



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA



RAÍNNY GONÇALVES DE QUEIROZ

**REVISÃO DE LITERATURA: PREDIÇÃO DE ESTRUTURA ÓSSEA FACIAL A
PARTIR DE TECIDOS MOLES**

UBERLÂNDIA

2024

RAÍNNY GONÇALVES DE QUEIROZ

**REVISÃO DE LITERATURA: PREDIÇÃO DE ESTRUTURA ÓSSEA FACIAL A
PARTIR DE TECIDOS MOLES**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Faculdade de Odontologia da UFU, como requisito parcial para obtenção do título de Cirurgiã-Dentista.

Orientador(a): Prof. Dr. Thiago Leite Beaini

UBERLÂNDIA

2024

RESUMO

Acredita-se que os elementos esqueléticos e os tecidos moles da face estejam interconectados, tanto em sua forma quanto em sua função, devido a motivos biológicos. A reconstrução facial forense se concentra na relação entre a estrutura óssea e os tecidos moles, é amplamente aplicada em áreas legais e arqueológicas. Uma abordagem teórica alternativa seria prever a estrutura óssea com base nos tecidos moles. Essa ideia sugere que, ao examinar a espessura e a distribuição dos tecidos moles que restam, seria possível deduzir características da estrutura óssea subjacente. O objetivo desse estudo foi buscar na literatura um compilado de artigos com a base na predição dos tecidos duros por meio dos tecidos moles e analisá-los seu nível de evidência. A busca realizou-se em 2024, utilizando os descritores Prediction Of Hard Tissues AND Soft Tissue Correlation, retornaram 16 artigos, com Bone Structure Prediction AND Facial Reconstruction, 7 artigos, com Anthropometry AND Forensic Analysis, 12 artigos. Todavia esta pesquisa enfatiza a necessidade de melhorar a evidência nas abordagens de previsão de tecidos duros a partir de tecidos moles para garantir que essas metodologias sejam seguras e possam ser utilizadas em contextos clínicos e forenses.

Palavras-chave: Antropologia Forense, Odontologia Legal, Prática Forense Digital.

ABSTRACT

It is believed that the skeletal elements and the soft tissues of the face are interconnected, both in their form and function, due to biological reasons. Conventional facial reconstruction, which focuses on the relationship between the bony structure and the soft tissues, is widely applied in forensic and archaeological fields. An alternative theoretical approach would be to predict the bony structure based on the soft tissues. This idea suggests that by examining the remaining thickness and distribution of the soft tissues, it might be possible to infer characteristics of the underlying bony structure. The aim of this study was to compile literature on the prediction of hard tissues through soft tissues and assess their level of evidence. The search was conducted in 2024 using the descriptors Prediction Of Hard Tissues AND Soft Tissue Correlation, returning 16 articles, Bone Structure Prediction AND Facial Reconstruction, 7 articles, and Anthropometry AND Forensic Analysis, 12 articles. However, this research emphasizes the need to improve the evidence for approaches predicting hard tissues from soft tissues to ensure that these methodologies are safe and can be used in clinical and forensic contexts.

Keywords: Forensic Anthropology, Forensic Dentistry, Digital Forensic Practice.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. OBJETIVO.....	6
3. METODOLOGIA.....	7
3.1 Critérios e Procedimentos de Seleção	7
4. RESULTADOS.....	9
5. REVISAO DE LITERATURA	13
6. DISCUSSÃO	16
7. CONCLUSÃO.....	19
REFERÊNCIAS	20

1. INTRODUÇÃO

Acredita-se que os elementos esqueléticos e os tecidos moles da face estejam relacionados, tanto em sua forma quanto em sua função, devido a motivos biológicos. Essa relação é de grande importância para várias disciplinas científicas, incluindo ortodontia, cirurgia craniofacial, cirurgia plástica e reconstrutiva, bem como forense e antropologia. Isso é crucial para aprimorar os métodos de estimativa facial, tornando-os mais precisos (MALÁ; ZEDNÍKOVÁ PAVLA et al., 2018).

