

# **Investigação de Preditores Anatômicos para o Posicionamento dos Globos Oculares, Asas Nasais, Projeção dos Lábios e Outros a partir da Estrutura do Crânio**

**Cicero Moraes**

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

**Richard Gravalos**

*Cirurgião Dentista, Especialista em Cirurgia e Traumatologia  
Buco-Maxilo-Facial, Especialista em Ortodontia, Especialista em  
Saúde Pública/Saúde da Família*

**Carla Reis Machado**

*Cirurgiã dentista, doutoranda do programa de pós-graduação da  
Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia  
(PPGO-UFU)*

**Israel Chilvarquer**

*Cirurgião dentista, Professor Associado do Departamento de  
Estomatologia e Professor Pleno do Curso de Pós-Graduação do  
Programa de Diagnóstico Oral da Faculdade de Odontologia da  
Universidade de São Paulo (FOUSP)*

### **Janaina Curi**

*Cirurgiã dentista, Professora do curso de Odontologia legal da FUNDECTO-USP*

### **Thiago Leite Beaini**

*Cirurgião Dentista, Professor Assistente - Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG*

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.19686294>

O presente capítulo tem por objetivo apresentar os resultados de um estudo efetuado com 33 exames de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) anônimas. O estudo procurou investigar estruturas cranianas, em projeção média ortogonal (2D) a fim de que funcionassem como preditores para a dimensão de importantes regiões frontais da face como a posição das pupilas, linha central dos lábios (ch-ch), asas nasais e outros, a partir de modelos tridimensionais do crânio.

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

## **4.1 Introdução**

Há tempos que a face, e suas proporções, são largamente estudadas. Inúmeras abordagens propõem determinar qual é a relação ideal entre as estruturas anatômica como lábio, nariz e órbita entre si e qual a proporção exata entre estruturas ósseas e tecidos moles, dentre esses podemos citar **medidas áureas**<sup>21</sup>, **cefalometrias**<sup>22</sup> entre outros **estudos**<sup>23</sup> já desenvolvidos.

No campo das ciências forenses, é de extrema importância conhecer profundamente a morfofisiologia dos tecidos e seu posicionamento

---

<sup>21</sup> <https://www.medisculpt.co.za/golden-ratio-beautiful-face/>

<sup>22</sup> <https://blog.dentalcremer.com.br/cefalometria-e-ortodontia-parte-i/>

<sup>23</sup> <https://www.nature.com/articles/srep45340>

tridimensional na face para que profissionais como: designers, arqueólogos, paleontólogos, cientistas forenses, entre outros, possam analisar e/ou recriar a aparência de humanos e outros animais com precisão. Esses conhecimentos também são aproveitados no vasto campo da cirurgia e próteses faciais é imprescindível a predição dos movimentos a serem realizados nos pacientes candidatos a procedimentos cirúrgicos. Procedimentos que visam restabelecer a função e determinar harmonia facial, sendo que a soma desses dois fatores trazem ao paciente um conceito de beleza de acordo com a região em que vive, cultura e época que se encontra. Sem o conhecimento preciso das proporções entre as estruturas citadas e a face é impossível se chegar a um resultado satisfatório. Apesar das poucas referências claras entre algumas estruturas e o crânio, a relação entre essas e a aparência do indivíduo é muito acentuada. Dentre essas estruturas anatômicas relevantes na face três delas se destacam e são alvo deste estudo.

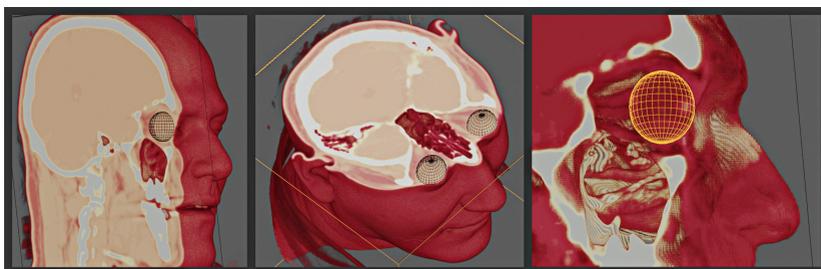
**Nariz:** Encontra-se no centro da face tanto no sentido vertical como horizontal, ou seja, é a estrutura predominante no terço médio da face. Tem a nobre função de inspirar o ar, filtrá-lo e aquecê-lo, preparando-o para ser recebido pelos pulmões. É peça fundamental para um dos 5 sentidos sensoriais humanos, o olfato, sendo constituído por osso, cartilagens, tecido adiposo e pele.

**Lábios:** Localizam-se no terço inferior da face, logo abaixo e centralizado em relação ao nariz. Exerce inúmeras funções como: fonação, sucção, promoção do selamento da boca entre o meio interno e o meio externo, auxiliam na mastigação e na fonação. Variam de cor e espessura de acordo com a ancestralidade, e são estruturas extremamente valorizadas por nós seres humanos com características estéticas importantes. É composto majoritariamente por músculos, glândulas e recoberto por mucosa.

**Órbitas:** Grandes cavidades que abrigam o globo ocular e são constituídas por partes de diversos ossos da face e do crânio que se situam no terço médio da face uma ao lado direito e outra ao lado esquerdo separadas pela raiz nasal. Em vista axial, tem formato piramidal sendo que a base situa-se na face e é visível ao observador e o ápice na porção intracraniana. A órbita é o arcabouço ósseo onde alguns músculos são alojados ou tem sua origem tais como: músculos extraoculares são um grupo de seis músculos extrínsecos do

olho. Eles são: reto superior, reto lateral, reto inferior, reto medial, oblíquo superior e oblíquo inferior. Localizados dentro da órbita, eles circundam o globo ocular completamente, facilitando seus movimentos em várias direções e músculo orbicular do olho que abrem e fecham as pálpebras. A órbita também aloja o aparelho lacrimal e o importante nervo óptico responsável em levar os estímulos captados pelo órgão ocular até o sistema nervoso central onde a informação será processada.

## 4.2 Materiais e Métodos



Figural: Capturas de telas com o posicionamento dos globos oculares *voxel data*, processo de mensuração e exemplo predictivo das estruturas da face

O trabalho contou com 33 tomografias helicoidais (CT-Scan) e feixe cônico (TCFC) que foram reconstruídas no ambiente **Blender 3D**<sup>24</sup> através do add-on **OrtogOnBlender** [A18]. O trabalho faz parte de um projeto aprovado pelo CEP-UFU (CAAE: 52592021.3.0000.5152) que visa as técnicas de reconstrução facial forense digital a partir de tomografias computadorizadas. Sendo a amostra composta por exames anônimos em banco de dados próprio, nenhum ser humano foi exposto à radiação com finalidade de pesquisa.

Inicialmente três malhas foram reconstruídas de modo automático: tecido mole, osso e dentes [A19], utilizando o banco de dados pré-configurado, que é acionado segundo o modelo do tomógrafo. A reconstrução das malhas utiliza a escala *hounsfield (threshold)* com valor único e gera um modelo na escala de 1 Blender Unit = 1 mm,

<sup>24</sup> <https://www.blender.org/>

próprio para impressão 3D e compatível com aquele utilizado por biomodelos médicos. Em face da limitação da reconstrução das malhas, que não contempla uma satisfatória segmentação automática do globo ocular, os autores optaram por reconstruir o *voxel data* [A21] da tomografia, de modo a visualizar tal estrutura (Fig. 1). Todos os planos (axial, coronal e sagital), bem como o elementos de visualização interativa do volume (Voxel\_Boolean) foi parenteado à malha Bones, correspondente ao crânio reconstruído. A manobra permitiu ao operador da interface alinhar o crânio ao plano de Frankfurt, ao passo que todos os demais elementos, inclusive o tecido mole já “parenteado”, isto é, que seguem as modificações de posicionamento e rotação que forem atribuídas ao crânio. Uma vez que a cena seja pré-configurada, com as malhas e o voxel data alinhados ao plano de Frankfurt, o operador posicionou uma esfera no local do globo ocular, fazendo pequenas alterações na escala dos eixos, de modo a adequar o modelo ao volume correspondente. Para que a esfera se encaixasse ao volume desejado, o operador precisou alterar constantemente a área visível do *voxel*, de modo a fazer pequenos ajustes até que o alinhamento se compatibilizasse.

