

## Variações da forma e do tamanho craniofacial permitem identificar maloclusões dentárias?

### Do variations in craniofacial shape and size allow the identification of dental malocclusions?

Albert da Paixão Silva<sup>✉</sup>, Lorena Andrade Nunes<sup>✉</sup>, Rita de Cássia Dias Viana Andrade<sup>✉</sup>, Haroldo José Mendes<sup>✉</sup>, Patrícia Elizabeth Souza Matos<sup>✉</sup>, Cezar Augusto Casotti<sup>✉</sup>

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
- UESB, Departamento de Saúde I, Jequié,  
BA, Brasil.

\*albert\_paixaoodonto@hotmail.com

Recebido: 09 de setembro de 2023.

Aceito: 22 de fevereiro de 2024.

Publicado: 17 de maio de 2024.

#### RESUMO

A partir da classificação de Angle, identificar e comparar alterações na forma e no tamanho da região craniofacial em telerradiografias laterais de face de indivíduos portadores de maloclusões dentárias. Trata-se de um estudo analítico transversal, realizado por meio da análise morfométrica de telerradiografias de indivíduos adultos portadores de maloclusões Classes I, II e III. Com o auxílio de pontos craniométricos e cefalométricos convencionais, marcos e semimarcos anatômicos foram inseridos. Para a verificação da variação da forma, realizou-se a MANOVA, análise de variável canônica, distância de Mahalanobis e Procrustes, função discriminante e validação cruzada. Também foi realizada a one-way ANOVA para o tamanho, com base no tamanho do centroide. Nas telerradiografias, foram encontradas diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre as formas craniofaciais dos três grupos, a partir da MANOVA. A partir das grades de deformação, foi possível observar variações nas regiões mentoniana e anterior de maxila. A variação na forma das estruturas foi mais acentuada em telerradiografias do grupo com Classe III. As medidas das distâncias de Mahalanobis e de Procrustes foram maiores nas telerradiografias com maloclusões Classes II e III, corroborando com os resultados encontrados pela validação cruzada. Diferenças de tamanho ( $p < 0,05$ ) foram encontradas, a partir da one-way ANOVA e do teste de Tukey, ao comparar indivíduos Classe I com os demais grupos. A morfometria geométrica permitiu identificar variações da forma e do tamanho das estruturas craniofaciais. Essa técnica, quando aplicada às telerradiografias laterais, mostrou-se um método auxiliar promissor para caracterizar as maloclusões dentárias, segundo a classificação de Angle.

**Palavras-chave:** Análise multivariada. Classificação de Angle. Maloclusão. Variável canônica.

#### ABSTRACT

Based on the Angle's classification, to identify and compare changes in the shape and size of the craniofacial region in lateral telerradiographs of the face of individuals with dental malocclusions. This is a cross-sectional analytical study carried out using morphometric analysis of telerradiographs of adult individuals with Class I, II and III malocclusions. With the aid of conventional craniometric and cephalometric points, anatomical landmarks and semilandmarks were inserted. For the verification of the shape variation, MANOVA, canonical variable analysis, Mahalanobis and Procrustes distances, discriminant function and cross-validation were carried out. One-way ANOVA was also carried out for size, based on the size of the centroid. On the telerradiographs, significant differences ( $p < 0.05$ ) were found between the craniofacial shapes of the three groups, based on MANOVA. From the deformation grids, it was possible to observe variations in the mentonian and anterior maxillary regions. The variation in the shape of the structures was more pronounced in the telerradiographs of the Class III group. The measurements of the Mahalanobis and Procrustes distances were greater in the telerradiographs with Class II and III malocclusions, corroborating the results found by cross-validation. Size differences ( $p < 0.05$ ) were found, using the one-way ANOVA and Tukey's test, when comparing Class I individuals with the other groups. Geometric morphometrics helped us to identify variations in the shape and size of craniofacial structures. This technique, when applied to lateral telerradiographs, proved to be a promising auxiliary method for characterizing dental malocclusions, according to Angle's classification.

**Keywords:** Angle's Classification. Canonical Variates. Malocclusion. Multivariate analysis.

#### INTRODUÇÃO

As maloclusões são variações clínicas significativas do crescimento e do desenvolvimento normal da oclusão, caracterizadas por desvios de normalidade das arcadas dentárias, dos ossos da face ou ambos. Essas alterações implicam diversas consequências às funções do sistema estomatognático, à aparência e à autoestima dos indivíduos (Bresolin, 2000).

A classificação de Angle é um dos instrumentos mais utilizados para registrar maloclusões (Foggiato et al., 2019). Esse método leva em consideração, principalmente, a posição dos dentes primeiros molares, sendo dividida em três grupos: Classe I (neutroclusão), Classe II (distoclusão), que ainda pode ser subdividida em dois tipos, e a Classe III (mesioclusão) (Mageet, 2016; Foggiato et al., 2019). Análises realizadas em radiografias cefalométricas convencionais, que combinam medidas lineares e angulares ou índices derivados dessas medidas, também são utilizadas no diagnóstico complementar das maloclusões dentárias (Freudenthaler, Čelar, Ritt & Mitteröcker, 2017).

