

A Aproximação Facial Digital 3D do *Homo floresiensis* Baseada em Deformação Anatômica



Cicero Moraes

3D Designer, Arc-Team Brazil, Sinop-MT, Brasil

Luca Bezzi

Arqueólogo, Arc-Team, Cles-TN, Itália

Alessandro Bezzi

Arqueólogo, Arc-Team, Cles-TN, Itália

Data da publicação: 6 de junho de 2023

ISSN: 2764-9466 (Vol. 4, nº 1, 2023)

DOI: 10.6084/m9.figshare.23304077

Aviso: Este capítulo está em estágio de finalização (*preprint*) podendo conter erros gramaticais, na formatação das citações, etc. A versão final será publicada assim que as devidas correções forem efetuadas.

Atenção: Este material utiliza a seguinte licença Creative Commons: **Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0)**.

Aviso: O presente trabalho trata-se de uma pesquisa independente, sem vinculação com qualquer instituição e sem fins comerciais, com objetivos meramente didáticos no campo da computação gráfica 3D. É imprescindível que o leitor leia o material com bastante cuidado, de modo a não levantar ou propagar informações imprecisas sobre o mesmo, que foi confeccionado com muito zelo e está pleno de recursos disponíveis a quem se interessar pelas linhas de pesquisas aqui apresentadas.

3.1 Introdução

3.1.1 *Homo floresiensis*

Em outubro de 2003 um esqueleto foi encontrado na caverna de Liang Bua, localizada na Ilha de Flores, Indonésia, e recebeu o nome com as iniciais do local, passando a ser conhecida como LB1 (Liang Bua 1). Segundo os estudos iniciais, tratava-se de um indivíduo que pertenceu ao gênero *Homo*, de baixa estatura (1,06 m), provavelmente do sexo feminino, com o volume do endocrânio entre 380 e 417 cm³ e morto há ~16.000-18.000 anos antes do presente (BP). Por conta do seu mosaico de características que dificultavam a compatibilização ampla com outros homínidos conhecidos, foi classificado como *Homo floresiensis*. Apresentado ao mundo em 2004, recebeu uma alcunha inspirada na grande popularidade da franquia de filmes do Senhor dos Anéis e seus diminutos e carismáticos personagens, passando a ser conhecido como o Hobbit de Flores [C1] [C2] [C3] [C4] [C5].

Se por um lado, a descoberta provocou grande assombro e interesse técnico, frente às novidades que apresentava, por outro levantou um significativo debate sobre a autenticidade dos argumentos que indicavam uma nova espécie, cujas reduzidas dimensões poderiam ser o resultado do que se conhece por nanismo insular. Dentre várias abordagens, alguns pesquisadores contra argumentaram que, na verdade, tal descoberta poderia ser um indivíduo pertencente ao grupo dos *Homo sapiens* que sofrera uma série de síndromes e com um quadro de microcefalia. Frente ao ineditismo estrutural do *Homo floresiensis* e a escassez de dados, os argumentos indicando que se trata de uma nova espécie ainda se mantêm firmes e com aparente vantagem, mas o debate segue vivo,

algo esperado (e fomentado) no meio científico [C2] [C3] [C4] [C5].

Depois de sua descoberta e popularização, uma série de aproximações faciais do crânio LB1 foram apresentadas, com abordagens diferentes, algumas mais atreladas a elementos arcaicos dos ossos e outras a elementos modernos, utilizando dados de humanos modernos para gerar o rosto do Hobbit de Flores [C6].

3.1.2 As Mostras Faces da Evolução e FACCE

Nos anos 2013 e 2014 os autores trabalharam na composição de duas mostras que cobriam a evolução humana. Uma no Brasil, nomeada de Faces da Evolução, sendo realizada em 2013 nas dependências do Museu Egípcio e Rosacruz [C7] e outra nomeada de FACCE - i molti volti della storia umana, realizada em 2015 nas dependências do Museu de Antropologia da Universidade de Estudos de Pádua, Itália [C8]. Na ocasião, o crânio do *Homo floresiensis* foi modelado a partir de imagens ortográficas [C9], gerando a base para a confecção de duas faces com abordagens diferentes, uma apresentada na mostra de 2013, produto de escultura digital [C10] e outra gerada a partir da técnica de deformação anatômica [C11].

No decorrer de mais de uma década dedicada ao estudo da aproximação facial, os autores têm atualizado alguns trabalhos, de modo a comparar as aproximações e analisar a evolução das técnicas empregadas. Dois exemplos que ilustram tal abordagem são os casos da múmia Tothmea, cuja face foi apresentada em 2012 [C12] e posteriormente em 2019 [C13] e Santo Antônio de Pádua, que teve o rosto apresentado em 2014 [C14] e posteriormente em 2022, com artigo publicado no journal Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage (DAACH) [C15]. Tais exemplos remetem apenas a indivíduos *Homo sapiens*, sendo este trabalho a primeira revisita a uma espécie diferente já trabalhada pela equipe.

É importante pontuar que, todas as aproximações supracitadas que foram executadas pela atual equipe, bem como todas as demais apresentadas nas mostras abordadas, foram disponibilizadas na plataforma Wikimedia Commons, sob licença Creative Commons (<https://bit.ly/3WQtxOx>).

3.1.3 Materiais e Métodos

A reconstrução facial forense (RFF) ou aproximação facial forense (AFF) [C16] é uma técnica auxiliar de reconhecimento, que reconstrói/aproxima a face de um indivíduo a partir do seu crânio e é utilizada quando há escassa informação para a identificação de um indivíduo [C17]. Nota-se que a técnica não se trata de identificação, como aquelas oferecidas por DNA ou análise comparativa de arcos dentários, mas sim de reconhecimento que pode levar à posterior identificação.

Por se tratar de um animal extinto e sem análogos modernos completamente compatíveis, o presente trabalho valeu-se apenas da abordagem conhecida como deformação anatômica, a ser explanada a frente. Com a exceção do uso dos marcadores de espessura de tecido mole e traçado do perfil da face, os autores seguiram a mesma abordagem apresentada em Abdullah et al. 2022 [C18] e Moraes e Santos 2023 [C19].

O processo de modelagem foi efetuado no software Blender 3D, rodando o *add-on* OrtogOnBlender (http://www.ciceromoraes.com.br/doc/pt_br/OrtogOnBlender/index.html) e seu submódulo ForensicOnBlender. O programa e o *add-on* são gratuitos, de código aberto e multiplataforma, de modo que podem rodar no Windows (>=10), no MacOS (>=BigSur) e no Linux (=Ubuntu 20.04).

