomografias computadorizadas que apresentassem as seguintes características:

- Pacientes com idade superior a 18 anos;
- Imagens tomográficas com voxel de 0,2 mm;
- Tomografias de cone beam com área edêntula adequada à instalação de implantes dentários.

Critérios de Exclusão:

Foram excluídas as tomografias computadorizadas que apresentassem:

- Imagens com artefatos metálicos que comprometiam a avaliação adequada;
- Impactação dentária e/ou lesões intraósseas na região de análise;
- Região edêntula com enxertos ósseos.

2.3 COLETA DE DADOS

Todas as imagens tomográficas foram adquiridas por meio do iCAT Next Generation© (Imaging Sciences International, Pennsylvania, EUA), utilizando os seguintes parâmetros de aquisição: 120 kVp, 18,5 mAs, 0,2 mm de tamanho de voxel e 14 bits para quantificação dos tons de cinza. Esses dados foram gerados e salvos no formato XORAN, posteriormente exportados e armazenados em formato DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) para a realização das avaliações objetiva e subjetiva.

2.4 AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS ÓSSEOS E VALORES DE CINZA

Para o treinamento e calibração dos examinadores, foram avaliadas 10 (dez) tomografias duas vezes, com um intervalo de duas semanas, a fim de determinar a concordância intra-examinador. As análises foram realizadas em um monitor de 22” em ambiente escurecido e controlado, para evitar a fadiga visual que poderia interferir nos resultados. Além disso, para a avaliação subjetiva utilizando a classificação de Lekholm e Zarb, a examinadora foi treinada por um implantodontista experiente, que avaliou concomitantemente 100 tomografias e estabeleceu a classificação por meio de uma reunião de consenso.

Para a obtenção dos parâmetros ósseos, as tomografias foram analisadas no software ImageJ/Fiji (National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA), convertidas para 8 bits e o volume cúbico de interesse (4 mm de altura e 4 mm de comprimento) foi determinado com base no osso alveolar, utilizando como referência a região edêntula para a colocação do implante. Com a região de interesse (ROI) definida, foi utilizado um substack com intervalo de 20 imagens (slices). Em seguida, os valores médios e o desvio padrão da escala de cinza dentro de cada ROI foram obtidos por meio da ferramenta Histograma, e a binarização da ROI foi realizada utilizando o método de binarização automática "*Moments"* no software. Além disso, o plugin *BoneJ* foi utilizado para obter os seguintes parâmetros: volume ósseo (VO), volume total (TV), fração de volume ósseo (VO/TV), espessura trabecular (Tb.Th) e espaçamento trabecular (Tb.Sp). O quadro a seguir descreve os parâmetros morfométricos avaliados.

QUADRO 1: parâmetros morfométricos quantificados para avaliação óssea trabecular e cortical original

Parâmetros morfométricos	**Abreviações**	**Unidade**	**Descrição**
Fração de volume trabecular	Tb.BV/Tb.TV	(%)	Relação entre o volume do osso trabecular segmentado e o volume total do volume trabecular de interesse
Densidade da superfície trabecular	BV	(mm^3/mm^2)	Relação entre a superfície do osso trabecular segmentado e o volume total do volume de interesse
Espessura trabecular	Tb.Th	(mm)	Espessura média das trabéculas
Espaçamento trabecular	Tb.Sp	(mm)	Distância média entre as trabéculas

Fonte: (Dempster et al., 2013)

2.5 AVALIAÇÃO SUBJETIVA DE ACORDO COM A CLASSIFICAÇÃO DE LEKHOLM E ZARB

Dois examinadores receberam um cartão de calibração contendo um desenho esquemático e uma descrição dos quatro tipos ósseos (Figura 01). O osso tipo 1 representa um osso compacto homogêneo. O tipo 2 é caracterizado por uma camada espessa de osso cortical envolvendo um núcleo de osso trabecular denso. O tipo 3 apresenta um núcleo de osso trabecular denso, envolto por uma fina camada de osso cortical. Já o tipo 4 possui uma fina camada de osso cortical que circunda um núcleo de osso trabecular de baixa densidade.

