



Antropologia Forense

UTILIZAÇÃO DE ÍNDICES RADIOMORFOMÉTRICOS MANDIBULARES PARA A ANÁLISE DO DIMORFISMO SEXUAL.

Use of mandibular radiomorphometric indices for the analysis of sexual dimorphism

Cibele Virgínia Morais de MELO¹, Márcia Maria Fonseca da SILVEIRA², Cleomar Donizeth RODRIGUES³, Luiz Pedro Mendes de AZEVEDO⁴, Marcus Vitor Diniz de CARVALHO⁵, Evelyne Pessoa SORIANO⁵.

1. Programa de Pós-graduação em Perícias Forenses, Universidade de Pernambuco (UPE), Pernambuco, Brasil.
2. Faculdade de Odontologia de Pernambuco (FOP), Universidade de Pernambuco (UPE), Pernambuco, Brasil.
3. Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos (UNICEPLAC), Brasília, Distrito Federal, Brasil.
4. Faculdade de Odontologia de Bauru (FOB), Universidade de São Paulo (USP), Bauru, São Paulo, Brasil.
5. Programa de Pós-graduação em Perícias Forenses, Centro de Estudos em Antropologia Forense (CEAF), Universidade de Pernambuco (UPE), Pernambuco, Brasil.

Informações sobre o manuscrito:

Recebido: 25 de setembro de 2025.
Aceito: 23 de dezembro de 2025.

Autor(a) para contato:

Prof^a. Dr^a. Evelyne Pessoa Soriano.
Centro de Estudos em Antropologia Forense (CEAF)
Av. Norte Miguel Arraes de Alencar, 80 Santo Amaro,
Recife/PE, CEP: 50040-200
E-mail: evelyne.soriano@upe.br.

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar a aplicabilidade dos índices radiomorfométricos mandibulares em radiografias panorâmicas digitais (RPDs) para avaliar o dimorfismo sexual. Foi realizado um estudo analítico, quantitativo e transversal com 367 RPDs, com mensuração do Índice Cortical Mandibular (ICM), um índice qualitativo, e a Espessura Cortical Mandibular (ECM), um índice quantitativo, aplicando análise estatística inferencial, incluindo análise da curva ROC para avaliar o poder discriminatório quanto ao sexo. O ECM demonstrou capacidade discriminatória significativa para o dimorfismo sexual, com os indivíduos do sexo masculino apresentando consistentemente medidas de espessura média mais altas do que os do sexo feminino ($p < 0,001$). A curva ROC para o ECM resultou em uma Área Sob a Curva (AUC) de 0,716, indicando um desempenho de moderado a bom. Foi identificado um ponto de corte ideal de 5,05 milímetros, com o modelo atingindo uma alta especificidade de 81,5%, priorizando a redução de falsos positivos - um fator crítico na prática forense. Em contrapartida, o ICM foi menos discriminatório, embora a categoria C3 fosse predominantemente masculina e a categoria C1 fosse predominantemente feminina. O ECM apresentou-se como um índice radiomorfométrico altamente relevante e promissor para a estimativa do sexo, especialmente devido à sua capacidade quantitativa e alta especificidade na diferenciação de indivíduos. Esses achados apoiam o potencial de uso comparativo no processo de identificação humana. Entretanto, a validação desses parâmetros em várias populações e a comparação com outras modalidades de imagem são essenciais para consolidar sua aplicação na prática forense.

PALAVRAS-CHAVE

Odontologia legal; Radiografia panorâmica; Mandíbula; Caracteres sexuais; Antropologia forense.

INTRODUÇÃO

O processo de identificação humana na Antropologia Forense inclui uma etapa importante e inicial, correspondente às estimativas das informações que compõem o perfil biológico, referentes ao sexo, à idade, à estatura e à afinidade populacional^{1,2}. A análise do dimorfismo sexual é um elemento crucial nesse processo, pois um número significativo de métodos depende dessa estimativa inicial. Nesse sentido, é importante que se preste atenção às estruturas às quais os métodos selecionados serão aplicados e às características específicas de cada população, tornando a análise cada vez mais precisa^{3,4}.

É possível investigar o dimorfismo sexual em diferentes ossos, fato amplamente favorecido pela durabilidade dessas estruturas nos processos de decomposição. Considerando-se a análise do esqueleto humano, tem-se que após a pelve e os ossos longos, o crânio é considerado uma excelente estrutura para estimativa de sexo, incluindo a mandíbula e suas características únicas, especialmente quando avaliadas de acordo com a população à qual pertence⁵.

Em desastres em massa, por exemplo, a mandíbula é frequentemente encontrada como parte de remanescentes não identificados e pode fornecer uma estimativa de sexo com uma precisão superior a 80%⁶. Ao utilizarem funções discriminantes baseadas na condição da mandíbula (completa ou incompleta) para verificar o dimorfismo sexual, Tunis *et al.* (2017)⁷ encontraram medições confiáveis

com percentuais superiores a 90% em mandíbulas completas, tendo o percentual de acerto quanto ao sexo diminuído naquelas mais incompletas.