Essas medidas cefalométricas, entretanto, não fornecem descrição detalhada da morfologia craniofacial, uma vez que os traçados convencionais são limitados a pontos de referência,

linhas retas e ângulos. Essas deficiências podem ser contornadas por meio da morfometria geométrica (MG), por se tratar de um método baseado nas coordenadas cartesianas geradas a partir de marcos anatômicos (Freudenthaler et al., 2017; Kouli, Papagiannis, Konstantoni, Halazonetis & Konstantonis, 2019; Woon et al., 2019).

Essa técnica se trata do estudo estatístico da variação da forma em relação aos fatores causais. Isto é, além de quantificar as formas biológicas, busca fazer inferências acerca dos motivos os quais levaram às diferenças, podendo desempenhar papel significativo para o diagnóstico complementar de patologias, gerando interesse de diferentes áreas do conhecimento (Bookstein, 1997; Menezes & Sforza, 2010).

Diante disso, para melhor compreender a influência das maloclusões sobre a morfologia e o fenótipo facial, foi utilizada a MG, ao entender que esse método tem melhor capacidade de identificar variações na forma das estruturas da face, podendo, assim, vir a ser empregado como uma abordagem alternativa, para subsidiar o diagnóstico complementar dessas maloclusões.

Partindo desse pressuposto, o objetivo deste trabalho

foi identificar e comparar alterações na forma e no tamanho da região craniofacial em telerradiografias laterais de face de indivíduos portadores de maloclusões dentárias, a partir da classificação de Angle.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de estudo analítico transversal, realizado a partir do uso da morfometria geométrica em telerradiografias laterais de face, obtidas do banco de imagens radiográficas de uma clínica privada de diagnóstico por imagem da cidade de Vitória da Conquista, Brasil. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil, sob o número 28805020.7.0000.0055 (CAAE).

Para compor a amostra, foram utilizadas imagens radiográficas obtidas a partir de documentações ortodônticas completas, selecionadas de forma aleatória. Todas as telerradiografias laterais de face foram obtidas entre os anos de 2017 e 2020 em mesmo cefalostato digital (Orthophos Plus DS®, Sirona Dental System, Bensheim, Alemanha).

Além disso, foram considerados os seguintes critérios de exclusão: radiografias de pacientes com perda dentária ou agenesia, dentes em evolução intraóssea (exceto os terceiros molares), evidências de cirurgia ortognática prévia, trauma de face, tratamento ortodôntico prévio ou em andamento, anomalias dentárias e radiografias com qualidade de imagem insatisfatórias. Com isso, foram selecionadas aleatoriamente 154 telerradiografias laterais de face de indivíduos de ambos os sexos, com idades variando entre 18 e 56 anos, sendo separados de acordo com a classificação de Angle (Mageet, 2016), a partir de fotografias intraorais contidas nas respectivas documentações ortodônticas.

No tpsUtil (Rohlf, 2010), as imagens radiográficas foram processadas e gerado um arquivo com a extensão TPS. A partir desse arquivo, foram inseridos marcos e semimarcos anatômicos, por meio do programa tpsDig2 (Rohlf, 2015). Em cada uma das telerradiografias, foram selecionados 14 pontos, sendo cinco marcos e nove semimarcos anatômicos (Figura 1), por um examinador previamente calibrado.

A seleção dos pontos se deu de modo a garantir uma representação adequada da morfologia craniofacial, sendo distribuídos tanto na face quanto em base de crânio. Alguns desses pontos de referência foram escolhidos de modo a corresponder aos comumente já utilizados em sistemas cefalométricos tradicionais na análise de radiografias cefalométricas laterais, familiares à maioria dos cirurgiões-dentistas, principalmente ortodontistas, para determinação de maloclusão (Wellens, Kuijpers-Jagtman & Halazonetis, 2013). Além disso, alguns desses também já foram utilizados em outros estudos (Woon et al., 2019; Ferreira, Nunes, Pithon, Maia & Casotti, 2020; Pereira, Silva, Assis, Casotti & Nunes, 2021). A Tabela 1 descreve os marcos e os semimarcos anatômicos utilizados.