No caso do presente trabalho, foi utilizado um computador *desktop* com as seguintes características:

- Processador Intel Core I9 9900K 3.6 GHZ/16M; 64 GB de memória RAM;
- GPU GeForce 8 GB GDDR6 256-bit RTX 2070;
- Placa mãe Gigabyte 1151 Z390; SSD SATA III 960 GB 2.5";
- SSD SATA III 480 GB 2.5";
- Water Cooler Masterliquid 240V;
- Linux 3DCS (<https://github.com/cogitas3d/Linux3DCS>), baseado no Ubuntu 20.04.

A tomografia computadorizada do crânio LB1, gentilmente disponibilizada pelo Dr. Peter Brown em seu site pessoal, para trabalhos sem fins comerciais [C20], foi importada pelo OrtogOnBlender (Fig.3.1, A) utilizando dois valores (*factors*) de *threshold* fixados em -300 para o fóssil completo e 200 para a região óssea [C21], resultando em uma malha 3D com algumas regiões faltantes e complementadas com o espelhamento da região mais completa de modo a reconstruir a região com o defeito (Fig.3.1, B). A tomografia de um doador virtual é importada de modo a proceder com a técnica de deformação anatômica, inicialmente um *Homo sapiens* (neste ponto é possível comparar de modo ortogonal a diferença das

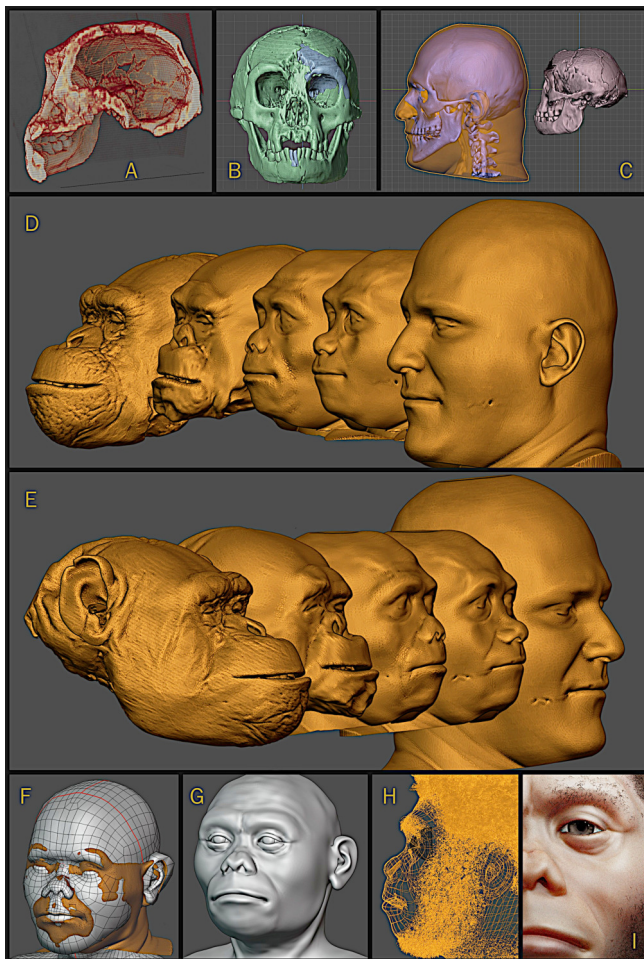


Figura 3.1: Etapas da aproximação facial por deformação anatômica.

dimensões entre os crânios) (Fig.3.1, C) e posteriormente um *Pan troglodytes* (Fig.3.1, D e E). Tal técnica foi amplamente utilizada desde o ano de 2013 e passou por testes de avaliação que consistiam na conversão de uma espécie em outra, como a deformação de um *Pan troglodytes* para um *Gorilla gorilla* e vice-e-versa, sendo bem sucedida na abordagem [C22]. Por apresentar características de espécies diferentes na estrutura do seu crânio, a deformação anatômica do *Homo floresiensis* foi feita em três etapas: 1) O ajuste do crânio, do tecido mole e endocrânio de um humano à estrutura do *H. floresiensis*, 2) O ajuste do crânio, do tecido mole e endocrânio de um *Pan troglodytes* à estrutura do *H. floresiensis* e 3) A interpolação das duas deformações em apenas uma contendo elementos mistos (Fig.3.1, D e E ao centro). A técnica de deformação mista é utilizada há quase uma década pela equipe que compôs este trabalho e um exemplo da sua aplicação pode ser observado em um vídeo no YouTube (<https://www.youtube.com/watch?v=zNAGJHC4pPI>). Naquela oportunidade a deformação era efetuada com o modificador Lattice do Blender, atualmente ela é efetuada no modo de edição com o Proportional ativo (https://youtu.be/xig5_EcIFWA). Uma vez que a deformação está completa, a malha facial de outra aproximação facial é aproveitada e ajustada sobre a face interpolada (Fig.3.1, F), seguindo a abordagem descrita em Abdullah et al. 2022 [C18] e Moraes e Santos 2023 [C19]. A malha facial recebe ajustes estruturais via escultura digital com auxílio de uma mesa digitalizadora (Wacom Bamboo CTL-470), mas que poderia ser efetuada com um mouse sem grandes dificuldades (Fig.3.1, G). Em seguida a configuração anterior da pelagem é ajustada de modo a se compatibilizar com um misto de distribuição superficial presente no *Pan troglodytes* e no *Homo sapiens* (Fig.3.1, H). Finalmente a textura e material da superfície também é reajustado e a iluminação digital composta de modo a evidenciar os detalhes estruturais da face (Fig.3.1, I).

3.1.4 Resultados

Foram trabalhadas duas abordagens relacionadas a aproximação facial, uma mais objetiva e outra mais artística. A abordagem objetiva consistiu em um busto dotado dos elementos intimamente ligados aos aspectos anatômicos da aproximação e uma vez que a etapa inicial do processo foi composta apenas por dados colhidos de tomografias, foi possível gerar uma face anatomicamente coerente, em escala de cinza, pois não é possível saber com exatidão a coloração da pele, também sem pelos e cabelos, posto que não há informações acerca da configuração destas estruturas (Fig. Fig.3.2, Fig.3.3, Fig.3.4, Fig.3.5).

A abordagem mais artística consiste em uma imagem com a coloração da pele e com pelos (Fig.3.6 e Fig.3.7). Ainda que contenha elementos especulativos acerca



Figura3.2: Aproximação facial objetiva, ¾.



Figura3.4: Aproximação facial objetiva, lateral.