Considerando o potencial uso da mandíbula para a estimativa sexual, estudos como o de França *et al.*⁸ examinaram a precisão da diferenciação sexual por meio da mensuração do canal da mandíbula e de sua posição, bem como das medições das cabeças da mandíbula. Nesse sentido, foram capazes de verificar a possibilidade de estimativa de sexo utilizando a mandíbula, por meio de imagens tomográficas e aplicação de *software* para medições, obtendo resultados estatisticamente significativos.

Com o aumento do acesso a equipamentos radiológicos, a análise do dimorfismo sexual por meio de radiografias panorâmicas digitais (RPDs) e de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) tem sido possível⁹. Essa abordagem, combinada com medições lineares em *software* de acesso aberto, é principalmente favorecida porque permite uma visualização mais adequada das estruturas, além de possibilitar o estudo de amostras maiores e facilitar o ajuste das metodologias de acordo com a população analisada⁴.

David *et al.* (2020)¹⁰ demonstraram a possibilidade de usar vários parâmetros morfológicos e morfométricos na mandíbula para estimar o sexo. Os autores definiram que o método métrico era mais eficaz e possibilitava a diferenciação sexual, com o sexo feminino sempre apresentando dimensões menores, em milímetros, do que o masculino. Eles validaram a combinação

de métodos quantitativos e qualitativos, observando a vantagem de não necessitar de equipamentos caros para aplicar essa técnica, o que é uma consideração muito importante para a realidade de muitos institutos de Medicina e Odontologia Legal no Brasil.

Diferentes componentes qualitativos e quantitativos da mandíbula já foram utilizados para analisar o dimorfismo sexual, produzindo dados satisfatórios, como os resultados das medições mandibulares realizadas por Alias *et al.* (2018)¹¹ e Munhoz *et al.* (2024)¹², além da relação entre o forame e a base da mandíbula. No entanto, nenhum estudo explorou os critérios de espessura óssea e qualidade dessa estrutura para diferenciação sexual na identificação humana.

Sendo assim, este estudo teve como objetivo investigar o uso de índices radiomorfométricos em mandíbulas para avaliar o dimorfismo sexual, examinando a qualidade óssea e medindo a espessura cortical mandibular em RPDs, com o propósito de contribuir para a prática pericial forense.

METODOLOGIA

Este estudo analítico, quantitativo e transversal foi devidamente aprovado por Comitê de Ética em Pesquisa brasileiro sob o parecer n.º 6.419.400 (CAAE 71036223.9.0000.5207). A amostra inicial consistiu em 369 imagens de radiografias panorâmicas digitais de indivíduos com idades entre 18 e 40 anos (184 homens e 185 mulheres), pertencentes ao banco de dados de uma Clínica de Radiologia

Odontológica localizada em Brasília/DF, Brasil.

Foram inclusos apenas exames de alta qualidade que permitissem a visualização adequada da base da mandíbula e do forame mental em ambos os lados direito e esquerdo. Imagens foram excluídas caso apresentassem artefatos, traumatismos, atrofia mandibular severa, edentulismo total ou patologias ósseas na região de interesse, em qualquer um dos lados. As RPDs foram obtidas utilizando-se o dispositivo ORTHOPHOS XG 3D ready/Ceph. Após serem processados digitalmente, os exames foram salvos em formato JPEG. Em relação aos fatores de exposição, foram utilizados 65 a 75 kVp e 10 mA.

Na etapa de treinamento, houve reuniões virtuais e presenciais com dois radiologistas com mais de 10 anos de experiência. O objetivo foi testar os pontos de referência para medir a espessura cortical mandibular e se familiarizar com o *software* e as ferramentas utilizadas para mensurar o índice cortical mandibular (ICM) e a espessura cortical mandibular (ECM). Além disso, foi avaliada a concordância entre examinadores para treinar e padronizar as medições dos dois índices. Os resultados mostraram excelente concordância, com Kappa=0,99 para o ECM e Kappa=0,84 para o ICM.

As medições foram realizadas utilizando-se o *software* Radiocef Studio 2, com uma resolução de imagem de 235 dpi e uma ampliação de 17% durante as análises. Essas medições foram realizadas remotamente, via programa AnyDesk, bilateralmente em cada RPD, e as

avaliações ocorreram em um ambiente adequado, com iluminação suave e silêncio, usando-se um computador Microsoft Windows 11 Professional, Intel (R) Core (TM) i5-9600K, 16 GB de RAM (Intel Corporation, EUA) e uma tela LED de 23" com resolução HD (1920x1080 pixels). Para prevenir a fadiga e evitar comprometer as medições, a avaliação foi limitada a um máximo de 10 imagens por dia nos primeiros 5 dias e 20 imagens para o restante do período de coleta, com um intervalo de 30 minutos após cada 5 e 10 radiografias avaliadas, respectivamente. Além disso, a ampliação/zoom máximo da imagem para delinear o índice ECM foi três vezes o valor estimado na abertura inicial da tela do programa, para evitar distorções.

