



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

CURSO DE ODONTOLOGIA

PEDRO FERREIRA MATOS

**COMPARAÇÃO DE DIFERENTES PROTOCOLOS FOTOGRAFAMÉTRICOS
PARA OBTENÇÃO DE MALHAS TRIDIMENSIONAIS RELATIVAS À
RECONSTRUÇÃO FACIAL FORENSE: revisão integrativa**

Recife

2024

PEDRO FERREIRA MATOS

**COMPARAÇÃO DE DIFERENTES PROTOCOLOS FOTOGRAMÉTRICOS
PARA OBTENÇÃO DE MALHAS TRIDIMENSIONAIS RELATIVAS À
RECONSTRUÇÃO FACIAL FORENSE: revisão integrativa**

Trabalho apresentado à
Disciplina de Trabalho de
Conclusão de Curso 2
como parte dos requisitos
para conclusão do Curso de
Odontologia do Centro de
Ciências da Saúde da
Universidade Federal de
Pernambuco.

Orientadora: Prof^a. Dra
Adriana Paula de Andrade
da Costa e Silva Santiago

Co-orientador: Prof. Prof.
Me. Raphael Fernando Dias
de Freitas

Recife

2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Matos, Pedro Ferreira.

Comparação de diferentes protocolos fotogramétricos para obtenção de malhas tridimensionais relativas à reconstrução facial forense: revisão integrativa / Pedro Ferreira Matos. - Recife, 2024.

62 p. : il., tab.

Orientador(a): Adriana Paula de Andrade da Costa e Silva Santiago

Coorientador(a): Raphael Fernando Dias de Freitas

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências da Saúde, Odontologia - Bacharelado, 2024.

Inclui referências, apêndices.

1. Odontologia. 2. Antropologia forense. 3. Fotogrametria. 4. Reconstrução facial forense. 5. Método. I. Santiago, Adriana Paula de Andrade da Costa e Silva. (Orientação). II. Freitas, Raphael Fernando Dias de. (Coorientação). IV. Título.

610 CDD (22.ed.)

PEDRO FERREIRA MATOS

**COMPARAÇÃO DE DIFERENTES PROTOCOLOS FOTOGRAMÉTRICOS
PARA OBTENÇÃO DE MALHAS TRIDIMENSIONAIS RELATIVAS À
RECONSTRUÇÃO FACIAL FORENSE: revisão integrativa**

Trabalho apresentado à
Disciplina de Trabalho de
Conclusão de Curso 2
como parte dos requisitos
para conclusão do Curso de
Odontologia do Centro de
Ciências da Saúde da
Universidade Federal de
Pernambuco.

Aprovada em: 30/09/2024.

BANCA EXAMINADORA

Rodolfo Francisco Haltenhoff Melani

Nome do Primeiro avaliador/

UFPE

Andrea dos Anjos Pontual de Andrade Lima

Nome do segundo avaliador/

UFPE

Raphael Fernando Dias de Freitas

Nome do terceiro avaliador/

UFPE ou de outra instituição

AGRADECIMENTOS

Ao meu pai, Antônio Matos Barbosa Filho, um exemplo de retidão e generosidade. Dia após dia, ele se empenha incansavelmente para proporcionar o melhor para à família. Sua coragem inabalável o leva a sair de casa, enfrentar os desafios diários e voltar tarde da noite, assegurando que não nos falte nada. Seu amor incondicional transcende as palavras, manifestando-se em sua dedicação incansável e cuidado por nós. Pai, você é o pilar da nossa família, e sou infinitamente grato por tudo que você faz.

À minha mãe, Eliane Santana Ferreira, sua dedicação incansável à sua carreira na odontologia e sua capacidade de enfrentar qualquer desafio com determinação são exemplos que sempre me inspiraram. Ao longo de seus trinta anos de profissão, ela não apenas encontrou sua paixão, mas também transmitiu a mesma para mim. Dia após dia, ela enfrenta situações desafiadoras, muitas vezes invisíveis aos olhos de todos, para garantir o bem-estar de nossa família. Sua orientação e apoio foram essenciais para minha jornada, moldando-me como pessoa e profissional. Mãe, você é o pilar da nossa família, e sou infinitamente grato por tudo que você faz.

Vocês dois foram meus maiores apoios, meus braços e minhas pernas, sempre me impulsionando a alcançar o melhor de mim mesmo. Foi graças a vocês que nunca me faltou nada: não me faltou tempo para estudar, não me faltou comida, não me surgiu a necessidade de trabalhar, e acima de tudo, não me faltou apoio, amor e admiração. Se um dia eu for 1% do que vocês foram para mim, eu estarei realizado. Sou extremamente privilegiado. Não há palavras que possam descrever completamente o quanto sou grato por tudo o que fizeram por mim. Seu exemplo de dedicação e amor moldou não apenas minha formação acadêmica, mas também toda a minha vida. Amo vocês.

À Mariana Francisca da Silva, expresso minha eterna gratidão. Sua presença constante, sua escuta atenta e sua paciência inabalável foram meu refúgio nos momentos de dificuldade e desafio, sempre presente nos meus momentos de felicidade e alegria. Você sempre foi fonte de inspiração por sua dedicação e clareza nos seus objetivos, e estar ao seu lado transmitiu para mim uma motivação inabalável. Seu apoio e amor significam tudo para mim, e

sou infinitamente grato por tê-la ao meu lado em cada passo do caminho. Obrigado por ser a minha rocha, minha parceira e minha fonte de motivação. Compartilhar esta jornada ao seu lado foi um privilégio que jamais esquecerei.

Ao meu irmão, Antônio Ferreira Matos, e sua família, que vive longe de casa desde 2009 em busca de seus próprios horizontes. Apesar da distância física, sua presença sempre foi sentida através de suas palavras de apoio e exemplo de perseverança. Suas conquistas pessoais foram uma inspiração constante em minha jornada acadêmica. Toinho, seu apoio incondicional foi fundamental para meu crescimento e sou imensamente grato por isso.

Aos professores Adriana Paula de Andrade da Costa e Silva Santiago e Raphael Fernando Dias de Freitas, sou imensamente grato pela oportunidade de aprendizado e pelo apoio inestimável ao longo deste trabalho. Sua orientação e paciência foram fundamentais para o meu crescimento intelectual e profissional.

À Equipe SFA e ao mestre Sérgio Félix dos Anjos, expresso minha sincera gratidão por terem moldado meu caráter e valores, os quais carrego diariamente. O espírito do guerreiro que vocês incutiram em mim foi fundamental para manter minha perseverança diante das adversidades e minha integridade diante dos desafios. Agradeço por terem sido uma parte essencial da minha jornada.

Aos meus amigos e colegas, meu mais profundo reconhecimento. Suas palavras de encorajamento, apoio mútuo, companhia diária e camaradagem tornaram esta jornada mais leve e significativa. Um agradecimento especial a cada um de vocês: Alysson Lacerda, Camila Andrade, Eduardo Latache, Leonardo Marras, Louise Mascarenhas, Madson Carlos e Maria Fernanda Sarti, por serem parte essencial desta trajetória. Sozinho, jamais teria chegado tão longe. “Macacos sozinhos, fraco. Macacos juntos, forte.”

Aos pacientes que, generosamente, doaram seus corpos para que eu pudesse aprender e crescer como profissional da saúde, expresso minha mais profunda gratidão. Seu altruísmo e contribuição para a construção do conhecimento não serão esquecidos.

Por último, mas não menos importante, quero expressar meu sincero agradecimento a mim mesmo. Por acreditar em mim, por todo o trabalho árduo e dedicação incansável, quero agradecer a mim por não ter dias de folga. Por não desistir diante das adversidades, por buscar sempre fazer o melhor, por buscar sempre doar mais do que receber, por persistir em fazer o certo, mesmo diante das tentações do errado, e por ser fiel a quem sou. Esta jornada foi possível graças à minha determinação e comprometimento, e por isso, reconheço e celebro minha própria jornada.

Ser o primeiro da família da minha mãe a conquistar o ensino superior é uma honra que carrego com humildade e orgulho, e sei que essa conquista não teria sido possível sem o amor, apoio e sacrifícios de todos aqueles que estiveram ao meu lado. A todos vocês, meu mais profundo e sincero obrigado. Esta conquista é nossa. Que possamos continuar crescendo, aprendendo e compartilhando nossas vitórias juntos.

"O Caminho da Espada não pertence à nação alguma.

O conhecimento das artes é de todos nós."

Mestre Piandao

RESUMO

A Reconstrução Facial Forense (RFF) desempenha um papel crucial no reconhecimento de indivíduos a partir do crânio quando métodos tradicionais não estão disponíveis. Utilizando dados de ancestralidade, gênero e idade, a RFF reconstrói a face, facilitando o reconhecimento. Diferentes métodos, como o Russo, Americano e Manchester, são empregados, assim como técnicas tanto 2D quanto 3D, seja de forma manual ou digital. Nesse contexto, a fotogrametria emerge como uma alternativa econômica à tomografia para criar modelos faciais. Esta revisão integrativa, seguindo o protocolo PRISMA, abrange estudos de 2014 a 2024 nas bases LILACS, MedLine, BVS, SciELO e Google Acadêmico, focalizando especificamente na fotogrametria para a reconstrução facial forense. Dos 258 artigos inicialmente encontrados, 13 foram incluídos após a exclusão de duplicatas e irrelevantes. A análise revela uma diversidade de abordagens na reconstrução craniofacial e modelagem 3D de crânios, com destaque para o uso variado de câmeras, técnicas de iluminação e software. As técnicas de posicionamento do crânio e o número de fotografias capturadas variam consideravelmente, enquanto o processamento de imagens envolve software como Autodesk, Blender e Agisoft. Os marcadores de referência são essenciais para garantir a precisão, e a criação de modelos 3D inclui nuvens de pontos, malhas 3D e texturização. Destaca-se que a fotogrametria se mostra como uma ferramenta poderosa para gerar modelos 3D a partir de imagens digitais, no entanto, a falta de um protocolo unificado para sua aplicação na reconstrução facial forense evidencia a necessidade de diretrizes consensuais para garantir a qualidade e precisão dos resultados em diferentes contextos forenses.

Palavras-chave: Fotogrametria; Odontologia Legal; Software; Tomografia Computadorizada; Identificação Médico-Legal; Antropologia Forense.

ABSTRACT

Forensic Facial Reconstruction (FFR) plays a crucial role in recognizing individuals from the skull when traditional methods are not available. Using ancestry, gender and age data, RFF reconstructs the face, facilitating recognition. Different methods, such as Russian, American and Manchester, are used, as well as both 2D and 3D techniques, whether manually or digitally. In this context, photogrammetry emerges as an economical alternative to tomography to create facial models. This integrative review, following the PRISMA protocol, covers studies from 2014 to 2024 in the LILACS, MedLine, BVS, SciELO and Google Scholar databases, focusing specifically on photogrammetry for forensic facial reconstruction. Of the 258 articles initially found, 13 were included after excluding duplicates and irrelevant articles. The analysis reveals a diversity of approaches to craniofacial reconstruction and 3D modeling of skulls, with emphasis on the varied use of cameras, lighting techniques and software. Skull positioning techniques and the number of photographs captured vary considerably, while image processing involves software such as Autodesk, Blender and Agisoft. Reference markers are essential to ensure accuracy, and creating 3D models includes point clouds, 3D meshes, and texturing. It is noteworthy that photogrammetry is a powerful tool for generating 3D models from digital images, however, the lack of a unified protocol for its application in forensic facial reconstruction highlights the need for consensual guidelines to guarantee quality and accuracy of results in different forensic contexts.