Todos os pontos utilizados no presente capítulo (Fig. 2) seguiram a publicação **A standardized nomenclature for craniofacial and facial anthropometry** de Caple e Stephan 2016 [A4]. Pequenas esferas foram posicionadas em planos ortogonais (2D) em eixos diferentes, nos pontos de mensuração desejados (Fig. 3). A ferramenta *Measureit*<sup>25</sup> foi utilizada para o levantamento dos espaços. Para verificar a capacidade preditiva de dimensões cranianas para as estruturas que são alvo desse trabalho, foram testadas as correlações entre as seguintes medidas lineares e a posição real dos pontos anatômicos procurados.

---

<sup>25</sup> [https://docs.blender.org/manual/en/latest/addons/3d\\_view/measureit.html](https://docs.blender.org/manual/en/latest/addons/3d_view/measureit.html)

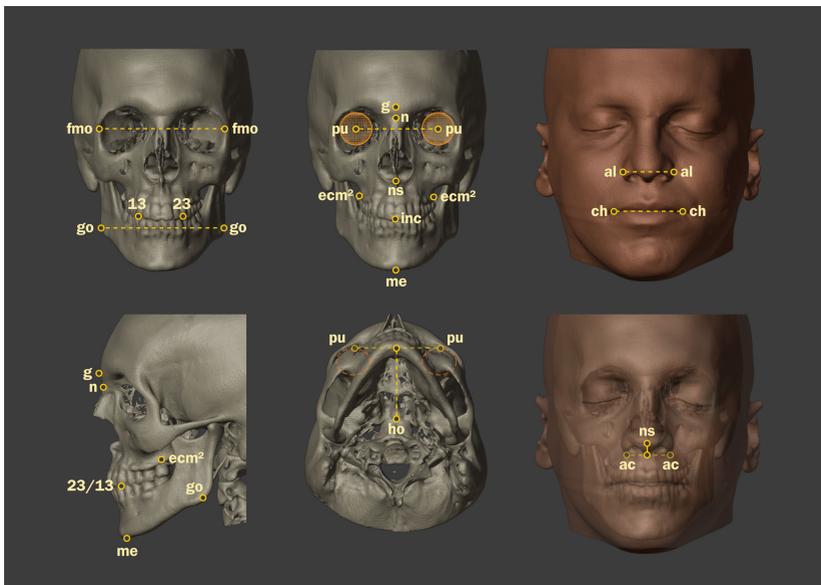


Figura2: Pontos e distâncias utilizadas no capítulo

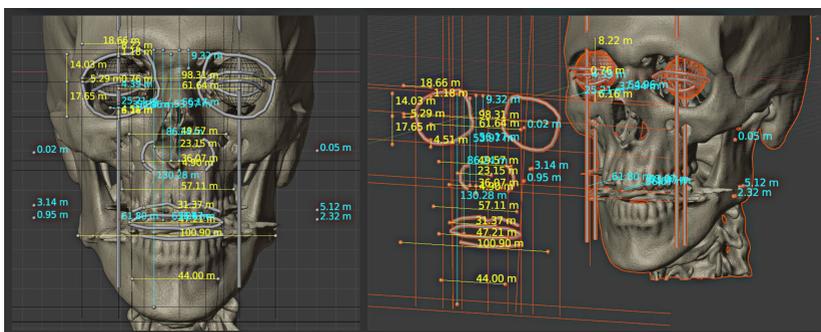


Figura3: Processo de mensuração e exemplo predictivo das estruturas da face

## 4.3 Resultados

### 4.3.1 Posicionamento do Globo Ocular

Para o posicionamento do globo ocular na órbita foram abordados os três eixos de deslocamento: X, Y e Z, em face da complexidade estrutural e da grande variação, principalmente no eixo Y.

#### Posicionamento no Eixo X (Posição horizontal)

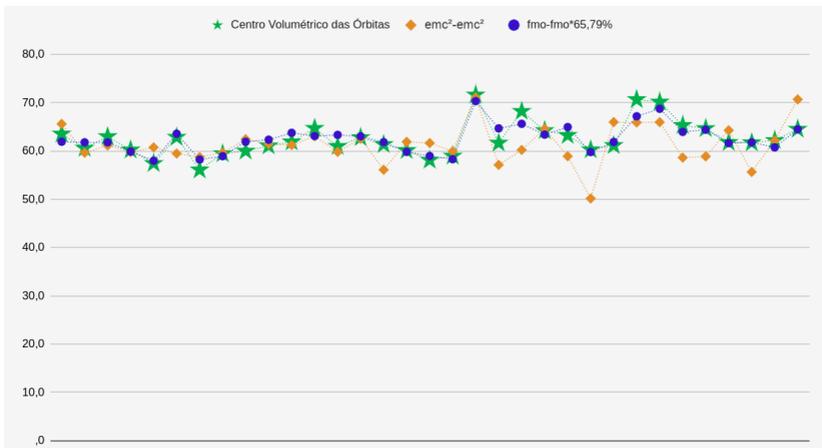


Figura4: Gráfico comparativo entre as medidas reais e as projeções do centro volumétrico das órbitas no eixo X

Inicialmente, mensurou-se a distância entre o ponto orbital frontomalar (fmo) e o centro volumétrico da órbita (ortogonal, apenas no eixo X). A média da distância frontal ortogonal foi de 16,41 mm com desvio padrão de 1,06 mm. Outra forma de se chegar à distância entre os centros dos globos oculares é mensurar o espaço (apenas no eixo X) entre os pontos orbitais frontomalares (fmo-fmo) e multiplicar por 0,6579 (correspondente a 65,79%), com desvio padrão de 1,52. Esta foi a melhor compatibilidade encontrada entre as projeções.

Há ainda a possibilidade de se projetar o centro dos olhos a partir dos dentes 16 e 26 (também ortogonal, apenas no eixo X), com desvio pa-

drão de 4,09, uma projeção com menor grau de precisão em relação ao espaço fmo-fmo, mas bastante útil no caso de faltar uma parte da maxila, de modo que a mesma possa ser projetada a partir dos dados anteriores, ou seja, na falta de volume maxilar, pode-se utilizar o espaço médio de 16,41 mm ou o 65,79% do fmo-fmo para se projetar a posição  $emc^2-emc^2$  (crista óssea na cervical dos dentes).

### Posicionamento no Eixo Z (Altura)

Assim que o posicionamento do globo ocular no eixo X é estimado, uma linha que corta a aresta superior da órbita pode ser traçada. A partir da intersecção da linha vertical traçada e da aresta da órbita, o centro do globo ocular no eixo Z vai se encontrar a uma média de 15,46 mm abaixo da mesma, com desvio padrão de 1,50.

