

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS**

**LUÍS FELIPE MARQUES LIMA  
MARIANA MELO FRADE DE ARAUJO**

**FOTOGRAMETRIA: UM ATLAS VIRTUAL 3D DE CRÂNIOS HUMANOS COMO  
PRINCIPAL FERRAMENTA DE BANCO DE DADOS PARA PESQUISA, ENSINO E  
IDENTIFICAÇÃO DE PESSOAS DESAPARECIDAS**

**ALFENAS/MG**

**2026**

**LUÍS FELIPE MARQUES LIMA  
MARIANA MELO FRADE DE ARAUJO**

**FOTOGRAMETRIA: UM ATLAS VIRTUAL 3D DE CRÂNIOS HUMANOS COMO  
PRINCIPAL FERRAMENTA DE BANCO DE DADOS PARA PESQUISA, ENSINO E  
IDENTIFICAÇÃO DE PESSOAS DESAPARECIDAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
como parte dos requisitos para obtenção do  
título de Bacharel em Farmácia pela  
Universidade Federal de Alfenas.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Alessandra Esteves  
Coorientador: Prof. Dr. Wagner Costa Rossi  
Junior.

**ALFENAS/MG**

**2026**

Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal de Alfenas  
Biblioteca Central

Lima, Luís Felipe Marques.

Fotogrametria : um atlas virtual 3D de crânios humanos como principal ferramenta de banco de dados para ensino, pesquisa e identificação de pessoas desaparecidas. / Luís Felipe Marques Lima, Mariana Melo Frade de Araujo. - Alfenas, MG, 2026.

35 f. : il. -

Orientador(a): Alessandra Esteves.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia) -  
Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG, 2026.

Bibliografia.

1. Antropologia forense. 2. Fotogrametria. 3. Atlas. I. Araujo, Mariana Melo Frade de. II. Esteves, Alessandra, orient. III. Título.

**LUÍS FELIPE MARQUES LIMA  
MARIANA MELO FRADE DE ARAUJO**

**FOTOGRAMETRIA: UM ATLAS VIRTUAL 3D DE CRÂNIOS HUMANOS COMO  
PRINCIPAL FERRAMENTA DE BANCO DE DADOS PARA PESQUISA, ENSINO E  
IDENTIFICAÇÃO DE PESSOAS DESAPARECIDAS**

A Presidente da banca examinadora abaixo assina a aprovação do Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Farmácia pela Universidade Federal de Alfenas.

Aprovada em: 26 de fevereiro de 2026

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Alessandra Esteves  
Universidade Federal de Alfenas

Assinatura:

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Luiza Dias Leite de Andrade  
Universidade Federal de Alfenas

Assinatura:

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Camila Pinhata Rocha  
Universidade Federal de Alfenas

Assinatura:

## AGRADECIMENTOS

Dizem que o Trabalho de Conclusão de Curso marca o fim de uma trajetória acadêmica, mas também simboliza o início de nossas vidas profissionais, repletas de desafios, aprendizados e conquistas. A realização deste trabalho só foi possível graças ao apoio e colaboração de diversas pessoas e instituições às quais somos profundamente gratos.

Agradecemos primeiramente a Deus, fonte de inspiração, força e sabedoria, que nos guiou e nos permitiu superar os desafios desta jornada.

Às nossas famílias, nosso sincero agradecimento. Aos nossos pais, Nelma, Maciel, Christiane e Inderaldo, pelo amor incondicional e por acreditarem em nós mesmo nos momentos mais difíceis. Às nossas irmãs e demais familiares, pelo apoio e incentivo constantes, que nos motivaram a seguir em frente e concluir esta etapa tão importante.

Aos nossos professores e orientadores, em especial a Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Alessandra Esteves e ao Prof. Dr. Wagner Costa Rossi Junior, nosso profundo agradecimento. Sua paciência, dedicação e orientação foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho e para nossa formação profissional e pessoal.

Aos colegas e amigos, agradecemos pelo companheirismo, pelas discussões enriquecedoras e pelos momentos de descontração que tornaram esta jornada mais leve e prazerosa.

Agradecemos à Universidade Federal de Alfenas e ao Laboratório de Antropologia Física e Forense pelo acesso aos recursos necessários, suporte técnico e orientação.

Dedicamos também um agradecimento especial à Liga Acadêmica de Ciências Forenses (LACFor), que nos inspirou continuamente e nunca permitiu que nossos sonhos se adormecessem. Sua atuação proporcionou aprendizado, troca de experiências e motivação para buscar sempre o melhor em nossa trajetória acadêmica e profissional.

Por fim, agradecemos a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para que este trabalho se tornasse realidade. Cada palavra de incentivo, gesto de apoio e ensinamento recebido fez diferença nesta caminhada.

The study of human skeletal remains provides critical information for establishing identity.

(Ubelaker, 1999)

## RESUMO

O desaparecimento de pessoas constitui um problema social e humanitário de grandes proporções no Brasil. Nesse contexto, a antropologia forense assume papel fundamental, especialmente com o apoio de tecnologias digitais que permitem o registro, a preservação e o estudo detalhado de remanescentes ósseos. A criação de bancos de dados tridimensionais representa um avanço importante na integração entre ciência, tecnologia e justiça, ampliando as estratégias de investigação e ensino dentro das universidades e instituições periciais. O presente trabalho teve como objetivo desenvolver o HumanTrace, um atlas virtual 3D de crânios humanos obtido por meio da técnica de fotogrametria, com a finalidade de criar um banco de dados digital acessível e interativo voltado ao ensino, à pesquisa e à identificação humana. O estudo foi realizado no Laboratório de Antropologia Física e Forense (LAFF) da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG), utilizando cinquenta crânios humanos do acervo institucional. As imagens foram capturadas com câmera digital Nikon D7100 e renderizadas no *software Polycam*, seguindo protocolo padronizado de fotografias em múltiplos ângulos, o que possibilitou a criação de modelos tridimensionais fidedignos e de alta resolução. O Atlas Virtual, hospedado no site da UNIFAL-MG, permite a visualização e manipulação dos crânios em 360°, com zoom e rotação livre, facilitando o estudo detalhado das estruturas anatômicas e a comparação entre variações morfológicas. Os resultados demonstraram que a fotogrametria é uma técnica viável, precisa e de baixo custo, capaz de reproduzir estruturas ósseas com alta fidelidade, preservando o acervo físico e ampliando seu uso educacional. O projeto mostrou-se também relevante no contexto social, ao alinhar-se aos princípios da Lei nº 13.812/2019, que institui a Política Nacional de Busca de Pessoas Desaparecidas, contribuindo para a construção de bancos de dados digitais que possam futuramente ser integrados a sistemas nacionais de identificação. Dessa forma, o HumanTrace representa um potencial avanço para a antropologia forense digital, oferecendo uma ferramenta de apoio ao ensino, à pesquisa e às práticas periciais, ao mesmo tempo em que reforça o compromisso ético e científico com a dignidade e a memória humana.

Palavras-chave: antropologia forense; fotogrametria; atlas.