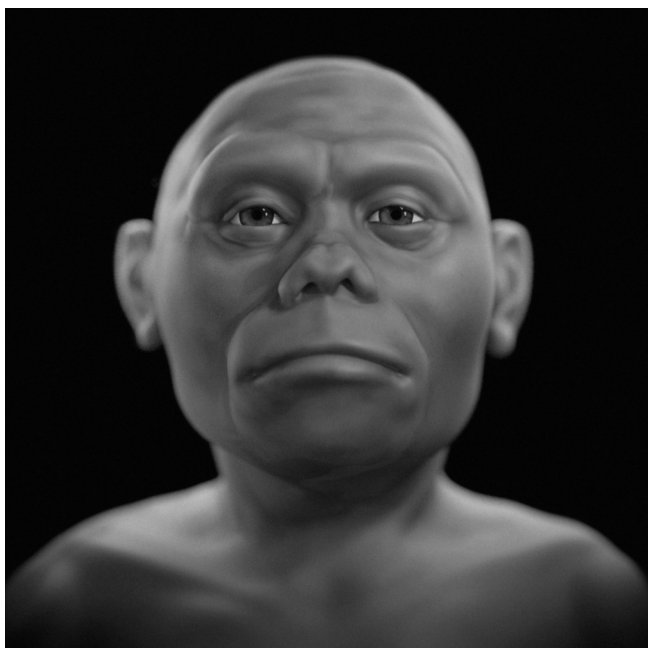


Figura3.3: Aproximação facial objetiva, frontal.

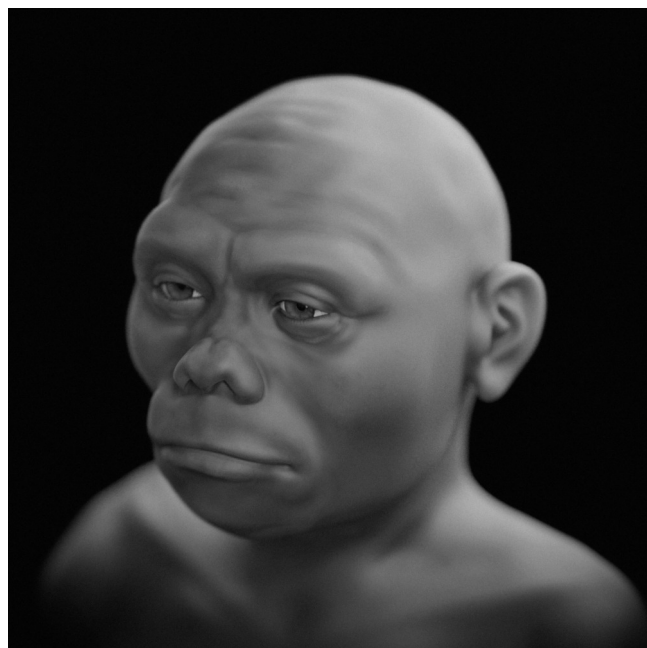


Figura3.5: Aproximação facial objetiva, lateral superior.

da aparência do indivíduo, por se tratar de um trabalho que será apresentado ao público geral, fornece os elementos necessários para que passe um aspecto vivificado do hominídeo, muito difícil de se viabilizar apenas com a exposição do crânio e pobre de apelo visual na imagem objetiva em escala de cinza.



Figura3.6: Aproximação facial com elementos especulativos, 3/4.



Figura3.7: Aproximação facial com elementos especulativos, frontal.

O endocrânio do *Homo floresiensis*, segmentado a partir da malha advinda da tomografia computadorizada resultou em 422 cm³/ml, o que o torna compatível com o range de 380 e 417 cm³ apresentado em outros estudos [C1] [C2] [C3] [C4] [C5]. Além da segmentação do endocrânio LB1, também foram segmenta-

dos os dois outros advindos das deformações anatômicas do *Homo sapiens*, cujo volume deformado é de 446 cm³ (+5,69%) e do *Pan troglodytes*, cujo volume deformado é de 450 cm³ (+6,22%). As diferenças positivas (+) de volume apresentadas nas deformações anatômicas podem ser explicadas principalmente pela diferença de espessura do osso craniano, significativamente menor nas tomografias nos animais modernos utilizados nesta abordagem. Um fato potencialmente interessante se revelou ao se observar os endocrânios resultantes lado a lado, o volume do *Homo floresiensis* parece contar com elementos dos dois outros, sendo o relacionado ao *Pan troglodytes* localizado na porção anterior central e o do *Homo sapiens* mais marcadamente próxima ao plano central na região inferior (Fig.3.8).

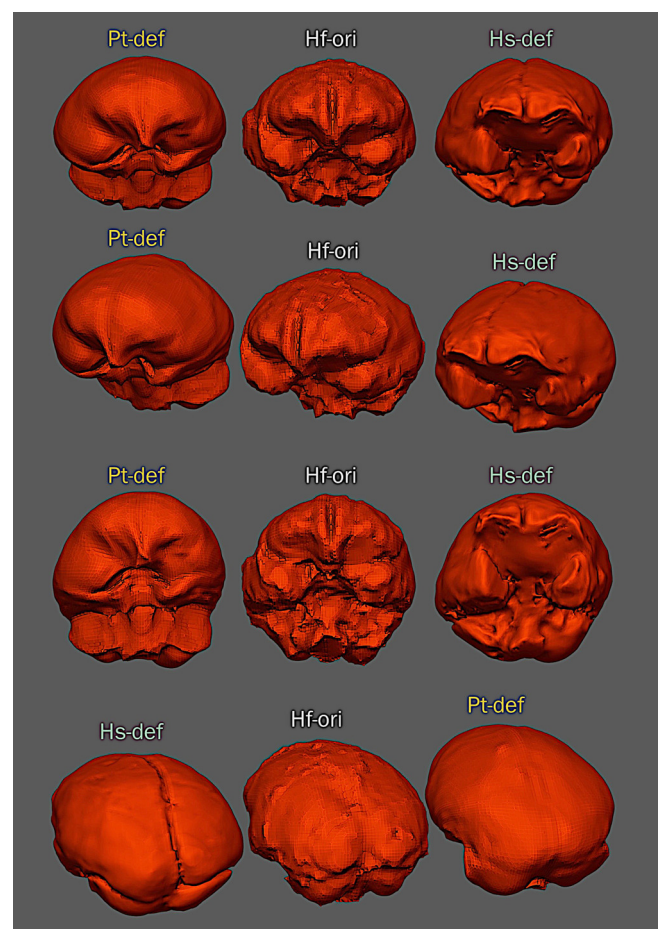


Figura3.8: Comparação entre os volumes dos endocrânios. Pt-def: *Pan troglodytes* depois da deformação anatômica para se adequar ao crânio a ser aproximado, Hf-ori: *Homo floresiensis* original e Hs-def: *Homo sapiens* após deformação anatômica para se adequar ao crânio a ser aproximado.

