

Revista Brasileira de Odontologia Legal – RBOL

ISSN 2359-3466

<http://www.portalabol.com.br/rbol>



Reconstrução Facial

RECONSTRUÇÃO FACIAL FORENSE DIGITAL: UMA REVISÃO SOBRE O EMPREGO DA TÉCNICA.

A review on the use of the computer-aided forensic facial reconstruction technique.

Larissa Marcelli Lemes PARIS¹, Deisy Satie MORITSUGUI¹, Rodolfo Francisco Haltenhoff MELANI².

1. Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, Área de Concentração Odontologia Forense e Saúde Coletiva, Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

2. Professor Associado do Departamento de Odontologia Social, Área de Odontologia Forense e Saúde Coletiva, Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

Informação sobre o manuscrito

Recebido em: 02 Dez 2019

Aceito em: 02 Maio 2020

Autor para contato:

Larissa Marcelli Lemes Paris.

Avenida Professor Lineu Prestes, 2227 - Cidade Universitária - São Paulo, SP, Brasil – Código Postal: 05508-000.

E-mail: lari.marcelli@usp.br.

RESUMO

A Reconstrução Facial Forense (RFF) é uma técnica auxiliar de identificação, aplicável quando o cadáver se encontra irreconhecível em razão do estado de decomposição, carbonização ou mutilação, e pode ser realizada de forma manual ou digital. Os métodos digitais fazem uso de recursos computacionais para aproximar a aparência em vida da face do cadáver. O desenvolvimento de novas tecnologias nas áreas da imaginologia e tecnologia da informação tem permitido o aperfeiçoamento da técnica da reconstrução facial digital. O propósito deste artigo é fornecer uma visão geral do método digital de RFF, destacando a evolução do método, as vantagens e algumas limitações relacionadas ao emprego dessa técnica. A RFF digital, por meio de recursos de tecnologia da informação, permite que sejam realizados ajustes virtuais, sendo possível avaliar cada etapa da reconstrução durante o processo, corrigindo eventuais erros e produzindo diversas variações para uma mesma face, visando a facilitar um possível reconhecimento.

PALAVRAS-CHAVE

Odontologia Legal; Reconstrução facial forense; Antropologia forense.

INTRODUÇÃO

O reconhecimento facial é possível nos casos logo após a morte, desde que a face se apresente intacta ou com pouca deterioração. Nos casos de remanescentes esqueléticos, carbonizados ou mutilados torna-se difícil o processo de identificação humana. A reconstrução facial forense (RFF) consiste em uma ferramenta auxiliar

para reconstruir uma face sobre o crânio de um indivíduo morto desconhecido, com a finalidade de obter o reconhecimento que leva à identificação, uma vez que possibilita a simulação de diversos rostos até que uma das tentativas corresponda aproximadamente à face da pessoa em vida¹⁻⁴. As simulações faciais podem ser usadas para facilitar a divulgação pública,

visto que familiares ou amigos da pessoa desaparecida podem reconhecer a aproximação facial e contatar as autoridades com detalhes sobre a identidade de uma pessoa desaparecida, proporcionando a identificação ou a exclusão dessa pessoa^{1,5,6}. A RFF digital permite um número maior de ajustes, por ser realizada virtualmente, sendo possível avaliar todas as etapas da reconstrução durante o processo, corrigindo eventuais erros e produzindo diversas variações para uma mesma face, visando a facilitar um possível reconhecimento^{6,7,8}. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é apresentar os aspectos gerais da RFF digital, demonstrando a relevância desta técnica para as Ciências Forenses, ao auxiliar, de forma significativa, nos casos em que a identificação humana pelos métodos primários tenha sido inviabilizada.

REVISÃO DE LITERATURA

A ideia de escultura anatômica sobre os ossos cranianos começou na Itália, no século XVIII, por meio da anatomia plástica, na qual os músculos eram modelados com cera sobre o esqueleto. Essa técnica foi desenvolvida por Giulio Gaetano Zumbo (1656-1701), que a utilizava para criar modelos de ensino médico. Ele e outros artistas, incluindo Ercole Lelli (1702-1766) e Abraham Chovet (1704-1790), ocuparam-se da arte da anatomia plástica. Hermann Welker (1822-1897) tornou-se conhecido por ter feito desenhos de crânios supostamente de Raphael e Kant. Wilhelm His (1831-1904) mediu a profundidade dos tecidos em cadáveres para modelar um busto de

Johann Sebastian Bach. Arthur Kollmann (1858-1941) utilizou o mesmo método para reconstruir o crânio de Dante, e posteriormente, trabalhou juntamente com o escultor W. Buckley, realizando a primeira reconstrução científica: uma mulher pertencente à Idade neolítica^{1,9,10}.