Keywords: Photogrammetry; Forensic Dentistry; Software; Computed tomography; Medico-Legal Identification; Forensic Anthropology.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	15
2.1 TIPO DE PESQUISA.....	15
2.2 AMOSTRAGEM.....	15
2.3 CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE.....	15
2.3.1 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO.....	15
2.3.2 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO.....	16
2.4 EXTRAÇÃO DE DADOS.....	16
2.5 ETAPAS DA REVISÃO.....	16
3 RESULTADOS.....	18
4 DISCUSSÃO.....	30
5 CONCLUSÃO.....	33
REFERÊNCIAS.....	34
APÊNDICE A – DESCRIÇÃO DAS TÉCNICAS DE FOTOGRAMETRIA.....	36

1 INTRODUÇÃO

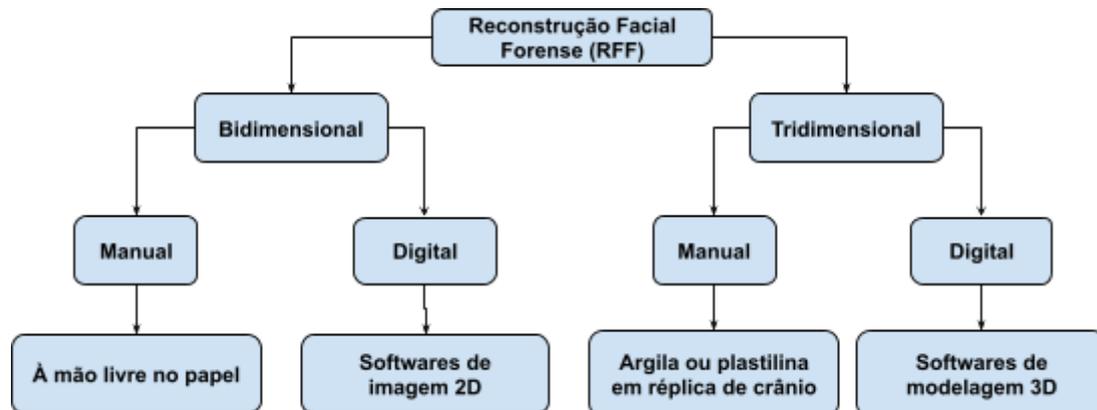
A Reconstrução Facial Forense (RFF), também conhecida como Aproximação Facial Forense, corresponde a um método de auxílio de reconhecimento humano relativo à reconstrução facial de um indivíduo falecido (sujeito-alvo), realizada a partir de um crânio seco. A RFF faz-se necessária quando nenhum método de identificação do corpo (análise de DNA, registros dentários e impressões digitais) está disponível.^{1, 2, 3}

Dados antropológicos relativos à ancestralidade, gênero e idade são informações importantes para a realização da RFF, a qual após concluída poderá ajudar em um possível reconhecimento da face do indivíduo, a partir de divulgação da imagem pela mídia.^{4, 5}

São três os métodos de reconstrução facial: o Método Russo, que demarca a estrutura dos músculos da face, realizando, posteriormente, a aposição da musculatura facial; o Método Americano, que utiliza pontos craniométricos específicos para inserção de tecidos moles a partir de dados obtidos de uma tabela de espessuras pré-determinadas; e o Método de Manchester, que combina os dois anteriores, posicionando músculos e levando em consideração a espessura dos pontos craniométricos.^{3, 4}

Atualmente, na Reconstrução Facial Forense (RFF), os métodos empregados para criar a representação facial podem ser classificados em dois tipos: bidimensionais (2D) ou tridimensionais (3D), e podem ser realizados nas modalidades manual ou computadorizada (digital). No método bidimensional manual, os traços são desenhados à mão livre em papel. Já na abordagem bidimensional computadorizada, os desenhos são criados utilizando softwares de imagem 2D. Nos métodos tridimensionais manuais, são usados materiais como argila e plastilina sobre uma réplica do crânio para esculpir a face. Por outro lado, na modalidade tridimensional computadorizada, o processo ocorre em softwares de modelagem 3D, podendo ser de código aberto, como o Blender, ou de código fechado, como o SolidWorks.^{4, 3}

Figura 1 - Diagrama de fluxo dos meios da reconstrução facial forense.

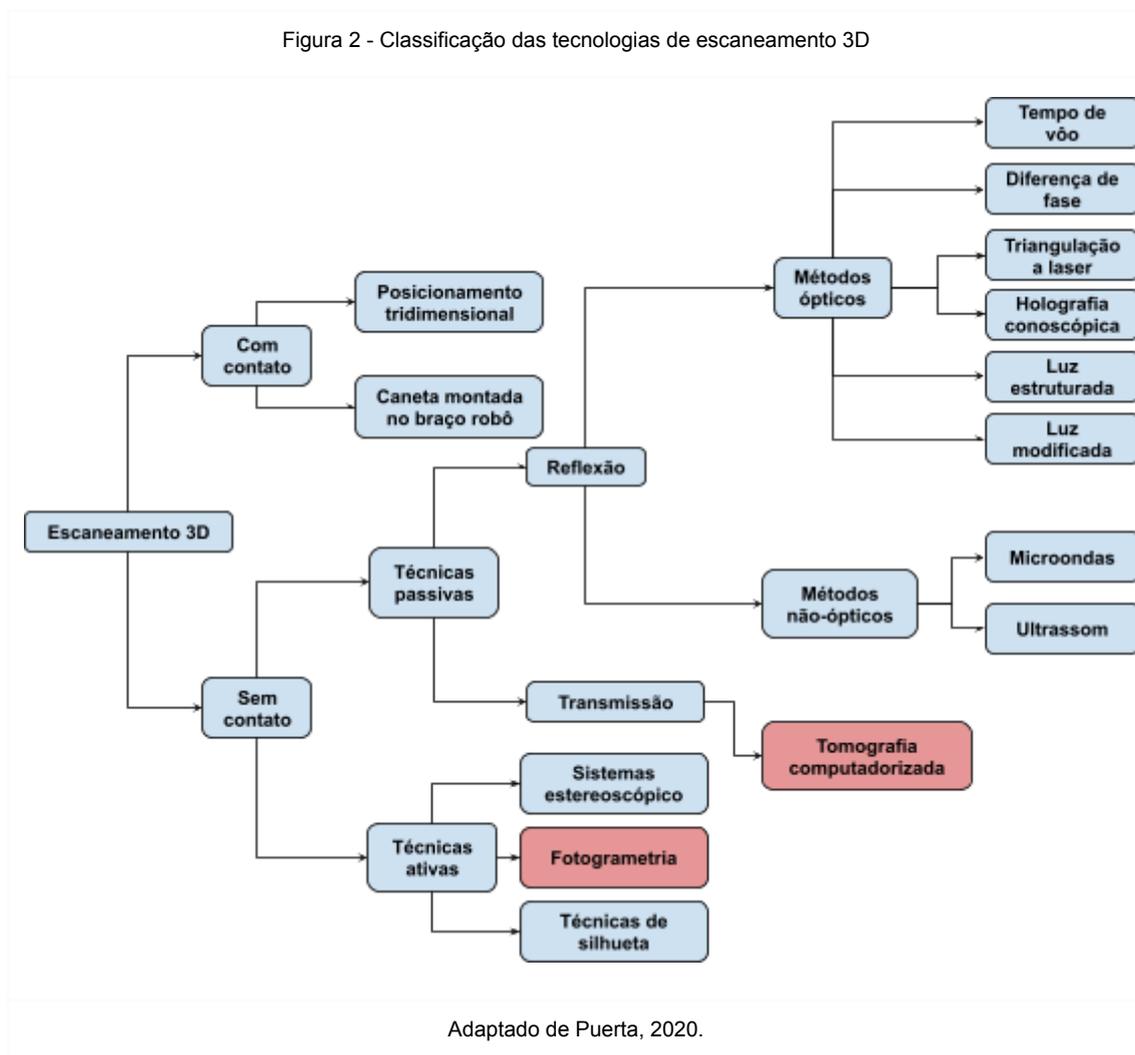


Autoria própria, 2024.

Os meios tridimensionais computadorizados são divididos em manuais, que são uma adaptação de técnicas manuais para um ambiente virtual, e automatizados, nos quais um banco de dados fornece parâmetros para a deformação automática de uma malha virtual até se ajustar ao crânio, sem a necessidade de colocar pinos virtuais que funcionem como referências para a profundidade dos tecidos moles.⁶

Para digitalizar um crânio e transportá-lo para um ambiente virtual tridimensional, é necessário o uso de processos de escaneamento, que podem ser classificados conforme imagem adaptada, de acordo com Puerta⁷:

Figura 2 - Classificação das tecnologias de escaneamento 3D



O modelo do crânio 3D baseado em tomografia computadorizada (TC) é frequentemente utilizado para a obtenção de malhas na aproximação facial forense, possibilitando a reconstrução dos tecidos faciais moles ao considerar pontos de referência específicos da profundidade dos tecidos na superfície óssea do crânio. Quando há acesso limitado a equipamentos de TC, a fotogrametria oferece uma alternativa atrativa por ser mais econômica e de uso mais simples.⁸

Nesse viés, nos últimos anos, o método fotogramétrico tem sido destacado como uma ferramenta poderosa para obter modelos 3D de RFF. A

fotogrametria, que utiliza medições e geometria a partir de imagens fotográficas, tem se mostrado valiosa para a obtenção de dados detalhados do crânio a partir de diferentes ângulos. O objetivo principal de uma medição fotogramétrica é a reconstrução tridimensional de um objeto em formato digital (coordenadas e elementos geométricos derivados) ou gráfico (imagens, desenhos, mapas).⁷

Ela pode se apresentar sob duas abordagens: a tradicional, que mede diretamente pontos de referência faciais para criar modelos 3D da face, e a fotogrametria de estrutura a partir do movimento (structure-from-motion (SfM)), que calcula a estrutura tridimensional da face com base em imagens bidimensionais tiradas de ângulos diferentes e sobrepostas. Esta última abordagem oferece flexibilidade e automação na criação de modelos faciais 3D, principalmente em casos em que um tomógrafo está indisponível.^{8,9}

Entretanto, diante das milhares maneiras preconizadas pelos autores, torna-se difícil para o operador determinar qual método escolher face às múltiplas técnicas e equipamentos necessários para o procedimento.

O objetivo geral deste estudo foi analisar e comparar as diferentes abordagens utilizadas por vários protocolos na aplicação da fotogrametria em reconstruções faciais forenses, com o intuito de identificar as variações, pontos de convergência e divergência nos métodos empregados. Para alcançar esse objetivo, foram definidos alguns objetivos específicos, como investigar a variedade de câmeras e equipamentos fotográficos usados em estudos de fotogrametria craniofacial, destacando suas características e aplicabilidades, de acordo com as seguintes perguntas norteadoras: “Quais são as variações nos protocolos de fotogrametria em reconstruções faciais forenses?” e “Como essas diferenças impactam a obtenção de malhas 3D e a eficácia no reconhecimento humano?”. Além disso, buscou-se avaliar a seleção de softwares de fotogrametria adotados por diferentes autores, identificando suas funcionalidades, custos e níveis de acessibilidade. Outro ponto examinado foi o posicionamento da câmera e os ângulos de captura de imagens utilizados,

ressaltando a relevância desses fatores na obtenção de modelos 3D completos e precisos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 TIPO DE PESQUISA

Trata-se de uma revisão integrativa conduzida de acordo com o protocolo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses).

2.2 AMOSTRAGEM

Pesquisas bibliográficas de artigos completos, utilizando-se de termos da plataforma DeCs/MeSH nas bases de dados LILACS, MedLine (PubMed), Portal Regional da BVS, SciELO, Cochrane Library e Google Acadêmico. Todas as pesquisas que envolviam a descrição do método fotogramétrico na obtenção de modelos tridimensionais na reconstrução facial forense foram resultantes da aplicação de descritores de assuntos e termos de texto livre; a estratégia de busca final foi determinada por meio de várias pré-buscas. As palavras-chave utilizadas na estratégia de pesquisa foram as seguintes: [“Forensic Dentistry” OR “Forensic Anthropology” OR “Skull” OR “Human Skull” OR “Photogrammetry” OR “Forensic Anthropology” OR “Forensic Medicine” OR “Dentistry” OR “Identification” OR “Anthropology” OR “Open Source Software” OR “Forensic Facial Reconstruction”]. Os artigos selecionados obedeceram ao lapso temporal do período de 2014 a 2024. A pesquisa para a seleção dos artigos obedeceu o intervalo de tempo entre agosto de 2024 e setembro de 2024. Listas de referência de relatórios de pesquisas primárias foram verificadas em uma tentativa de identificar estudos adicionais. Foram contatados para identificar estudos adicionais de acordo com as diretrizes do PRISMA, sem alterações substanciais nos resultados.

2.3 CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

2.3.1 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Os seguintes critérios de inclusão foram empregados para esta revisão integrativa: (1) ensaio clínico randomizado; (2) estudos sequenciais de fases não combinadas; (3) estudo de coorte; (4) estudo transversal; (5) estudo de caso-controle; (6) relato de caso; (7) série de casos; (8) publicados entre os

anos de 2014 a 2024 e (9) publicados em inglês, espanhol, chinês, português, francês ou alemão.

2.3.2 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Os critérios de exclusão foram os seguintes: (1) resenhas; (2) debates ou editoriais de resumos e autores; (3) falta de correspondência com o assunto em questão; (4) artigos que fugiram da temática; (5) que não apresentaram a descrição do protocolo fotogramétrico utilizado; (6) que repetiram assuntos que já foram apresentados em outros artigos já selecionados.

