

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO
DEPARTAMENTO DE PATOLOGIA E MEDICINA LEGAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOMÉDICAS

STÉPHANIE ROSA

**Aplicação de técnica de fotogrametria para tridimensionalização de
imagens de crânio para aplicações forenses**

RIBEIRÃO PRETO

2021

STÉPHANIE ROSA

**Aplicação de técnica de fotogrametria para tridimensionalização de
imagens de crânio para aplicações forenses**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Medicina de
Ribeirão Preto da USP como requisito
básico para a conclusão do Curso de
Ciências Biomédicas.

Orientador: Prof. Dr. Marco Aurélio
Guimarães.

RIBEIRÃO PRETO

2021

STÉPHANIE ROSA

APLICAÇÃO DE TÉCNICA DE FOTOGRAMETRIA PARA
TRIDIMENSIONALIZAÇÃO DE IMAGENS DE CRÂNIO PARA
APLICAÇÕES FORENSES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Medicina de Ribeirão
Preto da USP como requisito básico para a conclusão do Curso de Ciências
Biomédicas.

Data de aprovação: 03 / 12 / 2021

Banca Examinadora

Prof. Dr. Paulo Eduardo Miamoto Dias

Setor de Antropologia Forense, Instituto Médico Legal - Instituto Geral de Perícias de
Santa Catarina

Prof. Dr. Ricardo Henrique Alves da Silva

Universidade de São Paulo

Profa. Dra. Valéria Paula Sassoli Fazan

Universidade de São Paulo

NOTA

Autorizo a reprodução e divulgação total deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte. A inclusão deste trabalho na Biblioteca Digital foi aprovada pela Comissão Coordenadora do Curso em sua 57^a Sessão Ordinária, realizada em 04/10/2021.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos aqueles que, assim como eu, encontram-se fascinados pelo mundo da Medicina Legal e suas ramificações.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer aos meus pais, Jacqueline e Célio, minhas irmãs, Nathalie e Anne-Sophie, e ao resto da minha família, pelo apoio e incentivo que me deram durante todos esses anos. *Ex animo.*

Em segundo lugar, gostaria de agradecer ao meu orientador, Prof. Dr. Marco Aurélio Guimarães, por me introduzir à Antropologia Forense. Entrei na universidade com a intenção de estudar outra área da Medicina Legal, mas saí tendo estudado e aprendido sobre uma área infinitamente mais interessante. Nas palavras de meu ortopedista, o senhor foi o professor mais excêntrico e certamente um dos melhores que eu já tive. *To sir, with love.*

Em terceiro lugar, gostaria de agradecer o apoio do técnico José Marcelo Secchieri. Sem ele, o LAF não funcionaria. Obrigada pelo apoio e ajuda durante todos esses anos.

Em quarto lugar, gostaria de agradecer aos membros do CEMEL, Departamento de Patologia e Medicina Legal, da CG e COC das Ciências Biomédicas. Nadine, você foi imprescindível para mim e todos nós da CB.

Em quinto lugar, gostaria de agradecer à Profa. Dra. Valéria Fazan por ser a melhor professora que deu aula para mim durante o meu curso e por me deixar assistir necrópsias com ela no setor de Patologia do Hospital das Clínicas.

Em sexto lugar, gostaria de agradecer ao Prof. Dr. Fernando Ramalho por, bem no início da minha graduação, ter-me indicado o Prof. Marco Aurélio.

Em sétimo lugar, gostaria de agradecer à Dra. Mara Tramuja Calabrez Ramos, amiga de longa data da família e minha professora de ciências, por ter-me inspirado a seguir nessa área.

Em oitavo lugar, à Lia Sawaia por ter revisado o trabalho e ao Tiago Silva por ter formatado tudo de acordo com as normas da ABNT.

Por último, mas não menos importante, agradeço a Deus por ter-me sustentado durante todos esses anos e ter-me dado a oportunidade de estar aqui. Durante a graduação, pude ver com mais detalhes quão incrível é Sua criação e serei eternamente grata por isso.

Mortui vivos docent. (Miguel Servetus)

RESUMO

Pesquisadores e usuários do Laboratório de Antropologia Forense (LAF) do Centro de Medicina Legal (CEMEL) têm à disposição um acervo de 85 esqueletos humanos, incluindo cerca de 60 crânios. Transportar as caixas de um local para outro, porém, para estudar e manusear os crânios, é uma tarefa que pode comprometer a integridade física do material, causar danos e tornar-se repetitiva. Como o crânio humano é possivelmente o elemento ósseo mais importante nos processos de reconhecimento e identificação em Medicina Legal, a possibilidade de preservar sua integridade para diferentes modalidades de estudos na área e suas aplicações judiciais, visando custos mínimos adequados à realidade brasileira, torna-se uma proposta científica prática e atraente como base para a criação de uma coleção de pesquisa. Com o objetivo de facilitar a pesquisa e o ensino em Antropologia Forense, este trabalho foi realizado. Vinte imagens tridimensionais do acervo de crânios do Laboratório de Antropologia Forense do Centro de Medicina Legal (LAF / CEMEL) foram geradas por meio da fotogrametria e devem ser disponibilizadas na nuvem ou em outro meio digital, a fim de permitir que pesquisadores e alunos de outros departamentos e de outras universidades possam usar essas imagens de forma correta e colaborativa. Por ser um processo rápido e de baixo custo, esse método pode servir de modelo a ser facilmente replicado e utilizado em diversos Institutos Médicos Legais (IMLs) para preservação digital de imagens de crânios de processos policiais, para uso na esfera judicial.

