

Gabrielle Cambraia Faria¹
Fernanda Ramos de Faria²
Carolina de Sá Werneck²
Gustavo Davi Rabelo³
Marcio José da Silva Campos⁴

¹Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil.

²Programa de Pós-graduação em Odontologia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil.

³Departamento de Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil.

⁴Departamento de Odontologia Social e Infantil, Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil.

✉ **Fernanda Faria**

R. José Loures Valle, 61, Aeroporto, Juiz de Fora, Minas Gerais
CEP: 36038-302
✉ fernandamosfaria@gmail.com

Submetido: 19/10/2020
Aceito: 17/02/2021

RESUMO

Introdução: A qualidade óssea pode ser avaliada pela análise de textura nos exames de imagem, por meio da mensuração da dimensão fractal (DF) e lacunaridade (Lac). A DF está relacionada com a complexidade da organização estrutural óssea e a Lac representa a distribuição e o tamanho dos espaços vazios. **Objetivo:** Avaliar a qualidade óssea trabecular em região posterior da mandíbula por meio da DF e Lac e analisar o volume ósseo no exame de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), em indivíduos saudáveis, e, ainda, comparando homens e mulheres. **Material e Métodos:** 21 exames de TCFC foram utilizados. Utilizou-se o software ImageJ com dez cortes axiais sequenciais de cada exame, delimitando a região de interesse (ROI) entre canino e primeiro molar inferiores, de ambos os lados. Foram avaliados os parâmetros: a) Bone Volume (BV), Tissue Volume (TV) e BV/TV, pelo processo de binarização; b) DF e Lac pelo método de Box-counting, em escala de cinza, sem binarização. Resultados: Na comparação entre os lados, BV e TV apresentaram diferença significativa ($p=0,02$ e $0,01$, respectivamente), com maiores valores para o lado direito. Na comparação entre os sexos não houve diferença significativa. Os valores de DF apresentaram média de 0,87 para mulheres e 0,86 para homens. Valores de Lac foram em média 0,17 para mulheres e 0,15 para homens. A idade apresentou correlação negativa significativa com o volume ósseo. **Conclusão:** DF e Lac são parâmetros viáveis para serem analisados quando se trata de acessar a qualidade óssea trabecular em mandíbula. Foram encontrados valores menores que 1 para DF, e abaixo de 0,17 para Lac, em indivíduos saudáveis. Tanto DF quanto Lac não mostraram diferenças entre homens e mulheres. O osso trabecular na região posterior da mandíbula apresentou maior volume no lado direito em comparação ao esquerdo, e não houve diferença entre os sexos.

Palavras-chave: Fractais; Mandíbula; Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico.

ABSTRACT

Introduction: Bone quality can be assessed through texture analysis in imaging exams by Fractal Dimension (FD) and Lacunarity (Lac) measurements. FD represents the complexity of a fractal and Lac is related to the distribution and size of the empty spaces. **Objective:** To evaluate trabecular bone quality through FD, Lac, and bone volume in the posterior region of the mandible using cone-beam computed tomography (CBCT) in healthy individuals, also comparing the results between males and females. **Materials and Methods:** 21 CBCT exams were used. The software ImageJ was used with ten sequential axial slices, which were selected for each patient, with a region of interest (ROI) defined between the lower canine and first molar on both sides. The parameters evaluated were: a) Bone Volume (BV), Tissue Volume (TV), and the ratio BV/TV, by binarization process; b) FD and Lac by the box-counting method in greyscale, without binarization. **Results:** When comparing the sides, BV and TV had a significant difference ($p=0.02$ and 0.01 , respectively) with higher values on the right side. When comparing the sexes, there were no significant differences. The values for FD had an average of 0.87 for females and 0.86 for males. Lac values were 0.17 for females and 0.15 for males, on average. Age had a negative significant correlation with bone volume. **Conclusion:** FD and Lac are viable parameters for the analysis of trabecular bone quality in the mandible. Values were found lower than 1 for FD and lower than 0.17 for Lac in healthy individuals. FD and Lac had no difference between males and females. The trabecular bone in the posterior region of the mandible had higher values on the right side when compared to the left side, and there was no difference between genders.

Key-words: Fractals; Mandible; Cone-Beam Computed Tomograph.