2.4 EXTRAÇÃO DE DADOS

Seguindo os critérios de inclusão, foi selecionado independentemente a literatura por meio da leitura dos títulos e resumos. O texto completo de cada artigo identificado foi lido para determinar se era adequado para inclusão. Para cada estudo elegível, as seguintes informações foram analisadas e sintetizadas de acordo com as seguintes categorias: o título do estudo, autores, ano de publicação, metodologia utilizada, o uso do protocolo fotogramétrico na obtenção de modelos tridimensionais na reconstrução facial forense. Esses resultados foram apresentados de forma descritiva e qualitativa para facilitar a compreensão e a interpretação dos achados.

2.5 ETAPAS DA REVISÃO

A revisão integrativa seguiu as seguintes etapas, conforme proposto por Ganong (1987)¹⁰:

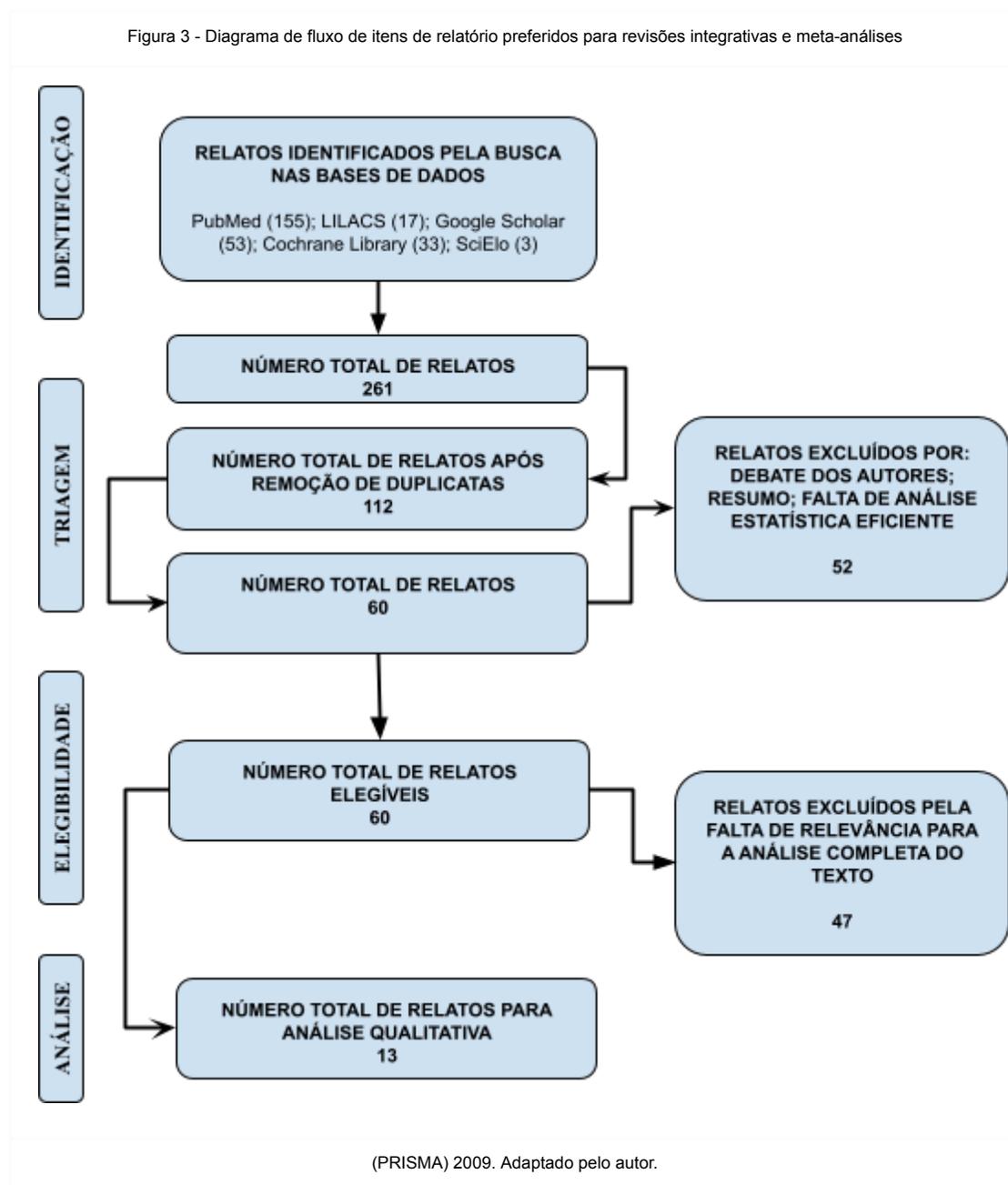
1. Identificação das questões de estudo e busca pelas palavras-chave nas bases de dados selecionados.
2. Seleção da amostra e aplicação dos critérios de inclusão e exclusão para garantir a qualidade e confiabilidade da seleção.
3. Categorização dos estudos, organização e sumarização das informações dos artigos revisados
4. Avaliação crítica dos estudos selecionados.
5. Discussão e interpretação dos resultados obtidos.

6. Apresentação da revisão integrativa e síntese do conhecimento produzido

3 RESULTADOS

A estratégia de busca identificou 261 artigos potenciais: 155 do PubMed, 14 do LILACS, 53 do Google Acadêmico, 33 do Cochrane Library e 3 do SciELO. Após a remoção das duplicatas, 112 artigos foram analisados. Posteriormente, 52 artigos foram excluídos por não atenderem aos critérios de inclusão. Dos 60 artigos restantes, 47 foram excluídos por não serem relevantes para o assunto do estudo. Ao fim, 13 artigos foram incluídos na síntese qualitativa. (Figura 3).

Figura 3 - Diagrama de fluxo de itens de relatório preferidos para revisões integrativas e meta-análises



O quadro 1 resume os artigos encontrados incluídos para a revisão integrativa, contendo os seguintes tópicos: título/autor(es) e ano de publicação, considerações/temática, os resultados e conclusões de cada artigo.

Quadro 1 - Trabalhos levantados nas bases de dados.

Título/autor(es);ano	Tipo de estudo	Considerações/Temática	Resultados	Conclusões
Computer-Aided Facial Reconstruction of "Mary-Magdalene" Relics Following Hair and Skull Analyses. CHARLIER (2019)	Estudo de caso	Aplicação da fotogrametria para a reconstrução facial assistida por computador de relíquias supostamente pertencentes a "Maria Madalena", preservadas na Provence, na França.	A fotogrametria permitiu uma análise antropológica precisa da superfície do crânio, confirmando características morfológicas compatíveis com uma origem feminina, como órbitas redondas e grandes com margens superiores afiadas, testa vertical, superfícies musculares lisas e grande eminência frontal arredondada.	A aplicação da fotogrametria a relíquias antigas é uma abordagem valiosa para transformá-las de meros objetos em indivíduos reais, permitindo uma reconstrução facial objetiva e precisa.
3D forensic facial approximation: Implementation protocol in a forensic activity. BALDASSO, R. P. (2020)	Estudo de caso	O artigo relata a implementação bem-sucedida da aproximação facial forense 3D em um caso real no contexto forense. A técnica consiste em reconstruir a face de um indivíduo diretamente em seu crânio ou em uma réplica dele. É aplicada em arqueologia, história e museologia, bem como em atividades	A fotogrametria foi empregada para capturar imagens em alta resolução do crânio a partir de vários ângulos. Essas imagens foram processadas em software especializado, como o Autodesk 123D, para gerar uma nuvem de pontos tridimensionais representando o crânio. Em seguida, o modelo do rosto foi individualizado com base em marcadores de espessura de tecido mole posicionados em	A fotogrametria na aproximação facial forense 3D é um método satisfatório para auxiliar na identificação humana. Embora não deva ser considerado o único método de identificação, ele é valioso para estreitar a busca por indivíduos desconhecidos.

		forenses como método auxiliar para a identificação humana.	pontos craniométricos específicos, usando o software MakeHuman. Posteriormente, a face criada em MakeHuman foi adaptada e modelada sobre o crânio tridimensional usando o software Blender, permitindo uma aproximação facial realista.	
Applicability of forensic facial approximation in the recognition process of unclaimed victims. PEREIRA (2021)	Estudo experimental	O estudo aborda a aplicabilidade da aproximação facial forense em vítimas não identificadas, utilizando uma abordagem digital tridimensional e fotogrametria. Ele destaca a dificuldade de identificar corpos em estado de decomposição, esqueletização ou mutilação.	Os resultados demonstram que a média geral de acertos na identificação facial foi de 23,75%. Apenas cinco aproximações (31,24%) obtiveram o maior número de seleções corretas de reconhecimento da vítima. Falsos positivos e negativos correspondiam a 11,56% e 12,5%, respectivamente.	A fotogrametria forense se mostrou uma ferramenta útil para a realização de aproximações faciais em casos de vítimas não identificadas. Embora os resultados indiquem que a taxa de reconhecimento ainda é baixa, a técnica possibilita a obtenção de dados ante mortem relevantes para o processo de identificação humana.
Virtual anthropology: Forensic applications to cranial skeletal remains from the Spanish Civil War. ORIOLA (2022)	Estudo observacional	O estudo trata da aplicação de técnicas de antropologia virtual baseadas em fotogrametria para reconstruir, montar e restaurar crânios	A fotogrametria permitiu criar modelos em 3D precisos dos crânios fragmentados, possibilitando sua reconstrução virtual e montagem. A restauração virtual utilizando a técnica de espelhamento foi	O estudo demonstra a eficácia da reconstrução virtual de crânios e mandíbulas usando métodos fotogramétricos. A craniometria virtual oferece vantagens em relação aos

		<p>fragmentados provenientes da Guerra Civil Espanhola. Os pesquisadores avaliaram se esse método virtual pode superar as limitações existentes na reconstrução manual de crânios afetados por modificações tafonômicas post-mortem e fraturas causadas por traumas perimortem que fragmentam o osso em poucos pedaços. Além disso, eles utilizaram medições craniométricas feitas em crânios restaurados para ampliar o perfil biológico dos restos esqueléticos e testar hipóteses sobre a ancestralidade da população a que pertenciam.</p>	<p>bem-sucedida na maioria dos casos, permitindo reconstituir partes ausentes dos crânios. As medições craniométricas realizadas tanto virtualmente como de forma tradicional apresentaram alta correlação, confirmando a adequação dos modelos virtuais para fins forenses. Em relação à estimativa de ancestralidade, os resultados indicaram que alguns crânios apresentavam características morfológicas fora da variação comum, tornando possível prever sua origem continental e, em alguns casos, a origem europeia específica.</p>	<p>métodos tradicionais, permitindo medidas adicionais e menos interferência causada por fragmentação e deformação. Os resultados indicam que os modelos virtuais podem ser utilizados em aplicações forenses.</p>
<p>Photogrammetry vs CT Scan: Evaluation of Accuracy of a Low-Cost Three-Dimensional Acquisition Method for</p>	<p>Estudo comparativo</p>	<p>O estudo avalia a precisão da fotogrametria em comparação com a tomografia computadorizada (TC) na</p>	<p>O estudo conclui que a fotogrametria fornece medidas precisas que se aproximam das obtidas por meio de reconstruções baseadas em TC.</p>	<p>A fotogrametria apresenta-se como uma ferramenta promissora para a reconstrução 3D e aproximação facial em</p>

<p>Forensic Facial Approximation. DONATO (2020)</p>		<p>criação de reconstruções virtuais tridimensionais (3D) de crânios da Coleção Tenchini, com o propósito de aproximação facial forense. A pesquisa tem como objetivo determinar se a fotogrametria pode ser uma alternativa viável e econômica à TC para aproximação facial forense.</p>	<p>No entanto, foram observadas algumas discrepâncias nas medidas de dois crânios, destacando a importância de procedimentos corretos e experiência do operador para garantir a precisão.</p>	<p>laboratórios de antropologia forense, oferecendo uma alternativa econômica à TC. No entanto, é fundamental prestar atenção à execução adequada e configurações de software para evitar erros e manter a precisão nas medidas.</p>
<p>Photogrammetric 3D skull/photo superimposition: A pilot study. SANTORO (2017)</p>	<p>Estudo experimental (observacional e descritivo)</p>	<p>O texto aborda o uso de técnicas de superposição computadorizada de crânios em 3D em fotografias ante-mortem para identificação forense. A técnica proposta envolve a criação de um modelo tridimensional do crânio (avatar) através da fotogrametria estereofotogramétrica, e a sobreposição desse modelo com a foto da pessoa desaparecida</p>	<p>O estudo permitiu a identificação positiva de indivíduos por meio da superposição de imagens de crânios geradas em 3D em fotos de indivíduos desaparecidos enquanto estavam vivos. O método foi testado em 13 crânios, resultando em identificações positivas em todos os casos examinados.</p>	<p>A técnica de superposição de crânios em 3D em fotos ante-mortem pode desempenhar um papel auxiliar em casos de identificação de corpos quando não há dados odontológicos ou médicos disponíveis para comparação.</p>