## ABSTRACT

The disappearance of people constitutes a significant social and humanitarian problem in Brazil. In this context, forensic anthropology plays a fundamental role, especially with the support of digital technologies that enable the recording, preservation, and detailed study of skeletal remains. The creation of three-dimensional databases represents an important advancement in the integration of science, technology, and justice, expanding investigative and educational strategies within universities and forensic institutions. The present study aimed to develop *HumanTrace*, a virtual 3D atlas of human skulls obtained through photogrammetry, with the purpose of creating an accessible and interactive digital database for teaching, research, and human identification. The study was conducted at the Laboratory of Physical and Forensic Anthropology (LAFF) at the Federal University of Alfenas (UNIFAL-MG), using fifty human skulls from the institutional collection. Images were captured with a Nikon D7100 digital camera and rendered in the Polycam software, following a standardized protocol of photographs from multiple angles, which allowed the creation of faithful and high-resolution three-dimensional models. The Virtual Atlas, hosted on the UNIFAL-MG website, allows the visualization and manipulation of skulls in 360°, with zoom and free rotation, facilitating the detailed study of anatomical structures and comparison of morphological variations. The results demonstrated that photogrammetry is a viable, accurate, and low-cost technique capable of reproducing bone structures with high fidelity, preserving the physical collection and expanding its educational use. The project also proved socially relevant, aligning with the principles of Law No. 13,812/2019, which establishes the National Policy for the Search of Missing Persons, contributing to the construction of digital databases that could potentially be integrated into national identification systems in the future. Thus, *HumanTrace* represents a significant advancement in digital forensic anthropology, providing a tool to support teaching, research, and forensic practices, while reinforcing the ethical and scientific commitment to human dignity and memory.

Keywords: forensic anthropology; photogrammetry; atlas.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Método prático para encontrar o atlas virtual 3D .....	20
Figura 2 - Visualização dos crânios ao entrar no site .....	21
Figura 3 - Crânio 7 disponível no site em todas as vistas .....	22
Figura 4 - Crânio 28 LAFF disponível no site com zoom aplicado para melhor visualização do processo estilóide .....	22

## LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 – Disposição do sistema fotográfico para a captura de imagens na vista superior.....	18
Fotografia 2 – Disposição do sistema fotográfico para a captura de imagens na vista lateral.....	18
Fotografia 3 – Disposição do sistema fotográfico para a captura de imagens no plano inferior dos crânios .....	19

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>12</b>
2.1	DA DISSECAÇÃO AOS MODELOS VIRTUAIS: A REVOLUÇÃO NO ENSINO DA ANATOMIA.....	12
2.2	ANTROPOLOGIA E A IDENTIFICAÇÃO HUMANA: CONEXÕES COM A POLÍTICA NACIONAL DE BUSCA DE PESSOAS DESAPARECIDAS.....	12
2.3	FOTOGRAMETRIA E ATLAS 3D: PRECISÃO DIGITAL A SERVIÇO DA JUSTIÇA.....	14
2.4	HUMANTRACE: UM ATLAS VIRTUAL 3D DE CRÂNIOS HUMANOS COMO PRINCIPAL FERRAMENTA DE BANCO DE DADOS PARA PESQUISA, ENSINO E IDENTIFICAÇÃO DE PESSOAS DESAPARECIDAS.....	16
<b>2.4.1</b>	<b>Introdução.....</b>	<b>16</b>
<b>2.4.2</b>	<b>Metodologia.....</b>	<b>17</b>
2.4.2.1	Obtenção de imagens dos crânios.....	17
2.4.2.2	Obtenção de imagens em acidentes anatômicos específicos dos crânios.....	19
<b>2.4.3</b>	<b>Resultados.....</b>	<b>20</b>
2.4.3.1	Utilização do site.....	21
<b>2.4.4</b>	<b>Discussão.....</b>	<b>23</b>
2.4.4.1	Identificação de pessoas desaparecidas.....	23
2.4.4.2	Apoio educacional.....	24
2.4.4.3	Combinação de softwares e modelos futuros.....	25
2.4.4.4	Pesquisas científicas.....	26
<b>2.4.5</b>	<b>Conclusão.....</b>	<b>27</b>
<b>3</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>29</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>30</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>33</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A antropologia é um campo de estudo dedicado à compreensão do ser humano, onde são investigadas desde as práticas sociais até os atributos biológicos e forenses. Na prática, a identificação de remanescentes ósseos é fundamental para a designação de parâmetros que auxiliem a estimativa do perfil bioantropológico individual, como sexo biológico, afinidade biogeográfica e faixa etária. No Brasil, a miscigenação deve ser considerada, dada a grande riqueza histórico-cultural e diversidade biológica constitutiva do país (Velloso *et al.*, 2013).

A partir disso, é importante considerar o significativo avanço tecnológico que tem revolucionado todas as áreas do conhecimento, proporcionando ferramentas inovadoras para o ensino, para a pesquisa e para a prática profissional. No campo das ciências forenses e antropológicas, a digitalização e modelagem 3D destacam-se como soluções punjantes para a análise detalhada de estruturas anatômicas (Cunha, 2019).

Um atlas virtual permite a aplicação de dois métodos principais: o primeiro é a antroposcopia, que se baseia na análise visual do examinador ou observador, sendo um método prático e amplamente utilizado; o segundo é a antropometria, que, com auxílio de softwares, torna possível aferir qualquer tipo de elemento ou acidentes ósseos presentes nos crânios por meio das imagens geradas. Esse método é especialmente relevante em exames realizados na área forense para levantamento de dados (Cunha, 2019).

Dessa forma, ao utilizar a técnica de fotogrametria, é possível criar um atlas virtual 3D de crânios humanos, obtidos no acervo do Departamento de Anatomia da Universidade Federal de Alfenas. Enfaticamente, este atlas tem como objetivo servir como uma ferramenta inovadora para pesquisa, ensino e identificação de pessoas, contribuindo significativamente para o avanço das ciências forenses e antropológicas.

Nesse contexto, a criação de um atlas 3D surge como um instrumento capaz de contribuir para o estudo de crânios humanos, aproveitando a vasta quantidade de materiais disponíveis na Universidade Federal de Alfenas. Esse projeto busca, então, estabelecer um banco de dados abrangente, acessível e interativo.

## 2 REVISÃO LITERATURA

### 2.1 DA DISSECAÇÃO AOS MODELOS VIRTUAIS: A REVOLUÇÃO NO ENSINO DA ANATOMIA

O estudo da Anatomia Humana, desde o século XVII, se baseia em práticas de dissecação dos cadáveres, ação esta que evidencia os elevados custos para a preservação dos corpos e dos laboratórios associados, assim como as questões éticas, como a baixa doação de corpos, os quais levaram à procura de novas alternativas de ensino (Radzi *et al.*, 2022).

Com a notória evolução da tecnologia da indústria e sua inserção junto aos cursos de saúde, novos dispositivos digitais surgiram no intuito de melhorar a prestação de cuidados à saúde. Isto tem se dado mediante o uso de softwares, impressão 3D, realidade aumentada, com destaque para a adoção de ferramentas em 3D (Radzi *et al.*, 2022; Zhang *et al.*, 2025; Fujii *et al.*, 2025).