Palavras-chave: Antropologia Forense. Crânios. Fotogrametria. Tridimensionalização.

ABSTRACT

Researchers and users of the Forensic Anthropology Laboratory (LAF) of the Forensic Medicine Center (CEMEL) have at their disposal a collection of 85 human skeletons, including nearly sixty skulls. However, transporting the boxes from one place to another to study and handle the skulls is a task that can compromise the physical integrity of the material, cause damage, and become repetitive. As the human skull is possibly the most important bone element in the recognition and identification processes in Legal Medicine, the possibility of preserving its integrity for different modalities of studies in the area and its judicial applications, aiming at minimal costs adequate to the Brazilian reality, becomes a practical and attractive scientific proposal as a basis for creating a research collection. Aiming to ease research and teaching in Forensic Anthropology is the reason this project was carried out. Twenty three-dimensional images of the skull collection of the Forensic Anthropology Laboratory of the Forensic Medicine Center (LAF/CEMEL) were generated using photogrammetry to be made available in the cloud or other digital media, to allow researchers and students from other Departments and Universities to be able to use these images in a correct and collaborative way. As it is a fast and low-cost process, this method can serve as a model to be easily replicated and used in several Legal Medical Institutes (IMLs) for digital preservation of skull images of police cases for use in the legal sphere.

Keywords: Forensic Anthropology. Photogrammetry. Skulls. Three-dimensional.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - LAF014/14 perfil frontal - 90°	20
Figura 2 - LAF014/14 meio perfil frontal esquerdo - 90°	20
Figura 3 - LAF014/14 meio perfil frontal esquerdo - 90°	20
Figura 4 - LAF014/14 perfil lateral esquerdo - 90°	20
Figura 5 - LAF014/14 meio perfil posterior esquerdo - 90°	21
Figura 6 - LAF014/14 meio perfil posterior esquerdo - 90°	21
Figura 7 - LAF014/14 perfil posterior - 90°	21
Figura 8 - LAF014/14 meio perfil posterior direito - 90°	21
Figura 9 - LAF014/14 meio perfil posterior direito - 90°	21
Figura 10 - LAF014/14 perfil lateral direito - 90°	21
Figura 11 - LAF014/14 perfil lateral direito - 90°	22
Figura 12 - LAF014/14 meio perfil frontal direito - 90°	22
Figura 13 - LAF014/14 perfil frontal - 60°	22
Figura 14 - LAF014/14 meio perfil frontal esquerdo - 60°	22
Figura 15 - LAF014/14 perfil lateral esquerdo - 60°	22
Figura 16 - LAF014/14 perfil lateral esquerdo - 60°	22
Figura 17 - LAF014/14 meio perfil posterior esquerdo - 60°	23
Figura 18 - LAF014/14 meio perfil posterior esquerdo - 60°	23
Figura 19 - LAF014/14 perfil posterior - 60°	23
Figura 20 - LAF014/14 meio perfil posterior direito - 60°	23
Figura 21 - LAF014/14 meio perfil posterior direito - 60°	23
Figura 22 - LAF014/14 perfil lateral direito - 60°	23
Figura 23 - LAF014/14 meio perfil frontal direito - 60°	24
Figura 24 - LAF014/14 meio perfil frontal direito - 60°	24
Figura 25 - LAF014/14 perfil frontal - 45°	24
Figura 26 - LAF014/14 meio perfil frontal esquerdo - 45°	24
Figura 27 - LAF014/14 perfil lateral esquerdo - 45°	24

Figura 28 - LAF014/14 perfil lateral esquerdo - 45°	24
Figura 29 - LAF014/14 meio perfil lateral esquerdo - 45°	25
Figura 30 - LAF014/14 meio perfil lateral esquerdo - 45°	25
Figura 31 - LAF014/14 perfil posterior - 45°	25
Figura 32 - LAF014/14 meio perfil posterior direito - 45°	25
Figura 33 - LAF014/14 meio perfil posterior direito - 45°	25
Figura 34 - LAF014/14 perfil lateral direito - 45°	25
Figura 35 - LAF014/14 meio perfil frontal direito - 45°	26
Figura 36 - LAF014/14 meio perfil frontal direito - 45°	26
Figura 37 - LAF014/14 perfil superior com crânio voltado para a frente	26
Figura 38 - LAF014/14 perfil superior com crânio voltado para a esquerda.....	26
Figura 39 - LAF014/14 perfil superior com crânio voltado para trás	26
Figura 40 - LAF014/14 perfil superior com crânio voltado para a direita.....	26
Figura 41 - LAF014/14 perfil frontal	27
Figura 42 - Figuras 1 a 24 do LAF 014/14 dispostas de maneira sequencial	28
Figura 43 - Figuras 25 a 41 do LAF 014/14 dispostas de maneira sequencial.....	29
Figura 44 - Imagem 3D LAF 014/14 meio perfil frontal esquerdo.....	30
Figura 45 - Imagem 3D LAF014/14 meio perfil lateral direito.....	30
Figura 46 - Imagem 3D LAF014/14 perfil lateral direito	30
Figura 47 - Imagem 3D LAF014/14 perfil lateral esquerdo	30
Figura 48 - Imagem 3D LAF014/14 perfil frontal	31
Figura 49 - Imagem 3D LAF014/14 perfil posterior	31
Figura 50 - Imagem 3D LAF014/14 perfil superior	31