Todas as técnicas para a aproximação facial se fundamentam na interação prevista entre o manto de tecido mole e o crânio subjacente, sendo esta fonte mais frequente de variação. Nos métodos de abordagem manual, essas interações são definidas como diretrizes preditivas, sendo sustentadas pela análise estatística de medições ou observações, tanto lineares quanto angulares, e direcionadas especialmente para a estimativa do tamanho e da forma dos órgãos faciais, como olhos, nariz, boca e orelhas, por exemplo (MALÁ; ZEDNÍKOVÁ PAVLA et al., 2018).

A reconstrução facial forense (RFF), que se concentra na relação entre a estrutura óssea e os tecidos moles, é amplamente aplicada em áreas legais e arqueológicas. Este procedimento inicia-se com uma análise minuciosa do crânio, que serve como a fundação estrutural da face. A partir desse crânio, são sobrepostas camadas de tecidos moles, incluindo músculos, gordura e pele, que podem ser incorporadas de forma manual ou digital, resultando em uma representação facial. Os tecidos moles variam entre populações, e a utilização de uma tabela específica para cada uma delas se faz necessário (BEAINI et al., 2021). Técnicas como a modelagem manual com argila e o uso de software 3D são frequentemente empregadas nesse processo, permitindo uma visualização precisa e ajudando a preservar aspectos do patrimônio cultural (DE BUHAN; NARDONI, 2018).

Uma abordagem teórica alternativa seria prever a estrutura óssea com base nos tecidos moles. Essa ideia sugere que, ao examinar a espessura e a distribuição dos tecidos moles que restam, seria possível deduzir características da estrutura óssea subjacente. Se essa abordagem se mostrar viável, representaria uma mudança significativa em relação à metodologia tradicional, proporcionando uma nova visão para a análise clínica e tratamentos de trauma. Essa proposta desafia os métodos convencionais, já que a estrutura óssea determina muitos elementos do contorno e das proporções faciais. Contudo, pode se revelar útil em casos específicos, como na previsão de certos aspectos ósseos em regiões onde os tecidos moles mantêm características anatômicas essenciais (SERTALP et al., 2024).

2. OBJETIVO

Este estudo teve como objetivo buscar na literatura um compilado de artigos com a base na predição dos tecidos duros por meio dos tecidos moles e analisá-los seu nível de evidência.

3. METODOLOGIA

A pesquisa sobre a produção científica foi conduzida em periódicos indexadas na base de dados Scielo, Pubmed e Google Acadêmico entre os anos de 2004 e 2024. Os seguintes critérios foram usados para selecionar essa base de dados: disponibilidade para consultar os artigos na web, presença de mecanismos de busca com suporte a palavras-chave e ao operador “and”, base de dados atualizada e veículo de publicação confiável. Foram selecionados estudos publicados na língua inglesa, por ser considerado o idioma preferido para artigos científicos, na área da saúde.

No entanto, estudos relevantes encontrados em língua portuguesa, na base de dados utilizada, também foram considerados. A busca realizou-se em 2024, utilizando-se das palavras-chave em uma pesquisa direta: *Prediction Of Hard Tissues AND Soft Tissue Correlation AND Bone Structure Prediction AND Facial Reconstruction AND Anthropometry AND Forensic Analysis*, em inglês e traduzidas para os idiomas português.

Os critérios de inclusão dos artigos foram: artigos encontrados nas bases que se relacionam com a temática buscada; nos idiomas inglês e português. Os critérios de exclusão foram: artigos incompletos, pagos, estudos em fase de projeto ou ainda sem resultados e cujo foco não correspondesse à questão de pesquisa, também serão excluídos artigos focando em menores de idade, pessoas com traumas ou cirurgias ortognáticas.

3.1 Critérios e Procedimentos de Seleção

A seleção dos artigos científicos realizou-se em quatro etapas, descritas a seguir.

- A 1ª etapa compreendeu-se à construção de uma corrente de busca formada pela combinação dos descritores, já citados, os quais foram submetidos ao banco de dados relacionado.
- Na 2ª etapa foram examinados os artigos através da leitura de seus títulos e palavras-chave. O intuito nesse momento foi avaliar se os artigos eram pertinentes à questão de pesquisa. Com base nos artigos escolhidos nas fases anteriores.
- Na 3ª etapa realizou-se a leitura de resumos, introduções e conclusões de cada documento, com o objetivo de avaliar sua pertinência em relação à pesquisa e verificar se atendiam aos critérios de inclusão ou exclusão.