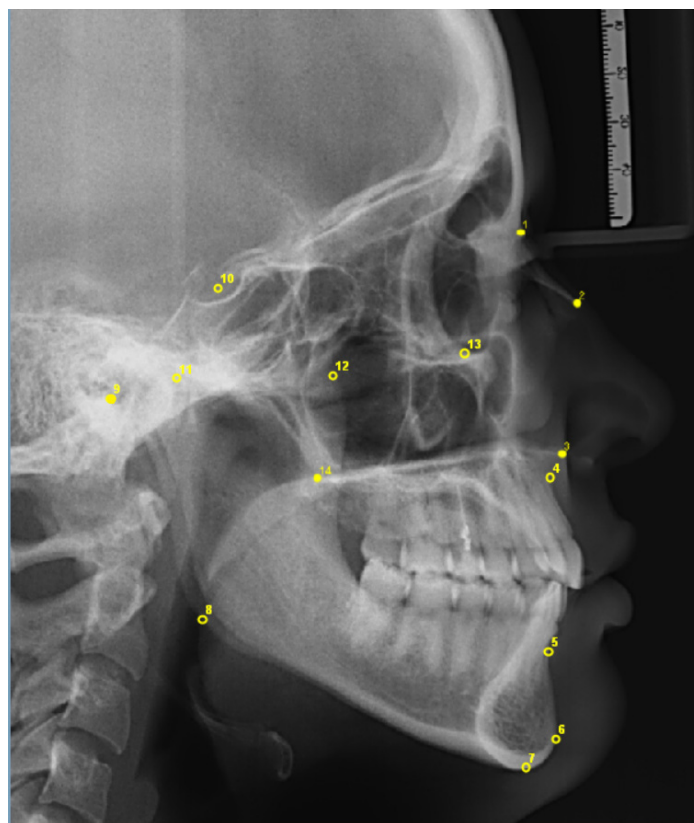
Para avaliar a calibração do examinador responsável pela identificação dos marcos e dos semimarcos anatômicos nas imagens radiográficas, foram selecionadas de forma aleatória 30 telerradiografias, nas quais houve a marcação dos pontos anatômicos por mesmo operador em duplicata, com intervalo de três dias entre as marcações, a fim de descartar e testar o efeito do erro de medida, conforme proposto por Palmer (1994).

A verificação da calibração do operador foi confirmada por meio do teste de Procrustes ANOVA no software MorphoJ (Klingenberg, 2015). Essa análise permitiu averiguar que a variação ocorreu em função do objeto estudado (imagens radiográficas) ao invés do medidor, assim como sugerido por Palmer (1994). Após esse processo de calibração nas 154

telerradiografias selecionadas, foi realizada a marcação dos pontos anatômicos, seguida das análises de MG.

## Figura 1

Telerradiografia lateral de face com 14 pontos de referência utilizados nas análises morfométricas. Marcos anatômicos (pontos fechados) e semimarcos anatômicos (pontos vazados).



Fonte: Os autores.

## Tabela 1

Descrição dos marcos e dos semimarcos anatômicos utilizados nas análises morfométricas.

| Ponto anatômico | Descrição                                                        | Classificação         |
|-----------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1               | Região anterior da sutura frontonasal.                           | Marcos anatômico.     |
| 2               | Margem inferior do osso nasal.                                   | Marcos anatômico.     |
| 3               | Espinha nasal anterior.                                          | Marcos anatômico.     |
| 4               | Maior concavidade na porção anterior da maxila.                  | Semimarcos anatômico. |
| 5               | Maior concavidade na porção anterior da sínfise mentoniana.      | Semimarcos anatômico. |
| 6               | Região mais anterior do contorno anterior da sínfise mentoniana. | Semimarcos anatômico. |
| 7               | Região mais anterior e inferior da sínfise mentoniana.           | Semimarcos anatômico. |
| 8               | Região inferior e posterior da mandíbula.                        | Semimarcos anatômico. |
| 9               | Meato acústico externo.                                          | Marcos anatômico.     |
| 10              | Centro da cela Túrcica.                                          | Semimarcos anatômico. |
| 11              | Ponto mais superior da cabeça da mandíbula.                      | Semimarcos anatômico. |
| 12              | Ponto mais superior do processo coronoide.                       | Semimarcos anatômico. |
| 13              | Região mais inferior do limite inferior da órbita.               | Semimarcos anatômico. |
| 14              | Espinha nasal posterior.                                         | Marcos anatômico.     |

Fonte: Os autores.

Com o objetivo de otimizar a posição dos semimarcos em relação à forma média, foi realizado o alinhamento no programa tpsRelw (Rohlf, 2003). Nesse processo, utilizou-se o método dos mínimos quadrados de Procrustes, tornando, assim, os semimarcos em marcos anatômicos confiáveis (Mitteroecker & Gunz, 2009). Posteriormente, a partir das coordenadas geradas pelos marcos de cada uma das telerradiografias, realizou-se a sobreposição de Procrustes. Essa etapa foi responsável por converter os dados originais em coordenadas de forma, eliminando efeitos de posição, direção e escala (Mitteroecker & Gunz, 2009).

