



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Campus de São José dos Campos  
Instituto de Ciência e Tecnologia

**NATÁLIA CAROLINE QUEIROZ COSTA**

**TÉCNICA DA ANÁLISE DE TEXTURA EM IMAGENS DE  
TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO PARA  
A IDENTIFICAÇÃO DO EFEITO DE ALTERAÇÕES  
DEGENERATIVAS EM OSSO MEDULAR CONDILAR NAS  
ARTICULAÇÕES TEMPOROMANDIBULARES**

2023

**NATÁLIA CAROLINE QUEIROZ COSTA**

**TÉCNICA DA ANÁLISE DE TEXTURA EM IMAGENS DE TOMOGRAFIA  
COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO PARA A IDENTIFICAÇÃO DO EFEITO  
DE ALTERAÇÕES DEGENERATIVAS EM OSSO MEDULAR CONDILAR NAS  
ARTICULAÇÕES TEMPOROMANDIBULARES**

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Campus de São José dos Campos, como parte dos requisitos para obtenção do título de MESTRA, pelo Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIAS APLICADAS À SAÚDE BUCAL.

Área: Patologia e Diagnóstico Bucal. Linha de pesquisa: Disfunções temporomandibulares e dor orofacial: diagnóstico e tratamento.

Orientadora: Profa. Dra. Michelle Bianchi de Moraes

Coorientador: Prof. Dr. Sérgio Lúcio Pereira de Castro Lopes

São José dos Campos

2023

Instituto de Ciência e Tecnologia [internet]. Normalização de tese e dissertação [acesso em 2024]. Disponível em <http://www.ict.unesp.br/biblioteca/normalizacao>

Apresentação gráfica e normalização de acordo com as normas estabelecidas pelo Serviço de Normalização de Documentos da Seção Técnica de Referência e Atendimento ao Usuário e Documentação (STRAUD).

Costa, Natalia Caroline Queiroz

Técnica da análise de textura em imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico para a identificação do efeito de alterações degenerativas em osso medular condilar nas articulações temporomandibulares / Natalia Caroline Queiroz Costa. - São José dos Campos : [s.n.], 2023.

49 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Pós-Graduação em Ciências Aplicadas à Saúde Bucal - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos, 2023.

Orientadora: Michelle Bianchi de Moraes

Coorientador: Sergio Lucio Pereira de Castro Lopes

1. Articulação temporomandibular. 2. Diagnóstico por imagem. 3. Tomografia computadorizada de feixe cônico. I. Moraes, Michelle Bianchi de, orient. II. Lopes, Sergio Lucio Pereira de Castro, coorient. III. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos. IV. Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho' - Unesp. V. Universidade Estadual Paulista (Unesp). VI. Título.

## **BANCA EXAMINADORA**

**Profa. Dra. Michelle Bianchi de Moraes** (Orientadora)

Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Instituto de Ciência e Tecnologia

Campus de São José dos Campos

**Prof. Dr. Fábio Ricardo Loureiro Sato**

Hospital dos Defeitos da Face

Departamento de Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial

Cirurgião Bucomaxilofacial

**Profa. Dra. Marianne Spalding**

Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Instituto de Ciência e Tecnologia

Campus de São José dos Campos

São José dos Campos, 13 de março de 2023.

## RESUMO

Costa NCQ. Técnica da análise de textura em imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico para a identificação do efeito de alterações degenerativas em osso medular condilar nas articulações temporomandibulares [dissertação]. São José dos Campos (SP): Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia; 2023.

A articulação temporomandibular (ATM) é considerada uma das mais complexas articulações que compõem o sistema musculoesquelético. Aspectos anatômicos da sua localização impõe dificuldades de acesso e abordagem clínica das disfunções temporomandibulares (DTM), sendo o método tomográfico computadorizado por feixe cônico (TCFC) uma modalidade que possibilita identificação dos componentes ósseos da ATM e processos patológicos como a doença articular degenerativa (DAD). Este estudo teve como objetivo caracterizar o osso medular de cabeças de mandíbula acometidas por aplainamento, osteófito e erosão. Foram realizadas análise de textura (AT) em 80 imagens de TCFC de cabeças de mandíbula, com três regiões de interesse (ROIs) correspondentes aos sítios ósseos específicos. Os exames foram exportados para o software MaZda, onde as ROIs foram delimitados seguindo os contornos previamente demarcados e valores da matriz de coocorrência (MCO) foram calculados para os parâmetros selecionados da AT. Posteriormente os dados foram submetidos a análise estatística com o teste de Kruskal-Wallis com correção do p-valor pelo método FDR e nível de significância de 5%. O grupo erosão apresentou um comportamento significativamente diferente dos demais grupos de estudo em todos os parâmetros analisados. Pôde-se concluir que as medulares ósseas condilares de ATM acometidas por erosão apresentaram comportamentos distintos, indicando que já haja processos de alterações degenerativas instalados possibilitando assim a avaliação da condição medular em TCFC através da AT.

Palavras-chave: articulação temporomandibular; diagnóstico por imagem; tomografia computadorizada de feixe cônico.

## ABSTRACT

Costa NCQ. *Technique of texture analysis in cone beam computed tomography images to identify the effect of degenerative changes in medullary condylar bone in temporomandibular joints [dissertation]. São José dos Campos (SP): São Paulo State University (Unesp), Institute of Science and Technology; 2023.*

*The temporomandibular joint (TMJ) is considered one of the most complex joints that make up the musculoskeletal system. Anatomical aspects of its location impose difficulties in accessing and clinically approaching temporomandibular disorders (TMD), with the cone beam computed tomographic method (CBCT) being a modality that allows the identification of the bone components of the TMJ and pathological processes such as degenerative joint disease (DAD). This study aimed to characterize the medullary bone of mandible heads affected by flattening, osteophytes and erosion. Texture analysis (TA) was performed on 80 CBCT images of condyle heads, with three regions of interest (ROIs) corresponding to specific bone sites. The exams were exported to the MaZda software, where the ROIs were delimited following previously marked contours and values of the co-occurrence matrix (MCO) were calculated for the selected TA parameters. Subsequently, the data were submitted to statistical analysis with the Kruskal-Wallis test with correction of the p-value by the FDR method and a significance level of 5%. The erosion group showed a significantly different behavior from the other study groups in all analyzed parameters. It could be concluded that the TMJ condylar bone marrow affected by erosion showed different behaviors, indicating that there are already installed processes of degenerative alterations, thus enabling the assessment of the spinal cord condition in CBCT through TA.*

*Keywords: temporomandibular joint; imaging diagnosis; cone beam computed tomography.*

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AT	Análise de textura
ATM	Articulação temporomandibular
AngScMom	Momento angular secundário
.bpm	Bitmap
DAD	Doença articular degenerativa
DICOM	Digital Imaging and Communications in Medicine
DifEntrp	Diferença de entropia
DTM	Disfunção temporomandibular
FOV	Medição de campo de visão
MCO	Matriz de coocorrência
RMN	Ressonância magnética nuclear
ROI	Região de interesse
SumEntrp	Soma das Entropias
SumOfSqs	Soma dos Quadrados
TC	Tomografia computadorizada
TCFC	Tomografia computadorizada de feixe cônico

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>7</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>9</b>
<b>2.1 Disfunção Temporomandibular</b> .....	<b>9</b>
<b>2.1.1 Exames de Imagem</b> .....	<b>9</b>
<b>2.1.2 Análise de Textura</b> .....	<b>11</b>
<b>3 PROPOSIÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>14</b>
<b>4.1 Calibração dos avaliadores</b> .....	<b>14</b>
<b>4.1.1 Cálculo amostral</b> .....	<b>14</b>
<b>4.1.2 Caracterização da Amostra</b> .....	<b>14</b>
<b>4.1.3 Critérios de inclusão</b> .....	<b>15</b>
<b>4.1.4 Critérios de exclusão</b> .....	<b>16</b>
<b>4.1.5 Randomização da amostra</b> .....	<b>16</b>
<b>4.1.6 Aquisição e classificação das imagens TCFC</b> .....	<b>16</b>
<b>4.1.7 Estatística</b> .....	<b>20</b>
<b>5 RESULTADO</b> .....	<b>22</b>
<b>6 DISCUSSÃO</b> .....	<b>37</b>
<b>7 CONCLUSÃO</b> .....	<b>42</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>43</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>46</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A ATM é uma das articulações mais complexas do corpo e consiste em componentes intracapsulares e extracapsulares (como cápsulas, ligamentos, vasos e nervos). Seus componentes intracapsulares podem ser divididos em componentes ósseos, como a cabeça da mandíbula, a fossa mandibular e a eminência articular, e componentes de tecidos moles, como disco da ATM e inserção do disco (Tamimi et al., 2019).

A DAD é um subtipo de DTM associada ao deslocamento de disco articular, trauma, sobrecarga funcional e doenças autoimunes (Tsai et al., 2021). As alterações ósseas da ATM podem ocorrer gradualmente após a meia-idade e, portanto, são também conhecidas como uma doença relacionada à idade. A taxa de alterações ósseas da ATM está associada à progressão da degeneração: os primeiros sinais são erosão ou achatamento, enquanto os osteófitos e esclerose são o último estágio da degeneração (Nguyen et al., 2019).

A anatomia da ATM pode ser avaliada por meio de técnicas de aquisição de imagem incluindo a radiografia (panorâmica e transcraniana), TCFC, tomografia computadorizada (TC) e imagem por ressonância magnética nuclear (RMN) (Shahidi et al., 2018). O exame radiográfico possui vantagens como a baixa dose de exposição à radiação, procedimentos simples e rápidos para a obtenção de imagens e baixo custo. Permite a avaliação da ATM, incluindo o côndilo mandibular, eminência articular e fossa articular, entretanto, apresenta uma limitação inerente à técnica, pois fornece imagens bidimensionais (2D) com sobreposição de estruturas e vários graus de distorção, portanto, as imagens tridimensionais (3D) obtidas por TCFC permitem uma avaliação mais confiável dessas estruturas (Gonçalves et al., 2020; Im et al., 2018). No entanto, quando caracterizados por variações estruturais de pequenas proporções, os padrões ósseos afetados pela DAD na ATM podem não ser identificados nas imagens de TCFC.

A AT é um método usado para quantificar as distribuições espaciais de intensidades em imagens usando um software de digitalização (Wang et al., 2019). É uma técnica matemática aplicada a imagens 2D e 3D para identificação de

estruturas envolvendo variação de intensidade dos valores dos elementos da imagem (pixels). A principal vantagem do uso de AT em comparação com outros métodos é que vários recursos de imagem ocultos na imagem estudada podem ser analisados e são conhecidos como parâmetros de textura (de Rosa et al., 2020).

Diante disso, o estudo teve por finalidade avaliar a porção medular da cabeça da mandíbula em alterações degenerativas da ATM por meio de AT em imagens de TCFC.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Disfunção Temporomandibular**

O termo DTM engloba um grupo de condições musculoesqueléticas e neuromusculares que envolvem as ATMs e tecidos associados, ou seja, afetam os músculos da mastigação, os tecidos moles, incluindo o disco articular, e os componentes ósseos da ATM (Schiffman, Ohrbach, 2016).

Com o objetivo de apresentar uma visão atual sobre os fatores mais frequentes envolvidos nos mecanismos causadores das DTMs, Chisnoiu et al. (2015) realizaram uma revisão crítica da literatura concluindo que a DTM é de etiologia multifatorial, evidenciada pela combinação de fatores fisiológicos e psicológicos, alterando o equilíbrio funcional do sistema estomatognático.

Segundo Mallya et al. (2022) nas recomendações do Comitê da Academia Americana de Radiologia Oral e Maxilofacial e da Academia Americana de Dor Orofacial, inicialmente, o diagnóstico das patologias da ATM deve ser baseado no exame clínico e nos sintomas apresentados, no entanto, os autores identificaram que as DTMs representam um verdadeiro desafio diagnóstico. O exame clínico não pode avaliar completamente os componentes ósseos e tecidos moles da ATM e os exames histopatológicos são localmente invasivos, enfatizando que um exame clínico completo associado a exames de imagem são as principais ferramentas de diagnóstico para identificar os contribuintes etiológicos e definir a extensão das doenças da ATM, fornecendo informações que influenciam diretamente no plano de tratamento.

#### **2.1.1 Exames de Imagem**

Mallya et al. (2022) relataram que diversas técnicas radiológicas têm sido utilizadas no diagnóstico por imagem da ATM, entretanto, para coletar de forma

otimizada as informações diagnósticas, deve-se conhecer as capacidades e limitações das técnicas de imagem disponíveis. As modalidades de imagem atuais para ATM incluem radiografia panorâmica, tomografia computadorizada de feixe cônico, tomografia computadorizada convencional, imagem por ressonância magnética e a cintilografia óssea, que pode fornecer informações funcionais sobre o estado metabólico dos tecidos.

As radiografias panorâmicas podem servir como exame inicial para pacientes com sintomas de DTM. Uma radiografia panorâmica com exposição ideal pode retratar a morfologia condilar e identificar variantes anatômicas relevantes. No entanto, a imagem panorâmica tem várias limitações para a avaliação da ATM. A superfície anterior do côndilo, local comum para formação dos osteófitos, não é adequadamente registrada em uma radiografia panorâmica. Anatomicamente, a forma do côndilo é frequentemente distorcida e o processo zigomático do osso temporal e a eminência articular são frequentemente sobrepostos ao côndilo, interferindo na identificação das alterações ósseas (Mawani et al., 2005).