O antropólogo russo Mikhail Mikhaylovich Gerasimov (1907-1970) interessou-se em reconstruir faces, através da construção dos músculos da cabeça e do pescoço e, posteriormente, com a adição de uma fina camada de argila para representar a pele. Essa técnica denominou-se anatômica ou russa, também conhecida como técnica morfoscópica, e foi aperfeiçoada por Lebedinskaya. Uma técnica alternativa foi desenvolvida nos Estados Unidos, quando o antropólogo Wilton Krogman se interessou pela técnica em 1946, e seu trabalho foi aperfeiçoado por Betty Pat Gatliff (1984), uma artista forense, e Clyde Snow, um antropólogo, o que culminou com a criação do método americano de reconstrução tridimensional.

O método morfométrico consiste em construir as camadas de tecido mole em material modelador, incluindo a anatomia subjacente, sem muitos detalhes, aproximando as profundidades de tecido, que são médias tabuladas, em um conjunto esparso de pontos de referência no crânio e interpolando-as entre eles. Enquanto isso, métodos para reconstrução 2D também foram desenvolvidos usando o trabalho inicial de Krogman, primeiro por J. Lawrence Angel e depois pelo antropólogo Caldwell. Melhorias adicionais foram feitas por Taylor (2001) e George (1987). Mais recentemente, Neave usou os métodos russo e americano,

estabelecendo as bases para a técnica combinada, que foi desenvolvida por Wilkinson e sua equipe em Manchester^{7,9}.

Atualmente, duas técnicas básicas são utilizadas na RFF: bidimensional e tridimensional. Cada técnica pode, também, ser subdividida em dois métodos: manual e digital. Os métodos manuais tridimensionais que têm sido principalmente empregados na reconstrução facial forense ou arqueológica incluem os métodos anatômico ou russo, antropométrico ou americano, e combinado (Manchester ou britânico). Quaisquer que sejam as técnicas aplicadas à RFF, esses métodos manuais compartilham da mesma premissa de relação entre a estrutura esquelética facial e o tecido mole que a envolve^{10,11,12}. Os métodos de RFF manuais requerem um alto grau de expertise anatômica^{12,13} e artística e o resultado continua sendo difícil e subjetivo^{9,12}.

Com o desenvolvimento da ciência da computação e imagens médicas, muitos métodos auxiliados por computador têm sido propostos para a reconstrução craniofacial, como a imagiologia médica, os scanners de superfície ópticos ou a laser, portáteis ou de bancada e a possibilidade de reconstruir modelos virtuais tridimensionais a partir de imagens captadas, como as que são feitas com arquivos DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*). As fontes de arquivos DICOM incluem ressonâncias magnéticas, ultrassonografias, tomografias computadorizadas convencionais, tomografia em emissão de pósitrons (PET-CT) e tomografias computadorizadas *cone-beam*. Quando não há a possibilidade de emprego de arquivos DICOM, os modelos

tridimensionais podem ser gerados por meio da técnica da fotogrametria, a qual consiste em converter diversas imagens, tomadas em diferentes ângulos, e que quando combinadas são convertidas num modelo tridimensional, inclusive com texturização^{6,14,15}. As Reconstruções Faciais Forenses digitais podem ser realizadas através de softwares livres^{4,16}, os quais permitem aos usuários realizar trabalhos de alta complexidade e operá-los de acordo com as necessidades que possuam¹⁴. Em comparação com os métodos manuais, esses métodos são consistentes, objetivos e eficientes^{14,15}.

O núcleo desses métodos digitalizados está no modelo craniofacial, que contém três componentes: modelo craniofacial, informações craniofaciais e deformação craniofacial. O modelo craniofacial corresponde ao conhecimento facial de referência, e pode ser de um indivíduo específico escolhido a partir de um banco de dados por propriedades como ancestralidade, sexo e idade do alvo do crânio, ou uma face genérica ou um modelo estatístico. As informações craniofaciais contêm a relação entre as faces e os crânios, através das informações de profundidade de tecidos moles e o mapeamento de função da forma do crânio. A deformação craniofacial pode ser baseada em *spline* de placa fina, ou em uma deformação específica de face, que é restrita e aprendida a partir de um banco de dados facial^{4,14,15}.