		<p>enquanto ela estava viva. O objetivo é estabelecer a identificação de corpos por meio de restos esqueléticos.</p>		
<p>Standard methods for creating digital skeletal models using structure-from-motion photogrammetry. MORGAN (2019)</p>	<p>Estudo experimental</p>	<p>O texto discute a criação de modelos esqueléticos digitais usando a fotogrametria estrutura-a-partir-do-movimento (SfM) para análises osteométricas. Explora a importância da configuração e qualidade das fotografias na geração de modelos precisos e propõe diretrizes para otimizar o processo. O estudo avalia diversos fatores de apresentação dos modelos, incluindo completude, textura, definição de bordas e facilidade de posicionamento de marcadores. Também avalia a precisão das medições, comparando as estimativas dos modelos</p>	<p>Os autores constataram que os modelos criados com 150 fotos em configurações elevadas geralmente apresentaram bom desempenho em termos de aparência e precisão das medições. Modelos gerados usando mais fotos e configurações mais altas mostraram maior concordância entre as estimativas de medição digital e as medições físicas. No entanto, mesmo modelos com 50 fotos e configurações médias produziram estimativas de medição dentro de faixas de precisão aceitáveis. O estudo fornece insights para otimizar a criação de modelos fotogramétricos para análises osteométricas.</p>	<p>Os autores propõem um protocolo para criação de modelos fotogramétricos de crânios, recomendando configurações adequadas de câmera, condições de iluminação e configuração de fotografia. O estudo enfatiza a importância do uso de um número suficiente de fotos e configurações mais altas para alcançar melhor qualidade de modelo e precisão de medição. Em geral, a fotogrametria SfM é um método viável e econômico para capturar e digitalizar elementos esqueléticos individuais, permitindo análise quantitativa do material esquelético.</p>

		digitais com medições físicas de três crânios adultos intactos.		
Analysis of Influencing Factors of Single Camera Photogrammetry in Forensic Three-Dimensional Reconstruction. (ZOU et. al 2020)	Estudo experimental	O artigo aborda o uso da técnica “Single-camera Photogrammetry” para a reconstrução tridimensional (3D) de lesões e ossos em autópsias forenses. A técnica é uma alternativa de baixo custo às técnicas de digitalização óptica, como escaneamento a laser e captura de luz estruturada. O estudo avaliou a precisão da técnica em comparação com as medições tradicionais, explorando o impacto da escolha do equipamento fotográfico e das configurações de reconstrução no resultado final.	Os resultados mostraram que, em geral, as diferentes configurações de câmeras e foco não tiveram grande impacto nos resultados da reconstrução. A escolha da qualidade da reconstrução afetou a precisão e a aparência dos modelos 3D, com configurações de qualidade média sendo consideradas uma opção equilibrada entre eficiência e resultado satisfatório.	A técnica “Single-camera Photogrammetry” mostrou-se promissora para a reconstrução 3D em autópsias forenses, permitindo a correspondência de lesões e instrumentos causadores de ferimentos em três dimensões. No entanto, a técnica ainda possui algumas limitações, principalmente na região de interseção entre objetos e o fundo do ambiente fotografado. Considerando seu baixo custo e bons resultados gerais, essa técnica pode ser uma opção valiosa para certos cenários forenses em que a precisão milimétrica não é fundamental.
Missing and murdered indigenous women and girls in Canada: a new population	Estudo coorte	O estudo foca em aprimorar a identificação de mulheres e meninas	O método 3D demonstrou uma precisão satisfatória na avaliação da afinidade populacional, com	Ainda que promissor, a amostra limitada de indígenas canadenses

<p>affinity assessment technique to aid in identification using 3D technology.</p> <p>(CUERRIER-RICHER, E. 2022)</p>		<p>indígenas desaparecidas e assassinadas no Canadá, utilizando análises morfológicas 3D e fotogrametria para avaliar a afinidade populacional.</p>	<p>uma taxa de precisão de 87,36% e uma repetibilidade média de 97%.</p>	<p>restringiu a aplicabilidade dos resultados, sugerindo a necessidade de mais pesquisas antes da implementação prática da técnica.</p>
<p>Comparison of five photogrammetry 3D digitizing systems of applied to Forensic Anthropology and Forensic Dentistry.</p> <p>(BATISTELA, G. 2017)</p>	<p>Estudo experimental</p>	<p>O estudo investiga a eficácia de cinco sistemas de digitalização 3D na análise forense de um crânio, utilizando fotogrametria de curta distância. O objetivo é avaliar a operabilidade e a qualidade das malhas 3D geradas a partir de imagens fotográficas, buscando identificar a melhor opção para aplicação forense.</p>	<p>Todos os programas testados foram capazes de gerar malhas tridimensionais adequadas do crânio, apesar de algumas diferenças nos resultados finais e na facilidade de operação. Cada ferramenta apresentou resultados satisfatórios dentro de suas particularidades, com o Photoscan® destacando-se pela qualidade, embora seu custo possa ser um obstáculo.</p>	<p>O estudo destaca a viabilidade da fotogrametria de curta distância para complementar a análise forense, proporcionando malhas 3D de qualidade. No entanto, a escolha do sistema ideal dependerá das necessidades específicas, considerando fatores como operabilidade, custo e funcionalidades disponíveis.</p>
<p>Technical Note: 3D From Standard Digital Photography of Human Crania-A Preliminary Assessment.</p> <p>(KATZ, 2014)</p>	<p>Estudo experimental</p>	<p>O estudo investiga a utilidade da fotogrametria 3D na análise da morfologia do crânio humano como uma alternativa de baixo custo aos scanners de</p>	<p>Os modelos de crânio gerados pela fotogrametria 3D mostraram-se comparáveis em precisão e repetibilidade aos obtidos por scanners de superfície. Embora as estimativas de área superficial</p>	<p>A fotogrametria 3D representa uma alternativa viável e econômica para a análise da morfologia craniana, oferecendo resultados satisfatórios em comparação com tecnologias</p>

		superfície. Destaca-se a rapidez, simplicidade e custo reduzido da fotogrametria em comparação com métodos tradicionais.	tenham sido ligeiramente maiores na fotogrametria, as diferenças foram mínimas.	mais dispendiosas.
A detailed method for creating digital 3D models of human crania:an example of close-range photogrammetry based on the use of Structure-from-Motion (SfM) in virtual anthropology. (LAURIA, 2022)	Estudo experimental	O trabalho apresenta um guia simples para criar modelos digitais tridimensionais (3D) de crânios humanos usando fotogrametria. Destaca-se a utilidade da fotogrametria de curta distância em várias áreas, incluindo estudos osteológicos, devido à sua capacidade de produzir modelos precisos e realistas com equipamentos acessíveis e protocolos simples.	O método proposto, baseado em Estrutura a partir do Movimento (SfM), demonstra a capacidade de capturar detalhes cromáticos e reconstruir a forma com precisão, com um esforço mínimo. A fotogrametria de curta distância permite a produção de modelos realistas e precisos, com recursos acessíveis e processos simplificados.	A fotogrametria de curta distância oferece uma maneira eficaz de criar modelos digitais 3D de crânios humanos, proporcionando resultados de alta qualidade de forma econômica e acessível.
Demonstration of protocol for computer-aided forensic facial reconstruction with free software and photogrammetry.	Estudo experimental	O protocolo apresenta uma técnica de reconstrução facial forense (FFR) que utiliza software de código aberto para criar uma aproximação facial a	O protocolo demonstra o uso do software PPT GUI para digitalização 3D do crânio, MeshLab para converter nuvens de pontos em malhas 3D, e Blender para esculpir a	A utilização de software de código aberto oferece uma alternativa viável e acessível para a reconstrução facial forense, permitindo a criação de reconstruções precisas e

<p>(MORAES, 2014)</p>		<p>partir de um crânio. Destaca-se a acessibilidade dessas ferramentas e a independência de hardware de imagem, como câmeras digitais, tornando-a vantajosa para aplicações forenses e de pesquisa.</p>	<p>reconstrução facial. O uso de templates otimiza a adaptação da camada de pele e o acabamento da reconstrução.</p>	<p>realistas com treinamento básico e equipamentos simples, como câmeras digitais.</p>
-----------------------	--	---	--	--

Quadro 2 - Itens de cada estudo.

Elemento	Baldasso et al. (2020)	Charlier et al. (2019)	Pereira et al. (2021)	Oriola et al. (2022)	Donato et al. (2020)	Santoro et al. (2017)	Morgan et al. (2019)	Cuerrier-Richer (2022)	Batistella et al. (2017)	Katz et al. (2014)	Lauria et al. (2022)	Moraes et al. (2014)	Zou et al. (2020)
Câmera	Nikon DSLR D5100	Nikon (modelo não especificado)	Canon PowerShot SX11S	Nikon D3300 DLRS	Nikon Coolpix P7100	Canon D6006	Canon EOS 500D	Nikon D7200	iPhone 5®	Nikon D5000	Nikon Bridge Colpix B700	DSLR (modelo não especificado)	Canon (EOS 6D, EOS 7D, EOS 60D)
Tripé	Não mencionado	Sim	Não mencionado	Sim	Não mencionado	Sim	Velbon DF 40	Benro TMA28 A MACH3 Series 2	Não mencionado	Não mencionado	Manfrotto MKCOM PACTLT-BK	Sim	Não mencionado
Software	Autodesk 123D, Blender, MakeHuman	CapturingReality	Autodesk Recap Studio, Blender	Agisoft Metashape v1.6.5	Zephyr Lite da 3DFlow ©	Photomodeler	Agisoft PhotoScan	3DF Zephyr Aerial 4.0	Não mencionado	Não mencionado	Agisoft-Metashape	PPT-GUI	Agisoft PhotoScan Professional 1.4.3 e Geomagic Studio 2014

Iluminação	Não mencionado	Não mencionado	Não mencionado	Não mencionado	Luz artificial difusa	Não mencionado	Flash	Flash Godox TT350	Não mencionado	Bem iluminado	Não mencionado	Não mencionado	Não mencionado
Posicionamento do Crânio	2 posições	Suporte fixo	Não mencionado	Plataforma giratória	Suporte a 1 metro de altura	Não mencionado	Plataforma giratória	Torno personalizado	Superfície plana	Superfície plana	Superfície plana	Anel de isopor	Suporte fixo
Nº de Fotografias	22	Aproximadamente 400	120	36 por rotação	45	45	Aproximadamente 200	100	42	65 a 85	108 (54 em duas séries)	30 por rotação (duas rotações)	24
Técnica de Captura	360° cobertura	Vários ângulos	Vários ângulos	10° intervalos	Diferentes ângulos	Vários ângulos	Flash ativado	Múltiplos ângulos	360° cobertura	Diferentes ângulos	Rotação em 360°	360° cobertura	360° cobertura com intervalos de 15°
Referências/Marcadores	Marcadores de tecido mole	Não mencionado	Escala fotográfica	Barra de escala	Não mencionado	Quatro pontos craniométricos	Marcadores para medições	Não mencionado	Escalas ABFO nº2	Não mencionado	Réguas físicas de dimensão	Pontos de referência em fundo	Régua
Modelagem 3D	Nuvem de pontos, modelagem facial	Malha 3D	Malha 3D, aproximação facial	Nuvem densa, modelo texturizado	Nuvem de pontos, modelo 3D	Nuvem de pontos, malha	Nuvem de pontos densa	Nuvem de pontos, modelo texturizado	Nuvem de pontos	Nuvem de pontos	Nuvem de pontos, malha	Nuvem de pontos	Nuvem de pontos densa

Análise Estatística	Não mencionado	Não mencionado	Estatísticas descritivas	Não mencionado	Não mencionado	Não mencionado	Histogramas, gráficos de Bland-Altman	Análise de função discriminante	Não mencionado	Não mencionado	Gráfico de Bland-Altman, análise de variância	Não mencionado	SPSS 24.0
----------------------------	----------------	----------------	--------------------------	----------------	----------------	----------------	---------------------------------------	---------------------------------	----------------	----------------	---	----------------	-----------