Para a definição da área de interesse na medição dos índices, o estudo de Ledgerton *et al.* (1997)¹³ foi fundamental. Os autores avaliaram a espessura cortical em RPDs usando o Índice Mandibular Panorâmico (IMP), que consiste na distância entre a borda inferior da mandíbula e as margens inferior e superior do forame mental. Essa região foi escolhida para a seleção das radiografias e a marcação das linhas de medição. Subsequentemente, os estudos de Barra¹⁴ e Barros¹⁵ foram utilizados para apoiar a definição da espessura cortical. Os autores analisaram a espessura utilizando dois índices, um qualitativo – o ICM– e um quantitativo – a ECM. Este último é semelhante ao estudo de Ledgerton *et al.* (1997)¹³, pois utiliza o mesmo forame como parâmetro para definir a espessura cortical (Figura 1). Em relação ao ICM, ambos os

estudos utilizaram a análise morfológica do córtex proposta por Klemetti *et al.* (1994)¹⁶.

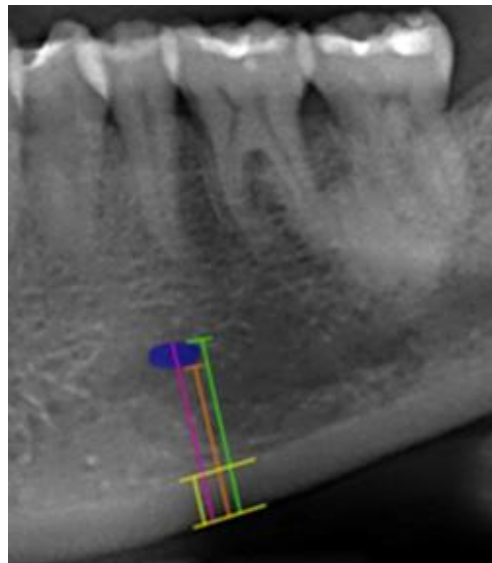


Figura 1. Parâmetros para definir a espessura cortical. Delimitação do forame mental (círculo azul) e demonstração das áreas de referência para medir os índices: IMP¹³ – linha verde (margem superior do forame mental) e linha laranja (margem inferior do forame mental); e ECM¹⁵ – linha roxa (centro do forame) e linha amarela (medição do córtex mandibular).

O ICM é um índice qualitativo proposto por Klemetti *et al.* (1994)¹⁶ para a análise da qualidade óssea do córtex mandibular inferior, na região que se estende do forame mental até o terceiro molar, em ambos os lados da mandíbula. Para determinar o índice de um indivíduo, a classificação mais alta obtida ao avaliar os lados esquerdo e direito é considerada. Em relação à classificação, os autores definiram três grupos (Quadro 1 e Figura 2).

O ECM é um índice quantitativo destinado a avaliar a espessura do córtex mandibular. Foi proposto pela primeira vez no estudo de Ledgerton *et al.* (1997)¹³, no qual duas linhas paralelas foram desenhadas para delinear o córtex

mandibular e uma linha perpendicular foi desenhada através do centro do forame

mental, após sua delimitação, em ambos os lados (Figura 3).

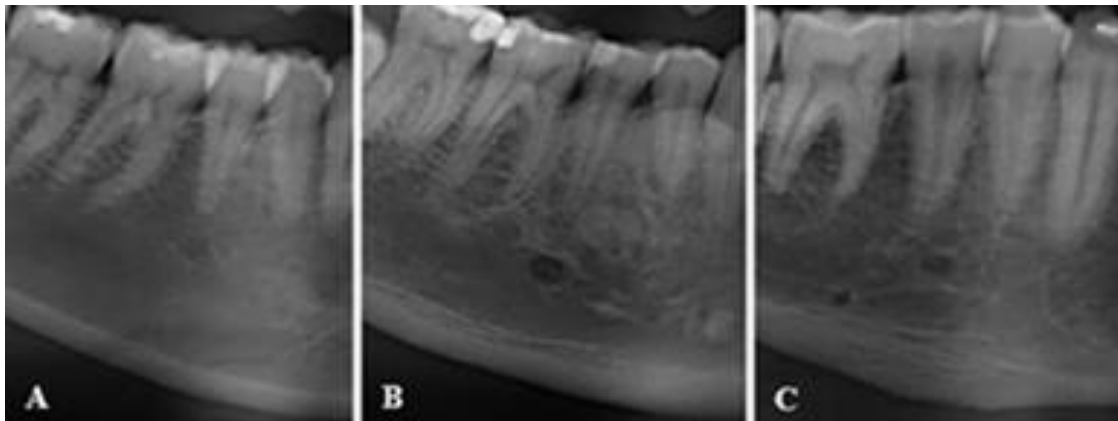


Figura 2. Classificação qualitativa (ICM) do córtex mandibular: (A) grupo ICM C1; (B) grupo ICM C2; e (C) grupo ICM C3.