### Posicionamento no Eixo Y

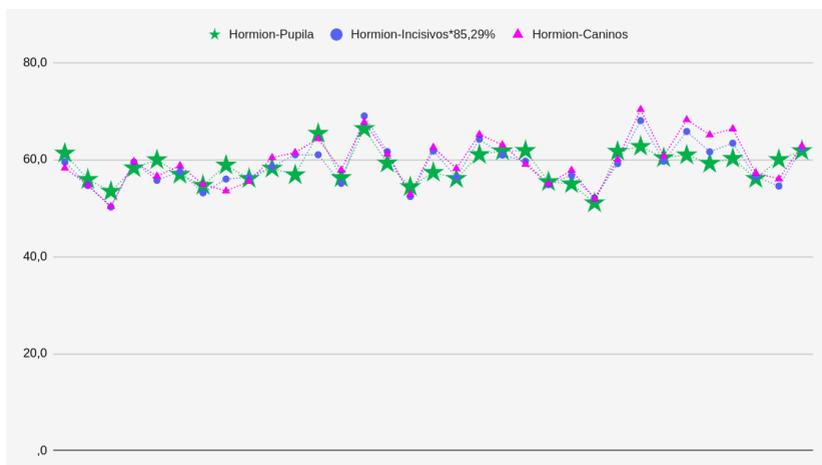


Figura5: Gráfico comparativo entre as medidas reais e as projeções do centro volumétrico das órbitas no eixo Z

Uma abordagem utilizando a média dos valores medidos, pode ser traçada a partir de um corte (clipping border) efetuado ao meio do

globo ocular já posicionado nos eixos X e Z, graças ao corte pode-se ver a posição do globo em relação à aresta inferior do osso da órbita. A partir do limite da borda externa da órbita uma linha vertical é traçada e a média da posição limite da pupila está a 5,59 mm, com desvio padrão de 2,51.

Outra forma de se saber a posição da pupila é mensurar a distância (ortogonal, no eixo Y apenas) entre o hormion (ho) e os incisivos (inc) e multiplicar por 0,8529 (ou 85,29%), com desvio padrão de 3,94. O resultado será a distância da pupila em relação ao hormion. Na ausência desta estrutura, no caso de crânios incompletos ou digitalizados com áreas faltantes, uma forma de se saber a posição da pupila é observar a face pela lateral (eixo X) e traçar uma linha vertical a partir da base do canino. Ainda que com uma precisão menor do que a projeção pelo hormion anteriormente abordada, há uma grande chance da pupila se encontrar lá, com um desvio padrão de 3,04.

Frente a variação nos dados, uma boa abordagem é cruzar a projeção pela média com a inc-ho ou pela projeção com o canino, sempre levando em consideração o desvio padrão.

### **4.3.2 Traçado Frontal das Asas do Nariz**

O traçado frontal das asas do nariz complementa o traçado lateral, apresentado no capítulo Sistema Complementar de Projeção Nasal em Reconstruções/Aproximações Faciais Forenses, já que o mesmo é focado na parte mais anterior daquela estrutura.

#### **Asa-Asa (Al-Al)**

Foram estudadas cinco abordagens para a largura limite das asas nasais (al-al), inicialmente a média geral da distância, cujo resultado foi de 36,55 mm com desvio padrão de 4,62.

A melhor projeção a partir de outros dados anatômicos foi aquela na qual somam-se a distância entre os caninos, mais a distância entre os forames infraorbitais e multiplica-se o total por 0,4335 (ou 43,35%), com desvio padrão de 4,21. Tal projeção foi a que mais se aproximou das distâncias reais. Na ausência da mandíbula ou dos

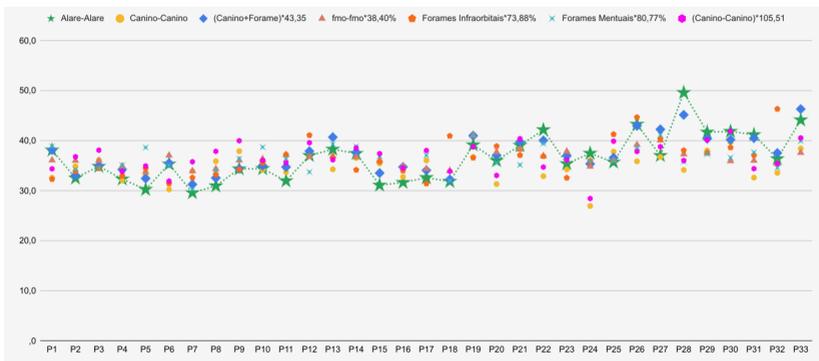


Figura6: Gráfico comparativo entre as medidas reais e as projeções das asas nasais

dados dos forames mentuais, outra projeção possível é aquela que utiliza o espaço entre os forames infraorbitais, multiplicando-o por 0,7388 (ou 73,88%) com desvio padrão de 6,10. Na ausência da mandíbula ou de parte da maxila, uma outra abordagem por ser aquela que multiplica o espaço fmo-fmo por 0,384 (ou 38,40%), com desvio padrão de 4,12.

Há ainda outras duas possibilidades, mas ambas não recomendadas, por conta da grande discrepância em relação àquelas apresentadas anteriormente. Uma utiliza duas projeções a partir da distância entre os caninos multiplicada por 1,0551 (ou 105,51%), com desvio padrão de 14,53. A outra é multiplicar o espaço entre os forames mentuais por 0,8077 (ou 80,77%), com desvio padrão de 9,07.

### Nasoespilane-Ponto da Curvatura Alar

A distância entre o marcador nasoespilane (ns) e ponto da curvatura alar (ac) é, na média, 4,51 mm com desvio padrão de 2,05. Para o desenho de uma estrutura mais harmoniosa é imprescindível seguir a projeção fornecida pelo traçado lateral do nariz, abordado no capítulo supracitado.

### 4.3.3 Traçado Frontal da Boca

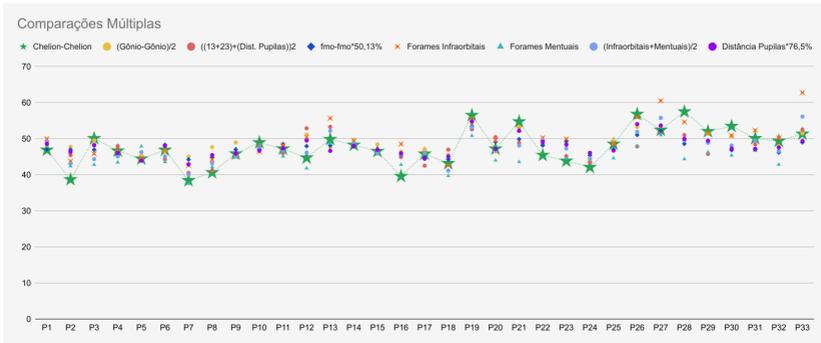


Figura7: Gráfico comparativo entre as medidas reais e a projeção da boca

A linha *chelion-chelion* (ch-ch) média foi de 47,70 mm com desvio padrão de 5. A projeção que se mostrou mais promissora foi aquela na qual se somou a distância dos forames infraorbitais, mais a distância dos forames mentuais, dividindo o resultado por dois. Outra abordagem promissora foi o uso da distância entre os gônios (limite frontal ortogonal máximo) dividida por dois. Na ausência da mandíbula e até de parte da maxila, a distância ch-ch pode ser obtida a partir da multiplicação da distância fmo-fmo por 0,5013 (ou 50,13%) com desvio padrão de 4,02. Uma projeção mais subjetiva, pois se assenta em um posicionamento com um dos elementos aproximado é aquela que utiliza a soma da distância entre as pupilas, mais a distância entre os dentes 13 e 23 (caninos), dividindo o resultado por 2. Utilizando abordagem parecida e igualmente aproximada, pode-se multiplicar a distância entre as pupilas por 0,6579 (ou 65,79%), com desvio padrão de 1,52. Há ainda a possibilidade de se utilizar a projeção direta dos forames infraorbitais e, com menor precisão, a projeção dos forames mentuais.

