

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

João Vitor da Silva Amorim

Análise fractal na mandíbula de atletas: influência de condições bucais na dimensão fractal avaliada em radiografias periapicais e correlação de parâmetros radiográficos com a densidade mineral óssea corporal

Florianópolis

2023

João Vitor da Silva Amorim

Análise fractal na mandíbula de atletas: influência de condições bucais na dimensão fractal avaliada em radiografias periapicais e correlação de parâmetros radiográficos com a densidade mineral óssea corporal

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Odontologia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Cirurgião Dentista.

Orientador: Prof. Gustavo Davi Rabelo, Dr.

Coorientadora: Helena Pickler Fronza, Ms.

Florianópolis

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Amorim, João Vitor da Silva

Análise fractal na mandíbula de atletas : influência de condições bucais na dimensão fractal avaliada em radiografias periapicais e correlação de parâmetros radiográficos com a densidade mineral óssea corporal / João Vitor da Silva Amorim ; orientador, Gustavo Davi Rabelo, coorientadora, Helena Pickler Fronza, 2023.

36 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde, Graduação em Odontologia, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Odontologia. 2. Radiografia Dentária. 3. Fractais. 4. Absorciometria de Fóton. I. Rabelo, Gustavo Davi. II. Fronza, Helena Pickler . III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Odontologia. IV. Título.

João Vitor da Silva Amorim

Análise fractal na mandíbula de atletas: influência de condições bucais na dimensão fractal avaliada em radiografias periapicais e correlação de parâmetros radiográficos com a densidade mineral óssea corporal

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de Cirurgião Dentista e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Odontologia.

Florianópolis, 4 de setembro de 2023.

Coordenação do Curso

Banca examinadora

Prof. Gustavo Davi Rabelo, Dr.

Orientador

Profa. Leticia Ruhland, Dra.

UFSC

Profa. Sheila Cristina Stolf Cupani, Dra.

UFSC

Florianópolis, 2023.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Universidade Federal de Santa Catarina e ao Departamento de Odontologia por viabilizar a concretização do sonho de me tornar Cirurgião Dentista, foi um prazer estudar nessa instituição durante esses anos.

Aos meus pais e irmão, que, de forma brilhante, foram meus alicerces durante minha vida, sem o apoio deles nada disso seria possível.

Aos meus sogros, que me tiveram como filho nessa jornada, me proporcionando ferramentas para o pleno curso dessa graduação.

A minha querida namorada, que está comigo todos os dias, em todos os momentos. Parceira de vida, foram dias intensos para que esse sonho pudesse se tornar realidade, e acreditem, ela foi fundamental em todos.

Ao meu orientador, professor Gustavo Davi Rabelo, por me orientar de forma tão sublime, não medindo esforços para compartilhar todo o grandioso saber que lhe pertence.

À minha coorientadora, Helena, pela parceria da pesquisa em campo por todo o empenho para que essa pesquisa pudesse acontecer.

Ao departamento de Nutrição, em nome do Professor Erasmo Trindade, por possibilitar que essa parceria fosse possível, e a doutoranda Giovanna, na realização dos exames de densitometria óssea.

Aos professores da disciplina de Radiologia, Murillo, Inês e Leticia. O ambulatório de radiologia foi o local onde passei a maior parte da minha graduação, muito obrigado por toda confiança e oportunidades cedidas a mim.

Aos colegas de curso que tornaram a rotina das clínicas mais leve, em especial à minha dupla Juan Cassol, amizade que levo para a vida.

Aos pacientes, que foram, em pessoa, a representação da sociedade, sendo assim, meu retorno a ela, em agradecimento a possibilidade de estudar em uma instituição pública federal.

Aos atletas, que dispuseram de tempo e disposição para participar da pesquisa.

A banca por aceitar o convite de poder contribuir com o trabalho.

Dedico esse trabalho ao meu avô (*in memoriam*), que tive como pai, obrigado por me proporcionar o melhor da vida, você faz muita falta. Onde quer que esteja, receba essa dedicatória com todo meu amor e gratidão.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi realizar uma análise fractal, juntamente com índices radiográficos convencionais, em radiografias periapicais digitais da mandíbula de atletas e identificar se existe influência de variações de normalidade e outras condições bucais nos valores de dimensão fractal. Além disso, buscou-se identificar se existe correlação entre esses índices radiográficos e a densidade mineral óssea corporal nestes indivíduos. Foi conduzido um estudo observacional, transversal, onde foram selecionados atletas que tinham histórico de carga horária semanal de treinamento mínima de 8 horas, pelo período mínimo, 6 meses. No mesmo dia, os indivíduos foram submetidos ao exame de densitometria óssea, em uma varredura de corpo inteiro, do tipo absorciometria por raios-X com dupla energia, com obtenção do valor da densidade mineral óssea (DMO) em g/cm^2 . Em seguida, foram submetidos a um exame clínico (anamnese e exame físico intrabucal) e foi realizada radiografia periapical digital da região de pré-molar inferior. No exame físico foi avaliada a condição bucal das mucosas, e em seguida, uma análise foi direcionada para identificar variações da normalidade do tipo tórus mandibular e a presença de facetas de desgaste nos dentes. Na anamnese, foram avaliadas questões da saúde geral e queixas relacionadas ao apertamento dental, incluindo diagnóstico prévio de bruxismo. Todos os atletas assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e o projeto, que faz parte de um macroprojeto, teve sua aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos institucional. Na radiografia periapical digital foram selecionadas duas regiões de interesse (ROI): uma na região apical (a) e outra na região interdental (i). Foram extraídos valores de média (MTC) e desvio padrão (DP) dos tons de cinza, acessando o histograma. A dimensão fractal (DF) foi avaliada por dois métodos diferentes: o primeiro por binarização (DF.b) e o segundo pelo método baseado no uso das imagens em escala de cinza (DF.c). A análise estatística foi realizada por meio do teste de correlação de Pearson e as comparações foram realizadas pelos testes T e Mann-Whitney (nível de significância de $p < 0,05$). Foram atendidos 29 atletas, sendo 20 do sexo masculino e 9 do sexo feminino, com idade entre 18 e 55 anos, com uma média de treinamento de 13,8 horas semanais. Destes, 16 atletas apresentaram tórus mandibular bilateral, sendo 8 do sexo feminino e 8 do sexo masculino. Os desgastes dentais foram evidenciados em 15 atletas. O autorrelato de apertamento dental ocorreu em 17 atletas. O valor médio da região apical (a) para MTC_a foi de 138 ± 18 e de DP_a foi de 19 ± 5 . A média da DF.b foi de $1,24 \pm 0,04$ e DF.c foi de $1,19 \pm 0,03$. Em relação aos resultados da região interdental (i), foi obtida média de MTC_i de 106 ± 28 e de DP_i de 17 ± 3 . A média da DF.b foi de $1,22 \pm 0,03$ e de DF.c de $1,13 \pm 0,02$. O valor médio da DMO corporal foi de 1,259 com desvio padrão de 0,11. Os valores com correlação significativa e de magnitude moderada foram DP_a com DF.c_a ($p 0,003$; $r -0,53$), DP_i com DF.c_i ($p 0,003$; $r -0,55$), MTC_i com MTC_a ($p 0,001$; $r 0,61$) e DF.c_a com DF.b_a ($p 0,01$, $r 0,44$). Houve correlação moderada para a DMO com MTC_a ($p 0,02$, $r 0,42$) e MTC_i ($p 0,04$, $r 0,38$). Outras correlações não foram significantes, ou significantes, mas de magnitude fraca. Não houve diferença significativa comparando os valores de DF (DF.b ou DF.c) entre indivíduos com ou sem tórus e com ou sem facetas de desgaste, apenas uma tendência para região interdental entre DF.c nos atletas com ou sem desgaste dental (com faceta 1,12 vs sem faceta 1,14, $p 0,06$). Conclui-se que é possível utilizar as radiografias periapicais digitais para realização da análise fractal, juntamente com a obtenção de índices convencionais, gerando informações de qualidade óssea para avaliação de atletas. Os valores da dimensão fractal obtidos pelo método de processamento usando as imagens em escala de cinza estão correlacionados com a variação nos níveis de cinza. Ainda, mesmo que de forma moderada, quando aumenta a densidade mineral óssea corporal, os valores dos tons de cinza de ambas as regiões apical e interdental também aumentam. Não parece haver influência da presença de tórus mandibular e facetas de desgaste dental no valor da DF.

Palavras-chave: Radiografia dentária. Fractais. Absorciometria de fóton.