Os exames por imagens como complemento do diagnóstico de alterações das ATM são de grande valia, sendo que as modalidades de TC e RMN desempenham papéis de destaque sendo a TC voltada para alterações ósseas articulares, enquanto a RMN para a avaliação de desarranjos internos relacionados ao disco articular, bem como avaliação de comprometimentos medulares ósseos dos componentes da articulação como a presença de edemas e necroses medulares (Al-Saleh et al., 2016). Mello Junior et al. (2011) avaliaram a sensibilidade e a especificidade do exame ultrassonográfico de alta resolução para a avaliação dos distúrbios intracapsulares temporomandibulares. Os autores concluíram que o exame de ultrassonografia apresenta alta sensibilidade e especificidade para o diagnóstico da localização do disco articular, para a análise de seu posicionamento anatômico como nos casos de deslocamentos, não apresentando resultados significativos para a análise de alterações morfológicas discais e condilares.

Com o advento da TCFC houve um aumento da solicitação de exames com finalidades de avaliação das ATM, uma vez que esta técnica apresenta alta acurácia na detecção de alterações ósseas articulares, apresentando menores doses de radiação comparadas à tomografia computadorizada de feixe em leque (Al-Saleh et

al., 2015). De acordo com dos Anjos et al. (2012), a TCFC permite que os examinadores inspecionem e analisem imagens de todos os ângulos sem sobreposição de estruturas ósseas, exibindo a localização precisa e a extensão das alterações morfológicas na cabeça da mandíbula incluindo aplainamento, erosão, osteófitos, esclerose subcondral e cistos subcondrais. Além disso, Malusare et al. (2019) com o objetivo de destacar as várias modalidades de imagem avançadas para o diagnóstico da ATM, relataram que a TCFC oferece uma vantagem definitiva sobre outras técnicas de aquisição de imagem devido equipamento menor e capacidade de fornecer reformação multiplanar e imagens 3D.

Estudos prévios foram realizados sobre a capacidade de diagnóstico de exames de TCFC para alterações articulares degenerativas nas ATM, como a presença de osteófitos, erosões e aplainamentos, indicando altas especificidades para suas detecções. Porém possível efeito destas alterações condilares na medular óssea subjacente torna-se inviável por meio da simples inspeção visual de imagens de TCFC, sendo muitas vezes necessário a indicação de exames complementares de RMN para seu diagnóstico (Derwich et al., 2020; Larheim et al., 2015).

### **2.1.2 Análise de Textura**

A aplicação da técnica de AT usa a matemática para diferenciar tecidos normais dos tecidos lesados. Todos esses parâmetros são adequados para caracterizar a distribuição dos níveis de cinza das regiões de interesse (ROIs), que são a base das propriedades físicas dos tecidos mostrados na imagem, e extrair características de imagens que geralmente não são vistas pelo olho humano (Oliveira et al., 2009).

Ito et al. (2021) realizaram um estudo retrospectivo com 25 pacientes com o objetivo de avaliar quantitativamente o osso medular mandibular usando análise de textura para detectar osteonecrose da mandíbula relacionada a medicamentos no estágio 0 a partir de imagens de tomografia computadorizada e concluíram que a AT revela as diferenças quantitativas entre os tecidos estudados podendo ser útil como um novo método para detectar estágios iniciais de lesões ósseas. Além disso,

estudos observaram que a análise de textura de tecidos ósseos melhorou a capacidade de prever o risco de substituição total de articulações de joelho a longo prazo em pacientes com doenças articulares degenerativas, em comparação com padrões de avaliação clínicos e radiológicos em um acompanhamento de 9 anos (Almhdie-Imjabbar et al., 2021).

Com o objetivo investigar o uso da AT para caracterização de cistos radiculares e granulomas periapicais e avaliar sua eficácia na diferenciação entre ambas as lesões com diagnóstico histológico, de Rosa et al. (2021) concluíram que a análise de textura de tomografias computadorizadas distingue cistos radiculares de granulomas periapicais e pode ser uma ferramenta de diagnóstico promissora para lesões periapicais.

Kawashima et al. (2019) realizaram um estudo para investigar o uso da AT na detecção de osteoporose em TCs de cabeça (sem contraste) e explorar regiões de amostragem ideais dentro dos ossos craniofaciais. Os resultados desta investigação sugeriram que características específicas de AT derivadas de regiões de interesse de vários locais dentro da base do crânio e ossos maxilofaciais podem distinguir pacientes com densidade mineral óssea normal em comparação com aqueles com osteoporose, demonstrando a utilidade potencial da AT.

### **3 PROPOSIÇÃO**

O objetivo desta pesquisa foi identificar os efeitos gerados pelas alterações degenerativas aplainamento, erosão e osteófito em osso medular da cabeça da mandíbula por meio de AT em TCFC.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

Este estudo observacional retrospectivo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Instituto de Ciência e Tecnologia -ICT/UNESP, sob o número CAAE 50377321.1.0000.0077 (ANEXO A).

### **4.1 Calibração dos avaliadores**

Todas as etapas deste estudo foram realizadas por 02 avaliadores, previamente calibrados. Esta calibração foi realizada da seguinte forma: todos os procedimentos previamente descritos - seleção dos cortes, delimitação da ROI e AT - foram realizados pelos avaliadores, nesta amostra e repetidos com intervalos de 15 dias, em exames por imagens relativos a 30% da amostra. Os dados obtidos foram submetidos à análise de correlação intraclasse (ICC), até se obtivesse um resultado correspondente a uma concordância excelente, intra e inter examinadores, assim sendo considerados calibrados. Foi utilizado o software BioEstat 5.0 (Sociedade Civil Mimirauá / MCT – CNPq, Belém, Brasil).

#### **4.1.1 Cálculo amostral**

O tamanho da amostra foi calculado através do software Raosoft (<http://www.raosoft.com/samplesize.html>) no estudo de Nussi et al. (2022), onde um número de 20 indivíduos (articulações temporomandibulares) por grupo, foi apontado como necessário para se obter um intervalo de confiança de 95% e erro alfa de 5%.

#### **4.1.2 Caracterização da Amostra**

Inicialmente, foram avaliados 507 exames de TCFC (1.014 ATM), pertinentes ao arquivo da Clínica de Radiologia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" do Instituto de Ciência e Tecnologia -ICT/UNESP (ANEXO B). Após avaliação por dois examinadores calibrados, segundo os critérios de inclusão e exclusão, obteve-se 80 ATM sendo 20 de cada grupo descritos a seguir (Figura 1):

- 1) Grupo C (Controle): cabeça da mandíbula íntegra;
- 2) Grupo A (Aplainamento): cabeça da mandíbula com um contorno plano desviando da forma normalmente convexa;
- 3) Grupo E (Erosão): cabeça da mandíbula com uma área de contorno cortical descontínuo ou irregular com densidade diminuída;
- 4) Grupo O (Osteófito): cabeça da mandíbula com crescimentos ou projeções nas margens;

Figura 1 - Imagem ilustrativa do Grupo C (controle), Grupo A (aplainamento), Grupo E (erosão), Grupo O (osteófito) respectivamente



Fonte: Elaborada pelo autor.

#### 4.1.3 Critérios de inclusão

- Exames obtidos no mesmo aparelho de tomografia computadorizada de feixe cônico e com os mesmos protocolos de aquisição;
- Imagens realizadas com pacientes em máxima intercuspidação (oclusão);

- Imagens realizadas com pacientes mantendo o plano oclusal paralelo ao plano horizontal e o plano sagital mediano perpendicular ao mesmo.

#### **4.1.4 Critérios de exclusão**

- Imagens com artefatos e visualização pobre de detalhes;
- Imagens de baixa nitidez;
- Imagens obtidas por outro protocolo de aquisição;
- Imagens obtidas em diferentes tomógrafos;
- Imagens obtidas com a identificação de duas ou mais alterações degenerativas articulares.

#### **4.1.5 Randomização da amostra**

Foram selecionadas 80 imagens de cabeças de mandíbula de modo randomizado em sistema eletrônico, por meio de programa Microsoft Excel, as quais foram subdivididas em quatro grupos, sendo 20 imagens para cada (Im et al., 2018):

#### **4.1.6 Aquisição e classificação das imagens TCFC**

Todos os exames de TCFC das ATM foram previamente realizados nas dependências da Clínica de Radiologia do Instituto de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista (ICT - UNESP), em um tomógrafo de feixe cônico da marca i-CAT Next Generation (Imaging Sciences International, Hatfield, PA, EUA), com protocolo de FOV (Field of View de 6,0x16,0cm abrangendo a ATM bilaterais), com voxel de 0,25mm, em um tempo médio de aquisição de 14,0 segundos, 7 mA e 100kV.

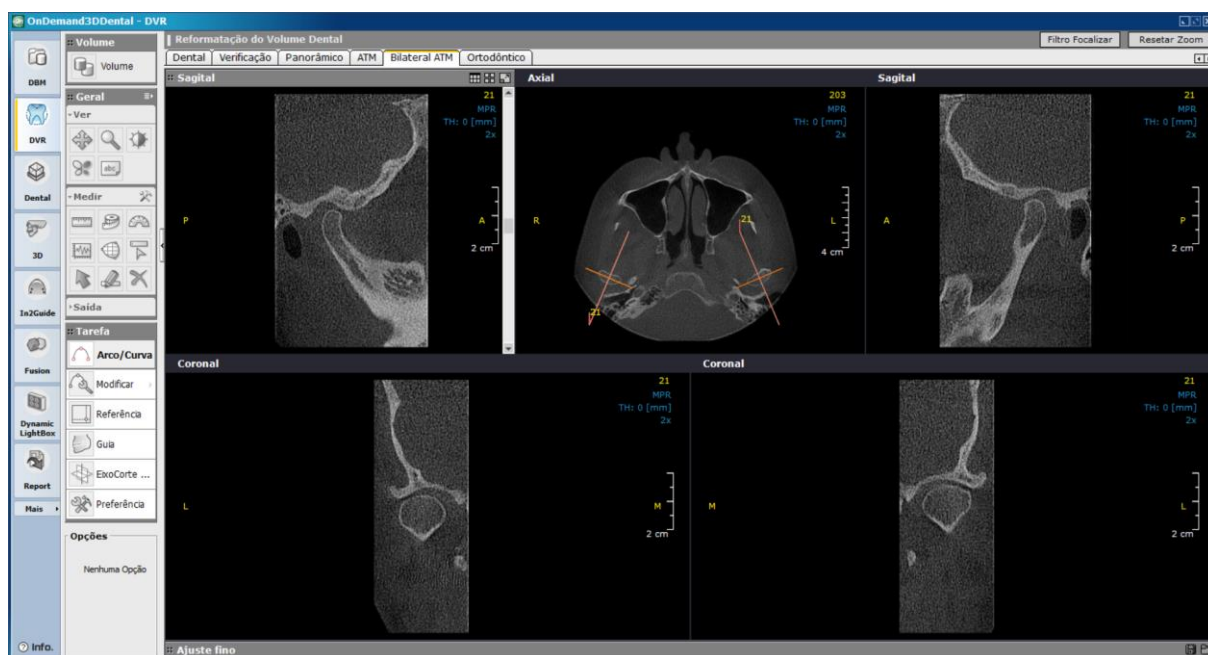
Todas as imagens foram exportadas em seu formato DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) para o software OnDemand3D (Cybermed Inc., Seul, Coréia do Sul), a fim de que fossem geradas imagens para a análise de

textura. No software OnDemand3D, na janela MPR (reconstrução multiplanar) foi aplicado o mesmo valor de janela (brilho e contraste) para todas as imagens, correspondente ao pré-estabelecido para protocolo de imagens do tomógrafo Imaging Sciente, a fim de se estabelecer um padrão único para todos os exames.

Com a ferramenta curva, no corte axial em que as cabeças da mandíbula estiveram mais bem visualizadas, foi traçado o seu longo eixo, indo de seu polo lateral ao polo medial. Este corte estabeleceu então cortes parasagittais látero-mediais (perpendiculares aos longos eixos traçados) (Figura 2). Destes, foram selecionados 03 cortes: o mais central e 02 cortes consecutivos, sendo um mais lateral e outro mais medial e os mesmos serão exportados no formato bitmap (.bmp) para o software MaZda 3.20 (Institute of Electronics, Technical University of Lodz, Polônia), onde serão efetuadas as análises de texturas das imagens.

Foi selecionada neste a ferramenta draw circle, definindo uma região de interesse (ROI) com um diâmetro de 3,00mm fixo para todas as análises, o que foi possível por meio do artifício que este software possui de salvar as máscaras (ROI) pré-determinadas, para posterior uso em outras imagens. Esta ROI foi posicionada em cada corte na região central da medular da cabeça da mandíbula, posteriormente na região mais anterior e então na região posterior (Figura 3). De modo que cada corte foi analisado em 03 regiões. Foi então realizado o cálculo da análise de textura de cada ROI e obtidos os parâmetros relativos a esta região. A média aritmética dos valores de cada parâmetro em cada região correspondeu aos valores da análise de textura do osso medular daquele corte.