FIGURA 1: Esquema que foi utilizado pelos examinadores.

Fonte: (BARBOSA, G. K. S., et al. 2009)

2.6 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Os dados numéricos, nominais e dicotômicos foram tabulados em planilhas eletrônicas (Excel® 2010, Microsoft, São Paulo, Brasil) e, em seguida, inseridos no software IBM SPSS versão 25.0 para Windows (Statistical Package for The Social Sciences). Os dados foram expressos em medidas descritivas (médias, desvio-padrão, mínimo e máximo). Para avaliar a distribuição da amostra das variáveis quantitativas, foi utilizado o teste de Kolmogorov-Smirnov. O teste do Qui-quadrado de Pearson foi empregado na análise descritiva e inferencial, para avaliar a relação entre as variáveis região e qualidade óssea. As variáveis quantitativas em relação à qualidade óssea foram analisadas pelo teste de Kruskal-Wallis. Em seguida, foi realizado um ajuste de regressão linear para as variáveis que apresentaram valor de $p<0,02$. O nível de significância adotado foi de 0,05 em todos os testes.

3 RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta a distribuição da qualidade óssea em diferentes regiões da maxila e mandíbula, evidenciando variações significativas entre os tipos ósseos. Observa-se que a qualidade óssea não é uniformemente distribuída: a região posterior da maxila apresenta o maior índice de osso tipo 4, enquanto a região anterior da mandíbula apresenta o osso tipo 1, que indica maior qualidade óssea. O teste do Qui-quadrado de Pearson revela uma associação estatisticamente significativa, indicando que a qualidade óssea varia conforme a região avaliada.

TABELA 1: Distribuição dos sítios avaliados em relação à região e qualidade óssea

Qualidade Óssea	Regiões										Valor de p
	Maxila				Mandíbula				Total		
	Anterior		Posterior		Anterior		Posterior				
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	
1	3	2,4%	0	0.0%	80	64%	42	33,6%	125	100%	<0,001*
2	27	9%	34	11,3%	53	17,7%	186	62%	300	100%	<0,001*
3	173	45,9%	155	41,1%	1	0.3%	48	12,7%	377	100%	<0,001*
4	4	4%	95	96%	0	0,0%	0	0,0%	99	100%	<0,001*
Total	207	23%	284	31,5%	134	14,9%	276	30,6%	901	100%	<0,001*

Teste do Qui-quadrado de Pearson. *Diferença estatisticamente significativa para valores de p<0,5.
Fonte: a autora (2024)

A Tabela 2 apresenta a análise estatística dos parâmetros ósseos em relação à qualidade óssea, considerando medidas como espessura trabecular, espaçamento entre trabéculas, volume ósseo e fração óssea do volume total. Observa-se uma variação significativa entre os grupos de qualidade óssea, indicando que a qualidade óssea está diretamente relacionada aos parâmetros avaliados, sugerindo que os ossos de diferentes

qualidades apresentam características estruturais distintas.

TABELA 2: Resultado das estatísticas descritivas (mediana e intervalo interquartil) e inferenciais da qualidade óssea em relação aos parâmetros avaliados.