Para se ter uma ideia mais clara acerca da possível compatibilidade do *Homo floresiensis* com animais modernos, especialmente primatas, o cluster gerado pelos dados de volume do endocrânio (disponível em Moraes e Santos 2023 [C19]) foi complementado por dados extraídos de tomografias e crânios/cabeças de outros animais, disponíveis em portais como o Digital Morphology Museum (KUPRI), Japão (<http://dmm.pri>).

kyoto-u.ac.jp/ o site está desativado desde maio de 2023), o Digital Morphology (<http://digimorph.org/>) e o Sketchfab (<https://sketchfab.com/>). Além dos animais modernos, os crânios de homínídeos das mostras brasileira e italianas supracitadas foram utilizados e plotados juntamente com os demais (Fig.3.9, Fig.3.10).

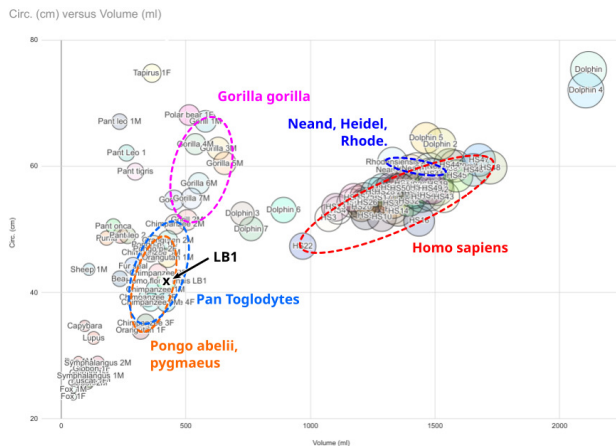


Figura3.9: Cluster de distribuição de animais diferentes. Volume na horizontal e circunferência da cabeça na vertical (n=107).

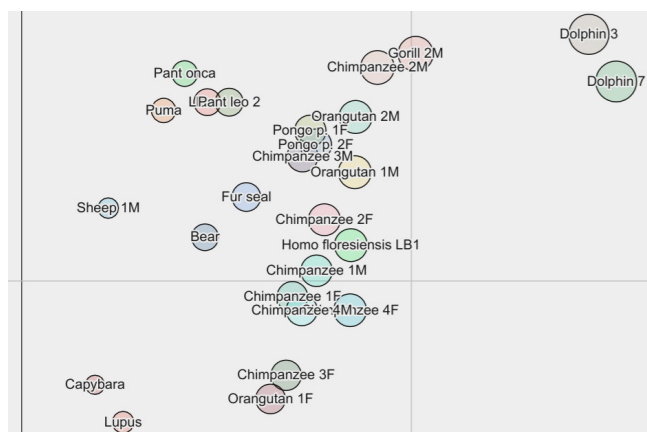


Figura3.10: Zoom na região do cluster onde está presente o *Homo floresiensis* (ao centro).

Ao se posicionar em um gráfico 2D a relação entre o volume do endocrânio e a circunferência da cabeça, a posição do *Homo floresiensis* LB1 divide o espaço com chimpanzés (*Pan troglodytes*) e orangotangos (*Pongo abelii/pygmaeus*), bem como a proximidade entre espécies evidencia uma afinidade maior com os gorilas (*Gorilla gorilla*) do que com humanos modernos (*Homo sapiens*). Se aplicada a abordagem descrita por Moraes et al. 2023 [C23], onde a conversão do endocrânio para o volume cerebral é uma redução de 9,81%, o valor resultante para o cérebro do *Homo floresiensis* é de ~381 cm³/ml. Se tal valor for comparado com a média esperada para um humano moderno do sexo feminino, que é de 1116 cm³ (±90) [C24], teremos uma diferença de -731 cm³, ou seja, -8,17 SD.

Um teste com a projeção de elementos faciais e do

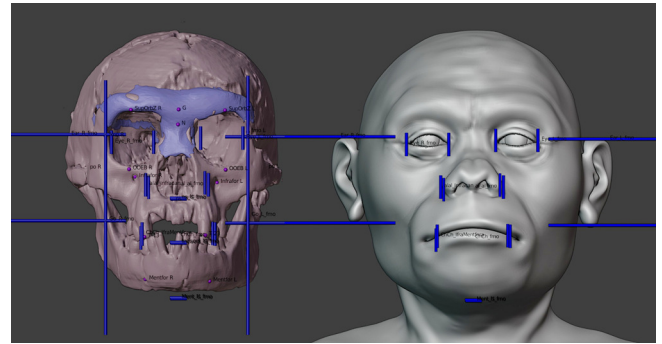


Figura3.11: Projeções efetuadas a partir da distância fmo-fmo (representado pelas linhas verticais maiores).

esqueleto, a partir da proporção da distância entre os pontos fmo-fmo (orbital frontomalar) [C25], resultou em limites bastante compatíveis com o crânio e o tecido mole do exemplar LB1 (Fig.3.11). Observa-se que os limites dos incisivos e do mento no eixo Z, estão dentro do desvio padrão, já os limites dos gônios, que nos humanos modernos geralmente coincidem com o fmo, no LB1 revelou uma mandíbula mais expandida no eixo X, o que explica a face robusta, grosso modo, tendendo a um “formato quadrado”. No tecido mole percebe-se que os limites dos olhos (eixo X), nariz (eixo X) e orelhas (eixo Z), projetados pela proporção fmo-fmo casaram perfeitamente com a aproximação facial, já os lábios excederam os limites esperados para o ch-ch (chellion, eixo X). Isso se explica pela projeção dos dentes no eixo X, ser significativamente maior do que em humanos modernos, o que faz com que o arco dos lábios seja também maior, algo corroborado pelas deformações anatómicas em espécies diferentes. Duas aulas sobre como utilizar as projeções faciais a partir de pontos anatômicos no OrtogOnBlender estão disponíveis abertamente pela internet: Aula 1 de 2 (<https://youtu.be/U6oYkEmfyWo>), Aula 2 de 2 (<https://youtu.be/Vcz2e5uSFX8>).

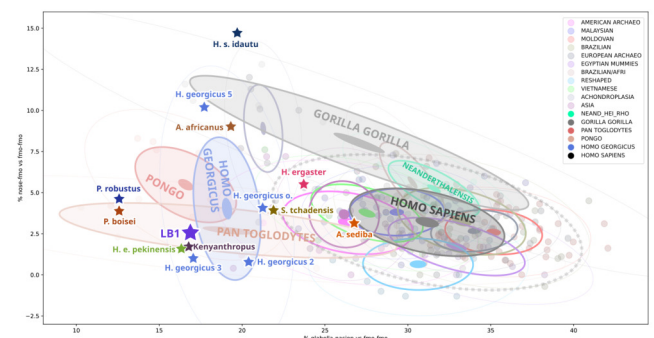


Figura3.12: Cluster relacionados às medidas na região dos ossos e osso nasal (n=258).