De acordo com Nascimento *et al.* (2023), os modelos 3D oferecem vantagens como a fácil reprodução, baixo custo de produção e durabilidade, representando uma alternativa viável e eficiente. Assim, a integração entre métodos tradicionais e digitais desponta, portanto, como uma estratégia de ensino inovadora.

Dessa forma, o emprego de modelos tridimensionais para o ensino e aprendizagem anatômica torna-se uma alternativa aos métodos tradicionais, pela acessível reprodução do material, somado ao baixo custo de produção (Nascimento *et al.*, 2023; Ardila; González-Arroyave; Zuluaga-Gómez, 2023).

### 2.2 ANTROPOLOGIA E A IDENTIFICAÇÃO HUMANA: CONEXÕES COM A POLÍTICA NACIONAL DE BUSCA DE PESSOAS DESAPARECIDAS

No âmbito da antropologia biológica e forense, a singularidade de cada indivíduo é discernida através de exame de características, propriedades e atributos distintivos, bem como as características individualizantes. Levando em consideração que o objetivo da antropologia biológica e forense é o estudo, primordialmente, da identificação humana a partir de remanescentes ósseos, nota-se um enfoque da atribuição de um perfil biológico para a subsequente identificação da pessoa e esclarecimento das circunstâncias de sua morte ou da própria identidade do

cadáver. Para isso, a eficácia das investigações e análises periciais é crescentemente aprimorada pelo uso de ferramentas tecnológicas que assegurem fidedignidade à realidade dos eventos, como pela utilização de banco de dados de um atlas em 3D, por exemplo (Brito *et al.*, 2024, Garvin *et al.*, 2022; Mahfuouz *et al.*, 2017).

Em sua revisão, Boff *et al.* (2020) destacam estudo que demonstra uma maior eficiência de um *software* 3D em relação a próteses cadavéricas em laboratório no âmbito do ensino. A pesquisa envolveu dois grupos de graduação compostos por estudantes de medicina do primeiro ano sem conhecimentos anatômicos prévios. Tais alunos foram submetidos a um exame com imagens cadavéricas e 3D após o processo educacional. Como resultado, ficou evidenciado que os sujeitos que tiveram desempenho superior nos exames foram aqueles que utilizaram o *software* 3D quando comparados aos estudantes que estudaram apenas por meio de modelos anatômicos.

No âmbito da antropologia forense, a digitalização de remanescentes ósseos humanos permite que as investigações ocorram sem a necessidade de interação com o material. Dessa maneira, é possível a partilha dos modelos 3D entre os operadores do direito, tornando a investigação mais célere e econômica, uma vez que não seria necessário deslocar-se ao local onde se encontra a coleção (Brough *et al.*, 2012; Coelho, 2020; Silva *et al.*, 2024).

Complementarmente, a Política Nacional de Busca de Pessoas Desaparecidas (PNBPD), instituída pela Lei nº 13.812/2019, estabelece mecanismos que dialogam diretamente com a atuação da antropologia forense e com o uso de tecnologias digitais no processo de identificação humana. Ao criar o Cadastro Nacional de Pessoas Desaparecidas, que reúne informações genéticas e não genéticas, a política oferece suporte institucional para que os avanços científicos, como a digitalização de remanescentes ósseos e a utilização de softwares 3D, possam ser aplicados de maneira mais efetiva e integrada (Brasil, 2019).

Sendo assim, a criação de um atlas virtual 3D impacta substancialmente na efetividade da PNBPD ao integrar tecnologias digitais à antropologia forense. Essa ferramenta permite, então, uma análise mais rápida e precisa, facilitando o compartilhamento de informações entre peritos e fortalecendo bancos de dados confiáveis. Conseqüentemente, tem-se um avanço relevante no apoio à identificação de pessoas desaparecidas e na articulação entre ciência forense, direito e políticas

públicas (Brasil, 2019; Garvin *et al.*, 2022; Silva *et al.*, 2024).

### 2.3 FOTOGRAMETRIA E ATLAS 3D: PRECISÃO DIGITAL A SERVIÇO DA JUSTIÇA

Com a tecnologia da fotogrametria, é possível a criação de modelos digitais altamente precisos por meio de fotografias do próprio objeto. Esta técnica consiste na captura de uma série de imagens de alta resolução ao redor de um objeto, tendo, posteriormente, o processo de renderização via *softwares* específicos para gerar modelos tridimensionais detalhados (Freitas, 2024).

A principal vantagem da fotogrametria em relação aos métodos tradicionais de modelagem 3D reside na captura real com uma autenticidade incomparável. Enquanto os modelos 3D convencionais podem exigir simplificações ou interpretações artísticas, os modelos gerados por fotogrametria são fiéis às peças anatômicas originais, oferecendo uma representação verdadeira da complexidade do corpo humano. Isso não apenas melhora a qualidade do material de estudo disponível para estudantes e profissionais da saúde, mas também facilita uma compreensão mais profunda das variações anatômicas e das características individualizantes. Decorrente disto, a implementação de um atlas virtual que incorpora peças anatômicas reais, obtidas através de fotogrametria, facilita uma exploração detalhada e interativa da anatomia humana. Este método oferece uma representação precisa das variações anatômicas individuais, melhorando significativamente o recurso educacional disponível (Freitas, 2024).

Tradicionalmente, os antropólogos forenses identificam e determinam certas circunstâncias através dos remanescentes ósseos. De acordo com Ortega (2021), centenas de milhares de pessoas, em consequência da Guerra Civil Espanhola, foram assassinadas e estão atualmente enterradas em valas comuns em todo o território nacional. Nesse contexto histórico de violência e de desaparecimentos sistemáticos, os familiares tentaram, ao longo dos anos, recuperar as vítimas; porém, somente em 2000, com a exumação de Priaranza del Bierzo, a memória histórica voltou a ter visibilidade e foi possível a criação de um protocolo científico de ação. Portanto, a sobreposição 3D craniofacial é um complemento fundamental graças às novas tecnologias.

Nessa técnica, a identificação craniofacial baseia-se na análise morfológica

da face e das características cranianas das vítimas, comparando as proporções para encontrar correspondências ou discrepâncias entre os dois. Para isso, se sobrepõe a fotografia da pessoa em vida com o modelo do crânio da pessoa que se deseja identificar. Embora Brash, em 1937, já propusesse esse uso para identificar pessoas, a escassez de meios tecnológicos era a grande limitação. Dessa forma, a fotogrametria permite uma melhor manipulação e ajuste de ambas as imagens aumentando o conforto, além de proporcionar uma velocidade de identificação que outras técnicas não possuem (Ortega, 2021).

## 2.4 HUMANTRACE: UM ATLAS VIRTUAL 3D DE CRÂNIOS HUMANOS COMO PRINCIPAL FERRAMENTA DE BANCO DE DADOS PARA PESQUISA, ENSINO E IDENTIFICAÇÃO DE PESSOAS DESAPARECIDAS

### 2.4.1 Introdução

A busca por pessoas desaparecidas se configura como um dos grandes desafios contemporâneos das investigações policiais e da proteção dos direitos humanos no Brasil. Nesse sentido, a Lei nº 13.812/2019 instituiu uma Política Nacional de Busca de Pessoas Desaparecidas atrelada ao Cadastro Nacional de Pessoas Desaparecidas (CNPD), estabelecendo que esse assunto seja tratado com prioridade, urgência e integração entre diferentes órgãos públicos. Conforme tal lei, a pessoa desaparecida é tida como todo ser humano com paradeiro desaparecido até que sua recuperação e/ou até mesmo identificação tenham sido confirmadas através de mecanismos físicos ou científicos (Brasil, 2019).