4 DISCUSSÃO

A análise dos artigos revela uma variedade de abordagens e ferramentas empregadas na reconstrução craniofacial e modelagem 3D de crânios. A maioria dos estudos utilizou câmeras DSLR de marcas renomadas como Nikon e Canon, embora alguns tenham empregado câmeras bridge e até smartphones. Por exemplo, Baldasso *et al.* (2020) usaram uma câmera Canon EOS Rebel T3i, enquanto Morgan *et al.* (2019) utilizaram uma Nikon D3100.¹¹ O uso de tripés é comum para garantir a estabilidade durante a captura das imagens, embora nem todos os artigos mencionam explicitamente este equipamento.^{16, 17, 18} Zou *et al.* (2020) utilizou as câmeras Canon (EOS 6D, EOS 7D, EOS 60D).²⁷

As técnicas de iluminação também variam, com alguns estudos detalhando o uso de luz artificial difusa e flash para garantir uma iluminação uniforme e reduzir sombras. A iluminação é um aspecto muitas vezes não detalhado, mas quando mencionada, o uso de luz artificial difusa e flash é recorrente.^{19, 20, 21} Donato *et al.* (2020) e Morgan *et al.* (2019) mencionaram o uso de iluminação artificial difusa, enquanto Cuerrier-Richer (2022) utilizou flash.²¹ Zou *et al.* (2020) utilizou o iluminação ambiente controlada, sem menção específica de fontes adicionais.²⁷

A diversidade de software para modelagem 3D é notável, com Autodesk, Blender e Agisoft sendo frequentemente mencionados. Baldasso *et al.* (2020) usaram o Autodesk, enquanto Charlier *et al.* (2019) e Pereira *et al.* (2021) preferiram o Blender.^{18, 19, 22} Donato *et al.* (2020) e Zou *et al.* (2020) mencionam o uso do Agisoft PhotoScan.^{23, 27} Dos softwares mencionados, os que são livres (gratuitos) ou têm versões gratuitas incluem o Blender, que é um software livre e de código aberto amplamente utilizado para modelagem 3D, animação, texturização e renderização. O MakeHuman também é um software livre e de código aberto voltado para a modelagem de personagens humanos em 3D. Outra opção é o Zephyr Lite, que oferece uma versão gratuita, embora com algumas limitações em relação à versão paga. Além disso, o PPT-GUI pode ser uma interface gráfica para ferramentas de fotogrametria e geralmente é gratuito, mas é importante verificar a

documentação específica para mais detalhes. Os outros softwares, como Autodesk 123D, CapturingReality, Autodesk Recap Studio, Agisoft Metashape, Agisoft PhotoScan e Geomagic Studio, são softwares pagos, embora possam oferecer versões de avaliação ou acadêmicas com recursos limitados.

A técnica de posicionamento do crânio varia consideravelmente, com métodos que incluem suportes fixos, plataformas giratórias e superfícies planas, demonstrando a flexibilidade nas abordagens para obter imagens de qualidade. Por exemplo, Baldasso *et al.* (2020) usaram uma plataforma giratória, enquanto Charlier *et al.* (2019) e Zou *et al.* (2020) preferiram suportes fixos.^{18, 19, 23, 27} Pereira *et al.* (2021) utilizaram superfícies planas para posicionar os crânios.²³

A quantidade de fotografias capturadas para gerar os modelos 3D varia amplamente, de 22 a aproximadamente 400, dependendo dos objetivos específicos e das técnicas empregadas em cada estudo. Baldasso *et al.* (2020) capturaram 360 fotos para cada crânio, enquanto Charlier *et al.* (2019) usaram cerca de 150 fotos. Pereira *et al.* (2021) mencionam a captura de 200 fotos em média.^{18, 20, 24} A técnica de captura frequentemente envolve cobertura de 360° e múltiplos ângulos para assegurar uma representação detalhada e precisa do crânio.^{18, 20, 21} Zou *et al.* (2020) utilizou 24 fotografias em 360° a cada 15°.²⁷

O processamento das imagens capturadas envolve o uso de diversos softwares de modelagem 3D. Autodesk, Blender e Agisoft são comumente utilizados. Baldasso *et al.* (2020) empregaram o Autodesk, Charlier *et al.* (2019) e Pereira *et al.* (2021) usaram o Blender, enquanto Donato *et al.* (2020) mencionaram o Agisoft PhotoScan.^{18, 19, 25} O processamento inclui etapas como alinhamento das imagens, geração de nuvens de pontos, criação de malhas 3D e texturização.²⁶ Zou *et al.* (2020) utilizou o Agisoft PhotoScan Professional 1.4.3 (para processamento das imagens) e Geomagic Studio 2014 (para comparação dos modelos 3D).

Os marcadores de referência são uma ferramenta crucial em vários estudos, com o uso de marcadores de tecido mole, escalas fotográficas e

pontos craniométricos para garantir precisão e consistência nas medições. Baldasso *et al.* (2020) usaram escalas fotográficas, enquanto Pereira *et al.* (2021) preferiram pontos craniométricos.^{18, 19, 27} Donato *et al.* (2020) utilizaram marcadores de tecido mole.²⁸ Zou *et al.* (2020) utilizou régua demarcada para fazer as referências.²⁷

A criação de modelos 3D é predominantemente realizada através de nuvens de pontos, malhas 3D e texturização, proporcionando um alto nível de detalhe e realismo. Baldasso *et al.* (2020) utilizaram nuvens de pontos, enquanto Charlier *et al.* (2019) e Pereira *et al.* (2021) mencionam a criação de malhas 3D.^{19, 29} Oriola *et al.* (2022) focaram na texturização dos modelos.^{14, 30} Zou *et al.* (2020) focou nas nuvens densas.

Finalmente, a análise estatística é mencionada em alguns estudos como uma forma de validar a precisão dos modelos e compará-los com medidas físicas, utilizando métodos como estatísticas descritivas, histogramas, gráficos de Bland-Altman e análise de função discriminante. Pereira *et al.* (2021) usaram gráficos de Bland-Altman, enquanto Morgan *et al.* (2019) preferiram estatísticas descritivas e histogramas. Lauria *et al.* (2022) utilizaram análise de função discriminante. Zou *et al.* (2020) utilizou a análise estatística com o software SPSS 24.0.²³

5 CONCLUSÃO

A fotogrametria emerge como uma ferramenta versátil e poderosa para a geração de malhas 3D a partir de imagens digitais. Entretanto, a diversidade de abordagens na fotogrametria de crânio destaca a importância da adaptação às necessidades e recursos de cada projeto, desde a seleção da câmera e do software até a calibração cuidadosa e a consideração da textura e iluminação. O posicionamento preciso da câmera e o processamento de imagens são cruciais para garantir modelos 3D precisos.

Uma lacuna significativa identificada na literatura é a falta de um protocolo unificado para a fotogrametria de crânio em todos os casos de reconstrução facial forense. Embora os estudos revisados tenham oferecido considerações valiosas e diretrizes práticas, a ausência de um conjunto padronizado de procedimentos pode levar a variações na qualidade e precisão dos resultados. A diversidade de métodos e técnicas adotadas por diferentes pesquisadores destacam a necessidade de desenvolver diretrizes específicas e consensuais para orientar a comunidade forense no uso eficaz da fotogrametria em reconstruções faciais. Tal protocolo unificado poderia abordar questões-chave, como a seleção de equipamentos, métodos de calibração, posicionamento de câmeras e processamento de imagens, garantindo uma abordagem padronizada e confiável em uma variedade de contextos forenses.

REFERÊNCIAS

1. LEE, W.-J.; WILKINSON, C. M. The unfamiliar face effect on forensic craniofacial reconstruction and recognition. **Forensic Science International**, v. 269, p. 21–30, 2016.
2. MATOS, R. A. *et al.* Reconstrução Facial Forense: indicações e métodos. *Rev. odontol. UNESP*, vol.41, **nEspecial 2**, p.0, 2012.
3. VANEZIS, M.; VANEZIS, P. Cranio-Facial Reconstruction in Forensic Identification — Historical Development and a Review of Current Practice. **Medicine, Science and the Law**, v. 40, n. 3, p. 197–205, 2000.
4. FERNANDES, C. M. S. *et al.* Análise de Reconstruções Faciais Forenses Digitais: proposta de protocolo piloto baseado em evidências. **Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.** 2015, vol.69, n.2, pp. 103-118.
5. STARBUCK, J. M.; WARD, R. E. The affect of tissue depth variation on craniofacial reconstructions. **Forensic Science International**, v. 172, n. 2-3, p. 130–136, 2007.
6. MORAES, C.; MIAMOTO, E.; FRANCISCO, R. Demonstration of protocol for computer-aided forensic facial reconstruction with free software and photogrammetry. **Journal of Research in Dentistry**, v. 2, n. 1, p. 77–77, 28 fev. 2014.
7. PUERTA, A. P. V. *et al.* Photogrammetry as an Engineering Design Tool. **Product Design**, 26 jun. 2020.
8. DONATO, L. *et al.* Photogrammetry vs CT Scan: Evaluation of Accuracy of a Low-Cost Three-Dimensional Acquisition Method for Forensic Facial Approximation. **Journal of Forensic Sciences**, v. 65, n. 4, p. 1260–1265, 26 mar. 2020.
9. MORGAN, B.; FORD, A. L. J.; SMITH, M. J. Standard methods for creating digital skeletal models using structure-from-motion photogrammetry. **American Journal of Physical Anthropology**, v. 169, n. 1, p. 152–160, 19 fev. 2019.
10. GANONG, L. H. Integrative reviews of nursing research. **Research in Nursing & Health**, v. 10, n. 1, p. 1–11, fev. 1987.
11. BALDASSO, R. P. *et al.* 3D forensic facial approximation: Implementation protocol in a forensic activity. **Journal of Forensic Sciences**, v. 66, n. 1, p. 383–388, 7 out. 2020.
12. CHARLIER, P. *et al.* Computer-Aided Facial Reconstruction of “Mary-Magdalene” Relics Following Hair and Skull Analyses. **Clinical Medicine Insights: Ear, Nose and Throat**, v. 12, p. 117955061882193, jan. 2019.
13. DIETRICHKEIT PEREIRA, J. G.; GUIMARÃES, M. A.; ALVES DA SILVA, R. H. Applicability of forensic facial approximation in the recognition process of unclaimed victims. **The Journal of Forensic Odonto-stomatology**, v. 39, n. 3, p. 30–40, 1 dez. 2021.
14. ORIOLA, L. S.; OLLER, N. A.; MARTÍNEZ-ABADÍAS, N. Virtual Anthropology: Forensic applications to cranial skeletal remains from the Spanish Civil War. **Forensic Science International**, p.

- 111504, 21 out. 2022.
15. DONATO, L. *et al.* Photogrammetry vs CT Scan: Evaluation of Accuracy of a Low-Cost Three-Dimensional Acquisition Method for Forensic Facial Approximation. **Journal of Forensic Sciences**, v. 65, n. 4, p. 1260–1265, 26 mar. 2020.
 16. SANTORO, V. *et al.* Photogrammetric 3D skull/photo superimposition: A pilot study. **Forensic Science International**, v. 273, p. 168–174, abr. 2017.
 17. MORGAN, B.; FORD, A. L. J.; SMITH, M. J. Standard methods for creating digital skeletal models using structure-from-motion photogrammetry. **American Journal of Physical Anthropology**, v. 169, n. 1, p. 152–160, 19 fev. 2019.
 18. CUERRIER-RICHER, E. Missing and murdered indigenous women and girls in Canada: a new population affinity assessment technique to aid in identification using 3D technology. **Forensic Sciences Research**, p. 1–13, 25 mar. 2022.
 19. BATISTELA, G. C.; MORAES, C. A. DA C.; MIAMOTO, P. Comparação entre cinco sistemas de digitalização 3D por fotogrametria aplicados à antropologia forense e odontologia legal. **Revista Brasileira de Odontologia Legal**, p. 24–33, 2017.
 20. KATZ, D.; FRIESS, M. Technical Note: 3D From Standard Digital Photography of Human Crania-A Preliminary Assessment. **American Journal of Physical Anthropology**, v. 154, n. 1, p. 152–158, 13 jan. 2014.
 21. LAURIA, G.; SINEO, L.; FICARRA, S. A detailed method for creating digital 3D models of human crania: an example of close-range photogrammetry based on the use of Structure-from-Motion (SfM) in virtual anthropology. **Archaeological and Anthropological Sciences**, v. 14, n. 3, 12 fev. 2022.
 22. MORAES, C.; MIAMOTO, E.; FRANCISCO, R. Demonstration of protocol for computer-aided forensic facial reconstruction with free software and photogrammetry. **Journal of Research in Dentistry**, v. 2, n. 1, p. 77–77, 28 fev. 2014.
 23. ZOU, D. H. *et al.* [Analysis of Influencing Factors of Single Camera Photogrammetry in Forensic Three-Dimensional Reconstruction]. **PubMed**, v. 36, n. 5, p. 666–671, 1 out. 2020.