INTRODUÇÃO

A qualidade óssea pode ser determinada através da avaliação de diversos parâmetros, tanto arquiteturais, quanto de composição da matriz óssea. Determinantes extrínsecos (quantidade de massa óssea, quantidade de mineral, macro e microarquitetura) e intrínsecos (qualidade mineral, qualidade do colágeno e presença de microdanos) estão envolvidos na resistência óssea, e conseqüentemente, na qualidade do osso.¹ Fatores que influenciam para melhor ou pior qualidade óssea podem ser avaliados a partir de diversas técnicas e metodologias (análises destrutivas como técnicas de microscopia e testes biomecânicos, e análises não destrutivas, como o uso dos Raios-X nos exames de imagem), mensurando parâmetros de microarquitetura, de composição orgânica e inorgânica, e de indicadores de mudanças no metabolismo ósseo, acessados em imagens advindas tanto dos exames imaginológicos, bem como, das análises em anatomia patológica e histomorfometria.^{2,3}

Em exames de imagens obtidos *in vivo*, é passível de se realizar a avaliação da organização estrutural do osso, que pode ser acessada por meio de parâmetros quantificáveis (área, volume, espessura, entre outros), e ainda, por meio de outros parâmetros diferenciados, como a dimensão fractal (DF) e lacunaridade (Lac), que avaliam como os *pixels* e *voxels* relacionados ao osso estão espacialmente organizados na imagem.⁴⁻⁸ A DF pode ser compreendida como uma medida de ocupação do espaço e da complexidade de um fractal, dessa forma, quanto maior a ocupação do espaço e mais organizada ela for, mais complexa é a estrutura fractal analisada. A Lac pode ser considerada um complemento da DF, e está relacionada com a distribuição e o tamanho dos espaços vazios presentes na imagem, assim, se um fractal tem grandes espaços vazios, apresenta uma Lac com valores mais altos, enquanto que, se o fractal apresenta pequenos espaços vazios, tem Lac com valores mais baixos.^{5,9} Estudos que avaliaram a complexidade óssea por meio da DF e Lac observaram resultados que evidenciaram a correlação destes parâmetros com características arquiteturais e resistência óssea.^{10,11}

Dentre os exames imaginológicos disponíveis, os exames bidimensionais, como as radiografias convencionais, oferecem apenas um plano de imagem para análise, enquanto que as tomografias computadorizadas oferecem a possibilidade de uma reconstrução tridimensional formada pelo agrupamento de imagens seriadas. A tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) apresenta-se como uma opção para a avaliação qualitativa e quantitativa de estruturas ósseas, pois tem alta resolução e dispõe de múltiplas tomadas de imagens,¹² sendo útil como uma ferramenta de diagnóstico para avaliação de alterações ósseas.¹³

Independente se é utilizado um exame de imagem de alta ou baixa resolução, bi ou tridimensional, a análise de textura é sempre aplicada na tentativa de acessar características da imagem que geralmente não são acessadas nas análises mais convencionais, como as qualitativas e quantitativas que avaliam espessura e área.

Kato et al¹⁴ realizaram uma revisão sistemática sobre a mensuração da DF empregada em exames de imagens na área da Odontologia e encontraram 748 referências sobre o assunto. Quinze destes estudos avaliaram fractais na TCFC, sendo que: 5 pesquisas utilizaram a mensuração do parâmetro DF para avaliar a densidade mineral óssea e 4 para avaliação do sítio de colocação de implantes dentários. Quatorze destes estudos utilizaram o método de *Box-counting* para mensurar a DF e os valores variaram de 0,90 a 2,40. Os autores concluíram que diferentes parâmetros inerentes às imagens ou diferenças das delimitações das regiões de interesse (tamanho e sítio) poderiam explicar diferentes valores de DF.¹⁴ Neste sentido, entende-se que mais estudos são necessários para avaliar a DF e entender o que este cálculo representa, além de compreender a real viabilidade do acesso a esta análise, do uso dos valores numéricos obtidos e da avaliação em conjunto com outros dados, como por exemplo os dados encontrados de lacunaridade. Por esse motivo, acessar imagens de indivíduos saudáveis para o cálculo dos parâmetros de DF e Lac, é justificado pela falta de padronização na obtenção e interpretação destes dados.