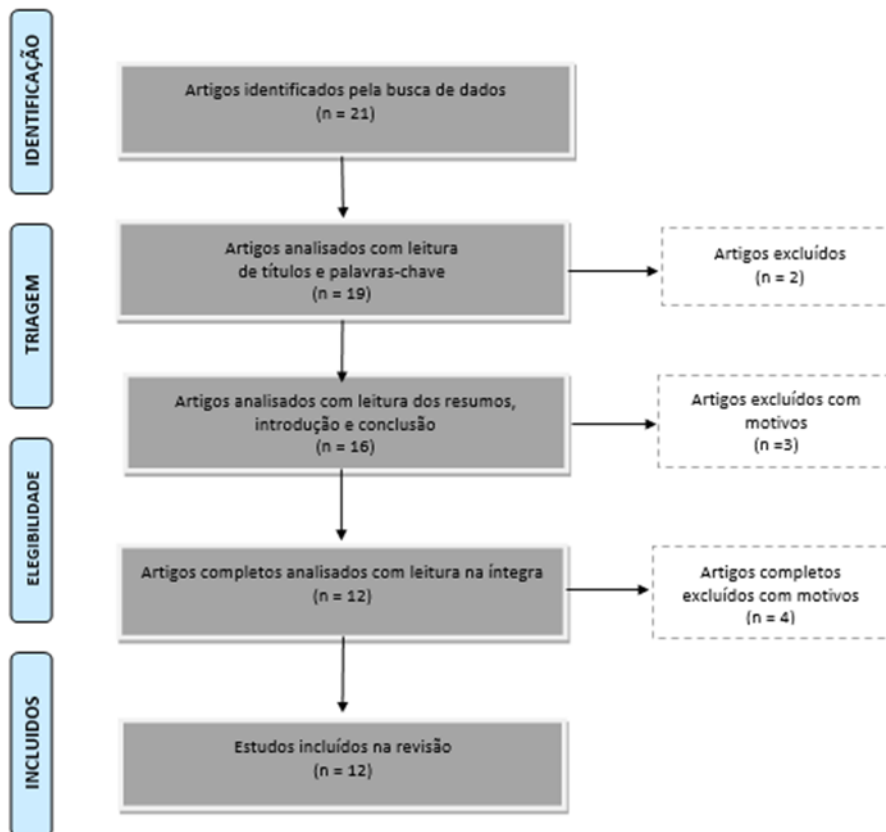
- Finalmente, na 4ª Etapa, os artigos pré-selecionados foram lidos na totalidade, permitindo uma avaliação mais apurada de sua relevância para o estudo e a confirmação do cumprimento dos critérios estabelecidos. Nesta fase final, foram coletados os dados significativos para análises futuras.

4. RESULTADOS

Na busca realizada com os descritores, foram encontrados 21 artigos. Desses, 16 estavam em inglês e 5 em português. Utilizando os descritores Prediction Of Hard Tissues AND Soft Tissue Correlation, retornaram 16 artigos, com Bone Structure Prediction AND Facial Reconstruction, 7 artigos, com Anthropometry AND Forensic Analysis, 13 artigos.

Após a triagem com os descritores na base de dados e o retorno de 21 artigos, foi realizada a sua análise, conforme as etapas descritas. A Figura 1 especifica os resultados de cada etapa da análise, seguindo o modelo PRISMA 2009 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses).

Figura 1- Triagem para inclusão de artigos



A Tabela 1 apresenta uma análise detalhada dos 12 artigos acadêmicos incluídos na revisão. No quadro são apresentados diversos métodos empregados pelas pesquisas. Entre eles estão a modelagem tridimensional, o uso de técnicas de deformação de malha, a análise estatística e revisões da literatura.

Alguns pesquisadores empregam radiografias e tomografias computadorizadas dentre outras exames para suas investigações, enquanto outros utilizam informações de profundidade dos tecidos moles.