A distância fmo-fmo, além de auxiliar a projeção de estruturas faciais, também se mostrou útil no agrupamento populacional efetuado a partir da comparação com outras duas medidas na região dos olhos e do nariz. Inicialmente os trabalhos se concentraram em medições efetuadas apenas em humanos mo-

dermos e arqueológicos [C26], mas posteriormente os pesquisadores incrementaram o banco de dados com outras espécies (Fig.3.12). Neste trabalho a versão mais completa do gráfico plotado mostra uma afinidade do *Homo floresiensis* com os grupos compostos por chimpanzés (*Pan troglodytes*, indivíduos do gênero espécie *Homo georgicus*, orangotangos (*Pongo*) e samples únicos de um *Kenyanthropus* e um *Homo erectus pekinensis*. No caso do *Homo sapiens*, uma segunda elipse pontilhada, cobrindo ~95% da amostra evidencia o distanciamento em relação ao *Homo floresiensis* (LB1).

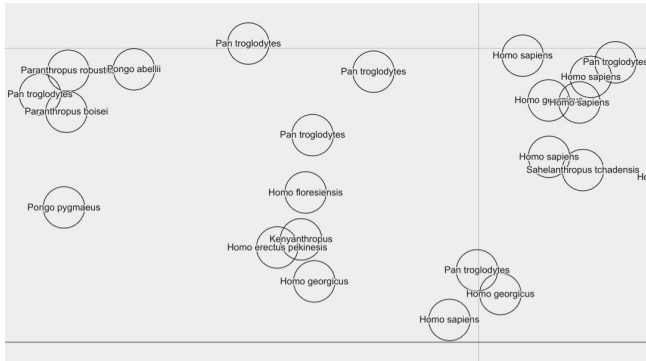


Figura3.13: Zoom na distribuição das espécies com o *Homo floresiensis* ao centro.

Ao observar a distribuição das espécies com maior proximidade (zoom) (Fig.3.13), nota-se que o posicionamento do *Homo floresiensis* se distancia dos pontos mais extremos da amostra humana, entre outras espécies, em uma região de “transição” estrutural, curiosamente lembrando os quadros 17 e 18 de um gif animado, apresentado no topo de um trabalho postado por um dos autores (C.M.) há 9 anos, ao demonstrar a conversão de um *Homo sapiens* em um *Australopithecus afarensis* em um trabalho acerca do uso da deformação anatômica na aproximação facial (<http://www.ciceromoraes.com.br/blog/?p=1767>).

3.1.5 Conclusão

Mais uma vez a técnica de deformação anatômica se mostrou útil na aproximação facial de homínidos extintos, uma vez que supre a ausência de marcadores de espessura de tecido mole, indisponíveis para o gênero/espécie *Homo floresiensis*. A composição de um modelo resultante da interpolação de dois análogos modernos oferece ao público geral uma versão da face mais coerente com a mistura de elementos de espécies diferentes, evidenciados no crânio LB1.

3.2 Agradecimentos

Ao Dr. Richard Gravalos, ao Dr. Peter Brown e ao Digital Morphology Museum (KUPRI) por cederam as tomografias computadorizadas utilizadas na aproximação facial digital apresentada neste trabalho.

Referências Bibliográficas

- [A1] Serra da Capivara (Portuguese) - UNESCO multimedia archives. (2023). Retrieved January 25, 2023, from <https://www.unesco.org/archives/multimedia/document-3544-Por-2>
- [A2] Notícias. (2023). Retrieved January 25, 2023, from <http://fumdam.org.br/>
- [A3] Lourdeau, A. (2019). A Serra da Capivara e os primeiros povoamentos sul-americanos: uma revisão bibliográfica. In Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas (Vol. 14, Issue 2, pp. 367–398). FapUNIFESP (SciELO). <https://doi.org/10.1590/1981.81222019000200007>
- [A4] Lessa, A., & Guidon, N. (2002). Osteobiographic analysis of skeleton I, Sítio Toca dos Coqueiros, Serra da Capivara National Park, Brazil, 11,060 BP: First results. In American Journal of Physical Anthropology (Vol. 118, Issue 2, pp. 99–110). Wiley. <https://doi.org/10.1002/ajpa.10084>
- [A5] Nelson, A. R. (2005). ?Osteobiographics? of Dos Coqueiros Paleoindian reconsidered: Comment on Lessa and Guidon (2002). In American Journal of Physical Anthropology (Vol. 126, Issue 4, pp. 401–403). Wiley. <https://doi.org/10.1002/ajpa.20072>
- [A6] Hubbe, M., Neves, W. A., do Amaral, H. L., & Guidon, N. (2007). “Zuzu” strikes again—Morphological affinities of the early holocene human skeleton from Toca dos Coqueiros, Piauí, Brazil. In American Journal of Physical Anthropology (Vol. 134, Issue 2, pp. 285–291). Wiley. <https://doi.org/10.1002/ajpa.20668>
- [A7] Menéndez, L. P., López-Sosa, M. C., Monteiro da Silva, S. F. S., Martin, G., Pessis, A.-M., Guidon, N., & Solari, A. (2022). Morphometric affinities and direct radiocarbon dating of the Toca dos Coqueiros’ skull (Serra da Capivara, Brazil). In Scientific Reports (Vol. 12, Issue 1). Springer Science and Business Media LLC. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-11893-3>
- [A8] Pivetta, M. (2023). Nova vitrine no Sertão. Retrieved January 25, 2023, from <https://revistapesquisa.fapesp.br/nova-vitrine-no-sertao/>
- [A9] Museu Apresenta Nova reconstrução digital de Múmia Egípcia. (2019). Retrieved January 25, 2023, from <https://bit.ly/3Hbl9lD>
- [A10] Stephan, C. N. (2003). Anthropological facial ‘reconstruction’ – recognizing the fallacies, ‘unembracing’ the errors, and realizing method limits. In Science & Justice (Vol. 43, Issue 4, pp. 193–200). Elsevier BV. [https://doi.org/10.1016/s1355-0306\(03\)71776-6](https://doi.org/10.1016/s1355-0306(03)71776-6)
- [A11] Stephan, C. N. (2015). Facial Approximation-From Facial Reconstruction Synonym to Face Prediction Paradigm. In Journal of Forensic Sciences (Vol. 60, Issue 3, pp. 566–571). Wiley. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.12732>
- [A12] Forret, P. (2023). Megapixel. Retrieved January 25, 2023, from <https://toolstud.io/photo/megapixel.php?compare=video&calculate=uncompressed&width=3024&height=4032>
- [A13] Moraes, C. (2020). Ortogonblender - O Que É e aspectos técnicos. Retrieved January 25, 2023, from http://www.ciceromoraes.com.br/doc/pt_br/OrtogOnBlender/OrtogOnBlender_Como_Funciona.html#photogrammetry-start
- [A14] Moraes, C. (2020). OpenMVG+OpenMVS. Retrieved January 25, 2023, from http://www.ciceromoraes.com.br/doc/pt_br/OrtogOnBlender/OrtogOnBlender_Como_Funciona.html#openmvg-openmvs
- [A15] Moraes, C., Kimura, R. N., Bezzi, L., & Bezzi, A. (2022). Fotogrametria com Limpeza de Pontos, Alinhamento e Redimensionamento Automáticos no OrtogOnBlender. Doi: /10.6084/M9.FIGSHARE.19450283. http://ortogonline.com/doc/pt_br/OrtogOnLineMag/4/Aruco.html
- [A16] Abdullah, J. Y., Moraes, C., Saidin, M., Rajion, Z. A., Hadi, H., Shahidan, S., & Abdullah, J. M. (2022). Forensic Facial Approximation of 5000-Year-Old Female Skull from Shell Midden in Guar Kepah, Malaysia. In Applied Sciences (Vol. 12, Issue 15, p. 7871). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/app12157871>
- [A17] Moraes, C. (2019). Apiuna - Lagoa Santa. Retrieved January 25, 2023, from http://ciceromoraes.com.br/doc/pt_br/Moraes/Apiuna.html
- [A18] Moraes, C. (2019). Diarum - Lagoa Santa. Retrieved January 25, 2023, from http://ciceromoraes.com.br/doc/pt_br/Moraes/Diarum.html
- [A19] Abdullah, J. Y., Saidin, M., Rajion, Z. A., Hadi, H., Mohamad, N., Moraes, C., & Abdullah, J. M. (2021). Using 21st-Century Technologies to Determine the Cognitive Capabilities of a 11,000-Year-Old Perak Man Who Had Brachymesoplangia Type A2. In Malaysian Journal of Medical Sciences (Vol. 28, Issue 1, pp. 1–8). Penerbit Uni-