Parâmetros Avaliados	Qualidade Óssea								Valor de p
	1		2		3		4		
	Mediana	Intervalo	Mediana	Intervalo	Mediana	Intervalo	Mediana	Intervalo	
Espessura Trabecular	2,07	3,64	1,92	5,75	1,73	3,67	1,33	6,95	<0,001*
Espaçamento entre trabéculas	2,49	5,03	2,56	6,33	2,14	5,9	1,6	5,58	<0,001*
Volume ósseo	14,27	16,8	12,32	21,5	13,31	21,14	14,13	14,77	<0,001*
Fração óssea do volume total	0,45	0,52	0,38	0,67	0,42	0,66	0,44	0,46	<0,001*

Teste de Kruskal-Wallis. *Diferença estatisticamente significativa para valores de p<0,05.
Fonte: a autora (2024)

Por fim, a Tabela 3 apresenta os resultados da regressão linear, demonstrando a relação entre a qualidade óssea e os parâmetros ósseos. A equação gerada indica que os parâmetros influenciam negativamente a qualidade óssea; assim, um aumento nos parâmetros está associado a uma redução na qualidade do osso. Todos os coeficientes foram estatisticamente significativos (p<0,05), sugerindo que essas variáveis são fatores relevantes para a qualidade óssea.

TABELA 3: Resultados do ajuste de modelo de regressão linear tendo como a variável dependente a qualidade óssea e variáveis independentes os parâmetros avaliados.

Parâmetros avaliados	Coeficientes não padronizados		Coeficientes Padronizados	t	Valor de p
	B	Erro padrão	Beta		
(constante)	3,718	0,173	-	21,454	<0,001*
Espessura trabecular	-0,155	0,053	-0,121	-2,945	0,003*
Espaçamento entre trabéculas	-0,223	0,043	-0,246	-5,240	<0,001*

Volume ósseo	-0,029	0,010	-0,123	-2,915	0,004*

*Estatisticamente significativo para valores de p<0,05

Fonte: a autora (2024)

Com base nesses resultados, a fórmula obtida neste estudo para determinar a qualidade óssea é:

Qualidade óssea = 3,78 - (0,155 x espessura trabecular) - (0,223 x espaçamento entre trabéculas) - (0,029 x volume ósseo).

4 DISCUSSÃO

Os resultados indicaram que as regiões anteriores da mandíbula apresentam melhor qualidade óssea (osso tipos 1 e 2), enquanto as regiões posteriores da maxila geralmente apresentam qualidade óssea inferior com o osso do tipo 4 (96%). Esses achados corroboram com a literatura atual, que relata maior densidade óssea na região anterior da mandíbula e menor densidade na região posterior da maxila[8,9]. A maxila, por ser derivada da crista neural, apresenta maior porosidade e menor densidade devido à sua formação óssea menos compacta. Já a mandíbula, derivada do primeiro arco branquial, suporta maiores forças mastigatórias, explicando a presença predominante dos tipos 1 e 2 em sua porção anterior[25].

A espessura trabecular e o espaçamento entre as trabéculas mostraram-se parâmetros importantes para a avaliação da qualidade óssea, com trabéculas mais espessas e menor espaçamento, indicando ossos de melhor qualidade. Esses achados estão em concordância com estudos atuais que observaram que os ossos de maior densidade apresentam uma estrutura trabecular mais compacta, um padrão estrutural associado a maior resistência biomecânica e melhor ancoragem para implantes[13,29]. A relevância clínica desses parâmetros é significativa, visto que regiões com maior espessura trabecular e menor espaçamento oferecem maior estabilidade primária do implante, evidenciando que a qualidade deve ser avaliada também pela sua organização interna, fator crítico para o sucesso da osseointegração[30]. Ademais, a forte correlação entre esses parâmetros e a classificação de Lekholm e Zarb sugere que a análise quantitativa da microarquitetura óssea pode complementar e até aprimorar a avaliação tradicional da qualidade.

O volume ósseo não apresentou uma relação tão direta com a qualidade óssea. O que entra em acordo com estudos que sugerem que a densidade e a estrutura óssea são fatores mais críticos para a estabilidade do implante do que o volume ósseo isoladamente. Esse achado destaca a necessidade de reavaliar protocolos que priorizam apenas a quantidade óssea em detrimento da qualidade estrutural[6].