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade óssea trabecular em região posterior da mandíbula de indivíduos saudáveis por meio da DF e Lac, comparando os lados direito e esquerdo, e ainda, homens e mulheres.

MATERIAL E MÉTODOS

Material

Este estudo transversal faz parte de um macroprojeto aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), com número de protocolo 2.642.813. Foram analisados exames de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), do acervo do Serviço de Radiologia Odontológica da Faculdade de Odontologia da UFJF, obtidos de 21 indivíduos, sendo 07 homens e 14 mulheres. Os indivíduos selecionados apresentavam dentição permanente completa (exceto os terceiros molares), oclusão normal ou maloclusão assimétrica, ausência de histórico de trauma facial, fratura óssea, cirurgia ortognática, lesão maxilofacial em região posterior de mandíbula, anomalia craniofacial ou diagnóstico de osteoporose.

Métodos

Todos os exames de TCFC deste estudo foram realizados no tomógrafo da Faculdade de Odontologia da UFJF (i-Cat®, *Imaging Sciences International*, Hatfield, PA, USA), operado a 120kV, 3-8mA, com *voxel* de 0,25mm, tempo de rotação de 26,9s, espessura de corte de 0,25mm e campo de visão mínimo de 70x130mm. Para aquisição da imagem, cada indivíduo estava sentado com o queixo no apoio, com o plano de Frankfurt paralelo ao chão, o plano mediano-sagital perpendicular ao chão e em posição de intercuspidação máxima. O campo de visão foi posicionado de forma que o plano oclusal ocupasse seu centro vertical e a coluna nasal anterior estivesse a 35mm de sua borda anterior.

Os exames de TCFC de cada indivíduo foram avaliados por um examinador (G.F.) devidamente treinado em imagens de TCFC. Para a análise do volume do osso trabecular, da DF e Lac utilizou-se o *software ImageJ* (*ImageJ* 1.48j, Wayne Rasband, NIH, USA; <https://imagej.nih.gov/ij/index.html>), com os *plug-ins BoneJ* (<https://bonej.org>) e *FracLac* (<https://imagej.nih.gov/ij/plugins/fractal/FLHelp/Introduction.htm>).

Inicialmente foi selecionado um corte axial aleatório que exibisse as raízes dos dentes inferiores, para que fosse possível delimitar a região de interesse (ROI) entre a distal do canino e a mesial do primeiro molar dos lados direito e esquerdo. Posteriormente,

foram selecionados 10 cortes axiais sequenciais, sendo o primeiro aquele que se encontrava imediatamente abaixo dos ápices radiculares. Foi utilizada a ferramenta *Image to stacks*, para criação do volume tridimensional, com a união dos 10 cortes e consequente delimitação da ROI em cada um deles (figura 1A).

O volume ósseo foi processado por binarização, obtendo imagens binárias para o ajuste da ROI desenhada em cada corte. As ROIs foram então interpoladas usando a ferramenta *Interpolate ROIs*, inserida no *ROI Manager*, a fim de se obter a maior quantidade de informação óssea possível nas regiões analisadas, deixando a metodologia com menos consumo de tempo em sua execução (algumas ROIs foram delimitadas manualmente, enquanto que a maior parte das ROIs foi criada artificialmente no processo de interpolação, automatizando o processo de delineamento de toda área a ser analisada). O processo de binarização ocorreu com as imagens no formato *8bit (Type/8bit)*, utilizando um valor de *Threshold* global de 111/255. A partir do volume tridimensional formado pelas ROIs interpoladas, foram determinados os valores de *Bone Volume* (BV) que retrata o número de *voxels* representado pelas trabéculas, *Tissue Volume* (TV) que compreende o número total de *voxels* de toda a porção trabecular desenhada – ROI e BV/TV, utilizando o *plug-in BoneJ*, com a ferramenta *Volume Fractions* (figura 1B).