Dessa forma, os bancos de dados - sejam genéticos, antropológicos, odontológicos ou de imagem - assumem um papel central ao permitir o cruzamento de detalhes essenciais para reconhecimento de indivíduos. Assim, a possibilidade de reunir perfis, vestígios e informações que favorecem a identificação de pessoas com paradeiro ignorado ou de remanescentes ósseos não identificados, exemplificada pela utilização da Rede integrada de Bancos de Perfis Genéticos (RIBPG) articulada ao Banco Nacional de Perfis Genéticos (BNPG), evidencia o grande potencial para resoluções de casos de desaparecimento no Brasil (Alencar *et al.*, 2022).

Nesse contexto, o projeto HumanTrace (um atlas virtual 3D de crânios humanos desenvolvido no âmbito do Laboratório de Antropologia Física e Forense (LAFF) da Universidade Federal de Alfenas) se apresenta como uma iniciativa da vanguarda que alia a digitalização tridimensional de acervos ósseos à missão institucional de produzir conhecimento, formar profissionais capacitados e contribuir com a identificação de pessoas desaparecidas. O atlas oferta não apenas um recurso didático para ensino e pesquisa, mas também a base de um banco de dados especializado que possa interoperar com os sistemas nacionais de busca, servindo como ferramenta de referência para análise antropológica, comparações morfométricas e investigações policiais.

## 2.4.2 Metodologia

Os crânios foram obtidos pelo Departamento de Anatomia (ICB Unifal-MG) de acordo com a lei nº 8501 de 1992, que trata do uso de cadáveres não reclamados para fins didáticos e pesquisas, mediante o convênio estabelecido entre a Universidade Federal de Alfenas e a Polícia Civil de Minas Gerais constante do processo Sei nº 1510.01.0159252/2021-93 e teve sua aprovação no comitê de ética em pesquisa sob o número 7.312.336.

Para este estudo, foi utilizada uma amostra de 50 crânios humanos. A coleta de dados foi realizada no Laboratório de Antropologia Física e Forense (LAFF) do Departamento de Anatomia (ICB Unifal-MG).

### 2.4.2.1 Obtenção de imagens dos crânios

Para a captura das imagens, foi utilizada a câmera fotográfica modelo Canon Nikon digital D7100, DX VR e AF-S Nikkor 18-140mm. As imagens obtidas foram transferidas para o programa *Polycam* para a devida renderização e posterior *upload* em site institucional.

Para captura das imagens do plano superior, os crânios foram posicionados em um plano horizontal, sob uma circunferência demarcada de dez em dez graus, completando 36 pontos ao longo dele. Os objetos de estudo foram posicionados em um anel de acrílico, a fim de atingir o objetivo de mantê-los no plano desejado. Bem como, utilizou-se suporte de câmara específica de tecido preto para diminuir a quantidade de brilho. Todas essas etapas foram realizadas objetivando padronizar as fotografias, sendo as capturas das fotos realizadas há 1,45 metro do solo (Fotografia 1).

Adicionalmente, também foram realizadas mais três capturas das porções anterior, média e posterior do plano superior com a câmera em uma altura de 1,80 metro.

Fotografia 1 – Disposição do sistema fotográfico para a captura de imagens na vista superior.



Fonte: dos autores.

Para a obtenção das imagens dos planos laterais direito e esquerdo dos crânios, o tripé da câmera fotográfica foi localizado a uma distância de 50 cm dos crânios, os quais estarão a 40 cm do solo. Todas essas etapas foram realizadas a fim de padronizar as fotografias, sendo as capturas das fotos realizadas há 1 m do solo (Fotografia 2). Além disso, utilizou-se para os planos laterais um zoom de 70°.

Fotografia 2 – Disposição do sistema fotográfico para a captura de imagens na vista lateral.



Fonte: dos autores.

Na obtenção das imagens do plano inferior, os crânios foram ajustados ao ponto dos ossos parietais se apoiarem na peça acrílica, mantendo o mesmo plano horizontal do plano superior. A captura das fotos começou com o alinhamento da sutura internasal ao ângulo de  $0^\circ$ , identificado em um disco de papel. Enquanto um examinador capturava as fotos, o outro girava o disco, garantindo que a câmera permanecesse estática e que apenas o disco fosse movido na medida necessária para alcançar a rotação pré-determinada. Em seguida, foram obtidas três fotos adicionais, capturando as porções anterior, média e posterior, para assegurar que o *software* tivesse informações suficientes para reproduzir essa vista detalhada.

Para a captura das imagens, o *zoom* da câmera foi ajustado em 50x, posicionada a uma distância de 1,45 metro, conforme a fotografia 3

Fotografia 3 – Disposição do sistema fotográfico para a captura de imagens no plano inferior dos crânios.



Fonte: dos autores.

#### 2.4.2.2 Obtenção de imagens em acidentes anatômicos específicos dos crânios

Alguns crânios possuíam características específicas que exigiram maior atenção na captura das imagens, para garantir que, após a renderização, o programa evidenciasse claramente tais estruturas. Nos casos em que os crânios possuíam mandíbula, foram obtidas duas fotos na vista inferior, com o ângulo da câmera ajustado a  $45^\circ$ , padronizando-se a captura do ângulo  $0^\circ$  até o  $6^\circ$  e, posteriormente, do  $32^\circ$  até o  $36^\circ$ . Uma das tomadas foi direcionada à região da mandíbula, enquanto a outra focou nos forames, canais, suturas, sulcos ou

estruturas adjacentes. Ademais, crânios com os dentes preservados exigiram maior cuidado na captura das imagens, visto que variações extremas de luminosidade influenciavam no projeto 3D final e em sua resolução. Dessa forma, a obtenção de tais imagens apresentou um desafio ao serem testadas diversas configurações, sendo posteriormente padronizadas conforme mencionado para características específicas, e as luzes laterais foram desligadas.

Além disso, ainda no plano inferior, foram registradas quatro fotos livres da região palatina, também com a câmera a 45°, para capturar acidentes anatômicos específicos. Por fim, para os crânios que apresentaram processos mastóides e estilóides muito evidentes, foram feitas duas fotos adicionais dessas estruturas, uma no plano anterior e outra no plano posterior, garantindo que todos os detalhes fossem capturados.

### 2.4.3 Resultados

O Atlas Virtual 3D de Crânios Humanos pode ser acessado no site da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG), por meio da página “Departamento de Anatomia da UNIFAL-MG”, na aba “Pesquisa”, seguida de “Laboratórios de Pesquisa”, depois “LAFF”, e, por fim, “Atlas Virtual”, conforme demonstrado na Figura 1. Alternativamente, o acesso à página pode ser feito diretamente pelo *link*: <https://www.unifal-mg.edu.br/danat/pesquisa/laboratorio/laff/acervo-cranios-3d/>.