Quase todos os métodos digitais de reconstrução craniofacial são holísticos, pois consideram a face inteira ou o crânio para a análise da forma^{14,15}. A abordagem

específica fornece uma reconstrução do crânio desconhecido por meio de um banco de dados, e o resultado final é gerado pela combinação de todas as reconstruções em uma única reconstrução. A abordagem genérica combina o conhecimento de várias cabeças de referência e, depois, faz uma reconstrução única baseada nesse conhecimento combinado^{6,7,9}. As técnicas de RFF digitais podem ser automatizadas, baseadas em algoritmos matemáticos, semiautomatizadas, em que os algoritmos dependem de posicionamento de pontos craniométricos para funcionar, e manuais, nas quais o processo de escultura é realizado virtualmente. A aplicação desses métodos pode ser realizada em populações de interesse forense ou histórico, uma vez que o trabalho diretamente com os restos mortais é mais difícil, facilitando, assim, a atividade para a equipe forense que lida diretamente com o caso e para a comunidade acadêmica¹².

Os programas computadorizados manuais são basicamente uma adaptação dos dispositivos plásticos ao ambiente virtual, em contrapartida, os automáticos economizam tempo e independem da habilidade em escultura por parte do operador. Estes utilizam algoritmos computacionais, que são alimentados por uma base de dados previamente armazenada com informações a respeito de diversas tomografias-modelos de crânios e faces. Por intermédio das medidas do crânio, uma malha virtual, *mesh*, é adaptada sobre ele, até que os volumes e as profundidades teciduais sejam posicionados nos locais adequados, sem, contudo, a necessidade da marcação de pontos

craniométricos. Conseqüentemente, é possível elaborar, com rapidez, a reconstrução de muitos tipos de face sobre a mesma estrutura, alterando parâmetros como o Índice de Massa Corporal (IMC), idade e tabela de profundidade tecidual utilizada^{6,14}.

Com o objetivo de obter dados sobre a espessura dos tecidos moles faciais em cadáveres^{15,17}, tradicionalmente foi utilizada a técnica de punção por agulhas. Esta técnica, embora simples, barata e de fácil utilização, tem limitações devido ao grau de distorção que decorre da pressão aplicada sobre a musculatura facial^{16,18,19}. As radiografias cefalométricas laterais, as tomografias computadorizadas, a ressonância magnética e o ultrassom têm sido empregados para medir espessuras de tecidos faciais com uma análise mais precisa e não invasiva, passível de realização em sujeitos vivos. Com o progresso dos métodos de diagnóstico por imagem tridimensionais, novos equipamentos foram modificados com o propósito de coletar espessuras de tecidos moles mais precisas. O método de tomografia computadorizada *cone-beam* foi introduzido no estudo de espessuras de tecidos moles, permitindo obter imagens da cabeça, com tecidos moles e duros de um sujeito em pé, com menor exposição à radiação que na tomografia *multislice* tradicional. A imagem tridimensional de uma face obtida por meio da tomografia *cone-beam* fornece os dados faciais coletados sem a distorção dos tecidos moles causadas pela gravidade e pela posição do corpo. Dessa forma, uma grande amostra de dados de espessuras de tecidos foi

coletada de variados grupos étnicos, relacionados ao sexo, idade e IMC, e foram aplicados à RFF^{3,9,19}.

Dados médios de espessuras de tecidos moles são de grande importância na precisão e confiabilidade da RFF digital. As reconstruções faciais, independentemente do método a ser selecionado, seja o método antropométrico, o método combinado ou os métodos automatizados, requerem o uso de dados médios de espessura de tecido retirados de uma população relacionada^{17,19,20}. A aproximação científica dos caracteres faciais depende do conhecimento dos traços populacionais e espessuras médias de tecidos moles que sobrepõem pontos craniométricos conhecidos, bem como a posição dos lábios e olhos, dentre outros. Fazendo uso dessas diretrizes, é possível produzir, com sucesso, imagens semelhantes à relação das porções cutâneas do sujeito vivo. As áreas com os maiores desafios encontram-se em torno da região do nariz, bochecha e zigoma. As diferenças observadas entre a reconstrução e o alvo podem estar relacionadas ao conjunto de dados médios de tecidos moles usado no processo de reconstrução^{14,19}. A pesquisa no campo da reconstrução de tecidos moles faciais visa a desenvolver métodos de reconstrução mais rápidos e precisos.