versiti Sains Malaysia. <https://doi.org/10.21315/mjms2021.28.1.1>

- [A20] Moraes, C., Suharschi, I., Abdullah, J. Y., Quang, D. N., Santos, M. E., Machado, M. P. S., & Beaini, T. L. (2022). Agrupamento em Clusters de Populações a partir de Comparações com a Distância Orbital Frontomalar (fmo-fmo). figshare. <https://doi.org/10.6084/M9.FIGSHARE.20161013>
- [A21] Beaini, T. L., Miamoto, P., Duailibi-Neto, E. F., Tedeschi-Oliveira, S. V., Chilvarquer, I., & Melani, R. F. H. (2021). Facial soft tissue depth measurements in cone-beam computed tomography: A study of a Brazilian sample. In *Legal Medicine* (Vol. 50, p. 101866). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.legalmed.2021.101866>
- [A22] Moraes, C., Abdullah, J. Y., & Abdullah, J. M. (2022). Mensuração de Dados Faciais Ortográficos em Malaios e Comparação com Brasileiros. <https://doi.org/10.6084/M9.FIGSHARE.20000720>
- [A23] Moraes, C. (2022). Sistema Complementar de projeção nasal em reconstruções/Aproximações Faciais forenses. Retrieved January 25, 2023, from <https://bit.ly/3WxPlwV>
- [A24] Moraes, C. (2022, May 07). Sistema Complementar de projeção nasal em reconstruções/Aproximações Faciais forenses. Retrieved January 25, 2023, from [https://youtu.be/F205kLQ-Oo¹](https://youtu.be/F205kLQ-Oo<sup>1</sup)
- [A25] Moraes, C., & Suharschi, I. (2022). Mensuração de Dados Faciais Ortográficos em Moldavos e Comparação com Outras Populações. <https://doi.org/10.6084/M9.FIGSHARE.20089754>
- [A26] Moraes, C., Gravalos, R., Machado, C., Chilvarquer, I., Curi, J., & Beaini, T. (2022). Proposta de Protocolo para Traçados Frontais da Face. Retrieved January 25, 2023, from <https://bit.ly/3j3pIpU>
- [A27] Moraes, C. (2022, July 21). Forensiconblender - Traçado Automático das Estruturas do Tocado mole 1/2. Retrieved January 25, 2023, from <https://youtu.be/U6oYkEmfyWo>
- [A28] Moraes, C. (2022, July 21). Forensiconblender - Traçado Automático das Estruturas do Tocado mole 2/2. Retrieved January 25, 2023, from <https://youtu.be/Vcz2e5uSFX8>
- [A29] Cicero Moraes, Dornelles, R., & Rosa, E. D. (2021). Sistema de Reconstrução de Tomografia Computadorizada Baseado no Slicer 3D e no DicomToMesh. <https://doi.org/10.6084/M9.FIGSHARE.13513890>
- [A30] Moraes, C. (2021). O homem de Perak. Retrieved January 25, 2023, from http://www.ciceromoraes.com.br/doc/pt_br/Moraes/PerakMan.html
- [A31] AUTODESK (2018). Polygonal modeling. Retrieved January 25, 2023, from <https://autode.sk/401Qkbu>
- [A32] Neubauer, S., Hublin, J.-J., & Gunz, P. (2018). The evolution of modern human brain shape. In *Science Advances* (Vol. 4, Issue 1). American Association for the Advancement of Science (AAAS). <https://doi.org/10.1126/sciadv.aao5961>
- [B1] Vermeersch, P. M., Gijssels, G., & Paulissen, E. (1984). Discovery of the Nazlet Khater man, Upper Egypt. In *Journal of Human Evolution* (Vol. 13, Issue 3, pp. 281–286). Elsevier BV. [https://doi.org/10.1016/s0047-2484\(84\)80013-5](https://doi.org/10.1016/s0047-2484(84)80013-5)
- [B2] Crevecoeur, I. (2012). The Upper Paleolithic Human Remains of Nazlet Khater 2 (Egypt) and Past Modern Human Diversity. In *Modern Origins* (pp. 205–219). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-2929-2_14
- [B3] Bouchneb, L., & Crevecoeur, I. (2009). The inner ear of Nazlet Khater 2 (Upper Paleolithic, Egypt). In *Journal of Human Evolution* (Vol. 56, Issue 3, pp. 257–262). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2008.12.003>
- [B4] Vermeersch, P. M., Paulissen, E., Gijssels, G., Otte, M., Thoma, A., van Peer, P., & Lauwers, R. (1984). 33,000-yr old chert mining site and related Homo in the Egyptian Nile Valley. In *Nature* (Vol. 309, Issue 5966, pp. 342–344). Springer Science and Business Media LLC. <https://doi.org/10.1038/309342a0>
- [B5] Crevecoeur, I., Rougier, H., Grine, F., & Froment, A. (2009). Modern human cranial diversity in the Late Pleistocene of Africa and Eurasia: Evidence from Nazlet Khater, Peștera cu Oase, and Hofmeyr. In *American Journal of Physical Anthropology* (Vol. 140, Issue 2, pp. 347–358). Wiley. <https://doi.org/10.1002/ajpa.21080>
- [B6] Thoma, A. (1984). Morphology and affinities of the Nazlet Khater man. In *Journal of Human Evolution* (Vol. 13, Issue 3, pp. 287–296). Elsevier BV. [https://doi.org/10.1016/s0047-2484\(84\)80014-7](https://doi.org/10.1016/s0047-2484(84)80014-7)
- [B7] Moraes, C., Dornelles, R., & Rosa, E. D. (2021). Digitalização 3D de Faces a partir de Vídeos. figshare. <https://doi.org/10.6084/M9.FIGSHARE.14075456>
- [B8] Moraes, C., Bezzi, L., Bezzi, A., Šindelář, J., Rosa, E. da, & Dornelles, R. (2022). Modelo 3D vs Fotogrametria por Imagens e Vídeo. figshare. <https://doi.org/10.6084/M9.FIGSHARE.20633262>
- [B9] Bruner E., and Manzi G. (2002). The virtual replica of Nazlet Khater, Egypt. *Cranium and*