ABSTRACT

The aim of this study was to conduct fractal analysis, accompanied by conventional radiographic indexes, in digital periapical radiographs from the mandible bone of athletes. Thus, identify the impact of the normality variation and other oral findings in the fractal dimension values. In addition, to identify the correlation between the mentioned radiographic indexes with the whole body bone mineral density. An observational cross-sectional study was conducted with athletes with a history of at least 8 hours training routine weekly, for a minimum period of 6 months. On the same day, the individuals were submitted to a whole body scan with a dual-energy X-ray absorptiometry to obtain the bone mineral density (BMD, g/cm²), following a digital periapical radiograph of the lower pre-molar region. An intraoral physical examination was performed to identify the presence of mandibular torus and erosive tooth wear. Anamnesis was performed focusing on the self-reported jaw clenching and previous bruxism diagnostic. All individuals signed an individual consent for participation in the study, which was approved by the institutional ethics committee. Two regions of interest (ROI) were selected within the radiograph: one at the apical (a) and the other at the interdental (i) areas. Mean (MGL) and standard deviation (SD) gray level were obtained from the histogram. Fractal dimension (FD) was assessed by two different methods: one by binarization (FD.b) and the other on a method based on the use of the images in gray-scale (FD.g). Statistics were performed by Pearson correlation test and comparison T-test and Mann-Whitney test (significance level of $p < 0.05$). Twenty-nine athletes were enrolled in the study, 20 males and 9 females, with ages varying from 18 to 55 years old, with a mean of 13.8 hours of training weekly. Sixteen athletes revealed bilateral mandibular torus, 8 females and 8 males. Teeth wear was diagnosed in 15 individuals. The self-reported clenching was reported by 17 participants. The mean values for the apical region (a) were: 138 ± 18 for MGL_a and 19 ± 5 for SD_a. The mean FD.b was 1.24 ± 0.04 and FD.g of 1.19 ± 0.03 . For the interdental region (i), the mean MGL_i was 106 ± 28 and 17 ± 3 for SD_i. The mean FD.b was 1.22 ± 0.03 and FD.g was 1.13 ± 0.02 . The mean whole-body BMD was 1.259 ± 0.11 . Significant moderate correlations were found between: SD_a with FD.g_a ($p 0.003$; $r -0.53$); SD_i with FD.g_i ($p 0.003$; $r -0.55$); MGL_i with MGL_a ($p 0.001$; $r 0.61$); and, FD.g_a with FD.b_a ($p 0.01$, $r 0.44$). BMD was correlated with MGL_a ($p 0.02$, $r 0.42$) and MGL_i ($p 0.04$, $r 0.38$). Other correlations revealed to be non-significant or with weak magnitude. There was no significant comparison between FD values (FD.b and FD.g) between individuals with or without mandibular torus and with or without tooth wear. There was only a tendency at the interdental region comparing athletes with or without tooth wear (1.12 presenting the condition versus 1.14 for the ones without the erosive wear, $p 0.06$). In conclusion, it is possible to use digital periapical radiographs to perform fractal analysis, together with conventional radiographic indexes, allowing obtaining bone health information on the athlete's evaluation. Fractal dimension values obtained on the gray-scale-based method were correlated with the gray level variation within the image. In addition, even revealing a moderated magnitude, when the whole body mineral density increases, the gray levels revealed higher values in both apical and interdental regions. It seems that the presence of mandibular torus and tooth wear does not have an impact on the fractal dimension values.

Key-words: Radiography, Dental, Digital; Fractals; Absorptiometry, Photon.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- a - Região apical do primeiro pré-molar inferior
- AF - Análise fractal
- BMD – bone mineral density
- DF - Dimensão fractal
- DF.b_a - Dimensão fractal por binarização da ROI apical
- DF.c_a - Dimensão fractal pelo método da escala de cinza da ROI apical
- DF.c_i - Dimensão fractal pelo método da escala da ROI interdental
- DMO - Densidade mineral óssea
- DMO.t - Densidade mineral óssea total
- DP - Desvio padrão dos tons de cinza
- DP_a - Desvio padrão dos tons de cinza da ROI apical
- DP_i - Desvio padrão dos tons de cinza da ROI interdental
- FD.b – fractal dimension accessed through binarization.
- FD.g – fractal dimension accessed through the gray scale based method.
- i - Região interdental entre o primeiro e segundo pré-molar inferior
- kVp - Kilovoltagem pico
- mA - Miliamperagem
- MGL – mean gray level
- MTC - Média de tons de cinza
- MTC_a - Média de tons de cinza da ROI apical
- MTC_i - Média de tons de cinza da ROI interdental
- SD – standard deviation of the gray level
- TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	10
2.1 ATLETAS E QUALIDADE ÓSSEA	10
2.2 ANÁLISE FRACTAL.....	11
2.3 ATLETAS, DESORDENS TEMPOROMANDIBULARES E ALTERAÇÕES DENTAIS	13
3 OBJETIVOS.....	14
3.1 OBJETIVO GERAL	14
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	15
4.1 CASUÍSTICA.....	15
4.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA	23
5 RESULTADOS	24
6 DISCUSSÃO.....	27
7 CONCLUSÕES.....	30
8 REFERÊNCIAS	31
ANEXO 1 – Ata da Defesa.....	33
ANEXO 2 – Ficha de coleta de dados.....	34
ANEXO 3 – TCLE.	35

1 INTRODUÇÃO

Os atletas compõem um grupo de indivíduos que apresentam padrões específicos de alimentação, personalidade e de aptidões para atividade físicas (GOOLSBY; BONIQUIT, 2017; NATTIV et al., 2007). O exercício físico e a carga mecânica sobre o esqueleto ósseo possuem uma função, normalmente, sobre o aumento da qualidade e da densidade mineral óssea (DMO). Todavia, atividades de força excessivas podem ultrapassar a capacidade de reparo normal do tecido ósseo, que podem culminar em alterações por sobreuso destas estruturas (GOOLSBY; BONIQUIT, 2017).

Existem algumas particularidades referentes aos atletas no que se refere à qualidade óssea nos ossos da maxila e mandíbula, principalmente relacionadas à mastigação e ao fato destes indivíduos apresentarem parafunções, que geralmente são atreladas ao contexto ocupacional deste público (KINJO et al., 2021). Especificamente nos ossos maxilares, entende-se que as forças oclusais geradas durante a mastigação são transmitidas a estes ossos por meio dos dentes, podendo gerar mudanças estruturais (YAŞAR; AKGÜNLÜ, 2005). Neste sentido, suspeita-se que a textura radiográfica do osso trabecular adjacente aos elementos dentários poderia diferir entre pacientes que exercem uso parafuncional da oclusão, comparados a indivíduos saudáveis. Dentre as atividades parafuncionais está o bruxismo do sono e da vigília, que podem estar associados ao desenvolvimento das disfunções temporomandibulares, sendo mais prevalentes em atletas do que em indivíduos sedentários (BONOTTO et al., 2019). Logo, sabe-se que o cirurgião-dentista possui a capacidade de diagnosticar estas disfunções por meio da avaliação dos sinais e sintomas, associados aos dados de anamnese e exames complementares.

Os sinais bucais detectados que levam ao diagnóstico do bruxismo do sono ou da vigília em pacientes são: o auto relato, presença de tórus mandibular, língua com marcas de edentação, presença de facetas de desgastes nos dentes nas faces oclusal, incisal ou cervical (ÇITIR; KARSLIOGLU; UZUN, 2023).

Como exame complementar, os exames de imagem por meio de uso dos Raios-X é de extrema valia para condutas em diagnóstico e terapêutica em odontologia, e é aplicada em diversas situações com variações de resolução, custos, aplicabilidade e indicações no contexto da avaliação óssea. As radiografias dos maxilares são consideradas abordagens viáveis de diagnóstico por imagem que utilizam baixas doses de radiação e oferecem um método rápido, não invasivo, disponível e barato para avaliar o osso em relação a outros exames. É possível que se empreguem, nestes exames, a avaliação de textura e outros índices

não convencionais para a obtenção de valores atribuídos à qualidade do osso (IRIE et al., 2018). Podem ser avaliados parâmetros relacionados ao padrão trabecular e a microarquitetura óssea. Exames radiográficos intra- e extraorais são usados como exames cotidianos pelo cirurgião-dentista, inclusive no âmbito da odontologia do esporte, geralmente indicados para uma avaliação geral e loco regional da saúde bucal do atleta (MERLE et al., 2022).

Considerando estes fatores, exames de imagem bidimensionais podem incluir a análise fractal (AF), que é um método matemático pelo qual estruturas corporais irregulares e complexas, como o tecido ósseo, podem ser avaliadas. O resultado quantitativo deste método é definido como a dimensão fractal (DF) (KATO et al., 2020). Em situações específicas, os valores numéricos de DF maiores já foram associados com texturas mais complexas (GERAETS; VAN DER STELT, 2000).

Ainda não se conhece a influência de alguns aspectos clínicos e estomatológicos, incluindo variações de normalidade, que poderiam estar presentes no atleta e inferir na avaliação da DF, além de outros parâmetros de qualidade óssea. A temática proposta por esse estudo visa interpretar e aplicar os dados quantitativos gerados na análise de radiografias odontológicas periapicais digitais, por meio da DF, juntamente com outros dados de imagem, para contribuir na avaliação da qualidade óssea. Estes dados poderiam servir de subsídio para avaliação complementar de atletas e, ainda, utilizar como um método de acompanhamento longitudinal destes indivíduos. A escolha pelo público dos atletas se justifica pela alta exigência mecânica do exercício e alta prevalência de bruxismo da vigília, principalmente durante a prática esportiva. Logo, uma alternativa através do uso de exames radiográficos, que são rotineiros, seria de extrema valia e aplicabilidade em estudos clínicos e observacionais que são direcionados a estes públicos. A hipótese nula era de que a textura do osso trabecular, avaliada pela DF, seria a mesma em atletas diagnosticados com variações da normalidade e outras condições bucais, e que estes índices radiográficos não estariam correlacionados com fatores sistêmicos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 ATLETAS E QUALIDADE ÓSSEA

O exercício físico e a carga mecânica sobre o sistema esquelético têm uma importante função sobre a qualidade e o aumento da DMO (GOOLSBY; BONIQUIT, 2017). A DMO é conhecida como um parâmetro de medida para avaliação óssea, sendo ferramenta confiável no monitoramento da qualidade óssea, apresentando vantagens importantes, principalmente por ser avaliada por um método não-invasivo. Os ossos possuem um processo de desenvolvimento com sequências e eventos pré-definidos numa relação de espaço-tempo. A rigidez óssea é dada pela deposição de cálcio e fósforo, na forma de hidroxiapatita, durante o período de mineralização óssea, e é a composição óssea uma das informações para as medidas de DMO (ROSCHGER et al., 2008). A DMO pode ser aferida em corpo todo ou de forma parcial nas diferentes áreas, no mesmo exame. Ainda, exames de áreas específicas, como o quadril, podem ser realizados separadamente, nestes casos, com maior resolução e necessidade de maior radiação (BAUER et al., 2006).