A relevância clínica desses achados é evidente, visto que a avaliação tridimensional da qualidade óssea possibilita a identificação de regiões com menor suporte estrutural, permitindo a adoção de técnicas cirúrgicas mais adequadas, como o uso de implantes com design e diâmetros otimizados, ou técnicas de fresagem diferenciadas[30]. Dessa forma, a análise quantitativa, além de complementar a classificação subjetiva, também fornece uma base sólida para a tomada de decisão clínica. Além disso, este estudo destaca que a avaliação objetiva da estrutura óssea é uma ferramenta acessível ao cirurgião-dentista. A possibilidade

de realizar uma análise morfométrica com o software ImageJ/Fiji permite uma obtenção de dados que independe da experiência do avaliador. Diferente da classificação subjetiva de Lekholm e Zarb, a qual depende da interpretação visual e pode apresentar variabilidade[23,24,25,26].

A fórmula proposta neste estudo oferece uma abordagem objetiva para avaliar a qualidade óssea com base em parâmetros morfométricos específicos. No entanto, sua validação em amostras mais diversificadas é necessária para assegurar sua aplicabilidade clínica. Além disso, a natureza retrospectiva do estudo e a limitação da amostra a pacientes da Clínica de Radiologia Odontológica da UFPE podem restringir a generalização dos resultados.

Em comparação com a classificação de Lekholm e Zarb, os resultados deste estudo são consistentes em relação à distribuição regional da qualidade óssea e à associação com o sucesso dos implantes. No entanto, a introdução de parâmetros objetivos amplia a classificação, oferecendo maior precisão para o planejamento cirúrgico. Essa abordagem quantitativa reduz a subjetividade da classificação visual[26], permitindo uma avaliação mais padronizada e reprodutível da qualidade óssea, o que, consequentemente, melhora a previsibilidade do tratamento com implantes dentários. Além disso, a acessibilidade do software e a metodologia simples e reproduzível, que elimina o caráter subjetivo da avaliação tomográfica da qualidade óssea, possibilitam que os próprios profissionais utilizem essa análise na prática clínica, otimizando os resultados e proporcionando tratamentos mais seguros e personalizados para os pacientes.

5 CONCLUSÃO

A análise das tomografias revelou variações significativas na qualidade óssea entre as diferentes regiões dos maxilares, corroborando a classificação de Lekholm e Zarb. As regiões anteriores da mandíbula foram caracterizadas por ossos de alta qualidade, enquanto as regiões posteriores da maxila apresentaram, predominantemente, osso de menor qualidade. Observou-se que parâmetros como espessura trabecular, espaçamento entre as trabéculas e volume ósseo desempenharam um papel crucial na definição da qualidade óssea. Dentre esses, a espessura trabecular elevada e o menor espaçamento entre as trabéculas mostraram uma forte correlação com a presença de osso de maior qualidade, destacando-se como indicadores-chave para avaliar a viabilidade da osseointegração. Por outro lado, o volume ósseo, isoladamente, não se mostrou um fator tão preditivo da qualidade óssea, sugerindo que a estrutura trabecular é um indicador mais sensível para a avaliação da integridade óssea. Assim, estudos futuros podem explorar esses parâmetros para otimizar o sucesso de tratamentos com implantes em diferentes regiões dos maxilares.

6 REFERÊNCIAS

1. Lambert FE, et al. Descriptive analysis of implant and prosthodontic survival rates with fixed implant–supported rehabilitations in the edentulous maxilla. J Periodontol. 2009;80(8):1220-30.

2. Lindh C, Petersson A, Rohlin M. Assessment of the trabecular pattern before endosseous implant treatment. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1996;82(3):335-43.

3. Pauwels R, et al. CBCT-based bone quality assessment: are Hounsfield units applicable?. Dentomaxillofac Radiol. 2015;44(1).

4. Parsa A, et al. 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.

5. Barbosa GKS, et al. Avaliação clínico-radiográfica de características ósseas no tratamento com implantes dentários: correlação entre métodos pré e trans cirúrgicos. 2009.