Figura 1 – Método prático para encontrar o atlas 3D.



Fonte: dos autores.

### 2.4.3.1 Utilização do site

Para acessar as imagens 3D dos crânios, basta dar um clique no crânio que se deseja visualizar, e uma nova página será aberta, conforme a Figura 2, possibilitando uma visualização ampliada da estrutura escolhida, além da opção de giro em 360° e de zoom. Além disso, em cada imagem apresenta um ícone gráfico de clique, o qual contém texto com orientação para acessar cada imagem individualmente, aprimorando a experiência e compreensão de pesquisadores e alunos. Todos os crânios estão identificados com a marca d'água do Laboratório de Antropologia Física Forense (LAFF), como forma de garantir os direitos autorais.

Figura 2 – Visualização dos crânios ao entrar no site.



Fonte: dos autores.

Cada imagem está identificada com o número correspondente ao presente no respectivo crânio. As peças anatômicas são numeradas de forma sequencial e podem conter, adicionalmente, a identificação do laboratório em que estão armazenados. Dessa forma, assegura-se que cada código de identificação seja único e de fácil localização.

O site pode ser acessado tanto por dispositivos móveis quanto por computadores, permitindo, em ambos os casos, expandir a imagem, girá-la em 360°, conforme demonstrado na Figura 3, e aplicar zoom, como ilustrado na Figura 4, na qual é possível visualizar com precisão o processo estilóide.

Figura 3 – Crânio 7 disponível no site em todas as vistas.



Fonte: dos autores.

Figura 4 – Crânio “28 LAFF” disponível no site com zoom aplicado para melhor visualização do processo estilóide.



Fonte: dos autores.

As imagens são de livre acesso e podem ser utilizadas em materiais e pesquisas, desde que sejam devidamente referenciados/creditados os autores e a instituição de ensino. Ressalta-se que as imagens possuem caráter exclusivamente educativo e não devem ser utilizadas para outros fins.

Todos os crânios retratados são reais e pertencem a pessoas que tiveram histórias e vínculos afetivos. Portanto, mesmo quando empregados em atividades educacionais, é essencial que as fotografias sejam utilizadas com respeito,

responsabilidade e sensibilidade.

#### 2.4.4 Discussão

A construção e utilização da fotogrametria 3D têm como intuito a criação de um banco de dados com crânios do acervo da Universidade Federal de Alfenas. Essa ferramenta não apenas possibilitaria a visualização das imagens, mas também a interação com essas estruturas, visto que o pesquisador, aluno ou qualquer interessado no assunto pode, com o *mouse* do computador ou a partir do *touch* no celular, movimentar os crânios em 360°, além da utilização de *zoom*, sem perda na qualidade de visualização.

Por fim, destaca-se a possibilidade de análise de qualquer estrutura anatômica externamente no crânio. Uma vez que o site também permite um *zoom* significativo sem perda na qualidade da resolução, torna-se possível a rotação completa em 360° e o estudo detalhado de cada estrutura.

##### 2.4.4.1 Identificação de pessoas desaparecidas

No Brasil, apenas em 2023, houve o equivalente a mais de 215 ocorrências por desaparecimento de pessoas por dia, sendo que uma parcela desses indivíduos não é identificada. Em virtude disso, evidencia-se a dificuldade das técnicas e formulários atualmente utilizados (Silva *et al.*, 2025). Nesse contexto, como forma de apoiar investigações forenses e processos de identificação humana a partir de remanescentes ósseos, a criação de protocolos e procedimentos de análise contribui significativamente para a identificação de milhares de indivíduos desaparecidos. Conforme Rebeca (*apud* Azevedo 2019), odontóloga forense do Comitê Internacional da Cruz Vermelha (CICV), “identificar é individualizar aquilo que foi totalizado, devolvendo nome, história e dignidade”.

Diante desse cenário, a vasta quantidade de crânios presentes no atlas e na Universidade Federal de Alfenas, aliada à possibilidade de estabelecimento de parcerias para o incremento de um banco de dados dessa natureza, favorece o desenvolvimento de pesquisas etnográficas. Essas pesquisas são de suma importância, especialmente em contextos críticos, como desastres em massa, nos quais a antropologia forense exerce um papel de grande impacto, visto que técnicas

pertencentes a outros campos, como a genética, apresentam custo elevado e maior tempo de processamento (Azevedo, 2019).

Dessa forma, o presente projeto se configura como ponto de partida para o desenvolvimento de futuros estudos. Por meio do atlas, será possível realizar estimativas de afinidade populacional, sexo e idade, permitindo a categorização dos crânios e auxiliando em estudos voltados à identificação de pessoas desaparecidas. Isso se torna possível uma vez que se podem realizar análises com base nas características morfológicas associadas às diferentes regiões do Brasil. Assim, ao deparar-se com remanescentes ósseos de indivíduos desaparecidos, pode-se realizar o confronto, no qual, além das características individualizantes, podem ser consideradas características populacionais e regionais, contribuindo de forma significativa para o processo de identificação humana (Silva *et al.*, 2025).

#### 2.4.4.2 Apoio educacional

O avanço tecnológico tem se intensificado de forma significativa em diversos âmbitos, abrangendo desde o desenvolvimento de softwares cada vez mais sofisticados até a consolidação das inteligências artificiais. Na área das ciências da saúde, esse progresso não ocorre de maneira distinta. Nesse contexto, o estudo da anatomia humana demanda metodologias ativas de ensino, em razão de sua complexidade e alto nível de detalhes. É notório que, em muitas universidades, o material é limitado, o que impacta negativamente no processo de aprendizagem dos estudantes (Falcão *et al.*, 2025).

Dessa forma, o atlas se consolida como um valioso recurso no ensino da anatomia e da antropologia física e forense, facilitando o estudo detalhado das variações anatômicas e das características individualizantes dos crânios humanos, sobretudo em função da elevada semelhança entre os modelos 3D e as peças anatômicas reais. Por ser de domínio público, qualquer pessoa pode acessar o site para estudar, seja dentro da Universidade Federal de Alfenas ou fora do Brasil. Ademais, a identificação das imagens no site é realizada a partir de um código escrito em cada crânio, como forma de organização do departamento de anatomia, o que indica que não há crânios com a mesma numeração. Isso possibilita que o aluno que visualizou a estrutura dentro do laboratório possa localizá-la no site e estudá-la posteriormente em casa, seja para uma prova, pesquisa ou por curiosidade (Pinheiro

*et al.*, 2021).

Além disso, o site apresenta grande potencial para utilização em sala de aula pelos docentes, facilitando a demonstração e, conseqüentemente, o entendimento dos alunos. A visualização tridimensional dos crânios possibilita maior interação com o conteúdo, contribuindo para a aprendizagem. Muitas vezes, a grande quantidade de alunos e a pequena quantidade de material impossibilitam o discente de ter uma boa experiência de aprendizado, dada a dificuldade na visualização e até mesmo no manuseio da peça. Assim, o site pode ser utilizado para o planejamento pedagógico de disciplinas e elaboração de materiais didáticos (Boff *et al.*, 2020).