**Atenção:** O estudo do presente capítulo abordou apenas a distância *chelion-chelion*, ignorando a altura dos lábios, no entanto, ao menos com a amostra utilizada, a altura dos incisivos foi coerente com a dos lábios em indivíduos jovens.

### **4.3.4 Outras Projeções**

Em trabalhos de aproximação facial forense, principalmente no âmbito arqueológico, é comum que algumas partes do crânio estejam ausentes, em sua maioria a própria mandíbula. Ainda que as dimensões da mandíbula sejam difíceis de se projetar, o estudo buscou abordar esta e outras distâncias a partir de regiões disponíveis na estrutura do crânio.

#### **Glabela (Osso) e Regiões Inferiores**

##### Glabela-Nasoespinale

A distância média entre a glabela e o ponto nasoespinale foi de 59,58 mm com desvio padrão de 2,75. A projeção pode ser feita a partir da multiplicação da distância fmo-fmo por 0,6276 (ou 62,76%) com desvio padrão de 3,35.

##### Glabela - Incisivos

A distância média entre a glabela e os incisivos (dentes 11 e 21) foi de 88,95 mm com desvio padrão de 3,06. A projeção pode ser feita a partir da multiplicação da distância fmo-fmo por 0,9375 (ou 93,75%) com desvio padrão de 5,10.

##### Glabela - Mento (Osso)

A distância média entre a glabela e o mento foi de 125,91 mm com desvio padrão de 6,11. A projeção pode ser feita a partir da multiplicação da distância fmo-fmo por 1,3265 (ou 132,65%) com desvio padrão de 7,62.

## **Nasion (Osso) e Regiões Inferiores**

### Nasion-Nasoespinale

A distância média entre o nasion e o ponto nasoespinale foi de 49,05 mm com desvio padrão de 2,86. A projeção pode ser feita a partir da multiplicação da distância fmo-fmo por 0,5165 (ou 51,65%) com desvio padrão de 3,095.

### Nasion - Incisivos

A distância média entre o nasion e os incisivos (dentes 11 e 21) foi de 78,42 mm com desvio padrão de 3,65. A projeção pode ser feita a partir da multiplicação da distância fmo-fmo por 0,8264 (ou 82,64%) com desvio padrão de 5,06.

### Nasion - Mento (Osso)

A distância média entre o nasion e o mento foi de 115,38 mm com desvio padrão de 7,04. A projeção pode ser feita a partir da multiplicação da distância fmo-fmo por 1,2154 (ou 121,54%) com desvio padrão de 8,11.

## **Mandíbula**

Para a dimensão da mandíbula, utilizou-se o espaço entre os incisivos (11 e 21) e o mento (osso). A distância média foi de 36,96 mm com desvio padrão de 4,46. Uma aproximação pode ser feita multiplicando a distância entre a glabella e o incisivo por 0,4157 (ou 41,57%), com desvio padrão de 5,33. Ainda na abordagem vertical há também a possibilidade de multiplicar o espaço entre o nasion e o incisivo por 0,4712 (ou 47,12%), com desvio padrão de 5,56. Caso alguma parte esteja faltante no contexto vertical, pode-se multiplicar a distância fmo-fmo por 0,389 (ou 38,90%), com desvio padrão de 4,83.

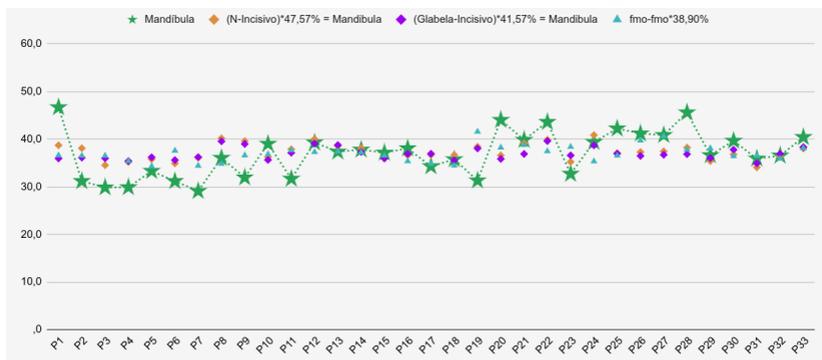


Figura8: Gráfico comparativo entre as medidas reais e a projeção da mandíbula

### Gônios e Limites das Órbitas

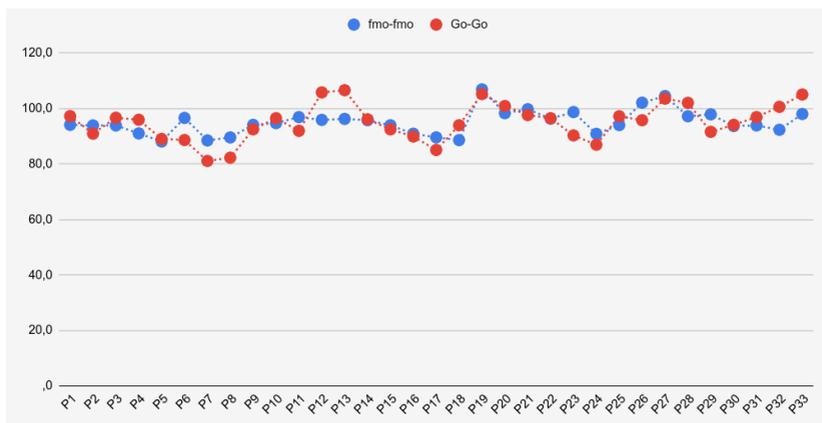


Figura9: Gráfico comparativo entre as medidas reais fmo-fmo e go-go

O estudo encontrou uma relação significativa entre os gônios e os limites das órbitas, oferecendo base para a projeção tanto de um quanto de outro no caso de regiões faltantes.

### 4.3.5 Proposta de Protocolo para Traçados Frontais da Face

**Atenção:** As instruções que serão dadas a seguir são orientadas a usuários avançados do OrtogOnBlender.

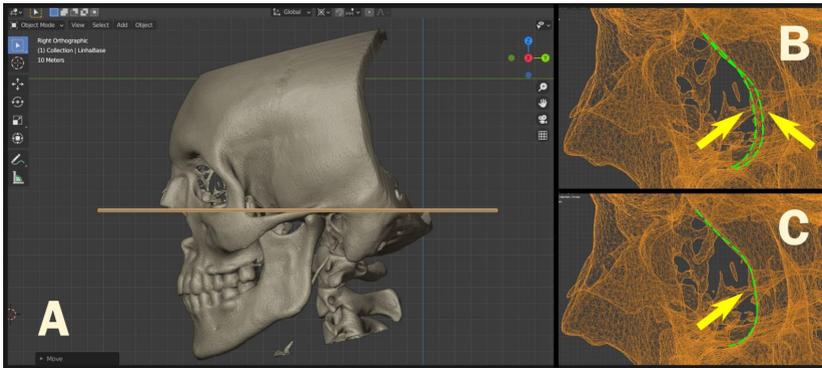


Figura10: Alinhamento do crânio ao plano de Frankfurt com correção da rotação nas órbitas

Inicialmente é necessário importar o crânio e posicioná-lo no plano de Frankfurt (Fig. 10, A), manualmente ou com as ferramentas disponíveis para tal tarefa no OrtogOnBlender. Como o trabalho de aproximação é voltado para a porção frontal da face, é uma boa prática ficar atento a um possível desalinhamento das órbitas (Fig. 10, B) e, caso isso ocorra, fazer a correção no eixo Z, de modo que as duas se alinhem da melhor forma possível (Fig. 10, C).