6. Lioubavina-Hack N, Lang NP, Karring T. Significance of primary stability for osseointegration of dental implants. Clin Oral Implants Res. 2006;17(3):244-50.

7. Nicolielo LF, et al. Computer-based automatic classification of trabecular bone pattern can assist radiographic bone quality assessment at dental implant site. Br J Radiol. 2018;91.

8. De Elío Oliveros J, et al. Alveolar bone density and width affect primary implant stability. J Oral Implantol. 2020;46(4):389-95.

9. Hao Y, et al. Assessments of jaw bone density at implant sites using 3D cone-beam computed tomography. Group. 2014;1:D1.

10. Emam HA, Stevens MR. Can an arch bar replace a second lag screw in management of anterior mandibular fractures?. J Oral Maxillofac Surg. 2012;70(2):378-83.

11. Sakka S, Coulthard P. Bone quality: a reality for the process of osseointegration. Implant Dent. 2009;18(6):480-5.

12. Zhou N, et al. Analysis of implant loss risk factors especially in maxillary molar location: a retrospective study of 6977 implants in Chinese individuals. Clin Implant Dent Relat Res. 2019;21(1):138-44.

13. Liu J, et al. Efficacy of cone-beam computed tomography in evaluating bone quality for optimum implant treatment planning. Implant Dent. 2017;26(3):405-11.

14. Watanabe PCA, et al. Morphodigital study of the mandibular trabecular bone in panoramic radiographs. Int J Morphol. 2007;25(4):875-80.

15. Ketabi AR, et al. Comparative diagnosis of the alveolar antral artery canal in the lateral maxillary sinus wall in corresponding panoramic radiography and cone-beam computed tomography. Int J Implant Dent. 2023;9(30).

16. Pautke C, et al. Fluorescence-guided bone resection in bisphosphonate-related osteonecrosis of the jaws: first clinical results of a prospective pilot study. J Oral Maxillofac Surg. 2011;69(1):84-91.

17. Ibrahim N, et al. Influence of object location in different FOVs on trabecular bone microstructure measurements of human mandible: a cone beam CT study. Dentomaxillofac Radiol. 2014;43(2).

18. Molteni R. Prospects and challenges of rendering tissue density in Hounsfield units for cone beam computed tomography. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2013;116(1):105-19.

19. Corpas L, et al. Peri-implant bone tissue assessment by comparing the outcome of intra-oral radiograph and cone beam computed tomography analyses to the histological standard. Clin Oral Implants Res. 2011;22(5):492-9.

20. Guerrero ME, et al. Does cone-beam CT alter treatment plans? Comparison of

preoperative implant planning using panoramic versus cone-beam CT images. Imaging Sci Dent. 2014;44(2):121-8.

21. Harris D, et al. EAO guidelines for the use of diagnostic imaging in implant dentistry 2011. A consensus workshop organized by the European Association for Osseointegration at the Medical University of Warsaw. Clin Oral Implants Res. 2012;23(11):1243-53.

22. Del Rio LM, et al. Is bone microarchitecture status of the lumbar spine assessed by TBS related to femoral neck fracture? A Spanish case-control study. Osteoporos Int. 2013;24(3):991-8.

23. Al-Ekrish A, et al. Revised, computed tomography-based Lekholm and Zarb jawbone quality classification. Int J Prosthodont. 2018;31(4):342.

24. Marquezan M, et al. Does bone mineral density influence the primary stability of dental implants? A systematic review. Clin Oral Implants Res. 2012;23(7):767-74.

25. Misch C. *Implantes Dentários Contemporâneos*. 3rd ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2008.

26. Shapurian T, et al. Quantitative evaluation of bone density using the Hounsfield index. Int J Oral Maxillofac Implants. 2006;21(2).

27. Wang T, et al. Evaluation of sawbones training protocol in bone quality classification using tactile sensation. J Dent Sci. 2022;17(2):897-902.