Quadro 1. Classificação qualitativa do córtex mandibular - ICM: grupos C1, C2 e C3.

GRUPO	CARACTERÍSTICAS
C1	Osso cortical preservado/sem erosão e com a margem endosteal do córtex plana e clara em ambos os lados.
C2	Erosões na porção superficial do córtex mandibular, com presença de defeitos semilunares (reabsorção nas lacunas) ou com debris corticais endosteais (uma a três camadas) na margem endosteal em um ou ambos os lados.
C3	Várias erosões, com uma camada cortical claramente porosa e debris corticais severos.

A medição do ECM corresponde ao valor, em milímetros (mm), da linha perpendicular limitada pelas linhas paralelas do córtex mandibular. Finalmente, as medições dos lados direito e esquerdo são usadas para definir um valor médio e final para cada indivíduo.

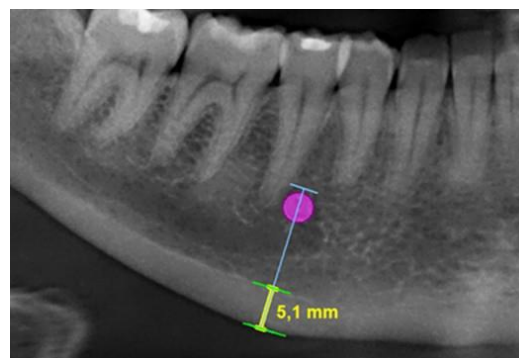


Figura 3. Delimitação do forame mentoniano e linhas tracejadas para definir o valor do ECM. Forame mental (roxo). Linha perpendicular/no centro do forame (azul). Linhas paralelas definindo o córtex mandibular (verde). Definição do ECM e seu valor (amarelo).

Os dados foram registrados em uma planilha de coleta de dados e posteriormente inseridos em planilhas usando IBM® SPSS 26.0 (*Statistical Package for the Social Sciences*) para Windows, STATA/SE 12.0 e Excel 365. A análise descritiva utilizou as medidas estatísticas: média, desvio-padrão, mediana, valor mínimo e valor máximo para variáveis numéricas, e frequências absolutas e percentuais para variáveis categóricas. Os resultados foram apresentados em tabelas, com suas

respectivas frequências absolutas e relativas. As variáveis numéricas foram representadas por medidas de tendência central e medidas de dispersão.

A análise estatística inferencial foi conduzida para avaliar as diferenças entre os grupos. O teste Qui-quadrado foi utilizado para verificar a existência de associações entre variáveis categóricas; o teste de Kolmogorov-Smirnov foi empregado para avaliar a normalidade das variáveis quantitativas; o teste de Mann-Whitney (não normal) foi utilizado para comparações entre dois grupos (variáveis independentes); e o teste de Kruskal-Wallis com comparações múltiplas de Dunn (não normal) foi aplicado para comparações envolvendo mais de dois grupos. Para verificar a precisão do método, foram obtidos valores de sensibilidade e especificidade, além da curva ROC e do valor da área sob a curva (AUC). Todos os testes foram aplicados com um nível de significância de 5%.

RESULTADOS

A amostra final do estudo consistiu em 367 radiografias. A tabela 1 mostra a

distribuição da amostra em relação às variáveis sexo e ICM, bem como a média e a mediana, com o desvio padrão, do índice ECM e da idade. Em relação ao sexo, a amostra foi bastante homogênea, com o sexo feminino representando ligeiramente mais da metade das RPDs analisadas (50,1%). O tipo C2 do ICM foi predominante, representando 77,9% da amostra total. A média do índice ECM foi de 4,81 mm, e a média de idade foi de 29,02 anos.

A tabela 2 mostra se houve uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos de gravidade do ICM (C1, C2, C3) em relação ao sexo, média do ECM e idade. Para o sexo, houve uma diferença estatisticamente significativa, com a proporção de indivíduos do sexo masculino sendo maior em C3 (96,0%) e C2 (52,8%) e menor em C1 (14,3%), com um valor de $p < 0,001$. Em relação à média do ECM, houve uma diferença significativa entre os grupos, com C2 diferindo significativamente de C1 e C3 diferindo significativamente de ambos C1 e C2. A média de idade não mostrou uma diferença significativa entre os grupos.

Tabela 1. Distribuição da amostra total em relação às variáveis sexo, idade e índices ICM e ECM.