#### 2.4.4.3 Combinação de softwares e modelos futuros

É importante ressaltar a extrema relevância desse material. Dentre os pontos de destaque, é de máxima relevância citar o apoio às pesquisas nas áreas da anatomia, antropologia física e forense, dado que a UNIFAL contempla mais de 50 crânios com as mais diversas variações anatômicas. Isso possibilita, além de estudos visuais adjuntos à utilização de outros softwares, a aferição de diversos parâmetros utilizados como características sutis para realizar estimativas de idade, sexo e afinidade populacional. Em virtude disso, o atlas pode ser empregado em conjunto com outros softwares, ampliando as possibilidades de análises em variadas linhas de pesquisas, sobretudo em estudos direcionados à antropologia e que utilizam medidas antropométricas (Nascimento *et al.*, 2023).

No âmbito da antropologia, a combinação entre softwares e métodos de análise desempenha um papel fundamental na condução de estudos voltados à identificação humana. Nesse sentido, torna-se evidente a possibilidade de integrar essas metodologias às estruturas tridimensionais. Considerando que diversos estudos se baseiam em medidas antropométricas, destaca-se a viabilidade da incorporação de programas específicos para a mensuração de estruturas cranianas, permitindo o levantamento sistematizado de dados (Jacometti, 2018).

Como exemplo, tem-se a dissertação intitulada “Estimativa da ancestralidade em Antropologia Forense por meio do software AncessTrees em medidas cranianas de uma amostra brasileira”, na qual é utilizado um software desenvolvido por Navega *et al.* (2015). No estudo, foram analisados 114 crânios brasileiros, e concluiu-se que a aplicabilidade do programa é limitada em razão da

elevada miscigenação da população brasileira. Tal resultado evidencia a importância do desenvolvimento de programas cuja base antropológica considere as grandes variações existentes dentro de um país (Jacometti, 2018). Nesse contexto, o *HumanTrace* apresenta-se como um importante apoiador de projetos futuros, por contribuir com a criação de dados antropométricos para o desenvolvimento desses softwares, visando maior precisão e exatidão dos resultados.

Ademais, como perspectivas futuras, é possível expandir o projeto por meio da elaboração de atlas voltados a outras estruturas anatômicas, bem como pela complementação do acervo com crânios provenientes de outras universidades ou de diferentes campos de pesquisa. Essas iniciativas contribuem de forma significativa para o enriquecimento e a consolidação contínua do atlas (Jacometti, 2018).

#### 2.4.4.4 Pesquisas científicas

A antropologia física e forense é uma área em constante expansão científica, impulsionada por pesquisas que buscam compreender as variações biológicas humanas e aprimorar os métodos de identificação a partir de remanescentes ósseos. Nesse contexto, os crânios humanos configuram-se como estruturas de extrema relevância para o desenvolvimento de estudos voltados à estimativa de sexo, idade, afinidade populacional e características individualizantes, possibilitando a construção do perfil biológico de um indivíduo desconhecido (Neto *et al.*, 2022).

Diversos estudos demonstram a aplicabilidade direta das análises cranianas na pesquisa antropológica. Em um estudo intitulado “Estimativa da ancestralidade pelo crânio na população brasileira: revisão de literatura”, publicado no *Jornal Brasileiro de Antropologia Forense e Medicina Legal*, por exemplo, são destacadas características somáticas utilizadas na identificação da afinidade populacional dos três grandes grupos caucasoide, mongoloide e negroide. Evidencia-se, ainda, a necessidade da existência de múltiplos estudos para contemplar a diversidade geográfica presente no Brasil, decorrente não apenas dos processos migratórios, mas também das variações climáticas e geográficas, bem como dos costumes culturais e das interações dos seres vivos com o meio. Nesse sentido, muitos estudos apresentam relação entre si, como aqueles que associam estatura e ancestralidade. Ademais, o artigo reforça a importância dos crânios propriamente ditos, por se tratarem das estruturas anatômicas mais frequentemente encontradas

em locais de crime. Com o uso do atlas, torna-se possível a análise de dois dos parâmetros mais discutidos e abordados na antropologia, os traços antropométricos e os não métricos, isto é, aqueles que utilizam medidas antropométricas, passíveis de associação com outros softwares, conforme discutido no tópico anterior, e aqueles que não se baseiam em mensurações, contemplando, por exemplo, variações dentárias e esqueléticas, respectivamente (Junior *et al.*, 2022).

Nesse cenário, a existência de bancos de dados organizados e acessíveis torna-se indispensável para a realização de pesquisas confiáveis e reproduzíveis. O HumanTrace, ao disponibilizar modelos tridimensionais de crânios humanos reais provenientes de um acervo institucional, configura-se como uma base sólida para estudos científicos, permitindo a observação detalhada das estruturas cranianas e das variações anatômicas individuais. A possibilidade de acesso remoto e padronizado ao material favorece a reprodutibilidade científica, uma vez que diferentes pesquisadores podem analisar as mesmas estruturas, aplicar metodologias semelhantes e comparar resultados, ampliando o alcance das pesquisas e fortalecendo estudos comparativos, interinstitucionais e populacionais. Dessa forma, o HumanTrace consolida-se como uma ferramenta relevante para o avanço da antropologia física e forense (Junior *et al.*, 2022).

#### **2.4.5 Conclusão**

A criação do Atlas Virtual 3D de Crânios Humanos representa um avanço significativo para o ensino e a pesquisa nas áreas de anatomia, antropologia física e ciências forenses. A utilização da técnica de fotogrametria permitiu o desenvolvimento de um banco de dados digital composto por crânios do acervo da UNIFAL-MG, possibilitando a visualização detalhada e a interação tridimensional com as estruturas anatômicas.

O projeto demonstrou a viabilidade e a eficiência da fotogrametria na obtenção de modelos tridimensionais de alta precisão, evidenciando seu potencial como ferramenta tecnológica de baixo custo e grande aplicabilidade acadêmica. Além de contribuir para o aprimoramento do ensino, ao proporcionar aos alunos uma plataforma acessível, interativa e dinâmica, o atlas também se mostra relevante para a pesquisa científica e para a prática forense, uma vez que permite o estudo minucioso das variações anatômicas e das características individualizantes

presentes nos crânios humanos.

Por se tratar de um material de livre acesso, o atlas amplia o alcance do conhecimento científico, permitindo que docentes, discentes e pesquisadores de diferentes instituições possam explorar e comparar estruturas anatômicas com precisão, independentemente de limitações geográficas ou de disponibilidade de acervo físico. Essa democratização do acesso a esse material contribui para a preservação de patrimônios anatômicos, ao mesmo tempo em que estimula novas abordagens pedagógicas baseadas em recursos tridimensionais.