Foi conduzida a análise de regressão para examinar o impacto da alometria no desenvolvimento, ou seja, avaliou-se a alteração da forma em relação ao tamanho, levando em consideração o tamanho do centroide. Para avaliar a variação da forma das estruturas, foram conduzidas análises multivariadas (MANOVA), análise de variável canônica (AVC), distância de Mahalanobis e Procrustes, além da aplicação de função discriminante e da validação cruzada, utilizando o software MorphoJ (Klingenberg, 2015).

Por fim, foi realizada a análise de diferença de tamanho, utilizando o software PAST (Hammer, Harper & Ryan, 2001), com base no tamanho do centroide. Este é calculado pela raiz quadrada da soma das distâncias dos quadrados, obtidas a partir dos marcos anatômicos e de seu centroide (Klingenberg, 2011). Com o propósito de verificar se existiam variações generalizadas no tamanho dos indivíduos (Pereira et al., 2021), por meio da ANOVA e do teste de Tukey.

Ainda, conforme Klingenberg (2011), o tamanho do centroide é a raiz quadrada da soma das distâncias quadradas de um conjunto de pontos de referência de seu centroide ou, equivalentemente, a raiz quadrada da soma das variâncias dos pontos de referência sobre esse centroide nas direções X e Y. Esse parâmetro é usado em morfometria geométrica, porque é aproximadamente não correlacionado com todas as variáveis de forma quando os pontos de referência são distribuídos em torno de posições médias por ruído independente da mesma pequena variação em cada ponto de referência e em todas as direções. Essa é uma medida de tamanho usada para dimensionar uma configuração de pontos de referência para que possam ser plotados como um ponto no espaço de forma de Kendall. O denominador da fórmula para a distância de Procrustes entre dois conjuntos de configurações de pontos de referência é o produto de seus tamanhos centroides.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisadas 154 telerradiografias laterais de face de indivíduos com idades variando entre 18 e 56 anos, com média de 25,4 anos (DP±6,52). Desse total, eram mulheres 101 (65,6%) e 53 (34,4%) homens. Quanto à oclusão, tendo como referência a classificação de Angle, obteve-se 32,5% (n=50) das telerradiografias com indivíduos que apresentavam neutroclusão (Classe I), tendo 32,5% (n=50) com distoclusão (Classe II) e 35,5% (n=54) mesioclusão (Classe III).

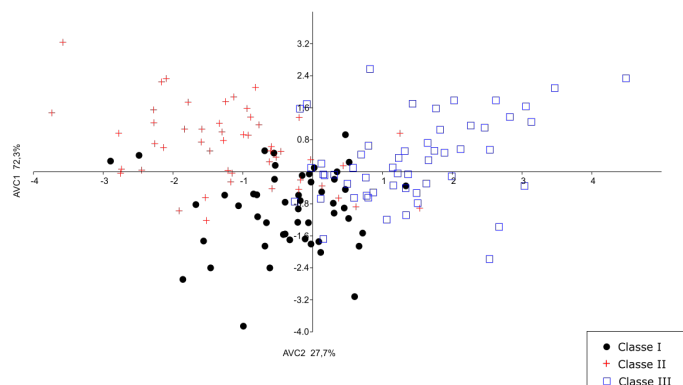
A análise de regressão realizada para verificar a presença do efeito de alometria mostrou valores insignificativos ( $p>0,05$ ). Isto é, não houve interferência do tamanho das estruturas anatômicas sobre a forma. Diferenças significativas ( $p<0,05$ ) entre as formas craniofaciais dos três grupos foram reveladas a partir da MANOVA.

A partir da AVC, observou-se que as duas primeiras variáveis canônicas acumularam 100% de diferença entre os grupos na vista lateral. A primeira explica 72,3%, separando os indivíduos Classe III do grupo Classe II, ao passo que a segunda

explica 27,7%, separando as Classes I e II (Figura 2).

### Figura 2

Gráfico de dispersão indicando diferenças na forma craniofacial de indivíduos portadores de maloclusões Classes I, II e III, com base na análise de variáveis canônicas.

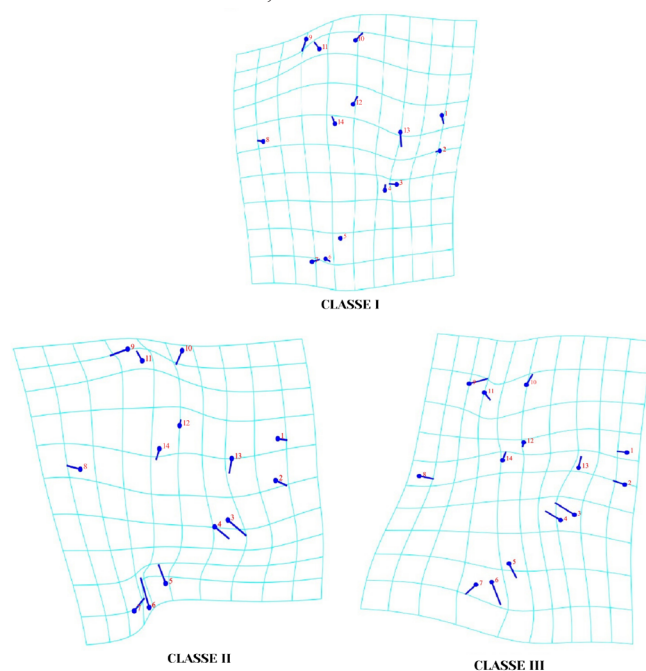


Fonte: Os autores.