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D	Tridimensionalizadas
CEMEL	Centro de Medicina Legal
DPML	Departamento de Patologia e Medicina Legal
FMRP	Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
IML	Instituto Médico-Legal
IPM	Intervalo pós-morte
LAF	Laboratório de Antropologia Forense
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	JUSTIFICATIVA	15
3	OBJETIVOS	16
3.1	OBJETIVO GERAL	16
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
4	METODOLOGIA	16
4.1	UNIVERSO E AMOSTRAGEM	16
4.2	MATERIAIS	16
4.3	MÉTODOS	17
4.3.1	<i>Agisoft Metashape Standard</i> ®	18
5	RESULTADOS	20
6	CONCLUSÃO	32
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
	REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

O estudo da osteologia humana une diversas áreas de estudo. Além da anatomia e ciências médicas, áreas como arqueologia, geologia, paleontologia e antropologia física estudam ossos humanos (WHITE, 2012). A Antropologia Forense é um ramo da antropologia física e está contextualizada também dentro do campo da Medicina Legal. Sua origem remete à França do século XIX, onde se desenvolveu com um forte viés médico e científico. Enquanto isso, nos EUA, essa disciplina seguiu um caminho mais cultural (QUATREHOMME, 2015).

A Antropologia Forense tem como principal objetivo a identificação de restos humanos esqueletizados ou em processo de esqueletização conforme Warren (2008). Ela busca esclarecer as circunstâncias da morte do indivíduo, retratando e reconstituindo a cena da morte, através do exame dos ossos e das lesões, com o auxílio de diferentes categorias de peritos. Embora a determinação da causa da morte seja de responsabilidade exclusiva de médicos legistas e patologistas, a opinião de um antropólogo é de suma importância para o andamento e resolução do caso (KLEPINGER, 2006).

Existem quatro cenários principais em restos humanos que requerem a experiência de um antropólogo forense:

- a) Restos completos sem ou com poucos sinais de decomposição;
- b) Restos em decomposição;
- c) Restos esqueletizados;
- d) Restos alterados por condições extraordinárias, como fogo, desmembramento, trauma de alto impacto ou qualquer outro método natural ou artificial (PICKERING, 2009).

Sinais de doença, procedimentos cirúrgicos e trauma ante mortem também podem aparecer durante uma análise osteológica e oferecer evidências, às vezes até probatórias, de identificação (EVISON, 2012). Isso se torna possível por serem utilizados conhecimentos da antropologia geral e da osteologia humana. As questões: “É osso? Se é osso, é humano? Se é osso humano, é recente?” sintetizam a abordagem de uma perícia dos casos de antropologia forense nos serviços de Medicina Legal (BYERS, 2017).

Os antropólogos forenses tentam cumprir cinco objetivos principais em seu trabalho. São eles:

- a) determinar a ancestralidade, sexo, idade e altura da ossada;
- b) identificar a natureza de traumas ósseos, se presentes, e seus agentes causadores, com o intuito de coletar informações relativas à causa e maneira da morte;
- c) tentar determinar o intervalo após a morte (IPM);
- d) auxiliar na localização e recuperação de restos mortais enterrados ou superficiais;
- e) fornecer informações úteis na obtenção de identificações positivas de pessoas falecidas (BYERS, 2008).

Esses parâmetros acabam correspondendo a uma identificação genérica, ou seja, limitam o conjunto de potenciais investigados e excluem aqueles que não se enquadrem no perfil biológico definido (CARNIM, 2012).

Os tipos e a frequência de casos encontrados na antropologia forense variam de acordo com três parâmetros principais: densidade demográfica, taxa de homicídio e meio ambiente. A densidade demográfica afeta a frequência de casos de antropologia forense, pois influencia tanto a oportunidade de ocultação quanto a oportunidade de detecção imediata de restos mortais (EVISON, 2009).

Uma das partes humanas mais utilizadas em análises antropológicas e que apresenta resultados mais precisos é o crânio. Isso se deve ao fato de que ele é menos suscetível a danos e resiste melhor à inumação. O crânio humano é constituído de 22 ossos. São eles:

- a) **Cranianos (neurocrânio):** Frontal, Parietais (2), Temporais (2), Occipital, Esfenoide e Etmóide;
- b) **Faciais (viscerocrânio):** Nais (2), Zigomático (2), Lacrimais (2), Maxila (2), Conchas nasais inferiores (2), Palatinos (2), Vômer e Mandíbula (ímpares) (PAULSEN, 2019).

Nos dias atuais, a digitalização e armazenamento de imagens tridimensionais (3D) possibilita o intercâmbio rápido de informações entre pesquisadores. Existem locais onde ossos humanos já foram ou estão sendo digitalizados para viabilizar

pesquisas em grupo e facilitar trabalhos acadêmicos, como o projeto de Beaini e Melani na Faculdade de Odontologia da USP (POPP, 2017).

Atualmente, os principais métodos que existem para gerar imagens tridimensionalizadas de crânios são *3D Laser Scanning*, *PMCT Scanning* e Fotogrametria.

O *3D Laser Scanning* é uma tecnologia não-destrutiva em que se captura digitalmente a forma dos objetos usando um laser, sem entrar em contato com o objeto a ser analisado. Em outras palavras, o *3D Laser Scanning* é uma maneira de capturar o tamanho e a forma exatos do objeto físico no mundo da computação como uma representação digital tridimensional (LASER DESIGN, 2021). Esse método torna-se vantajoso por requerer menos tempo para gerar as imagens tridimensionalizadas, além de ser altamente efetivo e preciso. No entanto, por se tratar de uma tecnologia de ponta, requer um investimento financeiro inicial alto, além de necessitar de um hardware de alta-tecnologia para processar os dados coletados, exigindo assim um alto nível de treinamento para seu manuseio. Além disso, trata-se de um aparelho de difícil transporte, o que aumenta o risco de acidentes, dificultando que seja levado para locais fora de laboratórios (PARK, 2006).