Na segunda etapa, a partir do mesmo corte

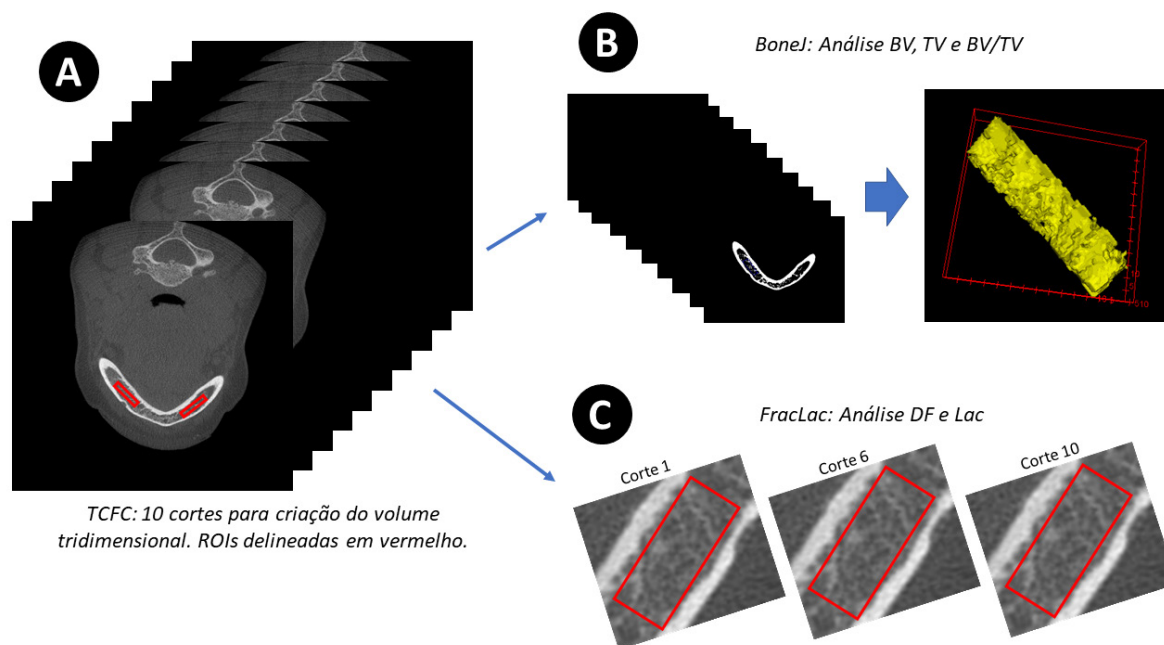


Figura 1: Representação esquemática da Metodologia. a) Representação dos 10 cortes de TCFC que foram agrupados formando um volume tridimensional, com o delineamento das ROIs (retângulos em vermelho), que correspondem às regiões utilizadas para análise. b) A reconstrução tridimensional das ROIs, após o processo de binarização, foi utilizada para análise do volume ósseo. Em amarelo pode-se observar uma imagem em 3D do volume ósseo analisado. c) Representação dos 3 cortes (1°, 6° e 10°) que foram utilizados para avaliação da dimensão fractal e lacunaridade, com imagens em escala de cinza, sem o processamento para binarização. Os retângulos em vermelho representam as regiões que foram analisadas em cada corte.

axial selecionado inicialmente, delimitou-se uma região de interesse (ROI) em formato retangular, usando a ferramenta de seleção *Rectangle*, delimitado entre a distal do canino e a mesial de primeiro molar dos lados direito e esquerdo, apenas na região de osso trabecular. Posteriormente, utilizou-se os mesmos 10 cortes axiais sequenciais da primeira etapa, sendo o primeiro deles, aquele que se encontrava imediatamente abaixo dos ápices radiculares. Os 10 cortes axiais sequenciais foram unidos (ferramenta *Image to stacks*), com as imagens em escala de cinza, duplicou-se as regiões delimitadas pelo retângulo com a ferramenta *Duplicate*. As imagens do primeiro, sexto e décimo cortes foram utilizadas para avaliar os seguintes parâmetros: DF e Lac, calculadas através dos *plug-ins FracLac*, utilizando o método de cálculo *Box-counting (BC)*, sendo os valores de cada lado determinado pela média dos três cortes (primeiro, sexto e décimo cortes) (figura 1C). O cálculo da DF e Lac, pelo método *BC*, foi realizado utilizando o escaneamento em 2 posições (*Scan positions: 2*), em escala de cinza (*Use grayscale*), checando a proporção de *pixels (Check pixel ratio)* e usando o tipo diferencial (*Type of scan: Differential*) com análise em bloco (*Block analysis*).