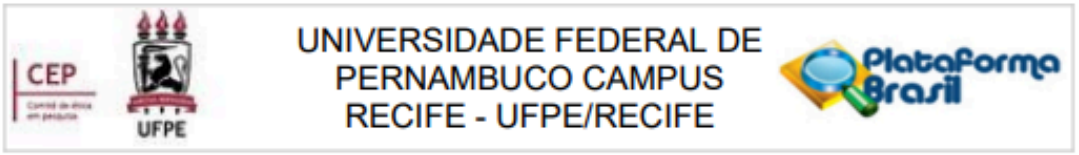
28. Dempster DW, et al. Standardized nomenclature, symbols, and units for bone histomorphometry: A 2012 update of the report of the ASBMR Histomorphometry Nomenclature Committee. J Bone Miner Res. 2013;28(1):1-16.

29. Pawels R, Sessirisombat S, Panmekiate S. Mandibular bone structure analysis using cone beam computed tomography vs primary implant stability: an ex vivo study. Int J Oral

Maxillofac Implants. 2017;32(6):1257-65.

30. Ko Y, et al. Variações na espessura do osso cortical crestal em locais de implantes dentários em diferentes regiões do maxilar. Clin Implant Dent Relat Res. 2017;19(3):440-6.

ANEXO A – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: AVALIAÇÃO DA QUALIDADE ÓSSEA POR MEIO DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO

Pesquisador: Andrea dos Anjos Pontual de Andrade Lima

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 77644623.8.0000.5208

Instituição Proponente: CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 7.093.164

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um projeto de pesquisa apresentado ao Programa de Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Pernambuco- UFPE, como parte dos requisitos necessários para o projeto de iniciação científica, cuja Orientadora é a professora Drª Andrea dos Anjos Pontual de Andrade Lima. Seu principal objetivo é a análise comparativa entre dois métodos de avaliação da qualidade óssea na área odontológica. Trata-se de um estudo observacional retrospectivo de corte transversal, onde serão avaliadas imagens de tomografias de feixe cônico do banco de dados da clínica de Radiologia Odontológica da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar, através de tomografias computadorizadas de feixe cônico (TCFC), a relação da qualidade óssea por meio da classificação proposta por Lekholm e Zarb com os parâmetros da arquitetura

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Na dissertação não aponta quais os riscos da pesquisa. Mesmo se tratando de análise de banco de dados, os riscos incluem, por exemplo, a possibilidade dos computadores que armazenam os dados sofrerem ataques cibernéticos e com isso, haver a possibilidade dos dados confidenciais se tornarem públicos. Após a explanação dos potenciais riscos que a pesquisa poderá apresentar, o pesquisador irá dissertar quais as condutas que deverão ser tomadas

Endereço: Av. das Engenhasria, s/n, 1º andar, sala 4 - Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **Fax:** (81)2126-3163 **E-mail:** cephumanos.ufpe@ufpe.br

para evitar tais riscos.

Benefícios: Este estudo ganha relevância ao propor a avaliação de amostra significativa em tema de extrema relevância na Odontologia. Ademais, o desenvolvimento deste projeto pode facilitar atividades de orientação docente em pesquisa, promovendo simultaneamente a integração entre estudantes de graduação e pós-graduação. Esse processo também pode estimular práticas de coorientação e trabalho em equipe interdisciplinar.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de um estudo observacional retrospectivo de corte transversal, onde serão analisadas imagens de tomografias de feixe cônico do banco de dados da clínica de Radiologia Odontológica da UFPE. Serão avaliados parâmetros morfométricos para avaliação óssea trabecular e cortical original.