O segundo método usado para gerar imagens tridimensionalizadas é a *CT Scan* (tomografia computadorizada). O princípio da *CT Scan* é uma fonte de raios-X e uma unidade detectora rodando sincronizadamente em torno do paciente. Conforme o tomógrafo gira, milhares de imagens são tiradas em rotação, resultando em uma imagem de secção transversal completa do corpo. Baseado nesses dados, é possível criar uma visualização 3D. Apesar de ser um método rápido, requer um aparelho de alto custo e de difícil acesso, muitas vezes encontrado apenas em ambiente hospitalar, além da dificuldade ou inviabilidade de transporte (NIBIB, [2021?]; FAHRNI et al., 2017).

Custo e eficácia são dois aspectos muito importantes nas ciências forenses. Órgãos governamentais querem assegurar-se de que os investimentos que disponibilizam para as entidades ligadas às ciências forenses sejam bem utilizados e que haja um retorno positivo (EVISON, 2012). É por isso que, em casos em que os dispositivos de imagem mais sofisticados não estão disponíveis, uma alternativa ideal é usar a fotogrametria. Trata-se de uma técnica em que se encontram pontos de referência comuns em uma série de fotografias digitais. Esses pontos de referência

são usados para calcular a posição da câmera em cada tomada. Esse método é vantajoso pois utiliza ferramentas baratas e de fácil acesso, que podem ser transportadas para qualquer lugar, inclusive para lugares mais remotos, aonde equipamentos tradicionais não conseguiriam chegar. Não requer o uso de energia elétrica para se coletarem os dados/ fotos, apenas sendo necessária para passar as fotos para o computador e software (PORTER, 2016). Sua independência de hardwares de imagens muito complexos e o uso de uma simples câmera digital são uma vantagem para sua aplicação em contextos forenses e de pesquisa (MORAES, 2013).

2 JUSTIFICATIVA

Muitos Institutos Médico-Legais (IMLs) e laboratórios de antropologia forense do país não são tão privilegiados quanto outros, no que diz respeito à disponibilidade de recursos para seus profissionais. Além disso, o transporte de crânios de um lugar para outro exige cuidados, para evitar danos a material que pode ser prova de delitos diversos.

Tendo em vista esse inconveniente é que este projeto foi elaborado e tem a proposta de desenvolver uma metodologia baseada na geração de imagens 3D de crânio através de fotogrametria, com base nas vantagens descritas anteriormente. A ideia principal é gerar um processo rápido, simples, que possa ser disseminado para utilização em ciências forenses e facilmente replicado com eficiência, eficácia e baixo custo, mesmo em IMLs de regiões ermas do Brasil, além de facilitar o ensino de disciplinas que envolvam crânios em ambiente acadêmico (como anatomia para áreas da saúde e antropologia forense).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho foi criar um banco de dados digital com imagens 3D de crânios do LAF-CEMEL para ser usadas por diversos usuários em casos de pesquisas na área forense.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Tirar fotos de crânios (n=29) e depois tridimensionalizá-las através do *Agisoft Metashape Standard*®.
- b) Disponibilizar as imagens 3D na nuvem para que outros possam utilizá-las
- c) Facilitar o ensino de disciplinas que utilizam crânios, visto que não será mais necessário o transporte destes

4 METODOLOGIA

4.1 UNIVERSO E AMOSTRAGEM

Serão utilizadas 41 fotografias de 29 crânios com mandíbula dentro de 85 ossadas do LAF-CEMEL para se gerarem as imagens 3D. Dentre essas ossadas, temos: 78 masculinas, 3 femininas, 3 de neonatos/fetos (entre 23 semanas de gestação e recém-nascido) e uma não determinada. A faixa etária, excluindo-se as três ossadas fetais/neonatas, varia entre 11 e 70 anos de idade. As ossadas foram encontradas em Ribeirão Preto e região.

4.2 MATERIAIS

Quanto aos materiais, foram selecionados materiais e equipamentos fáceis de ser adquiridos e manuseados. São eles:

- a) Câmera fotográfica digital DSC-W810 (20.1 MP) Sony e acessórios;
- b) Tripé articulável para máquina fotográfica;
- c) Prato giratório de confeitaria (Ø aprox. 30cm);

- d) Folhas de EVA azul para revestimento dos componentes de suporte do crânio e adjacências;
- e) Cola plástica transparente;
- f) Caneta marcadora permanente azul para escrita em plástico;
- g) Tecido tipo neoprene azul como pano de fundo;
- h) Tampa azul de caneta esferográfica (Bic) para padrão de calibração de tamanho e orientação de imagens;
- i) Computador e acessórios;
- j) *Agisoft Metashape Standard*® - programa de computador para conversão das fotografias em imagens 3D;
- k) Pregos e tira de madeira;
- l) Mesa de superfície lisa;
- m) Fita adesiva;
- n) Crânios com mandíbula.

4.3 MÉTODOS

A realização das fotos foi feita em local com uma boa iluminação, atentando-se apenas ao excesso de luz e sobre uma mesa de superfície lisa e resistente.

O método de fotogrametria dos crânios é realizado da seguinte forma: a primeira etapa a ser feita é a preparação do plano de fundo. Para isso, estica-se o tecido do tipo neoprene azul, prendendo-o à parede com um pedaço de madeira e pregos.