Análise estatística

A comparação entre os lados direito e esquerdo entre os indivíduos foi realizada através do teste t de *Student* para amostras pareadas. As médias dos lados direito e esquerdo foram comparadas entre homens e mulheres através do teste t de *Student* para amostras independentes. O teste de correlação de *Pearson* foi utilizado para determinar a relação entre a idade dos indivíduos e os parâmetros BV, DF e Lac. A análise estatística utilizou um nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$) e os dados foram processados no *software SPSS Statistics 21.0 (IBM, USA)*.

RESULTADOS

A média de idade da amostra foi de 21,53 anos, sendo 23,28 anos para os homens e de 20,5 anos para as mulheres.

Os valores médios dos parâmetros BV, TV, BV/TV, DF e Lac, assim como a comparação entre os lados direito e esquerdo para toda a amostra, são apresentados na tabela 1. Apenas o volume ósseo (BV) e a área da ROI (TV) apresentaram diferença significativa, sendo maiores no lado direito.

A análise do dimorfismo sexual não evidenciou diferença significativa entre homens e mulheres (tabela 2).

A idade dos indivíduos apresentou correlação negativa significativa e moderada com o volume ósseo, sendo que indivíduos mais jovens apresentaram um maior volume ósseo (tabela 3).

DISCUSSÃO

A qualidade óssea pode ser avaliada por diversas metodologias, e neste estudo, optou-se por utilizar a análise de textura em conjunto com a análise do volume ósseo (BV). Estas metodologias são aplicadas em exames de imagens obtidos *in vivo*.

Na análise de textura, os parâmetros de dimensão fractal (DF) e lacunaridade (Lac) foram utilizados para analisar a complexidade da organização espacial dos *pixels* e *voxels* nas imagens obtidas nos exames de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC). Calculou-se a DF e Lac sem binarizar as imagens, ou seja, nos tons originais em escala de cinza, a fim de se manter o máximo possível de informações quanto a superfície e as irregularidades presentes nas ROIs correspondentes ao trabeculado ósseo. Em contrapartida, para a análise do BV, foi necessário binarizar as imagens, para que o cálculo da quantidade de *pixels* fosse possível. Para DF e Lac, entende-se que caso optássemos pelo processo de binarização, a escolha de um *Threshold* único e global para todas as amostras poderia não ser ideal, pois se perderia informações na delimitação dos *pixels* das imagens.

A binarização ou limiarização, é o método mais simples de segmentação de imagens, que utiliza um único ponto de corte, também conhecido por *Threshold*, que separa as imagens em regiões de interesse e não interesse.¹⁵ Para a análise do BV, o processo de binarização é comumente utilizado, sendo considerado adequado para calcular a quantidade de osso presente em uma determinada área.³ Por esse motivo, para a avaliação do BV neste estudo, optou-se por obter imagens binárias a partir dos exames de TCFC, as quais possuem apenas dois valores possíveis para os *pixels*, permitindo a medição das áreas preenchidas por osso nas ROIs desenhadas.

Em relação à análise de textura, principalmente na avaliação fractal, a maioria dos estudos utiliza a binarização de imagens.¹⁴ Com o uso de um *plugin* específico e o treinamento correto, a medição dos dois parâmetros (DF e Lac) da análise de textura pode ser realizada sem a binarização. Neste estudo, a utilização dos valores originais dos *pixels* no cálculo da DF e Lac, nos tons de cinza originais da imagem, diminuiu uma fase de processamento e preservou as características originais dos valores de *pixels*. Acredita-se que optar por realizar a análise de textura com menos uma fase de processamento das imagens tornou o cálculo dos dois parâmetros mais fidedigno ao conteúdo original.

A análise de fractais é compreendida como um potencial indicador de mudança na estrutura óssea, independente de variáveis como, geometria, alinhamento e radiodensidade, além de ser capaz de fornecer uma ferramenta de diagnóstico para caracterizar a microarquitetura trabecular.¹⁶ No presente estudo,

Tabela 1: Comparação entre os lados direito e esquerdo em relação aos parâmetros BV, TV, BV/TV, DF e Lac.