Adaptações ósseas acontecem a partir de um remodelamento do tecido, e estas ocorrem também sob influência do exercício físico, ou seja, através dos efeitos osteogênicos que ocorrem a partir das práticas regulares, mudanças ósseas ocorrem durante a remodelação ou modelação do osso. O estímulo para formação óssea (osteoblástica) é ocasionado pelo treinamento físico gerando a carga mecânica sob a estrutura esquelética (SCHTSCHERBYNA; RIBEIRO; MARIA LUCIA FLEIUSS, 2018). Em suma, o osso tem a capacidade de remodelar e de reorganizar sua estrutura de acordo com as forças mecânicas que recebe. Desse modo, sua resposta a estímulos externos e a natureza da carga mecânica determinam sua forma macroscópica externa e a orientação de sua microestrutura. A arquitetura trabecular do osso esponjoso parece ser estruturada de forma otimizada para sua função de suporte de carga, sugerindo que sua formação é governada pelas forças mecânicas. Sabe-se que a estrutura óssea também é capaz de readaptar-se, caso as forças externas mudem (RABELO et al., 2020; YASAR; AKGUNLU, 2008).

O exercício físico tem relação direta com o controle da perda óssea, pois estimula a atividade dos osteoblastos e reduz o risco de fraturas, promove um efeito de fortalecimento ao nível muscular e conseqüentemente suporta o equilíbrio postural. Os exercícios de maior impacto têm um efeito maior nos ganhos de DMO, mas alguns estudos mostram que mesmo

exercícios sem impacto, que agem apenas com disrupção muscular no osso, podem causar um aumento na DMO (SCHTSCHERBYNA; RIBEIRO; MARIA LUCIA FLEIUSS, 2018).

O papel da imaginologia na área de medicina do esporte e do exercício é descrito em quatro grandes áreas: 1) confirmação de um diagnóstico acurado; 2) informações que ajudam a esclarecer manejo e planejamento nas decisões de retorno à prática esportiva; 3) avaliações de triagem e pré-participação de competições e torneios; 4) assistência técnica em procedimentos específicos (MCCURDIE, 2012). Dessa forma, explorar significativamente os exames de imagem quando se trata da avaliação dos atletas é crucial, atentando obter maior número de informações possíveis. Além das avaliações convencionais, outras formas de se obter índices não-convencionais se tornam necessárias, principalmente em relação à pesquisas e ensaios clínicos.

2.2 ANÁLISE FRACTAL

Os elementos fractais foram descritos em 1975 por Benoît Mandelbrot como formas geométricas não-euclidianas que representam padrões encontrados na natureza. Esta afirmação torna possível a exploração matemática das mais diversas estruturas que possuem formas irregulares. Na análise do osso, pode-se dizer que, pelo tecido ósseo ser considerado um fractal verdadeiro e sua análise pode culminar em índices que revelam mudanças na sua estrutura ou composição. Estruturas corporais complexas e irregulares como o tecido ósseo podem ser avaliadas através de recursos radiográficos e histológicos (SANCHEZ-MOLINA et al., 2013), por meio de métodos quantitativos (KATO et al., 2020) que são capazes de mensurar como o osso está espacialmente organizado, como por exemplo a Dimensão Fractal (DF) (FARIA et al., 2021). Estas mudanças são visualizadas a partir das imagens em duas ou três dimensões, representadas pelos exames digitais, como radiografias e tomografias, de forma não invasiva, onde é possível buscar projeções geométricas presentes nas estruturas que representam o osso estruturalmente (DA SILVA et al., 2022).

A organização espacial do osso nas suas duas partes, cortical e trabecular, fornece informações adicionais sobre como esses tecidos são estruturados e a influência em suas propriedades mecânicas. A DF é um parâmetro que indica quanto um objeto ocupa de seu espaço métrico subjacente, ou seja, é uma medida que caracteriza quanto um objeto ocupa do espaço que o contém. A análise da geometria fractal tem sido usada para descrever padrões irregulares com auto semelhança em diferentes escalas, por exemplo, tem sido usada para

caracterizar a microestrutura de meios porosos dentro do osso cortical. A análise da geometria fractal do osso esponjoso identifica características arquitetônicas que não são facilmente reconhecidas pela histomorfometria óssea convencional (DONG, 2000; GERAETS; VAN DER STELT, 2000; IRIE et al., 2018).

No contexto da odontologia, as radiografias dentais permitem aferições que podem ser obtidas nas imagens bidimensionais, principalmente medidas lineares, além da averiguação qualitativa de contornos e formas. Estes métodos de avaliação são importantes, pois mensuram parâmetros que já foram correlacionados ao exame de densitometria óssea, realizado pela técnica da absorciometria por dupla emissão de raios-X (sigla DXA, do inglês *Dual-energy X-ray absorptiometry*) (VAN TIMMEREN et al., 2020).

Para a obtenção da DF nas radiografias odontológicas, um método foi proposto baseado na binarização (WHITE; RUDOLPH, 1999), onde se faz necessário realizar uma sequência de preparo e processamento da imagem radiográfica, que foi inicialmente descrito na literatura pelos autores White & Rudolph (1999). Depois de binarizada e processada, obtém-se uma imagem esqueltonizada a partir da imagem inicial, representando a estrutura trabecular por meio de um esqueleto linear. A versão revisada do método original de White & Rudolph (1999) para processamento de imagem em AF foi mais capaz de identificar a estrutura esqueltonizada correspondente às trabéculas ósseas em radiografias periapicais dentárias digitais, eliminando o ruído não trabecular (DA SILVA et al., 2022).

A partir da imagem esqueltonizada, diferentes métodos de cálculo podem ser aplicados para obter a DF, sendo o mais frequentemente utilizado e o mais acessível deles, o método de “*box-counting*” (KATO et al., 2020). Também, existem outros métodos de processamento que são utilizados e que não realizam a binarização, usando diretamente a imagem em escala de cinza para a obtenção da DF (DA SILVA et al., 2022; RABELO et al., 2018). Este método de processamento elimina possíveis problemas no processo de binarização, pois utiliza a distribuição da escala de cinza como fator para análise (IRIE et al., 2018).

Uma revisão sistemática sobre o uso da AF em exames de imagem odontológicos analisou os objetivos de cada estudo, e encontrou que diversos autores utilizam a DF para avaliação de DMO, triagem de doenças, investigação em implantes dentários, desfechos de cirurgia bucomaxilofacial com acompanhamento do processo de cicatrização após perda óssea, acompanhamento de cirurgia ortognática e enxertos ósseos, tratamento endodôntico com acompanhamento de lesões periapicais, responsividade óssea após tratamento endodôntico, fusão de sutura palatina mediana, movimentos ortodônticos, restaurações

dentais, osso trabecular normal, padrão ósseo em regiões edêntulas e dentes impactados, dentre outros (KATO et al., 2020).

2.3 ATLETAS, DESORDENS TEMPOROMANDIBULARES E ALTERAÇÕES DENTAIS

Sabe-se que esportes de alto impacto, como exemplo a escalada, tem sua prática associada com um desgaste psicológico considerável, em particular com alta exposição a situações de stress, o que pode levar às desordens temporomandibulares e dores nos músculos da mastigação (GINSZT et al., 2020). Sobre alterações dentais, cerca de metade de jovens para-atletas com deficiência intelectual apresentou pelo menos uma superfície afetada com presença de desgaste erosivo dentário (MARRO et al., 2019). Um estudo realizado por Souza e colaboradores em 2020 avaliou as condições odontológicas, os hábitos, cuidados com a saúde bucal e o conhecimento dos atletas de voleibol sobre a importância da saúde bucal na performance. Os autores avaliaram 64 atletas do sexo masculino, sendo 40 da categoria de base (16 ± 3 anos) e 24 profissionais (25 ± 5 anos). A condição bucal foi avaliada da seguinte forma: alterações na articulação temporomandibular, histórico de trauma facial e dental, presença de maloclusões e história de tratamento ortodôntico. A condição de higiene foi mensurada através do índice de placa visível. Por último, os atletas foram questionados quanto ao número de escovações diárias, uso do fio dental e enxaguatórios bucais. Para os atletas amadores houve um índice de 23% com diagnóstico de alterações na ATM, enquanto que no grupo dos profissionais foi de 29% (DE SOUZA et al., 2020).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a DF em radiografias periapicais digitais de mandíbula de atletas e identificar se existe correlação entre esses índices radiográficos e a DMO corporal nestes indivíduos.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Acessar os valores de DF em radiografias periapicais da mandíbula em regiões de ápice do primeiro pré-molar inferior (a) e do espaço interdental entre o primeiro e segundo pré-molar inferior (i) de atletas, por meio de dois métodos distintos de processamento (pela binarização e pelo método baseado no uso direto das imagens em escala de cinza);
- Identificar se existe influência de variações de normalidade e outras condições bucais nos valores da DF e dos índices relacionados a intensidade nos níveis de cinza nas radiografias;
- Avaliar a correlação da DF com níveis de cinza nas radiografias e com a DMO.
- Comparar os valores de DF nas seguintes condições: presença de tórus mandibular e facetas de desgaste dental.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento deste trabalho foi realizado por meio de um estudo clínico, analítico-observacional, transversal, qualitativo e quantitativo com atletas. Este estudo está inerido em um macroprojeto intitulado “Dimensão fractal na mandíbula e outros marcadores de qualidade óssea em atletas: correlação com densidade mineral óssea”, que foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH), com registro CAAE 64697622.6.0000.0121 e aprovado com parecer de número 5.833.391.