Em seguida, empurra-se a mesa contra a parede e estica-se o neoprene por cima dela. Logo depois, reveste-se o prato giratório de confeitaria com o EVA azul, colando com cola plástica transparente. Depois, são feitas marcações, a cada 10°, na superfície lateral do prato giratório com uma caneta marcadora permanente azul. A superfície da mesa não coberta pelo neoprene também deve ser coberta pelo EVA.

Logo após, monta-se o tripé articulável para máquina fotográfica, encaixando-se a câmera fotográfica digital DSC-W810/ 20.1 MP Sony sobre ele. Em seguida, escolhe-se o crânio a ser fotografado, que é colocado sobre o centro do prato giratório. Em frente ao prato giratório e sobre a mesa, coloca-se uma tampa azul de caneta esferográfica tipo Bic como referência e orientação para a realização das imagens, alinhando-a com a marcação de 0 °.

Para a primeira série de fotos a câmera deve estar alinhada em 90° com o tripé. Em seguida, começa-se a girar o prato de 30° em 30°, tirando-se uma foto a cada 30°, começando na posição 0°, totalizando 360°. Uma vez a primeira volta completa, alinha-se a marcação de 10° com a tampa da caneta, novamente girando o prato giratório de 30° em 30°, dessa vez com a câmera inclinada a 60°. A mesma coisa é feita com a tampa da caneta alinhada na posição 20°, com a câmera inclinada a 45° no tripé. Ao final dessas três voltas, foram feitas um total de 41 fotografias de cada um dos crânios.

Finalizada essa etapa, retira-se a câmera do tripé para conectá-la a um computador. Uma vez que as fotografias foram passadas para o computador, elas são transferidas para o programa *Agisoft Metashape Standard*®, onde as 41 fotografias resultarão em uma imagem tridimensionalizada do crânio.

Essas imagens 3D irão compor um banco de dados digitais dos crânios do LAF-CEMEL. Foi criada uma conta *gmail* para se armazenarem essas imagens na nuvem (projetofofocemel@gmail.com). O acesso a essas imagens se fará mediante autorização concedida pela autora deste trabalho ou pelo orientador, Prof. Dr. Marco Aurélio Guimarães.

4.3.1 **Agisoft Metashape Standard** ®

A versão usada do programa foi o *trial* gratuito de 30 dias. Segue o passo a passo do que foi realizado para se chegar a uma imagem 3D do crânio:

- a) Na barra de tarefas, clica-se em *Workflow* e seleciona-se a opção *Add Photos*
- b) Selecionam-se as fotos desejadas, previamente baixadas no notebook
- c) Na barra de tarefas, clica-se em *Workflow* e seleciona-se a opção *Align Photos*. Os parâmetros a ser selecionados são: Accuracy (High), Pair preselection (Disabled), Constrain features by mask (Enabled) e Point limit (40000). Em seguida, clica-se em OK para se iniciar o processo.
- d) Na barra de tarefas, clica-se em *Workflow*, selecionando-se a opção *Build Dense Point Cloud*. Os parâmetros a ser selecionados são: Quality (Medium) e Depth filtering (Aggressive). Em seguida, clica-se em OK para se iniciar o processo.

- e) Na barra de tarefas, clica-se em *Workflow*, selecionando-se a opção *Build Mesh*. Os parâmetros a ser selecionados são: Surface type (Arbitrary Source), Source data (Dense cloud), Polygon count (High) e Interpolation (Enabled). Em seguida, clica-se em OK para se iniciar o processo.
- f) Na barra de tarefas, clica-se em *Workflow*, selecionando-se a opção *Build Texture*. Os parâmetros a ser selecionados são: Mapping mode (Generic), Blending mode (Mosaic), Texture size/count (4096 x 1) e Enable color correction (disabled). Em seguida, clica-se em OK para se iniciar o processo.
- g) Uma vez que todas as etapas anteriores forem concluídas, é necessário remover as partes azuis da imagem. Para isso, clica-se em *Model* na barra de tarefas. Seleciona-se a opção *Free-Form Selection*. Seleciona-se a área que se deseja apagar, clica-se em *Edit* na barra de tarefas, seleciona-se a opção *Delete Selection*. Para mudar a imagem de posição, clica-se *Model*, seleciona-se a opção *Navigation*. Repetem-se esses dois processos até que todas as áreas desejadas sejam excluídas.
- h) Em seguida, salva-se a imagem. Para isso, clica-se em *File* na barra de tarefas, selecionando-se a opção *Save As*. Seleciona-se o formato Metashape Archive (*.psdz), clicando-se em OK.
- i) Por último, é necessário exportar a imagem. Para isso, clica-se em *File* na barra de tarefas e se seleciona a opção *Export* e, em seguida, *Export Model*. Seleciona-se o formato Wavefront OBJ (*.obj).

No total, desde a seleção das imagens até o registro salvo da imagem 3D, o procedimento dura em torno de 60 minutos para cada crânio.

5 RESULTADOS

Visto que foram utilizados 29 crânios, resultando em 1.189 fotos e 29 imagens 3D, selecionou-se randomicamente apenas um crânio para demonstrar os resultados. O crânio foi escolhido foi o LAF 014/14.

Primeiramente, seguem as 41 imagens realizadas com a câmera digital.

Figura 1 - LAF014/14 perfil frontal - 90°



Fonte: elaborado pela autora

Figura 2 - LAF014/14 meio perfil frontal esquerdo - 90°



Fonte: elaborado pela autora

Figura 3 - LAF014/14 meio perfil frontal esquerdo - 90°.