Tabela 1- Resumo das pesquisas sobre Métodos e Contribuições para a Estimativa do Crânio a partir da Face.

Artigos	Autor(es)	Datas	Métodos Utilizados	Exames	Contribuição para a Estimativa do Crânio a partir da Face
The history of facial reconstruction	Caroline Wilkinson	2004	Revisão Histórica	N/D	Apresenta uma análise sobre a evolução das estratégias antigas utilizadas na reconstrução facial, e o impacto nas técnicas atuais de previsão do crânio com base na face.
Um método de reconstrução facial baseado em novas técnicas de deformação de malha	Maya de Buhan, Chiara Nardoni	2018	Técnicas de Deformação de Malha	Tomografia computadorizada (CT)	Apresenta procedimentos de recriação da aparência facial utilizando a técnica de deformação de malha, prevendo o formato do crânio com base nas características faciais.
Reconstrução facial forense e sua contribuição para a identificação em casos de pessoas desaparecidas	Evison, MP, Iwamura, ESM, Guimarães, MA, Schofield, D.	2016	Revisão e Análise Forense	Tomografia computadorizada (CT)	Analisa a utilização da técnica de reconstrução facial forense com o objetivo de identificar indivíduos desaparecidos, destacando métodos que aprimoram a projeção do crânio em situações forenses.
Reconstrução facial de um crânio deformado do período romano de Juliópolis	Sertalp, E., Moraes, C., Bütün, E.	2024	Reconstrução Facial de Crânio Deformado	Tomografia computadorizada (CT)	Auxilia na compreensão de como práticas antigas podem influenciar os métodos contemporâneos de estimativa craniana.
Facial soft tissue depth of a contemporary adult Greek population	G Coşkun, M Fasoula, N Bontozoglou	2020	Análise de Profundidade de Tecidos Moles	Imagens Radiográficas e Tomografia computadorizada (CT)	Oferece informações recentes sobre a espessura dos tecidos moles da face, essenciais para o desenvolvimento de modelos precisos na estimativa do crânio através da análise facial.

Inflammatory status, body composition and ethnic differences in bone mineral density: the Southall and Brent Revisited study	Durbin, R., Parsons, C., Dennison, E. M., Williams, S., Tillin, T., Chaturvedi, N. et al.	2022	Estudo sobre Densidade Mineral Óssea e Diferenças Étnicas	Absorciometria de raios X de dupla energia, Antropometria	Investiga o impacto das variações na densidade mineral óssea na configuração do crânio, com informações que podem auxiliar na identificação do crânio com base em traços faciais.
Machine learning for predicting 3D shapes in clinical applications: A systematic review	Wang, J. Z., Liu, J., Zhang, T.	2022	Revisão Sistemática de Aprendizado de Máquina	Tomografia computadorizada (CT)	Analisa o uso da (IA) para antecipar modelos tridimensionais, como o crânio, fornecendo perspectivas sobre a utilização de métodos de aprendizado de máquina na estimativa de características cranianas a partir da estrutura facial.
Métodos estatísticos para projeto e teste de polímeros impressos em 3D	Espino, MT, Tuazon, BJ, Espera, AH et al.	2023	Métodos Estatísticos para Impressão 3D	N/D	Estuda técnicas estatísticas utilizadas na impressão 3D, importantes para a criação de réplicas faciais e cranianas exatas.
Métodos para avaliação da qualidade óssea em tecido ósseo humano: uma revisão sistemática	Wang, F., Zheng, L., Theopold, J. et al.	2022	Revisão Sistemática sobre Qualidade Óssea	Imagens Radiográficas, Tomografia computadorizada (CT), Ressonância Magnética (RM)	Analisa a integridade dos ossos, auxiliando na compreensão de como os atributos ósseos podem ser empregados para aprimorar a reconstrução do crânio a partir da face
Técnica de análise cefalométrica de tecidos moles: uma revisão de literatura	Nóbrega, M. T. C., Freire, J. C. P., Farias, O. R., Freire,	2023	Revisão sobre Análise Cefalométrica de Tecidos Moles	N/D	Diz sobre avaliações cefalométricas necessárias para a identificação das características faciais e a previsão da estrutura craniana com base nas feições faciais.
Calcificações em tecidos moles: revisão de literatura	Bitencourt, Manoel Henrique Xerri	2013	Revisão sobre Calcificações em Tecidos Moles	Imagens Radiográficas	Análise das calcificações nos tecidos moles, em que oferece dados relevantes para a reconstrução facial e a identificação craniana.
Investigação de preditores anatômicos para posicionamento do globo ocular, asas nasais, projeção dos lábios e outros	Moraes, C., Machado, C. R., Chilvarquer, I., Curi, J. P	2022	Estudo sobre Preditores Anatômicos para Modelagem Facial	Tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC)	Estuda indicadores anatômicos para a localização de partes do rosto, auxilia na criação e previsão da estrutura craniana com base na face.