Figura 2 - Software OnDemand3D. Utilização da ferramenta curva para estabelecimento de cortes parassagitais látero-mediais

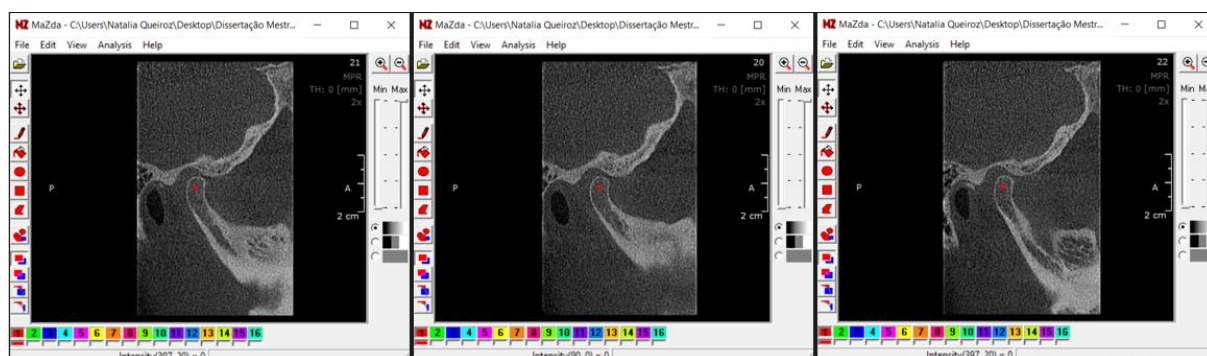


Fonte: Elaborada pelo autor.

Neste estudo, foram analisados sete dos parâmetros de textura empregados no estudo de Gonçalves et al. (2020) e por Costa et al. (2021):

- Momento angular secundário (AngScMom): Mensuração da uniformidade da imagem;
- Contraste (Contrast): Representa a variação dos tons de cinza;
- Correlação (Correlat): Mensuração dependente dos tons de cinza entre os pixels vizinhos;
- Soma dos quadrados (SumOfSq): Mensuração da dispersão dos tons de cinza;
- Soma das entropias (SumEntrp): Soma da desorganização da distribuição dos tons de cinza;
- Entropia (Entropy): Grau de desordem entre os pixels;
- Diferença de entropia (DifEntrp): Diferença da entropia dos tons de cinza.

Figura 3 - Software MaZda 3.20. Posicionamento da ROI na medular da cabeça da mandíbula em cada corte parassagital (central, lateral e medial)

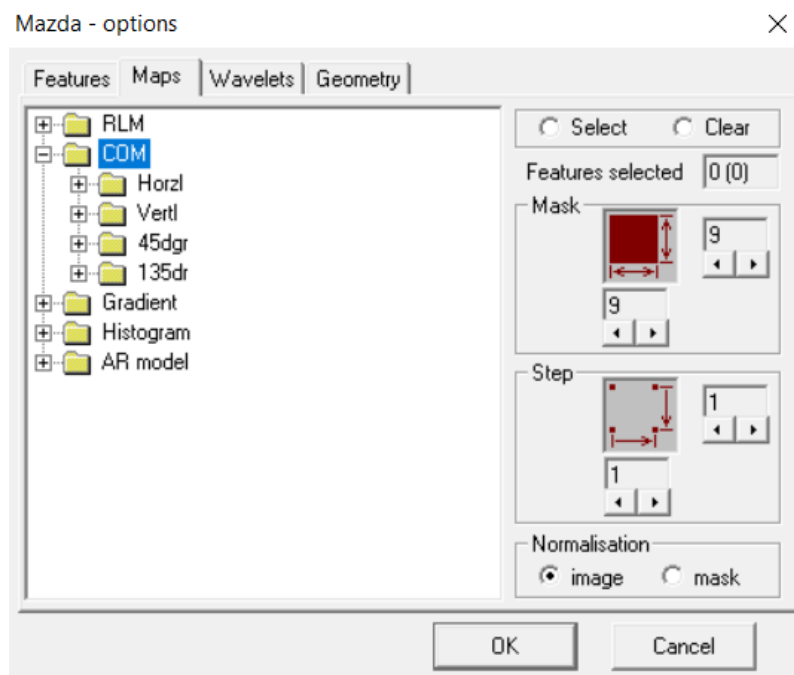


Fonte: Elaborada pelo autor.

Para a seleção desses parâmetros de textura analisados foram primeiramente selecionados na janela “Opção de Análise” aqueles relativos à Matriz de Coocorrência (MCO). Para avaliação dos tons de cinza em diferentes posições, na aba “Maps” foram selecionados parâmetros da matriz em relação a direção dos pixels: horizontal, vertical, com angulações de 45° e 135° (Figura 4).

Com os valores obtidos nos 03 cortes de cada cabeça de mandíbula, foi realizada por sua vez, a média aritmética e então foram estabelecidos os parâmetros de textura para cada cabeça de mandíbula das ATM normais (Grupo C) e ATM alteradas (Grupos A, E e O).

Figura 4 - Software MaZda 3.20. Seleção dos parâmetros de textura relativos à MCO nos diferentes sentidos dos pixels (horizontal, vertical, 45° e 135°)



Fonte: Elaborada pelo autor.

#### 4.1.7 Estatística

Foi realizada análise exploratória de dados através do cálculo de medidas resumo (média, desvio padrão, mediana, mínimo e máximo) e construção de gráficos. A comparação entre os grupos foi realizada através do teste de Kruskal-Wallis com correção do p-valor pelo método FDR. O nível de significância adotado foi de 5%. Foi utilizado o software R versão 4.2.0. Copyright (C) 2022 The R Foundation for Statistical Computing.

Para a comparação dos grupos foi usado o teste de Kruskal-Wallis, um teste não paramétrico para comparação entre 3 ou mais grupos quando a variável de interesse é numérica, porém não segue distribuição normal. A correção do p-valor pelo FDR foi necessária pois foram realizadas muitas comparações (direções e

parâmetros), o que aumentou o erro do tipo I do trabalho como um todo, quando corrigido o p-valor, o erro do tipo I fica controlado.

## 5 RESULTADO

As tabelas 1 e 2 e figura 5 exibem as medidas descritivas relativas ao parâmetro AngScMom, por grupo e direção e p-valor da comparação entre os grupos.

Pelas tabelas 1 e 2 e figura 5 observa-se que em relação ao parâmetro de textura AngScMom, o grupo erosão apresentou maiores valores que os grupos aplainamento e osteófito na direção S(1,0) bem como maiores valores que o grupo osteófito nas direções S(1,1) e S(2,-2).

As tabelas 3 e 4 e figura 6 exibem as medidas descritivas relativas ao parâmetro Contrast, por grupo e direção e p-valor da comparação entre os grupos.

Pelas tabelas 3 e 4 e figura 6 observa-se que em relação ao parâmetro de textura Contrast o grupo erosão apresentou menores valores que o grupo osteófito nas direções S(1,0), S(1,-1), S(2,0), S(0,2), S(2,2), S(2,-2), S(3,0), S(0,3), S(3,3), S(3,-3) e na média de todas as direções, bem como menores valores que os grupos aplainamento, controle e osteófito na direção S(0,1). Além disso este grupo (erosão) apresentou menores valores que os grupos Controle e Osteófito na direção S(1,1).

As tabelas 5 e 6 e a figura 7 exibem as medidas descritivas relativas ao parâmetro Correlat, por grupo e direção e p-valor da comparação entre os grupos.

Pelas tabelas 5 e 6 e figura 7 observa-se que em relação ao parâmetro de textura Correlat o grupo erosão apresentou maiores valores que os grupos aplainamento e controle na direção S(0,1), além disso, este grupo (erosão) apresentou maiores valores que os grupos controle e osteófito na direção S(1,1).

As tabelas 7 e 8 e a figura 8 exibem as medidas descritivas relativas ao parâmetro SumOfSqs por grupo e direção e p-valor da comparação entre os grupos.

Pelas tabelas 7 e 8 e figura 8 observa-se que em relação ao parâmetro de textura SumOfSqs o grupo Erosão apresentou menores valores que o grupo Osteófito nas direções S(1,0), S(0,1), S(1,1), S(1,-1), S(2,0), S(0,2), S(2,-2), S(3,0),

S(0,3) e na média de todas as direções; além disso, este mesmo grupo (erosão) apresentou menores valores que os grupos Controle e Osteófito nas direções S(2,2) e S(3,3) bem como menores valores que os grupos Aplainamento, Controle e Osteófito na direção S(3,-3).

As tabelas 9 e 10 e a figura 9 exibem as medidas descritivas relativas ao parâmetro SumEntrp, por grupo e direção e p-valor da comparação entre os grupos.

Pelas tabelas 9 e 10 e figura 8 observa-se que em relação ao parâmetro de textura SumEntrp o grupo Erosão apresentou menores valores que os grupos Aplainamento, Controle e Osteófito nas direções S(0,1), S(2,0) e S(2,2). Este mesmo grupo (erosão) apresentou menores valores que o grupo Osteófito na direção S(1,0), S(1,1), S(2,-2), S(0,3), S(3,3), S(3,-3) e na média de todas as direções bem como menores valores que os grupos Controle e Osteófito na direção S(0,2).

As tabelas 11 e 12 e a figura 10 exibem as medidas descritivas relativas ao parâmetro Entropy, por grupo e direção e p-valor da comparação entre os grupos.

Pelas tabelas 11 e 12 e figura 10 observa-se que em relação ao parâmetro de textura Entropy o grupo Erosão apresentou menores valores que os grupos Aplainamento, Controle e Osteófito nas direções S(1,0), S(0,1), S(1,1), S(1,-1) e S(2,0). Este mesmo grupo (erosão) ainda apresentou menores valores que os grupos Controle e Osteófito nas direções S(0,2), e S(2,-2); menores valores que o grupo Osteófito nas direções S(2,2) e S(3,0) e menores valores que o grupo Controle na direção S(0,3).

As tabelas 13 e 14 e a figura 11 exibem as medidas descritivas relativas ao parâmetro DifEntrp, por grupo e direção e p-valor da comparação entre os grupos.

Pelas tabelas 13 e 14 e figura 11 observa-se que em relação ao parâmetro de textura DifEntrp o grupo Erosão apresentou menores valores que o grupo Osteófito nas direções S(1,0), S(1,1), S(1,-1), S(2,2), S(3,3) e na média de todas as direções. Além disso este mesmo grupo (erosão) apresentou menores valores que os grupos Aplainamento, Controle e Osteófito na direção S(0,1), bem como menores valores que os grupos Aplainamento e Osteófito na direções S(0,2) e S(2,-2).

Tabela 1 - Medidas descritivas do AngScMom por grupo e direção e p-valor da comparação entre os grupos

Direção	Controle		Aplainamento		Erosão		Osteófito		p-valor
	Média (D.P.)	Med [Mín;Máx]	Média (D.P.)	Med [Mín;Máx]	Média (D.P.)	Med [Mín;Máx]	Média (D.P.)	Med [Mín;Máx]	
S(1,0)	0.02 (0.00)	0.02 [0.02;0.02]	0.02 (0.01)	0.02 [0.02;0.06]	0.07 (0.11)	0.02 [0.02;0.38]	0.02 (0.00)	0.02 [0.02;0.02]	<b>0.018</b>
S(0,1)	0.02 (0.00)	0.02 [0.02;0.03]	0.02 (0.01)	0.02 [0.02;0.06]	0.07 (0.09)	0.02 [0.02;0.33]	0.02 (0.00)	0.02 [0.02;0.03]	0.050
S(1,1)	0.02 (0.00)	0.02 [0.02;0.03]	0.02 (0.01)	0.02 [0.02;0.05]	0.06 (0.09)	0.02 [0.02;0.31]	0.02 (0.00)	0.02 [0.02;0.02]	<b>0.042</b>
S(1,-1)	0.02 (0.00)	0.02 [0.02;0.03]	0.02 (0.01)	0.02 [0.02;0.06]	0.07 (0.09)	0.02 [0.02;0.33]	0.02 (0.00)	0.02 [0.02;0.02]	0.051
S(2,0)	0.02 (0.00)	0.02 [0.02;0.03]	0.03 (0.01)	0.02 [0.02;0.05]	0.07 (0.09)	0.03 [0.02;0.34]	0.02 (0.00)	0.02 [0.02;0.03]	0.151
S(0,2)	0.02 (0.00)	0.02 [0.02;0.03]	0.03 (0.01)	0.02 [0.02;0.05]	0.06 (0.08)	0.03 [0.02;0.29]	0.02 (0.00)	0.02 [0.02;0.03]	0.151
S(2,2)	0.03 (0.00)	0.03 [0.02;0.03]	0.03 (0.01)	0.03 [0.02;0.05]	0.06 (0.07)	0.03 [0.02;0.24]	0.03 (0.00)	0.03 [0.02;0.03]	0.086
S(2,-2)	0.03 (0.00)	0.03 [0.02;0.03]	0.03 (0.01)	0.03 [0.02;0.06]	0.07 (0.09)	0.03 [0.02;0.31]	0.03 (0.00)	0.02 [0.02;0.03]	<b>0.026</b>
S(3,0)	0.03 (0.00)	0.03 [0.02;0.03]	0.03 (0.00)	0.03 [0.03;0.05]	0.08 (0.11)	0.03 [0.02;0.48]	0.03 (0.00)	0.03 [0.02;0.03]	0.151
S(0,3)	0.03 (0.00)	0.03 [0.03;0.03]	0.03 (0.01)	0.03 [0.03;0.05]	0.07 (0.10)	0.03 [0.02;0.34]	0.03 (0.00)	0.03 [0.03;0.03]	0.143
S(3,3)	0.04 (0.00)	0.04 [0.03;0.04]	0.04 (0.01)	0.04 [0.03;0.08]	0.07 (0.07)	0.04 [0.04;0.30]	0.04 (0.00)	0.04 [0.04;0.05]	0.151
S(3,-3)	0.04 (0.00)	0.04 [0.03;0.05]	0.04 (0.01)	0.04 [0.03;0.08]	0.08 (0.08)	0.04 [0.03;0.32]	0.04 (0.00)	0.04 [0.03;0.05]	0.086
Média	0.03 (0.00)	0.03 [0.02;0.03]	0.03 (0.01)	0.03 [0.02;0.06]	0.07 (0.09)	0.03 [0.02;0.31]	0.03 (0.00)	0.03 [0.02;0.03]	0.051