Fonte: elaborado pela autora

Figura 4 - LAF014/14 perfil lateral esquerdo - 90°



Fonte: elaborado pela autora

Figura 5 - LAF014/14 meio perfil posterior esquerdo - 90°



Fonte: elaborado pela autora

Figura 6 - LAF014/14 meio perfil posterior esquerdo - 90°



Fonte: elaborado pela autora

Figura 7 - LAF014/14 perfil posterior - 90°



Fonte: elaborado pela autora

Figura 8 - LAF014/14 meio perfil posterior direito - 90°



Fonte: elaborado pela autora

Figura 9 - LAF014/14 meio perfil posterior direito - 90°



Fonte: elaborado pela autora

Figura 10 - LAF014/14 perfil lateral direito - 90°



Fonte: elaborado pela autora

Figura 11 - LAF014/14 perfil lateral direito - 90°



Fonte: elaborado pela autora

Figura 12 - LAF014/14 meio perfil frontal direito - 90°



Fonte: elaborado pela autora

Figura 13 - LAF014/14 perfil frontal - 60°



Fonte: elaborado pela autora

Figura 14 - LAF014/14 meio perfil frontal esquerdo - 60°



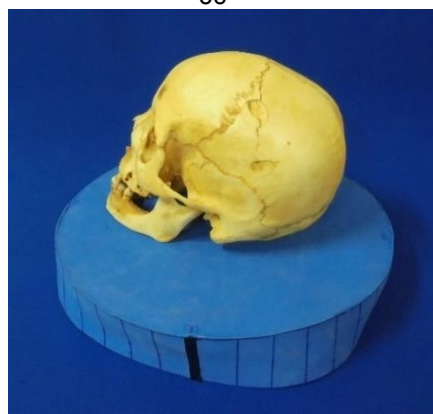
Fonte: elaborado pela autora

Figura 15 - LAF014/14 perfil lateral esquerdo - 60°



Fonte: elaborado pela autora

Figura 16 - LAF014/14 perfil lateral esquerdo - 60°



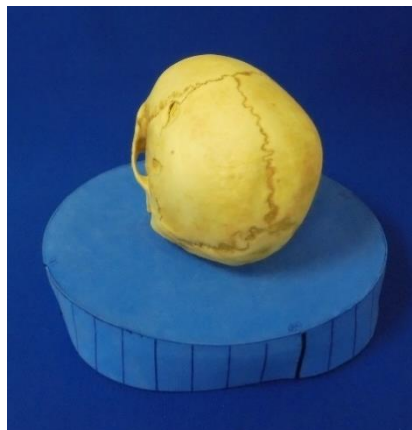
Fonte: elaborado pela autora

Figura 17 - LAF014/14 meio perfil posterior esquerdo - 60°



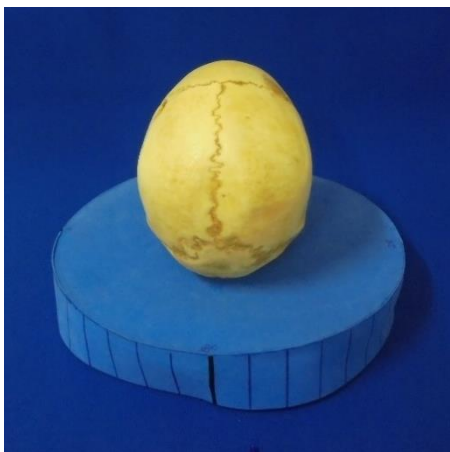
Fonte: elaborado pela autora

Figura 18 - LAF014/14 meio perfil posterior esquerdo - 60°



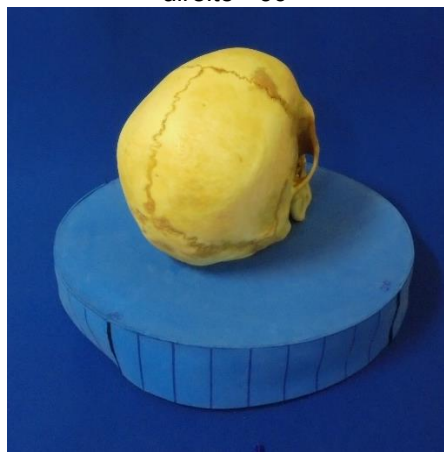
Fonte: elaborado pela autora

Figura 19 - LAF014/14 perfil posterior - 60°



Fonte: elaborado pela autora

Figura 20 - LAF014/14 meio perfil posterior direito - 60°



Fonte: elaborado pela autora

Figura 21 - LAF014/14 meio perfil posterior direito - 60°



Fonte: elaborado pela autora

Figura 22 - LAF014/14 perfil lateral direito - 60°



Fonte: elaborado pela autora

Figura 23 - LAF014/14 meio perfil frontal direito - 60°



Fonte: elaborado pela autora

Figura 24 - LAF014/14 meio perfil frontal direito - 60°



Fonte: elaborado pela autora

Figura 25 - LAF014/14 perfil frontal - 45°



Fonte: elaborado pela autora

Figura 26 - LAF014/14 meio perfil frontal esquerdo - 45°



Fonte: elaborado pela autora

Figura 27 - LAF014/14 perfil lateral esquerdo - 45°



Fonte: elaborado pela autora

Figura 28 - LAF014/14 perfil lateral esquerdo - 45°



Fonte: elaborado pela autora

Figura 29 - LAF014/14 meio perfil lateral esquerdo - 45°



Fonte: elaborado pela autora

Figura 30 - LAF014/14 meio perfil lateral esquerdo - 45°



Fonte: elaborado pela autora