a partir da estrutura craniana					
---	--	--	--	--	--

5. REVISÃO DE LITERATURA

Inicialmente, técnicas de reconstrução facial estavam intimamente ligadas a crenças religiosas e rituais, como era visto em civilizações antigas que moldavam crânios humanos para criar representações de seus ancestrais. Durante o Renascimento, artistas começaram a empregar técnicas mais rigorosas para modelar rostos, contribuindo para a evolução dessas técnicas (WILKINSON, 2004).

Com a evolução da antropologia forense no século XX, a utilização de informações de tecidos moles para reconstrução facial foi significativa. Métodos como a RFF tridimensional (3D) tiveram destaque, permitindo uma melhor correlação entre a estrutura óssea e os tecidos moles que cobrem o crânio. Este período também marcou o início das tentativas de usar informações antropométricas e de tecidos moles para estimar a espessura e a forma do tecido facial sobre os ossos, o que aprimorou a precisão dessas reconstruções (WILKINSON, 2004).

Atualmente há métodos modernos de predição óssea, que utilizam imagens em 3D e tomografia computadorizada, que têm avançado consideravelmente, especialmente com a aplicação de aprendizado de máquina e inteligência artificial (IA). Como por exemplo, utilizando IA, já é possível posicionar marcadores de espessura de tecidos moles nos pontos craniométricos com precisão satisfatória, algo que indica que a utilização de IAs pode ser extrapolado para as demais etapas da RFF (MESQUITA, 2023).

As variações na espessura dos tecidos moles em diferentes populações, como a idade e o sexo, influenciam significativamente as predições faciais. Essas variáveis afetam as medições dos tecidos moles; portanto, as predições faciais podem ser prejudicadas quando aplicadas a diferentes populações. Além disso, pesquisas em várias populações indicam que essas variações devem ser consideradas com cuidado ao usar modelos de predição baseados em tecidos moles. Isso é particularmente verdadeiro em situações antropológicas e forenses (COŞKUN; FASOULA; BONTZOGLU, 2024).

Dado isso, um estudo que investigou populações étnicas na Europa examinou como as variações na inflamação, composição corporal e densidade óssea variam entre grupos étnicos, sugerindo que modelos de previsão devem ser ajustados para lidar com diferentes características populacionais para obter maior precisão. As buscas destacam a importância de usar dados específicos de cada grupo populacional para aumentar a precisão na predição de estruturas ósseas, a fim de evitar erros que podem surgir ao usar modelos generalizados para diferentes populações (DURDIN et al., 2022).

O uso de algoritmos de aprendizado de máquina em conjuntos de dados 3D pode ajudar a diminuir a dependência de modalidades de imagem como a tomografia computadorizada. Amenizando a exposição à radiação dos pacientes e permitindo a captura de conformações de tecidos moles que são difíceis de obter com métodos convencionais (WANG et al., 2022).

O papel da tecnologia de impressão 3D na validação de métodos preditivos em campos médicos e de engenharia está ganhando reconhecimento. Para testar e refinar modelos de predição de estruturas ósseas, ela permite a criação de protótipos precisos e personalizáveis. Essa tecnologia permite testes iterativos e prototipagem rápida, reduzindo o tempo e os custos da fase de validação (ESPINO et al., 2023).