	Direito		Esquerdo		p-valor*
	Média	DP	Média	DP	
BV	104,14	62,65	86,74	47,53	0,021*
TV	415,38	171,01	373,79	181,51	0,018*
BV/TV	0,24	0,10	0,23	0,09	0,330
DF	0,81	0,27	0,91	0,26	0,245
Lac	0,16	0,06	0,16	0,05	0,941

*Teste t de *Pearson* para amostras pareadas; DP – desvio padrão; BV (*bone volume*) – Volume ósseo; TV (*tissue volume*) – Volume tecidual total presente na ROI desenhada; BV/TV (*bone volume fraction*) – Proporção entre o BV e o TV; DF – Dimensão fractal; Lac – lacunaridade.

Tabela 2: Comparação entre homens e mulheres em relação às médias dos lados direito e esquerdo dos parâmetros BV, TV, BV/TV, DF e Lac.

	Mulheres		Homens		p-valor*
	Média	DP	Média	DP	
BV	105,55	52,218	78,12	55,222	0,294
TV	378,34	124,614	422,43	244,430	0,606
BV/TV	0,27	0,083	0,18	0,101	0,067
DF	0,87	0,138	0,86	0,225	0,932
Lac	0,17	0,044	0,15	0,045	0,424

*Teste t de *Pearson* para amostras independentes; M – Mulheres; H – Homens; BV (*bone volume*) – Volume ósseo; TV (*tissue volume*) – Volume tecidual total presente na ROI desenhada; BV/TV (*bone volume fraction*) – Proporção entre o BV e o TV; DF – Dimensão fractal; Lac – lacunaridade.

Tabela 3: Correlação entre a idade dos indivíduos e as médias dos lados direito e esquerdo dos parâmetros BV, DF e Lac.

	Idade	
	Correlação de Pearson	p-valor*
BV	-0,596	0,007*
DF	0,086	0,728
Lac	-0,403	0,087

*Teste de Correlação de *Pearson*; BV (*bone volume*) – Volume ósseo; DF – Dimensão fractal; Lac – lacunaridade.

realizou-se a avaliação da qualidade óssea por meio da análise de fractais a partir de exames de TCFC, devido a sua maior resolução e qualidade quando comparados à radiografia panorâmica e outras imagens radiográficas bidimensionais.^{12,17,18}

Neste estudo, os valores encontrados de DF e

Lac não apresentaram diferença significativa entre os lados direito e esquerdo, e também quando comparados homens e mulheres saudáveis. Considerando os inúmeros fatores que podem ter influenciado nestes cálculos, como aqueles inerentes à metodologia utilizada em nosso estudo (a não binarização das imagens, o tipo de escaneamento realizado e a análise feita em bloco) e aos fatores inerentes aos indivíduos (forças mastigatórias, problemas na articulação temporomandibular e a variabilidade dos tecidos moles e duros), deve-se interpretar com cautela a falta de diferença entre os sexos. Pela falta de padronização do cálculo da DF nos estudos, foi necessário dar um enfoque aos valores numéricos deste parâmetro e identificar similaridades ou contrariedades com outros estudos. Na amostra aqui avaliada, a DF apresentou valores médios menores que 1 (0,81 para o lado esquerdo e 0,91 para o lado direito para toda a amostra; e 0,86 para homens e 0,87 para mulheres quando comparados). A Lac mostrou valores médios menores que 0,17. Na revisão sistemática conduzida por Kato et al. (2020)¹⁴, foi reportado que indivíduos saudáveis apresentaram

valores médios de DF em osso trabecular mandibular de 1,17 em TCFC. Dessa forma, nossos valores médios menores que 1 fogem da média de 1,17 para pacientes saudáveis mensurados em TCFC, mas, ficam dentro da média dos 15 estudos de TCFC revisados (entre 0,9 e 2,4), que englobaram diversas variações locais e sistêmicas para o osso trabecular. Onze dos 15 estudos, utilizaram o *software ImageJ* e 14 utilizaram o método *Box-counting*.¹⁴ Além disso, os autores mostraram que no osso trabecular, utilizando especificamente o método de *Box-counting* de cálculo da DF, os valores geralmente estão entre 1 e 2, e concluem que diferentes formatos e localizações de ROIs poderiam justificar variações dos valores de DF. Para a Lac, não foram encontrados estudos que utilizaram este parâmetro para avaliação da qualidade óssea com as mesmas similaridades (TCFC, método *Box-counting* e sem binarização das imagens) para identificar se os valores numéricos seguem uma mesma tendência.