Partindo da parte superior do crânio, o primeiro passo pode ser a projeção do centro do globo ocular. Inicialmente o usuário pode adicionar duas linhas verticais (Vertical Center Line do OrtogOnBlender) passando pelo ponto fmo de cada lado (Fig. 11 à esquerda) e copiá-las, deslocando a da esquerda em 16.40 positivamente no eixo X (Shift+D, X, 16.42, Enter) e a da direita negativamente no mesmo eixo X (Shift+D, X, -16.42, Enter) (Fig. 11 ao centro). Assim que as linhas são posicionadas o usuário pode redimensioná-las em Z (S, Ctrl+D, X, 16.42, Enter e mover o mouse até chegar à dimensão de-

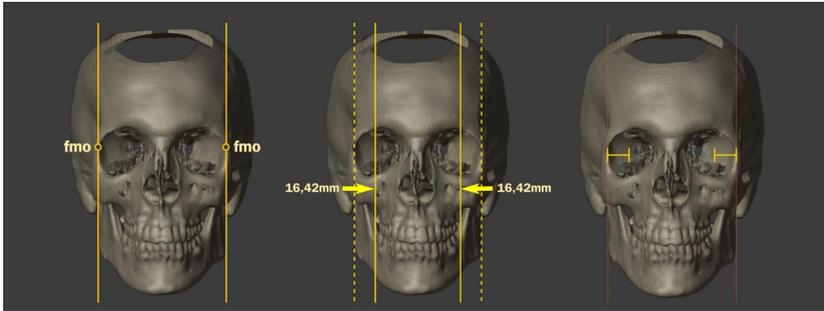


Figura11: Projeção do eixo dos globos oculares pela média no eixo X

sejada), de modo a compor um gráfico com limitadores (Fig. 11 à direita). Uma sugestão para criar tal efeito é juntar as linhas com o Ctrl+J, entrar em modo de edição e acessar o comando Subdivide, com a tecla F3. Depois de criar os dois novos vértices, basta ligá-los, selecionando-os e em seguida pressionando F, isso deve ser feito de dois em dois para que a linha (*edge*) seja criada como ponto entre os vértices.

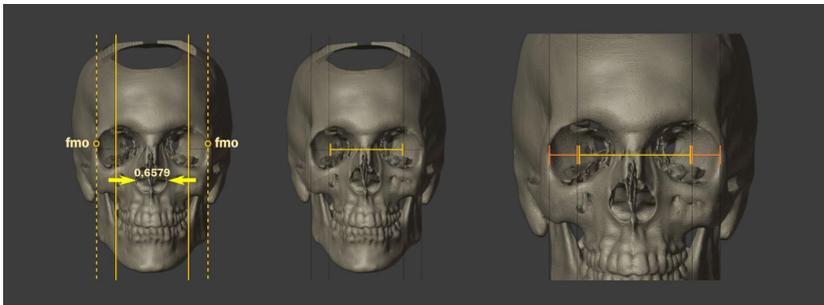


Figura12: Projeção do eixo dos globos oculares pela distância do fmo-fmo

Para reforçar o alinhamento, utilizando uma abordagem baseada na proporção, o usuário pode selecionar as linhas que passam pelos pontos fmo, criadas anteriormente, copiá-las, juntá-las com o Ctrl+J, entrar em modo de edição, para forçar a centralização da transformação e reduzir a escala no eixo X de modo a chegar a 65,79% do espaço original (S, X, 0.6579, Enter) (Fig. 12 à esquerda). Em seguida proceder com a configuração visual do marcador de espaço (Fig. 12 ao centro) e ao final duas projeções estarão à disposição do usuário,

uma baseada na média e outra na proporção (Fig. 12 à direita).

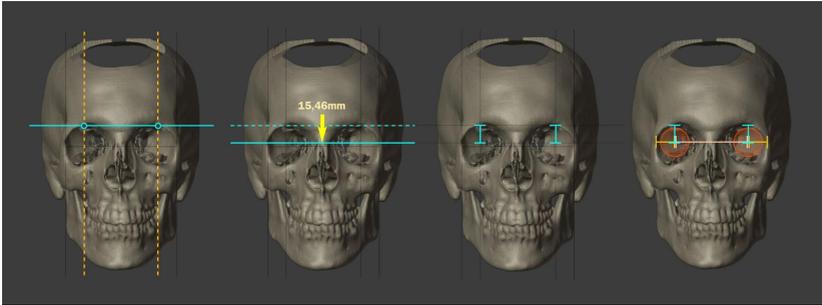


Figura13: Projeção do eixo dos globos oculares pela média no eixo Z

Uma vez que a projeção no eixo X foi estabelecida, o próximo passo proceder com a mesma no eixo Z. Para tal é necessário criar uma linha horizontal (Horizontal Center Line) na intersecção da borda da órbita com o centro da pupila no eixo X (Fig. 13 à esquerda). Esse segundo ponto nada mais é do que aquele projetado anteriormente. Assim que a linha horizontal é posicionada, uma cópia é feita e deslocada em 15,46 mm no eixo Z (Shift+D, Z, -15.46, Enter) (Fig. 13, centro à esquerda). Com as projeções nos eixos X e Z estabelecidas, o usuário poderá adicionar o globo ocular e centralizá-lo utilizando como parâmetro os elementos visuais traçados (Fig. 13 à direita).

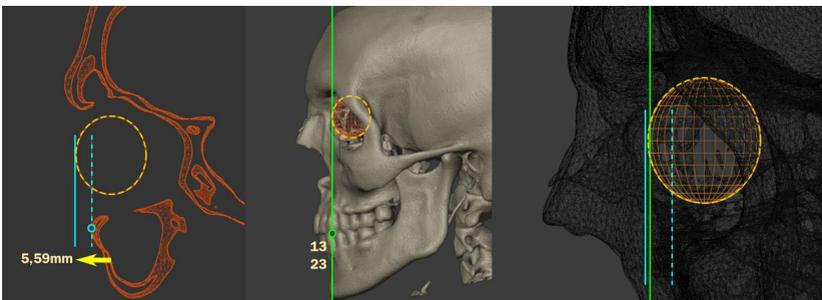


Figura14: Projeção do eixo dos globos oculares pela média e caninos no eixo Y

Para o posicionamento no eixo Y o usuário poderá utilizar duas projeções das mais práticas disponíveis, a primeira traçando uma linha a partir da aresta da borda da órbita e deslocando 5,59mm positiva-

mente no eixo Y (Fig. 14 à esquerda) e a segunda traçando uma linha a partir do canino relacionado ao lado da órbita, pode ser o 13 ou o 23 (Fig. 14, ao centro). Caso haja uma boa compatibilidade entre as duas, o usuário pode posicionar o globo ocular ao centro das duas projeções (Fig. 14, à direita).

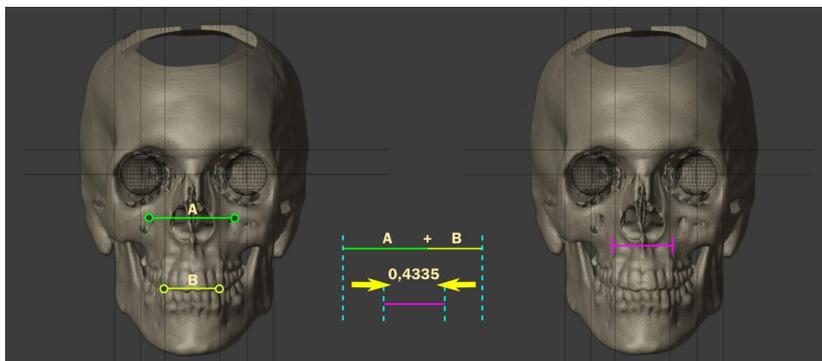


Figura15: Projeção dos limites das asas nasais no eixo X

O limite das asas nasais pode ser traçado somando-se duas distâncias, aquela entre os forames infraorbitais junto a dos caninos (Fig. 15 à esquerda), e sem seguida redimensionar a mesma para 43,35% da dimensão original no eixo X (Fig. 15 ao centro). O limitador pode ser posicionado logo abaixo da abertura nasoespinal e corrigida posteriormente ao limite inferior da largura alar.