VARIÁVEIS	n	%	
Sexo			
Masculino	183	49,9	
Feminino	184	50,1	
ICM - severidade			
C1	56	15,3	
C2	286	77,9	
C3	25	6,8	
ECM	Média ± dp	Mediana (P₂₅; P₇₅)	Mínimo – Máximo
	4,81 ± 1,02	4,70 (4,10; 5,40)	2,70 – 8,95
Idade (anos)	29,02 ± 6,32	29,42 (23,58; 34,83)	18,17 – 40,00

Tabela 2. Associações estatísticas entre os grupos ICM e sexo, ECM médio e idade.

Variáveis	ICM - severidade			Valor de p
	C1 n (%)	C2 n (%)	C3 n (%)	
Sexo				
Masculino	8 (14,3)	151 (52,8)	24 (96,0)	< 0,001 *
Feminino	48 (85,7)	135 (47,2)	1 (4,0)	
	Média ± dp	Média ± dp	Média ± dp	
ECM	4,07 ± 0,70	4,83 ± 0,92 ^A	6,21 ± 1,07 ^{AB}	< 0,001 **
Idade (anos)	30,22 ± 6,00	28,82 ± 6,37	28,55 ± 6,50	0,305 **

(*) Teste Qui-Quadrado.

(**) Teste de Kruskal-Wallis.

(A) Diferença estatisticamente significativa em relação a C1.

(B) Diferença estatisticamente significativa em relação a C2.

A verificação de diferenças estatisticamente significativas entre os sexos em relação à média do ECM e à idade pode ser observada na tabela 3. Os resultados indicam que a média do ECM foi significativamente maior em indivíduos do sexo masculino em comparação com o sexo feminino, com um valor de $p < 0,001$. No entanto, não houve diferença estatisticamente significativa na idade entre os sexos ($p=0,438$).

A curva ROC para a média do ECM foi obtida (Figura 4), resultando em uma área sob a curva (AUC) de 0,716 (Tabela 4). O ponto de corte ideal para equilibrar sensibilidade e especificidade, com base no índice de Youden ($=0,323$), foi uma média do ECM de 5,050. Usando esse limite, o modelo identifica corretamente 50,8% dos casos positivos, o que significa que pouco mais da metade das ocorrências reais da condição foi detectada. Por outro lado, há uma identificação correta de 81,5% dos casos negativos. Este é um valor de especificidade consideravelmente alto, indicando que o modelo foi muito eficaz em evitar falsos positivos, ou seja, classificar incorretamente um caso negativo como positivo.

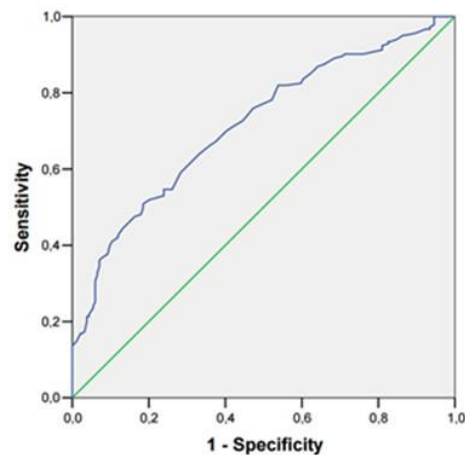


Figura 4. Curva ROC para a avaliação da capacidade discriminatória do índice ECM para o sexo.

DISCUSSÃO

A remodelação óssea do esqueleto também consiste em objeto de análise da Antropologia Forense. Sabe-se que essa remodelação é periódica, mas ocorre de forma lenta e estável se não houver interferência de estresses mecânicos inesperados, como traumatismos e patologias¹⁷. Esse aspecto é muito positivo, pois permite, por exemplo, que a avaliação da mandíbula seja estável em condições normais, representando um panorama dos últimos 10 anos, visto que a taxa de remodelação óssea periódica é, em média, de 10% ao ano^{2,18}. Esse achado permite

inferir que os índices radiomorfométricos podem ser usados em adultos, já que as

alterações na estrutura óssea são mínimas em cenários normais.

Tabela 3. Associações estatísticas entre os sexos em relação à média do ECM e à idade.

Variáveis	Sexo		Valor de p
	Masculino Média ± dp	Feminino Média ± dp	
ECM	5,20 ± 1,06	4,42 ± 0,79	< 0,001 *
Idade (anos)	28,76 ± 6,34	29,28 ± 6,32	0,438 *

(*) Teste de Mann-Whitney.

Tabela 4. Resultados da AUC do Índice ECM para a discriminação do sexo.

AUC	Erro-padrão	Significância assintótica	Intervalo de confiança – 95%	
			Limite inferior	Limite superior
0,716	0,027	0,000	0,664	0,768

O uso de métodos métricos e de comparações morfológicas é amplamente consolidado na antropologia forense e, nesse contexto, a literatura tem destacado que o uso de sistemas computadorizados, radiografias digitais e *softwares* também favorece o processo de identificação, pois representa uma redução de custos e do número de pessoas envolvidas no processo, o que também diminui a probabilidade de erro humano². Por ser um método simples, que não exige alto investimento, a abordagem radiomorfométrica pode ser inserida e ajudar na rotina forense nos mais variados contextos brasileiros, tornando as análises mais simples, baratas e rápidas.