Essas capacidades são ainda melhoradas com a integração da impressão 3D com o aprendizado de máquina e a inteligência artificial. Ao alterar os parâmetros, a IA pode otimizar o processo de impressão para obter resultados mais precisos e prevenir o desempenho dos modelos impressos. A colaboração entre IA e impressão 3D melhora a precisão das previsões de estruturas ósseas e ajuda a desenvolver modelos confiáveis que podem ser usados em uma variedade de contextos e populações (ESPINO et al., 2023).

A previsão da estrutura da face pela IA é realizada através de métodos que analisam e correlacionam dados anatômicos e morfométricos. A IA pode utilizar tomografias computadorizadas e modelos tridimensionais do crânio para identificar padrões e relações entre diferentes estruturas faciais, como a posição dos olhos, largura das asas nasais e projeção dos lábios. Um estudo analisou 33 tomografias anônimas de feixe cônico (TCFC) para investigar as relações entre estruturas cranianas e características faciais, como a posição das pupilas, a linha central dos lábios e as asas nasais (MORAES et al., 2022).

Os autores utilizaram um software de modelagem 3D, o Blender, para reconstruir malhas de tecido, osso e dentes a partir dos dados tomográficos. A metodologia proposta permitiu comparar as projeções faciais com as estruturas reais, mostrando que os parâmetros estavam dentro da faixa esperada, embora algumas discrepâncias, como nas extremidades dos lábios, tenham sido observadas e discutidas (MORAES et al., 2022).

Além disso, a pesquisa destaca a importância do conhecimento das proporções anatômicas para aplicações em ciências forenses, cirurgia e próteses faciais, onde a precisão na recriação da aparência é crucial (MORAES et al., 2022).

Estudos para avaliação da qualidade óssea em tecidos humano bordam as dificuldades associadas à variabilidade na espessura dos tecidos moles e sua influência na precisão das predições onde os pesquisadores destacam que a variabilidade entre diferentes grupos populacionais torna a predição mais complexa e pode introduzir erros significativos,

especialmente quando modelos padronizados são aplicados de forma generalizada (WANG et al. 2022).

6. DISCUSSÃO

Este estudo teve como finalidade reunir e examinar publicações científicas com fundamento na previsão de tecidos duros a partir de tecidos moles, com ênfase nos métodos oferecidos por essas pesquisas. Por meio de uma revisão de literatura, procurou-se identificar maneiras mais comuns empregadas e a qualidade das evidências obtidas.

A avaliação dos artigos escolhidos mostrou abordagens de parâmetros para prever tecidos duros, que vão desde técnicas manuais até a aplicação de tecnologias avançadas, como inteligência artificial e modelagem em 3D. Contudo, notou-se uma discrepância considerável no nível de evidência, sendo que muitos dos estudos enfrentaram restrições metodológicas.

Outras descobertas desta revisão revelam um método de reconstrução facial baseado em novas técnicas de deformação de malha por meio de uma máscara 3D flexível que se molda e se adapta ao crânio anônimo (DE BUHAN; NARDONI, 2018). Essa técnica possibilita uma análise mais aprofundada da conexão entre o crânio e o rosto, em vez de depender somente de pontos anatômicos específicos. O método demonstrou capacidade de gerar reconstruções faciais visualmente plausíveis, que podem auxiliar na identificação de indivíduos a partir de restos ósseos. Dessa forma, pode-se reverter o pensamento e buscar a anatomia dos ossos a partir do contorno facial. Isso indica que a previsão da forma facial vai além da simples aplicação de uma espessura média de tecido mole; trata-se de modelar como esses tecidos se deformam e se ajustam à estrutura óssea subjacente. Essa abordagem proporciona uma descrição mais rica e precisa da inter-relação entre os tecidos moles e os ossos.

Observa-se também o uso da modelagem em 3D que faz uso de algoritmos computacionais, sendo o software Blender uma das principais ferramentas, complementado pelo *OrtoGOnBlender* e seu submódulo *ForensicOnBlender*, que são empregados para a digitalização e criação do modelo craniano (SERTALP et al., 2024). Essas tecnologias possibilitam a manipulação de objetos tridimensionais e otimizam o processo de aproximação facial forense, permitindo a sobreposição das profundidades estimadas dos tecidos moles sobre a superfície dos tecidos, visualizando uma referência para ajustar um crânio compatível a partir de um model.