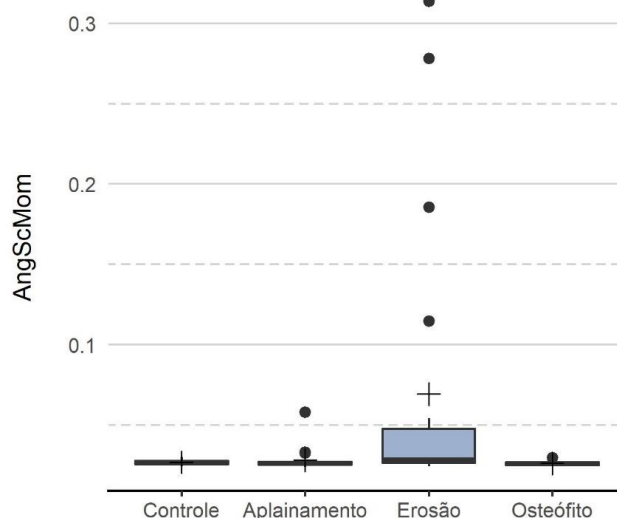
Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 2 - Resultados das comparações múltiplas entre os grupos em relação ao parâmetro AngScMom

Direção	p-valor	Resultado da comparação múltipla
S(1,0)	<b>0.018</b>	Erosão > Aplainamento, Osteófito
S(0,1)	0.050	
S(1,1)	<b>0.042</b>	Erosão > Osteófito
S(1,-1)	0.051	
S(2,0)	0.151	
S(0,2)	0.151	
S(2,2)	0.086	
S(2,-2)	<b>0.026</b>	Erosão > Osteófito
S(3,0)	0.151	
S(0,3)	0.143	
S(3,3)	0.151	
S(3,-3)	0.086	
Média	0.051	

Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 5 - Boxplot relativo ao parâmetro AngScMom por grupo



Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 3 - Medidas descritivas do Contrast por grupo e direção e p-valor da comparação entre os grupos

Direção	Controle		Aplainamento		Erosão		Osteófito		p-valor
	Média (D.P.)	Med [Mín;Máx]	Média (D.P.)	Med [Mín;Máx]	Média (D.P.)	Med [Mín;Máx]	Média (D.P.)	Med [Mín;Máx]	
S(1,0)	32.9 (11.0)	30.5 [11.3;53.2]	32.1 (14.7)	28.4 [1.67;64.0]	21.1 (18.9)	22.6 [0.14;56.3]	39.2 (11.7)	36.0 [23.7;59.7]	<b>0.011</b>
S(0,1)	18.6 (3.71)	18.2 [10.3;27.3]	18.8 (7.76)	17.8 [2.33;37.7]	10.0 (7.83)	10.8 [0.38;27.0]	23.1 (11.1)	19.3 [14.0;64.7]	<b>0.001</b>
S(1,1)	40.6 (13.2)	37.5 [19.3;76.0]	37.6 (17.3)	35.2 [4.00;69.0]	23.7 (19.2)	25.2 [0.51;57.3]	48.7 (16.8)	44.8 [28.7;85.7]	<b>0.006</b>
S(1,-1)	41.2 (11.0)	37.8 [23.7;69.3]	38.1 (15.8)	38.2 [3.00;74.3]	25.1 (21.7)	26.3 [0.31;69.8]	47.0 (12.9)	48.5 [30.0;81.0]	<b>0.010</b>
S(2,0)	58.0 (19.0)	53.8 [27.7;105]	50.9 (24.8)	48.3 [5.33;116]	35.4 (30.6)	41.3 [0.25;95.7]	66.2 (21.7)	56.5 [37.0;109]	<b>0.011</b>
S(0,2)	40.5 (7.98)	41.1 [24.2;53.3]	40.0 (15.4)	37.7 [6.00;71.3]	25.8 (18.3)	29.8 [0.70;61.0]	48.0 (15.0)	44.5 [27.0;78.7]	<b>0.006</b>
S(2,2)	49.2 (16.2)	45.7 [31.7;83.3]	46.6 (20.0)	43.1 [6.58;89.7]	33.5 (24.9)	37.0 [1.06;91.3]	59.5 (24.5)	51.2 [32.3;124]	<b>0.011</b>
S(2,-2)	50.7 (13.3)	46.8 [35.0;78.1]	45.3 (17.7)	43.2 [7.00;84.7]	33.1 (25.5)	35.2 [0.64;89.2]	59.1 (17.3)	56.0 [38.7;93.7]	<b>0.006</b>
S(3,0)	45.4 (9.95)	45.5 [32.3;68.7]	43.3 (17.7)	42.6 [7.67;92.0]	32.2 (25.2)	37.1 [0.35;82.0]	57.8 (21.6)	56.4 [25.0;106]	<b>0.011</b>
S(0,3)	46.5 (9.34)	47.6 [29.3;64.3]	45.2 (21.2)	41.2 [5.33;102]	32.8 (20.8)	34.2 [1.24;69.7]	52.3 (15.5)	50.2 [23.7;80.0]	<b>0.016</b>
S(3,3)	46.0 (15.5)	41.2 [28.1;95.0]	40.8 (18.7)	37.4 [5.67;83.9]	32.0 (20.8)	34.2 [2.42;80.8]	56.1 (20.8)	55.0 [30.1;108]	<b>0.006</b>
S(3,-3)	44.0 (12.7)	43.2 [27.0;71.4]	45.8 (23.2)	39.2 [8.13;114]	31.2 (21.5)	32.0 [1.02;82.9]	54.2 (21.0)	55.1 [15.2;104]	<b>0.011</b>
Média	42.8 (9.96)	40.4 [29.5;63.7]	40.4 (16.3)	37.7 [5.23;81.5]	28.0 (20.4)	30.2 [0.98;68.1]	50.9 (14.8)	50.1 [34.7;82.9]	<b>0.006</b>

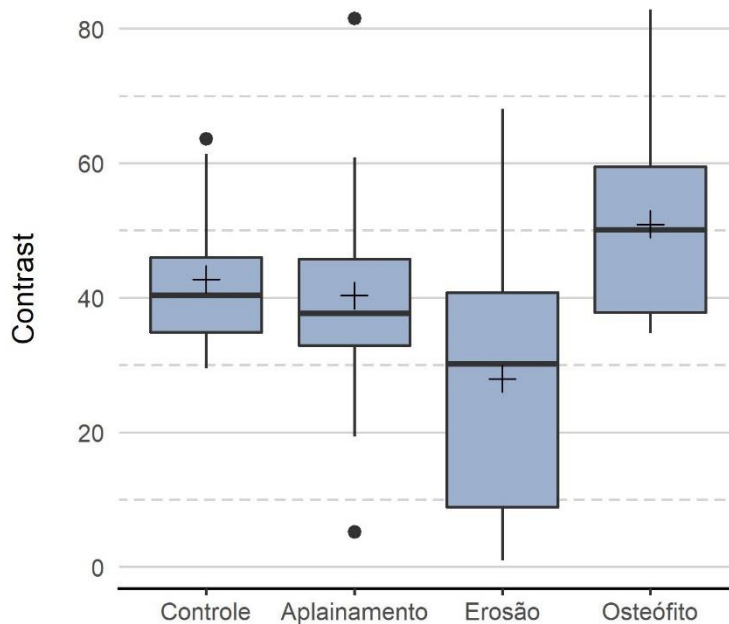
Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 4 - Resultados das comparações múltiplas entre os grupos em relação ao parâmetro Contrast

Direção	p-valor	Resultado da comparação múltipla
S(1,0)	<b>0.011</b>	Erosão < Osteófito
S(0,1)	<b>0.001</b>	Erosão < Aplainamento, Controle, Osteófito
S(1,1)	<b>0.006</b>	Erosão < Controle, Osteófito
S(1,-1)	<b>0.010</b>	Erosão < Osteófito
S(2,0)	<b>0.011</b>	Erosão < Osteófito
S(0,2)	<b>0.006</b>	Erosão < Osteófito
S(2,2)	<b>0.011</b>	Erosão < Osteófito
S(2,-2)	<b>0.006</b>	Erosão < Osteófito
S(3,0)	<b>0.011</b>	Erosão < Osteófito
S(0,3)	<b>0.016</b>	Erosão < Osteófito
S(3,3)	<b>0.006</b>	Erosão < Osteófito
S(3,-3)	<b>0.011</b>	Erosão < Osteófito
Média	<b>0.006</b>	Erosão < Osteófito

Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 6 - Boxplot relativo ao parâmetro Contrast por grupo



Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 5 - Medidas descritivas do Correlat por grupo e direção e p-valor da comparação entre os grupos

Direção	Controle		Aplainamento		Erosão		Osteófito		p-valor
	Média (D.P.)	Med [Mín;Máx]	Média (D.P.)	Med [Mín;Máx]	Média (D.P.)	Med [Mín;Máx]	Média (D.P.)	Med [Mín;Máx]	
S(1,0)	0.26 (0.14)	0.22 [0.07;0.67]	0.32 (0.19)	0.29 [0.01;0.70]	0.47 (0.30)	0.32 [-0.01;0.92]	0.24 (0.12)	0.25 [0.04;0.45]	0.100
S(0,1)	0.56 (0.08)	0.56 [0.41;0.69]	0.54 (0.09)	0.55 [0.34;0.73]	0.65 (0.08)	0.65 [0.47;0.79]	0.58 (0.07)	0.60 [0.42;0.68]	<b>0.010</b>
S(1,1)	0.06 (0.14)	0.06 [-0.24;0.39]	0.12 (0.14)	0.13 [-0.08;0.40]	0.29 (0.27)	0.29 [-0.19;0.76]	0.05 (0.10)	0.04 [-0.10;0.22]	<b>0.025</b>
S(1,-1)	0.07 (0.12)	0.08 [-0.11;0.27]	0.07 (0.15)	0.06 [-0.21;0.47]	0.29 (0.28)	0.12 [-0.05;0.73]	0.07 (0.16)	0.08 [-0.17;0.37]	0.172
S(2,0)	-0.28 (0.16)	-0.31 [-0.60;0.12]	-0.20 (0.19)	-0.21 [-0.47;0.15]	0.00 (0.44)	-0.20 [-0.56;0.78]	-0.26 (0.10)	-0.29 [-0.43;-0.09]	0.546
S(0,2)	0.03 (0.13)	0.04 [-0.18;0.28]	-0.01 (0.12)	-0.03 [-0.24;0.28]	0.13 (0.16)	0.12 [-0.13;0.44]	0.08 (0.12)	0.07 [-0.19;0.28]	0.075
S(2,2)	-0.09 (0.14)	-0.07 [-0.32;0.14]	-0.13 (0.15)	-0.11 [-0.41;0.21]	-0.11 (0.21)	-0.16 [-0.59;0.28]	-0.15 (0.18)	-0.13 [-0.50;0.12]	0.828
S(2,-2)	-0.13 (0.11)	-0.12 [-0.28;0.12]	-0.12 (0.12)	-0.14 [-0.32;0.10]	-0.04 (0.21)	-0.09 [-0.32;0.38]	-0.14 (0.11)	-0.15 [-0.29;0.11]	0.592
S(3,0)	-0.04 (0.10)	-0.04 [-0.22;0.16]	-0.08 (0.12)	-0.08 [-0.34;0.11]	0.01 (0.29)	-0.02 [-0.39;0.62]	-0.09 (0.17)	-0.11 [-0.38;0.24]	0.592
S(0,3)	-0.10 (0.16)	-0.13 [-0.33;0.19]	-0.10 (0.14)	-0.11 [-0.33;0.13]	-0.13 (0.21)	-0.08 [-0.58;0.24]	0.00 (0.13)	-0.02 [-0.23;0.23]	0.230
S(3,3)	-0.06 (0.18)	-0.07 [-0.42;0.26]	-0.05 (0.20)	-0.12 [-0.44;0.28]	-0.21 (0.23)	-0.21 [-0.73;0.09]	-0.09 (0.16)	-0.12 [-0.35;0.18]	0.247
S(3,-3)	-0.02 (0.16)	0.00 [-0.39;0.29]	-0.11 (0.22)	-0.17 [-0.73;0.27]	-0.11 (0.22)	-0.10 [-0.63;0.19]	-0.07 (0.18)	-0.05 [-0.40;0.33]	0.592
Média	0.02 (0.04)	0.02 [-0.06;0.11]	0.02 (0.03)	0.02 [-0.05;0.10]	0.10 (0.12)	0.04 [-0.03;0.32]	0.02 (0.03)	0.02 [-0.04;0.08]	0.247