4.1 CASUÍSTICA

A população alvo desta coleta foi composta por atletas, amostrados por conveniência, convidados por meio de divulgação dos métodos da pesquisa em redes sociais abertas. Os critérios de inclusão para a realização deste estudo foram:

- 1) atletas com, ao menos, 18 anos de idade, de ambos os sexos; praticantes de qualquer modalidade esportiva;
- 2) mediante a assinatura do TCLE;
- 3) com, minimamente, 6 meses de engajamento na modalidade de treinamento; e,
- 4) ao menos, 8 horas semanais de treinamento e que apresentaram;
- 5) ao menos 1 pré-molar inferior;

Do mesmo modo, os seguintes critérios de exclusão foram utilizados:

- 1) Pacientes que não concordaram em assinar o TCLE;
- 2) pacientes com doenças tireoidianas, diabetes, síndromes, necessidades especiais ou mulheres pós-menopausa;
- 3) uso de medicações a base de anti reabsortivos e corticosteróides em uso contínuo por mais de 3 meses;
- 4) pacientes que apresentaram lesão periapical, lesões odontogênicas e/ou tumorais em mandíbula e/ou ausência de elementos dentários na região a ser radiografada.

Os atletas que se enquadraram nos critérios deste estudo foram orientados a respeito da natureza do estudo e foi solicitada a assinatura de um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). Após, os participantes responderam a uma anamnese estruturada aplicada por um dos pesquisadores deste trabalho.

Após o esclarecimento inicial dos procedimentos a serem realizados, o atleta foi submetido a uma avaliação estomatológica por meio de exame físico com visão direta,

utilizando espelho, sonda exploradora, gaze e pinça clínica, sob iluminação artificial. Avaliou-se a presença ou ausência de aspectos clínicos intraorais que poderiam estar associados ao bruxismo de vigília e do sono, incluindo: 1) presença de facetas de desgaste dental, avaliada em todos os dentes presentes na boca; 2) presença de tórus mandibular, uni ou bilateral; 3) marcas de edentação em língua; 4) presença de uma linha alba bem marcada em mucosa jugal, uni ou bilateralmente. Também, na queixa principal, foram questionados a respeito de autorrelato de apertamento dental ou diagnóstico prévio de bruxismo em outro serviço ou em avaliações prévias. Ao final da avaliação, os participantes que necessitaram de intervenção odontológica foram encaminhados ao atendimento nas clínicas odontológicas da UFSC.

Em seguida, o atleta foi acompanhado até o Ambulatório de Radiologia Odontológica desta universidade para a aquisição da radiografia periapical digital. Os exames radiográficos seguiram todas as normas de biossegurança e radioproteção. Para a aquisição da imagem, foi utilizado um sensor digital intraoral para raios-x Dabi Atlante (Figura 1) para realização de uma tomada radiográfica periapical da região de pré-molares inferiores do lado direito. As radiografias foram obtidas na região do lado esquerdo quando o lado direito não se enquadrava nos critérios de inclusão.

Figura 1: Sensor digital intraoral para raios-x, fabricado por Dabi Atlante.



Fonte: Dabi Atlante, 2023.

As aquisições radiográficas foram feitas por um operador treinado (autor JVA), utilizando o equipamento gerador de raios-x Heliodont Plus Sirona (Figura 2), com a configuração de miliamperagem (mA) 7 mA, e tensão elétrica, Kilovoltagem pico (Kvp), 70

Kvp, com o tempo de exposição de 0,16 segundos, e com a mesma distância entre o aparelho e a região radiografada, com o auxílio de um posicionador radiográfico digital Indusbello (Figura 3).

Figura 2: Aparelho Heliodont Plus Sirona.



Fonte: Dentsply Sirona, 2023.

Figura 3: Posicionador radiográfico digital Indusbello.

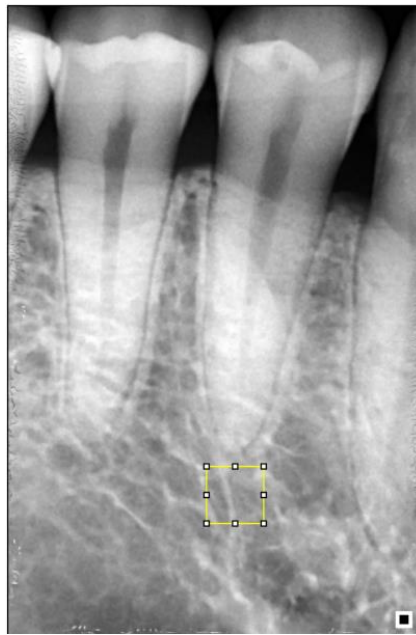


Fonte: Indusbello Store, 2023.

As imagens relativas às tomadas radiográficas foram exportadas em formato DICOM (do inglês *Digital Imaging and Communications in Medicine*) para o software ImageJ 1.53

(Wayne Rasband, National Institute of Health, USA). Foram selecionadas duas regiões de interesse (ROI, do inglês *region of interest*): uma delas a 1 mm de distância além da lâmina dura do ápice do primeiro pré molar (a) com tamanho de 132 x 132 pixels (Figura 4), e a segunda na região interdental entre primeiro e segundo pré molar (i) com tamanho de 70 x 220 pixels, centralizada no terço médio radicular (Figura 7). A partir da seleção da ROI, foi aplicado o método de White e Rudolph modificado, de acordo com Broering da Silva et al. (2023). Foram utilizadas, neste estudo, duas formas para obtenção da DF, pelo método White e Rudolph modificado e pelo método da escala de cinza, via *plugin* FracLac (“FracLac for ImageJ”, [s.d.]).

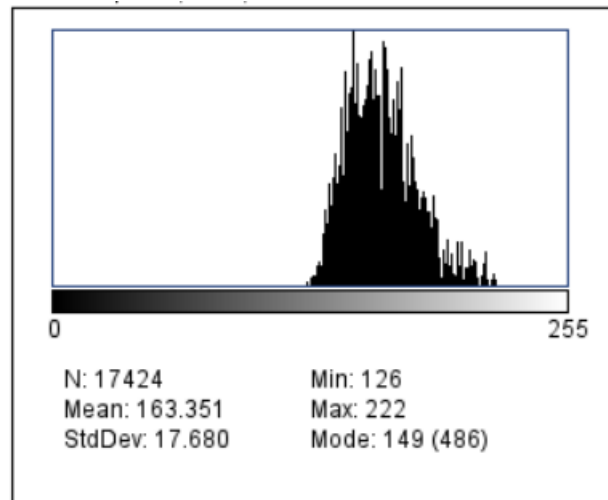
Figura 4: Radiografia de pré-molares inferiores, evidenciando a ROI na região apical do dente (a), representada por um quadrado em amarelo, na área de interesse da análise.



Fonte: O próprio autor (2023).

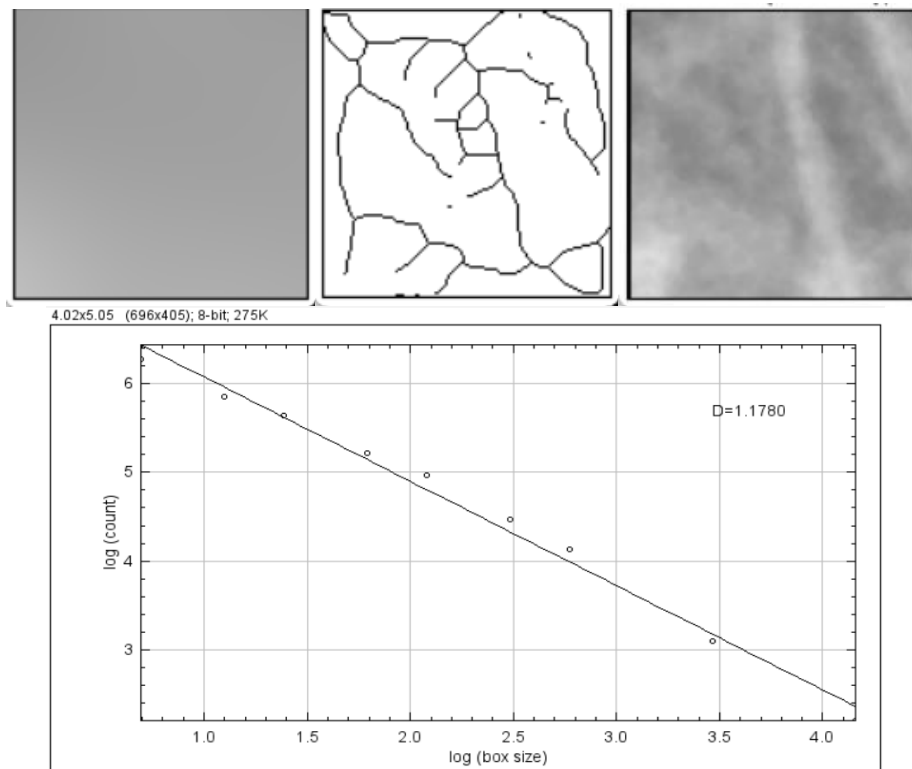
Foi acessado, também, o histograma de cada ROI (figura 5), cujos valores de tons de cinza variam de 0 a 255 para imagens no formato de *8 bits*. Com isso, foram coletados os dados de valores de média de tons de cinza (MTC) e o desvio padrão (DP), ambos da ROI selecionada.

Figura 5: Histograma correspondente à ROI com os valores de MTC (Mean) e DP (StdDev).



Fonte: O próprio autor (2023).