Os métodos de predição baseados em imagens de tomografia computadorizada (TC) foram demonstrados eficazes para reconstruir estruturas ósseas detalhadas (DE BUHAN; NARDONI, 2018). A (TC) possibilita o desenvolvimento de modelos tridimensionais do crânio a partir de informações tomográficas (DE BUHAN; NARDONI, 2018). Esses modelos servem como base para a reconstrução facial, pois oferecem uma representação fiel da morfologia e das

dimensões cranianas, fundamentais para prever a sobreposição dos tecidos moles. A análise óssea demanda entender como os tecidos moles, como a pele, gordura e músculos, se conectam às estruturas ósseas por baixo. A TC pode ser empregada para calcular a espessura média dos tecidos moles em pontos específicos do crânio, facilitando a elaboração de tabelas de espessura essenciais para o processo de reconstrução facial. Além disso, os dados gerados pela TC podem ser incorporados em softwares que aplicam algoritmos, unindo as informações da tomografia às técnicas de modelagem geométrica e deformação de malha, para criar representações faciais a partir dos crânios. No entanto, é difícil padronizar os resultados de vários estudos devido às variações nos protocolos de imagem (DE BUHAN; NARDONI, 2018). Embora a tomografia computadorizada ofereça precisão adicional, é necessário harmonizar os parâmetros de aquisição e análise de imagens para garantir que os resultados possam ser replicados em vários contextos clínicos e populacionais.

Além disso, alguns estudos recentes (WANG et al., 2022) empregaram inteligência artificial (IA) com o objetivo de aumentar a precisão das previsões. Entretanto, os resultados ainda apresentam variações quando aplicados a diferentes grupos populacionais. Esses achados se opõem às metodologias tradicionais, que, apesar de menos avançadas tecnologicamente, revelam maior consistência em determinadas populações devido à sua longa trajetória de utilização e validação.

Quando se trata de predição de características esqueléticas a partir de dados de tecidos moles, algoritmos de inteligência artificial e aprendizado automático são muito promissores (DE BUHAN; NARDONI, 2018). No entanto, a eficácia desses algoritmos varia significativamente de acordo com os dados de treinamento e os parâmetros usados, o que torna a padronização um grande problema (DE BUHAN; NARDONI, 2018). Existem preocupações sobre a generalização dos resultados para diferentes populações devido à falta de diversidade nos conjuntos de dados de treinamento. Os esforços conjuntos para padronizar os algoritmos e aumentar a representatividade populacional nos dados de treinamento serão essenciais para o futuro do uso da IA na predição anatômica.

Essas diferenças indicam que, embora as técnicas modernas possam oferecer melhor precisão em certas situações, sua eficácia em uma variedade mais ampla de contextos ainda necessita ser confirmada. Isso destaca a importância de realizar mais pesquisas que validem essas novas abordagens em diversos cenários populacionais e clínicos, garantindo que os progressos tecnológicos realmente tragam melhorias significativas em comparação com os métodos clássicos.

A literatura contemporânea ainda apresenta consideráveis lacunas na previsão dos tecidos duros em relação aos tecidos moles. Estudos se dedicam a análises isoladas dos tecidos moles e dos ossos, sem investigar de forma adequada a interação dinâmica entre esses elementos.

Essa pesquisa pode gerar diversas implicações clínicas. No campo da ortopedia, aprimorando a precisão na avaliação da densidade óssea e no risco de fraturas, possibilitando intervenções preventivas mais eficientes. Na cirurgia reconstrutiva, a capacidade de prever a interação entre os tecidos moles e os implantes ósseos podendo então otimizar o design dos dispositivos e melhorar os resultados cirúrgicos.

7. CONCLUSÃO

Este estudo ressalta a importância de aprimorar a evidência nos métodos de previsão de tecidos duros a partir de tecidos moles. Apesar dos progressos notáveis já alcançados, especialmente com o uso de tecnologias como inteligência artificial, ainda existe um extenso percurso a seguir para assegurar que essas técnicas sejam confiáveis e aplicáveis em ambientes clínicos e forenses.