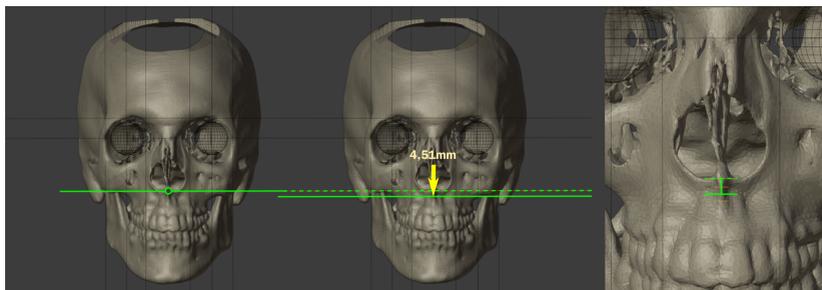


Figura16: Projeção dos limites das asas nasais no eixo X

O limite inferior das asas nasais pode ser traçado a partir de uma li-

na posicionada no ponto *nasoespinal* (Fig. 16 à esquerda), que será copiada e deslocada a 4,51 mm negativamente no eixo Z (Fig. 16 ao centro). Caso seja interessante ao usuário, as linhas correspondentes ao desvio padrão podem ser traçadas de modo a complementar os dados de projeção (Fig. 16 à direita, traços alaranjados).

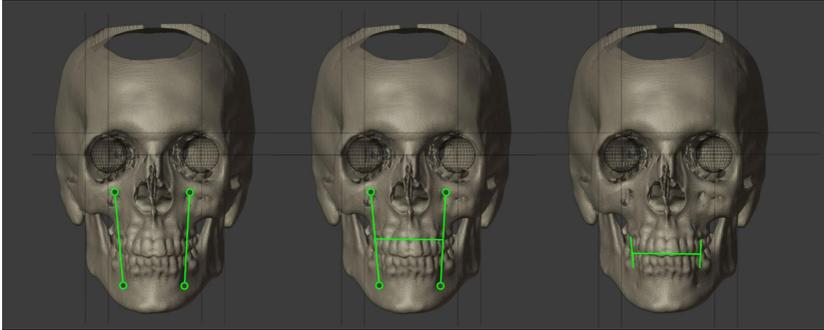


Figura17: Limite ch-ch no eixo X pela média dos forames

Na projeção frontal da boca (*chelion-chelion*), o traçado mais robusto é aquele resultante da média entre as distâncias dos forames infra-orbitais e dos forames mentuais (Fig. 17 à esquerda). Uma linha horizontal pode ser traçada a partir da subdivisão das duas verticais (infraorbitais-mentuais) abordadas anteriormente (Fig. 17 ao centro).

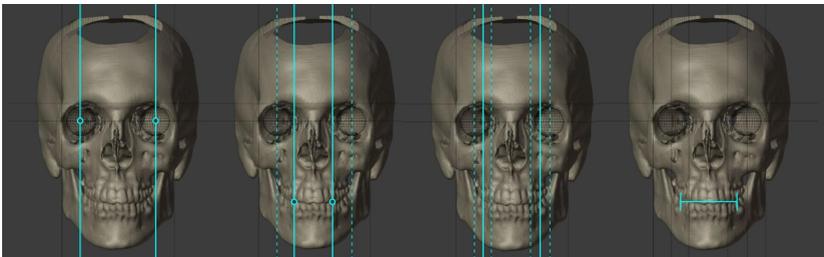


Figura18: Limite ch-ch no eixo X pela média das distâncias dos globos oculares e caninos

De modo a complementar os dados e uma vez que os globos oculares foram adicionados à cena, outra projeção pode ser feita a partir

de uma média entre as linhas do centro dos globos oculares e dos caninos (Fig. 18).

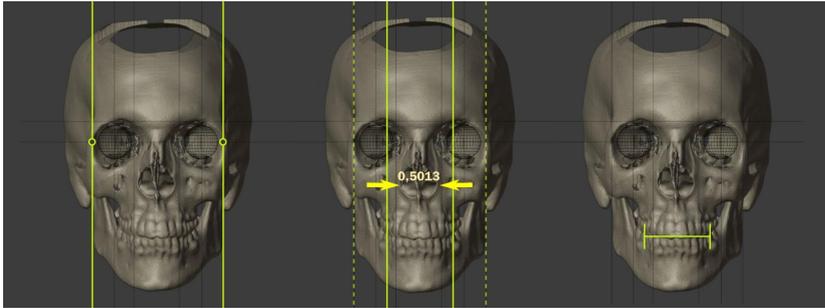


Figura19: Limite ch-ch no eixo X pela porcentagem da distância fmo-fmo

Uma outra abordagem com boa compatibilidade é aquela que utiliza o espaço de 50,13% entre os pontos *fmo direito e esquerdo* (Fig. 19).



Figura20: Projeções faciais sobrepostas

Todas as projeções executadas fornecem ao usuário uma ideia clara da potencial localização dos elementos frontais a serem reconstruídos. Assim como aconteceu no exemplo aqui apresentado, a maioria das tomografias estudadas geram resultados convergentes, ainda que a abordagem seja diferente (Fig. 20).

Utilizando uma tomografia que não compõe a amostra, ao comparar as projeções (em laranja escuro) com as estruturas reais (em laranja claro), nota-se que a metodologia proposta coincidiu significativamente com as mesmas (Fig. 21 à esquerda). Ao comparar, em

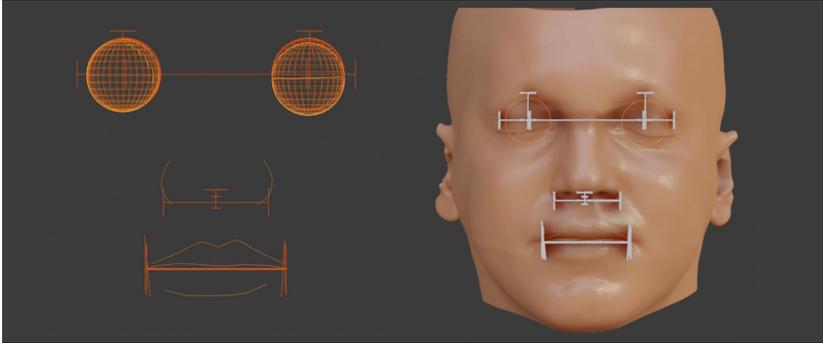


Figura21: Comparação entre as projeções e os elementos faciais reais

norma frontal, as projeções das estruturas com a malha do tecido mole, atesta-se que os parâmetros estão dentro do esperado (Fig. 21 à direita). No caso dos lábios, parece haver um erro nas extremidades, no entanto, há indícios de características dessa estrutura que proporcionam uma explicação simples para tal situação.



Figura22: Pontos ch-ch com os lábios abertos e cerrados

O estudo buscou posicionar os pontos ch-ch no limite estrutural da abertura dos lábios. No entanto, dependendo da idade do indivíduo (ou outros fatores), no momento em que os lábios são cerrados pode haver uma tendência de realçamento da marca de expressão e a linha final ser significativamente maior do que a real abertura (ver os pontos escuros na Fig. 22).