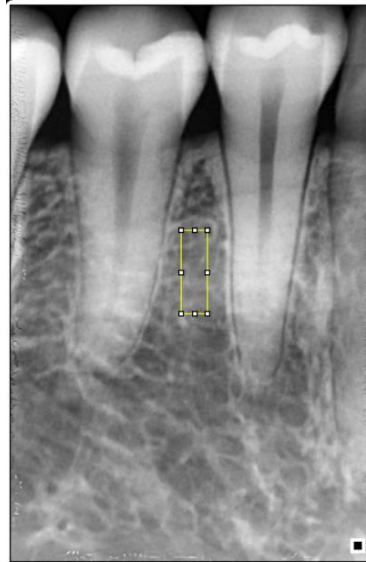
Figura 6: Imagem da ROI, mostrando a sequência de processamento no software ImageJ com os resultados provenientes da análise pelo método convencional modificado na representada pela figura 4.



Fonte: O próprio autor (2023).

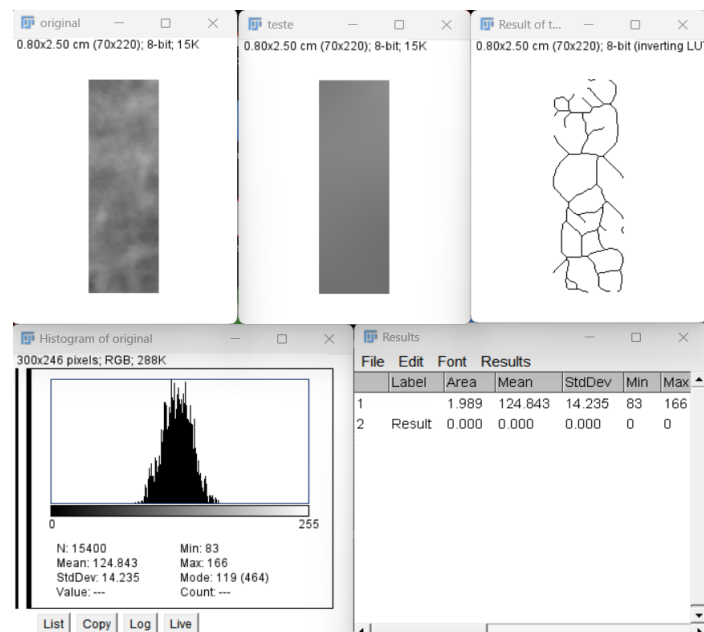
Após a seleção das ROIs, as mesmas passaram pelo processo de análise descrito na figura 8, que resulta nos dados desejados.

Figura 7: Radiografia de pré-molares inferiores, evidenciando a ROI interdentar (i), representada por um retângulo em amarelo, na região interdental.



Fonte: O próprio autor (2023).

Figura 8: Imagem da interface do software ImageJ com os resultados provenientes da análise pelo método convencional modificado na ROI representada pela figura 7.



Fonte: O próprio autor (2023).

O segundo método de obtenção da dimensão fractal é realizado via plugin FracLac (KARPERIEN 2013), para obtenção dos valores de DF por meio do uso da imagem diretamente em escala de cinza, sem a necessidade de binarização. O método simplificado está descrito na figura 9, onde foram destacadas as configurações utilizadas.

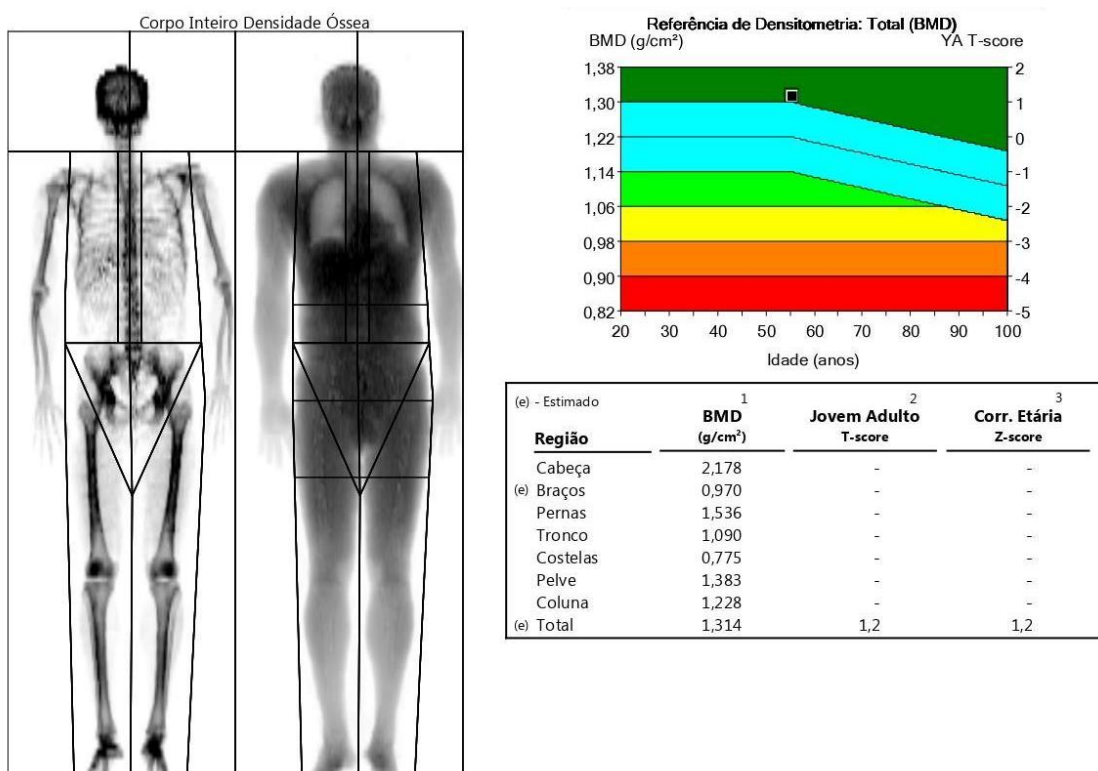
Figura 9: Interface do plugin FracLac para FIJI/ImageJ com as configurações utilizadas na análise da DF (em vermelho).



Fonte: FracLac for ImageJ.

Para análise da densidade mineral óssea corporal, os atletas foram submetidos ao exame de absorciometria de raios-x de dupla energia (DXA, do inglês *dual-energy x-ray absorptiometry*), em uma varredura de corpo inteiro. A aquisição do exame de densitometria foi realizado por uma operadora treinada (aluna doutoranda do Programa de Pós-graduação em Nutrição desta universidade) utilizando o equipamento Lunar Prodigy Advance, GE Medical Systems. Os dados obtidos foram exportados pelo software Encore (versão 10.51.006, GE Company). Foram realizadas calibrações diárias e semanais conforme preconiza o fabricante. Os exames ocorreram sob as configurações de 76 kV e 0,15 mA com uma dose de 0,4 μ Gy. O posicionamento do atleta para a realização do exame foi em decúbito dorsal conforme orientação do fabricante. Com isso, foi coletado dos dados obtidos o valor de DMO total, para fins de teste de correlação com os valores de DF. Os dados obtidos pela varredura de corpo inteiro por meio do DXA estão evidenciados na Figura 10.

Figura 10: Resultado da varredura de corpo inteiro por meio do DEXA, onde são discriminados os valores de DMO de cada região do corpo e de corpo total.



Fonte: O próprio autor (2023).

4.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Com a obtenção dos dados, os mesmos foram tabulados em Excel® e analisados no *Graphpad Prism 9.0* (Software GraphPad, San Diego, CA, EUA). Após, as estatísticas descritivas das variáveis contínuas foram obtidas, e foi realizado o teste de Shapiro-Wilk para averiguação da normalidade dos dados. Os testes comparativos entre as variáveis dependentes e os fatores de comparação nominais utilizados foram os testes t-Student e o de Mann-Whitney. O teste de correlação de Pearson foi utilizado, então, para confecção da matriz de correlação. Foi considerado o valor de $p < 0,05$ para dados com significância estatística.

5 RESULTADOS

Ao todo, dados de 29 atletas foram coletados nesta pesquisa, sendo 20 (69%) homens e 9 mulheres (31%), que apresentaram média de idade de 29,7 anos (DP = 8,2). A carga de treinamento semanal média destes foi de 13,8h semanais (DP = 4,3).

Dezesseis atletas apresentaram tórus mandibular, sendo quatro do sexo feminino e 8 do sexo masculino. Destes, todos apresentaram esta condição bilateral. Em relação ao edentulismo na área de interesse, um atleta do sexo feminino revelou ausência do segundo pré-molar, com retenção do dente decíduo. Já os desgastes dentais foram evidenciados em 15 atletas, sendo: 1 com desgaste oclusal (sexo feminino), 5 com desgastes incisais (2 do sexo feminino e 3 do masculino), 5 com ambos desgastes oclusal + incisal (1 do sexo feminino e 4 do masculino), 3 com desgastes cervicais (todos do sexo masculino) e 1 com desgaste oclusal + incisal + cervical (do sexo masculino). O autorrelato de apertamento dental ocorreu em 17 atletas, sendo cinco do sexo feminino e 12 do masculino.

Os valores médios das variáveis quantitativas relacionadas às ROIs da região apical e da região interdental, além dos valores de DMO corporal estão expressas na Tabela 1.