Figura 31 - LAF014/14 perfil posterior - 45°



Fonte: elaborado pela autora

Figura 32 - LAF014/14 meio perfil posterior direito - 45°



Fonte: elaborado pela autora

Figura 33 - LAF014/14 meio perfil posterior direito - 45°



Fonte: elaborado pela autora

Figura 34 - LAF014/14 perfil lateral direito - 45°



Fonte: elaborado pela autora

Figura 35 - LAF014/14 meio perfil frontal direito - 45°



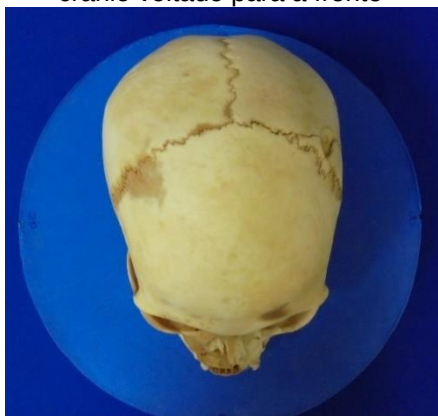
Fonte: elaborado pela autora

Figura 36 - LAF014/14 meio perfil frontal direito - 45°



Fonte: elaborado pela autora

Figura 37: LAF014/14 perfil superior com crânio voltado para a frente



Fonte: elaborado pela autora

Figura 38: LAF014/14 perfil superior com crânio voltado para a esquerda



Fonte: elaborado pela autora

Figura 39 - LAF014/14 perfil superior com crânio voltado para trás



Fonte: elaborado pela autora

Figura 40 - LAF014/14 perfil superior com crânio voltado para a direita



Fonte: elaborado pela autora

Figura 41 - LAF014/14 perfil frontal



Fonte: elaborado pela autora

Em segundo lugar, as 41 fotografias tomadas foram dispostas de maneira sequencial para oferecer uma visualização mais generalizada ampla.

Figura 42 - Figuras 1 a 24 do LAF 014/14 dispostas de maneira sequencial



Fonte: elaborado pela autora

Figura 43 - Figuras 25 a 41 do LAF 014/14 dispostas de maneira sequencial



Fonte: elaborado pela autora

Em terceiro lugar, seguem as capturas de tela da imagem 3D resultantes após o uso do *Agisoft Metashape Standard*®.

Figura 44 - Imagem 3D LAF 014/14 - meio perfil frontal esquerdo



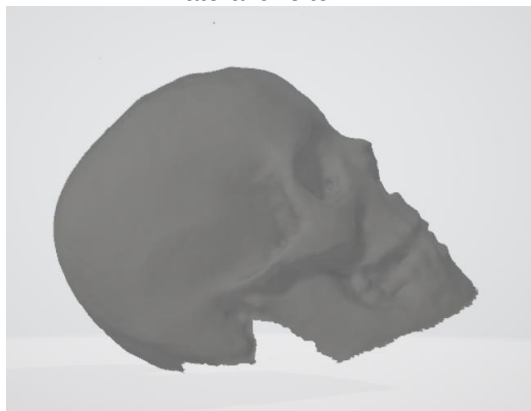
Fonte: elaborado pela autora

Figura 45 - Imagem 3D LAF 014/14 – meio perfil frontal direito



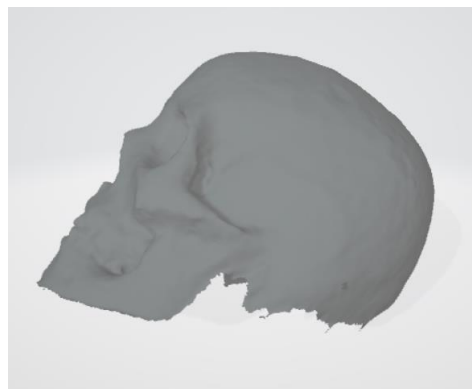
Fonte: elaborado pela autora

Figura 46 - Imagem 3D LAF 014/14 - perfil lateral direito



Fonte: elaborado pela autora

Figura 47 - Imagem 3D LAF 014/14 - perfil lateral esquerdo



Fonte: elaborado pela autora

Figura 48 - Imagem 3D LAF 014/14 - perfil frontal



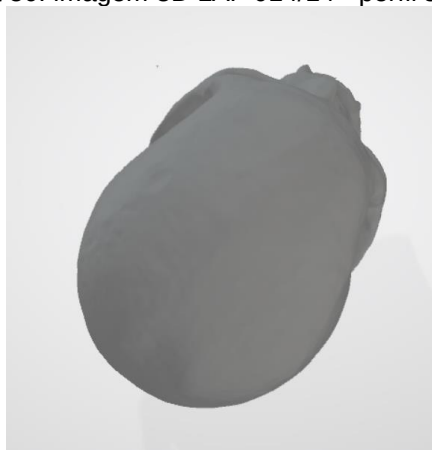
Fonte: elaborado pela autora

Figura 49 - Imagem 3D LAF 014/14 - perfil posterior



Fonte: elaborado pela autora

Figura 50: imagem 3D LAF 014/14 - perfil superior



Fonte: elaborado pela autora

6 CONCLUSÃO

O objetivo geral deste trabalho foi atingido ao se criar um acervo de imagens digitais 2D e 3D de crânios arquivados do LAF-CEMEL para potencial utilização futura por diversos usuários, em casos de pesquisas em áreas acadêmicas e na área forense.