Para visualizar as diferenças na forma das estruturas analisadas, foi utilizada a grade de deformação, que tem como princípio a interpolação de superfícies ou imagens deformadas (Gunz & Mitteroecker, 2013). Ao analisar essas grades de deformação, foi possível visualizar as diferenças de forma nas estruturas da face entre os grupos (Figura 3).

### Figura 3

Grade de deformação indicando a variação na forma das estruturas entre indivíduos Classes I, II e III.



Fonte: Os autores.

Com base nos vetores de deformação, nos indivíduos com distoclusão (Classe II), observou-se maior compressão na região mentoniana indicada pelos pontos 5, 6 e 7, bem como na região do meato acústico externo e da cabeça da mandíbula, pontos 9 e 11, respectivamente. Além disso, identificou-se uma área de expansão na região do ângulo mandibular, sinalizada pela deformação do ponto 8. Igualmente, ficou nítida a expansão da região anterior de maxila, expressa pelos pontos 3 e 4. Estes achados indicaram tendência ao retrognatismo mandibular nesse grupo.



Ainda considerando a grade de deformação, verificou-se que, no grupo com mesioclusão (Classe III), as regiões de maior variação foram semelhantes à Classe II, entretanto o comportamento dessas variações foi o contrário nos mesmos pontos supracitados, indicando o prognatismo mandibular. Ademais, percebeu-se variação da inclinação maxilar entre indivíduos classificados como Classe II e Classe III, como pode ser identificada por meio dos marcos 3 e 14. Já em relação aos indivíduos portadores de neutroclusão (Classe I), foram identificadas variações distintas em relação às observadas nos demais grupos, não apresentando tendência ao retrognatismo ou ao prognatismo maxilomandibular.

Diferenças significativas ( $p < 0,01$ ) foram obtidas pela análise da função discriminante com 10.000 permutações. Na validação cruzada, verificou-se que entre os grupos Classe I e Classe II, foram classificados corretamente 68% dos indivíduos dentro de cada grupo. Já entre os grupos Classe I e Classe III, o valor encontrado foi de 73%. Enquanto que, entre a Classe II e Classe III, foram classificados corretamente 80% dos casos.

As medidas das distâncias de Mahalanobis e de Procrustes, com 10.000 permutações, também apresentaram diferenças com significância estatística ( $p < 0,01$ ) entre os grupos. Além disso, foi demonstrado que as maiores distâncias foram entre os indivíduos portadores de maloclusões Classe II e os de Classe III, corroborando com os resultados da validação cruzada (Tabela 2).

**Tabela 2**

Distâncias de Procrustes e Mahalanobis, após 10.000 permutações, apresentadas nas diagonais superior e inferior, respectivamente.

|            | Classe I | Classe II | Classe III |
|------------|----------|-----------|------------|
| Classe I   | 0        | 0,0196*   | 0,0319*    |
| Classe II  | 1,8062*  | 0         | 0,0430*    |
| Classe III | 2,1573*  | 2,6309*   | 0          |

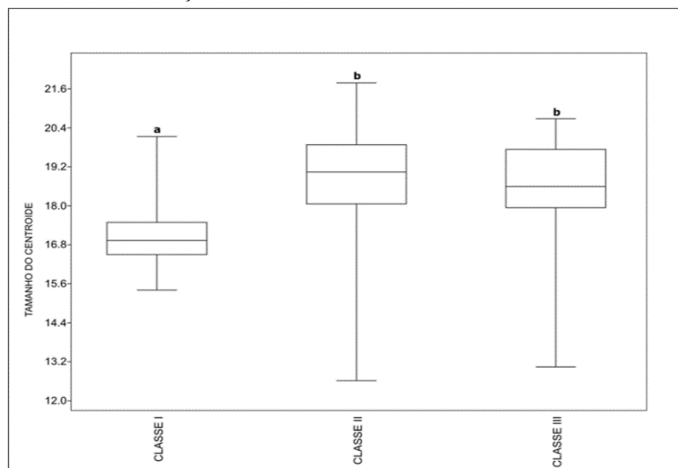
\* $p < 0,01$ .

Fonte: Os autores.