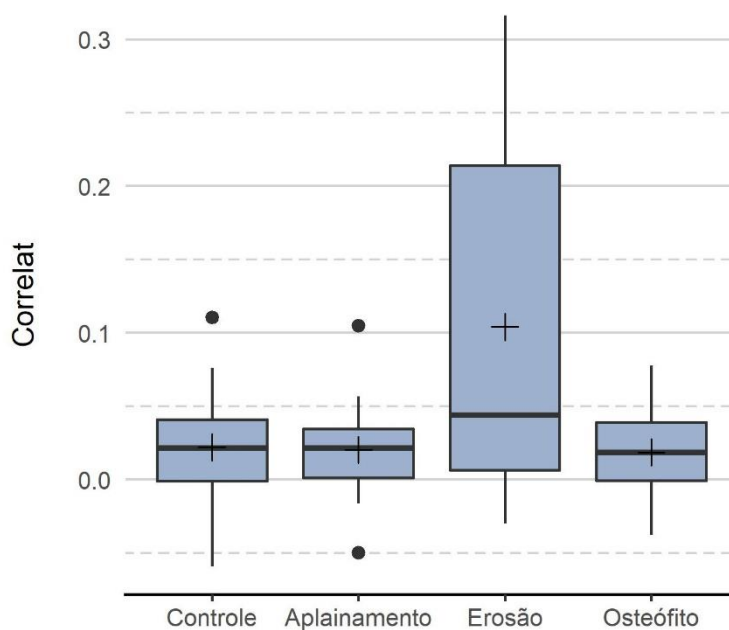
Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 6 - Resultados das comparações múltiplas entre os grupos em relação ao parâmetro Correlat

Direção	p-valor	Resultado da comparação múltipla
S(1,0)	0.100	
S(0,1)	<b>0.010</b>	Erosão > Aplainamento, Controle
S(1,1)	<b>0.025</b>	Erosão > Controle, Osteófito
S(1,-1)	0.172	
S(2,0)	0.546	
S(0,2)	0.075	
S(2,2)	0.828	
S(2,-2)	0.592	
S(3,0)	0.592	
S(0,3)	0.230	
S(3,3)	0.247	
S(3,-3)	0.592	
Média	0.247	

Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 7 - Boxplot relativo ao parâmetro Correlat por grupo



Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 7 - Medidas descritivas do SumOfSqs por grupo e direção e p-valor da comparação entre os grupos

Direção	Controle		Aplainamento		Erosão		Osteófito		p-valor
	Média (D.P.)	Med [Min;Máx]	Média (D.P.)	Med [Min;Máx]	Média (D.P.)	Med [Min;Máx]	Média (D.P.)	Med [Min;Máx]	
S(1,0)	22.0 (5.23)	20.3 [16.0;34.0]	22.0 (10.3)	20.7 [3.00;47.0]	14.4 (10.2)	15.4 [0.66;35.3]	26.3 (7.75)	25.0 [1. .3;42.7]	<b>0.007</b>
S(0,1)	22.1 (5.41)	20.3 [16.5;33.3]	20.7 (8.31)	20.3 [3.00;40.3]	14.8 (10.0)	15.2 [0.67;35.0]	25.9 (7.80)	24.0 [17.0;41.7]	<b>0.006</b>
S(1,1)	22.2 (5.38)	20.3 [16.0;35.0]	20.8 (8.51)	20.3 [3.00;40.3]	15.7 (12.7)	14.7 [0.66;49.1]	26.1 (8.07)	25.5 [17.0;43.0]	<b>0.004</b>
S(1,-1)	21.9 (5.37)	20.3 [15.7;32.0]	21.6 (10.2)	20.0 [3.00;48.0]	14.4 (10.4)	15.2 [0.67;35.3]	26.0 (7.85)	23.3 [17.3;40.7]	<b>0.007</b>
S(2,0)	22.2 (5.62)	21.0 [15.7;35.7]	21.8 (10.3)	20.1 [3.00;45.3]	14.2 (10.1)	15.0 [0.65;32.7]	25.8 (8.26)	23.7 [16.7;43.0]	<b>0.004</b>
S(0,2)	21.7 (5.15)	20.2 [14.3;32.7]	20.7 (8.64)	20.2 [3.00;41.3]	14.8 (10.8)	15.5 [0.64;36.7]	26.4 (8.34)	25.2 [17.0;44.7]	<b>0.015</b>
S(2,2)	21.8 (5.46)	20.3 [15.3;34.0]	20.7 (8.43)	19.3 [3.00;39.3]	14.1 (10.2)	14.5 [0.66;36.7]	25.5 (7.80)	24.8 [16.3;40.0]	<b>0.004</b>
S(2,-2)	21.8 (4.97)	20.5 [15.7;31.0]	20.3 (8.00)	19.5 [2.67;38.7]	14.5 (10.4)	14.8 [0.68;36.7]	25.9 (7.68)	25.5 [18.0;40.3]	<b>0.011</b>
S(3,0)	21.8 (5.39)	20.5 [15.7;34.7]	20.4 (8.06)	19.8 [3.00;39.3]	14.8 (10.4)	16.5 [0.65;34.7]	25.8 (8.16)	24.7 [16.0;42.7]	<b>0.004</b>
S(0,3)	21.6 (4.84)	20.8 [14.0;31.7]	20.7 (8.70)	20.0 [2.67;42.0]	16.0 (11.5)	16.2 [0.64;38.3]	26.0 (7.23)	25.3 [17.0;41.7]	<b>0.004</b>
S(3,3)	21.4 (5.56)	18.5 [14.3;32.7]	19.9 (8.18)	17.9 [1.88;33.7]	13.8 (9.87)	13.8 [1.02;39.3]	25.1 (7.80)	23.3 [15.6;41.0]	<b>0.004</b>
S(3,-3)	22.4 (5.80)	20.5 [14.0;34.3]	22.7 (9.20)	21.9 [3.33;44.7]	14.4 (10.2)	15.5 [0.75;38.7]	25.2 (7.68)	24.3 [16.0;45.7]	<b>0.004</b>
Média	21.9 (5.20)	20.3 [16.4;33.1]	21.0 (8.25)	20.4 [2.88;40.2]	14.6 (10.3)	15.1 [0.70;36.2]	25.8 (7.71)	24.9 [17.3;41.6]	<b>0.004</b>

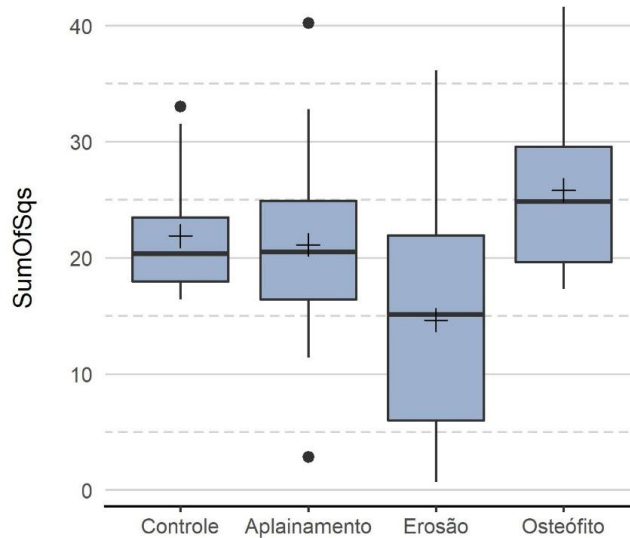
Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 8 - Resultados das comparações múltiplas entre os grupos em relação ao parâmetro SumOfSqs

Direção	p-valor	Resultado da comparação múltipla
S(1,0)	<b>0.007</b>	Erosão < Osteófito
S(0,1)	<b>0.006</b>	Erosão < Osteófito
S(1,1)	<b>0.004</b>	Erosão < Osteófito
S(1,-1)	<b>0.007</b>	Erosão < Osteófito
S(2,0)	<b>0.004</b>	Erosão < Osteófito
S(0,2)	<b>0.015</b>	Erosão < Osteófito
S(2,2)	<b>0.004</b>	Erosão < Controle, Osteófito
S(2,-2)	<b>0.011</b>	Erosão < Osteófito
S(3,0)	<b>0.004</b>	Erosão < Osteófito
S(0,3)	<b>0.004</b>	Erosão < Osteófito
S(3,3)	<b>0.004</b>	Erosão < Controle, Osteófito
S(3,-3)	<b>0.004</b>	Erosão < Aplainamento, Osteófito
Média	<b>0.004</b>	Erosão < Osteófito

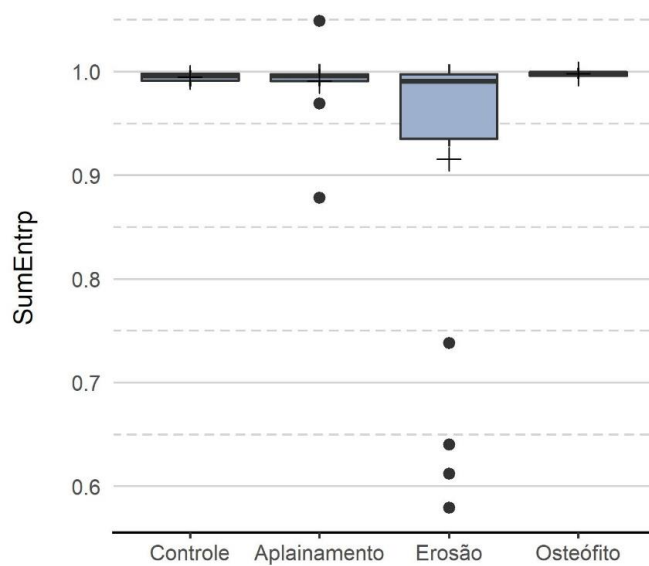
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 8 - Boxplot relativo ao parâmetro SumOfSqs por grupo



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 9 - Boxplot relativo ao parâmetro SumEntrp por grupo



Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 9 - Medidas descritivas do SumEntrp por grupo e direção e p-valor da comparação entre os grupos

Direção	Controle		Aplainamento		Erosão		Osteófito		P-valor
	Média (D.P.)	Med [Mín;Máx]	Média (D.P.)	Med [Mín;Máx]	Média (D.P.)	Med [Mín;Máx]	Média (D.P.)	Med [Mín;Máx]	
S(1,0)	1.00 (0.00)	1.00 [1.00;1.00]	1.00 (0.01)	1.00 [0.97;1.00]	0.94 (0.13)	1.00 [0.58;1.00]	1.00 (0.00)	1.00 [1.00;1.00]	<b>0.001</b>
S(0,1)	1.00 (0.00)	1.00 [1.00;1.00]	1.00 (0.00)	1.00 [0.99;1.00]	0.95 (0.13)	1.00 [0.62;1.10]	1.00 (0.02)	1.00 [1.00;1.07]	<b>0.009</b>
S(1,1)	1.00 (0.00)	1.00 [1.00;1.00]	1.00 (0.01)	1.00 [0.97;1.00]	0.94 (0.13)	1.00 [0.63;1.00]	1.00 (0.02)	1.00 [1.00;1.10]	<b>0.001</b>
S(1,-1)	1.00 (0.00)	1.00 [1.00;1.00]	1.00 (0.03)	1.00 [0.94;1.10]	0.94 (0.13)	1.00 [0.61;1.00]	1.00 (0.00)	1.00 [1.00;1.00]	0.169
S(2,0)	1.00 (0.01)	1.00 [0.98;1.00]	1.00 (0.03)	1.00 [0.95;1.14]	0.93 (0.14)	1.00 [0.57;1.03]	1.00 (0.00)	1.00 [1.00;1.00]	<b>0.001</b>
S(0,2)	1.00 (0.00)	1.00 [1.00;1.00]	1.00 (0.01)	1.00 [0.95;1.03]	0.93 (0.14)	1.00 [0.58;1.00]	1.00 (0.00)	1.00 [1.00;1.00]	<b>0.011</b>
S(2,2)	1.00 (0.01)	1.00 [1.00;1.04]	0.99 (0.04)	1.00 [0.84;1.07]	0.91 (0.15)	1.00 [0.57;1.00]	1.00 (0.01)	1.00 [0.97;1.00]	<b>0.032</b>
S(2,-2)	1.00 (0.00)	1.00 [0.98;1.00]	0.99 (0.06)	1.00 [0.77;1.10]	0.91 (0.15)	1.00 [0.56;1.00]	1.00 (0.01)	1.00 [0.96;1.00]	<b>0.001</b>
S(3,0)	0.99 (0.01)	1.00 [0.94;1.00]	1.00 (0.05)	1.00 [0.81;1.10]	0.91 (0.15)	0.98 [0.56;1.00]	1.00 (0.00)	1.00 [0.99;1.00]	0.077
S(0,3)	1.00 (0.01)	1.00 [0.97;1.00]	1.00 (0.03)	1.00 [0.95;1.10]	0.90 (0.16)	1.00 [0.54;1.00]	1.00 (0.00)	1.00 [0.99;1.00]	<b>0.004</b>
S(3,3)	0.97 (0.03)	0.98 [0.90;1.00]	0.95 (0.07)	0.98 [0.67;1.01]	0.87 (0.18)	0.96 [0.46;1.00]	0.98 (0.02)	0.99 [0.93;1.00]	<b>0.025</b>
S(3,-3)	0.97 (0.03)	0.98 [0.90;1.00]	0.96 (0.07)	0.99 [0.72;1.05]	0.87 (0.17)	0.96 [0.51;1.00]	0.99 (0.02)	1.00 [0.93;1.03]	<b>0.014</b>
Média	0.99 (0.00)	1.00 [0.99;1.00]	0.99 (0.03)	1.00 [0.88;1.05]	0.92 (0.14)	0.99 [0.58;1.01]	1.00 (0.00)	1.00 [0.99;1.00]	<b>0.025</b>