Ainda na averiguação das condições e variáveis nos indivíduos saudáveis, a comparação entre os lados direito e esquerdo ofereceu dados complementares que poderiam influenciar em um processo de padronização para utilização dos valores numéricos. Embora a DF e Lac não tenham apresentado diferença significativa entre os lados, o lado direito teve maiores valores de BV no osso trabecular quando comparado com o lado esquerdo. Considerando fatores influenciadores, supõem-se que a diferença de volume ósseo poderia ser explicada pelo padrão de mastigação dos indivíduos da amostra. A preferência por um determinado lado de mastigação parece ter relação direta com uma melhor qualidade do relacionamento oclusal.¹⁹ Até o momento, parece não existir estudo que tenha realizado a comparação entre BV, DF e Lac em região posterior mandibular dos lados direito e esquerdo. Mais uma vez se discute sobre o processo de binarização das imagens, utilizado para avaliação do BV, que pode ter influenciado neste resultado.

Houve uma tendência ($p=0,067$) de que as mulheres da amostra apresentassem maior volume ósseo (identificado pela razão BV/TV) em região posterior da mandíbula, quando comparadas aos homens. Sabe-se que a mandíbula é dimórfica^{20,21} e que a diferença entre os sexos deve ser sempre considerada. Ainda, evidenciamos uma correlação negativa moderada entre a idade e volume ósseo. Correlações moderadas devem ser discutidas com cautela, mas houve uma correlação em que, quanto maior a idade, menor o volume ósseo, um resultado já esperado. Mesmo sabendo que todos os indivíduos incluídos no estudo eram jovens, ou seja, não estavam na faixa etária para o início de quadro clínico de osteopenia e/ou osteoporose, foi importante observar uma correlação inversamente proporcional para a idade e quantidade de osso. Este achado corrobora com os estudos de Rehman et al²² e Giodano et al²³ que demonstraram que quanto mais idade um indivíduo

tem, menor o volume ósseo encontrado nas regiões avaliadas, tanto para homens quanto para mulheres. De qualquer forma, sugere-se que estes dados sejam interpretados com parcimônia, visto a limitação deste estudo com o número de participantes.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a dimensão fractal e a lacunaridade representam parâmetros viáveis para serem analisados quando se trata de acessar a qualidade óssea trabecular em mandíbula. A análise destes parâmetros revelou valores médios menores que 1 para dimensão fractal, e abaixo de 0,17 para lacunaridade, em indivíduos saudáveis. Tanto valores de DF, quanto Lac e BV, não diferiram entre homens e mulheres. O osso trabecular na região posterior da mandíbula apresentou maior volume no lado direito em comparação ao esquerdo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Profa. Dra. Karina Lopes Devito e ao serviço de Radiologia Odontológica da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, por meio de bolsas de estudo.

REFERÊNCIAS

1. Farlay D, Boivin G. Bone mineral quality. *Osteoporosis*. 2012; 953-78.
2. Chavassieux P, Seeman E, Delmas PD. Insights into material and structural basis of bone fragility from diseases associated with fractures: how determinants of the biomechanical properties of bone are compromised by disease. *Endocr Rev*. 2007; 28(2):151-64.
3. Irie MS, Rabelo GD, Spin-Neto R, Dechichi P, Borges JS, Soares PBF. Use of micro-computed tomography for bone evaluation in dentistry. *Braz Dent J*. 2018; 29(3):227-38.
4. Geraets WG, Van Der Stelt PF. Fractal properties of bone. *Dentomaxillofac Radiol*. 2000; 29(3):144-53.
5. Yasar F, Akgunlu F. Evaluating mandibular cortical index quantitatively. *Eur J Dent*. 2008; 2(4):283-90.
6. Alman AC, Johnson LR, Calverley DC, Grunwald GK, Lezotte DC, Hokanson JE et al. Diagnostic capabilities of fractal dimension and mandibular cortical width to identify men and women with decreased bone mineral density. *Osteoporos Int*. 2012; 23(5):1631-6.