¹ <https://youtu.be/F205kLQ-Oo>

- mandible: first results. In Vermeersch, P. M. (Ed.). *Palaeolithic quarrying sites in Upper and Middle Egypt* (pp. 337-345). Leuven University Press.
- [B10] Moraes, C., Gravalos, R., Machado, C. R., CHILVARQUER, I., Curi, J., & Beaini, T. L. (2022). Investigação de Preditores Anatômicos para o Posicionamento dos Globos Oculares, Asas Nasais, Projeção dos Lábios e Outros a partir da Estrutura do Crânio. figshare. <https://doi.org/10.6084/M9.FIGSHARE.19686294>
- [B11] Moraes, C., & Suharschi, I. (2022). Mensuração de Dados Faciais Ortográficos em Moldavos e Comparação com Outras Populações. figshare. <https://doi.org/10.6084/M9.FIGSHARE.20089754>
- [B12] Moraes, C., Beaini, T. L., & Santos, M. E. (2023). A Aproximação Facial Forense do Crânio de Jericó (BM 127414), ~9000 AP. Figshare. <https://doi.org/10.6084/M9.FIGSHARE.21772343>
- [B13] Stephan, C. N. (2015). Facial Approximation-From Facial Reconstruction Synonym to Face Prediction Paradigm. In *Journal of Forensic Sciences* (Vol. 60, Issue 3, pp. 566-571). Wiley. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.12732>
- [B14] Pereira, J. G. D., Magalhães, L. V., Costa, P. B., & Silva, R. H. A. da. (2017). RECONSTRUÇÃO FACIAL FORENSE TRIDIMENSIONAL: TÉCNICA MANUAL VS. TÉCNICA DIGITAL. In *Revista Brasileira de Odontologia Legal* (pp. 46-54). Revista Brasileira de Odontologia Legal. <https://doi.org/10.21117/rbol.v4i2.111>
- [B15] Abdullah, J. Y., Moraes, C., Saidin, M., Rajion, Z. A., Hadi, H., Shahidan, S., & Abdullah, J. M. (2022). Forensic Facial Approximation of 5000-Year-Old Female Skull from Shell Midden in Guar Kepah, Malaysia. In *Applied Sciences* (Vol. 12, Issue 15, p. 7871). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/app12157871>
- [B16] El-Mehallawi, I. H., & Soliman, E. M. (2001). Ultrasonic assessment of facial soft tissue thicknesses in adult Egyptians. In *Forensic Science International* (Vol. 117, Issues 1-2, pp. 99-107). Elsevier BV. [https://doi.org/10.1016/s0379-0738\(00\)00453-9](https://doi.org/10.1016/s0379-0738(00)00453-9)
- [B17] Moraes, C., Sobral, D. S., Mamede, A., & Beaini, T. L. (2021). Sistema Complementar de Projeção Nasal em Reconstruções/Aproximações Faciais Forenses. figshare. <https://doi.org/10.6084/M9.FIGSHARE.17209379>
- [B18] Neubauer, S., Hublin, J.-J., & Gunz, P. (2018). The evolution of modern human brain shape. In *Science Advances* (Vol. 4, Issue 1). American Association for the Advancement of Science (AAAS). <https://doi.org/10.1126/sciadv.aao5961>
- [B19] Hofman, M.A. A Biometric Analysis of Brain Size in Micrencephalics. *J Neurol* 1984, 231, 87-93, doi:10.1007/BF00313723
- [B20] Ritchie, S.J.; Cox, S.R.; Shen, X.; Lombardo, M.V.; Reus, L.M.; Alloza, C.; Harris, M.A.; Alderson, H.L.; Hunter, S.; Neilson, E.; et al. Sex Differences in the Adult Human Brain: Evidence from 5216 UK Biobank Participants. *Cerebral Cortex* 2018, 28, 2959-2975, doi:10.1093/cercor/bhy109
- [B21] Moraes, C., Šindelář, J., & Drbal, K. (2022). A Aproximação Facial Forense do Crânio Mladě 1. figshare. <https://doi.org/10.6084/M9.FIGSHARE.20435787>
- [B22] Moraes, C., Suharschi, I., Abdullah, J. Y., Quang, D. N., Santos, M. E., Machado, M. P. S., & Beaini, T. L. (2022). Agrupamento em Clusters de Populações a partir de Comparações com a Distância Orbital Frontomalar (fmo-fmo). figshare. <https://doi.org/10.6084/M9.FIGSHARE.20161013>
- [C1] Brown, P., Sutikna, T., Morwood, M. J., Soejono, R. P., Jatmiko, Wayhu Saptomo, E., & Awe Due, R. (2004). A new small-bodied hominin from the Late Pleistocene of Flores, Indonesia. In *Nature* (Vol. 431, Issue 7012, pp. 1055-1061). Springer Science and Business Media LLC. <https://doi.org/10.1038/nature02999>
- [C2] Argue, D., Donlon, D., Groves, C., & Wright, R. (2006). Homo floresiensis: Microcephalic, pygmy, Australopithecus, or Homo? In *Journal of Human Evolution* (Vol. 51, Issue 4, pp. 360-374). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2006.04.013>
- [C3] Aiello, L. C. (2010). Five years of Homo floresiensis. In *American Journal of Physical Anthropology* (p. 167-169). Wiley. <https://doi.org/10.1002/ajpa.21255>
- [C4] Falk, D., Hildebolt, C., Smith, K., Morwood, M. J., Sutikna, T., Brown, P., Jatmiko, Saptomo, E. W., Brunnsden, B., & Prior, F. (2005). The Brain of LB1, Homo floresiensis. In *Science* (Vol. 308, Issue 5719, pp. 242-245). American Association for the Advancement of Science (AAAS). <https://doi.org/10.1126/science.1109727>
- [C5] Groves, C. (2007). The Homo floresiensis Controversy. In *HAYATI Journal of Biosciences* (Vol. 14, Issue 4, pp. 123-126). Bogor Agricultural University. <https://doi.org/10.4308/hjb.14.4.123>
- [C6] Hayes, S., Sutikna, T., & Morwood, M. (2013). Faces of Homo floresiensis (LB1). In *Journal of Archaeological Science* (Vol. 40, Issue 12, pp. 4400-4410). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2013.06.028>
- [C7] Moraes, C. (2013). Faces da evolução – exposição de Aproximações Faciais Forenses em Curitiba-