A face é um dos objetos geométricos mais complexos do mundo natural^{14,15}. A precisão da reconstrução pode ser dividida em três tipos: método de avaliação qualitativa subjetiva, método de avaliação quantitativa objetiva e o método de combinação de avaliação subjetiva e objetiva^{18,21}. No período inicial de estudos

de precisão em RFF, máscaras mortuárias ou fotografias do cadáver foram comparadas com as faces reconstruídas para determinar a semelhança. Essas tentativas foram consideradas estudos qualitativos primitivos sobre a precisão da RFF. Para avaliar a precisão de uma reconstrução, dois métodos podem ser utilizados, o método de reconhecimento e o método de semelhança. O primeiro compara a reconstrução facial realizada com um conjunto de imagens de rostos, incluindo o indivíduo-alvo, aferindo a capacidade do cadáver ser reconhecido a partir de um grupo de rostos. A segunda necessita que os avaliadores determinem os níveis de semelhança entre a reconstrução facial e a fotografia do alvo²²⁻²⁴. Embora o mecanismo ideal para avaliar a precisão de uma aproximação facial seja combinar os dois métodos, o teste de semelhança permite que as características faciais sejam analisadas individualmente, como o nariz real e o reconstruído de um indivíduo. Neste caso, a precisão da estrutura facial não é quantificada. Uma maneira de quantificar essa precisão é comparar as proporções previstas e reais da estrutura facial^{25,26}.

A RFF tridimensional digital automatizada demonstra vantagens significativas sobre os métodos tradicionais manuais, tais como aumento na eficiência, produzindo diversas variações para uma mesma face, e afastamento parcial da subjetividade do profissional. As ferramentas de visualização aprimoradas permitem a exposição do osso e da pele, juntamente com muitos ajustes de transparência, sendo possível avaliar a reconstrução durante o processo, corrigindo

eventuais erros. Apresenta um baixo risco de danificar o crânio e a possibilidade de remontagem de fragmentos de crânio ou a substituição de porções ausentes^{15,16}.

A conversão de um crânio em um modelo tridimensional tem implicações promissoras para a antropologia forense, pois permite aos peritos armazená-lo digitalmente. Se houver necessidade, os modelos tridimensionais podem ser prototipados por intermédio de réplicas físicas, elaboradas em gesso resinado ou outros materiais. O armazenamento dessas imagens tridimensionais permite a criação de um banco de dados antropológicos, constituído por um acervo de material ósseo, que pode contribuir como fonte para pesquisadores de diversas áreas^{6,8}. Em comparação com os métodos manuais, a automação da aproximação facial oferece maior objetividade e possibilidade de padronização.

No entanto, alguns desafios da RFF digital também são observados, uma vez que as faces reconstruídas estão sujeitas à influência do modelo utilizado, pois os modelos são geralmente baseados numa base de dados limitada. Numa tentativa de reduzir esta limitação, pesquisadores têm coletado grandes quantidades de dados de diferentes determinantes, como idade, sexo, e composições corporais. A falta de padronização e a baixa correlação entre estruturas ósseas faciais e características faciais suaves, também reduzem a precisão da estimativa¹. Outra limitação é a escassez de estudos de confiabilidade e precisão publicados. Adicionalmente, alguns métodos podem ser demorados e dependentes de experiência do operador^{15,16}, uma

desvantagem também inerente aos métodos manuais^{1,8,19}.

O nível de precisão necessário para que uma reconstrução facial resulte em reconhecimento ainda não é claramente conhecido, contudo, embora não seja possível produzir um retrato exato, a RFF deve permitir estimar a morfologia facial com precisão suficiente para permitir o reconhecimento¹⁶. Casos forenses bem-sucedidos demonstram que as técnicas de as técnicas de RFF digitais produzem resultados que se assemelham muito as faces reais, permitindo o seu reconhecimento⁷, porém, há uma necessidade crescente de determinar um protocolo claro e reproduzível para avaliar a qualidade da reconstrução facial em relação à face real do sujeito. Apesar de evoluções expressivas nos últimos 15 anos, ainda não existe uma ferramenta assistida por computador para auxiliar a aproximação facial que seja aceita por toda a comunidade forense²⁶.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Reconstrução Facial Forense digital, em razão do emprego de novas tecnologias nas áreas de imagiologia e de computação gráfica, tem contribuído para o aperfeiçoamento de técnicas que produzam o reconhecimento facial. Apresenta, notadamente, vantagens sobre os métodos tradicionais manuais possibilitando um espectro de variações para uma mesma face, assim como o afastamento parcial da subjetividade do profissional. A RFF digital permite a visualização e correção da reconstrução em cada etapa do processo, diminuindo a ocorrência de erros e