Com base nos resultados obtidos no presente estudo, o índice ECM destacou-se como mais relevante na

avaliação do dimorfismo sexual, pois mostrou uma diferença significativa nas médias de espessura cortical mandibular, com os homens apresentando consistentemente medidas maiores do que as mulheres. Por outro lado, em relação ao ICM, a maioria dos indivíduos de ambos os sexos foi classificada na categoria qualitativa C2. Devido a essa homogeneidade populacional observada, a diferenciação entre os sexos seria mais assertiva apenas nos extremos do ICM. Considerando esse aspecto, como quase todos os indivíduos na categoria de gravidade C3 são homens e a maioria dos indivíduos em C1 são mulheres, seria mais preciso realizar a diferenciação sexual somente nos extremos do ICM, o que é muito mais raro.

Vale ressaltar, portanto, a importância e a facilidade de uso do índice ECM na análise do dimorfismo sexual na prática forense. Conforme também enfatizado por França *et al.*⁸, a avaliação métrica é mais prática, pois fornece medidas matemáticas e comparativas que permitem a padronização. Para isso, é importante a realização de mais estudos a fim de definir faixas de espessura específicas para cada sexo, permitindo que o índice seja usado com precisão para o dimorfismo sexual. Além disso, é possível testar e reproduzir a avaliação em diversas populações, estabelecendo diretrizes específicas para diferentes regiões geográficas.

Neste estudo, ficou evidente que a diferença entre a espessura média de C1 e C3 foi significativa. Isso indica que a espessura cortical da mandíbula é maior em indivíduos com pior qualidade óssea, um fenômeno que pode ser explicado pela distribuição de erosões corticais e pela terminação indefinida dessa estrutura, também devida à porosidade. No entanto, os resultados do ICM ainda permitem inferir que a qualidade óssea do córtex mandibular inferior na maioria da amostra analisada foi satisfatória, apresentando um certo nível de erosão, mas mantendo a preservação da maior parte dessa estrutura. Dado que a idade média do estudo foi de 29,02 anos, vale ressaltar que a prevalência de condições que alteram a qualidade óssea — como envelhecimento, osteoporose e menopausa¹⁹⁻²¹ — não é tão proeminente nessa faixa etária, o que favorece a observação de mandíbulas com um índice de gravidade mais baixo.

Vale notar que os números encontrados em avaliações métricas em radiografias geralmente não apresentam alterações significativas entre examinadores, o que favorece a validação do método para futuras reproduções, garantindo que não haja grandes desvios. Nesse sentido, Hanazawa *et al.*²² relataram que não encontraram variação interexaminadores significativa nesse tipo de medição, mas destacaram a dificuldade de localizar o canal da mandíbula ao definir a região de interesse. Portanto, este ponto está sujeito a erros de interpretação e uma calibração cuidadosa é aconselhada para o uso dos índices ECM e ICM. Além desses aspectos, a literatura consultada não forneceu evidências que permitam a comparação exata dos índices investigados em um contexto forense.

O valor da AUC de 0,716 para ECM demonstrou uma capacidade moderada do índice em diferenciar os sexos. Embora este valor não indique uma discriminação excelente, uma AUC acima de 0,70 é geralmente considerada aceitável e indica que o modelo tem potencial. Esse achado é consistente com a conclusão geral de que o ECM mostrou maior relevância para a prática forense, inferindo significativamente que o sexo masculino apresenta medidas de espessura média maiores do que o sexo feminino. O ponto de corte ideal de 5,050 mm para o ECM, determinado pelo índice de Youden, sugere um limiar prático para a aplicação deste método. Um ECM acima deste valor indica que há uma probabilidade maior do sexo masculino e vice-versa, embora essa inferência exija mais validação para definir

faixas de espessura apropriadas para cada sexo. A avaliação métrica, como a fornecida pelo ECM, é considerada mais prática, por oferecer medidas matemáticas e comparativas que permitem a padronização e a reprodução em diversas populações.

A análise da sensibilidade e especificidade do modelo, apresenta questões cruciais para sua aplicação forense. A alta especificidade é particularmente valiosa, pois indica que o modelo é muito eficaz em evitar falsos positivos, ou seja, classificar incorretamente um caso negativo como positivo. No contexto forense, onde uma identificação errônea pode ter sérias consequências, priorizar a especificidade é uma escolha metodológica bem considerada, dado que o custo de um falso positivo é considerado maior do que o de um falso negativo. Em outras palavras, embora o modelo possa não identificar todas as ocorrências reais (baixa sensibilidade), ele é bastante confiável quando faz uma identificação, minimizando o risco de atribuir erroneamente um sexo a um indivíduo, sendo essa abordagem fundamental na busca por precisão em investigações antropológicas forenses.