Diferenças estatisticamente significativas de tamanho ( $p < 0,05$ ) foram encontradas, por meio da ANOVA e do teste de Tukey, ao comparar indivíduos portadores de neutroclusão (Classe I) com os demais grupos, uma vez que eles tenderam a apresentar estruturas craniofaciais menores (Figura 4).

**Figura 4**

*Boxplot* apresentando a análise do tamanho do centroide, indicando a variação entre os indivíduos Classe I, II e III.



Fonte: Os autores.

Nota. \*Teste de Tukey: <sup>a, b</sup> letras distintas indicam diferença estatística entre os grupos ( $p < 0,05$ ).

MG é uma ferramenta estatística que surge a partir dos avanços da estatística multivariada e da tecnologia da computação, com o objetivo de investigar a forma e o tamanho de organismos e de estruturas biológicas, permitindo identificar alterações morfológicas associadas a variáveis (Mitteroecker, Gunz, Windhager & Schaefer, 2013).

Além disso, conforme inferido por outros estudos (Sigirli & Ercan, 2013; Nunes, Jesus, Casotti & Araújo, 2018; Pinto, Carmo, Sales, Nunes & Casotti, 2020; Pereira et al., 2021), essa técnica se apresenta como um grande potencial para a investigação dos efeitos de fatores ambientais, doenças e condições sistêmicas nos organismos, pois auxilia na identificação de peculiaridades da forma, por meio da análise estatística, com base em marcos anatômicos (Altemus & Epps, 1974).

O uso da MG na identificação de maloclusões em uma população brasileira diferencia a presente pesquisa de estudos anteriores. Por meio dessa técnica, a forma e o tamanho do complexo craniofacial podem ser coletados e descritos minuciosamente, não sendo submetida a uma análise fragmentada de ângulos e proporções, considerada um problema inerente à cefalometria convencional (Kouli, Papagiannis, Konstantoni, Halazonetis & Konstantonis, 2019).

Com base nos resultados do presente estudo, observou-se que a MG é uma técnica sensível para a identificação de alterações craniofaciais encontradas entre os diferentes grupos de maloclusões, corroborando com estudos anteriores realizados com algumas populações específicas (Freudenthaler et al., 2017; Woon et al., 2019). A ausência de efeito alométrico pode ser explicada, provavelmente, pelo fato de as imagens analisadas pertencerem a indivíduos que possuíam mais de 18 anos de idade, caracterizando-se pela desaceleração gradual do crescimento craniofacial (Eto & Mazzeiro, 2005).

O uso da MG em telerradiografias laterais de face se mostrou como método promissor para a caracterização das maloclusões dentárias. Essa técnica permitiu correlacionar essas maloclusões com a morfologia craniofacial. Estes achados corroboram com os resultados obtidos por Woon et al. (2019), cujo estudo empregou a MG na avaliação de maloclusões por meio de traçados cefalométricos em uma população adulta da Malásia. Segundo os referidos autores, a forma do esqueleto craniofacial está claramente associado à classificação da maloclusão, sendo as variações consideráveis. Ainda, relatam que a MG é uma técnica alternativa promissora para o diagnóstico complementar de maloclusões.

A variação, na forma das estruturas da face, foi mais acentuada em indivíduos portadores de maloclusão Classe III, permitindo, com isso, diferenciá-los dos demais grupos. Isso implica dizer que a morfologia parece desempenhar papel mais significativo nesse grupo, endossando o que já havia sido encontrado em um estudo de Freudenthaler et al. (2017), realizado em uma população caucasiana, na qual a MG foi empregada para analisar, a partir de telerradiografias laterais de face, maloclusões Classe I, II e III e mordida aberta anterior. Ainda, segundo esses autores, dentre as estruturas avaliadas, a posição e a forma da mandíbula contribuíram para diferenças entre os grupos Classe II e Classe III, enquanto a forma maxilar apresentou menor variação. Além disso, destacaram maior correlação das alterações morfológicas craniofaciais sobre os indivíduos Classe III.

Nesse ínterim, diferenças na forma, no tamanho e na inclinação da maxila e da mandíbula contribuem para explicar a variação das características fenotípicas craniofaciais e maloclusões nos indivíduos (Proffit & Fields, 1999). Corroborando com isso, observou-se neste estudo diferenças na inclinação da maxila de indivíduos Classe II e Classe III, em relação à Classe I. Além disso,

as demais alterações maxilomandibulares também contribuíram para a diferenciação e a caracterização do fenótipo craniofacial dos grupos. Ademais, no grupo populacional analisado pelo presente estudo, as maiores distâncias de Mahalanobis e Procrustes foram observadas a partir das imagens radiográficas de indivíduos portadores de maloclusões Classe II e III.