REFERÊNCIAS

WILKINSON, C. The history of facial reconstruction. In: WILKINSON, C. (ed.). *Forensic Facial Reconstruction*. Cambridge: Cambridge University Press, 2004. p. 39-68.

<https://doi.org/10.1017/CBO9781107340961>

BUHAN, Maya de; NARDONI, Chiara. Um método de reconstrução facial baseado em novas técnicas de deformação de malha. *Forensic Sciences Research*, v. 3, n. 3, p. 256-273, 2018.

<https://doi.org/10.1080/20961790.2018.1469185>

EVISON, M. P.; IWAMURA, E. S. M.; GUIMARÃES, M. A.; SCHOFIELD, D. Reconstrução facial forense e sua contribuição para a identificação em casos de pessoas desaparecidas. In: MOREWITZ, S.; STURDY COLLS, C. (eds). *Handbook of Missing Persons*. Springer, Cham, 2016.

SERTALP, E.; MORAES, C.; BÜTÜN, E. Reconstrução facial de um crânio deformado do período romano de Juliópolis. *Heritage Science*, v. 12, p. 2, 2024.

<https://doi.org/10.1186/s40494-023-01124-x>

COŞKUN, G.; FASOULA, M.; BONTOZOGLOU, N. Profundidade do tecido mole facial de uma população grega adulta contemporânea. *International Journal of Legal Medicine*, 2024.

DURDIN, R.; PARSONS, C.; DENNISON, E. M.; WILLIAMS, S.; TILLIN, T.; CHATURVEDI, N. et al. Inflammatory status, body composition and ethnic differences in bone mineral density: the Southall and Brent Revisited study. *Bone*, 2022.

<https://doi.org/10.1016/j.bone.2021.116286>

WANG, J. Z.; LIU, J.; ZHANG, T. Machine learning for predicting 3D shapes in clinical applications: A systematic review. *BMC Bioinformatics*, v. 23, p. 431, 2022.

<https://doi.org/10.1186/s12859-022-04979-2>

ESPINO, M. T.; TUAZON, B. J.; ESPERA, A. H. et al. Métodos estatísticos para projeto e teste de polímeros impressos em 3D. *MRS Communications*, v. 13, p. 193-211, 2023.

<https://doi.org/10.1557/s43579-023-00332-7>

WANG, F.; ZHENG, L.; THEOPOLD, J. et al. Métodos para avaliação da qualidade óssea em tecido ósseo humano: uma revisão sistemática. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, v. 17, p. 174, 2022.

AKHTER, M. P.; RECKER, R. R. High resolution imaging in bone tissue research-review. *Bone*, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2020.115620>

ARCHIVES OF HEALTH INVESTIGATION. Técnica de análise cefalométrica de tecidos moles: uma revisão de literatura. 2023.

BITENCOURT, Manoel Henrique Xerri. Calcificações em tecidos moles: revisão de literatura. 2013.

MALÁ, Pavla Zedníková; KRAJÍČEK, Václav; VELEMÍNSKÁ, Jana. Quão estreita é a relação entre o perfil facial do esqueleto e dos tecidos moles: uma análise morfométrica geométrica do contorno facial. *Forensic Science International*, v. 292, p. 212-223, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2018.09.014>

DE BUHAN, Maya; NARDONI, Chiara. A facial reconstruction method based on new mesh deformation techniques. *Forensic Sciences Research*, v. 3, n. 3, p. 256-273, 2018. <https://doi.org/10.1080/20961790.2018.1469185>

SERTALP, Evren; MORAES, Cícero; BÜTÜN, Erge. Reconstrução facial de crânio deformado do período romano de Juliópolis. *Heritage Science*, v. 12, n. 1, p. 2, 2024. <https://doi.org/10.1186/s40494-023-01124-x>

MORAES, C.; MACHADO, C. R.; CHILVARQUER, I.; CURI, J. P. Investigação de preditores anatômicos para posicionamento do globo ocular, asas nasais, projeção dos lábios e outros a partir da estrutura craniana. Universidade Federal de Uberlândia, 2022.