Tabela 1: Média e desvio padrão das variáveis quantitativas das regiões de interesse obtidas nas radiografias de pré-molar e de DMO

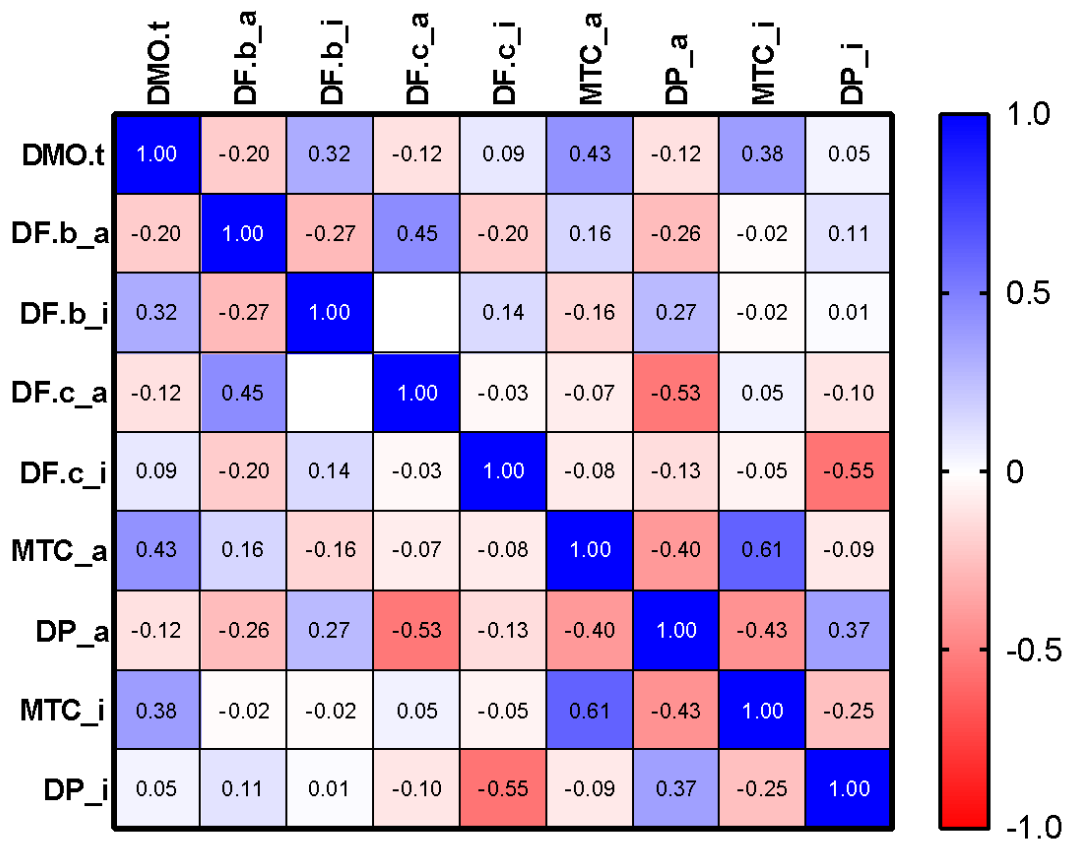
	Média	Desvio-padrão
Região apical (a)		
DF.b	1,24	,03
DF.c	1,18	,03
MTC	134	19
Região interdental (i)		
DF.b	1,21	,02
DF.c	1,13	,02
MTC	101	19
Avaliação corporal		
DMO	1,259	,11

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Em relação aos testes de correlação, foram consideradas para efeito de discussão apenas as correlações significantes e com magnitude moderada, forte ou muito forte. Os valores considerados de magnitude moderada escolhidos para discussão foram àqueles com maior relevância para os objetivos específicos. Todas as correlações estão dispostas na matriz de correlação, onde estão representados os valores da magnitude de correlação (r). As variáveis que apresentaram correlações significantes foram: MTC_a com DMO.t (p 0,02),

MTC_i com DMO.t (p 0,04), DF.c_a com DF.b_a (p 0,01), **DP_a com DF.c_a (p 0,003)**, **DP_i com DF.c_i (p 0,003)**, DP_a com MTC_a (p 0,03), **MTC_i com MTC_a (p 0,001)**, e MTC_i com DP_a (p 0,02) (Figura 11).

Figura 11: Matriz de correlação de Pearson. Correlações positivas em azul e negativas em vermelho. A magnitude da correlação está demonstrada pela intensidade da cor e pelo valor de r inserido dentro do quadrado.



Fonte: o próprio autor (2023)

Sobre a condição bucal e sua influência nos resultados de DF, foram comparadas duas situações: pacientes com tórus mandibular *versus* pacientes sem tórus, e pacientes que apresentaram facetas de desgaste *versus* pacientes que não apresentaram facetas de desgaste. Os dados referentes a estas análises estão dispostos na tabela 2.

Tabela 2 – Análise comparativa dos valores de Dimensão Fractal obtidos nas radiografias periapicais de pré-molares em relação aos achados clínicos intrabucais.

Dimensão Fractal	Presença de tórus (n=16)	Ausência de tórus (n=13)	p
DF.c_a	1,18±0,03	1,19±0,02	0,38
DF.b_a	1,23±0,04	1,25±0,05	0,19
DF.c_i	1,14±0,02	1,12±0,02	0,18
DF.b_i	1,22±0,02	1,21±0,03	0,23
	Presença de faceta de desgaste (n=15)	Ausência de faceta de desgaste (n=14)	p
DF.c_a	1,19±0,03	1,18±0,03	0,29
DF.b_a	1,25±0,04	1,23±0,04	0,31
DF.c_i	1,12±0,02	1,14±0,02	0,06
DF.b_i	1,21 (1,204;1,239)	1,22 (1,211; 1,232)	0,99

Fonte: elaborado pelo autor (2023)

6 DISCUSSÃO

Este trabalho mostrou-se promissor na avaliação de correlação entre DF e MTC com a saúde óssea sistêmica. Além de mostrar uma correlação entre esses índices locais e sistêmicos, os resultados de correlação negativa de desvio padrão dos tons de cinza com a DF pelo método de escala de cinza também explicitou que quanto maior for o leque de tons de cinza, menor seria a DF, e vice versa, sendo válido para as duas regiões avaliadas: apical e interdental. Além disso, a MTC_a e MTC_i se correlacionam de forma positiva, servindo como um resultado de controle positivo do método.

Objetivando discutir os resultados, vale ressaltar a alta prevalência de tórus mandibular na amostra. A etiologia do tórus ainda é desconhecida, mas sugere-se que a sobrecarga oclusal pode estar associada ao seu desenvolvimento. Essa sobrecarga oclusal se dá pelo sobreuso dos músculos da mastigação, fator que caracteriza um paciente bruxista. Este sobreuso pode acarretar sinais clínicos por alterações na estrutura dentária. O bruxismo apresenta diversos sinais e sintomas, como o desgaste excessivo dos dentes e o apertamento dental. Uma revisão sistemática da literatura buscou avaliar quais os sinais e sintomas estão relacionados ao tórus mandibular ou palatino e, com base nas evidências disponíveis na literatura, sugere-se que o tórus mandibular está associado à presença de desgaste dentário excessivo, e não há evidência de que apertamento dental esteja associado aos toros. O fato de 55,17% dos atletas dessa pesquisa apresentar tórus mandibular confronta a literatura sendo que o Brasil apresenta uma prevalência de tórus entre 20 a 30% (BERTAZZO-SILVEIRA et al., 2017), sendo assim, sugere-se que essa alta incidência seja devido à característica da amostra, composta por atletas com carga horária de treino elevada e que possivelmente esses fatores influenciam na ocorrência de toro.

Com esse dado, justifica-se a alta prevalência também de desgaste dentário, relatada na literatura com alta prevalência em adultos jovens, que apresentaram algum tipo de faceta de desgaste (OUDKERK et al., 2023). Neste trabalho, a prevalência foi de 51,72%. Não encontramos na literatura dados de prevalência de tórus, apertamento dental e facetas de desgaste na população de atletas com similaridades aos indivíduos avaliados nesta pesquisa, dificultando a comparação dos dados. Sugere-se que mais estudos desses fatores na população citada possam ser realizados para melhor entendimento.

Em relação ao apertamento dental, a prevalência de bruxismo do sono na população é de 8 a 31,4%, e o bruxismo em vigília 22,1 a 31% (GOLDSTEIN; DESANTIS; GOODACRE, 2021). Esses dados são baseados em auto relato, o que torna um dado não

muito representativo da real condição do indivíduo, com isso, Maluly et al. (2013) realizaram estudo para determinar a prevalência de bruxismo do sono com polissonografia, padrão ouro no diagnóstico dessa condição. O estudo avaliou 1042 indivíduos que responderam ao questionário, resultando em 12,5% de bruxistas por auto relato, após o exame citado, apenas 5,5% tiveram o diagnóstico de bruxismo, esse dado nos mostra a fragilidade do auto relato (MALULY et al., 2013). Nossos atletas apresentaram uma prevalência de 58,62% de apertamento dental. Essa alta prevalência de apertamento se dá pelo esforço e tentativa de concentração na realização das atividades físicas. Como citado, os dois únicos fatores que parecem estar relacionados são o toro e facetas de desgaste, mas levando em consideração as particularidades da população de atletas, sugere-se estudos que busquem relacionar toro mandibular, faceta de desgaste e apertamento dental em atletas para que tenhamos dados representativos e reprodutivos. Concomitante a esses fatos, de acordo com Mesudy Citir et al. (2023), em um estudo de avaliação óssea por análise fractal em radiografias panorâmicas, comparando pacientes bruxistas e não bruxistas, concluiu que o bruxismo não causa alterações estatisticamente significantes na DF, embora seja uma pesquisa com radiografias panorâmicas, que possuem menor resolução de exame (ÇITIR; KARSLIOGLU; UZUN, 2023). No entanto, os resultados corroboram com os achados deste trabalho.

Entre os índices radiográficos e de DMO foi encontrado na região apical e interdental, que o DP_a correlacionou negativamente com DF.c_a, assim como DP_i e DF.c_i. De acordo com da Silva et al. (2023), o método de obtenção da DF pelo *plugin Fraclac*, baseada no uso da imagem em escala de cinza, mostra um resultado similar à DF por binarização. Sugeriu-se, então, utilizar o método por meio das escalas de cinza, visto que demanda menor tempo e menor risco de erro no processo de obtenção. A mesma autora já encontrou a mesma correlação negativa entre DP e DF.c em uma pesquisa com radiografias de pessoas normoreativas. Levando em consideração que esse dado é o mesmo em pessoas normais reativas e em atletas, sugere-se o índice de DP, de fácil obtenção via histograma, um índice com potencial para triagem em avaliações ósseas dos pacientes.