Em relação ao tamanho das estruturas anatômicas avaliadas a partir das telerradiografias, foi observado que indivíduos classificados como Classe I tenderam a apresentar menores estruturas craniofaciais quando comparados aos Classe II e III. Isso sugere que a forma craniofacial não é o único fator responsável pelo surgimento dessas maloclusões. Achados semelhantes também foram descritos na literatura, em estudos realizados com outras populações (Uribe, Vela, Kummert, Dawson & Southard, 2013; Uribe et al., 2014; Freudenthaler et al., 2017; Woon et al., 2019). Assim, pode-se inferir provável influência do tamanho craniofacial sobre as maloclusões dentárias. Esse achado deve suscitar novas investigações, as quais permitam melhor entender os mecanismos que interferem na maloclusão dentária.

As limitações desta pesquisa incluem a falta de classificação étnica dos indivíduos, o uso de imagens bidimensionais (telerradiografias laterais de face) e por se tratar de um estudo transversal, que impossibilita estabelecer relações de causa e de efeito entre as variáveis. Apesar disso, é importante destacar que essas limitações não interferiram nos resultados obtidos.

Os resultados deste estudo possibilitaram constatar que a MG permite identificar variação da forma e do tamanho das estruturas faciais associada às diferentes maloclusões. Por meio dessa técnica, conseguiu-se verificar a origem, a direção e a localização das alterações morfológicas, podendo, assim, contribuir significativamente para o entendimento de como ocorrem em nível ósseo tais alterações. Estes achados confirmam que essa técnica pode ser vista como poderosa ferramenta para identificar alterações morfológicas na face.

## CONCLUSÃO

A MG permitiu identificar variações na forma e no tamanho das estruturas craniofaciais em telerradiografias laterais de face de indivíduos, de ambos os gêneros, portadores de maloclusões Classes I, II e III. As alterações observadas situaram-se, principalmente, na região mentoniana e na região anterior de maxila. A variação de forma tende a desempenhar papel mais significativo na mesioclusão (Classe III). Assim, o uso da MG para análise nessas imagens de telerradiografias de adultos jovens apresentando maloclusões dentárias mostrou-se método auxiliar promissor e capaz de caracterizar individualmente as diferentes maloclusões propostas por Angle, permitindo ainda identificar os locais em que ocorreram as variações da forma das estruturas da face.

## AGRADECIMENTOS

Nosso agradecimento ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) e à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) pelo apoio.

## CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram a ausência de conflito de interesses.

## FONTES DE FINANCIAMENTO

Este estudo recebeu apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia - FAPESB.

## CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

*Conceitualização:* A. P. S., C. A. C. *Curadoria de dados:* A. P. S., R. C. D. V. A., C. A. C., L. A. N. *Análise de dados:* A. P. S., L. A. N., C. A. C. *Recebimento de financiamento:* C. A. C. *Pesquisa:* A. P. S., L. A. N., C. A. C. *Metodologia:* A. P. S., L. A. N. *Administração do projeto:* C. A. C. *Disponibilização de ferramentas:* L. A. N., R. C. D. V. A. *Desenvolvimento, implementação e teste de software:* L. A. N., A. P. S. *Supervisão:* L. A. N., R. C. D. V. A., P. E. S. M., H. J. M., C. A. C. *Validação de dados e de experimentos:* A. P. S., L. A. N., H. J. M., P. E. S. M., C. A. C. *Design da apresentação de dados:* A. P. S., L. A. N., C. A. C. *Redação do rascunho inicial:* A. P. S., C. A. C. *Revisão e edição da escrita:* A. P. S., L. A. N., H. J. M., P. E. S. M., C. A. C.

## REVISÃO POR PARES

A Revista Uningá agradece aos revisores anônimos por sua contribuição para a revisão por pares deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