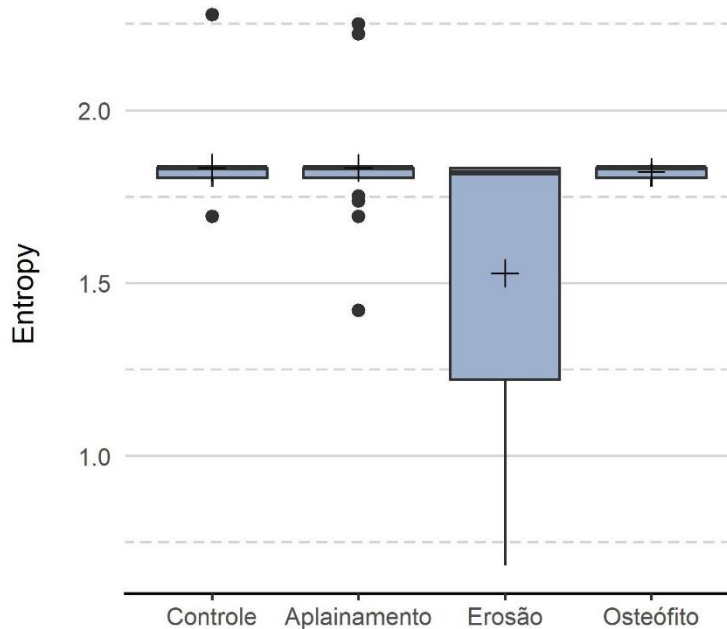
Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 10 - Resultados das comparações múltiplas entre os grupos em relação ao parâmetro SumEntrp

Direção	p-valor	Resultado da comparação múltipla
S(1,0)	<b>0.001</b>	Erosão < Aplainamento, Controle e Osteófito
S(0,1)	<b>0.009</b>	Erosão < Osteófito
S(1,1)	<b>0.001</b>	Erosão < Aplainamento, Controle e Osteófito
S(1,-1)	0.169	
S(2,0)	<b>0.001</b>	Erosão < Osteófito
S(0,2)	<b>0.011</b>	Erosão < Controle e Osteófito
S(2,2)	<b>0.032</b>	Erosão < Aplainamento, Controle e Osteófito
S(2,-2)	<b>0.001</b>	Erosão < Osteófito
S(3,0)	0.077	
S(0,3)	<b>0.004</b>	Erosão < Osteófito
S(3,3)	<b>0.025</b>	Erosão < Osteófito
S(3,-3)	<b>0.014</b>	Erosão < Osteófito
Média	<b>0.025</b>	Erosão < Osteófito

Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 10 - Boxplot relativo ao parâmetro Entropy por grupo



Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 11 - Medidas descritivas do Entropy por grupo e direção e p-valor da comparação entre os grupos

Direção	Controle		Aplainamento		Erosão		Osteófito		p-valor
	Média (D.P.)	Med [Mín;Máx]	Média (D.P.)	Med [Mín;Máx]	Média (D.P.)	Med [Mín;Máx]	Média (D.P.)	Med [Mín;Máx]	
S(1,0)	2.00 (0.00)	2.00 [2.00;2.00]	2.40 (1.27)	2.00 [2.00;7.00]	1.64 (0.53)	2.00 [0.62;2.00]	2.00 (0.00)	2.00 [2.00;2.00]	<b>0.001</b>
S(0,1)	2.00 (0.00)	2.00 [2.00;2.00]	1.97 (0.15)	2.00 [1.33;2.00]	1.66 (0.51)	2.00 [0.68;2.00]	2.00 (0.00)	2.00 [2.00;2.00]	<b>0.001</b>
S(1,1)	2.25 (1.20)	2.00 [1.67;7.33]	1.97 (0.15)	2.00 [1.33;2.00]	1.65 (0.51)	2.00 [0.69;2.00]	1.99 (0.02)	2.00 [1.89;2.00]	<b>0.010</b>
S(1,-1)	2.00 (0.00)	2.00 [2.00;2.00]	1.95 (0.22)	2.00 [1.00;2.00]	1.68 (0.50)	2.00 [0.68;2.00]	2.00 (0.00)	2.00 [2.00;2.00]	<b>0.001</b>
S(2,0)	1.98 (0.07)	2.00 [1.67;2.00]	2.19 (1.07)	2.00 [1.33;6.67]	1.64 (0.52)	2.00 [0.65;2.00]	2.00 (0.00)	2.00 [2.00;2.00]	<b>0.010</b>
S(0,2)	2.00 (0.00)	2.00 [2.00;2.00]	1.90 (0.24)	2.00 [1.00;2.00]	1.67 (0.50)	2.00 [0.69;2.00]	2.00 (0.02)	2.00 [1.90;2.00]	<b>0.010</b>
S(2,2)	1.97 (0.10)	2.00 [1.67;2.00]	1.90 (0.24)	2.00 [1.00;2.00]	1.66 (0.50)	2.00 [0.65;2.00]	1.99 (0.04)	2.00 [1.83;2.00]	<b>0.034</b>
S(2,-2)	1.97 (0.10)	2.00 [1.67;2.00]	1.92 (0.23)	2.00 [1.00;2.00]	1.63 (0.51)	2.00 [0.69;2.00]	1.97 (0.10)	2.00 [1.67;2.00]	<b>0.024</b>
S(3,0)	1.90 (0.16)	2.00 [1.67;2.00]	1.88 (0.24)	2.00 [1.00;2.00]	1.58 (0.52)	2.00 [0.65;2.00]	1.98 (0.07)	2.00 [1.67;2.00]	<b>0.023</b>
S(0,3)	1.95 (0.12)	2.00 [1.67;2.00]	1.90 (0.24)	2.00 [1.00;2.00]	1.62 (0.48)	1.83 [0.73;2.00]	1.93 (0.14)	2.00 [1.67;2.00]	<b>0.023</b>
S(3,3)	1.01 (0.03)	1.00 [1.00;1.15]	1.02 (0.07)	1.00 [1.00;1.29]	0.96 (0.09)	1.00 [0.71;1.00]	1.00 (0.00)	1.00 [1.00;1.00]	<b>0.015</b>
S(3,-3)	0.98 (0.07)	1.00 [0.67;1.00]	1.01 (0.07)	1.00 [1.00;1.29]	0.96 (0.10)	1.00 [0.68;1.00]	1.01 (0.03)	1.00 [1.00;1.13]	<b>0.028</b>
Média	1.83 (0.11)	1.83 [1.69;2.28]	1.83 (0.17)	1.83 [1.42;2.25]	1.53 (0.43)	1.82 [0.68;1.83]	1.82 (0.02)	1.83 [1.78;1.84]	0.190

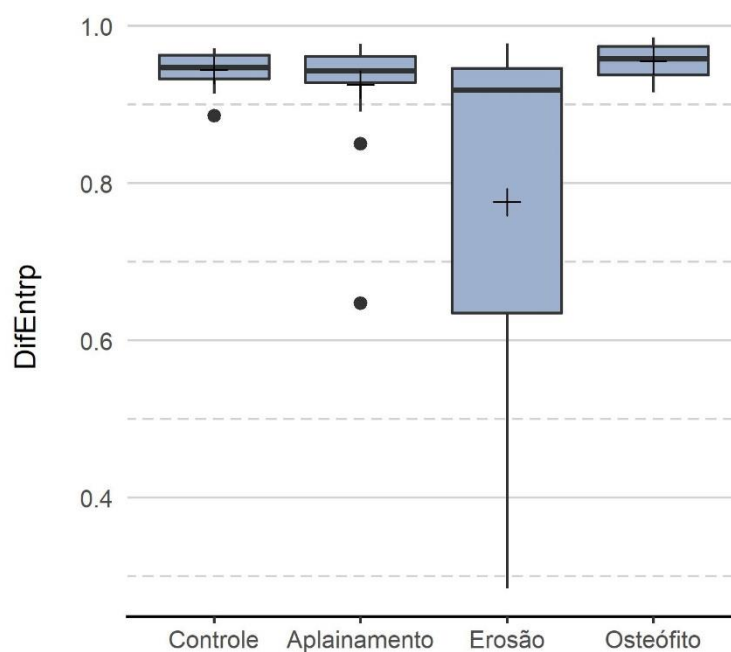
Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 12 - Resultados das comparações múltiplas entre os grupos em relação ao parâmetro Entropy

Direção	p-valor	Resultado da comparação múltipla
S(1,0)	<b>0.001</b>	Erosão < Aplainamento, Controle e Osteófito
S(0,1)	<b>0.001</b>	Erosão < Aplainamento, Controle e Osteófito
S(1,1)	<b>0.010</b>	Erosão < Aplainamento, Controle e Osteófito
S(1,-1)	<b>0.001</b>	Erosão < Aplainamento, Controle e Osteófito
S(2,0)	<b>0.010</b>	Erosão < Aplainamento, Controle e Osteófito
S(0,2)	<b>0.010</b>	Erosão < Controle e Osteófito
S(2,2)	<b>0.034</b>	Erosão < Osteófito
S(2,-2)	<b>0.024</b>	Erosão < Controle e Osteófito
S(3,0)	<b>0.023</b>	Erosão < Osteófito
S(0,3)	<b>0.023</b>	Erosão < Controle
S(3,3)	<b>0.015</b>	Erosão < Aplainamento e Controle
S(3,-3)	<b>0.028</b>	Erosão < Aplainamento e Osteófito
Média	0.190	

Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 11 - Boxplot relativo ao parâmetro DifEntrp por grupo



Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 13 - Medidas descritivas do DifEntrp por grupo e direção e p-valor da comparação entre os grupos

Direção	Controle		Aplainamento		Erosão		Osteófito		p-valor
	Média (D.P.)	Med [Mín;Máx]	Média (D.P.)	Med [Mín;Máx]	Média (D.P.)	Med [Mín;Máx]	Média (D.P.)	Med [Mín;Máx]	
S(1,0)	0.95 (0.05)	0.96 [0.81;1.00]	0.91 (0.12)	0.95 [0.50;1.00]	0.72 (0.30)	0.92 [0.17;1.00]	0.97 (0.03)	0.97 [0.93;1.00]	<b>0.013</b>
S(0,1)	0.89 (0.03)	0.89 [0.82;0.93]	0.87 (0.09)	0.89 [0.54;0.97]	0.68 (0.23)	0.82 [0.25;0.94]	0.90 (0.05)	0.91 [0.83;0.99]	<b>0.000</b>
S(1,1)	0.96 (0.03)	0.96 [0.87;1.00]	0.94 (0.09)	0.97 [0.62;1.00]	0.77 (0.26)	0.94 [0.30;1.00]	0.99 (0.02)	0.99 [0.95;1.00]	<b>0.001</b>
S(1,-1)	0.97 (0.03)	0.98 [0.87;1.00]	0.95 (0.09)	0.98 [0.59;1.00]	0.77 (0.28)	0.95 [0.24;1.03]	0.98 (0.02)	0.99 [0.93;1.00]	<b>0.029</b>
S(2,0)	0.98 (0.02)	0.99 [0.91;1.00]	0.95 (0.08)	0.99 [0.70;1.00]	0.79 (0.28)	0.98 [0.24;1.00]	0.98 (0.02)	0.99 [0.95;1.00]	0.214
S(0,2)	0.96 (0.03)	0.97 [0.88;1.00]	0.96 (0.07)	0.97 [0.69;1.00]	0.80 (0.24)	0.94 [0.32;0.99]	0.97 (0.03)	0.98 [0.91;1.00]	<b>0.013</b>
S(2,2)	0.95 (0.03)	0.95 [0.89;0.99]	0.95 (0.07)	0.96 [0.72;1.05]	0.82 (0.22)	0.93 [0.33;1.00]	0.97 (0.03)	0.98 [0.92;1.00]	<b>0.025</b>
S(2,-2)	0.96 (0.03)	0.96 [0.90;1.01]	0.95 (0.07)	0.96 [0.71;1.02]	0.80 (0.24)	0.92 [0.25;1.00]	0.97 (0.03)	0.98 [0.93;1.00]	<b>0.013</b>
S(3,0)	0.95 (0.03)	0.96 [0.88;1.00]	0.93 (0.06)	0.94 [0.73;1.00]	0.79 (0.25)	0.93 [0.28;1.00]	0.96 (0.03)	0.97 [0.89;1.00]	<b>0.062</b>
S(0,3)	0.95 (0.03)	0.96 [0.88;1.00]	0.94 (0.07)	0.96 [0.68;1.01]	0.83 (0.21)	0.94 [0.36;1.00]	0.95 (0.04)	0.96 [0.86;1.00]	0.400
S(3,3)	0.90 (0.04)	0.90 [0.80;0.96]	0.86 (0.08)	0.87 [0.60;0.98]	0.78 (0.20)	0.85 [0.37;0.97]	0.90 (0.04)	0.90 [0.81;0.96]	0.074
S(3,-3)	0.89 (0.03)	0.89 [0.82;0.94]	0.87 (0.07)	0.88 [0.67;0.97]	0.76 (0.21)	0.84 [0.29;0.96]	0.91 (0.05)	0.92 [0.81;0.99]	<b>0.013</b>
Média	0.94 (0.02)	0.95 [0.89;0.97]	0.93 (0.07)	0.94 [0.65;0.98]	0.78 (0.24)	0.92 [0.28;0.98]	0.96 (0.02)	0.96 [0.92;0.99]	<b>0.013</b>

Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 14 - Resultados das comparações múltiplas entre os grupos em relação ao parâmetro DifEntrp

Direção	p-valor	Resultado da comparação múltipla
S(1,0)	<b>0.013</b>	Erosão < Osteófito
S(0,1)	<b>0.000</b>	Erosão < Aplainamento, Controle e Osteófito
S(1,1)	<b>0.001</b>	Erosão < Osteófito
S(1,-1)	<b>0.029</b>	Erosão < Osteófito
S(2,0)	0.214	
S(0,2)	<b>0.013</b>	Erosão < Aplainamento e Osteófito
S(2,2)	<b>0.025</b>	Erosão < Osteófito
S(2,-2)	<b>0.013</b>	Erosão < Aplainamento e Osteófito
S(3,0)	<b>0.062</b>	
S(0,3)	0.400	
S(3,3)	0.074	
S(3,-3)	<b>0.013</b>	Erosão < Osteófito
Média	<b>0.013</b>	Erosão < Osteófito

Fonte: Elaborada pelo autor.

## 6 DISCUSSÃO

O presente estudo investigou o papel da técnica de AT, aplicada a imagens de TCFC das ATM em possibilitar uma avaliação objetiva e estatística de possíveis alterações condilares medulares em ATM acometidas por processos degenerativos como a presença de aplainamentos, osteófitos e erosões corticais, a fim de que esta técnica fosse um novo método de avaliar a presença destas alterações imperceptíveis a inspeção visual das imagens de TCFC e que necessitasse de complementação de outra modalidade de exames, como a RM. Foram utilizados 07 parâmetros de textura por meio da análise pela MCO, seguindo estudo realizado com esta técnica em imagens de TCFC de ATM para avaliação condilar com a estimativa de gênero e idade (Nussi et al., 2022).

Analisando-se o parâmetro de textura AngScMom, nossos resultados indicaram diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre os valores para o grupo erosão em relação ao grupo osteófito, sendo que o primeiro apresentou maiores valores (Tabelas 1 e 2 e Figura 5). Sabe-se que o AngScMom representa o número de tons de cinza da imagem, sendo inversamente proporcional, ou seja, maior seu valor, menor o número de tons de cinza, o que reflete uma imagem com maior uniformidade (Dhruv et al., 2019).

Analogamente, foi observado que, em relação ao parâmetro de textura Contrast, o grupo erosão apresentou diferença estatisticamente significativa com demais grupos: aplainamento, grupo controle e mais uma vez com o grupo osteófito, com valores menores em relação aos mesmos (Tabelas 3 e 4 e Figura 6). Um menor valor da variável Contrast, indica uma região com menor ruído, com comportamento de uniformidade e similaridade entre valores dos tons de cinza.

Um estudo realizado por Costa et al. (2021) avaliou a técnica de AT em imagens de TCFC como método de preditivo da qualidade óssea na estabilidade de implantes dentários, observando que regiões com valores altos de Contrast indicavam maiores valores de torques de inserção dos implantes, conseqüentemente maiores estabilidades dos mesmos. Infere-se assim que o osso medular com alto Contrast apresenta rede estrutural de trabéculas e espaços

medulares com características saudáveis, uma vez que suscitam maior chance de osseointegração, sendo assim um alto valor de Contrast indica estruturas não homogêneas. Em nosso estudo, as medulares ósseas dos côndilos com erosão apresentaram valores menores que demais grupos, como citado, indicando homogeneidade, isso significa que aquela região de medular óssea, onde houve a perda da solução da cortical pelo processo erosivo, há a ausência de trabéculas ósseas, indicando então um tecido estruturalmente mais simples, necrótico ou edemaciado, com composição uniforme.

Em relação ao parâmetro Correlat, pelos nossos resultados, houve diferenças estatisticamente significantes entre o grupo erosão e demais grupos - aplainamento, controle e osteófito – apresentando o grupo erosão maiores valores em relação aos demais (Tabelas 5 e 6 e a Figura 7). O parâmetro Correlat analisa o grau de interdependência entre os pixels da imagem sendo que maiores valores indicam maior interdependência entre pixels, ou seja, a uniformidade do conteúdo do tecido representando pelos valores dos pixels é maior, o que indica que não há variação dos tipos de tecidos analisados na região, com consequente padrão interno menos complexo (Garpebring et al., 2018; Löfstedt et al., 2019). Infere-se mais uma vez que a medular óssea dos côndilos com erosão apresenta-se pobremente estruturada, com conteúdo sem organização, como tecido resultante de processo inflamatório (edema) ou necrótico. Em um estudo realizado por Ito et al. (2021), a avaliação da medular óssea e a presença de osteonecrose medicamentosa por bisfosfonato em mandíbulas, por meio da técnica de AT em imagens de TC indicou que valores maiores de Correlat, estavam de fato associados ao grupo de pacientes previamente tratados com este medicamento e que apresentavam de fato osteonecrose, corroborando com nossos resultados. A diferença reside não apenas em que fora analisado o osso medular de mandíbula e não de côndilos mandibulares, como em nosso estudo, mas também que naquele estudo, foi realizada a AT em imagens de tomografia computadorizada de feixe em leque e não em TCFC, como neste presente.

A variável SumOfSqs, apresentou, pelos nossos resultados, diferenças estatisticamente significantes entre o grupo erosão e demais grupos - aplainamento, controle e osteófito – assumindo valores menores em relação a todos esses, com

ênfase ao grupo osteófito que apresentou esta diferença de 03 posições diferentes (Tabelas 7 e 8 e a Figura 8), enfatizando que o comportamento entre o osso medular de cêndilos acometidos por erosão e diverge acentuadamente daqueles com presença de osteófitos. Um valor menor relativo ao parâmetro SumOfSqs indica menor dispersão dos tons de cinza dos pixels da imagem e uma maior uniformidade da mesma (Löfstedt et al, 2019). Gonçalves et al. (2020) realizaram um estudo para aplicar a técnica de AT em imagens de TCFC para diferenciar regiões ósseas acometidas por lesões de furca, em molares superiores, de regiões limítrofes a estas lesões e regiões de osso sadio. Seus resultados indicaram que nas regiões de lesões de furca, onde há processo inflamatório e desorganização óssea com perda da arquitetura normal, os valores de SumOfSqs apresentavam-se reduzidos em relação ao osso sadio e regiões limítrofes das lesões, indicando que de fato o parâmetro é um marcador significativo para determinar processos patológicos ósseos, quando apresentam valores significantes menores de outros grupos.

Inferindo os resultados desse estudo para aqueles aqui alcançados, pode-se afirmar que o parâmetro de textura SumOfSqs de menores valores para grupo erosão, indica uma provável alteração patológica medular neste grupo. Segundo Emshoff et al. (2021) a erosão condilar é considerada um subconjunto inflamatório de processos como a osteoartrite, sendo um sinal de alterações progressivas desses processos degenerativos articulares, potencialmente contribuindo para processos inflamatórios subcondrais e levando a alterações na morfologia dentofacial ou crescimento mandibular limitado. O processo de erosão apresenta uma manifestação avançada de processos degenerativos articulares que ocasionam a exposição medular óssea condilar ao ambiente intracapsular favorecendo instalações mais agudas de processos inflamatórios e necróticos, o que justifica o comportamento mais homogêneo da área avaliada pela textura.

Considerando-se aos parâmetros relacionado a entropia - SumEntrp, Entropy e DifEntrp - que são parâmetros complementares, mais uma vez o grupo erosão apresentou, em ambos, valores com diferenças estatisticamente significantes em relação aos demais grupos de estudo - aplainamento, controle e osteófito – assumindo valores menores em relação aos mesmos (Tabelas 9 a 10 e Figuras 9 a 11). Estes parâmetros indicam a desorganização dos pixels da imagem. No estudo

previamente citado de Costa et al. (2021) a Entropy esteve diretamente ligada a organização óssea, sendo que menores valores, indicavam maior uniformidade do tecido analisado, com menor variação de tons de cinza e, portanto, dos componentes internos.

Ênfase deve ser dada ao achado de que o comportamento do grupo erosão estava praticamente sempre diferenciado do grupo osteófito. Se analisarmos, estes dois grupos apresentam comportamentos fisiológicos antagônicos, uma vez que no caso da formação osteofítica, o que há é uma alteração progressiva regenerativa de formação óssea, o que pode de certa forma resguardar a medular subjacente, enquanto no grupo erosão, temos a mais acentuada consequência de uma alteração regressiva, com destruição de cortical e exposição de medular. Nossos resultados direcionam para a reflexão deste comportamento nos parâmetros de textura.

Por ser um estudo pioneiro com este objetivo, não foram encontrados na literatura, trabalhos que abordassem esta metodologia da avaliação medular condilar de ATM relacionando a alterações ósseas degenerativas pela técnica de AT em imagens de TCFC, o que torna mais difícil a tarefa de embasamento de nossos resultados de forma direta. Porém, a literatura apresentou resultados relacionados à aplicação da AT para avaliação de tecido ósseo no sistema estomatognático pelos quais podemos nos basear para desenvolver a interpretação de nossos resultados, o quais se apresentaram de forma coerente com aqueles já esmaecidos nesses estudos (Costa et al., 2021; Gonçalves et al., 2020; Nussi et al., 2022).

No estudo de Queiroz et al. (2022) foi possível observar, por meio da AT, alterações no padrão ósseo em áreas acometidas por osteonecrose, aumentando assim a precisão em delimitar a extensão real da osteonecrose da mandíbula relacionada a medicamentos. Também apresentando resultados positivos com o uso da AT, Costa et al. (2022) concluíram que a AT permitiu a diferenciação entre a sinusite maxilar odontogênica e não odontogênica em imagens TCFC usando os parâmetros de contraste, correlação e momento de diferença inversa.

Como demais limitações deste estudo cita-se a amostra de cada grupo que poderia ser aumentada, para permitir maior embasamento e acrescentar grupos que apresentassem mais de uma das alterações aqui avaliadas simultâneas, permitindo

que, desta forma fossem cruzados os resultados da influência de cada alteração sobre as demais. Novos estudos podem ser conduzidos com este propósito.

Concluindo, observou-se que a técnica de AT da medular condilar em ATM indicou enfaticamente que o grupo erosão apresentou um comportamento significativamente diferente dos demais grupos de estudo em todos os parâmetros aqui analisados, apontando para a presença de tecido homogêneo, indicativo de tecido necrótico (necrose avascular) ou mesmo edema inflamatório medular nas ATM em que há erosão cortical. Este fato torna-se importante, uma vez que abre a perspectiva para a avaliação medular condilar das ATM mesmo em imagens de TCFC, por meio da técnica de AT.

## 7 CONCLUSÃO

As medulares ósseas condilares de ATM acometidas por erosão apresentaram comportamentos distintos quando comparado com os grupos controle, aplainamento e osteófito para todos os parâmetros de textura analisados, indicando que já haja processos de alterações degenerativas instalados, possibilitando assim a avaliação da condição medular em TCFC através da AT.

## REFERÊNCIAS

Almhdie-Imjabbar A, Lespessailles E, Toumi H. Trabecular bone texture analysis of conventional radiographs for the prediction of total knee replacement risk: data from the osteoarthritis initiative cohort. *Osteoarthr Cartil.* 2021; 29:s10-s432.

Al-Saleh MA, Alsufyani NA, Saltaji H, Jaremko JL, Major PW. MRI and CBCT image registration of temporomandibular joint: a systematic review. *J Otolaryngol Head Neck Surg.* 2016;10;45(1):30.

Al-Saleh MA, Jaremko JL, Alsufyani N, Jibri Z, Lai H, Major PW. Assessing the reliability of MRI-CBCT image registration to visualize temporomandibular joints. *Dentomaxillofac Radiol.* 2015;44(6):20140244.