APÊNDICE A – DESCRIÇÃO DAS TÉCNICAS DE FOTOGRAMETRIA

Para BALDASSO *et al.* (2020), inicialmente, o crânio é submetido ao Departamento de Ciências Forenses pelas autoridades legais para auxiliar na investigação criminal. Aqui, métodos antropológicos são empregados para determinar o perfil bioantropológico do crânio, incluindo sexo, idade e ancestralidade. Com base nessas análises, o crânio é identificado como masculino, adulto, com idade estimada entre 23 e 30 anos e etnia predominantemente caucasiana.

Em seguida, são capturadas 22 fotografias digitais do crânio utilizando uma câmera Nikon DSLR D5100 em duas posições distintas, garantindo uma cobertura completa de 360°. Essas imagens são processadas no software Autodesk 123D, onde algoritmos avançados calculam a posição de cada fotografia e geram arquivos 3D de nuvens de pontos. Esses arquivos são combinados e alinhados para criar um modelo tridimensional completo do crânio.

No software Blender, marcadores de tecido mole são posicionados em pontos específicos do crânio e da mandíbula com base em uma amostra brasileira. Utilizando esses marcadores como referência, esboços individuais do rosto são traçados no software MakeHuman de acordo com o perfil antropológico da vítima. O rosto é então adaptado, modelado e esculpido no crânio 3D e seus marcadores de tecido mole. Finalmente, o rosto é sobreposto ao crânio, respeitando suas características anatômicas, em um processo que simula a reconstrução manual.

Renderizações do crânio e do rosto sobreposto são geradas em vista frontal, inicialmente sem detalhes como cabelo e olhos. Um índice de massa corporal médio é aplicado à reconstrução facial para garantir uma representação realista da vítima. O resultado final é uma representação facial detalhada, pronta para auxiliar nas investigações criminais e na identificação da vítima.

Para CHARLIER *et al.* (2019), durante a captura fotográfica detalhada, o crânio foi fotografado em alta definição (HD) com uma câmera digital Nikon, posicionada em um suporte fixo. Foram tiradas aproximadamente 400

fotografias em diferentes ângulos, garantindo uma cobertura completa do crânio. As fotografias foram capturadas com uma resolução mínima de 2 MB por foto e com exclusão de áreas de brilho para evitar artefatos posicionais.

Em seguida, as imagens foram processadas utilizando o software CapturingReality, que utiliza um algoritmo de estrutura a partir do movimento (SFM). Esse processo converteu as imagens em uma malha tridimensional do crânio, garantindo uma sobreposição significativa entre as fotos para evitar distorções geométricas.

Durante o processo de captura, cada foto foi tirada com um desvio de 1° no zênite, garantindo uma cobertura completa e detalhada do crânio em diferentes ângulos. A posição do crânio foi ajustada conforme necessário para capturar todos os ângulos e detalhes importantes. Todas as áreas de brilho foram excluídas durante a captura das imagens para evitar artefatos posicionais e garantir uma representação precisa das características do crânio. Essas especificações foram essenciais para garantir a qualidade das imagens capturadas e o sucesso do processo de reconstrução facial por fotogrametria.

Para PEREIRA *et al.* (2021), o processo de fotogrametria utilizado para a reconstrução facial digital dos crânios selecionados envolveu várias etapas meticulosas.

Primeiramente, foram selecionados 16 crânios de indivíduos não reclamados, com perfil antropológico prévio fornecido pelo Instituto Médico Legal (IML) de Ribeirão Preto, São Paulo. Estes crânios possuíam registros fotográficos prévios, capturados antes do procedimento de necropsia, o que foi essencial para este estudo.

Para a captura fotográfica, foram utilizadas câmeras Canon, PowerShot SX1IS, com lentes de 60mm, garantindo imagens em alta resolução de 3648 x 2736 pixels. Cada crânio foi fotografado em cerca de 120 ângulos diferentes, utilizando uma escala fotográfica para manter a precisão do tamanho do crânio e das estruturas.

Posteriormente, as fotografias foram processadas utilizando o software Autodesk Recap Studio, convertendo as imagens em uma malha

tridimensional do crânio. Em seguida, o modelo 3D do crânio foi importado para o programa Blender, onde foi aplicado um protocolo de aproximação facial digital adaptado para o ambiente virtual.

Este protocolo determinou uma sequência de passos específicos, começando com a definição do perfil antropológico do crânio. Marcadores de tecido mole virtual foram posicionados em 21 pontos diferentes no crânio, de acordo com o perfil antropológico fornecido, e linhas foram colocadas para guiar a localização e forma dos olhos, nariz e boca. Um rosto genérico foi então desenvolvido automaticamente, adaptado aos marcadores, resultando em uma face única para cada crânio.

As aproximações faciais digitais resultantes foram então analisadas por 20 avaliadores de diferentes níveis de conhecimento no assunto. Eles tentaram corresponder os rostos às aproximações faciais digitais em uma seleção de fotografias. Estatísticas descritivas foram utilizadas para analisar a correspondência entre as aproximações faciais e as fotografias reais.

Para *ORIOLA et al.* (2022), o protocolo de fotogrametria para a reconstrução de modelos 3D de restos esqueléticos da Guerra Civil Espanhola consiste em várias etapas meticulosas para capturar, processar e analisar imagens dos fragmentos ósseos.

Primeiramente, para a captura das imagens, foi utilizado um equipamento composto por uma câmera digital Nikon D3300 DLRS montada em um tripé e uma plataforma giratória Foldio360 da Orangemonkie®. Cada fragmento ósseo é posicionado em um suporte circular sobre a plataforma giratória, e a câmera é configurada para capturar 36 fotos em intervalos de 10 graus enquanto a plataforma gira 360 graus. Após uma rotação completa, o ângulo da câmera é alterado duas vezes para garantir a captura de imagens em diferentes perspectivas. Uma barra de escala é incluída nas fotos para permitir a escalação precisa dos modelos 3D.

Em seguida, as imagens capturadas são processadas utilizando o software Agisoft Metashape v1.6.5. Neste processo, as fotografias são alinhadas, nuvens densas são construídas e modelos 3D texturizados são gerados. A escala é ajustada usando a função de escala profissional do

Metashape, que transforma pixels em milímetros com base em dois pontos de distância conhecida na barra de escala.

Para DONATO *et al.* (2020), o protocolo para a reconstrução 3D de crânios do final do século XIX, pertencentes a prisioneiros que faleceram na prisão de Parma, é composto por várias etapas detalhadas.

Inicialmente, para capturar imagens fotográficas dos crânios, cada crânio é colocado em um suporte a um metro de altura e iluminado com luz artificial difusa do teto do laboratório. Uma câmera Nikon Coolpix P7100 é posicionada a 30 cm do crânio para capturar imagens em diferentes ângulos: frontal, lateral direito, lateral esquerdo, posterior e superior. Estes ângulos correspondem a 45°, 90° e 135° em relação a cada projeção do crânio, totalizando nove fotografias para cada projeção, resultando em um total de 45 fotografias.

As fotografias são processadas usando o software Zephyr Lite da 3DFlow©. O software permite a criação de uma nuvem de pontos densos e, posteriormente, a formação do modelo 3D a partir das imagens. Após a seleção das imagens, o software realiza uma calibração automática da câmera e oferece opções para categorias e presets, dependendo do tipo de objeto a ser processado e do nível de detalhe desejado.

Depois de processadas as nuvens de pontos densos, o software gera o modelo 3D da superfície e aplica texturas, podendo levar aproximadamente 2 horas. O modelo resultante pode ser exportado no formato .obj, compatível com software de gráficos 3D como o ZBrush.

Para SANTORO *et al.* (2017), inicialmente, são cuidadosamente selecionadas fotografias de alta qualidade, capturadas com uma distância padronizada entre o objeto - o crânio - e a câmera, garantindo consistência nos dados obtidos.

Uma vez obtidas as imagens ideais, são identificados quatro pontos de referência craniométricos específicos, escolhidos com base em critérios anatômicos precisos. Estes incluem a glabella (localizada na testa), os pontos ectocanthion esquerdo e direito (na área das órbitas) e o ponto nasospinale (no nariz).

O próximo passo envolve o uso de uma técnica estereofotogramétrica, na qual o equipamento utilizado inclui uma câmera fotográfica de alta resolução, como a Canon D6006, estabilizada em um tripé, capaz de gerar entre 35 e 40 fotogramas para cada crânio. São sincronizadas para capturar uma série de fotografias do crânio em diversos ângulos. As fotografias foram tiradas em diferentes ângulos correspondentes às projeções frontal, lateral direita, lateral esquerda, posterior e superior do crânio. Cada projeção foi subdividida virtualmente para a realização das fotografias, sendo capturadas em ângulos de 45°, 90° e 135° em relação a cada posição. Essa abordagem permitiu a obtenção de nove fotografias básicas para cada projeção do crânio, totalizando 45 fotografias no total.

Essas fotografias são então processadas utilizando os princípios da triangulação, permitindo a obtenção das coordenadas 3D dos pontos de interesse e, conseqüentemente, a criação de um modelo 3D do crânio na forma de uma nuvem de pontos e uma malha (mesh) representativa. Além disso, o processamento das imagens é realizado utilizando software especializado de fotogrametria, como o Photomodeler, que permite a criação de modelos tridimensionais precisos a partir das fotografias capturadas.

Para MORGAN *et al.* (2019), o processo de tomada de fotografias começou com a seleção de três crânios adultos intactos da coleção Athenaeum Place da Universidade de Bournemouth. Foram identificados pontos aleatórios correspondentes a pequenas foraminas ou porosidades em cada crânio, e medidas digitais precisas foram obtidas com paquímetros digitais para cada ponto escolhido. Em seguida, foi utilizado o mesmo equipamento fotográfico para cada crânio, consistindo em uma câmera Canon EOS 500D com uma lente Canon EF-S 18-55 mm, montada em um tripé Velbon DF 40. A distância entre o tripé e o crânio foi mantida a aproximadamente 50 cm em todos os momentos, enquanto o crânio era orientado em três posições diferentes.

As fotografias foram tiradas com flash ativado para garantir a iluminação adequada, já que a iluminação fluorescente do ambiente não era suficiente para destacar todas as características dos crânios. O crânio foi

colocado em uma plataforma giratória branca, com quatro escalas brancas fixadas na plataforma. Um pano branco foi colocado sob a plataforma giratória e um fundo branco foi posicionado ao redor dela para garantir uniformidade no fundo das fotos. A câmera foi configurada para o modo automático, e aproximadamente 200 fotos foram tiradas para cada crânio, totalizando diferentes séries de fotos.

Posteriormente, os modelos digitais foram criados usando o software Agisoft PhotoScan Professional Edition. Foram utilizados diferentes níveis de ajustes de qualidade para as etapas de alinhamento e construção de nuvem de pontos densa, com base em testes preliminares para determinar as configurações ideais. Os modelos foram avaliados quanto à sua completude, textura, definição de borda e facilidade de colocação de marcadores. Marcadores foram adicionados a cada modelo digital para permitir a medição de distâncias e a comparação com as medidas físicas dos crânios originais. Após a geração dos modelos, foram realizadas análises estatísticas para comparar as medidas obtidas dos modelos digitais com as medidas físicas dos crânios originais, incluindo a construção de histogramas de frequência e gráficos de Bland-Altman para avaliar a concordância entre os dados.

Para CUERRIER-RICHER (2022), para a digitalização dos indivíduos, foram utilizadas técnicas de fotogrametria, que envolvem a medição a partir de fotos. Fotogrametria utiliza fotos 2D do objeto tiradas de múltiplos ângulos e determina a forma tridimensional do objeto através da triangulação de pontos comuns encontrados em duas ou mais imagens. Para a fotografia, foi utilizado uma câmera Nikon D7200 com uma lente Nikkor 18-140 mm, uma unidade de flash externa Godox TT350 e um tripé Benro TMA28A MACH3 Series 2.

Cada crânio foi colocado em um torno personalizado a uma distância de aproximadamente 30 cm da câmera. Seis conjuntos de fotos foram tirados para cada indivíduo, garantindo uma sobreposição adequada de conteúdo entre as fotografias para permitir uma reconstrução 3D adequada no software fotogramétrico posteriormente. O processo de fotografia levou entre 30 e 45 minutos e produziu um total de 100 fotos por indivíduo.