Outro resultado a ser destacado foi a correlação positiva entre os dados de média de tons de cinza da região apical e interdental. Isto mostra a validação do método de análise desse índice, sugerindo que regiões próximas respondem de forma equivalente, em termos média de tons de cinza e, com isso, corroborando com os dados citados nos parágrafos anteriores, reiterando a fidelidade que esse índice pode ser utilizado como um *screening*, no acompanhamento longitudinal do atleta.

As principais limitações deste estudo incluem o fator humano, visto que é difícil a execução de um estudo clínico, inclusive com um nicho de trabalho específico. O público de atletas demandou dificuldades como a disponibilidade de tempo e deslocamento até a instituição. Também se destacam as particularidades inerentes ao trabalho multiprofissional, que requer a disponibilidade dos membros da equipe de pesquisa e equipamentos, simultaneamente, para a realização das coletas. Estas dificuldades resultaram em um número de participantes reduzido. Além disso, soma-se o fator institucional, com a indisponibilidade dos materiais de radiologia digital, sendo necessário o empréstimo particular do sensor digital de raios-x, visto que a universidade não dispõe desse equipamento. Outra limitação foi o fato de ser um estudo transversal, o que pode sugerir que estudos longitudinais nessa população possam trazer dados mais completos, pelo fato de avaliar o indivíduo mais de uma vez. Uma limitação importante a respeito da metodologia e dos achados é a falta de identificação do lado mastigatório predominante em cada indivíduo, pois acredita-se que a biomecânica pode diferir entre os lados e resultar em achados diferentes em relação a microarquitetura trabecular e a intensidade dos níveis de cinza nas duas regiões analisadas.

7 CONCLUSÕES

Pode-se concluir que:

- As radiografias periapicais digitais da região de pré-molares inferiores são passíveis de serem submetidas à análise fractal, e a dimensão fractal pode ser acessada tanto pelo método da binarização, quanto pelo método baseado no uso das imagens em escala de cinza. Com isso, é possível acessar informações sobre parâmetros não convencionais, juntamente com os dados convencionais relativos aos tons de cinza, e que esses índices podem ser usados para avaliação de atletas.
- Houve correlação moderada entre a densidade mineral óssea corporal com os níveis de cinza, ou seja, existe uma relação entre a saúde óssea sistêmica e a radiopacidade encontrada nos exames radiográficos de mandíbula.
- Os valores da dimensão fractal obtidos pelo método de processamento usando as imagens em escala de cinza estão correlacionados com a variação nos níveis de cinza.
- Não parece haver influência da presença de tórus mandibular e de facetas de desgaste dental no valor da DF na condição avaliada neste estudo.

8 REFERÊNCIAS

- BAUER, J. S. et al. Structural analysis of trabecular bone of the proximal femur using multislice computed tomography: a comparison with dual X-ray absorptiometry for predicting biomechanical strength in vitro. **Calcified tissue international**, v. 78, n. 2, p. 78–89, 2006.
- BERTAZZO-SILVEIRA, Eduardo et al. Association between signs and symptoms of bruxism and presence of tori: a systematic review. **Clinical Oral Investigations**, v. 21, n. 9, p. 2789–2799, 1 dez. 2017.
- BONOTTO, Daniel et al. **Prevalence of temporomandibular disorders in rugby players**. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31355769/>>. Acesso em: 19 set. 2023.
- ÇITIR, Mesude; KARSLIOGLU, Hazal; UZUN, Canan. Evaluation of mandibular trabecular and cortical bone by fractal analysis and radiomorphometric indices in bruxist and non-bruxist patients. **BMC Oral Health**, v. 23, n. 1, 1 dez. 2023.
- DA SILVA, Maria Eduarda Broering et al. Fractal analysis of dental periapical radiographs: a revised image processing method. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology**, 2 dez. 2022. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2212440322012822>>. Acesso em: 12 dez. 2022.
- DE SOUZA, Jullian Josnei et al. Evaluation of the oral health conditions of volleyball athletes. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 26, n. 3, p. 239–242, 2020.
- DONG, Pinliang. Lacunarity for Spatial Heterogeneity Measurement in GIS. **Geographic Information Sciences**, v. 6, n. 1, p. 20–26, 2000. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/action/journalInformation?journalCode=tagi20>>. Acesso em: 2 jul. 2022.
- FARIA, Gabrielle Cambraia et al. Dimensão fractal e lacunaridade como parâmetros de avaliação da qualidade óssea na mandíbula de indivíduos saudáveis: análise por meio da tomografia computadorizada de feixe cônico. **HU Revista**, v. 47, p. 1–7, 18 mar. 2021. Disponível em: <<https://periodicos.ufjf.br/index.php/hurevista/article/view/32583>>. Acesso em: 12 ago. 2021.
- “FracLac for ImageJ”. Disponível em: <<https://imagej.nih.gov/ij/plugins/fraclac/FLHelp/Introduction.htm>>. Acesso em: 9 fev. 2022.
- GERAETS, W G; VAN DER STELT, P F. Fractal properties of bone. **Dento maxillo facial radiology**, v. 29, n. 3, p. 144–53, 2000. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22835437>>.
- GINSZT, Michał et al. Masticatory muscles activity in sport climbers. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 4, 2 fev. 2020.
- GOLDSTEIN, Gary; DESANTIS, Louis; GOODACRE, Charles. Bruxism: Best Evidence Consensus Statement. **Journal of Prosthodontics**, v. 30, n. S1, p. 91–101, 1 abr. 2021.
- GOOLSBY, Marci A.; BONIQUIT, Nicole. Bone Health in Athletes: The Role of Exercise, Nutrition, and Hormones. **Sports Health**, v. 9, n. 2, p. 108–117, 1 mar. 2017.
- IRIE, M.S. et al. Use of micro-computed tomography for bone evaluation in dentistry. **Brazilian Dental Journal**, v. 29, n. 3, 2018.
- KATO, Camila Nao et al. Use of fractal analysis in dental images: a systematic review. **Dento maxillo facial radiology**, v. 49, n. 2, p. 20180457, 2020.
- KINJO, Rio et al. Development of a wearable mouth guard device for monitoring teeth clenching during exercise. **Sensors**, v. 21, n. 4, p. 1–14, 2 fev. 2021.
- MALULY, M. et al. Polysomnographic Study of the Prevalence of Sleep Bruxism in a Population Sample. **Journal of Dental Research**, v. 92, n. 7 Suppl, p. S97–S103, 2013.
- MARRO, F. et al. Erosive tooth Wear in special Olympic athletes with intellectual disabilities. **BMC Oral Health**, v. 19, n. 1, 28 fev. 2019.
- MCCURDIE, Ian. **Imaging in sport and exercise medicine: “A sports physician’s outlook and needs”**. **British Journal of Radiology**. [S.l.]: Br J Radiol. , ago. 2012
- MERLE, Cordula Leonie et al. Orofacial conditions and oral health behavior of young athletes: A comparison of amateur and competitive sports. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 32, n. 5, p. 903–912, 7 maio 2022. Disponível em:

- <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/sms.14143>>. Acesso em: 19 set. 2023.
- NATTIV, Aurelia et al. The Female Athlete Triad. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 39, n. 10, p. 1867–1882, out. 2007. Disponível em: <<https://journals.lww.com/00005768-200710000-00026>>. Acesso em: 19 set. 2023.
- OUDKERK, Julie et al. **Risk factors of tooth wear in permanent dentition: A scoping review. Journal of Oral Rehabilitation**. [S.l.]: John Wiley and Sons Inc. , 1 out. 2023
- RABELO, Gustavo Davi et al. Cortical Fractal Analysis and Collagen Crosslinks Content in Femoral Neck After Osteoporotic Fracture in Postmenopausal Women: Comparison with Osteoarthritis. **Calcified Tissue International**, 16 jun. 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s00223-017-0378-9>>.
- _____. Multiscale bone quality analysis in osteoarthritic knee joints reveal a role of the mechanosensory osteocyte network in osteophytes. **Scientific Reports**, 2020.
- ROSCHGER, P. et al. Bone mineralization density distribution in health and disease. **Bone**, v. 42, n. 3, p. 456–466, 2008.
- SANCHEZ-MOLINA, David et al. Fractal dimension and mechanical properties of human cortical bone. **Medical Engineering & Physics**, v. 35, n. 5, p. 576–582, 2013.
- SCHTSCHERBYNA, Annie; RIBEIRO, Beatriz Gonçalves; MARIA LUCIA FLEIUSS, Farias. Bone Health, Bone Mineral Density, and Sports Performance. **Nutr. Enhanc. Sport. Perform. Muscle Build. Endur. Strength**. [S.l.]: Elsevier, 2018. p. 73–81.
- VAN TIMMEREN, Janita E. et al. **Radiomics in medical imaging—“how-to” guide and critical reflection. Insights into Imaging**. [S.l.]: Springer. , 1 dez. 2020
- WHITE, Stuart C.; RUDOLPH, David J. Alterations of the trabecular pattern of the jaws in patients with osteoporosis. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics**, v. 88, n. 5, p. 628–635, nov. 1999.
- YAŞAR, Füsun; AKGÜNLÜ, F. Fractal dimension and lacunarity analysis of dental radiographs. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 34, n. 5, p. 261–267, 2005.
- YASAR, Fusun; AKGUNLU, Faruk. Evaluating Mandibular Cortical Index Quantitatively. **European journal of dentistry**, v. 2, n. October, p. 283–290, 2008.