Dos objetivos específicos, 29 crânios foram tridimensionalizados, utilizando-se a técnica de fotogrametria e uso do *software Agisoft Metashape Standard®*. Os dados obtidos deverão ser avaliados qualitativamente para submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), de acordo com a Resolução CNS 466/12, como proposta de banco de imagens para utilização em pesquisas em colaboração, através de disponibilização em nuvem, com acesso controlado pelos organizadores e potencial inclusão no acervo do Biobanco da FMRP-USP.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como derivações para futuras propostas na mesma área, mostra-se interessante realizar processos análogos a este projeto com outros tipos de ossos, como a pelve e o fêmur, importantes para a estimativa de sexo e determinação de estatura em vida de pessoas cujos remanescentes ossos sejam encontrados em situações de interesse forense.

Outra proposta é a geração de modelos sólidos em impressora 3D (disponível no LAF/CEMEL), a partir dos modelos de crânios 3D gerados após a fotogrametria neste trabalho, para todas as suas aplicações possíveis em futuros projetos de pesquisa eticamente avaliados.

REFERÊNCIAS

BYERS, S. N. **Introduction to Forensic Anthropology**. 5th ed. Oxfordshire, UK: Routledge. 2017. p.1.

BYERS, S.N. **Introduction to Forensic Anthropology**. 3rd ed. Boston, MA: Allyn & Bacon, 2008. p.1.

CARNIM, G. Antropologia forense: sucessos e limites de uma ciência forense. **Segurança e Ciências Forenses**, 27 dez. 2012. Disponível em: <https://segurancaecienciasforenses.com/2012/12/27/antropologia-forense-sucessos-e-limites-de-uma-ciencia-forense/>. Acesso em: 19 out. 2018.

EVISON, M.P. **Forensic Anthropology and human identification from the skeleton**. Handbook of Forensic Sciences. Devon, UK: Willan Publishing, 2009.

EVISON, M.P.; FRANCISCO, R.A.; GUIMARÃES, M.A. Approaching utility in Forensic Anthropology. **Forensic Science & Management: an International Journal**, v. 3, n. 2, p. 85-104. 2012. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/19409044.2012.744121>. Acesso em: 19 out. 2018.

EVISON, M.P.; FRANCISCO, R.A.; GUIMARÃES, M.A. Utility in Forensic Anthropology: findings contributing to case conversion. **Forensic Science & Management: an International Journal**, v.3, n. 3, p. 113-125. 2012. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/19409044.2012.763638>. Acesso em: 19 out. 2018.

FAHRNI, S. et al. CT-scan vs. 3D surface scanning of a skull: first considerations regarding reproducibility issues. **Forensic Sciences Research**, v. 2, n. 2, p. 93–99, 3 abr. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/20961790.2017.1334353>. Acesso em: 19 out. 2018.

KLEPINGER, L.L. **Fundamentals of Forensic Anthropology**. 1st ed. Hoboken, NJ: Wiley-Liss, 2006. p. 4.

LASER DESIGN. **3D Scanning Technology**: Hard Work That Looks Like “Magic”. Minneapolis, MN, 2021. Disponível em: <https://www.laserdesign.com/what-is-3d-scanning/>. Acesso em: 19 out. 2018.

MORAES, C.A.C.; DIAS, P.E.M., MELANI, R.F.H. Demonstration of protocol for computer-aided forensic facial reconstruction with free software and photogrammetry. **Journal of Research in Dentistry**, University of Southern of Santa Catarina, Santa Catarina, ISSN 2317-5907. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.19177/jrd.v2e1201477-90>. Acesso em: 22 abr. 2021.

NIBIB - National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering. **Computed Tomography (CT)**. [2021?]. Disponível em: <https://www.nibib.nih.gov/science-education/science-topics/computed-tomography-ct>. Acesso em: 27 out. 2021.

PARK, H.-K.; CHUNG, J.-W.; KHO, H.-S. Use of hand-held laser scanning in the assessment of craniometry. **Forensic science international**, v. 160, p. 200–6, 1 ago. 2006. DOI: 10.1016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/7478133_Use_of_hand-held_laser_scanning_in_the_assessment_of_craniometry. Acesso em: 19 out. 2018.

PAULSEN, F.; WASCHKE, J. (ed.) **Sobotta: Atlas de Anatomia Humana**, volume 3: cabeça, pescoço e neuroanatomia. 24. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2019. p. 9.

PICKERING, R.; BACHMAN, D. **The Use of Forensic Anthropology**. 2nd ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2009. p. 18

POPP, R.B. Pesquisador da USP inicia criação de um banco de crânios digitalizados. **Agência Universitária de Notícias**, 09 ago. 2017. Disponível em: <http://aun.webhostusp.sti.usp.br/index.php/2017/08/09/pesquisador-da-usp-inicia-criacao-de-um-banco-de-cranios-digitalizados/>. Acesso em: 19 out. 2018

PORTER, S. T., ROUSSEL, M., & SORESSI, M. A simple photogrammetry rig for the reliable creation of 3D artifact models in the field lithic examples from the early upper paleolithic sequence of Les Cottés (France). **Advances in Archaeological Practice**, v.4, n.1, p. 71-86, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.7183/2326-3768.4.1.71>. Acesso em: 19 out. 2018.

QUATREHOMME, G. **Traité de Anthropologie Médico-légale**. 1. ed. Louvain-la-Neuve, Belgique: De Boeck, 2015. p. 10.

WARREN, M.W.; WALSH-HANEY, H.A.; FREAS, L.E. **The Forensic Anthropology Laboratory**. Boca Raton, FL: CRC Press, 2008. p. 1.

WHITE, T.D.; BLACK, M.T.; FOLKENS, P.A. **Human Osteology**. 3rd ed. Academic Press, 2012.