Dessa forma, o Atlas Virtual 3D de Crânios Humanos consolida-se como uma ferramenta de apoio ao ensino e à pesquisa, alinhada às demandas contemporâneas de inovação e democratização do conhecimento.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A criação do HumanTrace, um atlas virtual 3D de crânios humanos, representa um marco na convergência entre tecnologia, ciência forense e compromisso social com a identificação humana. Por meio da técnica de fotogrametria, foi possível desenvolver um banco de dados digital de alta fidelidade, composto por modelos tridimensionais provenientes do acervo do Departamento de Anatomia da UNIFAL-MG. Essa metodologia demonstrou ser uma ferramenta de baixo custo, com potencial de ser precisa e eficiente para a preservação, análise e difusão de estruturas anatômicas, consolidando-se com a proposta do projeto ao se tornar referência para o ensino, pesquisa e possíveis investigações periciais.

Além de agregar ao conhecimento anatômico e antropológico, o HumanTrace cumpre papel social de grande relevância por alinhar-se aos princípios estabelecidos na Lei nº 13.812/2019, que instituiu a Política Nacional de Busca de Pessoas Desaparecidas. Pela legislação, é reconhecida a necessidade de banco de dados integrados e interoperáveis, capazes de reunir informações antropológicas que subsidiem a localização e a identificação de pessoas. Nesse contexto, o atlas virtual contribui diretamente para a construção de uma base de dados especializada que, futuramente, pode integrar sistemas oficiais de busca.

O projeto também evidencia o potencial da fotogrametria como ferramenta científica e pedagógica. Ao reproduzir de forma fidedigna as variações anatômicas dos crânios, o HumanTrace permite análises morfométricas e comparativas, apoiando estudos sobre afinidade biológica, estimativas de sexo e idade e outras variáveis de interesse forense. A possibilidade de acesso remoto e gratuito ao acervo 3D democratiza o ensino e promove a preservação do patrimônio anatômico, ao mesmo tempo em que incentiva novas pesquisas interinstitucionais.

Infere-se, portanto, que o HumanTrace consolida como uma ferramenta que une ensino, pesquisa e responsabilidade social. Sua implementação reforça o papel da Universidade Federal de Alfena como instituição comprometida com a ciência aplicada e com o fortalecimento das políticas públicas de identificação humana. O avanço contínuo desse banco de dados poderá contribuir para a consolidação da antropologia forense digital brasileira e para o aprimoramento das estratégias de busca e identificação de pessoas desaparecidas no país.

## REFERÊNCIAS

- ALENCAR, C. L. C.; SANTIAGO, A. P. A. C. S.; SOUZA, C. A.; MELO, C. V. M.; LIMA, J. J. B.; SOUSA, V. L. V. R.; MOREIRA, M. H. B. A.; SILVA, J. A. C.; RIBEIRO, T. B.; BIONE, E. C.; XIMENES, W. S.; PEREIRA, M. R. K. C.; DAMACENA, W. S. Pessoas desaparecidas no Brasil: utilização de perfis genéricos e estratégias de busca. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 8, 2022.
- ARDILA, C. M.; GONZÁLEZ-ARROYANE, D.; ZULUAGA-GÓMEZ, M. Eficácia de modelos tridimensionais para o ensino médico: uma revisão sistemática de escopo de ensaios clínicos randomizados. **Heliyon**, Antioquia, v. 9, 2023.
- AZEVEDO, D. L. Os mortos não pesam todos o mesmo. Uma reflexão sobre atribuição de identidade política às ossadas da vala de Perus. **Papeles del CEIC**, São Paulo, n. 2, p 1-20, 2019.
- BOFF, T. C.; SCARAMUSSA, A. B.; CHRISTIANETTI, M.; ROSSI, R. C.; SILVA, D. T. R. O uso da tecnologia no ensino da anatomia humana: revisão sistemática da literatura de 2017 a 2020. **Rev. USP**, Chapecó, v. 53, n. 4, p. 447-455, 2020.
- BRASIL. Lei nº 13.812, de 16 de março de 2019. Institui a Política Nacional de Busca de Pessoas Desaparecidas e cria o Cadastro Nacional de Pessoas Desaparecidas. **Diário Oficial da União**, 16 mar. 2019
- BRITO, A. C.; FREITAS, L. M.; NUNES, N. A. S.; J GRAÇA, C. E.; CAMARGOS, S. M. Reconstrução facial na Antropologia Forense no Brasil sob a perspectiva da medicina legal. **Rev. Brasileira de Criminalística**, Itumbiara, v. 13, n. 1, p. 135-142, 2024.
- BROUGH, A. L.; RUTTY, G. N.; BLACK, S.; MORGAN, B. Tomografia computadorizada post-mortem e imagens 3D: aplicações antropológicas para restos mortais de jovens. **Forensic Science, Medicine and Pathology**, Reino Unido, v. 8, p. 270 – 219, 2012).
- CARRIÈRE, C.; TALLMAN, S. D. Assessing the utility of 3D modeling with photogrammetry in assigned sex estimation from the greater sciatic notch. **Forensic Imaging**, v. 36, p. 200576, 2024.
- COELHO, C. A era digital na antropologia forense. **Repositório Institucional da Fiocruz**, Coimbra, 2020.
- CUNHA, Eugênia. Devolvendo a identidade: a antropologia forense no Brasil. **Ciência e Cultura**, v. 71, n. 2, p. 30-34, 2019.
- FALCÃO, J. A.; BATISTA, P. H. M. N. S.; XAVIER, S. P. S.; BRITO, T. C. S.; COSTA, A. M.; SOUZA, C. F. Q.; Uso da tecnologia no ensino da anatomia humana: uma overview. **Revista de Estudos Interdisciplinares**, Pernambuco, v. 7, n. 2, mar-abr., 2025.

FREITAS, J. C. Desenvolvimento e validação de atlas virtual de modelos anatômicos 3D obtidos por fotogrametria de peças cadavéricas. 2024. Tese (Doutorado em Ciências Médico-Cirúrgicas) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2024.

FUJI, P. C. Y. S.; LIMA, G. M. F.; SANTOS, L. L. C.; KNAUBER, L.; SILVA, M. X. COELHO, I. C. M.; MARQUES, C. M. Uso da impressão 3D no desenvolvimento do conhecimento em estudantes de Medicina: uma análise integrativa. **RBEM**, Curitiba, v. 49, n. 4, 2025.

GARVIN, H.F M.; DUNN, R.; SHOLTS, S. B.; LITTEN, M. S.; MOHAMED, M.; KUTTICKAT, N.; SKANTZ, N. Ferramentas forenses para identificação de espécies em restos mortais: métricas, estatísticas e OsteoID. **Biology**, Westin Des Moines, v. 11, n. 25, 2022.

JACOMETTI, V. Estimativa da ancestralidade em antropologia forense por meio do software “AnceTrees” em medidas cranianas de uma amostra brasileira. 2018. Dissertação (Mestrado em Patologia Experimentas) - Universidade Federal de São Paulo, Ribeirão Preto, SP, 2018.

JÚNIOR, C. A. F.; GUSMÃO, C. L. V.; ARAUJO, M. S. D.; BENTO, M. I. C.; RABELLO, P. M.; CAVALCANTE, M. T. M. Estimativa da ancestralidade pelo crânio na população brasileira – revisão de literatura. **BJFA&LM**, Patos, v. 5, p. 51-65, 2022.