ANEXO 1 – Ata da Defesa.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
CURSO DE ODONTOLOGIA
DISCIPLINA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ODONTOLOGIA

ATESTADO DOS MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA

Eu, Gustavo Davi Rabelo, orientador do aluno João Vitor da Silva Amorim, declaro para os devidos fins que todos os membros que compõem a Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão de Curso por mim orientado não possuem relação de parentesco com o aluno, atendendo, assim, os requisitos do Regulamento do TCC de Graduação do Curso de Odontologia (capítulo X, Art.35, §4º, item 7).

Florianópolis, 04 de setembro de 2023.

Gustavo Davi Rabelo

Orientador

Shirley Cristina de Aguiar

Membro da Banca

Letícia Rublon

Membro da Banca

ANEXO 2 – Ficha de coleta de dados.

Iniciais: _____

Código: _____

Data de nascimento: ___/___/_____ Sexo: () F () M

Telefone: _____ E-mail: _____

Esporte(s) que pratica: _____

Carga horária semanal de treino (h/semana por modalidade): _____

Peso: _____ Altura: _____

Esta fazendo uso de alguma medicação? () Sim () Não –
Qual(is) _____

Há quanto tempo? _____

Menstruação normal: () Sim () Não Obs.: _____

Já teve ou tem alguma das seguintes doenças? () Cardíacos () Renais () Gástricos ()
() Articulares ou reumatismo () Diabetes () Tireóide () Familiares () Outras

Já teve algum episódio de fratura óssea por estresse? Sim () Não ()

Avaliação Estomatológica:

Presença de:

Tórus mandibular: Sim () Não () () Unilateral () Bilateral

Linha alba marcada: Sim () Não () () Unilateral () Bilateral

Língua Crenada: Sim () Não () () Unilateral () Bilateral

Edentulismo na área de interesse: Sim () Não ()

Desgaste : () Oclusal () Incisal () Cervical () Não evidente.

Relata apertamento dental: Sim () Não ()

Outras lesões na área de interesse: Sim () Não ()

- Tecido mole: _____
- Tecido duro: _____

ANEXO 3 – TCLE.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidar você a participar como voluntário (a) da pesquisa: Dimensão fractal na mandíbula e outros marcadores de qualidade óssea em atletas: correlação com densidade mineral óssea.

Justificativa: A redução da densidade mineral óssea (DMO) pode acontecer em atletas de alta carga de treinamento, principalmente em modalidades de resistência e de modalidades que exigem baixo peso. Isso pode representar um risco aumentado a fraturas durante a prática esportiva. No entanto, o exame de absorciometria de dupla energia (DXA), que realiza o diagnóstico da DMO, é de alto custo. Por este motivo, este estudo busca investigar se, para avaliar a DMO do atleta, o uso da dimensão fractal nas radiografias odontológicas é plausível, já que emite menor dose de radiação e é realizado rotineiramente na odontologia. Além disso, para avaliarmos se existe uma diferença entre atletas e não atletas, também selecionaremos

Procedimento: Caso você concorde em participar, iremos realizar as seguintes atividades com você: Iremos realizar uma anamnese (questionário), o exame da composição corporal com o DXA, tomadas radiográficas (radiografias periapicais) e um exame completo da sua boca. O DXA é um exame que fornecerá a você um panorama geral da sua saúde óssea e também da sua composição corporal. O exame físico da boca irá avaliar a presença de alterações e ver como está sua saúde bucal, o que será complementado pelas radiografias periapicais, que serão utilizadas para fim de avaliação do osso localmente, para depois ver a relação destes resultados com o exame do DXA.

Desconforto ou riscos: O exame radiográfico será feito para realização da pesquisa, mas poderemos ceder suas imagens e estas tomadas fazem parte de um acompanhamento odontológico. A radiografia apresenta o benefício que propõe avaliar um segmento da sua saúde bucal e manter seu acompanhamento e terapêutica necessária, bem como o exame de DXA, que lhe trará informações importantes a respeito da sua saúde óssea. Esses exames serão realizados para a execução da pesquisa. Ambos requerem radiação ionizante na sua realização, o que denomina um risco ao participar desta pesquisa. Porém, enfatiza-se que estes exames emitem doses baixas de radiação em comparação com outros exames em geral (tomografias, por exemplo). Pode ocorrer possibilidade de quebra de sigilo de identificação, que será evitada ao máximo, pois iremos identificá-lo utilizando códigos, ao invés dos dados pessoais como seu nome. Se os exames apresentarem alterações odontológicas, estas serão devidamente avaliadas e tratadas no atendimento odontológico prestado pelo Projeto de Odontologia do Esporte (PODEum) na UFSC, nos quais participantes da pesquisa fazem parte. Ademais, se seu exame de DXA mostrar alguma alteração, você será encaminhado para um serviço médico de Ortopedia e/ou Endocrinologia e Metabologia, que poderá fazer uma avaliação minuciosa da sua saúde óssea e o que pode ter alterado o resultado do seu exame.

Benefícios: estudo ajudará a obter informações e conhecimentos futuros que auxiliarão em um entendimento mais aprofundado sobre a avaliação da sua qualidade óssea. O (a) Sr. (a), não terá nenhum benefício imediato com a participação no estudo.

Ficha de coleta e privacidade: Os dados referentes à sua identificação (nome, telefone e número do prontuário) e saúde (história médica pregressa) serão anotados em uma ficha de coleta que ficará sob responsabilidade do pesquisador responsável, com a garantia de que haverá sigilo quanto a sua identidade. Os resultados obtidos ficarão sob a responsabilidade dos pesquisadores envolvidos no projeto, e serão utilizados como dados de pesquisa científica, podendo vir a serem divulgados em artigos e/ou congressos, resguardando-se sempre o sigilo quanto à sua identificação. No entanto, o Sr(a) poderá ter acesso aos resultados provenientes das análises, caso seja do seu interesse.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os pesquisadores tratarão a sua identidade atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos

e científicos. Cabe ressaltar que os dados coletados serão utilizados exclusivamente para o desenvolvimento da presente pesquisa.

Dúvidas: Qualquer dúvida, não receie em perguntar quantas vezes necessário, e o (a) Sr(a) será esclarecido em qualquer momento da pesquisa.

Retirada do Consentimento: Caso não deseje participar dessa pesquisa ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, poderá fazê-lo em qualquer momento sem qualquer prejuízo ou punição.

Despesas: A participação nesta pesquisa poderá gerar despesas em relação ao seu deslocamento e alimentação. Possíveis gastos poderão ser ressarcidos, incluindo àqueles de transporte e alimentação no dia da coleta de dados.

Resultado: Caso o Sr(a) tenha interesse em saber o resultado, entre em contato com os pesquisadores nos telefones abaixo, caso esse questionamento seja presencial, o pesquisador entrará em contato com o Sr(a) por telefone ou email para lhe divulgar o resultado.

Para participar deste estudo você não receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se você tiver algum dano por causa das atividades que fizermos com você nesta pesquisa, você tem direito a indenização.

Em suma, a participação na pesquisa intitulada “Dimensão fractal na mandíbula e outros marcadores de qualidade óssea em atletas: correlação com densidade mineral óssea” é de livre e espontânea vontade do participante. O participante está livre para, a qualquer momento, deixar de participar da pesquisa sem que isso implique em prejuízo ao tratamento e que não preciso apresentar justificativas para isso. Todas as informações fornecidas e os resultados obtidos na pesquisa só serão utilizados para divulgação científica em reuniões e revistas científicas. Todos os resultados obtidos serão repassados ao participante, independentemente do fato desses dados poderem mudar meu consentimento em participar da pesquisa. As respostas às questões contidas no formulário de ficha de coleta de dados serão feitas de acordo com o que se pergunta. Todos os procedimentos serão realizados perante autorização do participante e conduzidos pelos pesquisadores (Gustavo Davi Rabelo, Mabel Mariela Rodriguez Cordeiro, Helena Pickler Fronza e João Vitor da Silva Amorim) do projeto de pesquisa, que também irão realizar os exames que serão necessários, sem quaisquer ônus financeiros a nenhuma das partes. A autorização da utilização destes resultados (suas respectivas cópias) serão somente para fins científicos e de estudos (livros, artigos e slides), em favor desta pesquisa, porém o participante não deverá ser identificado por nome ou qualquer outra forma. Qualquer dúvida contatará um dos pesquisadores envolvidos na pesquisa Gustavo Davi Rabelo pelo telefone (048) 3721-9520 ou (34) 99335-0844 e e-mail dr.gustavorabelo@yahoo.com.br, e Helena Pickler Fronza, telefone (47) 99101-2185 e e-mail helenapickler@gmail.com, para questões relacionadas à pesquisa. O pesquisador Gustavo Davi Rabelo poderá ser encontrado na Sala de Professores da Estomatologia, Bloco D, Sala D210 no Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Santa Catarina, na rua Delfino Conti, sem número, Bairro Trindade, Florianópolis/SC. Em caso de queixas e/ou dúvidas sobre o andamento ético da pesquisa e informações/esclarecimentos, por favor, entre em contato o **Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos** (CEPSH-UFSC), situado no Prédio Reitoria II, 7º andar, sala 701, localizado na Rua Desembargador Vitor Lima, nº 222, Trindade, Florianópolis - Telefone para contato: 3721-6094. O CEPSH é um órgão colegiado interdisciplinar, deliberativo, consultivo e educativo, vinculado à Universidade Federal de Santa Catarina, mas independente na tomada de decisões, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos.

Assim, concordo em participar da pesquisa em questão. Declaro ainda que uma via do presente Termo de Consentimento me foi entregue, assinada e rubricada pelos pesquisadores.

Assinatura do participante:

Eu, pesquisador responsável pela pesquisa, confirmo que irei cumprir todas as normas e orientações da Resolução N° 466/12 do Conselho Nacional de Saúde.

Assinatura do pesquisador responsável