viabilizando uma maior padronização do método. No entanto, a base de dados ainda é limitada a respeito das espessuras de tecidos moles, assim como há uma escassez de estudos para atestar a confiabilidade e a precisão dessa técnica.

Adicionalmente, ainda não existe uma ferramenta de tecnologia da informação com aplicação na aproximação facial que seja amplamente reconhecida pela comunidade forense internacional.

ABSTRACT

Forensic craniofacial reconstruction (CFR) is an auxiliary identification technique applicable when the corpse is unrecognizable due its state of decomposition, carbonization or mutilation. CFR can be performed either manually or digitally. Manual methods consist of the physical modeling on a cranial replica, whereas digital methods make use of computational resources to approximate the facial appearance prior to death. The development of new technologies in the areas of medical imaging and information technology has fostered the digital facial reconstruction technique. The purpose of this article is to provide an overview of digital CFR method, presenting possibilities and limitations related to the use of this technique. Digital CFR, through information technology resources, allows virtual adjustments to be made, making it possible to evaluate each stage of the reconstruction process, correcting errors and providing several variations of the same face, in order to facilitate recognition.

KEYWORDS

Forensic dentistry; Forensic facial reconstruction; Forensic anthropology.

REFERÊNCIAS

1. Decker S, Ford J, Davy-Jow S, Faraut P, Neville W, Hilbelink D. Who is this person? A comparison study of current three-dimensional facial approximation methods. *Forensic Sci Int.* 2013;229(1-3). <http://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2013.03.028>.
2. Richard AH, Parks CL, Monson KL. Assessment of presentation methods for ReFace computerized facial approximations. *Forensic Sci Int.* 2014;242:283-92. <http://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2014.06.014>.
3. Utsuno H, Kageyama T, Uchida K, Ishii N, Minegishi S, Uemura K, et al. Establishment of a prediction method for the mid-facial region of unknown human Mongoloid skeletal remains. *Forensic Sci Int.* 2018;288:297-303. <http://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2018.04.052>.
4. Strapasson RAP, Costa C, Melani RFH. Forensic Facial Approximation: Study of the Nose in Brazilian Subjects. *Journal of Forensic Sciences.* 2019 May 31;64(6):1640-5. <http://dx.doi.org/10.1111/1556-4029.14081>.
5. Richard AH, Monson KL. Recognition of computerized facial approximations by familiar assessors. *Sci Justice.* 2017;57(6):431-8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scijus.2017.06.004>.
6. Gietzen T, Brylka R, Achenbach J, Zum Hebel K, Schömer E, Botsch M, et al. A method for automatic forensic facial reconstruction based on dense statistics of soft tissue thickness. *PLoS ONE.* 2019;14(1):e0210257. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0210257>.
7. Lee WJ, Yoon AY, Song MK, Wilkinson CM, Shin DH. The archaeological contribution of forensic craniofacial reconstruction to a portrait drawing of a Korean historical figure. *J Archaeol Sci.* 2014;49(1):228-36. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2014.05.022>.
8. Ubelaker DH, Shamlou A, Kunkle A. Contributions of forensic anthropology to positive scientific identification: a critical Review. *Forensic Sciences Research.* 2018 Oct 8;4(1):45-50. <http://dx.doi.org/10.1080/20961790.2018.1523704>.
9. Claes P, Vandermeulen D, De Greef S, Willems G, Clement JG, Suetens P. Computerized craniofacial reconstruction: Conceptual framework and review. *Forensic Science Int.* 2010;201(1-3):138-45. <http://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2010.03.008>.
10. Lee WJ, Wilkinson CM, Hwang HS. An Accuracy Assessment of Forensic Computerized Facial Reconstruction Employing Cone-Beam Computed Tomography from Live Subjects. *J Forensic Sci.* 2012;57(2):318-27. <http://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2010.03.008>.