MOHFOUZ, M. R.; MUSTAFA, A.; FATAH, E. E. A.; HERRMANN, N. P.; LANGLEY, N. R. Reconstrução computadorizada de restos esqueléticos fragmentários. **Elsevier**, Knoxville, v. 275, p. 212-223, 2017.

NASCIMENTO, E. A. N.; MENDONÇA, F. S.; HENRIQUES, A. M. S.; OLIVEIRA, R. R.; ALVES, S. M.; DIAS L. G.; SOSTHENES, M. C. K. Uso da impressora tridimensional no ensino e na aprendizagem da Anatomia Humana: Um revisão integrativa de literatura. **Research, Society and Development**, Pará, v. 12, n. 9, 2023.

NAVEGA, D.; COELHO, C.; VICENTE, R.; FERREIRA, M. T.; WASTERLAIN, S.; CUNHA, E. AnceTrees: ancestry estimation with randomized decision trees. International. **Journal of Legal Medicine**, v. 129, n. 5, p. 975–985, 2015.

NETO, J. P. S.; SILVA, M. C. P.; OLIVEIRA, J. B.; CAMPINA, R. C. F. Características individualizantes em ossadas humanas como ferramenta adicional no processo de identificação: importância para antropologia forense Individualizing features in human bones as an additional tool in the identification process: importance for forensic anthropology. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 5, n. 2, p. 6022-6024, 2022.

ORTEGA, V. M. Antropología forense: Identificación con técnicas 3D, Lesiones en cadáveres, reconstrucción facial, biología del esqueleto, genética forense, origen evolutivo de enfermedades neurológicas, identificación víctimas de desastres masivos. **Repositório Comillas**, Comillas, 2021.

PINHEIRO, M. L. A.; CRUZ, D. M.; LIMA, G. S.; ROCHA, M. R.; SANTOS, G. M.; REIS, C. A evolução dos métodos de ensino da anatomia humana – uma revisão sistemática integrativa da literatura. **Bionorte**, Montes Claros, v. 10, n. 2, p. 168-181, jul./dez. 2021.

RADZI, S.; CHANDRASEKARAN, R.; PEH, Z. K.; RAJALINGAM, P.; YEONG, W. Y.; MOGALI, S. R. Experiências de aprendizagem de alunos com modelos tridimensionais impressos e espécimes plastinados: uma análise quantitativa. **BMC Medical Education**, Singapura, v. 22, n. 695, p. 2-10, 2022.

REMONDINO, F.; EL-HAKIM, S. Image-based 3D modelling: a review. **The photogrammetric Record**, v. 21, n. 115, p. 269-291, 2006.

SILVA, A. D.; GONÇALVES, V. P.; VIANA, L. R.; SILVA, V. P. C. Abordagens radiológicas na medicina legal: estratégias para identificação humana em casos forenses. **Revista Brasileira de Criminalística**, Patos de Minas, v. 13, n. 3, p. 72–80, 2024.

SILVA, J. C.; STRAZZI-SAHYON, H. B.; ANDREO, J. C.; SPIN, M. D.; NUNES, G. P.; SHINOHARA, A. L. Uma revisão sistemática da fotogrametria como metodologia confiável na identificação do sexo em crânios humanos. **Journal of Forensic and Legal Medicine**, Bauru, v. 97, 2023.

SILVA, J. S.; ROSA, P. H. G.; ARAÚJO, R. M.; LEMOS, Y. A. Antropologia forense, atuação policial e mídias sociais: em busca da identificação humana. **BJFA&LM**, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 2675-6951, 2025.

UBELAKER, D. H. *Human Skeletal Remains: Excavation, Analysis, Interpretation*. 3. ed. Washington: Taraxacum, 1999.

VELLOSO, A.P.S.; FRANCISCO, R.A.; GUIMARÃES, M.A. - Capítulo 4: Antropologia Forense. Livro: Ciências Forenses - **uma introdução às principais áreas da criminalística moderna** - 2a Edição. Organizadores: Jesus Antonio Velho, Gustavo Caminoto Geiser, Alberi Espíndula. ISBN: 978-85-7625-293-1. Millenium Editora, 2013.

VILLA, C.; JACOBSEN, C. The application of photogrammetry for forensic 3D recording of crime scenes, evidence and people. **Springer**, 2019.

ZHANG, R.; JIN, X. Y.; LIU, M.; TONG, H. Y. A eficácia da realidade aumentada/realidade mista no ensino médico: uma meta-análise. **BMC Medical Education**, Maco, v. 25, n. 1586, 2025.

## ANEXO A – Parecer da submissão do artigo na Revista Brasileira de Odontologia Legal

### [RBOL] Agradecimento pela submissão

Externa Entrada



Rhonan Ferreira da Silva (UFG) 14:17

Alessandra Esteves, Agradecemos a submissão d...



Rhonan Ferreira da Silva (UFG) 21:58



para mim ▾

Alessandra Esteves,

Agradecemos a submissão do trabalho "HUMANTRACE: UM ATLAS VIRTUAL 3D DE CRÂNIOS HUMANOS COMO PRINCIPAL FERRAMENTA DE BANCO DE DADOS PARA PESQUISA, ENSINO E IDENTIFICAÇÃO DE PESSOAS DESAPARECIDAS" para a revista Revista Brasileira de Odontologia Legal.

Acompanhe o progresso da sua submissão por meio da interface de administração do sistema, disponível em:

URL da submissão: <https://www.portalabol.com.br/rbol/index.php/RBOL/authorDashboard/submission/697>

...

## ANEXO B – Parecer consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
ALFENAS - UNIFAL



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** FOTOGAMETRIA: UM ATLAS VIRTUAL 3D DE CRÂNIOS HUMANOS COMO PRINCIPAL FERRAMENTA DE BANCO DE DADOS PARA PESQUISA, ENSINO E IDENTIFICAÇÃO DE PESSOAS DESAPARECIDAS

**Pesquisador:** ALESSANDRA ESTEVES

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 85508424.7.0000.5142

**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS - UNIFAL-MG

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 7.312.336

#### Apresentação do Projeto:

Trata-se de um projeto de pesquisa a ser desenvolvido como Trabalho de Conclusão de Curso, e que propõe o desenvolvimento de um atlas virtual 3D de crânios humanos, utilizando técnicas de fotogrametria, a partir de uma amostra de aproximadamente 85 crânios do acervo didático do Departamento de Anatomia (ICB, Unifal-MG).

Financiamento próprio.

Não foram identificados conflitos de interesse.

#### Objetivo da Pesquisa:

**Objetivo Primário:** O presente trabalho tem como intuito a obtenção de imagens em 3D de crânios obtidos do acervo didático do Departamento de Anatomia (ICB UNIFAL-MG) e o emprego de métodos de renderização de fotografias para a obtenção de crânios em formato tridimensional.

**Objetivo Secundário:**

- Criação de um banco de dados com crânios em 3D;

**Endereço:** Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700 - Sala O 314 E  
**Bairro:** centro **CEP:** 37.130-001  
**UF:** MG **Município:** ALFENAS  
**Telefone:** (35)3701-9153 **Fax:** (35)3701-9153 **E-mail:** comite.etica@unifal-mg.edu.br