Apesar dos resultados promissores do índice ECM, a modesta sensibilidade e a necessidade de definir faixas de espessura apropriadas para cada sexo ressaltam a indicação de pesquisas adicionais. A variabilidade populacional é um fator importante a ser considerado para aumentar a precisão das análises de dimorfismo sexual. A escassez de evidências na literatura para comparar

esses índices em um contexto forense específico, e as potenciais incompatibilidades entre as medições obtidas por diferentes técnicas radiológicas, conforme apontado por Tassoker *et al.*²³, enfatizam a importância de investigações adicionais para consolidar o ECM como um método auxiliar robusto na identificação humana.

Devido à falta de equipamentos radiográficos específicos para uso odontológico em alguns dos Institutos de Medicina Legal (IMLs) brasileiros, os aparelhos de raios-X geral são amplamente utilizados nos institutos forenses por Médicos legistas e Odontologistas. Registra-se que essa deficiência limita a aplicação da técnica do índice ECM, pois as adaptações feitas pelos profissionais podem resultar em distorções significativas nas imagens.

Considerando-se as limitações da pesquisa com índices radiomorfométricos na área forense, reforça-se o necessário seguimento dessa investigação, incluindo amostras maiores e mais heterogêneas, tanto em termos de idade quanto de saúde óssea dos indivíduos. Investigar especificamente os fatores que podem influenciar a qualidade e a espessura óssea será de suma importância nesse contexto.

CONCLUSÃO

Os achados do presente estudo apoiam o seu potencial de uso na identificação humana. Entretanto, a validação desses parâmetros em diferentes populações e a comparação com outras modalidades de imagem são essenciais

para consolidar sua aplicação na prática forense.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio fornecido através da concessão de bolsa de Mestrado.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the utility of mandibular radiomorphometric indices in digital panoramic radiographs (DPRs) for assessing sexual dimorphism. An analytical, quantitative, and cross-sectional study was conducted using 367 DPRs. We measured the Mandibular Cortical Index (MCI), a qualitative index, and the Mandibular Cortical Thickness (MCT), a quantitative index, applying inferential statistical analysis, including ROC curve analysis to determine discriminatory power. The MCT demonstrated significant discriminatory capacity for sexual dimorphism, with males consistently presenting higher mean thickness measurements than females ($p < 0.001$). The ROC curve for the MCT resulted in an Area Under the Curve (AUC) of 0.716, indicating moderate to good performance. An optimal cutoff point of 5.05 mm was identified, with the model achieving a high specificity of 81.5%, prioritizing the reduction of false positives—a critical factor in forensic practice. In contrast, the MCI was less discriminatory, although the C3 category was predominantly male and the C1 category was predominantly female. The MCT emerged as a highly relevant and promising radiomorphometric index for sex estimation, especially due to its quantitative capacity and high specificity in differentiating individuals. These findings support the potential for comparative use in human identification. However, the validation of these parameters in various populations and the comparison with other imaging modalities are essential to consolidate their application in forensic practice.

KEYWORDS

Forensic dentistry; Radiography, panoramic; Mandible; Sex characteristics; Forensic anthropology.

REFERÊNCIAS

1. Stasievski L, Ulbricht V, Pecorari VGA, Andrade VM, Franceschini Júnior L. Evaluation of effectiveness of cranial morphological characteristics for sex estimation in a Brazilian sample. *Braz J Oral Sci.* 2021;20:1-12. <https://doi.org/10.20396/bjos.v20i00.8658796>
2. Machado CEP, Deitos AR, Velho JÁ, Cunha E. *Tratado de Antropologia Forense: fundamentos em metodologias aplicadas à prática pericial.* Campinas: Millennium Editora, 2022.
3. Ubelaker DH. A history of forensic anthropology. *Am J Phys Anthropol.* 2018;165(4):915-23. <https://doi.org/10.1002/ajpa.23306>
4. Toneva DH, Nikolova SY, Tasheva-Terzieva ED, Zlatareva DK, Lazarov NE. Sexual dimorphism in shape and size of the neurocranium. *Int J Legal Med.* 2022;136(6):1851-63. <https://doi.org/10.1007/s00414-022-02876-0>
5. Senol GB, Tuncer MK, Nalcaci N, Aydin KC. Role of mandibular anatomical structures in sexual dimorphism in Turkish population: a radiomorphometric CBCT study. *J Forensic Odontostomatol.* 2022;40(1):53-64.
6. Gamba TO, Alves MC, Haiter-Neto F. Mandibular sexual dimorphism analysis in CBCT scans. *J Forensic Legal Med.* 2016;38:106-10. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2015.11.024>
7. Tunis TS, Sarig R, Cohen H, Medlej B, Peled N, May H. Sex estimation using computed tomography of the mandible. *Int J Legal Med.* 2017;131(6):1691-1700. <https://doi.org/10.1007/s00414-017-1554-1>
8. França C, Cunha HM, Barbieri AA, Assis ACS, Manhães-Junior LRC, Lopes SLP de C. TMJ dimensions in three-dimensional virtual models acquired through computed tomography of cone beam as sexual dimorphism. *Brazilian Dental Science.* 2017;20(3):34-43. <https://ojs.ict.unesp.br/index.php/cob/article/view/1425>
9. Barra SG, Gomes IP, Amaral TMP, Brasileiro CB, Abreu LG, Mesquita RA. New mandibular indices in cone beam computed tomography to identify low bone mineral density in postmenopausal women. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2021;131(3):347-355. <https://doi.org/10.1016/j.oooo.2020.07.016>
10. David C, Diaz NV, Solorzano E, Rincón F, García-Sivoli C. Estudio comparativo morfológico y morfométrico para la determinación de sexo en mandíbulas humanas. *Rev Bras Odontol Legal (RBOL).* 2020;7(1):40-9. <https://doi.org/10.21117/rbol-v7n12020-274>
11. Alias A, Ibrahim A, Abu Bakar SN, Swarhib Shafie M, Das S, Abdullah N et al.