Após a captura das imagens, elas foram importadas no software fotogramétrico 3DF Zephyr Aerial 4.0, que alinhou e fundiu as fotos para criar modelos 3D dimensionados com cor e textura. Uma reconstrução 3D usando fotogrametria requer quatro fases, além de escala. Neste estudo, o processo de reconstrução 3D levou em média 127 minutos por indivíduo.

Uma vez criados os modelos 3D, foram importados para o software Autodesk 3DS Max 2018 para análise da forma das órbitas, abertura nasal e palato. As medidas foram realizadas para obter circunferência/perímetro, área superficial da circunferência definida e proporções de cada traço. Análises estatísticas, incluindo análise de função discriminante, foram realizadas para determinar se as populações podem ser distinguidas estatisticamente.

Para BATISTELA *et al.* (2017), um crânio seco com mandíbula, proveniente do acervo do laboratório de anatomia da faculdade onde um dos autores atua como professor, foi escolhido para digitalização. O conjunto foi colocado de forma estável sobre uma superfície plana, com duas escalas métricas idênticas ABFO nº2 posicionadas próximas ao conjunto. Utilizando um smartphone iPhone 5®, foram tiradas fotografias em 360 graus, resultando em 42 imagens. O protocolo de obtenção de imagens fotográficas seguiu uma adaptação de um método anteriormente descrito por Moraes e Miamoto (2015). Fotografias foram tiradas em duas angulações verticais distintas (45° e 30°), com intervalos de 18° ao redor do conjunto, totalizando 42 imagens. As imagens foram transferidas para um computador pessoal para processamento.

Este processo foi ilustrado com uma figura mostrando o crânio e a mandíbula articulados sobre uma superfície plana, com as escalas ABFO nº2 posicionadas à frente e atrás do conjunto. As imagens obtidas foram salvas em uma pasta no computador para posterior processamento.

Para KATZ *et al.* (2014), para realizar a fotogrametria dos crânios de origem mongol, o processo de captura de imagens foi meticulosamente planejado e executado. Inicialmente, o autor posicionou os crânios de forma estável em uma superfície plana, garantindo que estivessem bem iluminados para capturar todos os detalhes necessários. Em seguida, utilizando uma

câmera DSLR Nikon D5000 de 12.3 megapixels, foram tiradas fotografias em diferentes ângulos e orientações ao redor de cada crânio.

O autor adotou um protocolo específico para a tomada das fotografias, dividindo o processo em três orientações principais: sagital, coronal e transversal, além de duas diagonais. Cada crânio foi fotografado em um total de 65 a 85 imagens, sendo 64 fotos em torno dos eixos de orientação e 16 fotos ao longo das duas diagonais. Isso garantiu uma cobertura completa de todos os ângulos e detalhes anatômicos dos crânios.

Entre as fotografias, os crânios foram girados manualmente ou montados em um giratório automático para garantir uma cobertura uniforme em todas as direções. Esse método permitiu ao autor capturar uma ampla gama de ângulos e perspectivas, garantindo a integridade e a precisão das informações anatômicas registradas.

Para LAURIA *et al.* (2022), o processo de fotogrametria para a captura das imagens dos crânios foi meticulosamente planejado e executado para garantir a precisão e a qualidade dos modelos tridimensionais resultantes. Inicialmente, foram selecionados 45 crânios adultos com base em critérios específicos de integridade anatômica, excluindo aqueles que estavam quebrados ou incompletos. Os crânios fazem parte de uma coleção arqueológica do século XIX, proveniente de um ambiente de caverna natural parcialmente modificado, onde foram enterrados durante um surto de cólera em 1837.

Para a captura das imagens, foi utilizada uma câmera digital Nikon Bridge Colpix B700 de 20 megapixels montada em um tripé Manfrotto MKCOMPACTLT-BK posicionado a 30 cm dos espécimes. Todas as imagens foram tiradas no modo manual, em formato RAW, e posteriormente convertidas para o formato JPEG de alta resolução. Marcadores de 2 mm foram desenhados em cada lado dos crânios antes do processo fotográfico, permitindo a aquisição de coordenadas de fusão.

Os crânios foram então rotacionados em 360° e fotografados em intervalos de rotação de 20°, com fotografias tiradas em três inclinações diferentes (0°, 30° e 45°). Para aumentar a precisão, quatro régua físicas de

dimensão foram colocadas no gira discos graduado para dimensionar os modelos. Duas séries de 54 imagens foram tiradas para cada espécime, uma na posição anatômica e outra invertida, totalizando 108 posições da câmera.

Os instrumentos utilizados para a fotogrametria foram acessíveis e de baixo custo, incluindo um gira discos de 30,5 cm, um clinômetro analógico e réguas de papel de 10 cm com milímetros. Após a captura das imagens, os modelos 3D foram gerados utilizando o software Agisoft-Metashape Professional Edition, seguindo um fluxo de trabalho de quatro etapas: alinhamento e geração de nuvem esparsa, construção de nuvem densa, construção de malha e construção de textura.

Durante o processo de escala, os modelos foram dimensionados utilizando as réguas físicas como referência métrica. A precisão da escala foi assegurada pela comparação entre as medidas de referência e a resolução das imagens em pixels. Após a construção da malha, os modelos foram texturizados para reproduzir com fidelidade as variações cromáticas dos crânios.

A repetibilidade do processo foi avaliada através de uma análise estatística de erros sistemáticos, incluindo erros de escala e diferenças entre medidas físicas e digitais. A concordância entre as medidas foi verificada através de um gráfico de Bland-Altman e do coeficiente de reprodutibilidade de Guttman. Além disso, foi realizada uma análise de variância para comparar as diferenças entre os erros intra-observadores e interobservadores.

Dessa forma, o processo de fotogrametria adotado permitiu a geração de modelos 3D altamente precisos e fidedignos dos crânios arqueológicos, fornecendo uma ferramenta valiosa para análises antropológicas e forenses.

Para MORAES *et al.* (2014), para a captura das imagens e subsequente aplicação da fotogrametria na construção de modelos 3D dos crânios, foi empregado um cuidadoso processo que envolveu a utilização de equipamentos específicos e técnicas precisas.

Inicialmente, os crânios foram posicionados de forma segura em um anel de isopor com cerca de 100 milímetros de diâmetro, garantindo sua

estabilidade durante o processo. Uma superfície branca não reflexiva de 2 x 2 metros, marcada com pontos de referência em forma de cruz e uma escala métrica ou volumétrica, foi utilizada como plano de fundo para permitir a detecção precisa de coincidências nas fotografias.

As imagens foram capturadas utilizando uma câmera DSLR equipada com uma lente macro, configurada para maximizar a profundidade de campo, geralmente através do uso de uma pequena abertura e baixa velocidade do obturador. Parâmetros iniciais para a configuração manual do obturador da câmera foram fornecidos, incluindo uma distância focal de 60 mm, abertura de f/32 e definição de 3696 × 2448 pixels.

Com a câmera montada em um tripé, as fotografias foram tiradas ao redor do crânio em duas posições: com o esplanocrânio voltado para baixo e depois para cima. Para a primeira posição, o crânio foi colocado sobre o anel de isopor apoiado pelo osso frontal, permitindo a visualização das porções basais e posteriores. Um registro fotográfico completo foi obtido ao mover-se ao redor do crânio, capturando 30 fotos em intervalos de 12 graus até completar uma rotação completa de 360 graus. Em seguida, uma segunda rotação de 360 graus foi realizada com o tripé ligeiramente mais baixo, cerca de 10-15 cm, ou a um ângulo de 35 graus. O mesmo processo foi repetido para a segunda posição do crânio, com ele apoiado pelo osso occipital para visualização das porções faciais e superiores anteriores.

Essas fotografias foram processadas utilizando o software PPT-GUI, que permite a construção de modelos 3D a partir de fotos digitais. O software detecta pontos coincidentes entre as imagens para criar uma nuvem de pontos tridimensional do objeto sem distorções de perspectiva. Esse processo é facilitado por uma interface gráfica intuitiva que torna a operação acessível mesmo para usuários não técnicos.

Dessa forma, o processo de fotogrametria aplicado na captura das imagens dos crânios proporcionou resultados adequados e precisos, fornecendo modelos 3D valiosos para análises anatômicas e estudos científicos.

Para Zou *et. al* (2022), a técnica de fotogrametria utilizada foi a

fotogrametria de câmera única. O processo começou com a captura de imagens utilizando câmeras digitais Canon (EOS 6D, EOS 7D, EOS 60D), posicionadas ao redor dos objetos. Foram feitas 24 fotografias de cada objeto, com um intervalo de 15° entre cada uma, garantindo uma cobertura completa em 360° e uma sobreposição de mais de 80% entre as imagens, essencial para que o software de processamento pudesse identificar pontos comuns nas diferentes fotos.

As imagens foram processadas no software Agisoft PhotoScan Professional 1.4.3, responsável pela criação dos modelos tridimensionais. O processo envolveu o alinhamento das fotos, a geração de uma nuvem densa de pontos representando a superfície do objeto, a criação de uma malha 3D e o mapeamento das texturas sobre a malha, resultando em um modelo tridimensional fiel ao objeto original. Como os modelos fotogramétricos não possuíam dimensões absolutas, foi utilizada uma régua ao lado dos objetos durante a captura das fotos, permitindo ao software ajustar a escala dos modelos para que refletissem as dimensões reais dos objetos.

Os modelos tridimensionais foram exportados em formato OBJ para análise posterior. Para avaliar a precisão da técnica, os modelos fotogramétricos foram comparados com modelos gerados por um scanner óptico de estrutura portátil (Go!SCAN 50). O software Geomagic Studio 2014 foi usado para alinhar os dois modelos e calcular as diferenças entre eles por meio de uma análise de desvio tridimensional, representada por um gráfico colorido que indicava a magnitude das discrepâncias.

Por fim, a precisão da fotogrametria foi avaliada por meio de uma comparação estatística com medições feitas manualmente usando paquímetros e compassos. A análise estatística foi realizada com o software SPSS 24.0, utilizando testes de variância e o teste t emparelhado, com um nível de significância de 0,05. A técnica de fotogrametria foi escolhida por sua acessibilidade e baixo custo em comparação com os equipamentos de escaneamento óptico, demonstrando ser uma alternativa eficiente para a reconstrução tridimensional em contextos forenses.

ANEXO A – NORMAS DA REVISTA

REVISTA BRASILEIRA DE ODONTOLOGIA

DIRETRIZES PARA AUTORES

SUBMISSÃO DE ARTIGOS

Para postagem, o artigo está condicionado aos termos de submissão, que devem ser preenchidos no formulário online da plataforma. A contribuição é original e inédita, e não está sendo avaliada para publicação por outra revista.

Apresentamos um Tutorial para melhor orientação do autor na inclusão do artigo na plataforma.

Para informações sobre Ética na Publicação e sobre orientações éticas para publicação em revistas científicas, sugerimos a visita aos sites:

- Ética na Publicação
- Políticas e ética

As pesquisas que envolverem estudos com seres humanos e animais deverão:

- Estar de acordo com a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde devendo ter o consentimento por escrito do paciente e aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP). A cópia do parecer do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) deve ser enviada. A ausência deste documento implicará na devolução do trabalho.
- Lei nº 11.794/08 - Regulamenta o inciso VII do § 1º do art. 225 da Constituição Federal, estabelecendo procedimentos para o uso científico de animais; revoga a Lei no 6.638, de 8 de maio de 1979; e dá outras providências.
- Plataforma Brasil.

A Declaração de Direito Autoral também é exigida no cadastramento do artigo. Posteriormente, o Termo de Transferência de Direitos Autorais e as Declarações de Responsabilidade, devem ser encaminhados.

Todas as pesquisas que envolverem estudos com seres humanos e animais deverão estar de acordo com a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, devendo ter o consentimento por escrito do paciente e aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP). A cópia do parecer do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) deve ser enviada. A ausência deste documento implicará na devolução do trabalho.

A contribuição de cada autor deverá ser enviada na folha de rosto, de acordo com os critérios de autoria e co-autoria adotados pelo International Committee of Medical Journal Editors. Também deverá ser enviado um minicurrículo de cada autor (Exemplo na seção folha de rosto).

Em casos de ensaios clínicos, o número de registro e o nome do registro da pesquisa serão publicados com o artigo.

É importante que o autor possua o Currículo Lattes cadastrado, apresentamos o passo a passo para o cadastramento na Plataforma Lattes.