## 4.4 Discussão e Conclusão

O presente estudo objetivou avaliar diversas distâncias lineares com estruturas faciais importantes para a reconstrução facial forense. Apesar de uma amostra pequena em relação à população, essa proporcionou o estabelecimento de promissoras referências preditoras para o posicionamento orbital, tamanho da boca e de características do nariz. Sabendo que a reconstrução facial é uma técnica pautada em aproximação de características da face, com base em médias populacionais, o alto índice de correlação entre as estimativas encorajam a colocação da técnica proposta em prática, favorecendo a pesquisa mais aprofundada do método e benefícios antecipados para os trabalhos de reconstrução facial. Destaca-se a referência dos pontos *fmo* que é de extrema utilidade, uma vez que se mostrou surpreendentemente relacionada à todas as estruturas investigadas. Mais do que isso, é uma referência anatômica facilmente identificável e bastante reprodutível. Observou-se a possibilidade de somar referências preditoras, reduzindo as margens de erro de cada método. Com essa pesquisa, uma nova perspectiva de estudos foi aberta, com promissores resultados para a reconstrução facial em contexto forense ou arqueológico. Utilizando a metodologia apresentada é possível o posicionamento do globo ocular, da largura alar e da largura dos lábios de maneira facilitada e potencializada pelas ferramentas do OrtogOnBlender.

## 4.5 Agradecimentos

Ao Dr. Davi Sandes Sobral, que cedeu a tomografia utilizada na demonstração didática da projeção das estruturas a partir do crânio. Ao instituto radiológico INDOR pelo fomento do avanço científico por meio da tomografia computadorizada.

# Referências Bibliográficas

- [A1] Johari Yap Abdullah, Mokhtar Saidin, Zainul Ahmad Rajion, Helmi Hadi, Norshahidan Mohamad, Cicero Moraes, and Jafri Malin Abdullah. Using 21st-century technologies to determine the cognitive capabilities of a 11,000-year-old perak man who had brachymesophalangia type a2. Feb 2021. URL: <http://dx.doi.org/10.21315/mjms2021.28.1.1>, doi:10.21315/mjms2021.28.1.1<sup>37</sup>.
- [A2] Lane Anderson Beck. Standards for data collection from human skeletal remains. edited by jane e. buikstra and douglas h. ubelaker. 272 pp. fayetteville: arkansas archeological survey research series no. 44, 1994. *American journal of human biology: the official journal of the Human Biology Council*, 7(5):672–672, 1995. URL: <http://dx.doi.org/10.1002/ajhb.1310070519>, doi:10.1002/ajhb.1310070519<sup>38</sup>.
- [A3] Micnéias Tatiana de Souza Lacerda Botelho and Darci Secchi. O processo de colonização em mato grosso e o impacto sobre as sociedades indígenas: o caso de sinop. 2015. TELLUS ano 14, n. 26, jan./jun. 2014.
- [A4] Jodi Caple and Carl N. Stephan. A standardized nomenclature for craniofacial and facial anthropometry. Dec 2015. URL: <http://dx.doi.org/10.1007/s00414-015-1292-1>, doi:10.1007/s00414-015-1292-1<sup>39</sup>.
- [A5] Marion Machado Cunha. O trabalho dos professores e a universidade do estado de mato grosso em sinop/mt na década de 1990 : o sentido do coletivo. 2010.
- [A6] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. *Divisão regional do Brasil em regiões geográficas imediatas e regiões*

---

<sup>37</sup> <https://doi.org/10.21315/mjms2021.28.1.1>

<sup>38</sup> <https://doi.org/10.1002/ajhb.1310070519>

<sup>39</sup> <https://doi.org/10.1007/s00414-015-1292-1>

- geográficas intermediárias : 2017*. IBGE, 2017. ISBN 978-85-240-4418-2. URL: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv100600.pdf>.
- [A7] S. De Greef, P. Claes, D. Vandermeulen, W. Mollemans, P. Suetens, and G. Willems. Large-scale in-vivo caucasian facial soft tissue thickness database for craniofacial reconstruction. May 2006. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2006.02.034>, doi:10.1016/j.forsciint.2006.02.034<sup>40</sup>.
- [A8] Rachel de Queiroz. O santo vicente. Revista “O Cruzeiro”, Ano XXXII, N° 050, de 24/09/1960, p. 166.
- [A9] Adriano dos Santos. A casa sinopense: reflexo da casa paranaista. 2010.
- [A10] Michael E. Habicht, Cicero Moraes, Elena Varotto, Veronica Papa, Isabella Aquila, Pietrantonio Ricci, and Francesco M. Galassi. Kv55-akhenaton: reassessment of the anthropological literature and a novel facial reconstruction. 2021. URL: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.30765.41442>, doi:10.13140/RG.2.2.30765.41442<sup>41</sup>.
- [A11] John Hilinski. Droopy nasal tip rhinoplasty. 2017. URL: <https://www.drhilinski.com/rhinoplasty-tutorial/droopy-nasal-tip-rhinoplasty/>.
- [A12] S. et. al. Hirooka. *Relatório Final de Prospecção Arqueológica e Educação Patrimonial na UHE Sinop/MT*. Archeo, 2015.
- [A13] Joseph Jacobs. *English fairy tales*. David Nutt, 1890.
- [A14] Aaron M. Kosins, Val Lambros, and Rollin K. Daniel. The plunging tip. Jan 2014. URL: <http://dx.doi.org/10.1177/1090820X13515482>, doi:10.1177/1090820x13515482<sup>42</sup>.
- [A15] Francesco M. Galassi, Michael E. Habicht, Cicero Moraes, and Varotto Elena. The alleged skull of sophocles: anthropological and paleopathological confutation of a 19th century myth. 2020. URL: <https://bit.ly/3F0dCTz>.

---

<sup>40</sup> <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2006.02.034>

<sup>41</sup> <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.30765.41442>