7. Kavitha MS, Park SY, Heo MS, Chien SII. Distributional variations in the quantitative cortical and trabecular bone radiographic measurements of mandible, between male and female populations of Korea, and its utilization. *PLoS One*. 2016; 11(12):e0167992.
8. Rabelo GD, Camillo-Coutinho C, Kowalski LP, Portero-Muzy N, Roux JP, Chavassieux P et al. Evaluation of cortical mandibular bone in patients with oral squamous cell carcinoma. *Clin Oral Investig*. 2018; 22(2):783-90.
9. Melo RHC, Conci A. How Succolarity could be used as another fractal measure in image analysis. *Telecommun Syst*. 2013; 52(3):1643-55.
10. Gumussoy I, Miloglu O, Cankaya E, Bayrakdar IS. Fractal properties of the trabecular pattern of the mandible in chronic renal failure. *Dentomaxillofac Radiol*. 2016; 45(5):20150389.
11. Rabelo GD, Roux JP, Portero-Muzy N, Gineyts E, Chapurlat R, Chavassieux P. Cortical fractal analysis and collagen crosslinks content in femoral neck after osteoporotic fracture in postmenopausal women: comparison with osteoarthritis. *Calcif Tissue Int*. 2018; 102(6):644-50.
12. Rodrigues GHC, Rodrigues VA, Barros SM, Romeiro RL, Souza DM. Computed tomography X panoramic radiography in the evaluation pre-surgical in implantology. *Innov Implant J, Biomater Esthet*. 2012/2013; 7(8):126-31.
13. Torres SR, Chen CSK, Leroux BG, Lee PP, Hollender LG, Schubert MM. Fractal dimension evaluation of cone beam computed tomography in patients with bisphosphonate-associated osteonecrosis. *Dentomaxillofac Radiol*. 2011; 40(8):501-5.
14. Kato CNAO, Barra SG, Tavares NPK, Amaral TMP, Brasileiro CB, Mesquita RA et al. Use of fractal analysis in dental images: a systematic review. *Dentomaxillofac Radiol*. 2020; 49(2):20180457.
15. Monteiro LH, Conci A. Reconhecimento de placas de veículos utilizando processamento de imagem. *Engevista*. 2003; 5(10):31-43.
16. Shrout MK, Potter BJ, Hildebolt CF. The effect of image variations on fractal dimension calculations. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1997; 84(1):96-100.
17. Suomalainen A, Pakbaznejad Esmaeili E, Robinson S. Dentomaxillofacial imaging with panoramic views and cone beam CT. *Insights Imaging*. 2015; 6(1):1-16.
18. Özalp Ö, Tezerişener HA, Kocabalkan B, Büyükkaplan UŞ, Özarslan MM, Şimşek Kaya G, Altay MA, Sindel A. Comparing the precision of panoramic radiography and cone-beam computed tomography in avoiding anatomical structures critical to dental implant surgery: a retrospective study. *Imaging Sci Dent*. 2018; 48(4):269-75.
19. Helkimo E, Carlsson GE, Helkimo M. Chewing efficiency and state of the dentition. A methodologic study. *Acta Odontol Scand*. 1978; 36(1):33-41.
20. Oettlé AC, Becker PJ, de Villiers E, Steyn M. The influence of age, sex, population group, and dentition on the mandibular angle as measured on a South African sample. *Am J Phys Anthropol*. 2009; 139:505-11.
21. White TD, Black MT, Folkens PA. *Human osteology*. 3rd. ed. Amsterdam: Elsevier, Academic Press; 2011.
22. Rehman MT, Hoyland JA, Denton J, Freemont AJ. Age related histomorphometric changes in bone in normal British men and women. *J Clin Pathol*. 1994; 47(6):529-34.
23. Giodano V, Franco JS, Koch HA, Labronici PJ, Pires RES, Amaral NP. Age-related changes in bone architecture. *Rev Col Bras Cir*. 2016; 43(4):276-85.