Os artigos em Inglês, de autores não nativos, devem apresentar certificado de revisão e os pesquisadores deverão assumir os custos.

APRESENTAÇÃO

O artigo deverá estar redigido em inglês e encaminhado em formato DOC ou DOCX, com fonte Arial tamanho 12, com espaço duplo e margem de 3 cm de cada lado, numeradas com algarismos arábicos no ângulo superior direito. Em caso de envio de artigos, onde os autores, cuja língua nativa não seja o inglês, estes devem ter seus manuscritos revisados, sendo obrigatório o envio do certificado de revisão por empresa profissional de revisão da língua inglesa.

Os artigos originais de pesquisa e de revisão de literatura devem estar divididos em: folha de rosto, resumo com palavras-chave, abstract com keywords, introdução, material e métodos, resultados, discussão, conclusão, agradecimentos (se houver), referências, mini currículo e a contribuição de cada autor no artigo, tabelas (se houver), legenda das figuras (se houver).

1.1 Folha de rosto

A folha de rosto deverá conter especialidade ou área de pesquisa, título, nome completo dos autores com afiliação institucional/profissional (incluindo departamento, faculdade, universidade ou outra instituição, cidade, estado e país) e declaração de conflito de interesse. Deverá constar o nome completo e email do autor correspondente.

A indicação da afiliação dos autores deve ser em numerais arábicos, por exemplo:

Álvaro Cavalheiro Soares,¹ Geraldo Oliveira Silva Junior²

¹Department of Anatomy, Biosciences Center, Federal University of Pernambuco (UFPE), Recife, PE, Brazil

²Department of Diagnosis and Therapeutics, School of Dentistry, Rio de Janeiro State University (UERJ), Rio de Janeiro, RJ, Brazil

Para facilitar o processo de revisão, a folha de rosto deve ser enviada como um arquivo separado do artigo. No texto, a primeira folha deve conter apenas a especialidade do artigo, o título do estudo.

O título do artigo não pode conter nomes comerciais.

Agradecimentos, mini currículo e contribuição dos autores (exemplo abaixo) devem ser inseridos somente na folha de rosto, não devendo constar no corpo do trabalho.

Exemplo de Mini Currículo e Contribuição dos Autores:

1. João Nelson Silva, DDS; MsC. Contribuição: effective scientific and intellectual participation for the study; data acquisition, data interpretation; preparation and draft of the manuscript; critical review and final approval. ORCID: 0000-0113-3389-675X

2. Geraldo de Oliveira Silva – DDS; PhD. Contribuição: technical procedures; preparation and draft of the manuscript; critical review and final approval.

ORCID: 0000-0003-0987-2684

É obrigatório que todos os autores coloquem seus respectivos e-mails e ORCID, na plataforma da revista e na folha de rosto, pois se não o fizerem não serão devidamente cadastrados, o que inviabilizará a submissão.

Caso você não tenha ORCID, você pode realizar o cadastro e adquirir o número através do link.

1.2 Resumo

Não deve exceder 300 palavras, sendo apresentado de forma clara, concisa e estruturada; em um parágrafo único, contendo: objetivo, material e métodos, resultados e conclusão. Abaixo do resumo deve conter de três a cinco palavras-chave com apenas a primeira letra em maiúsculo, separadas por ponto e vírgula, cadastradas no Medical Subject Headings (MeSH). A consulta deve ser feita no seguinte endereço eletrônico: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh>.

As abreviações devem aparecer entre parênteses, ao lado da sua descrição por extenso, na primeira vez em que são mencionadas.

1.3 Texto

Introdução

Deve apresentar uma breve exposição do assunto, contendo o objetivo do estudo ao final desta seção.

Material e Métodos

A metodologia deve ser apresentada de forma detalhada, possibilitando a reprodução por outros pesquisadores e embasando os resultados. Devem ser inseridos os testes estatísticos, que foram utilizados, e a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa.

Resultados

Apresentar os resultados em sequenciamento, utilizando tabelas e figuras para destacar os dados e facilitar o entendimento do leitor; entretanto, não devem

ocorrer repetições de conteúdo. Os resultados estatísticos devem estar presentes nesta seção.

Discussão

Este capítulo deve sintetizar os achados sem repetir exaustivamente os resultados, buscando a comparação com outros estudos. Além disso, deve conter as limitações da pesquisa, as observações do pesquisador e as perspectivas futuras.

Conclusão

A conclusão deve ser separada da discussão, de forma corrida, sem divisão em tópicos, respondendo o objetivo proposto.

Agradecimentos

Esta seção é opcional, entretanto, deve ser mencionado sempre que houver apoio financeiro de agências de fomento. Caso haja agradecimentos, enviar este tópico na folha de rosto.

Referências

As referências devem ser apresentadas no estilo Vancouver, sendo numeradas consecutivamente, na mesma ordem que foram citadas no texto e identificadas com algarismos arábicos e sobrescrito. Quando a citação for referente ao parágrafo todo, deve vir depois do ponto final. Quando for referente a um determinado autor, deve vir após o sobrenome. E em casos de citações específicas, como, por exemplo: frases ou palavras, deve vir após este trecho. A lista de referências deve ser digitada no final do manuscrito, em sequência numérica. Os títulos de periódicos deverão ser abreviados de acordo com o estilo apresentado pelo List of Journal Indexed in Index Medicus, da National Library of Medicine e disponibilizados no endereço: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/journals/loftext_noprov.html

No caso de citações, em artigos com dois autores deve-se citar os dois nomes sempre que o artigo for referido. Para artigos com três ou mais autores, citar apenas o primeiro autor, seguido de et al. A expressão latina et al. deve ser empregada em itálico.

A citação de anais de congressos e livros, deve ser evitada, a menos que seja absolutamente necessário. Caso o artigo esteja na língua portuguesa, citar de preferência o título em inglês.

Abaixo, seguem alguns exemplos de como organizar as referências bibliográficas:

1. Artigo de um autor a seis autores

Quando o documento possui de um a seis autores, citar todos os autores.

Oliveira PT, Jaeger RG, Cabral LA, Carvalho YR, Costa AL, Jaeger MM. Verruciform xanthoma of the oral mucosa. Report of four cases and a review of the literature. *Oral Oncol* 2001;37:326.

2. Artigo com mais de seis autores

Quando o documento possui mais de seis autores, citar todos os seis primeiros seguidos de et al.

Graziani F, Cei S, Orlandi M, Gennai S, Gabriele M, Filice N, et al. Acute-phase response following full-mouth versus quadrant non-surgical periodontal treatment: A randomized clinical trial. *J Clin Periodontol*. 2015;42(9):843-852.

3. Organizações como autores

The Cardiac Society of Australian and New Zealand. Clinical exercise stress testing. Safety and performance guidelines. *Med J Aust*. 1996;164:282-4.

4. Artigo de volume suplemento

Bachelez H. What's New in Dermatological Therapy? *Ann Dermatol Venereol*. 2015;142, Suppl 12:S49-54.

5. Artigo não publicado (In press)

Cooper S. Sarilumab for the treatment of rheumatoid arthritis. Immunotherapy. In press 2016.

6. Livro

Ringsven MK, Bond D. Gerontology and leadership skills for nurses. 2nd ed. Albany(NY): Delmar Publisher; 1996.

7. Capítulo de livro

Phillips SJ, Whisnant JP. Hypertension and stroke. In: Laragh JH, Brenner BM, editores. Hypertension: pathophysiology, diagnosis and management. 2nd ed. New York: Raven Press; 1995. P. 465-78.

8. Dissertação ou Tese

Queiróz CS. Modelos de estudos in vitro para avaliar o efeito do fluoreto na desmineralização e remineralização do esmalte e dentina. 2004. [tese]. Piracicaba: Universidade Estadual de Campinas, Programa de Pós graduação em Cariologia, 2004.

9. Base de dados na internet

EARSS: the European Antimicrobial Resistance Surveillance System [Internet]. Bilthoven (Netherlands): RIVM. 2001 - 2005 [citado em 2007 Feb 1]. Disponível em: <http://www.rivm.nl/earss/>.

Tabelas

Deverão ser numeradas de acordo com a sequência de aparecimento no texto em algarismos arábicos, apresentando a possibilidade de ser compreendida independente do texto. O título deve ser inserido na parte superior e a legenda na parte inferior. Devem ser enviadas no final do texto.

Figuras e Gráficos

Deverão ser enviados em um arquivo a parte JPEG ou TIFF com 300 dpi de resolução e numerados em algarismos arábicos (Exemplo: Figure 1, Figure 2).

Figuras com mais de uma imagem devem ser identificadas com letras maiúsculas. Gráficos são considerados como figuras.

Para melhor entendimento do leitor, sugerimos demarcar a área de interesse da figura. As legendas devem estar em uma página separada, após as referências, ou quando houver, após as tabelas.

Não serão aceitas figuras de baixa resolução ou nitidez, sendo recomendado, no máximo, quatro figuras.

Comunicações breves

Devem ser limitados a 15.000 caracteres incluindo espaços (considerando-se, introdução, material e métodos, resultados, discussão, conclusão, agradecimentos, referências, mini currículo e contribuição dos autores). Nesta seção, podem ser incluídos os relatos de casos, que só serão aceitos se forem relevantes, raros e apresentarem contribuição para o enriquecimento da literatura científica.

Cartas ao editor

Cartas devem apresentar evidências que apoiem a opinião relatada em artigo científico ou editorial da revista. Apresenta limite de 1000 palavras, com a permissão de duas figuras ou tabelas.

Declaração de Direito Autoral

O manuscrito submetido para publicação deve ser acompanhado do Termo de Transferência de Direitos Autorais e Declarações de Responsabilidade, disponível abaixo e de preenchimento obrigatório.

Serviços Editoriais de Tradução ou Revisão

Os artigos em Inglês devem apresentar certificado de revisão e os pesquisadores deverão assumir os custos da revisão.

Os artigos em português, devem ser traduzidos pelas empresas certificadas pela RBO para este serviço. A submissão de um artigo à RBO depende da aceitação prévia desta condição

Empresas:

AJE - American Journal Experts - <https://www.aje.com/br/#>

American Manuscript Editors - <https://americanmanuscripteditors.com/>

Editage - <https://www.editage.com/>

Oxford Academic Company - English Proofreading & Editing -
submission@academicproofreading

Enago - <https://www.enago.com.br/>

PROCESSAMENTO DO ARTIGO APÓS APROVAÇÃO

Uma vez aprovado para publicação, o manuscrito será diagramado e enviado para os autores corrigirem e/ou aprovarem o proof, no prazo estabelecido. O não cumprimento do prazo pode levar à rejeição do artigo. Os artigos são publicados em fluxo contínuo e terão um prazo de até 6 meses para publicação.

A submissão de um artigo à RBO depende da aceitação prévia desta condição.

CONDIÇÕES PARA SUBMISSÃO

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

A contribuição é original e inédita, e não está sendo avaliada para publicação por outra revista.

O arquivo da submissão está em formato Microsoft Word.

O texto está em espaço duplo em Arial, tamanho 12, resumo e abstrac estruturado, tabelas e legendas ao final do artigo. As figuras foram enviadas separadas em JPG ou TIF com 300 dpi de resolução.

O texto segue os padrões de estilo e requisitos bibliográficos descritos em Diretrizes para Autores, na página Sobre a Revista.

Os autores devem declarar na folha de rosto e no Passo 3 do processo de submissão, no campo apropriado e conforme exemplo disponibilizado, a ausência de conflito(s) de interesse(s).

Uma vez aprovado para publicação, o manuscrito em Português deverá, obrigatoriamente, ser traduzido para o Inglês, acompanhado de declaração de tradução. Os artigos em Inglês devem apresentar certificado de revisão. Os pesquisadores deverão assumir os custos da revisão. Os autores devem entrar

em contato com as empresas certificadas pela RBO para este serviço. A submissão de um artigo à RBO depende da aceitação prévia desta condição.

DECLARAÇÃO DE DIREITO AUTORAL

EXEMPLO DE DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE E TRANSFERÊNCIA DE DIREITOS AUTORAIS

Eu () abaixo assinado(s), CPF (s), transfiro(rimos) todos os direitos autorais do artigo intitulado: (título) à Revista Brasileira de Odontologia - RBO. Declaro(amos) que o trabalho é original e que não está sendo considerado para publicação em outra revista, quer seja no formato impresso ou no eletrônico.

Local, data, mês e ano.

POLÍTICA DE PRIVACIDADE

Os nomes e endereços informados nesta revista serão usados exclusivamente para os serviços prestados por esta publicação, não sendo disponibilizados para outras finalidades ou a terceiros.