- Pr. Cícero Moraes. <http://www.ciceromoraes.com.br/blog/?p=1071>
- [C8] Bezzi, A.; Bezzi, L.; Moraes, C.; Carrara, N.; Piviani, T.; Tiziani, M. Facce. I Molti Volti Della Storia Umana. UNA Mostra OpenSource. 2015. Available online: http://www.archcalc.cnr.it/indice/Suppl_8/35_Bezzi_et_al.pdf (accessed on 5 April 2022).
- [C9] Moraes, C. (2013.). Homo floresiensis (parte 1 de 2) – modelagem do crânio. Cícero Moraes. <http://www.ciceromoraes.com.br/blog/?p=1025>
- [C10] Moraes, C. (2013). Homo floresiensis (parte 2 de 2) – sculpting E renderização. Cícero Moraes. <http://www.ciceromoraes.com.br/blog/?p=1056>
- [C11] Moraes, C. (2019). Cícero Moraes. Homo floresiensis (Hobbit). http://www.ciceromoraes.com.br/doc/pt_br/Moraes/Flores.html
- [C12] SANTOS, M. E. ; MORAES, Cícero . Vida por toda a Eternidade: Tothmea Renascida pela Novas Tecnologias. Jornal Philia, Rio de Janeiro, p. 2 - 3, 01 jul. 2016. https://www.researchgate.net/publication/337810558_Vida_por_toda_eternidade_Tothmea_renascida_pelas_novas_tecnologias
- [C13] Wikimedia Foundation. (2023, January 13). Tothmea. Wikipedia. <https://pt.wikipedia.org/wiki/Tothmea>
- [C14] Carrara N., Bezzi L., Moraes C. (2014) “Il volto del Santo. La ricostruzione Facciale Forense di Sant'Antonio di Padova”, in L. Bertazzo (cur.), Il Santo, vol. 54, fascicoli 2-3, Padova, pp. 523-527. <https://bit.ly/42t1Lcn>
- [C15] Moraes, C., Bezzi, L., & Carrara, N. (2023). The 3D digital facial approximation of Saint Anthony of Padua. In Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage (Vol. 28, p. e00255). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.daach.2022.e00255>
- [C16] Stephan, C. N. (2015). Facial Approximation-From Facial Reconstruction Synonym to Face Prediction Paradigm. In Journal of Forensic Sciences (Vol. 60, Issue 3, pp. 566–571). Wiley. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.12732>
- [C17] Pereira, J. G. D., Magalhães, L. V., Costa, P. B., & Silva, R. H. A. da. (2017). RECONSTRUÇÃO FACIAL FORENSE TRIDIMENSIONAL: TÉCNICA MANUAL VS. TÉCNICA DIGITAL. In Revista Brasileira de Odontologia Legal (pp. 46–54). Revista Brasileira de Odontologia Legal. <https://doi.org/10.21117/rbol.v4i2.111>
- [C18] Abdullah, J. Y., Moraes, C., Saidin, M., Rajion, Z. A., Hadi, H., Shahidan, S., & Abdullah, J. M. (2022). Forensic Facial Approximation of 5000-Year-Old Female Skull from Shell Midden in Guar Kepah, Malaysia. In Applied Sciences (Vol. 12, Issue 15, p. 7871). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/app12157871>
- [C19] Moraes, C., & Elias Santos, M. (2023). A Aproximação Facial do Crânio de Nazlet Khater 2. figshare. <https://doi.org/10.6084/M9.FIGSHARE.22557598>
- [C20] Brown, P. (2021). Peter Brown's Australian and Asian palaeoanthropology. Peter Brown's Australian and Asian Palaeoanthropology. <https://www.peterbrown-palaeoanthropology.net/>
- [C21] Moraes, C., Dornelles, R., & Rosa, E. D. (2021). Sistema de Reconstrução de Tomografia Computadorizada Baseado no Slicer 3D e no DicomToMesh. figshare. <https://doi.org/10.6084/M9.FIGSHARE.13513890>
- [C22] Bezzi, L.; Moraes, C. Archaeological forensic facial reconstruction with FLOSS, in: 43 Rd Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology. In Proceedings of the Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology, Siena, Italy, 30 March–3 April 2015; p. 416. https://www.researchgate.net/publication/281460757_Archaeological_forensic_facial_reconstruction_with_FLOSS
- [C23] Moraes, C., Habicht, M. E., Galassi, F. M., Varotto, E., Beaini, T. L. (2023): Pharaoh Tutankhamun: a novel 3D digital facial approximation. Italian Journal of Anatomy and Embryology. Preprint. https://www.researchgate.net/publication/371120172_Pharaoh_Tutankhamun_a_novel_3D_digital_facial_approximation/related
- [C24] Ritchie, S. J., Cox, S. R., Shen, X., Lombardo, M. V., Reus, L. M., Alloza, C., Harris, M. A., Alderson, H. L., Hunter, S., Neilson, E., Liewald, D. C. M., Auyeung, B., Whalley, H. C., Lawrie, S. M., Gale, C. R., Bastin, M. E., McIntosh, A. M., & Deary, I. J. (2018). Sex Differences in the Adult Human Brain: Evidence from 5216 UK Biobank Participants. In Cerebral Cortex (Vol. 28, Issue 8, pp. 2959–2975). Oxford University Press (OUP). <https://doi.org/10.1093/cercor/bhy109>
- [C25] Moraes, C., & Suharschi, I. (2022). Mensuração de Dados Faciais Ortográficos em Moldavos e Comparação com Outras Populações. figshare. <https://doi.org/10.6084/M9.FIGSHARE.20089754>
- [C26] Moraes, C., Suharschi, I., Abdullah, J. Y., Quang, D. N., Santos, M. E., Machado, M. P. S., & Beaini, T. L. (2022). Agrupamento em Clusters de Populações a partir de Comparações com a Distância Orbital Frontomalar (fmo-fmo). figshare. <https://doi.org/10.6084/M9.FIGSHARE.20161013>