Os critérios de inclusão e exclusão foram dissertados de forma clara e concisa.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O pesquisador responsável anexou:

1. Folha de rosto
2- Termo de compromisso e confidencialidade;
3- Currículo dos pesquisadores;
4- Projeto detalhado;
5- Carta De Anuência da Clínica de Radiologia da UFPE (Chefe do Departamento de Clínica e Odontologia Preventiva) e Carta De Anuência Clínica de Radiologia Odontológica do Departamento de Clínica e Odontologia Preventiva - UFPE
6- Justificativa de ausência do TCLE
7- Autorização De Uso De Arquivos/Dados De Pesquisa

Recomendações:

Não há recomendações

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

As pendências foram ATENDIDAS.

Considerações Finais a critério do CEP:

As exigências foram atendidas e o protocolo está APROVADO, sendo liberado para o início da coleta de dados. Conforme as instruções do Sistema CEP/CONEP, ao término desta pesquisa, o pesquisador tem o dever e a responsabilidade de garantir uma devolutiva acessível e compreensível acerca dos resultados encontrados por meio da coleta de dados a todos os voluntários que participaram deste estudo, uma vez que esses indivíduos têm o direito de tomar conhecimento sobre a aplicabilidade e o desfecho da pesquisa da qual participaram.

Informamos que a aprovação definitiva do projeto só será dada após o envio da NOTIFICAÇÃO COM O RELATÓRIO FINAL da pesquisa. O pesquisador deverá fazer o download do modelo de Relatório Final disponível em www.ufpe.br/cep para enviá-lo via Notificação de Relatório Final, pela Plataforma Brasil. Após apreciação desse relatório, o CEP emitirá novo Parecer Consubstanciado definitivo pelo sistema Plataforma Brasil.

Informamos, ainda, que o (a) pesquisador (a) deve desenvolver a pesquisa conforme delineada neste protocolo aprovado. Eventuais modificações nesta pesquisa devem ser solicitadas através de EMENDA ao projeto, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2257480.pdf	09/09/2024 20:54:09		Aceito
Outros	carta_cep.docx	09/09/2024 20:53:25	Priscilla Sarmento Pinto	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.docx	09/09/2024 20:52:45	Priscilla Sarmento Pinto	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_de_pesquisa.pdf	09/09/2024 20:52:25	Priscilla Sarmento Pinto	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto_3_assinado.pdf	07/04/2024 11:24:11	Priscilla Sarmento Pinto	Aceito
Outros	Curriculo_livia.pdf	19/02/2024 16:33:12	Priscilla Sarmento Pinto	Aceito
Outros	lattes_Priscilla.pdf	03/12/2023 20:10:06	Priscilla Sarmento Pinto	Aceito
Outros	lattes_Andrea.pdf	03/12/2023 20:09:39	Priscilla Sarmento Pinto	Aceito

Orçamento	ORCAMENTO.docx	01/12/2023 15:04:05	Priscilla Sarmento Pinto	Aceito
Outros	CartaAnuenciaufpe.pdf	01/12/2023 14:33:17	Priscilla Sarmento Pinto	Aceito
Outros	CartaAnuenciaDCOP.doc	01/12/2023 14:32:56	Priscilla Sarmento Pinto	Aceito
Outros	TERMO_DE_COMPROMISSO_E_CONFIDENCIALIDADE.pdf	01/12/2023 14:15:56	Priscilla Sarmento Pinto	Aceito
Outros	AUTORIZACAO_DE_USO_DE_ARQUIVOS.pdf	01/12/2023 14:14:58	Priscilla Sarmento Pinto	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	DISPENSA_TCLE.pdf	01/12/2023 14:11:41	Priscilla Sarmento Pinto	Aceito

Situação do Parecer:
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

RECIFE, 23 de Setembro de 2024

Assinado por:
LUCIANO TAVARES MONTENEGRO
(Coordenador(a))

ANEXO B – NORMAS DA REVISTA

- **Pesquisa original**

Limite de palavras: máximo de 3.000 palavras, excluindo resumo e referências.
Resumo: máximo de 250 palavras; deve ser estruturado, sob os subtítulos: Histórico, Objetivo(s), Métodos (incluir design, cenário, assunto e principais medidas de desfecho conforme apropriado), Resultados, Conclusão.
Referências: máximo de 30 referências.
Figuras/Tabelas: total de no máximo 6 figuras e tabelas.