- Anthropometric analysis of mandible: an important step for sex determination. *Clin Ter.* 2018;169(5):e217-e223. <https://doi.org/10.7417/CT.2018.2082>
12. Munhoz L, Okada S, Hisatomi M, Yanagi Y, Arita ES, Asaumi J. Are computed tomography images of the mandible useful in age and sex determination? A forensic science meta-analysis. *J Forensic Odontostomatol.* 2024;42(1):38-57. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11058169>
 13. Ledgerton D, Horner K, Devlin H, Worthington H. Panoramic mandibular index as a radiomorphometric tool: an assessment of precision. *Dentomaxillofac Radiol.* 1997;26(2):95-100. <https://doi.org/10.1038/sj.dmf.4600215>
 14. Barra SG. Parâmetros Imaginológicos em Pacientes com Alteração de Massa Óssea. Tese (Doutorado). Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG; 2021. 125p. <https://hdl.handle.net/1843/41074>
 15. Barros AMI. Índices radiomorfométricos quantitativos e qualitativos em panorâmicas de pacientes oncológicos pediátricos curados: estudo de caso-controle. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Odontologia da Universidade de Pernambuco. Recife, PE; 2023. 37p. https://w2files.solucaoatrio.net.br/atrio/upe-odontologia/upl/THESIS/242/diss.ana_barr os.2023_ana_maria_iplito_barros_20230_404105508416.pdf
 16. Klemetti E, Kolmakov S, Kröger H. Pantomography in assessment of the osteoporosis risk group. *Scand J Dent Res.* 1994;102(1):68-72. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.1994.tb01156.x>
 17. Almeida M, Laurent MR, Dubois V, Claessens F, O'Brien CA, Bouillon R et al. Estrogens and Androgens in Skeletal Physiology and Pathophysiology. *Physiol Rev.* 2017;97(1):135-187. <https://doi.org/10.1152/physrev.00033.2015>
 18. Parfitt AM. Misconceptions (2): turnover is always higher in cancellous than in cortical bone. *Bone.* 2002;30(6):807-9. [https://doi.org/10.1016/s8756-3282\(02\)00735-4](https://doi.org/10.1016/s8756-3282(02)00735-4)
 19. Dong Q, Wu J, Zhang H, Luo L, Wu W. The causal role of circulating inflammatory markers in osteoporosis: a bidirectional Mendelian randomized study. *Front Immunol.* 2024;15:1412298. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2024.1412298>
 20. Jin X, Wang Y, Wang H, Wang L, Huan B, Liu C. Correlation study: Bone density and circulating inflammatory markers in postmenopausal patients. *Immunity, Inflammation and Disease.* 2024;12(8):1-8. <https://doi.org/10.1002/iid3.1365>
 21. Wu MC, Nfor ON, Ho CC, Lu WY, Liaw YP. The association between different impact exercises and osteoporosis: an analysis of data from the Taiwan biobank. *BMC Public Health.* 2024;24(1):1881. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-19403-y>
 22. Hanazawa T, Sano T, Seki K, Okano T. Radiologic measurements of the mandible: a comparison between CT-reformatted and conventional tomographic images. *Clin Oral Implants Res.* 2004;15(2):226-32. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2004.00991.x>
 23. Tassoker M, Akin D, Aydin Kabakci AD, Sener S. Comparison of cone-beam computed tomography and panoramic radiography for mandibular morphometry. *Folia Morphol (Warsz).* 2019;78(4):862-870. <https://doi.org/10.5603/FM.a2019.0031>