- Altemus, L. A., & Epps, C. W. (1974). Cephalofacial characteristics of North American black individuals with sickle cell disease. *The Quarterly of the National Dental Association, Inc*, 32(4), pp. 80-88.
- Bookstein, F. L. (1997). Landmark methods for forms without landmarks: morphometrics of group differences in outline shape. *Medical Image Analysis*, 1(3), pp. 225-243.
- Bresolin, D. (2000). Índices para maloclusões. In Pinto, V. G. (Org.), *Saúde bucal coletiva* (pp. 197-302). São Paulo: Editora Santos.
- Eto, L. F., & Mazzeiro, Ê. T. (2005). Avaliação da correlação entre os estágios de mineralização dos dentes inferiores e a idade esquelética observados sob o gráfico de crescimento puberal. *Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial*, 10, pp. 75-86.
- Ferreira, W. D. B., Nunes, L. A., Pithon, M. M., Maia, L. C., & Casotti, C. A. (2020). Craniofacial geometric morphometrics in the identification of patients with sickle cell anemia and sickle cell trait. *Hematology, Transfusion and Cell Therapy*, 42, pp. 341-347.
- Foggiato, A. A., Pereira, A. C., Almeida, R. C., Fuziy, C. H. F., Silva, D. F., & Fuziy, A. (2019). Classificação de Angle: uma sugestão de modificação pela relação sagital de caninos. *Odonto*, 27(53), pp. 19-27.
- Freudenthaler, J., Čelar, A., Ritt, C., & Mitteroecker, P. (2017). Geometric morphometrics of different malocclusions in lateral skull radiographs. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie*, 78(1), pp. 11-20.
- Gunz, P., & Mitteroecker, P. (2013). Semilandmarks: a method for quantifying curves and surfaces. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 24(1), pp. 103-109.
- Hammer, O., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2001). Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), pp. 1-9. Recuperado de [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)
- Klingenberg, C. P. (2011). MorphoJ: an integrated software package for geometric morphometrics. *Molecular Ecology Resources*, 11(2), pp. 353-357.
- Klingenberg, C. P. (2015). *MorphoJ. Java vendor: oracle Corporation*.
- Kouli, A., Papagiannis, A., Konstantoni, N., Halazonetis, D. J., & Konstantonis, D. (2019). A geometric morphometric evaluation of hard and soft tissue profile changes in borderline extraction versus non-extraction patients. *European Journal of Orthodontics*, 41(3), pp. 264-272.
- Mageet, A. (2016). Classification of skeletal and dental malocclusion: revisited. *Stomatology Edu Journal*, 3, pp. 205-211.
- Menezes, M. D., & Sforza, C. (2010). Morfometria tridimensional (3D) da face. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 15, pp. 13-15.
- Mitteroecker, P., Gunz, P., Windhager, S., & Schaefer, K. (2013). A brief review of shape, form, and allometry in geometric morphometrics, with applications to human facial morphology. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 24(1), pp. 59-66.
- Mitteroecker, P., & Gunz, P. (2009). Advances in geometric morphometrics. *Evolutionary Biology*, 36(2), pp. 235-247.
- Nunes, L. A., Jesus, A. S. D., Casotti, C. A., & Araújo, E. D. D. (2018). Geometric morphometrics and face shape characteristics associated with chronic disease in the elderly. *Bioscience Journal (Online)*, 34(2), pp. 435-446.
- Palmer, A. R. (1994). Fluctuating asymmetry analyses: a primer. In *Developmental instability: its origins and evolutionary implications* (pp. 335-364). Springer, Dordrecht.

- Pereira, J. S., Silva, Y. S., Assis, W. C., Casotti, C. A., & Nunes, L. A. (2021). Alterações da forma e tamanho da mandíbula em pacientes com terceiros molares impactados. *Research, Society and Development*, 10(5), e2910514509.
- Pinto, L. L. T., Carmo, T. B. D., Sales, A. S., Nunes, L. A., & Casotti, C. A. (2020). Metabolic syndrome components and face shape variation in elderly. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 22.
- Proffit, W., & Fields, H. (1999). *Contemporary orthodontics*. 3. ed. Mosby: US, pp. 478-523.
- Rohlf, F. J. (2003). *TpsRebw, relative warps analysis, version 1.36*. Department of Ecology and Evolution, State University of New York, Stony Brook, NY.
- Rohlf, F. J. (2010). *TpsUtil, file utility program, version 1.46*. Department of Ecology and Evolution, State University of New York at Stony Brook, NJ.
- Rohlf, F. J. (2015). *TpsDig, Version 2.22*. Department of Ecology and Evolution, State University of New York, Stony Brook (program).
- Sigirli, D., & Ercan, I. (2013). Growth and allometry in modern morphometrics: review. Modern morfometride büyüme ve allometri. *Türkiye Klinikleri Biyoistatistik*, 5(1), p. 42.
- Uribe, L. M. M., Vela, K. C., Kummet, C., Dawson, D. V., & Southard, T. E. (2013). Phenotypic diversity in white adults with moderate to severe Class III malocclusion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 144(1), pp. 32-42.
- Uribe, L. M. M., Howe, S. C., Kummet, C., Vela, K. C., Dawson, D. V., & Southard, T. E. (2014). Phenotypic diversity in white adults with moderate to severe Class II malocclusion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 145(3), pp. 305-316.
- Wellens, H. L. L., Kuijpers-Jagtman, A. M., & Halazonetis, D. J. (2013). Geometric morphometric analysis of craniofacial variation, ontogeny and modularity in a cross-sectional sample of modern humans. *Journal of Anatomy*, 222(4), pp. 397-409.
- Woon, C. K., Jamal, N. A. A., Noor, M. N. I. M., Abdullah, S. M., Ibrahim, N. M., Norman, N. H., & Alias, A. (2019). Geometric morphometric analysis of malocclusion on lateral cephalograms in Malaysian population. *Anatomy & Cell Biology*, 52(4), pp. 397-405.