- **Partes do Manuscrito**

O arquivo de texto deve ser apresentado na seguinte ordem:

i. Um título informativo curto que contenha as principais palavras-chave. O título não deve conter abreviações;
ii. Um título curto e contínuo com menos de 40 caracteres;
iii. Os nomes completos dos autores;
iv. As afiliações institucionais do autor onde o trabalho foi conduzido, com uma nota de rodapé para o endereço atual do autor, se diferente de onde o trabalho foi conduzido;
v. Agradecimentos;
vi. Resumo e palavras-chave;
vii. Texto principal;
viii. Referências;
ix. Tabelas (cada tabela completa com título e notas de rodapé);
x. Legendas das figuras;
xi. Apêndices (se relevante).

Figuras e informações de apoio devem ser fornecidas como arquivos separados.

- **Agradecimentos**

Contribuições de qualquer pessoa que não atenda aos critérios de autoria devem ser listadas, com a permissão do contribuidor, em uma seção de Agradecimentos.

- **Declaração de Conflito de Interesses**

Os autores serão solicitados a fornecer uma declaração de conflito de interesses durante o processo de submissão. Os autores que submetem devem garantir que eles entrem em contato com todos os coautores para confirmar a concordância com a declaração final.

- **Resumo**

Resumos ou sumários estruturados são necessários para alguns tipos de manuscritos. Para detalhes sobre os tipos de manuscritos que exigem resumos, consulte a seção 'Tipos e critérios de manuscritos'.

- **Palavras-chave**

Por favor, forneça seis palavras-chave. As palavras-chave devem ser retiradas daquelas recomendadas pela lista do navegador Medical Subject Headings (MeSH) da US National Library of Medicine em www.nlm.nih.gov/mesh .

- **Texto principal**

O corpo principal deve conter seções sobre contexto, métodos, resultados e conclusões, com o título apropriado.

- **Referências**

Todas as referências devem ser numeradas consecutivamente em ordem de aparição e devem ser tão completas quanto possível. Em citações de texto, devem citar referências em ordem consecutiva usando numerais arábicos sobrescritos.

- **Tabelas**

As tabelas devem ser autocontidas e complementar, não duplicar, as informações contidas no texto. Elas devem ser fornecidas como arquivos editáveis, não coladas como imagens. As legendas devem ser concisas, mas abrangentes – a tabela, a legenda e as notas de rodapé devem ser compreensíveis sem referência ao texto. Todas as abreviações devem ser definidas em notas de rodapé.

- **Legendas das Figuras**

As legendas devem ser concisas, mas abrangentes – a figura e sua legenda devem ser compreensíveis sem referência ao texto. Inclua definições de quaisquer símbolos usados e defina/explique todas as abreviações e unidades de medida.

- **Figuras**

Embora os autores sejam encorajados a enviar as figuras da mais alta qualidade possível, para fins de revisão por pares, uma grande variedade de formatos, tamanhos e resoluções são aceitos. As figuras devem ser carregadas adicionalmente como arquivos gráficos individuais. As figuras enviadas em cores podem ser reproduzidas em cores on-line gratuitamente. Observe, no entanto, que é preferível que as figuras de linha (por exemplo, gráficos e tabelas) sejam fornecidas em preto e branco para que sejam legíveis se impressas por um leitor em preto e branco. Se um autor preferir que as figuras sejam impressas em cores em cópias impressas do periódico, uma taxa será cobrada pelo Publisher.

- **Apêndices**

Os apêndices serão publicados após as referências. Para submissão, eles devem ser fornecidos como arquivos separados, mas referenciados no texto.