- 8.
11. Lindsay KE, Rühli FJ, Deleon VB. Revealing the Face of an Ancient Egyptian: Synthesis of Current and Traditional Approaches to Evidence-Based Facial Approximation. *Anat Rec.* 2015;298(6):1144–61. <http://dx.doi.org/10.1002/ar.23146>.
12. Pereira JGD, Magalhães LV, Costa PB, Silva RHA da. Reconstrução facial forense tridimensional: técnica manual vs. técnica digital. *Revista Brasileira de Odontologia Legal.* 2017;46–54. <http://dx.doi.org/10.21117/rbol.v4i2.111>.
13. Wilkinson C. Facial reconstruction - anatomical art or artistic anatomy? *J Anat.* 2010;216(2): 235-250. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-7580.2009.01182.x>
14. Short LJ, Khambay B, Ayoub A, Erolin C, Rynn C, Wilkinson C. Validation of a computer modelled forensic facial reconstruction technique using CT data from live subjects: A pilot study. *Forensic Sci Int.* 2014;237. <http://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2013.12.042>.
15. Deng Q, Zhou M, Wu Z, Shui W, Ji Y, Wang X, et al. A regional method for craniofacial reconstruction based on coordinate adjustments and a new fusion strategy. *Forensic Sci Int.* 2016;259:19–31. <http://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2015.10.033>.
16. Miranda GE, Wilkinson C, Roughley M, Beaini TL, Melani RFH. Assessment of accuracy and recognition of three-dimensional computerized forensic craniofacial reconstruction. *PLoS One.* 2018;13(5). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0196770>.
17. Stephan CN, Preisler R. In vivo facial soft tissue thicknesses of adult Australians. *Forensic Sci Int.* 2018;282:220.e1-220.e12. <http://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2017.11.014>.
18. Shui W, Zhou M, Deng Q, Wu Z, Ji Y, Li K, et al. Densely calculated facial soft tissue thickness for craniofacial reconstruction in Chinese adults. *Forensic Sci Int.* 2016;266:573.e1-573.e12. <http://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2016.07.017>.
19. Stephan CN, Meikle B, Freudenstein N, Taylor R, Claes P. Facial soft tissue thicknesses in craniofacial identification: Data collection protocols and associated measurement errors. *Forensic Science International.* 2019 Nov;304:109965. <http://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2019.109965>.
20. Bulut O, Jessica Liu CY, Koca F, Wilkinson C. Comparison of three-dimensional facial morphology between upright and supine positions employing three-dimensional scanner from live subjects. *Leg Med.* 2017;27:32–7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.legalmed.2017.06.002>.
21. Zhao J, Liu C, Wu Z, Duan F, Wang K, Jia T, et al. Craniofacial Reconstruction Evaluation by Geodesic Network. *Comput Math Methods Med.* 2014;2014:1–9. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/943647>.
22. Parks CL, Richard AH, Monson KL. Preliminary performance assessment of computer automated facial approximations using computed tomography scans of living individuals. *Forensic Sci Int.* 2013;233(1–3):133–9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2013.08.031>.
23. Fernandes CMS, Pereira FD, da Silva JV, Serra C. Is characterizing the digital forensic facial reconstruction with hair necessary? A familiar assessors' analysis. *Forensic Sci Int.* 2013;229(1–3):36–9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2013.03.036>.
24. Lee WJ, Wilkinson CM, Hwang HS, Lee SM. Correlation Between Average Tissue Depth Data and Quantitative Accuracy of Forensic Craniofacial Reconstructions Measured by Geometric Surface Comparison Method. *J Forensic Sci.* 2015;60(3):572–80. <http://dx.doi.org/10.1111/1556-4029.12726>
25. Strapasson RAP, Herrera LM, Melani RFH. Forensic Facial Reconstruction: Relationship Between the Alar Cartilage and Piriform Aperture. *J Forensic Sci.* 2017;62(6):1460–5. <http://dx.doi.org/10.1111/1556-4029.13494>.
26. Guyomarc'h P, Dutailly B, Charton J, Santos F, Desbarats P, Coqueugniot H. Anthropological facial approximation in three dimensions (AFA3D): Computer-assisted estimation of the facial morphology using geometric morphometrics. *J Forensic Sci.* 2014;59(6):1502–16. <http://dx.doi.org/10.1111/1556-4029.12547>.