Chisnoiu AM, Picos AM, Popa S, Chisnoiu PD, Lascu L, Picos A, Chisnoiu R. Factors involved in the etiology of temporomandibular disorders - a literature review. *Clujul Med.* 2015;88(4):473-478.

Costa ALF, de Souza Carreira B, Fardim KAC, Nussi D, da Silva Lima VC, Miguel MMV, Jardini MAN, Santamaria MP, de Castro Lopes SLP. Texture analysis of cone beam computed tomography images reveals dental implant stability. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2021;50(12):1609-1616.

Costa ALF, Fardim KAC, Ribeiro IT, Jardini MAN, Braz-Silva PH, Orhan K, de Castro Lopes SLP. Cone-beam computed tomography texture analysis can help differentiate odontogenic and non-odontogenic maxillary sinusitis. *Imaging Sci Dent.* 2022;0166.

Derwich M, Mitus-Kenig M, Pawlowska E. Interdisciplinary Approach to the Temporomandibular Joint Osteoarthritis-Review of the Literature. *Medicina (Kaunas).* 2020;9;56(5):225.

de Rosa CS, Bergamini M, Palmieri M, Sarmento D, de Carvalho M, Ricardo A, Hasseus B, Jonasson P, Braz-Silva P, Ferreira A. Differentiation of periapical granuloma from radicular cyst using cone beam computed tomography images texture analysis. *Heliyon.* 2020;6(10):1-9.

Dhruv B, Mittal N, Modi M. Study of Haralick's and GLCM texture analysis on 3D medical images. *Int J Neurosci.* 2019;129(4):350-362.

dos Anjos Pontual ML, Freire JS, Barbosa JMN, Frazão MAG, dos Anjos Pontual A. Evaluation of bone changes in the temporomandibular joint using cone beam CT. *Dentomaxillofac Radiol.* 2012;41(1):24-29.

Emshoff R, Bertram A, Hupp L, Rudisch A. A logistic analysis prediction model of TMJ condylar erosion in patients with TMJ arthralgia. *BMC Oral Health.* 2021;24;21(1):374.

Garpebring A, Brynolfsson P, Kuess P, Georg D, Helbich TH, Nyholm T, Löfstedt T. Density estimation of grey-level co-occurrence matrices for image texture analysis. *Phys Med Biol*. 2018;2;63(19):195017.

Gonçalves BC, de Araújo EC, Nussi AD, Bechara N, Sarmento D, Oliveira MS, Santamaria MP, Costa ALF, Lopes S. Texture analysis of cone-beam computed tomography images assists the detection of furcal lesion. *J Periodontol* 2020; 91(9):1159-1166.

Im YG, Lee JS, Park JI, Lim HS, Kim BG, Kim JH. Diagnostic accuracy and reliability of panoramic temporomandibular joint (TMJ) radiography to detect bony lesions in patients with TMJ osteoarthritis. *J Dent Sci*. 2018;13(4):396-404.

Ito K, Muraoka H, Hirahara N, Sawada E, Hirohata S, Otsuka K, Okada S, Kaneda T. Quantitative assessment of mandibular bone marrow using tomography texture analysis for detect stage 0 medication-related osteonecrosis of the jaw. *Eur J Radiol*. 2021;145:110030.

Kawashima Y, Fujita A, Buch K, Li B, Qureshi M, Chapman M, Sakai O. Using texture analysis of head CT images to differentiate osteoporosis from normal bone density. *Eur J Radiol*. 2019; 116:212-218.

Larheim TA, Abrahamsson AK, Kristensen M, Arvidsson LZ. Temporomandibular joint diagnostics using CBCT. *Dentomaxillofac Radiol*. 2015;44(1):20140235.

Löfstedt T, Brynolfsson P, Asklund T, Nyholm T, Garpebring A. Gray-level invariant Haralick texture features. *PLoS One*. 2019;22;14(2):e0212110.

Mallya SM, Ahmad M, Cohen JR, Kaspo G, Ramesh A. Recommendations for imaging of the temporomandibular joint. Position statement from the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology and the American Academy of Orofacial Pain. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2022;134(5):639- 648.

Malusare PC, Das D, Navalkar A, Salis S, Sridharan G. Advanced TMJ Imaging - A Review. *Clin Radiol Imaging J*. 2019;3(4):1-7.

Mawani F, Lam EWN, Heo G, McKee I, Raboud DW, Major PW. Condylar shape analysis using panoramic radiography units and conventional tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2005;99(3):341-348.

Mello Junior CF, Saito OC, Guimarães Filho HA. Avaliação ultrassonográfica dos distúrbios intracapsulares temporomandibulares. *Radiol Bras*. 2011;44(6):355-359.

Nguyen MS, Reemann P, Loorits D, Ilves P, Jagomägi T, Nguyen T, Saag M, Voog-Oras Ü. Association of Temporomandibular Joint Osseous Changes with Anxiety, Depression, and Limitation of Mandibular Function in Elderly Vietnamese. *East Asian Arch Psychiatry*. 2019;29(1):20-25.

Nussi AD, de Castro Lopes SLP, De Rosa CS, Gomes JPP, Ogawa CM, Braz-Silva PH, Costa ALF. In vivo study of cone beam computed tomography texture analysis of mandibular condyle and its correlation with gender and age. *Oral Radiol.* 2022;39(1):191-197.

Oliveira MS, Fernandes PT, Avelar WM, Santos SL, Castellano G, Li LM. Texture analysis of computed tomography images of acute ischemic stroke patients. *Braz J Med Biol Res.* 2009;42(11):1076-1079.

Queiroz PM, Fardim KC, Costa ALF, Matheus RA, de Castro Lopes SLP. Texture analysis in cone-beam computed tomographic images of medication-related osteonecrosis of the jaw. *Imaging Sci Dent.* 2022;0202.

Schiffman E, Ohrbach R. Executive summary of the Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders for clinical and research applications. *J Am Dent Assoc.* 2016; 147(6):438-445.

Shahidi S, Salehi P, Abedi P, Dehbozorgi M, Hamedani S, Berahman N. Comparison of the bony changes of TMJ in patients with and without TMD complaints using CBCT. *J Dent (Shiraz).* 2018;19(2):142-149.

Tamimi D, Kocasarac H, Mardini S. Imaging of the Temporomandibular Joint. *Semin Roentgenol.* 2019;54(3):282-301.

Tsai CM, Wu FY, Chai JW, Chen MH, Kao CT. Differences between the temporal and mandibular components of the temporomandibular joint in topographic distribution of osseous degenerative features on cone-beam computerized tomography. *J Dent Sci.* 2021;16(3):1010-1017.

Wang Q, Lei D, Yuan Y, Zhao H. Accuracy of magnetic resonance imaging texture analysis in differentiating low-grade from high-grade gliomas: systematic review and meta-analysis. *BMJ Open* 2019; 9(9):1-7.

## ANEXO A – Certificado do Comitê de Ética

INSTITUTO DE CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA - CAMPUS DE  
SÃO JOSÉ DOS CAMPOS -  
UNESP



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** TÉCNICA DA ANÁLISE DE TEXTURA EM IMAGENS DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO PARA A IDENTIFICAÇÃO DO EFEITO DE ALTERAÇÕES DEGENERATIVAS EM OSSO MEDULAR CONDILAR NAS ARTICULAÇÕES TEMPOROMANDIBULARES

**Pesquisador:** NATALIA CAROLINE QUEIROZ COSTA

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 50377321.1.0000.0077

**Instituição Proponente:** Instituto de Ciência e Tecnologia de São José dos Campos - UNESP

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 5.006.564

**Apresentação do Projeto:**

A anatomia da ATM pode ser avaliada por meio de várias técnicas, incluindo radiografia (panorâmica e transcraniana), tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) e imagem por ressonância magnética (MRI)...No entanto, quando caracterizados por variações estruturais de pequenas proporções, os padrões ósseos afetados pela doença degenerativa na ATM podem não ser identificados nas imagens de TCFC. (Extraído do texto da autora)

**Objetivo da Pesquisa:**

O objetivo desta pesquisa será identificar os efeitos gerados pelas alterações degenerativas em osso medular do côndilo mandibular por meio de análise de textura (TA) em tomografias computadorizadas de feixe cônico (TCFC). (Extraído do texto da autora)

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Os riscos possíveis na pesquisa têm relação somente com as imagens e a autora relata como contorna-los. Quanto aos benefícios a pesquisa irá auxiliar outros pesquisadores e profissionais

**Endereço:** Av. Engº Francisco José Longo 777  
**Bairro:** Jardim São Dimas **CEP:** 12.245-000  
**UF:** SP **Município:** SAO JOSE DOS CAMPOS  
**Telefone:** (12)3947-9078 **Fax:** (12)3947-9010 **E-mail:** ceph.ict@unesp.br

INSTITUTO DE CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA - CAMPUS DE  
SÃO JOSÉ DOS CAMPOS -  
UNESP



Continuação do Parecer: 5.006.964

da Odontologia na identificação de doenças ósseas degenerativas da cabeça da mandíbula mesmo quando incipiente.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

A PESQUISA É DE EXCELÊNCIA E MUITO CONTRIBUIRÁ PARA A CIÊNCIA.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

As pendências e inadequações foram sanadas.

**Recomendações:**

Reforçamos à pesquisadora que em futuros protocolos encaminhados se atente às exigências da Plataforma Brasil no que diz respeito às correções que devem ser feitas em destaque, assim como informar quais documentos serão alterados.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

A pesquisa não apresenta problemas éticos.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

O Colegiado aprova o presente protocolo,

O (a) pesquisador(a) irá receber e-mail da Secretaria do CEPH-ICT-CAMPUS DE SJCAMPOS-UNESP, para envio de relatórios parciais/final, para não incorrer na penalidade de não o fazendo, em não ter novas submissões avaliada pelo Comitê de Ética, até que sane a pendência de envio do relatório, na forma de notificação através do sistema da Plataforma Brasil. Obs:- No site <https://www2.ict.unesp.br/> – Sobre o ICT – Comissões e Comitês - Comitê de Ética Envolvendo Seres Humanos, encontrará o formulário para envio do Relatório parcial/final.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1802323.pdf	22/08/2021 19:05:48		Aceito
Outros	formularioresppend.doc	22/08/2021 19:04:56	NATALIA CAROLINE QUEIROZ COSTA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_PESQUISA.doc	02/08/2021 18:14:42	NATALIA CAROLINE QUEIROZ COSTA	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.doc	02/08/2021	NATALIA CAROLINE	Aceito

**Endereço:** Av. Engº Francisco José Longo 777  
**Bairro:** Jardim São Dimas **CEP:** 12.245-000  
**UF:** SP **Município:** SAO JOSE DOS CAMPOS  
**Telefone:** (12)3947-9078 **Fax:** (12)3947-9010 **E-mail:** ceph.ict@unesp.br

INSTITUTO DE CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA - CAMPUS DE  
SÃO JOSÉ DOS CAMPOS -  
UNESP



Continuação do Parecer: 5.006.964

Cronograma	CRONOGRAMA.doc	18:13:55	QUEIROZ COSTA	Aceito
Orçamento	ORCAMENTO.docx	02/08/2021 18:13:13	NATALIA CAROLINE QUEIROZ COSTA	Aceito
Outros	AUTORIZACAO.pdf	02/08/2021 18:09:46	NATALIA CAROLINE QUEIROZ COSTA	Aceito
Folha de Rosto	Doc1.pdf	02/08/2021 17:55:56	NATALIA CAROLINE QUEIROZ COSTA	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

SAO JOSE DOS CAMPOS, 29 de Setembro de 2021

Assinado por:  
Denise Nicodemo  
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Engº Francisco José Longo 777  
Bairro: Jardim São Dimas CEP: 12.245-000  
UF: SP Município: SAO JOSE DOS CAMPOS  
Telefone: (12)3947-9078 Fax: (12)3947-9010 E-mail: ceph.ict@unesp.br

## ANEXO B – Autorização para uso de imagens



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Câmpus de São José dos Campos



### Autorização para uso de Imagens

Eu, Sérgio Lucio Pereira de Castro Lopes, Professor Associado da Disciplina de Radiologia do Instituto de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (ICT-UNESP), autorizo o uso das imagens de Tomografia computadorizada de feixe cônico, em seu formato DICOM, pertencentes ao arquivo da Clínica de Radiologia desta instituição, sob minha total responsabilidade, para que sejam utilizadas na pesquisa ***Técnica da análise de textura em imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico para a identificação do efeito de alterações degenerativas em osso medular condilar nas articulações temporomandibulares***, que será desenvolvida pela aluna *Natália Caroline Queiroz Costa*, para sua dissertação de Mestrado no Programa de Ciências Aplicadas à Saúde Bucal (CASB), sob a orientação do *Profa. Dra. Michelle Bianchi de Moraes*. Afirmando que todos os dados referentes aos exames serão mantidos em total sigilo por todos os pesquisadores envolvidos no projeto.

São José dos Campos, 20 de julho de 2021.

---

Prof. Assoc. Sérgio Lucio Pereira de Castro Lopes  
Disciplina de Radiologia  
Departamento de Diagnóstico de Cirurgia  
Instituto de Ciência e Tecnologia  
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
ICT UNESP