<sup>42</sup> <https://doi.org/10.1177/1090820x13515482>

- [A16] Jamerson Miléski. O mais caridoso santo católico terá sua face reconstruída pela ciência. 2016. GC Notícias. URL: <https://bit.ly/3f3zkv6>.
- [A17] Cicero Moraes and Paulo Eduardo Miamoto Dias. *Manual de Reconstrução Facial 3D Digital: Aplicações com Código Aberto e Software Livre*. Expressão Gráfica, 2020. URL: [https://figshare.com/articles/book/Manual\\_de\\_Reconstru\\_o\\_Facial\\_3D\\_Digital\\_Aplica\\_es\\_com\\_C\\_digo\\_Aberto\\_e\\_Software\\_Livre/12894947/1](https://figshare.com/articles/book/Manual_de_Reconstru_o_Facial_3D_Digital_Aplica_es_com_C_digo_Aberto_e_Software_Livre/12894947/1), doi:10.6084/M9.FIGSHARE.12894947.V1<sup>43</sup>.
- [A18] Cicero Moraes, Rodrigo Dornelles, and Everton da Rosa. OrtogOnBlender - O que é e Aspectos Técnicos. 2020. URL: [https://figshare.com/articles/book/OrtogOnBlender\\_-\\_O\\_que\\_e\\_Aspectos\\_T\\_cnicos/12923729](https://figshare.com/articles/book/OrtogOnBlender_-_O_que_e_Aspectos_T_cnicos/12923729), doi:10.6084/m9.figshare.12923729.v1<sup>44</sup>.
- [A19] Cicero Moraes, Rodrigo Dornelles, and Everton da Rosa. Sistema de Reconstrução de Tomografia Computadorizada Baseado no Slicer 3D e no DicomToMesh. 1 2021. URL: [https://figshare.com/articles/book/Sistema\\_de\\_Reconstru\\_o\\_de\\_Tomografia\\_Computadorizada\\_Baseado\\_no\\_Slicer\\_3D\\_e\\_no\\_DicomToMesh/13513890](https://figshare.com/articles/book/Sistema_de_Reconstru_o_de_Tomografia_Computadorizada_Baseado_no_Slicer_3D_e_no_DicomToMesh/13513890), doi:10.6084/m9.figshare.13513890.v1<sup>45</sup>.
- [A20] Cicero Moraes, Rodrigo Dornelles, and Everton da Rosa. Protocolo de fotogrametria da face. Sep 2020. URL: [https://figshare.com/articles/book/Protocolo\\_de\\_Fotogrametria\\_da\\_Face/12923801/1](https://figshare.com/articles/book/Protocolo_de_Fotogrametria_da_Face/12923801/1), doi:10.6084/m9.figshare.12923801.v1<sup>46</sup>.
- [A21] Cicero Moraes, Marcos Graf, Rodrigo Dornelles, and Everton da Rosa. Reconstrução de Voxel Data no OrtogOnBlender. 1 2021. URL: [https://figshare.com/articles/book/Reconstru\\_o\\_de\\_Voxel\\_Data\\_no\\_OrtogOnBlender/13670134](https://figshare.com/articles/book/Reconstru_o_de_Voxel_Data_no_OrtogOnBlender/13670134), doi:10.6084/m9.figshare.13670134.v1<sup>47</sup>.
- [A22] Cicero Moraes, Everton da Rosa, and Rodrigo Dornelles. Protocolo simples de fotogrametria para crânios. Sep

---

<sup>43</sup> <https://doi.org/10.6084/M9.FIGSHARE.12894947.V1>

<sup>44</sup> <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.12923729.v1>

<sup>45</sup> <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.13513890.v1>

<sup>46</sup> <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.12923801.v1>

<sup>47</sup> <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.13670134.v1>

2020. URL: [https://figshare.com/articles/book/Protocolo\\_Simples\\_de\\_Fotogrametria\\_para\\_Cr\\_nios/12923099/1](https://figshare.com/articles/book/Protocolo_Simples_de_Fotogrametria_para_Cr_nios/12923099/1), doi:10.6084/m9.figshare.12923099.v1<sup>48</sup>.
- [A23] Cicero Moraes, Davi Sobral, Daniele Walter Duarte, Gabriel Zorron Cavalcanti, Rodrigo Salazar-Gamarra, and Rodrigo Dornelles. Protocolo complementar para melhor resolução do nariz em fotogrametria 3d. Sep 2020. URL: [https://figshare.com/articles/book/Protocolo\\_Complementar\\_para\\_Melhor\\_Resolu\\_o\\_do\\_Nariz\\_em\\_Fotogrametria\\_3D/13010300/1](https://figshare.com/articles/book/Protocolo_Complementar_para_Melhor_Resolu_o_do_Nariz_em_Fotogrametria_3D/13010300/1), doi:10.6084/m9.figshare.13010300.v1<sup>49</sup>.
- [A24] Cicero Moraes, Davi Sandes Sobral, Anderson Mamede, and Thiago Leite Beaini. *Sistema Complementar de Projeção Nasal em Reconstruções/Aproximações Faciais Forenses*. figshare, 2021. URL: [https://figshare.com/articles/book/Sistema\\_Complementar\\_de\\_Proje\\_o\\_Nasal\\_em\\_Reconstru\\_es\\_Aproxima\\_es\\_Faciais\\_Forenses/17209379](https://figshare.com/articles/book/Sistema_Complementar_de_Proje_o_Nasal_em_Reconstru_es_Aproxima_es_Faciais_Forenses/17209379), doi:10.6084/M9.FIGSHARE.17209379<sup>50</sup>.
- [A25] Roberta Richard Pinto, Sérgio Mendonça De Almeida, Rebecka Borges Da Nóbrega Chaves, Olivia Alexandre De Carvalho, Marcos Paulo Salles Machado, and Cicero Moraes. *Reconstrução Facial Forense de um Crânio Arqueológico com o ForensicOnBlender*. figshare, 2020. URL: [https://figshare.com/articles/book/Reconstru\\_o\\_Facial\\_Forense\\_de\\_um\\_Cr\\_nio\\_Arqueol\\_gico\\_com\\_o\\_ForensicOnBlender/12943418](https://figshare.com/articles/book/Reconstru_o_Facial_Forense_de_um_Cr_nio_Arqueol_gico_com_o_ForensicOnBlender/12943418), doi:10.6084/M9.FIGSHARE.12943418<sup>51</sup>.
- [A26] Danilo Rodrigues, Olavo Gomes, Diogo Gomes, Marcelo Couto, Vanessa Antunes, Marco Masi, Ricardo Mera, Arthur Marinho, Wendson Nascimento, and Taynã Ferreira. *Arqueologia do médio vale do rio Teles Pires, UHE Colíder, Mato Grosso - Brasil*. 01 2017.
- [A27] Larry Rother. *Rondon: Uma biografia*. Objetiva, 2019. ISBN 978-8547000790.

---

<sup>48</sup> <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.12923099.v1>

<sup>49</sup> <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.13010300.v1>

<sup>50</sup> <https://doi.org/10.6084/M9.FIGSHARE.17209379>

<sup>51</sup> <https://doi.org/10.6084/M9.FIGSHARE.12943418>

- [A28] Shiri Shinan-Altman and Perla Werner. Subjective age and its correlates among middle-aged and older adults. *International journal of aging & human development*, 88(1):3–21, 2019. URL: <http://dx.doi.org/10.1177/0091415017752941>, doi:10.1177/0091415017752941<sup>52</sup>.
- [A29] Carl N. Stephan. Facial approximation—from facial reconstruction synonym to face prediction paradigm. *Journal of forensic sciences*, 60(3):566–571, 2015. URL: <http://dx.doi.org/10.1111/1556-4029.12732>, doi:10.1111/1556-4029.12732<sup>53</sup>.
- [A30] Francisco Forte Stuchi. *Mapa etno-histórico de Curt Nimuendaju / IBGE*. Fundação Nacional Pró-Memória; IBGE, 1987. ISBN 8524000015. URL: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?id=214278&view=detalhes>.
- [A31] Francisco Forte Stuchi. A ocupação da terra indígena kaiabi (mt/pa) história indígena e etnoarqueologia. 2010.
- [A32] Mauricio Torres and Sue Brandford. A terra de oportunidades. 2017. URL: <https://theintercept.com/2017/02/06/desenvolvimento-chega-a-mato-grosso-com-bala-e-devastacao/>.
- [A33] Caroline Wilkinson. *Forensic Facial Reconstruction*. Cambridge University Press, 2008. ISBN 9780521090124.
- [A34] Sonja Windhager, Philipp Mitteroecker, Ivana Rupi c, Tomislav Lauc, Ozren Pola sek, and Katrin Schaefer. Facial aging trajectories: a common shape pattern in male and female faces is disrupted after menopause. *American journal of physical anthropology*, 169(4):678–688, 2019. URL: <http://dx.doi.org/10.1002/ajpa.23878>, doi:10.1002/ajpa.23878<sup>54</sup>.

---

<sup>52</sup> <https://doi.org/10.1177/0091415017752941>

<sup>53</sup> <https://doi.org/10.1111/1556-4029.12732>

<sup>54</sup> <https://doi.org/10.1002/ajpa.23878>